



Ricostituzione di boschi a dominanza di Faggio con *Abies alba* nell'Appennino Tosco - Marchigiano

GUIDA AL PROGETTO
LIFE08NAT/000371/RESILFOR



Ricostituzione di boschi
a dominanza di Faggio
con *Abies alba*
nell'Appennino Tosco - Marchigiano

GUIDA AL PROGETTO
LIFE08NAT/000371/RESILFOR



UNIONE
DEI COMUNI MONTANI DEL
CASENTINO



CRA
CONSIGLIO PER LA RICERCA
E LA SPERIMENTAZIONE
AGROSCIENTIFICHE



Ricostituzione di boschi a dominanza di Faggio con Abies Alba nell'Appennino Tosco - Marchigiano |
Regeneration of predominantly beech woods with Abies Alba (Silver Fir) in the Apennine mountains of the Tuscan and Marche regions

a cura di Marcello Miozzo, Fulvio Ducci e Piergiuseppe Montini

Pubblicazione a cura di | *Edited by*

D.R.E.A.M. Italia
soc. coop. agr. for.
via Garibaldi 3 - 52015 Pratovecchio (Arezzo) - Italia
info@dream-italia.it

Progetto grafico, editing e stampa | *Graphic project, editing and print*

Arti Grafiche Cianferoni
via della Ferriera 26 - 52017 Stia (Arezzo) - Italia
artigrafiche@cianferoni.com

Questa pubblicazione è stata realizzata con il contributo dello strumento finanziario LIFE della Unione Europea |
This publication was produced with the help of LIFE funds of the European Union



Versione digitale gratuita disponibile su
Free digital version on
www.liferesilfor.eu/ebook/lifenatura000371.pdf



Video documentario del progetto
Documentary of project
www.youtube.com/watch?v=PszdlswaZjM



Ricostituzione di boschi
a dominanza di Faggio
con *Abies alba*
nell'Appennino Tosco - Marchigiano

GUIDA AL PROGETTO
LIFE08NAT/000371/RESILFOR

a cura di
Marcello Miozzo, Fulvio Ducci, Piergiuseppe Montini



1	Le foreste di Faggio e Abete bianco nell'appennino tosko-marchigiano	pag. 11
2	Abetine e altri boschi nella tradizione francescana della Verna	pag. 19
3	Il progetto LIFE ReSilFor	pag. 33
	Aspetti ecologico-strutturali nelle aree permanenti del progetto	pag. 33
	Caratterizzazione strutturale delle foreste dei siti di progetto	pag. 57
	Dinamica di accrescimento e sensibilità climatica dell'Abete bianco	pag. 65
	Aspetti genetici adattativi dell'Abete bianco nei territori di progetto	pag. 65
	Inventario Naturalistico – Diversità floristica e Vegetazionale	pag. 81
	Inventario Naturalistico – I Carabidi	pag. 84
	La comunità degli uccelli nidificanti	pag. 87
4	Prassi applicative di LIFE ReSilFor per la conservazione delle popolazioni autoctone di Abete bianco	pag. 99
	Riproduzione dell'abete autoctone e tecnica di traslocazione del pool genetico	pag. 99
	Tecnica di innesto	pag. 101
	Reintroduzione dell'abete	pag. 105

Azioni di contenimento dell'abete alloctono	pag. 107
Interventi di conservazione in situ	pag. 110
Altri interventi finalizzati alla tutela della biodiversità	pag. 111
5 Prima valutazione delle azioni svolte	pag. 117
Aspetti ecologico-selvicolturali	pag. 117

introduzione



Il progetto LIFE denominato con la sigla LIFE08NAT/IT/000371 "Ricostituzione di boschi a dominanza di Faggio con *Abies alba* nell'appennino tosco-marchigiano" ReSilFor (RestoringSilverfirFOrest), approvato e cofinanziato dalla Unione europea nel settembre 2009, ha visto l'impegno da parte di un partenariato di cinque beneficiari coordinati dall'Unione dei Comuni dell'Amiata Val d'Orcia (capofila) e rappresentati dall'Unione dei Comuni montani del Casentino, la Regione Marche, il CRA di selvicoltura di Arezzo e la società cooperativa D.R.E.Am. Italia.

Il progetto, iniziato il primo gennaio 2010 si è concluso il 30 settembre 2014 e ha avuto una durata complessiva di 57 mesi.

Il bilancio del progetto è stato di 1,3 milioni di euro cofinanziati per 626.700 euro da parte dell'Unione europea e per 772.300 euro da parte dei beneficiari.

Al progetto si è giunti in seguito alla necessità di disporre di una buona base di partenza per definire, anche per via sperimentale, le azioni di conservazione per l'habitat 9220 "Faggeti degli Appennini con *Abies alba*", che costituiscono importanti serbatoi di biodiversità da preservare in situ e che potranno essere utili per il futuro anche per impieghi produttivi.

Le formazioni forestali che vegetano sul territorio appenninico sono il risultato di processi di espansione e di restringimento a causa delle dinamiche climatiche che si sono succedute nei millenni e nei secoli. Per molte specie arboree l'appennino italiano è stato un luogo di rifugio in seguito al succedersi di periodi glaciali e post glaciali.

L'Abete bianco, conifera che ha visto una significativa espansione nel periodo successivo all'ultima glaciazione, si è trovato in epoca recente ad una sempre maggiore regressione del proprio areale per fattori diversi tra i quali l'intervento selettivo operato dall'uomo e la riduzione dell'umidità atmosferica.

Il fattore umano è stato senz'altro la principale causa di riduzione estensiva di questa specie, ma le mutate condizioni climatiche sono alla base di una minore capacità dell'Abete bianco di espandersi naturalmente con la rinnovazione. Questi due fattori hanno portato ad una rarefazione sempre maggiore della specie che si è conservata nelle sue caratteristiche originarie in stazioni relitte dove la freschezza del clima, unitamente all'azione

conservativa operata dall'uomo, ne hanno permesso la conservazione.

Le previsioni che possono ad oggi essere formulate sulle caratteristiche climatiche del prossimo futuro non promettono miglioramenti, anzi, questa specie potrà trovarsi in pericolo di regressione.

Il progetto LIFE ReSilFor vuole aprire la strada per una strategia di conservazione di lungo periodo, finalizzata ad individuare misure di conservazione e di adattamento, in modo da avviare un programma di salvaguardia di questa specie e degli habitat d'interesse europeo che sono ad essa collegati.

LIFE ReSilFor ha come obiettivo principale l'arresto della perdita di estensione dell'habitat 9220 "Faggeti degli Appennini con *Abies alba*", riducendo i rischi di segregazione genetica delle popolazioni relitte di *Abies alba* o la loro scomparsa per le mutate condizioni microclimatiche dovute ai fenomeni dei cambiamenti climatici.

Obiettivi secondari sono il consolidamento della presenza di *Taxus baccata* nell'habitat 9210 "Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*" e la realizzazione di azioni volte a consolidare popolazioni animali (*Salamandrina perspicillata*, *Bombina pachypus*) che vivono in questi ambienti, favorendo la conservazione dei loro habitat e dei siti riproduttivi.

I siti di intervento, descritti nei capitoli successivi hanno riguardato un'ampia area appenninica, con lo scopo di mettere a punto una strategia conservativa con larga potenzialità applicativa.

Il valore innovativo del progetto risiede nell'aver sperimentato in forma ampia e concreta un progetto di conservazione su una specie forestale attraverso tecniche di migrazione genetica assistita, partendo dalla costituzione di una prima rete di monitoraggio permanente sui caratteri adattativi della specie, fino alla messa a punto dei protocolli riproduttivi per via agamica attraverso le tecniche di innesto.

Un ringraziamento sentito a tutte le persone che hanno lavorato nel progetto che hanno dedicato molto più del tempo lavorativo a loro richiesto, mettendo ciascuno impegno e dedizione per rendere possibile una conclusione positiva e utile per le future applicazioni.

Il progetto costituisce a nostro avviso un importante passo avanti per la conservazione della biodiversità forestale e per la definizione dei criteri da seguire per migliorare la capacità adattativa ai cambiamenti climatici dell'Abete bianco. Il progetto può considerarsi come una prima tappa nel cammino della conservazione e salvaguardia della specie nell'appennino centrale italiano.

Ci auguriamo che l'esempio di LIFE ReSilFor possa stimolare nuove entità pubbliche, private, enti di ricerca, tecnici e professionisti, nell'utilizzazione dei risultati di questo progetto per proseguire nel lavoro di tutela e di conservazione di specie e di ambienti così importanti per la salvaguardia della biodiversità.

le foreste di Faggio e Abete bianco nell'appennino tosco-marchigiano

Biogeografia di Faggio e Abete bianco

Il Faggio (*Fagus sylvatica*) e l'Abete bianco (*Abies alba*) formano spesso popolamenti misti diffusi soprattutto nel piano montano: il primo ha un areale prevalentemente appenninico, il secondo è diffusamente presente nelle Alpi e soltanto in modo frammentato lungo la catena appenninica (fig.1), dove caratterizza alcuni tipi forestali di faggeta con sottotipi e/o varianti.

Le faggete in Italia occupano circa il 10% della superficie forestale nazionale; di queste, il 60% è concentrato nelle regioni appenniniche, dove si trova soltanto il 26% dei boschi di Abete bianco (INFC 2005). Questa distribuzione è il risultato delle complesse vicende biogeografiche in risposta ai cambiamenti climatici causati dalle glaciazioni del Quaternario. In corrispondenza di ogni acme glaciale alcune specie rimasero presenti soltanto in aree rifugio soprattutto nell'Italia meridionale, dove il clima era più favorevole; negli interglaciali le prime specie ricolonizzatrici furono quelle tipiche del querceto misto, ma successivamente la maggiore oceanicità del clima determinò l'espansione di boschi misti di Faggio e Abete bianco, che costituirono la vegetazione tipica delle montagne Appenniniche anche a quote inferiori alle attuali. Analisi polliniche (Magri et al., 2006) evidenziano la presenza continuativa del Faggio in Italia dal Pleistocene medio, che invece risulta assente in altre aree d'Europa per lunghi periodi. La massima espansione del Faggio nell'Italia centrale avvenne tra 8000 e 4000 anni fa, ma la successiva affermazione di un regime termo-pluviometrico ad impronta più mediterranea determinò la scomparsa del Faggio nelle aree meno idonee alle sue esigenze ecologiche



Fig.1 – Areale di distribuzione dell'Abete bianco e del Faggio in Italia (modificato da www.euforgen.org).

e la sua permanenza prevalente nel piano montano fra 900 e 1900 m slm. (Magri et al., 2006). Oggi le aree sommitali dei principali rilievi appenninici al di sotto del 2000 m slm ospitano perlopiù praterie secondarie mentre le faggete, che costituiscono l'attuale limite superiore del bosco, si trovano spesso a quote molto inferiori a quelle potenziali, soprattutto in corrispondenza di substrati carbonatici; nella fascia montana il Faggio non trova specie competitive e quindi forma cenosi mono o pauci-specifiche (es. con Abete bianco).

L'Abete bianco ha avuto un massimo di espansione circa 8000 anni fa ed una successiva e rapida contrazione e frammentazione del suo areale durante la ricolonizzazione post-glaciale anche a causa della competizione con il Faggio, meno vulnerabile alle perturbazioni naturali e antropogene (Liepelt et al., 2009). Analisi palinologiche evidenziano che l'Abete bianco ebbe un trend sinusoidale regressivo nelle fasi catatermiche, subatlantica e sub-boreale, attestandosi ad altitudini inferiori alla ricerca di condizioni climatiche più favorevoli. Documenti storici (Di Bérenger, 1965) attestano che in epoca pre-romana l'Abete bianco era molto diffuso nell'Italia centro-meridionale ed utilizzato come legname pregiato da costruzione. L'impiego della specie in epoca imperiale fu notevole ma, nonostante alcuni casi di eccessivo sfruttamento, l'Abete bianco era ancora molto diffuso dopo la caduta dell'impero romano e la conseguente crisi socio-economica alto-medievale favorì l'abbandono delle utilizzazioni e il conseguente sviluppo naturale di fustaie miste (latifoglie e conifere) costituite anche da esemplari di cospicue dimensioni. Dal V-VI secolo, soprattutto in Italia centrale, ebbe inizio un particolare fenomeno di diffusione dell'Abete bianco grazie alla proliferazione di insediamenti monastici (monasteri ed eremi) soprattutto benedettini ed in particolare delle congregazioni dei Camaldolesi e dei Vallombrosani. Sia per il significato simbolico che essi attribuirono all'Abete bianco (albero che per il suo portamento ed altezza consente di avvicinarsi al cielo e alle "altissime verità") sia per il notevole valore tecnologico e commerciale del suo legno, essi perpetuarono fino al XIX secolo la coltivazione dell'Abete bianco anche in aree fuori dall'areale proprio, dando luogo in alcuni casi anche ad una efficace filiera produttiva (Urbinati, 2011). Tale processo fu probabilmente incentivato da un periodo climaticamente favorevole (l'optimum alto-medievale iniziato intorno all'anno 1000 d.C.) che, sebbene non fu specificamente favorevole all'Abete bianco appenninico, agevolò, anche in aree remote montane, la suddetta diffusione di insediamenti monastici. In particolare, nell'Appennino tosco-marchigiano-romagnolo, alcuni distretti forestali vennero dedicati alla produzione di legname di Abete bianco fluitato poi lungo il Tevere (verso Roma) o l'Arno (Firenze, Pisa e Livorno) da utilizzare nelle grandi opere edilizie dell'epoca. Ne sono un esempio il Casentino in Toscana, dove Repubblica di Firenze prima e Granducato poi, si rifornirono abbondantemente di legname e l'antica provincia pontificia della Massa Trabaria, tra Marche, Umbria e Toscana, acquisita appositamente dallo Stato Pontificio nel XIII secolo per la fornitura di travi (*servitium trabium*) per la costruzione delle Basiliche vaticane (Urbinati & Romano, 2012). Successivamente, l'aumento dei costi di produzione nelle filiere appenniniche, l'ingresso nel mercato italiano del legname di abete rosso proveniente dal Baltico (fine XVIII secolo) e soprattutto le crescenti esigenze alimentari e di combustibile determinate dall'aumento demografico, determinarono la trasformazione di molte fustaie con Abete bianco in terreni agricoli e pascoli o in boschi cedui per la produzione di legna da ardere e carbone, alterando così l'assetto strutturale della foresta mista a vantaggio del Faggio. Il disturbo antropico può quindi essere considerato il fattore

finale responsabile dell'attuale frammentazione dell'areale di Abete bianco in Appennino, all'interno del quale oggi si distinguono tre ambiti geografici principali: i) tosco-emiliano, ii) abruzzese-molisano e iii) luca-no-calabrese. Inoltre esistono cenosi secondarie di estensione variabile, nonché testimonianze toponimiche che confermano la maggiore diffusione pregressa della specie (Gallucci, 2012) (fig. 2). Complessivamente sono stati individuati 89 toponimi concentrati perlopiù in corrispondenza delle aree limitrofe all'attuale areale di distribuzione. Altri siti esterni sono invece riconducibili alla diffusione indotta anche in stazioni fuori dell'optimum o alla presenza di zone relittuali, dal momento che analisi palinologiche (Marchesoni, 1957, 1959) hanno accertato la presenza di boschi di Abete bianco anche al di sotto del piano montano in Italia centrale.

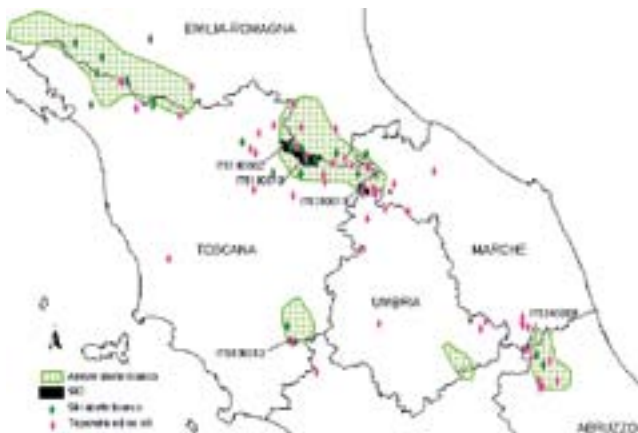


Fig. 2 – Siti di attuale presenza dell'Abete bianco nelle regioni di progetto, SIC interessati e distribuzione dei toponimi riferibili alla presenza pregressa di Abete bianco.

Caratterizzazione dei boschi di Faggio e Abete bianco nell'Appennino centrale

Le faggete appenniniche presentano una notevole diversificazione tipologica legata alla variabilità litologica e bioclimatica che si registra lungo l'Appennino dalla Liguria fino alla Sicilia. Il Faggio è presente indifferentemente su litotipi di diversa natura e origine (calcarei, arenacei o granitici) e con differente pH. Più discriminante è l'influenza del clima, che deve essere di tipo oceanico, (temperatura media annua 6-12°C e optimum di precipitazioni > 1500 mm) senza prolungati e significativi periodi di stress idrico. Il Faggio è considerata una specie tollerante dell'ombra, ma il suo novellame resiste alla copertura molto meno a lungo rispetto all'Abete bianco, al Tasso e all'Agrifoglio, altri esempi di relitti arcoterziari, che possono sopravvivere anche per decenni nel piano dominato. L'elevata plasticità ecologica del Faggio consente in Italia l'individuazione di almeno 40 associazioni fitosociologiche differenti (Di Pietro et al., 2007). Nonostante le esigenze termiche mediamente simili a quelle del Faggio, l'Abete bianco è più esigente di calore estivo ed anche suscettibile a danni da gelate primaverili, condizioni che non gli consentono di raggiungere le quote altitudinali del Faggio. Grazie all'apparato radicale più profondo e fittonante, l'abete ha esigenze idriche elevate (almeno 100 mm in estate) ma inferiori al Faggio. La capacità di rinnovazione dell'abete è legata alla competizione con il Faggio, che nel suo ottimo è il più temibile concorrente, caratterizzato da chiome più coprenti e da processi di rinnovazione

in massa, rispetto a quelli a gruppi (gap) tipici dell'abete. La mescolanza equilibrata si ha solitamente quando il Faggio è in svantaggio per ragioni climatiche oppure in stazioni molto accidentate (salti di roccia, elevata pendenza) che impediscono la piena copertura delle chiome (Bernetti, 1995).

La categoria forestale *Faggeta* viene suddivisa dall'ultimo Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio, INFC 2005 (Gasparini & Tabacchi, (a cura di), 2011) in 4 tipi principali: a) f. mesofile, prevalenti nelle regioni alpine e nord-appenniniche; b) f. acidofile a *Luzula*, c) f. termofile a *Cephalanthera*, caratteristiche dell'appennino centrale e d) f. ad agrifoglio, felci e campanula, tipiche del sud Italia. Sono stati censiti circa 60.000 ha di boschi a dominanza di Faggio nelle regioni appenniniche, dove prevale la forma di governo a ceduo (53%) seguita dall'altofusto (34%) e da strutture complesse non classificabili nelle consuete tipologie (13%). La fustaia prevale tradizionalmente nelle regioni meridionali, mentre è quasi assente nell'Italia centrale, dove dalla seconda metà del XVIII secolo venne incentivata la conversione in cedui per la produzione di legna da ardere e carbone che avrebbe determinato la locale scomparsa o riduzione delle faggete con Abete bianco in molte aree dell'Appennino centro-settentrionale (Susmel, 1957). Dal secondo dopoguerra la riduzione della domanda di combustibile legnoso e l'abbandono colturale, soprattutto nelle zone più marginali, hanno determinato la diffusione di cenosi transitorie di post-coltura incentivata negli ultimi decenni anche dalle politiche e dalle normative forestali e ambientali.

I dati dell'INFC 2005 evidenziano uno squilibrio strutturale dei cedui di Faggio: il 55% risulta in uno stadio di sviluppo adulto, il 39% invecchiato e soltanto lo 0,1% (rispetto al 6,3% del precedente inventario nazionale del 1985) è in fase di rinnovazione. L'80% delle faggete sono classificate pure, mentre il 12% è misto con conifere (solitamente Abete bianco) e altre latifoglie.

I boschi appenninici di Faggio con Abete bianco costituiscono oggi cenosi ad elevata valenza ecologica sottolineata dall'inserimento fra gli habitat prioritari della rete Natura2000 (Direttiva 92/43/CEE) proprio per la presenza di specie considerate relitti terziari o con caratteristiche che ne indicano la potenzialità:

9210 - *Faggete degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*;

9220 - *Faggete degli Appennini con *Abies alba* e *A. nebrodensis*.

Analizzando consistenza, tipologia e struttura delle faggete nelle due regioni oggetto del progetto ReSilFor, le faggete, in prevalenza mesofile, rappresentano circa il 6% della superficie forestale totale in entrambe le regioni (INFC 2005).

Nelle **Marche** le faggete si trovano dai 900 ai 1800 m slm., in corrispondenza dei principali massicci montuosi, con prevalenza delle *faggete eutrofiche* sui substrati carbonatici e delle *faggete mesoneutrofile* su quelli arenacei; il limite superiore della vegetazione arborea è costituito da faggete d'altitudine a sviluppo ridotto. La faggeta acidofila ha invece un areale di distribuzione limitato. La tipologia più diffusa nelle Marche è la *faggeta mesofila submontana*, caratterizzata da due sottotipi su suoli carbonatici e arenacei e dalla mescolanza con carpino nero e acero a foglie ottuse. Infine nelle stazioni più xeriche del piano montano si trova la *faggeta mesoxerofila*, ricca di specie termofile. In tutti i tipi forestali prevale il Faggio (85% della provvigione legnosa), favorito dalle utilizzazioni pregresse rispetto alle altre latifoglie (IPLA, 2001). Fra le conifere è importante la presenza dell'Abete

bianco, che caratterizza varianti specifiche. Il 70% (65% INFC) delle faggete è governato a ceduo, il 21% a fustaia ed il 4% sono fustaie transitorie, dove cioè è stato avviato il processo di conversione di cedui invecchiati, secondo quanto previsto dalla normativa regionale (PMPF). Il 58% (62% secondo INFC 2005) delle faggete sono cedui adulti o invecchiati e soltanto 12% quelli giovani. Ciò ha comportato un aumento della biomassa presente, con medie di 180 m³/ha e massimi di circa 400 m³/ha in alcune faggete eutrofiche e mesoneutrofile (IPLA, 2001). L'80% delle faggete marchigiane ha copertura arborea superiore all'80% (INFC 2005) e il 66% ha prevalente funzione naturalistica giustificata dalla diffusa localizzazione in aree protette o aree Natura2000 e quindi spesso al di fuori di una gestione attiva ed indirizzate allo sviluppo naturale o eventualmente alla conversione a fustaia coetanea. Ciò sembra rappresentare una seria criticità laddove è prioritaria la conservazione dell'Abete bianco, come nel sito di Valle della Corte, nel versante marchigiano dei Monti della Laga (AP), dove la faggeta è caratterizzata da diversi tipi forestali presenti lungo il gradiente altitudinale: faggeta mesofila submontana nel medio-basso versante, faggeta mesoneutrofila fino ai 1300 m slm. e faggeta acidofila fino al limite superiore del bosco. Si tratta di ex cedui utilizzati fino alla seconda guerra mondiale e successivamente convertiti a fustaia a partire dal 1975 circa. L'Abete bianco ed il Tasso si ritrovano preferenzialmente su dossi e/o affioramenti rocciosi che caratterizzano la morfologia dell'area ed occupano lo strato dominato, mostrando evidenti sintomi di sofferenza legati all'eccessiva copertura da parte del popolamento principale. Sono ormai rari gli individui dominanti ancora vivi presenti in passato e che un campionamento dendrocronologico ne ha determinato l'età di circa 400 anni (Gallucci & Urbinati, 2011). L'altro sito marchigiano si trova nell'alto Montefeltro (PU) al confine con la provincia di Arezzo, nei pressi del valico di Bocca Trabaria, anche questo in corrispondenza di una stazione con substrato marnoso-arenaceo. Il nucleo di Abete bianco pressoché puro di Bocca Trabaria è classificato nella Carta Forestale regionale come rimboschimento in quanto, accanto ad una porzione ritenuta autoctona (Camerano et al., 2012), è stato realizzato un impianto all'inizio del 1900. Nelle aree limitrofe all'abetina sono presenti invece faggete con potenzialità per l'Abete bianco e faggete con individui di Tasso anche di notevoli dimensioni. La Carta Forestale della **Toscana** (AA.VV., 2008) censisce oltre 63.000 ha di boschi di Faggio (oltre 72.000 secondo INFC), che sono in prevalenza (90%) cedui adulti o in conversione; le fustaie (7%) derivano prevalentemente da conversioni effettuate tra la fine dell'800 ed i primi anni del '900 soprattutto in boschi demaniali e comunali dell'Abetone, dell'Amiata e di Vallombrosa e successivamente (1930-40) anche del Casentino e delle Alpi Apuane. Nelle faggete derivanti dalle conversioni più antiche, la gestione effettuata nei primi decenni del 1900 ha spesso trasformato le faggete in boschi misti con Abete bianco o frequentemente in abetine pressoché pure. L'INFC 2005 ha censito oltre 37.000 ha di cedui (52%), di cui il 48% in stadio invecchiato ed il 16% a sterzo, forma di trattamento molto diffusa in Toscana rispetto ad altre regioni. Le fustaie coetanee (20% delle faggete) sono perlopiù transitorie (80%) e quindi si trovano in uno stadio di sviluppo giovane o adulto, mentre quelle disetanee o irregolari rappresentano il 12% delle faggete. La tipologia forestale toscana riconosce due varianti ad Abete bianco nei tipi forestali *Faggeta oligotrofica a Luzula pedemontana*, *Luzula nivea* e *Festuca heterophylla* e *Aceri-frassineto* (corrispondente a faggeta con altre latifoglie, Hofmann, 1992), pur segnalando la diffuso-

ne dell'abete in altri tipi forestali di faggeta, non tale da costituirne però una variante. Le faggete con Abete bianco sono fustaie miste o ex cedui ora abbandonati o in conversione a fustaia (AA.VV., 2008).

Inoltre l'Abete bianco è presente spontaneamente in Toscana in castagneti, cerrete e pine-
te, dove ne costituisce una variante (*Pineta eutrofica [acidofila] di Pino nero variante con Abete bianco*). Contrariamente alle Marche, in Toscana sono molto diffusi i popolamenti a prevalenza di Abete bianco (7184 ettari); di questi, 4272 ettari sono abetine pure di origine artificiale, altrimenti l'abete forma boschi misti in consociazione soprattutto con il Faggio e poi con il Pino nero, il Castagno e la Douglasia. Gli unici siti in cui l'abetina è considerata spontanea in Toscana sono la Riserva di Campolino vicino all'Abetone ed i rilievi attorno al Monte Amiata; si tratta rispettivamente di boschi misti con Abete rosso e Faggio a carattere alpino nel primo caso e con latifoglie (Cerro o Castagno) a quote inferiori a 1000 m slm. nel secondo. La maggior parte delle abetine artificiali si trova in uno stadio evolutivo avanzato, di fustaia matura o stramatura, in cui sono frequenti schianti e ribaltamenti a causa del marciume radicale e di danni da vento e neve. Di frequente alla riduzione di densità corrisponde l'ingresso delle latifoglie autoctone tipiche della faggeta eutrofica, formazione potenziale in gran parte dei siti oggi occupati dai rimboschimenti montani e alto-montani (AA.VV., 2008).

Le principali problematiche riguardanti la conservazione ed il miglioramento strutturale-funzionale delle cenosi di Faggio con Abete bianco sono determinate dall'attuale stato di abbandono in cui si trovano molti popolamenti. Analisi strutturali e dendrocronologiche effettuate nelle faggete dei Monti della Laga hanno evidenziato l'eccezionale presenza di individui vetusti; l'aspetto peculiare è che questi non si trovano in fustaie poco disturbate, bensì in popolamenti utilizzati a ceduo fino a pochi decenni fa e privi dei caratteri tipici delle foreste vetuste (Piovesan et al., 2005). Alla luce di questi risultati è lecito ipotizzare che le utilizzazioni non solo abbiano risparmiato gli individui di Abete bianco, ma anche favorito i processi di rinnovazione, interrotti poi dall'eccessiva copertura determinata dall'abbandono colturale. Gli individui insediati dopo l'ultima ceduzione sono ormai da decenni in stasi incrementale. La rarefazione di individui "anziani", le critiche condizioni vegetative degli individui sotto copertura, l'assenza di coorti recenti di rinnovazione di abete e le difficoltà di sopravvivenza legate alla copertura e alla brucatura da parte degli ungulati selvatici (in costante aumento), sono condizioni comuni a molti popolamenti di Faggio con Abete bianco dell'appennino centrale e appaiono chiari indicatori che l'evoluzione naturale non sembra garantire la sopravvivenza dell'abete, obiettivo principale in habitat prioritari della rete Natura2000. In una strategia gestionale volta a salvaguardare queste cenosi, attenzione deve essere rivolta anche alla sensibilità delle specie forestali alla variabilità climatica in atto, per individuare modalità di risposta ai fattori climatici anche in relazione ad assetto compositivo, cronologico e strutturale delle cenosi; analisi preliminari sull'Abete bianco dell'appennino centro-orientale hanno confermato le esigenze ecologiche della specie; scarsità di precipitazioni estive e temperature elevate dei mesi più caldi sono i fattori maggiormente incidenti sull'accrescimento dell'Abete bianco (Gallucci, 2009). Tale comportamento, contestualizzato nel tendenziale aumento delle temperature e dei fenomeni di aridità, non è di scarso interesse per una specie che ha distribuzione frammentata e che spesso, all'interno di cenosi residue, si trova in condizioni critiche per capacità di sviluppo

e rinnovazione. Contrariamente a quanto ipotizzabile, le analisi delle relazioni clima accrescimento nell'ultimo secolo mostrano una tendenziale perdita di sensitività nei confronti di quelle variabili climatiche che mediamente limitano l'accrescimento. Ciò fa supporre che la specie non sia troppo condizionata dalle mutevoli condizioni climatiche, avendo presumibilmente anche evoluto delle forme di adattamento, quanto da criticità strutturali nate in seguito a cambiamenti nel tipo di gestione effettuata ed a problemi di isolamento genetico. Questi aspetti saranno approfonditi per i siti di progetto nell'Appendice A.

Regione Toscana	Regione Marche
<p>ABETINE Abetina altimontana di origine artificiale Abetina montana di origine artificiale Abetina sotto quota di origine artificiale Abetina mista autoctona del Monte Amiata Piceo-Abietetto autoctono con Faggio dell'Abetone</p>	<p>RIMBOSCHIMENTI DI CONIFERE Rimboscimento di conifere della fascia montana del Faggio variante ad Abete bianco</p>
<p>FAGGETE Faggeta eutrofica a dentarie Faggeta oligotrofica a <i>Luzula pedemontana</i>, <i>Luzula nivea</i> e <i>Festuca heterophylla</i> variante ad abete Aceri-faggeto appenninico di quota Aceri-frassineto variante Abetina su aceri-frassineto</p>	<p>FAGGETE Faggeta mesoneutrofila variante con Abete bianco Faggeta mesofila submontana sottotipo su arenarie Faggeta eutrofica variante con Abete bianco Faggeta acidofila variante con Abete bianco</p>
<p>PINETE Pineta eutrofica (acidofila) di Pino nero variante con Abete bianco</p>	
<p>CASTAGNETI Castagneto acidofilo</p>	
<p>CERRETE Cerreta eutrofica ad <i>Acer opalus</i> Cerreta acidofila montana</p>	

Tab.1 – Tipi forestali regionali in cui si rinviene la presenza di Abete bianco.

Bibliografia

- AA.VV., 2008. La Carta Forestale della Toscana. Regione Toscana.
- Bernetti, G., 1995. L'Abete bianco, Selvicoltura speciale. UTET, pp. 107-123.
- Camerano, P., Ferrazzini, D., Ducci, F., Belletti, P., 2012. Regioni di provenienza per l'Abete bianco. Sherwood 17, 35-40.
- Di Bérenger, A., 1965. Studii di archeologia forestale. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Dir. Generale dell'Economia Montana e delle Foreste, .
- Di Pietro, R., Caccianiga, M., Verde, S., 2007. Distribution and phytosociological corresponding of beech woods Habitats in the Italian Peninsula Fitosociologia 44, 279-283.
- Gallucci, V., 2009. Interferenze climatiche e selvicolturali nei dinamismi di accrescimento di *Abies alba* Mill. e *Quercus cerris* L. nell'Appennino centrale. Tesi di Dottorato di ricerca

in "Gestione sostenibile dei sistemi collinari e montani". Facoltà di Agraria, Università Politecnica delle Marche.

- Gallucci, V., 2012. Relazione descrittiva delle metodologie utilizzate nella ricerca bibliografica e dei toponimi riferibili ad Abete bianco e Tasso in Appennino - Tabelle e cartografie dei risultati. Progetto Life Nat/IT/000371 ReSilFor.
- Gallucci, V., Urbinati, C., 2011. Abete bianco nelle faggete dei Monti della Laga - Quattro secoli di storia negli anelli legnosi. *Sherwood* 174, 13-16.
- Gasparini, P., Tabacchi, G., (a cura di), 2011. L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali; Corpo Forestale dello Stato. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Edagricole-Il Sole 24 ore, Bologna.
- IPLA, 2001. I tipi forestali delle Marche. Inventario e Carta Forestale della Regione Marche. IPLA, Torino.
- Liepelt, S., Cheddadi, R., de Beaulieu, J.L., Fady, B., Gomory, D., Hussendorfer, E., Konert, M., Litt, T., Longauer, R., Terhurne-Berson, R., Ziegenhagen, B., 2009. Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.) - A synthesis from palaeobotanic and genetic data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 153, 139-149.
- Magri, D., Vendramin, G.G., Comps, B., Dupanloup, I., Geburek, T., Gomory, D., Lataowa, M., Litt, T., Paule, L., Roure, J.M., Tantau, I., Van Der Knaap, W.O., Petit, R.J., De Beaulieu, J.L., 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: Palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist* 171, 199-221.
- Marchesoni, V., 1957. Storia climatico-forestale dell'Appennino Umbro-Marchigiano. *Ann. Bot. Univ. Roma* 25, 459-497.
- Marchesoni, V., 1959. Importanza del fattore storico-climatico e dell'azione antropica nell'evoluzione della vegetazione forestale dell'Appennino umbro-marchigiano. *Annali dell' Accademia Italiana di Scienze Forestali VIII*, 327-343.
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F., Schirone, B., 2005. Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science* 16, 13-28.
- Susmel, L., 1957. Premesse storico-climatiche e bio-ecologiche alla selvicoltura della foresta montana appenninica. *Annali Acc. Ec. Agr. Georg. IV*, 3-42.
- Urbinati, C., 2011. La foresta di Camaldoli fra cambiamenti climatici e di uso del suolo, *Codice Forestale Camaldolese - Le radici delle sostenibilità*, pp. 145-175.
- Urbinati, C., Romano, R., 2012. Foresta e monaci di Camaldoli un rapporto millenario tra gestione e conservazione. INEA Roma.

Abetine e altri boschi nella tradizione francescana della Verna

2

La foresta che copre il monte della Verna rappresenta l'eccezione nella cultura francescana: ben più ampia dei boschetti e degli orti affiancati a conventi, eremi ed ospizi, costituisce l'esempio più alto del rapporto di convivenza con la natura praticato e predicato da Francesco, il luogo reso sacro dall'impronta divina della creazione e dalla confidenza con il Santo, dove si stende l'evento sublimante delle stimmate.

Francesco vi si era recato nella tarda estate del 1224 e certo non si occupò di dare disposizioni per la coltivazione del bosco, quando la presenza dei frati alla Verna era limitata al solo periodo estivo e con ricoveri provvisori, in ossequio alla regola "non bollata" del 1221 che ammonisce *"Si guardino i frati, ovunque saranno, negli eremi o in altri luoghi, di non appropriarsi di alcun luogo e di non contenderlo ad alcuno"*¹. Non erano queste le condizioni per avviare una residenza stabile, anche se presto i Francescani andranno ben oltre le disposizioni della regola, costruendo magnifiche chiese e grandi conventi, ma non diventando mai proprietari terrieri, se non di piccoli appezzamenti di orto, seminativo e bosco per l'uso diretto.

Il radicamento nel territorio, se fu rapido e forte fin dall'inizio nei sobborghi urbani, non portò alla costituzione di aziende agricole e forestali e a una codificazione della loro gestione, mentre si perpetuava l'obbligo per il frate di non legarsi a un singolo luogo e di accettare ogni destinazione. In antitesi al monachesimo benedettino, i Francescani non si identificarono con una o più grandi proprietà, ma con una miriade di insediamenti da cui partivano per predicare e per questuare, essendo quest'ultimo un altro modo per predicare la carità cristiana.

All'opposto La Verna, grazie alla permanenza di Francesco e all'evento delle stimmate, acquistò un valore religioso e simbolico tale da spingere i frati, in particolare negli anni Cinquanta-Sessanta del XIII secolo, non solo alla realizzazione di un insediamento perma-

1 Francesco, *Regola non bollata (1221)*, cap.VII par.26 in *Fonti Francescane*, Editio minor, a cura di Ernesto Carli, Padova 1986, p.35. L'ammonizione è ripetuta nella *Regola bollata (1223)*, cap.VI par.90 in cit. p.60 *"I frati non si appropriino di nulla, né casa, né luogo, né alcuna altra cosa"*.

nente², ma anche al possesso stabile del monte, minacciato dalla continua erosione dei margini a causa della pressione di quanti popolavano le zone limitrofe. Pascolo abusivo, fuori e dentro il bosco, tagli di rapina, terreni messi a coltura precaria alimentarono contenziosi di cui rimase nei documenti traccia via via più intensa quanto più i frati cercavano di legalizzare la proprietà della Verna. I primi tentativi di confinazione risalgono al 1441 e al 1650 l'avvio delle prime cause civili, che dureranno fino all'inizio dell'Ottocento³. I Francescani contraddicevano, di necessità, la propria regola e si arroccavano, è il caso di dire, a difesa di quello scoglio calcareo coperto da una vetusta foresta che scivolava lungo i sedimenti franosi a nord ed est e, in lingue di faggeta e cerreta, verso sud e ovest, a lambire praterie e magre "pasture" ridotte a "sassicaie", eloquente termine casentinese, e campi adatti ai grani nei luoghi meno acclivi fra La Beccia e Chiusi.

Col tempo, la Verna nelle biografie francescane divenne sempre più centrale, accogliendo fatti e aneddoti prima dislocati in posti non meglio identificati⁴: il monte divenne "sacro" e impose un regime finalizzato a conservare la memoria del Santo, collegandola ai singoli luoghi. A questo punto, la compresenza di un possesso stabile e di una volontà di conservazione, pur in assenza dell'assillo di dover ricavare un reddito, avrebbe potuto giustificare quanto meno disposizioni per la cura e la coltivazione, se non veri e propri obblighi inclusi nella regola, come accadde a Camaldoli. Invece, la mancanza di una tradizione agricolo-forestale francescana, ovunque soverchiata dalla precarietà e dal rifiuto dell'appropriazione dei luoghi, fece identificare la conservazione della Verna con i messaggi ricavabili dall'agiografia francescana, facendo assumere alle narrazioni anche un valore di simbolo etico, da cui far discendere il rapporto con la natura e la foresta alvernine, con quella caratteristica *in fieri* tipica del pensiero francescano, che "rimane incompiuto non essendo uno stato ma un processo"⁵, attraverso un *itinerarium* in cui l'esempio diviene consuetudine e surroga la regola.

Per comprendere l'idea di rapporto con la natura, bisogna cogliere i messaggi disseminati nei racconti della vita di Francesco e la sintesi del suo insegnamento etico-ambientale si trova nella "Vita seconda" di Tommaso da Celano: "Quando i frati tagliano legna, proibisce loro di recidere del tutto l'albero, perché possa gettare nuovi germogli. E ordina che l'ortolano lasci incolti i confini attorno all'orto, affinché a suo tempo il verde delle erbe e lo splendore dei fiori cantino quanto è bello il Padre di tutto il creato. Vuole pure che nell'orto un'aiuola sia riservata alle erbe odorose e che producono fiori, perché richiamino a chi li osserva il ricordo della soavità eterna"⁶.

In queste poche parole ritroviamo il senso attualissimo della coltivazione che conserva e non distrugge, della salvaguardia di parti di natura selvaggia, dell'agricoltura che nutre

2 Per un'analisi dettagliata vedi Luigi Pellegrini, *Note sulla documentazione della Verna. A proposito del primo insediamento*, in *Studi francescani, Itinerarium Montis Alvernae*, Atti del Convegno di Studi Storici La Verna 5-8 maggio 1999, a cura di Alvaro Cacciotti, anno 97, 2000, n.3-4, vol.I pp.57-90.

3 Giuseppe Buffon, *La Riforma alla Verna (1625-1875) ragioni di una durata*, in Cacciotti, cit., vol.II p.645-646.

4 Giovanni Miccoli, *Francesco e La Verna*, in Cacciotti, cit., vol.I, pp.21-55.

5 José Antonio Merino, *Visione francescana della vita quotidiana*, Cittadella Editrice, Assisi 1993 (Madrid 1991), p.8.

6 Tommaso Da Celano, *Vita seconda*, cap.CXXIV, par.165 in *Fonti Francescane*, cit., p.460.

l'uomo, ma lascia spazio ai profumi e alla bellezza del paesaggio, in un altro senso, troviamo la Verna. Perché qui, in 186 ettari si passa dagli orti e dal seminativo alla prateria, dalla faggeta evolutasi dal ceduo, ai secolari abeti, al magnifico ed eccezionale bosco misto, fino a un tratto di alcuni ettari di foresta vergine che copre la paleofrana a nord della cima di Monte Penna, il tutto in un "armonico" contrasto di domestico e selvaggio, minuto e monumentale, rassicurante e incombente, risolto nella serena visione di Francesco e nella sua consapevolezza che *"Il destino dell'uomo non è solo di vivere, ma di realizzare nel mondo la grande comunità cosmica disegnata dalla prima settimana della Genesi"*⁷.

La visione francescana della natura si incontrò alla Verna con un ambiente reale, cui erano applicati allora sistemi colturali diffusi nell'Appennino casentinese: la foresta di oggi in parte deriva ancora da quell'incontro. Il monte nel XIII secolo doveva rappresentare un'isola boscata circondata di pascoli e seminativi a grani, con una forte pressione antropica esercitata dai residenti di Chiusi e delle varie frazioni, con un insediamento non ancora diffuso e contadini e pastori che si recavano ogni giorno dalle case ai campi, pascoli e boschi. I terreni vicini erano destinati alle coltivazioni più intensive, quelli più distanti al pascolo, mentre il bosco retrocedeva con l'aumentare della popolazione e si riavvicinava alle abitazioni durante le regressioni demografiche. Le fustaie miste radicate sul monte erano poco ambite dai locali, se non altro per le difficoltà di trasporto dei grandi tronchi, e venivano praticate, in parte con autorizzazione in parte di frodo, soprattutto per "legnare", tagliando legna o raccogliendo quella morta e caricandola a spalla, su asini e muli o su tregge trainate da buoi. I boschi periferici erano invece soggetti a un continuo stillicidio di tagli abusivi e pascolo resi dalla posizione marginale più convenienti e meno rischiosi.

In questo contesto, l'insediamento francescano si preoccupò prima di tutto di procurarsi i materiali per costruire, abbondanti in loco sotto forma di legno, di pietre di cava e di calce, ricavata, ancora 50-60 anni fa, cuocendo i sassi calcarei disseminati alla base delle scogliere, con i quali si produceva anche la calce per imbiancare⁸. L'edificazione del convento si protrasse nei secoli, anche a causa delle varie distruzioni e incendi, fra cui quello del 1468 che richiese una lunga ricostruzione durata tredici anni⁹; probabilmente per questo motivo non sono documentate vendite di legno fino al 1490, quando troviamo una ricevuta *"per pagamento di quattordici arbori dabeto che ebbe frate Lorenzo consegnato per la chiesa di S. Miniato"*¹⁰.

I Francescani si mantenevano grazie a elemosine, a donazioni e legati e alla questua, per cui ai terreni agricolo-forestali della Verna era chiesto solo un contributo al mantenimento della comunità e degli ospiti, soddisfacendo comunque a tutto il fabbisogno di legna da ardere e legname per la manutenzione degli immobili. Le vendite di legno non furono

7 Merino, cit., p.211.

8 Testimonianza verbale di Frate Luciano al secolo Giuseppe Ezechielli (San Giustino Valdarno 24/11/1921 – Fiesole 19/01/2012), raccolta da Simone Borchì l'8 Giugno 2011. Alla Verna esisteva una fornace in muratura, presso la Beccia, che bruciò nel 1947; altre fornaci precarie si trovavano accanto all'edificio della ghiacciaia del convento, alla Melosa e tra il Calcio del Diavolo (Pennuzzo) e il Monte Colvano.

9 Per le varie fasi della costruzione degli insediamenti alvernini vedi Marino Bernardo Barfucci, *Il monte della Verna. Sintesi di un millennio di vita*, Edizioni La Verna, 1982, Città di Castello (PG).

10 AV (Archivio del Santuario della Verna) Filza L10 foglio 19.



Foto 1 – Il bosco misto, con in primo piano un abete secco in piedi. [Simone Borchì]

mai prevalenti sugli interessi del convento e della conservazione della foresta, in quanto scaturivano da un'eccedenza produttiva, rispetto all'autoconsumo, destinata in parte e in quantità consuetudinarie per "focaggio" ai poveri del paese, in via occasionale a singole "limosine" e anche a qualche vendita, soprattutto a gente del posto e per la costruzione di chiese e conventi. Travi, correnti, tavolame venivano segati nelle officine del convento e nei libri di entrata e uscita sono documentate frequenti piccole vendite che alimentavano il mercato locale. L'esproprio napoleonico del 1810 introdusse le assegnazioni di taglio e codificò, tramite la formazione di appositi elenchi di poveri, l'elemosina di legna, con un sistema che ritroveremo per tutto il periodo di possesso (1866-1880) e poi di proprietà (1880-1934) del Comune di Firenze, cui seguiranno le martellate del Corpo Forestale fino all'inizio della gestione della Comunità Montana del Casentino (1982).

I documenti e le cronache del convento permettono di ricostruire la selvicoltura pragmatica secondo la consuetudine francescana praticata alla Verna, almeno fino al 1866, quando l'esproprio, bloccato dalla rivendicazione della proprietà da parte del Comune di Firenze, interruppe le forme francescane della coltivazione. Ma non le caratteristiche e le finalità, perché, salvo in aspetti secondari, queste restarono in tutto omogenee con lo spirito francescano, fino alla loro codificazione nel piano di gestione del 2004.

Alla Verna si praticavano due tipi di coltivazione, che riguardavano quella che nei documenti è riportata come "macchia alta", fustaia situata per lo più nella parte alta del monte, e quella denominata "macchia bassa", ceduo collocato nella porzione inferiore del monte e attorno alla sua parte basale. Un trattamento ulteriore era riservato alle piante singole e a gruppi situate all'interno e ai margini dei seminativi. I verbali di "assegno", presenti nell'archivio del convento a partire dal periodo napoleonico, sono particolarmente utili per determinare il prelievo medio annuo di legno (tra 150 e 200 m³) e le sue modalità e riproducono nei fatti i tagli consuetudinari praticati nei secoli precedenti, con la differenza formale che dal taglio in proprio si era passati alla concessione di taglio.

La "macchia alta", costituita da gruppi di abete, faggeta, bosco misto di abete, Faggio, frassino e altre specie, era sottoposta a un trattamento simile al taglio saltuario, praticato però empiricamente e non in base a una seriazione dei diametri. Nella faggeta e nei tratti a latifoglie del bosco misto si sceglievano per il taglio qualche decina di piante con diametro di circa 30 cm, realizzando in pratica un diradamento del piano arboreo intermedio e venivano anche sfollate le spessine, recuperando il materiale per le fascine da forno¹¹. Si utilizzavano le piante abbattute dai fortuali, spesso di grandi dimensioni, e quelle secche o deperienti, come pure è documentato il taglio di sgombero sul novellame, peraltro presente nell'antica tradizione casentinese sotto forma di succisione, come documentato nel Rapporto sul bosco del 1890: *"Il sistema seguito fin qui nelle utilizzazioni è di sterzare i boschi di Faggio troppo folti e densi per dare luce e sfogo alle piante aduggiate, e di utilizzare le piante vecchie di Faggio ed abeto solo in piedi."*¹²

11 Alla Verna il forno del pane è stato in funzione fino agli ultimi anni Ottanta.

12 ASCFi (Archivio storico del Comune di Firenze), "Comune di Firenze, Passaggio al Comune delle chiese e conventi, Convento della Verna", CF 5104, Rapporto sulle condizioni attuali del Bosco della Verna in Provincia di Arezzo di proprietà del Comune di Firenze, anno 1890, Alberto de Helguero R. Sotto Ispettore Forestale, Firenze, 1 Dicembre 1890, appezzamento n.270 sezione F, p.20 (si tratta di una fascia di terreno estesa ha 7,74 decorrente a monte della strada dall'attuale Mensa del Pellegrino fino alla Cappella del Fondo e alla Melosa).

L'incidenza degli eventi atmosferici sull'utilizzo del bosco è sempre stata molto elevata, soprattutto per le grandi piante; non esisteva particolare convenienza a tagliare alberi plurisecolari, spesso con diametri oltre il metro, sia per la difficoltà di lavorazione sia per il peso enorme dei tronchi che condizionava l'esbosco, realizzato con buoi a strascico, ma, quando venivano abbattuti dal vento o dalla neve, era opportuno utilizzarli quanto prima, evitando lo sciupio del legno. Le tempeste invernali procuravano più danni agli abeti, mentre quelle estive colpivano anche le grandi latifoglie, come accadde con quella che colpì il monte nella notte tra il 16 e il 17 Luglio 1888: *"ciò che muove a pietà è il gran bosco in cui è situato il convento. Si son contate da un centinaio di piante di alto fusto atterrate. E non già abeti, facili a cadere per le radici superficiali che hanno: questa volta si veggono, che non si erano mai veduti, più che altro faggi, e faggi tali che misurano due, tre e anche quattro metri e più di circonferenza. Alcuni si veggono attorcigliati come un mazzo di vimini, altri troncati pel mezzo come le colonne del Foro Traiano di Roma e altri svelti dalle radici che profonde come sono hanno tratto seco grandi volumi di terreno e talora grossi macigni."*¹³.

I frati tendevano a ritardare e limitare i diradamenti nelle giovani abetine, così che le posticce erano spesso troppo fitte, seccaginoso e a rischio d'incendio; in passato era stata ipotizzata la presenza di un bosco tenuto più rado sia sulla base di qualche critica di tagli eccessivi¹⁴ sia per la pratica di raccogliere sul monte i "semplici" usati nella farmacia del convento. Probabilmente tale raccolta era effettuata nelle molte piccole radure presenti nella foresta e documentate anche dal Rapporto del 1890 e dal piano del 1910, poi quasi scomparse a seguito dei rimboschimenti successivi alla tromba d'aria del 31 Dicembre 1943. Gli abeti piccoli venivano utilizzati per correntame e usi vari, quelli secchi, spesso di grandi dimensioni, se cariati venivano destinati al fuoco se sani destinati a infissi, travi e tavolame, anche se per questi usi si preferiva cercare in foresta abeti di medie dimensioni da tagliare verdi.

Nella "macchia bassa", costituita in grande prevalenza di latifoglie, con qualche abete diffuso soprattutto nelle zone a nord e nord-est con esposizione più fresca, si praticavano forme di taglio ceduo a carico dei limitati boschi con presenza di cerro, orniello e carpino, situati fra la Beccia e la Melosa, e delle più ampie faggete, che circondavano il monte a partire dai prati sotto la scogliera delle stimmate fino all'area sotto la cima del Pennuzzo, arrampicandosi anche sulle ripide pendici del monte. Il tipo di taglio praticato era simile, nel principio, al ceduo composto, che in Casentino, ancora a metà del Novecento veniva applicato con la variante del "taglio a formica" ovvero prelievo dei soggetti di maggiore dimensione senza una rigida successione periodica di tre fusti sulla stessa ceppaia. Il Rap-

13 ASCFi, cit., CF 5104, "Carte relative al Santuario dell'Alvernia rimesse in Archivio dal Sig. Cav. Gio: Batt. Balzani trovate fra gli affari del già di lui padre Sig. Antonio Balzani. Li 11 Giugno 1906", lettera dell'11 Agosto 1888 del Guardiano della Verna frate Leopoldo di Gello al Cav. Comm. Giovanni Balzani Romanelli, amico e protettore dei frati, che nel 1887 aveva sottoscritto il contratto d'affitto della Verna con il Comune di Firenze allo scopo di far rimanere i frati in quello che non era più riconosciuto come un convento religioso dopo l'esproprio del 1866.

14 Nel 1777 il Padre Provinciale affermava *"viddi ancora con i miei occhi, come è malamente ridotto codesto bosco per le legna che si danno a' secolari; che però con questa mia comando ... il non dar legne, né verdi né secche ad alcun secolare"* in A.V. Filza 3 doc. 84, riportato anche da Saturnino Mencherini, *Codice diplomatico della Verna e delle SS. Stimate di S. Francesco d'Assisi*, Firenze 1924, documento n. 212 pp.267-268.



Foto 2 – La faggeta del Canapale su terrazzi rocciosi. [Simone Borch]i

porto del 1890 evidenzia come vasti tratti di faggeta fossero soggetti a tagli irregolari, con dirado dall'alto e di tipo basso, generalmente con interventi poco intensi, ma si trovavano anche cedui "regolari", come quello descritto dal Rapporto nell'area alla base della scogliera del Pennuzzo: *"Il soprassuolo è costituito da bosco di Faggio che per eccezione ha carattere uniforme di governo ed età; giacché trattasi di Ceduo dell'età approssimativa di 20 anni in condizioni tali da poterlo considerare già economicamente maturo. In quest'appezzamento sono pure delle piante matricine, ma costituiscono vere e proprie eccezioni"*¹⁵. Più frequenti erano invece le condizioni descritte, ad esempio, per la particella 334-sezione F estesa ha 13,43, corrispondente all'attuale faggeta della Ghiacciaia, *"Il bosco è costituito quasi esclusivamente da piante di Faggio, ed il governo predominante è il ceduo, però vi sono anche sparse molte piante da cima ovvero sia ad alto fusto. In questo appezzamento sono stati praticati in diversi punti ed in epoche differenti dei tagli di dirado allo scopo di dar luce alle piante troppo aduggiate. Gli attuali affittuari si sono limitati sin qui ad utilizzare le piante meno vigorose e quelle deperienti. Da ciò la irregolarità di governo..."*¹⁶. È interessante confrontare la descrizione di tale particella con quella, in gran parte coincidente, n.17 del piano del 2004: *"Particella di notevole valore forestale e naturalistico. Composta prevalentemente da Faggio, presenta però al suo interno alcuni nuclei*

15 ASCFi, cit., CF 5104, Rapporto, cit., pp.97-98, appezzamento n.349 - sezione F.

16 Cit., pp.73-74.

di tilio-acerion e di bosco d'invasione ormai affermato (sottoparticella D). Il soprassuolo è uniformemente coetaneo con alcune irregolarità nelle sottoparticelle F e D dove appunto prevalgono latifoglie del tilio-acerion. Le caratteristiche dendrometriche sono eccellenti con provvigioni medie per ettaro superiori a 600 metri cubi. Lo stadio è quello della fustaia adulta con tratti (Sott. Part. C ed E) anche maturi, ma non si nota ancora l'affermazione della rinnovazione a causa della copertura quasi totale delle piante arboree.¹⁷ Non essendo documentati in questa particella tagli di sementazione o ceduzioni andanti posteriori al 1890, risulta che il bosco irregolare si sia evoluto verso l'attuale notevole fustaia proprio grazie alla continuazione di quei diradamenti di tipo basso associati ad interventi dall'alto, perdendo col tempo le tracce della parziale origine cedua.

La parte ovest della porzione superiore della faggeta del Canapale nel 1890 era costituita "in prevalenza da Faggi allo stato ceduo dell'età di 15 a 20 anni" e per il resto "il terreno è più accidentato ed è ricoperto di piante, di cui alcune molto vecchie ma molto rade per cui in qualche località il terreno rimane scoperto"¹⁸. In effetti nella parte vicino al crinale oggi esistono tratti con grandi faggi radi e tracce di preesistenti radure, qui il Rapporto rileva la presenza di 2 faggi con diametro di m 0,90 e altri 4 tra 0,56 e 0,75, un cerro di 0,87, un acero montano di 0,70 e uno di 0,52, un frassino di 0,60 e uno di 0,53 tutte piante che "debbono essere scrupolosamente conservate, giacché per la loro ubicazione formano un valido baluardo alle bufere che facilmente si addensano e si scaricano in quest'alpestre località."¹⁹ La raccomandazione è stata accolta, se il piano del 2004 rileva trattarsi di un "Popolamento di elevato valore paesaggistico per la presenza di un piano dominante costituito da faggi di dimensioni eccezionali. La sottoparticella A presenta inoltre un aspetto monumentale anche per il fatto che poggia su terrazzi rocciosi. Sono presenti alcuni nuclei di rinnovazione..."²⁰.

Al margine e all'interno dei seminativi, allo scopo di non danneggiare la produzione di grani, le latifoglie venivano ceduate a brevissimo turno, uso pervenuto fino ai giorni nostri, come pure sui cumuli di sassi raccolti per spietramento dei campi che, in questo modo, davano comunque un reddito con una produzione legnosa importante anche per la comodità di taglio e trasporto. In queste zone, collocate nell'area basale del monte con esposizione più calda, quasi tutte le latifoglie presenti venivano capitozzate per la produzione di frasca. Il Rapporto del 1890 evidenziava come la capitozzatura fosse la regola per gli alberi di latifoglie sparsi nei campi e nei pascoli così che "servono per i loro prodotti di sussidio all'Agricoltura o meglio alla Pastorizia ... giova però mettere in evidenza il fatto che essi somministrano utilizzati in sussidio della Pastorizia molto di più di quello che renderebbero tenendo conto dei loro prodotti forestali. Infatti da queste piante non potrebbe ricavarsi che pochissimo carbone e di qualità neanche eccellente"²¹. L'uso di capitozzare per la

17 Comunità Montana del Casentino, *Piano di gestione della foresta della Verna 2004-2013*, Registro delle descrizioni particellari p.119. Il piano è stato realizzato, con la direzione di Simone Borchi per la C.M., dalla D.R.E.A.M. Italia s.c.r.l. sotto la responsabilità di Marcello Miozzo.

18 ASCFi, cit., CF 5104, Rapporto, cit., p.102.

19 cit. p.104.

20 Comunità Montana del Casentino, cit., Registro delle descrizioni particellari, n.50 A e B, pp.486-493

21 ASCFi, cit., CF 5104, Rapporto, cit., p.115.

frasca è ancora documentato all'inizio del Novecento ed è progressivamente scomparso, soprattutto nell'ultimo dopoguerra, per la fine delle sue ragioni economiche piuttosto che per una deliberata volontà.

Approfondendo l'analisi della coltivazione dell'abetina o, meglio, della coltivazione degli abeti singoli e a gruppi diffusi nel bosco misto e nella faggeta, risulta che i grandi alberi, la cui longevità raggiunge i quattro secoli, si sono mantenuti perché troppo grandi per il conveniente utilizzo e d'altronde rimpiazzati nel tempo grazie a un modico prelievo anche sugli abeti secolari, ma di minori dimensioni. L'attuale accertata riduzione del numero degli abeti vetusti²² non va dunque addebitata ai frati o alla gestione del Comune di Firenze e tanto meno a quella della Comunità Montana, che non ne ha mai tagliati verdi e ha rilasciato in bosco gran parte della necromassa, ma probabilmente a fattori climatici sia di medio periodo che collegati a specifici fenomeni, come le siccità degli anni 2003 e 2005 o il progressivo aumento della media delle temperature massime estive, con i conseguenti problemi di *stress* idrico, particolarmente grave in un ambiente roccioso a fessurazione verticale dove la falda acquifera si trova molte decine di metri sotto gli apici radicali.

Per quanto riguarda gli abeti in fase più giovanile, i diradamenti dal basso dovevano essere pratica poco frequente per lo scarso valore del materiale ricavato e durante l'annuale visita di controllo da parte del Comune di Firenze veniva sempre rilevata la trascuratezza del taglio del secco ovvero della spalcatura e diradamento delle posticce, oltre che del taglio di singole piante disseccate; il 16 Luglio 1907 il capogiardiniere Alfredo Romoli dell'Ufficio Giardini e Paesaggi segnalava al Sindaco di Firenze che *"Una sola cosa trovo un po' trascurata ed è quella della ripulitura dei seccumi in specie delle abetine che per la loro secolare età sarebbe necessaria la mano dell'operaio per la loro migliore conservazione, evitando così anche qualche possibile incendio"* e il 17 Settembre 1909 di nuovo segnalava la *"...trascuratezza delle Abetine infestate da seccumi in grande copiosità..."*²³. Già nel 1906 un incaricato del Comune di Firenze aveva relazionato che *"... sarebbe necessario (a parere pure dei competenti) operare il taglio di quelle piante che per la loro troppa densità rimangono paralizzate, quando non arrestano del tutto il loro sviluppo, eseguendo con buon criterio direttivo un parziale sterzo là dove si riscontra il bisogno e ciò allo scopo di dare agio alle piante di maggiore importanza di potere più liberamente alimentarsi e divenire così in breve periodo di tempo, al pari delle altre, vegete e rigogliose."*²⁴.

I diradamenti dall'alto dovevano invece essere praticati per "liberare" gruppi di rinovazione affermata. Quest'ultima era sia naturale sia artificiale, mediante trapianto di selvaggioni raccolti nella stessa foresta; infatti, alla Verna non esistevano vivai forestali e, nonostante

22 Marcello Miozzo, Simone Borch, *La foresta della Verna in Casentino (AR): influenza della gestione selvicolturale degli ultimi secoli sulla struttura della foresta*, in Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani, 16-19 ottobre 2008 Taormina (Messina), Firenze 2009, vol.II, pp.869-876.

23 ASCFi, Comune di Firenze, Affari speciali, La Verna- Atti, CF9248, Fascicolo senza intestazione, relazioni spedite il 16 Luglio 1907 e il 17 Settembre 1909 dal capogiardiniere Alfredo Romoli dell'Ufficio Giardini e Paesaggi al Sindaco di Firenze in occasione della "Annuale visita al Possesso della Verna".

24 Cit. Firenze 13 Ottobre 1906, relazione tecnica di Francesco Brunelli indirizzata al Sindaco di Firenze; il Brunelli era stato incaricato con deliberazione del 13 Giugno 1906 di *"prendere in esame l'inventario dei beni patrimoniali del Comune di Firenze, per accertarne la esattezza facendo altresì le necessarie riconfinazioni, constatazioni di canoni ecc."*.



Foto 3 – Aree di accumulo dello spietramento del Prato del Merigginio coltivate a ceduo. [Simone Borchi]

il piano del 1910, ne avesse previsto uno presso la Beccia, questo non fu mai attivato. Quando furono realizzati rimboschimenti con piantine, queste erano selvaggioni raccolti sul posto o provenivano da vivai forestali esterni, come documentato in particolare nei primi anni del Novecento, anche se queste provenienze alloctone non hanno avuto effetto sul patrimonio genetico degli abeti della Verna perché o si trattava di Pino nero, destinato a recuperare alcune aree degradate, oppure le piantine di abete (e anche di altre specie) non sono sopravvissute per vari motivi. Ad esempio, in una relazione del 12 Novembre 1926 l'Ispettore Forestale Principale Enrico Buscaglione del distretto di Arezzo segnalava che *"Nei voti compresi nel perimetro della foresta della Verna furono eseguite negli anni scorsi delle piantagioni, per la massima parte di Abete bianco, ma le piantine furono mutilate dal pascolo abusivo dei confinanti."*²⁵.

L'unico taglio che alterò in modo permanente la distribuzione dell'abetina alla Verna avvenne durante l'occupazione napoleonica con la vendita di 100 abeti a Giuseppe Pignotti, foderatore, cioè utilizzatore, commerciante e trasportatore di legno, abitante a Firenze

25 ASCFi, Comune di Firenze, Affari speciali, La Verna- Atti, CF9248, Fascicolo Carte riguardanti la Selva 1902-1926, relazione spedita il 12 Novembre 1926 dal Corpo Reale delle Foreste – Ripartimento di Firenze – Distretto di Arezzo – L'Ispettore Forestale Principale Enrico Buscaglione all'Ispettorato Forestale Ripartimentale di Firenze e, per conoscenza, al Cav. Romoli dell'Ufficio Giardini del Comune di Firenze.

fuori Porta San Niccolò²⁶. Questi utilizzò nel 1813 cento abeti che produssero m³ 360,3 di legno "al pulito", pari a 3,603 m³/pianta e a un diametro medio a petto d'uomo di cm 60, da incrementare tenendo conto dello scarto lasciato in bosco. Dal Rapporto sappiamo che una parte di quegli abeti occupava la particella 344 – sezione F, estesa ha 1,71, poi denominata Prato Novo, perché originato proprio dal taglio a raso non seguito da rimboschimento. De Helguero annota che *"così da notizie raccolte sul luogo, le quali asseriscono pure che gli esperimenti tentati per ripristinarvi la coltura dell'abete sortirono tutti cattivo risultato per cui la credenza che l'Abete non vi alligni più. Il fatto è che attualmente questo appezzamento non è più boscato perché i Frati che ne ebbero il possesso sino al 1866 e successivamente gli attuali fittuari hanno creduto meglio di non ripiantarlo e di conservarlo a pastura, permettendo che solo nel mezzo ed ai margini si sviluppassero spontaneamente delle piante latifoglie, le quali attestano all'evidenza che se l'uomo non ostacolasse l'opera riparatrice, in pochi anni la natura da se stessa riprodurrebbe in quell'appezzamento il bosco... il terreno vi è piuttosto profondo ed il pendio non troppo forte perciò adattato benissimo alla coltura boschiva e specialmente dell'Abete bianco specie indigena del nostro Appennino, che vi dovrebbe di nuovo essere coltivato artificialmente."*²⁷, mentre *"il volgo asserisce che gli abeti non vi sono più adatti!"*²⁸. Il piano del 2004 censisce nella particella 17A di ha 1,07 quello che era il Prato Novo al netto dei margini colonizzati dalle latifoglie, rimboschito attorno al 1960 a prevalenza di Abete bianco con il seguente risultato: *"Fustaia giovane di Abete bianco da impianto artificiale. Le condizioni di stabilità del popolamento non sono buone con presenza di numerose piante morte e con individui in fase di deperimento"*²⁹. Il volgo, questa volta, aveva ragione...!

Dunque la Verna è stata conservata nei secoli dai Francescani praticando un prelievo limitato al fabbisogno di legna e di legname per le esigenze di cura e manutenzione del santuario, realizzando tagli poco intensi, secondo le modalità empiriche diffuse in quel territorio, per diradare le aree più fitte di bosco e in particolare di latifoglie, liberare gruppi di rinnovazione, recuperare piante danneggiate dagli eventi atmosferici, effettuare ceduazioni poco estese e provvedere a qualche specifico bisogno con tagli mirati. La mancanza d'interesse all'utilizzo degli abeti vetusti e dei grandi alberi in genere, connessa all'impossibilità di un loro trasporto economico alla Stazione ferroviaria di Bibbiena protrattasi fino ai primi decenni del Novecento, ha salvaguardato la monumentalità di molti soggetti e della foresta nell'insieme. I rimboschimenti, benché proseguiti nei secoli, venivano realizzati con selvaggioni di specie locali, Abete bianco prima di tutto ma anche Faggio, aceri e Frassino maggiore, curando l'integrazione del bosco quando le piante abbattute dalla natura o tagliate creavano piccole radure, quasi mai interessando terreni non boschivi, quindi senza alterare il paesaggio forestale della Verna.

All'opposto, i Francescani contribuirono, insieme alle popolazioni locali, all'erosione dei bo-

26 ASF (Archivio di Stato di Firenze), Demanio francese, Miscellanea "B", inserti 2.680 e 2.694. Il taglio e la relativa vicenda è documentata in Simone Borchi, *Profilo storico della foresta della Verna*, in Cacciotti, cit., vol. I pp.319-342, in particolare nelle pp.327-330.

27 ASCFi, cit., CF 5104, Rapporto, cit., pp.120-121.

28 Cit., p.73.

29 Comunità Montana del Casentino, cit., Registro delle descrizioni particellari, pp.125-129.

schi di margine, all'ultizzo intensivo delle zone a pascolo, retrogradando boschi a pascoli arborati e praticando diffusamente la capitozzatura delle latifoglie per la produzione della frasca, com'era nell'uso prevalente. Applicarono inoltre forme di gestione più irregolare nei boschi vicini al confine con le altre proprietà, favorendo fenomeni localizzati di degrado, peraltro oggi quasi non rilevabili a seguito dell'evoluzione spontanea del bosco e della continuazione di un regime di prelievi inferiore all'accrescimento della massa legnosa.

Tutto questo fu realizzato non con una consapevolezza tecnica delle finalità e dei metodi selvicolturali, ma dalla semplice volontà di conservare la foresta della Verna nella forma più vicina a quella che Francesco aveva conosciuto, chiedendo al bosco il necessario per l'autoconsumo e poco più e ricambiando con una cura diffusa e un'attenzione che si faceva più particolare e assidua nel frate incaricato di "invigilare" sulla coltivazione.

Ammirando il monte della Verna e la sua foresta, non diremo monumentale o imponente o naturale, ma semplicemente, come Francesco, "bella", perché in questo aggettivo così vicino all'uomo medievale come a quello moderno sta tutta la visione francescana della natura, bella perché portatrice dell'impronta divina, quindi buona e utile per innalzare l'uomo verso Dio.



VALERIA GALLUCCI
MARIA CHIARA MANETTI
GIANLUIGI MAZZA
CARLO URBINATI

Il progetto LIFE ReSilFor

3

Aspetti ecologico-strutturali nelle aree permanenti del progetto

La caratterizzazione e le analisi dei soprassuoli forestali sono state realizzate in 5 aree di studio all'interno di altrettanti SIC ubicati in Toscana e nelle Marche. Le cenosi forestali selezionate differiscono per ubicazione, composizione specifica, forma di governo, struttura e stadio evolutivo ma presentano evidenti potenzialità per la diffusione dell'Abete bianco e del Tasso. La prima fase ha previsto l'individuazione ed il monitoraggio pre-intervento di aree, nelle quali poi sono stati realizzati gli interventi di diradamento e/o di impianto dei microarboreti con materiale autoctono. La caratterizzazione ecologico-strutturale e selvicolturale dei soprassuoli selezionati è stata necessaria per localizzare gli interventi selvicolturali e per calibrarne la loro tipologia ed intensità.

Localizzazione e caratterizzazione ambientale dei siti

In Toscana sono stati selezionati tre siti di indagine, uno sul Monte Amiata (SI) e due nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi (AR), mentre nelle Marche sono stati individuati i due siti più significativi per la presenza di Abete bianco, Fonte Abeti, nei pressi del valico di Bocca Trabaria (PU) e a Valle della Corte (AP), nel parco Nazionale del Gran Sasso-Monti della Laga. (Fig. 1)

La foresta del Pigelleto

Il SIC "Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio" si estende per 1312 ettari nel settore sud occidentale della Toscana (Monte Amiata), tra le province di Siena e Grosseto. Sono presenti cenosi di Faggio con Abete bianco di origine autoctona e nuclei relitti di Tasso; queste formazioni sono residuali di popolamenti più estesi poi in gran parte sostituiti da impianti artificiali di conifere. In questo sito l'obiettivo primario del progetto è la rinatu-

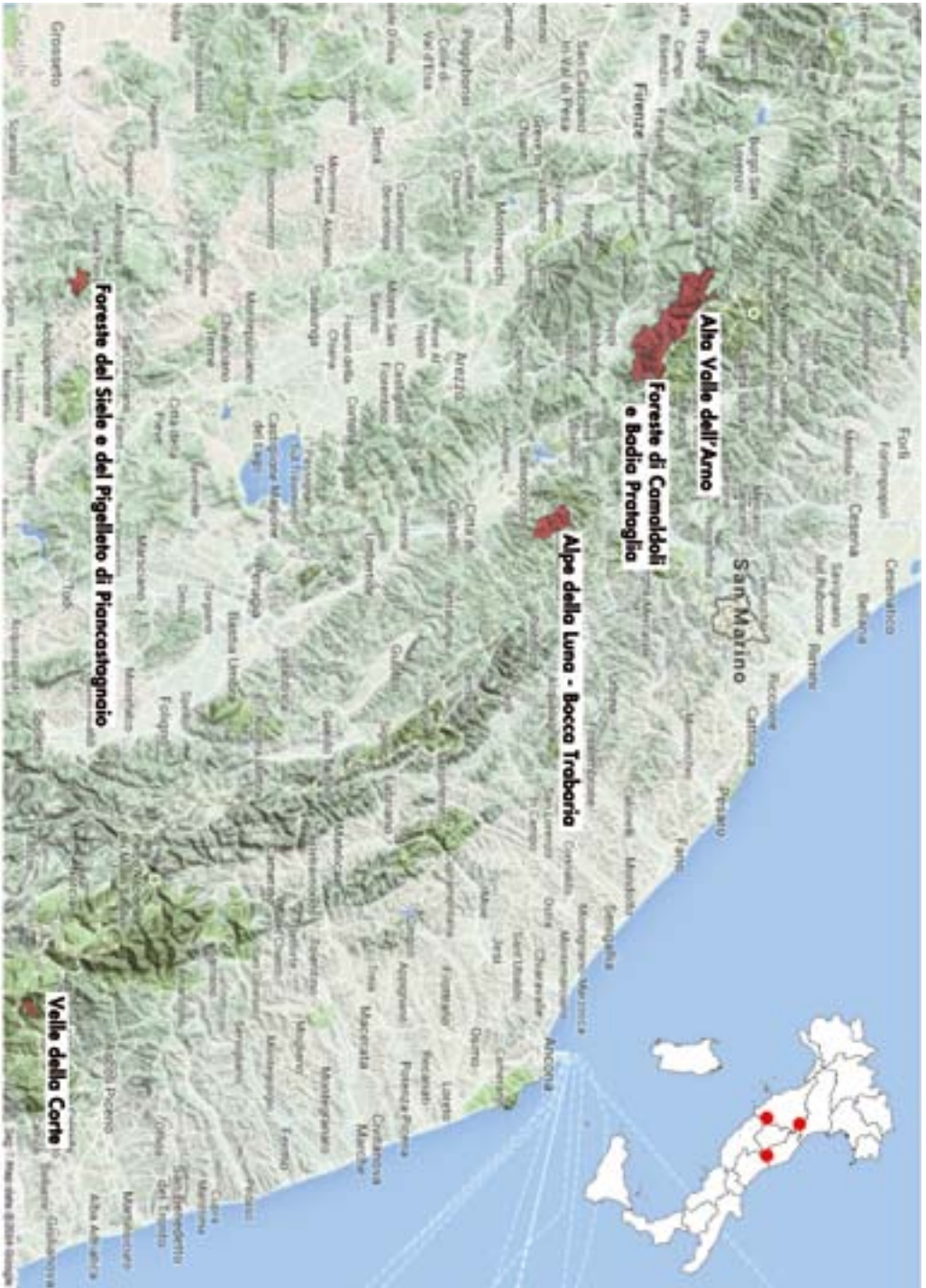


Fig.1 – Mappa dei SIC d'intervento del progetto

realizzazione di alcuni rimboschimenti di Pino nero, contigui al nucleo forestale originario di abete indigeno, dal 1996 incluso nella Riserva Naturale del Pigelleto (Fig. 2). L'Abete bianco si trova al limite inferiore del proprio areale, tra i 458 m s.l.m. del fiume Siele ed i 951 m s.l.m. della Cima di Pampagliano.

Le formazioni geologiche affioranti nell'area in oggetto sono attribuibili al complesso dei sedimenti argilloso-marnosi caratterizzati da intensa policromia e di età oligo-miocenica ("scisti policromi") che giacciono in discontinuità e talvolta in netta discordanza sui lembi della serie mesozoica. Si riconoscono quindi argille, arenarie siltose, argille marnose e marne siltose, nonché arenarie a cemento calcareo (tipo pietraforte).

L'area rientra nella zona fitoclimatica del *Castanetum*, sottozona calda, tipo senza siccità estiva. Il macrobioclima dell'area secondo la classificazione di Rivas-Martinez è di tipo temperato oceanico (submediterraneo), termotipo supratemperato inferiore ed ombrotipo umido superiore, con temperatura media annua di 11.4 °C e precipitazioni annuali di circa 1270 mm. Nonostante la quota moderata, l'estate è generalmente temperata (temperatura di luglio, mese più caldo, compresa fra i 20 ed i 23°C) e relativamente piovosa (piogge estive superiori a 150 mm). Il regime di distribuzione delle precipitazioni è di tipo sub-equinoziale autunnale con un massimo autunnale nel mese di novembre (185 mm) ed un minimo estivo nel mese di luglio (49 mm), che comunque assicura una sufficiente disponibilità idrica alle piante, anche grazie alla scarsa profondità delle falde acquifere.

L'uso del suolo è caratterizzato da una netta prevalenza di superfici forestali, in particolare formazioni semi-naturali (90%) allo stadio di fustaia adulta e vetusta, ma sono presenti anche circa 60 ha (4%) di impianti artificiali di conifere realizzati a partire dal 1920 su



Fig.2 – Foresta del Pigelleto, popolazione di Abete bianco autoctono

ex-coltivi e pascoli abbandonati. Nella foresta del Pigelleto si possono identificare tre principali formazioni forestali autoctone: boschi a prevalenza di Faggio e altre latifoglie con sparso Abete bianco; boschi con prevalenza di cerro e altre latifoglie mesofile oltre che Faggio e raro Abete bianco; boschi misti a netta prevalenza di Abete bianco.

Le foreste dell'alto bacino dell'Arno e di Camaldoli e Badia Prataglia

I due SIC interessati dal progetto sono contigui e formano un'area vasta di circa 13300 ha ubicata nel versante sud-occidentale del Casentino, in Provincia di Arezzo, all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Falterona e Campigna. L'altitudine varia da quote minime comprese fra 600 e 700 m s.l.m. fino allo spartiacque principale dell'Appennino tosco-romagnolo, dove si raggiungono le quote massime sulla cima del Monte Falterona (1.654 m s.l.m.) e del Monte Falco (1.658 m s.l.m.). Le formazioni geo-liologiche più diffuse sono di carattere spiccatamente arenaceo come il Macigno del Chianti e il Macigno del Mugello. I suoli sono prevalentemente di tipo bruno acido.

Nell'area sono presenti tre stazioni meteorologiche rappresentative: Camaldoli (1111 m s.l.m.), Campigna (1068 m s.l.m.) e Badia Prataglia (834 m s.l.m.). Considerando quelle poste a quota maggiore, più rappresentative del clima delle aree d'intervento, il macroclima risulta temperato oceanico con termotipo supratemperato ed ombrotipo iperumido inferiore. Le temperature medie annue nel periodo 1974-2008 variano tra 9.0 e 9.1°C, con escursione termica rispettivamente pari a 16.4 e 17.4°C; il mese più caldo è agosto (23°C) e quello più freddo febbraio (1.4°C). Le precipitazioni sono molto elevate, con valori medi di 1650 mm annui e regime appenninico (Venanzoni e Pedrotti, 1995) quindi di tipo bimodale, con massimi nei periodi autunnale e primaverile ed un minimo in giugno-agosto. Ciò evita il verificarsi di deficit idrico, anche grazie all'umidità apportata dalla frequente presenza di nebbia e nuvole basse nel periodo estivo soprattutto nelle zone di crinale. Le precipitazioni nevose sono variabili nel tempo in termini di intensità e distribuzione nell'anno, mediamente cadono 203 cm di neve in 25 giorni, assicurando una copertura al suolo di circa 72 giorni (stazione di Camaldoli, Gonnelli et al., 2012). La stazione di Camaldoli è attiva dal 1880 e ciò ha permesso di analizzare l'andamento del clima negli ultimi 120 anni. Le temperature medie mostrano un innalzamento generale, con un incremento negli ultimi 60 anni di circa 2°C; le precipitazioni hanno invece un andamento discendente anche se non costante come avviene per le temperature (Gonnelli et al., 2012). Secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, le porzioni del complesso situate alle quote inferiori si collocano a cavallo tra il *Lauretum* freddo e il *Castanetum* caldo, mentre la fascia montana di maggiore altitudine si colloca nella sottozona fredda del *Fagetum*.

La vegetazione forestale nei due SIC è costituita prevalentemente da faggete, principalmente mesotrofiche, foreste miste di caducifoglie e rimboschimenti di conifere (abetina montana di origine artificiale) che sono andati a sostituire molti boschi di Faggio che costituirebbero la vegetazione più caratteristica e rappresentativa dell'orizzonte montano.

L'abetina di Fonte Abeti

In località Fonte Abeti, nei pressi del valico di Bocca Trabaria, al confine tra la provincia di Pesaro-Urbino e quella di Arezzo, si trova l'unica cenosi di Abete bianco delle Marche settentrionali, nel territorio appartenente all'antico distretto forestale pontificio della Massa Trabaria. Il toponimo "Massa" indicava un'unità amministrativa costituita da fondi o poderi di proprietà della Chiesa, mentre il termine "Trabaria" viene fatto risalire all'abbondanza di assortimenti per travature provenienti da abetine ed altri boschi d'altofusto e destinati alla costruzione delle basiliche vaticane (l'acronimo A.U.F. "Ad Usus Fabricae" era impresso sui tronchi) dopo essere stati fluitati a Roma lungo il Tevere. L'acme di tale utilizzo delle risorse forestali si ebbe tra 1300 ed 1400, poi la pessima gestione dei boschi da parte dei duchi di Urbino e l'arrivo di speculatori provenienti dall'altro versante appenninico, condussero al progressivo depauperamento dell'enorme patrimonio legnoso della Massa Trabaria, completato nel 1501, in seguito ad un esteso incendio che distrusse gran parte dei boschi d'Abete bianco residui (Gasparini, 2000). La Massa nel 1631 ritornò nelle mani della Chiesa e col tempo si perse memoria degli abeti e dei boschi d'altofusto sacrificati per ottenere terreni agricoli o boschi cedui per soddisfare le crescenti esigenze energetiche di legna da ardere e carbone.

Oggi l'abeto è presente a Fonte Abeti su 15 ha circa ed in altre piccolissime cenosi nel territorio della ex Massa Trabaria (Fig. 3). Sull'indigenato dell'Abete bianco nel sito, oltre alle fonti storiche, si hanno documenti relativi al ritrovamento di tronchi dissepoliti in un torrente vicino al passo di Bocca Trabaria (Chiosi, 1929; Chiosi, 1933; Chiosi, 1974; Chiosi, 1977) e ancor prima nelle testimonianze di un botanico locale, il quale aveva avuto notizia della presenza dell'Abete bianco spontaneo *"sopra Pennabilli, sulla sponda destra del Marecchia, nell'alto preappennino pesarese, pure a Lamole, presso il passo di Bocca Trabaria, sul fronte adriatico de l'Alpe della Luna"* (Paolucci, 1890). L'importanza ecologico-vegetazionale e storico-culturale del sito, indipendentemente dall'indigenato della specie, è testimoniata dall'inserimento dell'area dapprima tra le aree floristiche (L.52/74) e poi tra le Emergen-



Fig.3 – Popolamento di Abete bianco di Fonte Abeti, SIC. Alpe della Luna e Bocca Trabaria

ze botanico-vegetazionali (D.G.R. n.1467 del 1998) della Regione Marche ed infine nel SIC IT5310010 "Alpe della Luna-Bocca Trabaria". L'abetina appartiene da diversi decenni all'Azienda agro-silvo-pastorale "Fonte degli Abeti", di proprietà privata, per la quale è stato redatto un Piano di gestione di secondo livello in base alla DGR 988/96 della Regione Marche. L'area è inserita nel sistema di terre dei "Rilievi appenninici della formazione marnoso-arenacea", caratterizzato da una prevalenza di formazioni torbiditiche con alternanza di marne ed arenarie (IPLA, 2001). La morfologia dei rilievi rispetto alle più frequenti zone marnose delle Marche si presenta più aspra ed accidentata ed a tratti instabile (Giove, 2005). L'area in esame costituisce una delle poche zone del territorio marchigiano caratterizzate da terreno a reazione sub-acida. Nella Carta dei Suoli delle Marche a scala 1:250.000 (AA. VV., 2005), il territorio del crinale Monte Fumaiolo-Alpe della Luna è riferibile, come unità tipologica di suolo, al *Lithic Xerothents fine-loamy, mesic* secondo la classificazione della USDA Soil Taxonomy. I suoli sono mediamente profondi (con spessore variabile fra 25 e 75 cm), sciolti e apparentemente ricchi di sostanza organica. Secondo la classificazione bioclimatica di Rivas-Martinez, l'area appartiene al macrobioclima temperato oceanico a variante sub-mediterranea con termotipo supratemperato inferiore ed ombrotipo umido superiore (Rivas-Martinez, 1994; Rivas-Martinez, 1999). La temperatura media annua è di 12,5°C. Il regime udometrico è sub equinoziale-autunnale, caratterizzato dalla presenza di un brevissimo periodo di aridità estiva tra la metà di luglio (mese più caldo) e la fine di agosto e da elevate precipitazioni totali (1011 mm) (Gallucci and Urbinati, 2009). Un altro importante fattore climatico nella zona sono le precipitazioni nevose e soprattutto la loro persistenza a terra, che può influenzare la ripresa dell'attività vegetativa e, in soprassuoli



Fig.4 – Cimali di Abete bianco a terra a Fonte Abeti dopo la nevicata tardiva del 2011

spesso puri e coetanei caratterizzati da un coefficiente di snellezza elevato, come spesso accade per l'Abete bianco, può essere causa, insieme alla galaverna, di numerosi schianti (Giove, 2005), come avvenuto nel marzo 2011, quando in seguito ad una nevicata tardiva nell'abetina si è verificata una diffusa rottura di cimali (Fig. 4).

Sul versante nord del Poggio del Romito, in cui si trova l'abetina, ad un'altitudine compresa fra 900 e 1080 m s.l.m., si rinvengono due tipi forestali in transizione altitudinale: la cerreta submesofila, attribuibile all'associazione *Aceri obtusati-Quercetum cerridis*, che sfuma, a quote superiori, nella faggeta submontana mista con *Abies alba*. Questa potrebbe costituire l'aspetto submontano e termofilo dell'associazione *Aceri platanoidis-Fagetum sylvaticae* descritta per gli abieti-faggeti dell'Appennino tosco-romagnolo (Ferrari et al., 1979) e per quelli limitrofi di Bocca Trabaria (Ubaldi, 1988). L'abetina di Fonte Abeti si estende per 14,6 ha nella parte di basso e medio versante ed ha un assetto tendenzialmente monopiano e monospecifico (Fig. 5). Tipologicamente è inquadrata dalla Carta Forestale delle Marche come "Rimboschimento di conifere" e come "Bosco di Faggio con Abete bianco" appartenente all'associazione *Cardamino heptaphyllae-Fagetum sylvaticae* Hoffman & Oberd. 1967 dalla Carta di Vegetazione realizzata nell'ambito del progetto di Rete Ecologica della Regione Marche.

L'origine dell'abete non è la stessa in tutta la cenosi: una parte del piano dominante è di sicura origine artificiale, come riportano alcuni documenti del Corpo Forestale dello Stato relativi alla realizzazione di un impianto dopo la prima guerra mondiale, a seguito di un



Fig. 5 – Struttura monopiana e monospecifica dell'abetina di Fonte Abeti.

taglio assimilabile ad un taglio raso con riserve (AA.VV., 2000). Una percentuale minore di abeti, caratterizzati da un'età molto superiore a quella dell'impianto (Giove, 2005; Gallucci e Urbinati, 2009), dovrebbe derivare dal contingente di pre-rinnovazione residuale all'ultimo taglio di utilizzazione, di cui peraltro non si hanno documentazioni specifiche. Recenti indagini genetiche sembrano confermare l'autoctonia dell'abete di Fonte Abeti, appurata la sostanziale similitudine dei caratteri genetici con quelli di altre zone d'indigenato della specie in Appennino (Camoriano et al., 2012).

La faggeta di Valle della Corte

L'altro sito marchigiano con presenza di Abete bianco autoctono è la faggeta di Colle dell'Abete, nella Valle della Corte; si tratta di una delle aree più caratteristiche del gruppo della Laga, essendo un anfiteatro montuoso situato all'estremità settentrionale del Parco Nazionale Gran Sasso – Monti della Laga, nel comune di Acquasanta Terme (AP) (Fig. 6). È un ambiente dominato dalla presenza di acqua, che ne ha scolpito la morfologia, unica per le Marche anche a causa della natura arenacea del terreno, che appartiene al sistema di terre dei rilievi appenninici del flysch terrigeno (Formazione della Laga).

Il clima dell'area è inquadrato, secondo la classificazione bioclimatica di Rivas Martinez, nel macroclima temperato, termotipo supratemperato superiore, ombrotipo umido inferiore.



Fig 6 – Le faggete della Valle della Corte con la Macera della Morte sullo sfondo.

Il bilancio idrico evidenzia un deficit compreso tra la metà di luglio e l'inizio di settembre, che non comporta però rilevanti stress idrici, visto che i valori di evapotraspirazione potenziale non superano quelli della precipitazioni totali. L'andamento delle precipitazioni è tendenzialmente di tipo sub-equinoziale autunnale, con valori medi annui intorno ai 1000 mm; la temperatura media annua è pari a 11.8°C. L'assetto climatico, la tendenziale acidità del terreno e la sua capacità di mantenersi fresco e umido a lungo soddisfano le esigenze ecologiche dell'Abete bianco, rendendone possibile la presenza. Il toponimo Colle dell'Abete identifica infatti una serie di dossi ricoperti da una faggeta con Abete bianco, all'interno del SIC IT5340008 "Valle della Corte" in cui sono presenti gli habitat prioritari 9210 (Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*) e 9220 (Faggeti degli Appennini con *Abies alba*), nonché la precedente area floristica "Valle della Corte".

Il Colle dell'Abete occupa un range altitudinale che va da 900 a 1870 m slm, attuale limite superiore del bosco, presentando una morfologia caratterizzata da una serie di dossi aventi inclinazione media di circa 30° ed esposizione nord-est – nord-ovest. Seguendo un gradiente altimetrico a partire dal 900 m slm., le faggete modificano i loro caratteri vegetazionali distinguendosi nei seguenti tipi (IPLA, 2001):

a) faggeta mesofila submontana (FG20) sottotipo su arenarie (FG21X): questa predilige le parti medio-basse dei versanti (fino ai 1300 m slm. circa), su suoli profondi, in contiguità con popolamenti a prevalenza di Castagno e latifoglie mesofile;

b) faggeta mesoneutrofila (FG10) con variante ad Abete bianco (FG10A); l'aspetto tipico di questa cenosi si rinviene in corrispondenza della serie di dossi che caratterizzano il Colle dell'Abete, su blocchi di arenarie, in posizione edafoxerofila e a quote medie di 1400 m slm.. Si tratta di boschi avviati ad alto fusto, dove il piano dominante è dato esclusivamente dal Faggio, mentre l'Abete bianco è presente con due modalità prevalenti: i) esclusivamente sotto copertura, in posizione dominata, anche con ampi gruppi di prerinnovazione in stato molto avanzato (anche 70 anni circa); ii) sporadici individui codominanti o dominanti, considerati relitti di una cenosi un tempo molto più estesa, ritenuta autoctona da numerosi autori (Orsomando, 1973; Pedrotti, 1982; Rovelli, 1997), ma che sono spesso secchi o in stato di avanzato deperimento;

c) faggeta acidofila (FG50) variante con Abete bianco (FG50A); questa occupa la fascia altitudinale maggiore fino al limite superiore del bosco, tra 1550 e 1879 m slm.. La tipologia si sviluppa su morfologie molto acclivi (pendenza media 35°) e suoli spesso poco profondi, con rocciosità affiorante. Si tratta perlopiù di cedui abbandonati a destinazione naturalistica, il cui ultimo taglio, almeno nella fascia di limite, risale alla metà degli anni '40. Le condizioni topografiche, microclimatiche e litologiche favoriscono nel sottobosco la presenza di numerose felci.

Le faggete di Valle della Corte sono state utilizzate a ceduo per la carbonificazione in loco fino al secondo dopoguerra, poi in parte avviate a fustaia coetanea all'inizio degli anni '90 o abbandonate all'evoluzione naturale soprattutto nelle aree di limite superiore. L'area appartiene alla proprietà collettiva Comunanza Agraria di Montacuto, e si trova nella sezione A del Piano Particolareggiato di Assestamento Forestale delle Proprietà delle Comunanze Agrarie nel Consorzio dei Monti della Laga per il decennio 2006-2015.

Assetto compositivo e dendrometrico-strutturale

Nei siti di progetto sono state individuate complessivamente 15 situazioni differenti per composizione specifica, struttura e stadio evolutivo, all'interno delle quali sono stati effettuati gli interventi di diradamento e/o di piantagione dei microarboreti. La caratterizzazione stazionale e dendrometrico-strutturale è stata effettuata in aree di saggio (Ads) permanenti, rappresentative delle condizioni medie del popolamento. Sono state realizzate 10 Ads in Toscana (2 nella Foresta del Pigelleto, 5 nelle foreste dell'Alto bacino dell'Arno, 3 nella foresta di Camaldoli) e 5 nelle Marche (3 a Bocca Trabaria e 2 a Valle della Corte). La superficie delle Ads varia da 1256 a 2500 m² in funzione della densità dei popolamenti, della variabilità strutturale e delle condizioni stazionali.

In ogni Ads sono stati numerati tutti gli individui con diametro a 1.30 m da terra superiore a 3 cm e rilevati i principali parametri dendrometrici (numero di individui per specie, diametro a 1.30 m, altezza totale e posizione sociale). L'elaborazione dei dati ha permesso di definire la fertilità stazionale (valori di altezza dominante), la densità (numero di individui ad ettaro per specie e posizione sociale), la produttività (valori di area basimetrica e volume ad ettaro), gli indici di diversità specifica (indici di Shannon ed Eveness) e quello di diversità della struttura verticale calcolato considerando la densità relativa presente nei piani sociali predominante, dominante, codominante, dominato e sottoposto (il valore dell'indice varia tra 0 in assenza di articolazione sociale, a 2.32 quando tutti i piani sociali sono rappresentati da un ugual numero di individui).

Nelle aree marchigiane è stata inoltre realizzata la mappatura di tutti gli individui ed è stato effettuato anche il rilievo di alcuni parametri strutturali delle chiome (proiezioni a terra e altezza di inserzione) in modo da poter rappresentare tridimensionalmente il popolamento attraverso un apposito software (*Stand Visualization System*) che permette anche la successiva simulazione di interventi selvicolturali. Nelle aree toscane, la mappatura degli individui è stata effettuata successivamente agli interventi di taglio e diradamento, limitatamente alla porzione di area interessata dalla buca e dalla piantagione.

La Foresta del Pigelleto

Nel SIC "Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio" i rilievi pre-intervento sono stati realizzati in 2 aree di saggio di 2500 m² caratterizzate da condizioni stazionali (tab. 1) analoghe: quota intorno a 750 m s.l.m., esposizione nord, leggera pendenza.

ID Area	Località	Coordinate geografiche	Quota (m s.l.m.)	Esposizione	Pendenza (%)	Forma di governo	Specie prevalente
1	Pigelleto	N 42° 48' 58" E 11° 39' 15"	730	N	10 %	Fustaia	Pinus nigra
2	Pigelleto	N 42° 48' 59" E 11° 39' 11"	765	N	10 %	Fustaia	Pinus nigra

Tab. 1 – Principali caratteristiche stazionali delle Ads permanenti.

L'uniformità riscontrata a livello stazionale si riscontra anche dall'analisi delle caratteristiche dendrometriche e strutturali dei due soprassuoli (tab. 2). Si tratta infatti di impianti artificiali coetanei di Pino nero (*Pinus nigra*) realizzati circa 40 anni fa, in situazioni di buona fertilità stazionale (valori di altezza dominante superiori a 25 m) e discreta produttività (area basimetrica maggiore di 30 m² ha⁻¹).

	Area P1 - H dom = 25.4 m			Area P2 - H dom = 25.1 m		
	Pino nero	cerro	altre	Pino nero	cerro	altre
Età (anni)	40			40		
Numero piante (n ha ⁻¹)	344	4	36	376	24	44
Area basimetrica (m ² ha ⁻¹)	32.9	0.3	0.2	30.0	2.3	0.1
Volume (m ³ ha ⁻¹)	381.3			336.6		
Diametro medio (cm)	34.9	32.5	7.6	31.9	35.1	4.5
Altezza media (m)	24.7	24.3	8.1	24.2	24.7	5.2

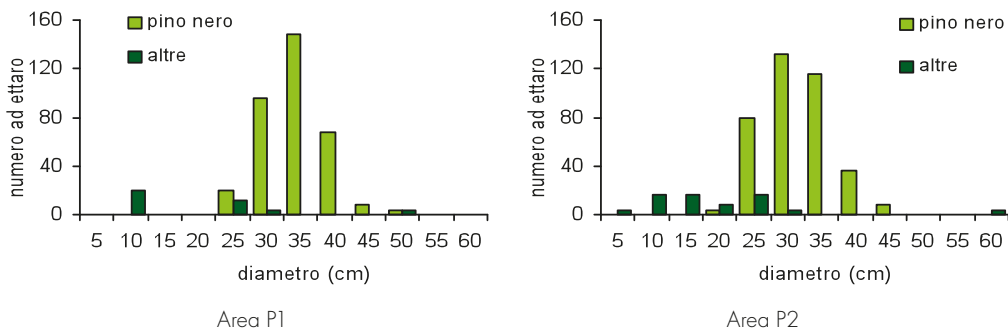
Tab. 2 - Principali parametri dendrometrici delle aree analizzate

Entrambi sono soprassuoli tendenzialmente monospecifici, caratterizzati da scarsa biodiversità, con struttura tipicamente monoplana e poco articolata (tab. 3) ma in cui i processi dinamici osservati indicano chiaramente una lenta ma progressiva rinaturalizzazione dei popolamenti.

Area	N. specie	Indice di Shannon	Eveness	Diversità verticale
P1	5	0.67	0.29	0.78
P2	3	0.73	0.46	1.06

Tab. 3 – Diversità specifica (numero di specie, indice di Shannon, indice di Eveness) e strutturale nelle aree permanenti del Pigelleto.

Il Pino nero rappresenta l'85-90% delle piante censite e assicura una copertura pari al 60-70%, è presente esclusivamente nel piano dominante e nelle classi centrali (da 25 a 40 cm) della distribuzione diametrica (graf. 1). Nel piano superiore, oltre al pino sono anche presenti alcune residue matricine di cerro (*Quercus cerris*), contraddistinte da chiome notevolmente espanse e valori diametrici elevati (piante predominanti localizzate nella parte destra della distribuzione diametrica).



Graf. 1 – Distribuzione di frequenza per classi diametriche di 5 cm nelle aree del Pigelletto.

Il piano inferiore risulta invece definito da una distribuzione sporadica ma uniforme di altre specie arboree in buono stato vegetativo quali acero di monte (*Acer pseudoplatanus*), acero campestre (*Acer campestre*), cerro e orniello (*Fraxinus ornus*). Tra le specie non censite, perché di diametro inferiore alla soglia prefissata (3 cm) ma presenti allo stadio di rinnovazione affermata, sono state individuate latifoglie come il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e il pioppo bianco (*Populus alba*) con altezze di 2-4 m; tra le conifere è stata riscontrata la presenza sporadica di Abete bianco con altezze di circa 20-30 cm, molto raramente sono stati riscontrati individui di altezza superiore ai 3 m. Il piano erbaceo, a causa della non completa copertura del suolo, è molto denso con copertura del suolo quasi totale che in alcuni tratti, in particolare lungo i piccoli ruscelli, raggiunge altezze anche di 1.5 – 2.0 m. Nel corso del progetto, entrambe le aree sono state utilizzate a raso allo scopo di reinserire l'Abete bianco attraverso la piantagione di materiale selezionato proveniente dalla foresta stessa.

Foreste dell'alto bacino dell'Arno e di Camaldoli e Badia Prataglia

Nel comprensorio del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi sono state selezionate 8 aree di saggio permanenti: 5 sono situate all'interno del SIC Foreste alto bacino dell'Arno e 3 in quello delle foreste di Camaldoli e Badia Prataglia. Le aree, distinte per specie principale e forma di governo, sono situate a quote maggiori rispetto a quelle del Pigelletto, tra 800 e 1300 m di quota, prevalentemente su versanti esposti tra sud ed ovest e con pendenze anche molto elevate (tab. 4).

ID Area	Località	Coordinate geografiche	Quota (m s.l.m.)	Esposizione	Pendenza (%)	Forma di governo	Specie prevalente
2	Monte Mezzano	N 43° 49' 49" E 11° 45' 40"	1115	O	45	Ceduo invecchiato	Fagus sylvatica
3	Monte Mezzano	N 43° 49' 52" E 11° 45' 46"	1130	NO	20	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica
9	Monte Mezzano	N 43° 50' 05" E 11° 46' 52"	1315	S	60	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica
10	Monte Mezzano	N 43° 49' 56" E 11° 46' 57"	1225	S	50	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica
33	Vita Mayer	N 43° 50' 13" E 11° 43' 46"	1100	SO	30	Fustaia	Pinus nigra
13	Badia Prataglia	N 43° 48' 31" E 11° 54' 29"	1160	S	70	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica
16	Badia Prataglia	N 43° 48' 29" E 11° 54' 06"	1160	S	25	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica
11	Badia Prataglia	N 43° 47' 28" E 11° 52' 18"	830	S	15	Fustaia	Pinus nigra

Tab. 4 – Principali caratteristiche stazionali delle Ads permanenti presenti nei SIC “foreste dell’alto bacino dell’Arno” (ID: 2-3-9-10-33) e “foreste di Camaldoli e Badia Prataglia” (ID: 11-13-16).

Le aree di saggio permanenti analizzate sono costituite da due fustaie di Pino nero e da sei soprassuoli cedui di Faggio (*Fagus sylvatica*), invecchiati o avviati ad alto fusto e in differente stadio evolutivo.

Le pinete di Pino nero

I due popolamenti individuati sono accomunati da una elevata produttività (valori di area basimetrica superiori a 75 m² ha⁻¹) e fertilità stazionale ma caratterizzati da età, composizione specifica e struttura differente (tab. 4).

	Area 33 -- H dom = 23.6 m		Area 11 -- H dom = 27.5 m	
	Pino nero	Altre	Pino nero	altre
Età (anni)	45		85	
Numero piante (n ha ⁻¹)	1013	46	479	1139
Area basimetrica (m ² ha ⁻¹)	75.6	0.9	65.6	5.2
Volume (m ³ ha ⁻¹)	784.4		859.3	
Diametro medio (cm)	30.8	15.6	41.7	7.6
Altezza media (m)	22.0		26.4	

Tab. 5 - Principali parametri dendrometrici delle aree analizzate

L’area localizzata nelle foreste dell’alto bacino dell’Arno (area 33) ha un’età relativamente giovane, una densità elevata e una scarsa diversità compositiva (tab. 5).

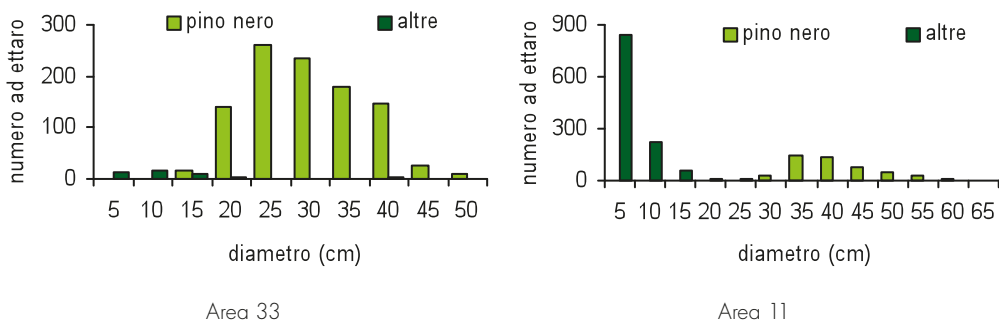
Casualmente e limitatamente al piano intermedio e dominato sono presenti Faggio e Castagno (*Castanea sativa*), il sottobosco è assente e sporadica è la rinnovazione naturale, composta essenzialmente da semenzali di Abete bianco di 20-30 cm di altezza. La struttura del soprassuolo è tendenzialmente monoplana ma più articolata rispetto alle pinete del Pigelleto per la maggior densità del pino e la sua conseguente presenza anche nel piano intermedio (graf. 2).

Area	N. specie	Indice di Shannon	Eveness	Diversità verticale
33	3	0.28	0.17	1.30
11	12	2.83	0.79	1.35

Tab. 6 – Diversità specifica (numero di specie, indice di Shannon, indice di Eveness) e strutturale nelle aree permanenti di Pino nero presenti nei SIC delle Foreste Casentinesi.

Al contrario l'area ubicata nella foresta di Badia Prataglia (n 11) è una fustaia di 85 anni, caratterizzata da elevata diversità specifica (tab. 6) dovuta essenzialmente all'effetto benefico di due diradamenti effettuati in passato che, riducendo la densità del pino, hanno permesso l'insediarsi di un importante piano dominato e sottoposto di rinnovazione composto sia da numerose latifoglie quali Faggio, Cerro, Acero montano, Acero campestre, Orniello, Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Carpino nero, Castagno, Nocciolo (*Corylus avellana*), Biancospino (*Crataegus oxyacantha*) sia, in misura minore, da Abete bianco (graf. 2). La struttura verticale risulta condizionata dall'abbondante rinnovazione presente nel piano sottoposto e da una pressoché uniforme distribuzione del pino nel piano dominante e intermedio.

Le distribuzioni di frequenza (graf. 2) mostrano bene le diversità riscontrate tra i due soprassuoli; mentre la distribuzione dell'area 33 è tipicamente coetaneiforme (dovuta alla quasi esclusiva presenza del pino), quella dell'area 11 è contraddistinta da due raggruppamenti nettamente separati: il pino, presente nelle classi diametriche maggiori (coetaneiforme tra 30 e 65 cm), e le specie che definiscono il piano di rinnovazione (tra 5 e 25 cm con una netta prevalenza di individui nella classe diametrica inferiore).



Graf. 2 – Distribuzione di frequenza per classi diametriche di 5 cm nelle pinete selezionate nelle foreste Casentinesi.

I popolamenti di Faggio

Le sei aree permanenti sono rappresentative di un ceduo invecchiato di 65 anni mai sottoposto a interventi di diradamento e da 5 fustaie transitorie di differente età (da 60 a 99 anni), densità (da 269 a 1022 polloni a ettaro), composizione specifica e struttura (tab. 7).

Area/ Hd (m)	Specie	Età (anni)	Numero (n/ha)				Area basimetrica (m ² n/ha)		Diametro medio (cm)		Altezza media (m)		Volume (m ³ /ha)
			C	P	P/C	M	P	M	P	M	P	M	
2 19.7	Faggio altre	65	362 36	1514 50	4.2 1.4	23 36	31.7 0.9	2.4 6.5	16.3 14.8	37.1 47.7	14.8 14.2	20.3 21.9	283,2
3 19.6	Faggio altre	67	484 29	978 44	2.0 1.5	33 15	29.1 2.1	3.4 1.5	19.5 24.6	36.3 35.7	17.0 18.4	20.8 20.7	343,2
9 16.7	Faggio altre	60	460 12	868 12	1.9 1.0	8 8	24.6 0.8	1.7 0.5	19.0 28.4	52.3 27.6	14.4 17.1	21.1 16.9	204,5
10 21.3	Faggio altre	60	155 12	257 12	1.7 1.0	41	15.8 0.1	11.1	28.0 11.3	59.0	20.0 17.6	22.0	283,9
13 24.6	Faggio altre	99	652	656	1.0		49.8		31.1		23.2		579,9
16 29.2	Faggio altre	90	648	648	1.0		48.3		30.8		26.7		663,4

Tab. 7 – Principali parametri dendrometrici delle aree analizzate (Hd = altezza dominante, C = ceppaie, P = polloni, P/C = polloni su ceppaia, M = matricine).

I soprassuoli analizzati raffigurano popolamenti di fertilità da media a ottima, di buona o elevata produttività, con densità soddisfacente e copertura continua. Il ceduo invecchiato (area 2) presenta un numero ancora elevato di polloni per ceppaia; numero che si riduce progressivamente all'aumentare dell'intensità di gestione. Infatti mentre le aree 3 e 9, caratterizzate da densità colma, sono state sottoposte solo al taglio di avviamento, le aree 13 e 16, di età più avanzata, hanno subito un ulteriore intervento che ha contribuito a regolarizzare la struttura. In queste aree si osserva anche l'assenza di matricine, morfologicamente non distinguibili dai polloni. Nell'area 10 invece, la scarsa densità di ceppaie e la presenza di ampie chiarie hanno condizionato sia l'accrescimento diametrico del Faggio (diametro medio notevolmente superiore rispetto alle aree della stessa età), sia l'articolazione della struttura verticale dei soprassuoli.

La composizione specifica delle faggete del SIC "Foreste alto bacino dell'Arno" (aree 2, 3, 9 e 10) sono caratterizzate dalla presenza sparsa e sporadica di Cerro, soprattutto fra le matricine, e di altre latifoglie quali Acero di monte, Castagno, Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Carpino nero e Ciliegio (*Prunus avium*). La presenza di queste specie è generalmente compresa tra il 2.0 e il 5.5% con valori molto bassi dell'indice di Shannon (0.09 e 0.17) (tab. 8). Lo strato erbaceo-arbustivo è quasi assente, salvo la sporadica presenza di felci e Biancospino (*Crataegus oxyacantha*), mentre manca completamente la rinnovazione naturale sia di Faggio che di altre specie. Al contrario le faggete di Badia Prataglia (aree 13 e 16) si contraddistinguono per la completa monospecificità dei soprassuoli e per la presenza sporadica di semenzali di Abete bianco con altezza di circa 20-30 cm.

Area	N. specie	Indice di Shannon	Eveness	Diversità verticale
2	6	0.39	0.15	1.44
3	5	0.38	0.16	1.72
9	4	0.18	0.09	1.49
10	3	0.28	0.17	1.80
13	1	0.00	0.00	1.27
16	1	0.00	0.00	1.34

Tab. 8 – Diversità specifica (numero di specie, indice di Shannon, indice di Eveness) e strutturale nelle aree permanenti a prevalenza di Faggio presenti nei SIC delle Foreste Casentinesi.

Nonostante l'assenza dello strato arbustivo la struttura verticale risulta maggiormente articolata rispetto a quella delle pinete. I valori maggiori dell'indice sono stati riscontrati nelle aree 10 e 3, caratterizzate da una distribuzione quasi uniforme nei vari piani sociali, i valori più bassi sono stati invece registrati nelle aree di Badia Prataglia (area 13 e 16). Qui in dipendenza dei diradamenti effettuati e della fertilità stagionale, il piano dominante è scarso mentre il dominante e l'intermedio risultano equamente rappresentati.

Le curve di distribuzione diametrica (Graf. 3) evidenziano per tutte le aree una struttura tendenzialmente coetaneiforme, molto evidente nelle aree 13 e 16, più evolute e caratterizzate da due interventi di diradamento, ma palese anche nelle aree 3 e 9 sottoposte solo al taglio di avviamento. La curva dell'area 2 è tipica di un ceduo invecchiato di Faggio dove ancora permane un numero consistente di individui di piccole dimensioni; mentre quella dell'area 10 evidenzia la scarsa densità del soprassuolo, la buona articolazione della struttura e l'elevata fertilità con una distribuzione tendenzialmente appiattita e molto allungata verso i diametri maggiori.

Nelle fasi successive o del progetto, queste aree, caratterizzate da una buona fertilità e dinamiche positive, sono state sottoposte ad un taglio raso a buche (con dimensioni fra 400 e 600 m²), ad un diradamento nell'intorno dell'area di taglio e alla piantagione di microarboreti di Abete bianco per migliorare l'assetto compositivo e strutturale-funzionale delle cenosi.

L'abetina di Fonte Abeti

Nei sito Bocca Trabaria il monitoraggio pre-intervento è stato effettuato nel nucleo di maggior presenza dell'Abete bianco, cercando di rappresentare le 3 situazioni strutturali e compositive presenti dalla porzione più bassa, mista con abete rosso, fino all'ara limitrofa al crinale, in cui la il popolamento diventa misto con Faggio e altre latifoglie. In tab. 9 sono riassunti i principali caratteri stagionali delle 3 Ads di Fonte Abeti.

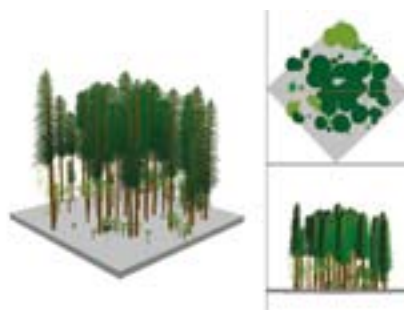
ID Area	Località	Coordinate geografiche	Quota (m slm)	Esposizione	Pendenza (%)	Forma di governo	Specie prevalente
1	Fonte Abeti	N 43° 36' 01" E 12° 13' 30"	1000	Sud sud-est	60	Fustaia monoplana	Abete bianco
2	Fonte Abeti	N 43° 36' 05" E 12° 13' 33"	960	Nord	80	Fustaia monoplana	Abete bianco
3	Fonte Abeti	N 43° 35' 57" E 12° 13' 32"	930	Nord	30	Fustaia monoplana	Abete bianco e abete rosso

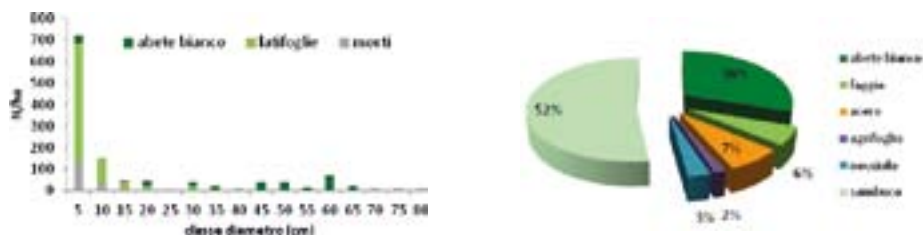
Tab. 9 – Principali caratteristiche stazionali delle Ads permanenti nel sito "Alpe della Luna-Bocca Trabaria".

Il nucleo centrale dell'abetina (ads1) è una fustaia monoplana di Abete bianco con individui di notevoli dimensioni (diametro medio 49 cm e altezza media 28 m) (graf. 4), con età media di 80 anni e massima di 120 anni, che sono quelli probabilmente risparmiati dal taglio raso avvenuto nel primo dopoguerra e che all'epoca erano ancora allo stadio di rinnovazione. La densità non è eccessiva e quindi le chiome sono espanse (28 m² negli esemplari dominanti) e riescono a raggiungere anche la metà dell'altezza del fusto.

La massa legnosa presente supera gli 800 m³/ha ed è dovuta all'elevata fertilità stazionale, ma anche alla mancata esecuzione di cure colturali che ne avrebbero ridotto la massa principale. Nel piano dominato in corrispondenza di radure aperte in seguito allo schianto di abeti dominanti, sono presenti numerosi individui di specie arbustive, perlopiù di sambuco nero, ma poco influenti sulla massa legnosa (4% del totale). La rinnovazione di Abete bianco è molto scarsa e non è chiaro se sia di origine naturale o residuale di sottopiantagioni effettuate dal CFS durante interventi di manutenzione eseguiti negli anni '80. La necromassa presente è costituita soprattutto da abeti delle classi diametriche inferiori morti soprattutto per deficit di luce.

Ads1	Componente viva		Componente morta	
	Abete bianco	Latifoglie	Abete bianco	Latifoglie
N/ha	326	756	32	151
G/ha (m ² /ha)	61.25	5.09	0.477	0.255
V/ha (m ³ /ha)	811.53	33.44	1.11	0.77
g med (m ² /ha)	0.19	0.01	0.02	0.002
dg (cm)	48.9	9.3	13.82	4.6
h med (m)	27.76	7.74		
h dom (m)	33.80	18.28		
N polloni/ha		310		
N ceppaie/ha		143		
N polloni/ceppaia		2.17		
Età media	78			
Età max	119			

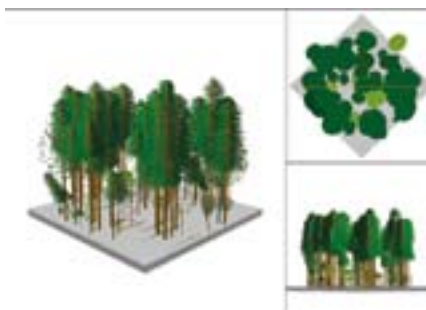


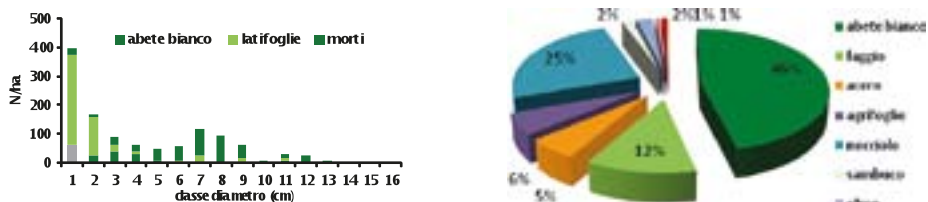


Graf. 4 – Rappresentazione tridimensionale del popolamento in Ads1 (A); tabella dei principali parametri dendrometrici (G area basimetrica; V volume; dg diametro medio) (B); composizione specifica (% individui) (C); distribuzione diametrica (D).

Ads 2 si trova alla stessa quota di ads1, ma sul versante più ripido ed esposto a nord del Poggio del Romito. Le condizioni stazionali più fresche ed il contatto con il bosco di latifoglie sottostante hanno consentito, rispetto ad ads1, l'ingresso più cospicuo di latifoglie come maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), nocciolo (*Corylus avellanae*), sorbo montano (*Sorbus aria*) e nel piano dominante anche Faggio (*Fagus sylvatica*), rendendo la struttura verticale più stratificata anche per la presenza di numerosi abeti della classe diametrica intermedia (15 cm) (graf. 5). Il popolamento può essere quindi considerato monoplano, coetaniforme a prevalenza di Faggio e Abete bianco. I valori di diametro medio (37 cm) e altezza media (25 m) dell'abete sono leggermente inferiori a quelli di ads1 a causa di condizionamenti stazionali (pendenza, suolo meno profondo, microclima più sfavorevole), mentre l'età media (72 anni) è molto simile. Nel contingente delle latifoglie si osserva un piano dominato a prevalenza di nocciolo, sambuco, olmo montano (*Ulmus glabra*), agrifoglio (*Ilex aquifolium*), sorbo e maggiociondolo di piccole dimensioni (5-10 cm), e i pochi esemplari che si sono affermati nel piano dominante di Abete bianco, sono di Faggio ed di olmo montano.

Ads2	Componente viva		Componente morta	
	Abete bianco	Latifoglie	Abete bianco	Latifoglie
N/ha	462	541	64	111
G/ha (m ² /ha)	50.01	9.21	0.22	0.64
V/ha (m ³ /ha)	618.26	102.19	10.82	1.35
g med (m ² /ha)	0.11	0.02	0.03	0.01
dg (cm)	37.1	14.7	18.7	8.53
h med (m)	24.75	11.55		
h dom (m)	30.38	24.90		
N polloni/ha		406		
N ceppaie/ha		127		
N polloni/ceppaia		3.19		
Età media	72			
Età max	93			





Graf. 5 – Rappresentazione tridimensionale del popolamento in Ads2 (A); tabella dei principali parametri dendrometrici (G area basimetrica; V volume; dg diametro medio) (B); composizione specifica (% individui) (C); distribuzione diametrica (D).

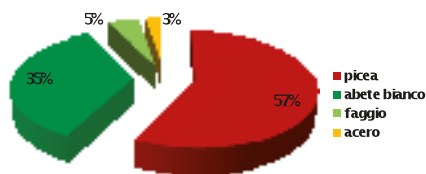
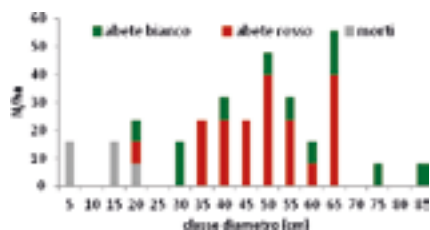
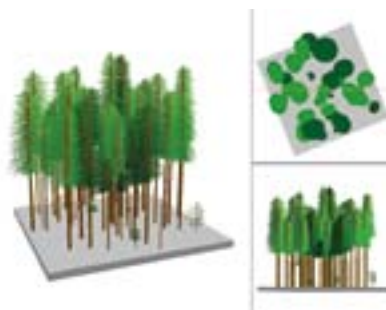
Le latifoglie costituiscono globalmente il 14% della massa legnosa in piedi. La copertura colma e la densità maggiore determinano una minore profondità di chioma (40%). Gli individui di latifoglie del piano dominato hanno circa circa 30 anni mentre i pochi di Abete bianco raggiungono anche 70 anni. L'età delle latifoglie coincide con gli interventi colturali degli anni '80, quando probabilmente in quest'area meno accessibile, sono state effettuate perlopiù riceppature andanti tralasciando individui di grandi dimensioni. Le condizioni stazionali meno favorevoli determinano una maggiore presenza di necromassa, costituita da ceppaie di latifoglie ribaltate, snag o log di Abete bianco, di recente origine e forse causati principalmente dalle nevicate degli anni 2011 e 2012. Nel settore a quota inferiore dell'abetina, dove gli interventi colturali appaiono più evidenti, è ubicata l'ads 3, dove l'Abete bianco si trova in mescolanza con l'abete rosso, concentrato soprattutto in corrispondenza di una vallecola molto fredda (Graf. 6).

La struttura complessiva è coetaneiforme e monoplana, mancando completamente lo strato intermedio. Il soprassuolo principale è costituito per il 60% da abete rosso e per il 32% da Abete bianco; mentre il primo prevale nelle classi da 35 a 65 cm di diametro, il secondo è distribuito più uniformemente nelle diverse classi diametriche, grazie alla maggiore tolleranza dell'ombra. In questa porzione dell'abetina si raggiungono altezze notevoli, leggermente superiori nella picea (37 m) rispetto all'Abete bianco (35 m). Il volume legnoso in piedi è di 810 m³/ha (il 65% è di abete rosso). La copertura totale è dell'80% circa, caratterizzata da chiome di notevoli dimensioni e quindi più profonde, soprattutto nell'Abete bianco, che è meno soggetto ad autopotatura dei rami inferiori. La rinnovazione è scarsissima ed unicamente di Abete bianco, anch'essa di origine artificiale. Gli individui maturi di entrambe le specie sono in grado di disseminare. Tuttavia gli ostacoli principali alla loro affermazione sono la carenza di luce e la brucatura reiterata dei caprioli, sempre più diffusi nella zona. Individui di latifoglie (faggi ed acero) sono sporadici e presenti solo nel piano dominato. In ads3 è stata effettuata la martellata relativa ad un intervento di diradamento a carico di individui morti o deperienti di abete rosso intermedio.

In generale nell'abetina di Fonte Abeti è stata rilevata un'ottima vigoria del popolamento adulto. Sebbene l'attuale cenosi sia in prevalenza il risultato di un taglio a raso con rinnovazione artificiale posticipata, l'area in passato sembra da sempre aver ospitato boschi con Abete bianco viste le caratteristiche stazionali idonee alla specie. Il fatto più sorprendente è forse che l'abete rosso, specie non tipicamente appenninica, e oggi fuori areale a queste latitudini, abbia trovato a Fonte Abeti condizioni stazionali ottimali, a giudicare dalla vitalità

e dalle caratteristiche dendrometrico-strutturali degli individui.

Ads3	Componente viva		Componente morta	
	Abete bianco	Abete rosso	Abete bianco	Abete rosso
N/ha	103	207	8	16
G/ha (m ² /ha)	20.67	38.32	0.143	0.430
V/ha (m ³ /ha)	285.79	524.41	0.83	2.98
g med (m ² /ha)	0.2	0.19	0.02	0.03
dg (cm)	50.4	48.6	15	19
h med (m)	28.08	31.12		
h dom (m)	34.84	37.35		
Età media	73	76		
Età max	91	87		



Graf. 6 – Rappresentazione tridimensionale del popolamento in Ads3 (A); tabella dei principali parametri dendrometrici (G area basimetrica; V volume; dg diametro medio) (B); composizione specifica (% individui) (C); distribuzione diametrica (D).

La faggeta di Valle della Corte

La faggeta del Colle dell'Abete si trova in un versante a NE, morfologicamente caratterizzato da una serie di dossi e impluvi paralleli, con pendenza elevata, pietrosità diffusa e affioramenti anche di notevoli dimensioni (Tab. 10). Il soprassuolo principale è costituito estensivamente da una fustaia transitoria di Faggio derivante da tagli di avviamento iniziati nella metà degli anni '70. La presenza dell'Abete bianco è diffusa per gruppi e in qualche caso per piede d'albero, ma limitata ad un ambito circoscritto del versante compreso fra 1400 e a1600 m slm (Fig. 7).

ID Area	Località	Coordinate geografiche	Quota (m slm)	Esposizione	Pendenza (%)	Forma di governo	Specie prevalente
CAB 1	Colle Abete	N 42° 42' 14" E 13° 22' 33"	1475	Nord-ovest	70	Fustaia transitoria	Faggio
CAB 2	Colle Abete	N 42° 42' 28" E 13° 22' 38"	1375	Nord-ovest	50	Fustaia transitoria	Faggio

Tab. 10 – Principali caratteristiche stazionali delle Ads permanenti nel sito "Valle della Corte".

In tale ambito sono state realizzate due aree di saggio permanenti rappresentative delle condizioni più tipiche della mescolanza con Abete bianco: una caratterizzata da Faggio dominante e da abete presente nel piano codominante e intermedio (ads1); l'altra da abete sotto completa copertura del Faggio (ads2). La struttura attuale deriva da un taglio di avviamento eseguito nei primi anni '90', in seguito al quale, per problemi autorizzativi, gran parte della massa legnosa è rimasta accatastata in loco. Nelle due aree il Faggio è socialmente dominante ed è caratterizzato da notevole vitalità. L'Abete bianco in tali condizioni non riesce a raggiungere il piano dominante e nonostante sia maggiormente tollerante dell'ombra, evidenzia spesso segni di sofferenza alla chioma e agli apici vegetativi. I grandi individui sveltanti ancora segnalati negli anni '90 sono quasi tutti crollati e costituiscono oggi la prevalente componente di necromassa.

In ads1 il Faggio costituisce l'80% (1194 individui/ha) della composizione specifica caratterizzata anche da una presenza sporadica di acero montano (1%). La distribuzione diametrica evidenzia una struttura coetaneiforme, principalmente costituita dal Faggio, ed una tendenzialmente disetaneiforme di Abete bianco. Il 75% degli abeti ha diametro inferiore a 23 cm ed il 44% inferiore a 13 cm. Il diametro medio è pari a 23 cm per l'Abete bianco e 21 cm per il Faggio, dato che la quasi totalità degli individui di Faggio si trova nelle classi 10-25 cm, mentre rari esemplari di abete raggiungono anche i 50-60 cm di diametro.

Peraltro la maggiore vitalità e densità dei polloni di Faggio ne determina un maggiore sviluppo ipsometrico rispetto all'abete, sia in termini di altezza media (19.8 m e 11.7 m), sia di altezza dominante (24.6 m e 19.2 m), ma minore è la profondità di chioma (39% per il Faggio e 50% per l'abete). Nonostante la fisionomia transitoria del soprassuolo sia caratterizzata da 422 individui/ha di Faggio a portamento monocormico, sono ancora numerose le ceppaie (342/ha), ognuna della quali ha in media due polloni. L'Abete bianco è presente invece con 286 esemplari ad ettaro, che costituiscono il 17% (92 m³/ha) della massa legnosa totale (circa 540 m³/ha). La necromassa di Abete bianco è cospicua (43 m³/ha) e costituita da esemplari di dimensioni medio-grandi presenti come *log* o *snag*. In ads 2 l'Abete bianco costituisce il 21% ma la composizione specifica è più diversificata e caratterizzata da Faggio (73% con circa 1800 individui/ha), Tasso (4%), sorbo montano (*Sorbus aria*) ed acero di monte (insieme 2%). Rispetto ad ads1 la densità del Faggio è maggiore sia per numero di ceppaie (390/ha) che per numero di polloni per ceppaia (3.6), ma non per area basimetrica. Analogamente la struttura è coetaneiforme nel piano dominante del Faggio (dg 18 cm) e più irregolare in quello dominato dell'abete con diametri variabili fra 5 e 30 cm (dg 9 cm).

Le altezze del Faggio sono praticamente le stesse, ma significativamente diverse sono quelle dell'abete (altezza media 5.6 m, h. dominante 9 m). Anche la profondità di chioma, pari al 39% per entrambe le specie, è un ulteriore indicatore di densità elevata. Il volume legnoso della componente a Faggio è praticamente lo stesso (460 m³/ha), ma cambia notevolmente quello dell'abete (14 m³/ha). La necromassa è molto ridotta (1.4 m³/ha) ed è costituita solo da rinnovazione aduggiata di abete e da polloni dominati.

Nonostante la diversità diametrica fra le due specie principali e fra le due aree, l'analisi cronologica ha messo in evidenza la tendenziale coetaneità del soprassuolo principale. L'età massima riscontrata nelle due specie è molto simile (83 nell'Abete bianco e 77 nel Faggio) ma la maggior parte degli individui ha circa 65 anni. Gli abeti presentano una

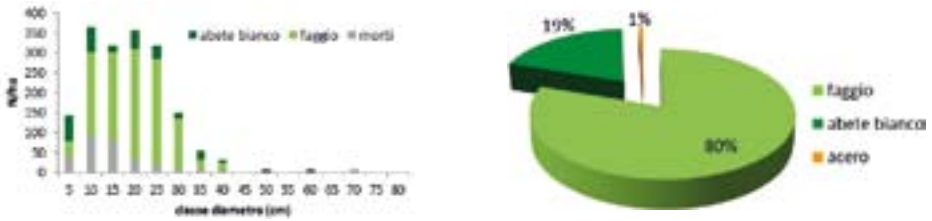


Fig 7 – Le faggete della Valle della Cortecaratterizzata da una serie di dossi e vallecicole.

maggiore variabilità cronologica (min 30, max 83 anni) e si sono in gran parte insediati dopo l'ultima ceduzione estensiva avvenuta alla fine degli anni '40. Fuori dalle aree di saggio sono stati peraltro rinvenuti alcuni sporadici individui che costituiscono i più vecchi documentati per l'Appennino (Gallucci e Urbinati, 2011). Come già indicato in apertura, le condizioni di sofferenza dell'Abete bianco impongono urgenti misure atte a garantire lo sviluppo e la conservazione dell'Abete bianco in questo importante sito.

Ads1	Componente viva		Componente morta	
	Abete bianco	Faggio	Abete bianco	Faggio
N/ha	286	1194	119	167
G/ha (m ² /ha)	12.02	42,44	5.51	2.96
V/ha (m ³ /ha)	92.09	449.64	43.65	18.81
g med (m ² /ha)	0.04	0.04	0.05	0.02
dg (cm)	23	21	24.24	15.02
h med (m)	11.69	19.85		
h dom (m)	19.25	24.58		
N polloni/ha		772		
N ceppaie/ha		342		
N polloni/ceppaia		2.26		
Età media	62	65		
Età max	80	77		





Graf. 7 – Rappresentazione tridimensionale del popolamento in Ads1 (A); tabella dei principali parametri dendrometrici (G area basimetrica; V volume; dg diametro medio) (B); composizione specifica (% individui) (C); distribuzione diametrica (D).

Ads2	Componente viva		Componente morta	
	Abete bianco	Faggio	Abete bianco	Faggio
N/ha	485	1970	56	72
G/ha (m ² /ha)	3,12	43,90	0,18	0,16
V/ha (m ³ /ha)	14,47	460,36	0,52	0,88
g med (m ² /ha)	0,01	0,02	0,003	0,002
dg (cm)	9,0	17,7	6,33	5,32
h med (m)	5,58	16,77	56	72
h dom (m)	12,03	23,88	0,18	
N polloni/ha	485	1401		
N ceppaie/ha		390		
N polloni/ceppaie		3,59		
Età media	57	65		
Età max	83	75		



Graf. 8 – Rappresentazione tridimensionale del popolamento in Ads2 (A); tabella dei principali parametri dendrometrici (G area basimetrica; V volume; dg diametro medio) (B); composizione specifica (% individui) (C); distribuzione diametrica (D).



MARIA CHIARA MANETTI
CRISTIANO CASTALDI
MAURIZIO MARCHI
GIANLUIGI MAZZA

Caratterizzazione strutturale delle foreste dei siti di progetto

Dato che l'obiettivo del progetto era finalizzato a "preservare e diffondere le popolazioni autoctone di Abete bianco appenniniche", si è ritenuto importante analizzare e fornire informazioni quali-quantitative sulle caratteristiche strutturali, compositive ed ecologiche dei soprassuoli dai quali è stato prelevato il materiale utilizzato per gli innesti e la successiva piantagione dell'abete. L'analisi della struttura, delle dinamiche evolutive e in particolare del processo di rinnovazione, rappresentano infatti gli elementi chiave per valutare, sulla base delle modalità di utilizzo dello spazio e dei processi bio-ecologici in atto, la naturalità dei sistemi

a) Localizzazione e metodologia utilizzata

In Toscana il prelievo delle marze di abete è stato effettuato in due comprensori di grande interesse ambientale e forestale, la Foresta della Verna (Foreste Casentinesi – Arezzo) e la Foresta del Pigiletto (Monte Amiata – Siena).

La *Foresta della Verna*, nonostante sia estesa solo 200 ha, rappresenta un sito di estremo interesse naturalistico principalmente per le modalità di gestione a cui è stata sottoposta per secoli e che hanno condizionato la struttura e la composizione dei popolamenti. Fino alla metà del XIX secolo la foresta era amministrata direttamente dall'ordine religioso dei francescani che applicava, anche nella gestione selvicolturale, la propria visione spirituale del rapporto uomo/natura. La foresta era considerata un luogo sacro da preservare e conservare, il bosco non era coltivato, era consentita solo la raccolta degli alberi morti o deperienti e il prelievo legnoso doveva essere limitato esclusivamente a soddisfare i bisogni primari dell'uomo e soprattutto dei poveri. Attualmente il soprassuolo si presenta come un bosco misto di Faggio e Abete bianco con altre latifoglie di pregio, disetaneo e pluristratificato. Il clima è caratterizzato da una temperatura media di 9.3°C con inverni freddi (1.3°C) ed estati miti (17.7°C), la precipitazione è di 1245 mm con assenza di siccità estiva (199

mm) e piogge ben distribuite durante l'anno. Da un punto di vista geologico la foresta della Verna che si estende sulle pendici del Monte Penna (1289 m s.l.m.) costituisce un'eccezione rispetto al resto del territorio del Parco. Il Monte Penna è infatti un rilievo isolato costituito da rocce calcaree che poggiano su uno stato argilloso posto alla base del rilievo.

La *Foresta del Pigelleto* (la descrizione dettagliata è riportata nel capitolo 3) si estende per 1312 ha nella parte sud occidentale della Toscana, a cavallo tra le province di Siena e Grosseto e comprende sia nuclei importanti di Abete bianco di origine autoctona sia nuclei relitti di Tasso.

All'interno di questi soprassuoli sono state realizzate 3 aree permanenti di monitoraggio (2 nella Foresta della Verna e 1 in quella del Pigelleto), di circa 1 ha ciascuna. Le aree sono state materializzate sul terreno (con picchetti di legno posizionati ai quattro vertici e marcatura con vernice delle piante di bordo) e georeferenziate mediante GPS Juno della Trimble integrato con antenna esterna PRO-XT (tab. 1).

	Coordinate geografiche	Quota m s.l.m.	Esposizione
Foresta della Verna (A)	43°42'30" N - 11°55' 4" E	1166	Nord-Ovest
Foresta della Verna (B)	43°42'32" N - 11°56'02" E	1188	Nord-Est
Foresta del Pigelleto	42° 48' 17" N - 11°38'47" E	780	Est

Tab. 1 - Principali parametri stazionali delle aree di studio

In ciascuna area è stato effettuato: il cavallettamento totale attraverso la misurazione della circonferenza ad 1,30 m da terra (soglia minima di 9 cm) di tutte le piante vive, l'attribuzione della specie e la determinazione della posizione sociale individuale secondo cinque classi (predominante, dominante, intermedia, dominata, sottoposta). Tutte le piante madri di Abete bianco, ovvero quelle dalle quali sono state prelevate le marze per gli innesti, sono state georeferenziate attraverso il calcolo delle coordinate polari a partire da punti noti. Di ciascun individuo è stata determinata l'età, l'altezza totale, quella di inserzione del primo ramo verde e l'area di insidenza della chioma (4 raggi orientati secondo i punti cardinali). Infine sono stati individuati e mappati tutti i nuclei di rinnovazione di Abete bianco; di questi è stata stimata l'età prelevando una carota a circa 50 cm da terra in ogni nucleo individuato.

Successivamente, all'interno di ciascuna area, sono stati realizzati 2 plot circolari, di 20 m di raggio per l'analisi e la valutazione della struttura orizzontale e verticale. Ciascun individuo è stato posizionato sul terreno misurando la distanza dal centro dell'area e l'angolo rispetto al Nord. Oltre ai parametri sopra citati (circonferenza ad 1,30 m, specie, posizione sociale), sono stati rilevati l'altezza totale, quella di inserzione del primo ramo verde e l'area di insidenza della chioma (4 raggi in corrispondenza dei punti cardinali).

b) Struttura e diversità dei soprassuoli

Le tre aree di studio (tab. 2) differiscono tra loro per l'età massima registrata nei due siti, pari a 110 anni nel Pigelleto e maggiore di 200 anni nella foresta della Verna; per la densità del soprassuolo, inferiore alla Verna (674 e 411 piante ad ettaro rispettivamente in A e B) rispetto al Pigelleto (1155 piante ad ettaro); per i valori di area basimetrica e diametro medio (molto più elevati in VB rispetto alle altre due aree) e per la composizione specifica. In merito a quest'ultimo punto, la maggiore biodiversità è stata osservata nella foresta del Pigelleto dove sono state censite 13 specie e quantificato un indice di Shannon pari a 2.61.

	Foresta della Verna (A)	Foresta della Verna (B)	Foresta del Pigelleto (P)
Età massima piante madri (anni)	258	226	110
Età minima rinnovazione (anni)	25	37	27
Altezza dominante (m)	26.5	33.3	26.9
Numero di piante ad ettaro ($n \text{ ha}^{-1}$)	674	411	1155
Area basimetrica ad ettaro ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$)	44.14	53.43	43.72
Diametro medio (cm)	28.9	40.7	22.0
Numero di specie presenti	9	8	13
Indice di Shannon	1.71	2.07	2.61

Tab. 2 - Principali descrittori delle aree di studio.

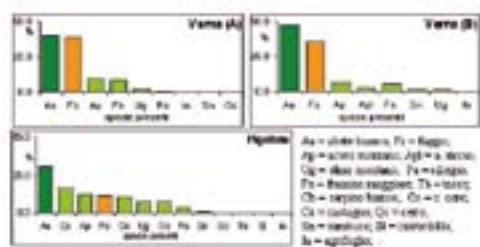


Fig. 1 - Indice di importanza delle varie specie nelle tre aree di studio.

I rapporti tra le specie componenti il soprassuolo sono stati descritti e quantificati attraverso il valore dell'indice di importanza calcolato come percentuale della media tra la presenza (numero di individui) e il peso (area basimetrica) relativo delle varie specie. Tale indice (fig. 1) ha evidenziato che l'Abete bianco risulta essere la specie presente con maggiore frequenza sia nella foresta della Verna (40 e 48% rispettivamente in VA e VB) che in quella del Pigelleto (31%) mentre,

al contrario, il Faggio è particolarmente rilevante solo alla Verna (39% in VA e 36% in VB) e assume un ruolo marginale (11%) nel Pigelleto.

L'analisi della struttura (tab. 3 e fig. 2), effettuata nei plot realizzati all'interno delle aree di studio, ha indicato che i soprassuoli considerati sono caratterizzati da elevata complessità e con una buona articolazione sia sul piano verticale (popolamenti da biplani a pluristratificati) che su quello orizzontale (distribuzione a gruppi). Il grado di copertura e quello di ricoprimento sono risultati soddisfacenti eccetto che nel plot VB2, per il crollo recente di alcune grosse piante di abete.

	Numero di specie	Diversità specifica	Diversità verticale	Diversità orizzontale	% Copertura	% Ricoprimento
Plot 1 Verna A (VA1)	6	1.84	0.96	2.13	68	123
Plot 2 Verna A (VA2)	5	0.87	0.63	1.85	77	137
Plot 1 Verna B (VB1)	5	1.71	0.91	2.21	71	144
Plot 2 Verna B (VB2)	3	1.48	0.91	2.04	57	86
Plot 1 Pigelleto (P1)	11	2.38	0.94	2.11	71	144
Plot 2 Pigelleto (P2)	9	2.06	0.78	3.83	59	109

Tab. 3 – Principali indicatori descrittivi della diversità compositiva e strutturale nelle subaree

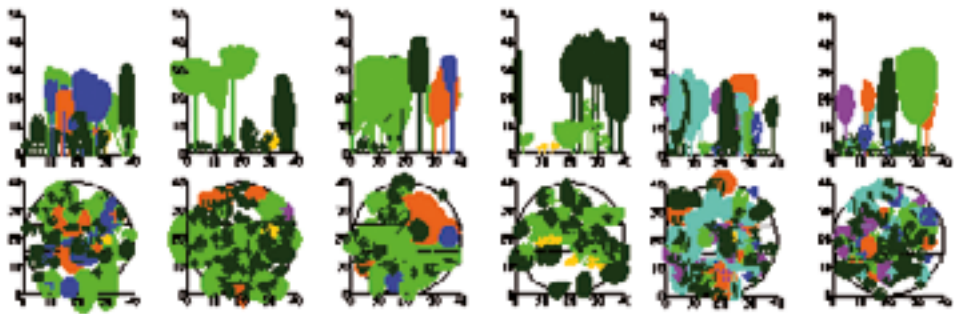


Fig. 2 – Rappresentazione grafica della struttura orizzontale e verticale nei 6 plot (da sinistra a destra VA1, VA2, VB1, VB2, P1, P2).

c) Le piante madri

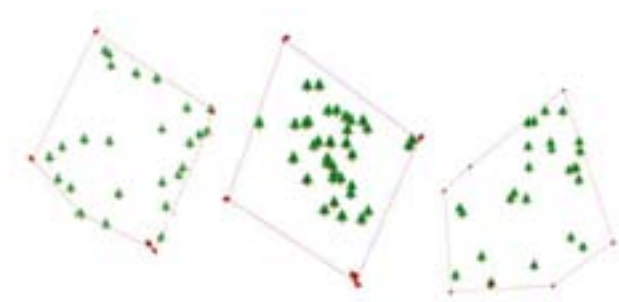


Fig. 3 - Distribuzione sul terreno delle piante madri di Abete bianco nella Verna (da sinistra a destra rispettivamente area A e B) e nel Pigelleto (a destra nel grafico).

La distribuzione spaziale delle piante madri di abete selezionate all'interno delle tre aree (fig. 3) ha evidenziato una modalità di aggregazione a gruppi nel sito del Pigelleto (indice di diversità orizzontale- CI = 1.72) e nell'area B della Verna (CI = 1.74) mentre, al contrario, la struttura orizzontale è risultata di tipo regolare nell'area A della Verna (CI = 0.90).

Le principali peculiarità che caratterizzano le piante madri di Abete bianco (tab. 4) possono essere riassunte in: elevata area di insidenza della chioma, maggiore alla Verna rispetto

al Pigelleto; valori di diametro e altezza consistenti ma con un'alta variabilità; distribuzione dell'età in due gruppi differenziati tra loro in Verna A e continua nel Pigelleto e in Verna B (fig. 4).

	VERNA A	VERNA B	PIGELLETO
Diametro \pm ds (cm)	58 \pm 29	72 \pm 25	44 \pm 15
Altezza \pm ds (m)	30.6 \pm 8.7	39.0 \pm 8.6	26.9 \pm 4.2
Area chioma \pm ds (m ²)	37.6 \pm 18.7	35.0 \pm 15.2	24.7 \pm 11.0
Età \pm ds (anni)	48 \pm 5 e 157 \pm 12	132 \pm 34 (da 64 a 171)	76 \pm 19 (da 35 a 101)

Tab. 4 - Principali caratteristiche medie descrittive delle piante madri di Abete bianco.

d) I nuclei di rinnovazione

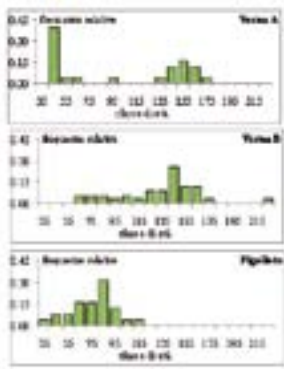


Fig. 4 - Distribuzione di frequenza delle piante madri in funzione dell'età.

Per analizzare e valutare le dinamiche inerenti il processo di rinnovazione sia nello spazio che nel tempo, tutte le piante di altezza inferiore ai 5 metri, presenti nei plot realizzati nei tre siti di indagine, sono state censite, mappate, misurate e ne è stata determinata l'età.

La distribuzione sul piano orizzontale (fig. 5) riflette una struttura a gruppi eccetto che in VA2 dove la rinnovazione risulta distribuita in modo abbastanza uniforme. La densità, calcolata come presenza relativa rispetto al numero totale di piante nel soprassuolo, oscilla da 0.19 (in VB1) a 0.48 (in VA2) a indicare, in quest'ultimo caso, che quasi la metà delle piante presenti fanno parte del piano di rinnovazione. La diversità specifica, espressa dall'indice di Shannon, è generalmente modesta. In entrambi i plot dell'area A della Verna l'unica specie presente risulta essere l'abete, mentre in quelli dell'area B subentra anche il Faggio e, limitatamente al plot VB2, anche qualche pianta di sambuco nero, probabilmente insediatasi per le migliori condizioni di luce presenti. Nei plot del Pigelleto, l'abete risulta sempre la specie principale ma ad essa si associano Faggio e qualche individuo di olmo e/o di agrifoglio.

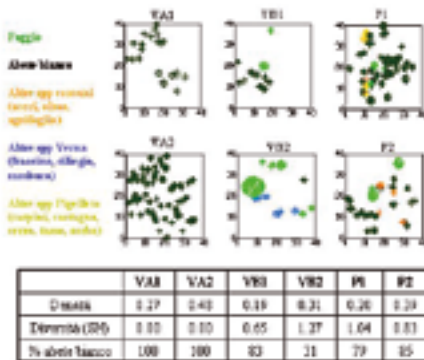


Fig. 5 - Distribuzione spaziale, densità della rinnovazione, diversità specifica (SH = indice di Shannon) e percentuale di Abete bianco nei sei plot.

Le correlazioni tra i parametri della rinnovazione e gli indici di diversità strutturale hanno evidenziato che solo la densità di rinnovazione risulta significativamente dipendente in modo inverso dalla complessità della struttura verticale ($R^2 = 0.81$).

La stima dell'età è stata effettuata su tutti i nuclei

di Abete bianco presenti all'interno delle aree. I dati acquisiti (fig. 6) hanno evidenziato che in tutte e tre le aree la maggior parte degli individui appartenenti al piano di rinnovazione, ovvero di altezza inferiore ai 5 metri, ha un'età relativamente elevata e che le maggiori frequenze si osservano nella classe di 45 anni. Solo in Verna B è stata registrata una quota importante anche di piante con età prossima agli 80 anni.

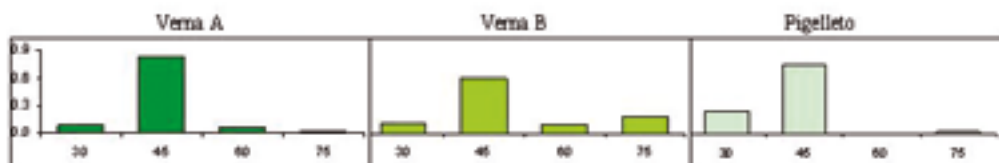


Fig. 6 – Distribuzione dell'età delle piante del piano di rinnovazione nelle tre aree di studio.

e) Considerazioni conclusive

L'analisi descrittiva della struttura e del processo di rinnovazione ad essa connesso, ha evidenziato che le popolazioni analizzate presentano un buon grado di naturalità e dinamiche evolutive positive.

La foresta della Verna appare come un bosco misto di abete e Faggio mentre nel Pigelleto assumono importanza anche le altre specie consociate e in particolar modo il Castagno. In entrambe le foreste si tratta di formazioni disetanee, a struttura complessa, generate dall'assenza di un organico trattamento selvicolturale. La Verna si caratterizza per essere in uno stadio evolutivo più avanzato, spiegato dalla più articolata distribuzione dell'età e dalla presenza di crolli di piante mature di Abete bianco e Faggio. Il processo di rinnovazione è continuo nel tempo e nello spazio in entrambe le foreste e la densità di rinnovazione dipende dal grado di complessità della struttura verticale.

In conclusione si può affermare che questi risultati offrono spunti importanti per una corretta gestione naturalistica delle abetine di origine naturale, ad esempio indirizzando il processo di rinnovazione attraverso interventi che incidono sulla riduzione della complessità della struttura verticale ma mantengono un alto grado di diversità specifica.





VALERIA GALLUCCI
CARLO URBINATI
MARIA CHIARA MANETTI
CRISTIANO CASTALDI
MAURIZIO MARCHI
GIANLUIGI MAZZA

Dinamica di accrescimento e sensitività climatica dell'Abete bianco

Obiettivi, campionamento e misurazione dei campioni

L'analisi dendrocronologica e dendroclimatica ha permesso di caratterizzare la dinamica di accrescimento dell'Abete bianco nei diversi siti di studio e di individuare i fattori climatici che influiscono maggiormente, in modo positivo o negativo, sull'accrescimento radiale della specie tenendo conto delle differenze geografiche e stagionali.

Il campionamento è stato eseguito nei siti di Fonte Abeti (PU), Verna e Camaldoli (AR), Pigelleto (SI) e Colle Abete (AP) in corrispondenza delle aree campione più rappresentative. I campioni estratti con trivella di Pressler e utilizzati per le analisi provengono prevalentemente da alberi del piano dominante, in quanto meno influenzati da fattori di natura non climatica quali competizione e disponibilità di luce. In alcuni siti sono stati utilizzate anche serie di accrescimento disponibili da precedenti rilevamenti, cercando di garantire almeno 20 individui arborei per la costruzione delle cronologie stagionali. Il prelievo delle carote legnose è avvenuto secondo procedure standardizzate (Swetnam et al., 1985): due ad 1,30 m da terra, disposte a 90°-120° una dall'altra (es. una a monte e l'altra ortogonalmente in direzione della curva di livello del terreno) evitando zone del fusto arboreo con evidenti anomalie morfologiche. In laboratorio i campioni sono stati adeguatamente orientati e incollati con colla vinilica a supporti legnosi e successivamente levigati, con procedura sia meccanica che manuale, utilizzando carte abrasive a grana progressivamente più fine (100, 120, 180, 320, 400, 412 grani per cm²) per ottimizzare la definizione degli anelli legnosi in sezione trasversale. La misurazione delle ampiezze anulari di ogni serie incrementale è stata effettuata, alla precisione di 0,01 mm, con il sistema ottico semi-automatico LINTAB (Rinntech, Germany) e ed il relativo software dedicato TSAPWin 0.55 (Rinntech, 2003).

2. Metodi di analisi delle serie cronologiche

Le serie misurate sono state comparate, verificate e se necessario corrette per giungere alla loro datazione e sincronizzazione (*crossdating*). Questa è una procedura fondamentale in dendrocronologia (Fritts, 1976) resa possibile perché alberi che crescono in condizioni ambientali simili tendono a registrare nei loro anelli analoghe risposte alle variazioni dei fattori ambientali, soprattutto climatici. La sincronizzazione avviene con metodi visivi e statistici. Il confronto statistico è stato effettuato sia con il CDI (Cross Date Index) (Rinntech, 2003), che con il software COFECHA (Grissino Mayer, 2001; Holmes, 1983). La sincronizzazione fra serie è ritenuta significativa con un valore di $CDI > 10$. Ogni cronologia è stata caratterizzata dai seguenti parametri statistici specifici e utili per il confronto tra serie: la lunghezza della serie; il valore medio delle ampiezze anulari (M); la deviazione standard delle ampiezze anulari (DS); la sensitività media (SM); il coefficiente di autocorrelazione seriale di primo ordine (AC); il coefficiente medio di correlazione ($rbar$).

SM misura la variazione media di ampiezza fra due anelli successivi di una serie ed evidenzia l'attitudine della pianta a modulare il suo accrescimento ai fattori di variabilità ad alta frequenza (es. il clima) (Corona, 1996). SM assume normalmente valori che oscillano tra 0.1 e 0.5 ad indicare rispettivamente un carattere *compiacente* ($< 0,25$), cioè poco o per nulla reattivo alle variazioni dei fattori ambientali o *sensitivo* ($> 0,25$), cioè molto sensibile ai cambiamenti ambientali.

AC stima la presenza di *trend* di crescita nella serie, cioè valuta l'influenza dei fattori di variabilità a bassa frequenza dovuti ai processi fisiologici pluriennali propri delle piante o all'effetto di disturbi di lungo termine (età, concorrenza, cambiamenti climatici di medio-lungo periodo, ecc.) (Fritts, 1976).

Nelle analisi dendroclimatiche l'obiettivo principale è individuare il segnale climatico e stimarne l'effetto sull'accrescimento radiale. Ciò implica l'eliminazione o l'attenuazione del rumore prodotto dagli altri fattori (Fritts, 1976). Ciò avviene con procedure matematico-statistiche sottoponendo ogni curva di accrescimento ad un "filtraggio" mediante curve modello in grado di ridurre o eliminare la variabilità di lungo termine, senza alterare quella a breve termine, tipica dei fattori climatici. La standardizzazione è un passaggio fondamentale prima delle successive analisi e si effettua sulle curve individuali rendendole assolutamente confrontabili, indipendentemente dall'età dei corrispondenti individui arborei (Cook et al., 1990).

In questo studio la standardizzazione delle serie di accrescimento è stata eseguita con lo scopo di discriminare il segnale climatico dal rumore determinato da tutti gli altri fattori. In ogni passaggio viene calcolato un indice dato dal rapporto tra valore osservato (ampiezza dell'anello) e valore atteso (valore della curva "filtro"). Sulle singole serie di tutti i siti (ad eccezione del Pigelleto) è stata impiegata una doppia standardizzazione eseguita con il software ARSTAN (Cook, 1985; Cook and Holmes, 1997). Nella *prima fase* è stata applicata alle serie originali di accrescimento una funzione esponenziale negativa che esprime il trend negativo dovuto all'età (aumento della circonferenza nel tempo e conseguente riduzione delle ampiezze anulari). Nella *seconda fase*, alle serie risultanti dal primo filtraggio è stato applicato, dopo opportune verifiche statistiche, uno *spline* con una risposta di frequenza del 50% su una finestra temporale di 10 anni (Bunn et al., 2005; Carrer

and Urbinati, 2004; Carrer and Urbinati, 2006; Pastorello, 2001; Urbinati et al., 1997). In pratica tale procedura consente di eliminare il 50% della varianza dovuta a fattori con ritmi decennali.

Nel caso del Pigelleto, popolamento più giovane degli altri, le serie non presentano l'andamento decrescente dovuto all'età e quindi, è stato impiegato dapprima uno *spline* con finestra di 30 anni e successivamente uno con finestra di 10 anni, per rimuovere la variabilità di medio-periodo residua. Con le serie opportunamente standardizzate è stato possibile costruire per ogni sito la relativa cronologia media stagionale utilizzabile per il calcolo delle relazioni clima-accrescimento.

3. Relazioni clima-accrescimento

Nello studio delle relazioni clima-accrescimento, le variabili climatiche solitamente utilizzate sono le precipitazioni totali mensili e le temperature mensili medie e massime e/o minime (Cook and Kairiukstis, 1990). Tali dati dovrebbero generalmente provenire dalle stazioni meteorologiche più vicine all'area di studio; peraltro nel settore appenninico esse non sono molto numerose e spesso offrono serie termo-pluviometriche incomplete o di lunghezza inadeguata per le analisi.

Come ormai ampiamente in uso nella prassi analitica sono state impiegate le serie omogeneizzate e spazializzate del dataset mondiale CRU TS 3.1 (Climatic Research Unit, University of East Anglia - UK) (Jones and Moberg, 2003; New et al., 2000; New et al., 2002). I dati di temperatura e precipitazioni utilizzati sono relativi al periodo 1901-2009 secondo una griglia a maglie di $0.5^\circ \text{ Lat.} \times 0.5^\circ \text{ Long}$ (Mitchell et al., 2003). Il dato relativo ad un punto della griglia deriva dall'interpolazione dei dati provenienti dalle stazioni meteorologiche circostanti secondo un sistema di pesi che attribuisce minor importanza alle stazioni più lontane dal punto desiderato (New et al., 2000). Relativamente allo studio in oggetto sono stati utilizzate le serie di precipitazioni mensili e temperature medie, massime e minime mensili relative a 4 localizzazioni relative ai siti di campionamento, tutti compresi fra $42^\circ 75'$ e $43^\circ 75'$ N e $11^\circ 75'$ e $13^\circ 25'$ E.

La stima delle relazioni clima-accrescimento è stata eseguita con il *software* DENDRO-CLIM2002 (Biondi and Waikul, 2004) che calcola sia le correlazioni medie in un determinato intervallo temporale, sia correlazioni mobili (*moving correlation*) cioè su un intervallo ridotto sequenzialmente sull'intero periodo di riferimento. Nelle relazioni calcolate le variabili indipendenti (regressori) sono rispettivamente i parametri climatici disponibili (precipitazioni totali mensili e temperature massime, medie e minime mensili) e la variabile dipendente è rappresentata dagli indici annuali di accrescimento, tutte per il periodo 1901-2009.

L'analisi è stata eseguita considerando un anno biologico, visto il carattere inerziale del processo di accrescimento legnoso, che può essere condizionato anche da eventi climatici antecedenti o successivi al periodo vegetativo. Si è quindi considerato un arco temporale compreso fra il mese di maggio dell'anno precedente la formazione dell'anello ($n-1$) e dicembre dell'anno di formazione (n) (Blasing et al., 1984; Fritts, 1976; Pfeifer et al., 2005), portando il numero di regressori a 20 per ognuna delle quattro variabili climatiche. Le correlazioni vengono espresse dal coefficiente di correlazione di Pearson. Il periodo di

analisi è di 108 anni (1901-2009) e suddiviso in due sottoperiodi:

- *periodo di calibrazione* o taratura sul quale viene stimata la relazione tra clima ed accrescimento, cioè tra regressori e variabili dipendenti; l'efficacia della calibrazione viene stimata misurando la percentuale di varianza della variabile dipendente spiegabile dalla regressione (Fritts, 1976);
- *periodo di verifica* sul quale viene testata l'affidabilità del modello statistico calcolato nel periodo di calibrazione, stimando la variabile dipendente.

Quanto più i dati stimati si avvicinano ai dati reali, tanto maggiore è la rappresentatività del modello (Carrer, 1997).

Il software DENDROCLIM2002 utilizza la metodologia *bootstrap* con 1000 replicazioni per la scelta degli anni di calibrazione e di verifica, la quale permette di valutare l'eventuale errore associato a una funzione di dati campionati e quindi la significatività delle funzioni di risposta, ripetendo l'estrazione casuale dei dati stessi in modo da aumentare artificialmente la dimensione del campione. L'estrazione casuale degli anni di calibrazione e di verifica fa sì che le correlazioni finali siano indipendenti da eventuali trend di sviluppo delle piante nelle relazioni con il clima (Carrer, 1997; Nola, 1991).

4. Sintesi dei risultati

Sono state utilizzate in totale 325 carote legnose, relative a 193 individui arborei, le cui serie incrementali hanno consentito la costruzione di sette cronologie medie di Abete bianco appenninico: tre nuove (Pigelleto, Colle dell'Abete *old* e Colle dell'Abete *young*), e tre aggiornate all'anno 2010 (due a Fonte Abeti e una alla Verna). In tab. 4.1 i parametri statistici delle cronologie stazionali sono tutti relativi alle serie di ampiezza assoluta (*raw*) salvo il valore medio di autocorrelazione (AC1std), relativo alle serie indicizzate. Si evidenzia la cronologia (CABo) di 465 anni databile al 1546, caratterizzata dalla presenza di individui vivi con età fino a 338 anni e di individui morti recentemente ma ancora in piedi. Cronologie di lunghezza superiore al secolo sono state realizzate anche alla Verna, Camaldoli e Fonte Abeti 1, mentre al Pigelleto e Fonte Abeti 2 gli abeti campionati non raggiungono i 100 anni, così come il contingente giovane di Colle dell'Abete (CABy). L'insediamento di questi ultimi risale agli anni '30 del secolo scorso, prima o dopo l'ultima ceduzione estensiva avvenuta negli anni '40.

AM varia notevolmente fra 0.71 mm a CAB old e 3.70 mm a CAM ed analogia variabilità è espressa dalla deviazione standard che oscilla analogamente fra ± 0.55 e 2.28. SM ha valori compresi fra 0,20 e 0,26 ad indicare un carattere intermedio fra compiacente e sensitivo dell'Abete bianco, in linea con quanto verificato per la specie in altri siti appenninici (Gallucci, 2009) e in generale per le conifere a foglia persistente, solitamente meno sensitive delle specie decidue .

AC1raw assume valori elevati compresi fra 0,78 e 0,89, ad indicare la sensitività della specie ai fattori che agiscono sul medio-lungo periodo. Nelle serie indicizzate a seguito della standardizzazione, l'autocorrelazione (AC1std) si annulla ad indicare la bontà della procedura utilizzata con rimozione della variabilità a bassa frequenza ed il rilascio di quella ad alta frequenza (climatica).

Sito	Età	Periodo	AM (mm)	DS	SM	AC(1) raw	AC(1) std
Fonte Abeti 1 (PU)	119	1892-2010	2.90	±1.36	0.22	0.80	0.03
Fonte Abeti 2 (PU)	93	1918-2010	2.36	±1.08	0.23	0.78	-0.06
Camaldoli (AR)	137	1862-1998	3.70	±2.28	0.22	0.89	-0.04
La Verna (AR)	166	1845-2010	2.60	±1.59	0.25	0.86	-0.01
Pigelleto (SI)	98	1913-2010	2.17	±1.38	0.26	0.84	-0.03
Colle Abete y (AP)	81	1930-2010	2.36	±1.49	0.20	0.89	0.03
Colle Abete o (AP)	465	1546-2010	0.71	±0.55	0.20	0.83	-0.04

Tab. 4.1 – Parametri statistici relativi alle cronologie costruite nei 5 siti di studio. **AM**, ampiezza anulare media; **DS**, deviazione standard; **AC(1)raw**, autocorrelazione relativa alle serie grezze; **AC(1)std**, autocorrelazione relativa alle serie standardizzate.

La sincronizzazione tra le serie intra-sito è risultata generalmente significativa ed infatti sono stati esclusi dalle successive analisi solo pochi campioni. La concordanza tra cronologie stazionali è in generale molto elevata (Tab.4.3), salvo che per Colle Abete che presenta valori bassi di CDI.

Sito	Codice	FAB1	FAB2	CAM	VRN	PIG	CABy	CABo
Fonte Abeti Ads1	FAB1	-	-	-	-	-	-	-
Fonte Abeti Ads2	FAB2	69	-	-	-	-	-	-
Camaldoli	CAM	12	34	-	-	-	-	-
La Verna	VRN	13	22	77	-	-	-	-
Pigelleto	PIG	15	12	15	22	-	-	-
Colle Abete young	CABy	11	15	14	16	4	-	-
Colle Abete old	CABo	5	4	20	14	3	19	-

Tab. 4.2 – Valori del Cross Date Index (CDI) che esprime il livello di sincronizzazione fra le cronologie stazionali. (CDI significativo se >10).

Fonte Abeti (PU)

Le due cronologie realizzate a Fonte Abeti (fig.4.1) sono relative all'Abete bianco presente nei due versanti: FAB1 con minore pendenza ed esposizione sud-est, e FAB2 a nord-ovest e caratterizzato da maggiore pendenza. Le due curve sono molto ben sincronizzate e hanno un identico andamento di medio-lungo periodo. La maggiore età di alcuni abeti in FAB1 è presumibilmente legata al rilascio di esemplari in occasione del taglio raso (con riserve e rinnovazione posticipata) effettuato dopo la prima guerra mondiale. La minore ampiezza media inferiore in FAB2 è riconducibile alla maggiore pendenza e dal suolo meno profondo presenti sul versante.

Ambedue le cronologie fino alla metà del secolo scorso hanno oscillazioni di medio e breve periodo di probabile origine culturale fino al 1950. Dopo un decennio positivo, annate

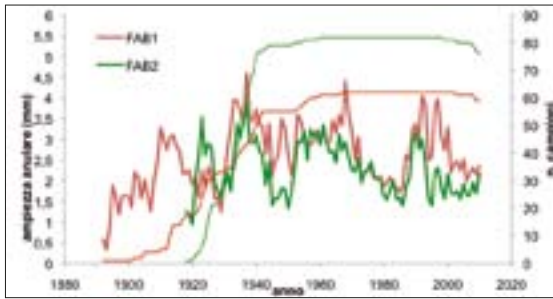


Fig. 4.1 - Cronologie medie (linea più spessa) e numerosità dei campioni (linea più sottile) nei due soprassuoli di Fonte Abeti (FAB).

scimento si mantiene relativamente stabile.

Colle dell'Abete

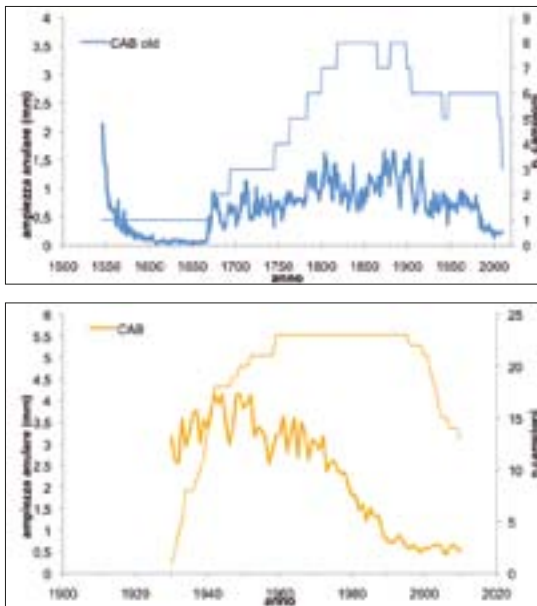


Fig.4.2 – Cronologia media di individui vetusti (CAB o) (sopra) e cronologia media di individui giovani (CAB y) (sotto) con le rispettive numerosità dei campioni a Colle dell'Abete.

siccitose consecutive e la mancanza di interventi colturali hanno determinato una riduzione progressiva che culmina nel 1985-86 e che è stata riscontrata anche in altri popolamenti appenninici (Gallucci, 2009). L'attenuarsi delle condizioni climatiche sfavorevoli e l'esecuzione di alcune cure colturali determinano un fase di ripresa non molto duratura seguita dalla fluttuazione negativa del 1994-95, ancora causata da annate siccitose. Nell'ultimo decennio l'accrescimento si mantiene relativamente stabile.

La cronologia di Colle dell'Abete (CAB old) ha 465 anni (fig. 4.2) ed è la più lunga finora documentata in Appennino e la seconda in Italia per l'Abete bianco (Carrer et al., 2010; Gallucci and Urbinati, 2011; Nola et al., 2005). È opportuno specificare che fino al 1669 la cronologia è composta da un solo individuo con andamento di crescita subito decrescente nel primo secolo di vita dell'albero, e quindi la sua attendibilità in quel periodo è limitata. Tale fenomeno potrebbe essere riconducibile alla prolungata capacità di tolleranza alla copertura della rinnovazione di Abete bianco, piuttosto che all'effetto della "Piccola Età Glaciale", periodo freddo tardo medievale caratterizzato dall'avanzata dei ghiacciai e da oscillazioni assimilabili a brevi periodi "stadiali" e "interstadiali". Dal 1680 la curva diventa più stabile, pur con fluttuazioni di origine prevalentemente climatica, la più significativa delle quali si registra tra il 1800 e il 1850 circa, altro periodo freddo che ha caratterizzato gran parte dell'Europa e di cui si notano gli effetti sull'accrescimento di molte specie forestali. Dopo il 1850, si osserva un aumento dell'ampiezza degli anelli per alcuni decenni e poi una progressiva diminuzione fino ad oggi. Fino agli anni '60 del secolo scorso le fluttuazioni di medio periodo sono riconducibili

soprattutto alle ceduzioni eseguite in faggeta e secondariamente a prelievi puntuali di Abete bianco.

La cronologia degli abeti più giovani (fig.4.2) evidenzia che tale contingente si è insediato progressivamente fino al 1960 circa, in corrispondenza delle ultime ceduzioni estensive. L'aumento di copertura delle faggete, nonostante la capacità dell'abete di adattarsi a prolungate condizioni di adugiamento, riduce notevolmente il suo trend di crescita.

Tale copertura, in sinergia forse con altri fattori anche di natura climatica, ha determinato condizioni di deperimento dell'abete, come si evidenzia dalla struttura verticale delle cenosi, dagli accrescimenti radiali e dallo stato vegetativo delle gemme apicali. L'abbandono colturale estensivo, i tentativi di conversione a fustaia e la progressiva morte degli individui vetusti dominanti sta anche determinando una progressiva coetaneizzazione delle cenosi. È probabile che le cicliche ceduzioni in faggeta, sebbene inquadrabili come perturbazioni ecosistemiche, costituissero per gli individui maturi di Abete bianco anche un'opportunità per aumentare la disseminazione e garantire la reiterazione dei processi di rinnovazione.

Camaldoli

Dopo il trasferimento allo stato gran parte delle abetine dei monaci dell'eremo, queste sono state prevalentemente gestite a fustaia coetanea con rinnovazione posticipata e turni di 80-100 anni e intensamente sfruttate per la produzione di legname. Per l'analisi dendrocronologica sono utilizzati i dati di uno studio eseguito in popolamenti poco disturbati (Manetti e Cutini, 2006). La cronologia media di Abete bianco di Camaldoli è di 137 anni (1862-1998) ed ha un trend progressivamente decrescente (fig.4.3).



Fig.4.3 – Cronologia media e numerosità dei campioni di Camaldoli (CAM)

fluttuazioni riconducibili a interventi colturali che solitamente si effettuano nelle fustaie coetanee. Si osserva invece la progressiva riduzione fra 1965 e 1980, riscontrata anche in altre cronologie appenniniche e riconducibile ad un prolungato periodo siccitoso, particolarmente critico in cenosi monospecifiche, eccessivamente dense, coetanee o stramature (Becker et al., 1989; Bigler and Bugmann, 2004; Corona, 1983; Gabbrielli et al., 1990; Gallucci, 2009; Gallucci and Urbinati, 2009; Gradi, 1983; Hippoliti, 1989; La Marca, 1983; Pividori, 1991; Sibilìa, 1952).

La Verna

Le faggete miste con abete della Verna hanno storia colturale e struttura molto diverse da quelle di Camaldoli. I frati francescani, gestori della foresta, hanno eseguito soprattutto



Fig.4.4 – Cronologia media e numerosità dei campioni della Verna (VRN)

prelievi puntuali e di intensità limitata tipici di fustaie disetaneiformi e/o irregolari (Manetti and Cutini, 2006). La cronologia media dell'Abete bianco della Verna (fig. 4.4) non presenta il trend negativo di Camaldoli, pur essendo molto ben sincronizzata con quest'ultima. Nel lungo periodo l'andamento è stazionario e poi leggermente decrescente con fluttuazioni di breve e medio periodo riconducibili a perturbazioni naturali ed indotte di moderata entità.

Sono evidenti tre fluttuazioni negative con minimi intorno al 1880, al 1950 e nel 1980. Quest'ultima, sebbene di minore entità, è omologa a quelle di Camaldoli e Fonte Abeti. La fluttuazione degli anni '50 potrebbe essere riconducibile, nel suo tratto di ripresa, ad una combinazione di fattori: tagli postbellici più intensivi e danni da vento documentati nella letteratura locale (Manetti and Cutini, 2006).



Fig.4.5 – Cronologia media e numerosità dei campioni del Pigelleto (PGL)

Pigelleto

La cronologia media si estende per circa un secolo (98 anni) e il soprassuolo da cui provengono i campioni legnosi è coetaneo con età sono comprese prevalentemente tra 70 e 90 anni. La curva presenta nella prima parte un trend negativo, che culmina intorno al 1955 (fig.4.5) forse dovuto all'eccessiva densità ed all'assenza di cure colturali nei primi decenni. Anche in questo caso a partire dal 1945 circa si assiste ad una fase di ripresa a seguito di cure colturali o comunque prelievi contenuti

che hanno riattivato la dinamica di accrescimento. La copertura di nuovo colma ha determinato il trend negativo iniziato nel 1970. In questa cronologia non è molto accentuata la fluttuazione negativa dovuta al periodo siccitoso, forse perché l'abetina del Pigelleto, nonostante la xericità climatica, è ubicata su suoli favorevoli per la presenza di falde acquifere superficiali che riducono la sensibilità climatica dell'abete.

5. La sensibilità climatica dell'Abete bianco

Utilizzando le cronologie medie standardizzate sono state calcolate le correlazioni tra accrescimento e precipitazioni mensili (**Prec**), temperature massime (**Tmax**), medie (**Tmed**)

e minime (**Tmin**) mensili, secondo la metodologia descritta in precedenza. Peraltro sono state descritte le sole risposte a Tmax e Prec in quanto Tmed e Tmin hanno globalmente effetti trascurabili e/o risposte molto simili a Tmax. L'effetto delle temperature massime (Tmax) sull'accrescimento radiale dell'Abete bianco nell'appenino toscano-marchigiano si esplica prevalentemente in tre periodi dell'anno biologico considerato: estate precedente alla formazione dell'anello (t-1), tardo inverno-primavera ed estate dell'anno di formazione dell'anello (t) (Tab. 5.1).

La risposta più evidente e significativa è la correlazione negativa nei mesi estivi dell'anno t, ovvero gli anelli si riducono all'aumentare della temperatura massima. Tale risposta è ben documentata sia in altri siti appenninici, sia nelle Alpi francesi e svizzere (Desplanque et al., 1998; Frank and Esper, 2005; Rolland, 1993; Rolland et al., 1999), confermando i caratteri ecologici della specie, in particolare la tendenziale mesofilia e la scarsa resistenza alla siccità estiva (Santini and Martinelli, 1991), (Corona, 1983), (Arcioni, 1993; Gallucci, 2009; Romagnoli and Schirone, 1992; Schirone et al., 1992), (Gentilesca and Todaro, 2008)].

	Tmax	FAB1	FAB2	CAM	VRN	PGL	CABy	CABo
t-1	MAY							
	JUN							
	JUL							-2.77
	AUG			-4.59	-4.41			
	SEP			-2.51	-2.97			-2.18
	OCT							
	NOV						3.30	
	DEC						2.53	
t	Jan							
	Feb			1.96	2.12	2.50		
	Mar							
	Apr	2.75	2.71		2.31			
	May							
	Jun	-2.38						
	Jul	-4.45	-3.32					
	Aug	-3.16	-2.53	-3.15				-1.97
	Sep							
	Oct							
	Nov						-1.96	
	Dec							2.51

Tab. 5.1 – Profilo delle correlazioni tra accrescimento e temperature massime mensili espresse con il coefficiente di correlazione standardizzato (r/s). In rosa le risposte negative ed in verde quelle positive, l'intensità cromatica distingue la significatività statistica al 95% (colore più chiaro $r/s \leq -1.96$ e $\geq +1.96$) da quella del 99% (colore più scuro $r/s \leq -2.38$ e $\geq +2.38$).

Il sito in cui l'abete è maggiormente sensibile è Fonte Abeti sia nel versante sud (FAB1) da giugno ad agosto che in quello nord (FAB2) in luglio e agosto. La correlazione è negativa solo nel mese di agosto a Camaldoli, come già evidenziato da Manetti & Cutini (2006),

e in modo lieve anche a Colle dell'Abete, per le sole piante vetuste (CABo). La minore sensibilità dell'abete alle Tmax in questi due siti potrebbe essere associata, in particolare a CAB, alla maggiore altitudine dei popolamenti, che nei Monti della Laga supera anche i 1400-1500 m slm. Alla Laga e alla Verna, correlazioni negative elevate sono state registrate anche con le Tmax di agosto e settembre dell'anno precedente la formazione dell'anello (t-1). Tale relazione è stata registrata anche in altre stazioni appenniniche (Gambetti et al., 2000), (Gallucci, 2009), ma soprattutto nel centro Europa (Rolland, 1993; Rolland et al., 1999) e nei Pirenei (Macias et al., 2006; Tardif et al., 2003). Condizioni di macrotermiche a fine estate possono determinare un aumento di traspirazione che, se associato a carenze idriche, limita la formazione di metaboliti di riserva utili alla successiva ripresa vegetativa, utilizzati invece per completare l'accrescimento dell'anno in corso. Nelle specie a foglia persistente (come in quelle decidue con predeterminazione della formazione dei getti) è frequente la presenza di effetti autocorrelati nell'anno di formazione dell'anello (t) e in quello precedente (t-1). L'Abete bianco dimostra una notevole sensibilità alle temperature estive che si esplica in modo differente nelle diverse stazioni anche in relazione all'andamento climatico stagionale. Dove l'effetto delle Tmax estive è poco evidente in t, risulta solitamente maggiore nella tarda estate dell'anno t-1; ciò fa ipotizzare che ci siano sufficienti risorse e condizioni idonee per completare l'accrescimento dell'anno ma questo avviene a scapito delle riserve utili per l'anno successivo.

Peraltro la temperatura massima ha anche un effetto positivo sull'accrescimento dell'Abete bianco nei mesi invernali (novembre-dicembre t-1) e tardo invernali-primaverili (febbraio-aprile) evidenziando la tendenziale oceanicità della specie in Appennino e la sua sensibilità a condizioni microtermiche. La correlazione significativa con il mese di febbraio a Camaldoli, Verna e Pigelleto indica la preferenza della specie per inverni non troppo rigidi, come riportato in altre stazioni dell'Appennino centrale (Gambetti et al., 2000; Manetti and Cutini, 2006) e meridionale (Gallucci, 2009; Gentilesca and Todaro, 2008; Romagnoli and Schirone, 1992; Santini and Martinelli, 1991). Questo effetto non si registra invece nei siti marchigiani, dove le condizioni climatiche più severe potrebbero aver determinato un maggiore adattamento dell'abete a condizioni microtermiche, con conseguente minor rischio di danni da gelo rispetto alle abetine del versante tirrenico, più adattate a condizioni climatiche più miti.

Nelle stazioni di Fonte Abeti e Verna l'effetto termico positivo si registra in aprile, mettendo in evidenza una maggiore sensibilità alle gelate tardive. Come osservato in altri siti appenninici (Ciampi, 1954; Manetti and Cutini, 2006; Santini and Martinelli, 1991), l'aumento delle temperature primaverili può favorire lo scioglimento della neve e anticipare la ripresa vegetativa allungando il periodo di formazione dell'anello.

A Colle dell'Abete il comportamento dell'Abete bianco diverge e si diversifica nei contingenti degli individui vecchi e giovani, che occupano posizioni sociali distinte, rispettivamente dominante-codominante e intermedio. È opportuno ricordare che a CAB l'Abete bianco soffre una eccessiva copertura da parte del ceduo di Faggio, e quasi mai riesce ad emergere nel piano dominante. Le correlazioni con le temperature medie (Tmed) confermano le risposte ottenute con Tmax., mentre le temperature minime (Tmin) hanno un ruolo globalmente meno significativo sull'accrescimento dell'Abete bianco confermando in generale i risultati precedenti. In conclusione i profili delle correlazioni con le temperature

evidenziano che le differenze di sensitività sono dovute alla diversità climatica tra i due versanti dell'Appennino e a fattori stazionali. Ciò è particolarmente evidente sia a Colle dell'Abete che a Fonte Abeti. Nel primo caso gli individui giovani e sottoposti beneficiano della copertura del Faggio, ma a scapito della disponibilità di luce e della stessa sopravvivenza, mentre i vetusti e i dominanti sono più esposti e sensibili ai fattori meteorologici. Nel secondo caso la diversità di versante (Nord e Sud) delle due cenosi enfatizza alcune delle risposte dell'abete.

L'effetto delle precipitazioni sull'accrescimento radiale dell'Abete bianco è particolarmente significativo e di segno positivo in quasi tutti i siti, soprattutto nel periodo estivo (e primaverile) (Tab. 5.2). Fa eccezione Colle dell'Abete, dove il regime pluviometrico estivo e la maggiore altitudine diminuiscono la sensitività a tale fattore. Si conferma il carattere oceanico dell'Abete bianco e il suo scarso gradimento per estati calde e siccitose. Le correlazioni estive si osservano sia nell'anno di formazione dell'anello (t) sia in quello precedente ($t-1$), con alcune differenze inter ed intra -stazionali, evidenziando il carattere autocorrelato dell'influenza climatica, tipico soprattutto delle conifere sempreverdi.

	Prec	FAB1	FAB2	CAM	VRN	PGL	CABy	CABo
t-1	MAY		3.43	2.87	3.26			
	JUN	2.35			3.93			
	JUL	2.39						
	AUG			2.74	2.84			
	SEP							
	OCT							
	NOV							
	DEC							
t	Jan	-3.02						
	Feb							
	Mar			2.38				
	Apr							
	May					2.62		
	Jun							
	Jul	2.41	3.14			2.10		
	Aug	2.63	2.86	2.12				
	Sep							
	Oct							
	Nov					2.07		
	Dec					2.42	2.39	

Tab. 5.2 – Profilo delle correlazioni tra accrescimento e precipitazioni totali mensili espresse con il coefficiente di correlazione standardizzato (r/s). In rosa le risposte negative ed in azzurro quelle positive, l'intensità cromatica distingue la significatività statistica del 95% (colore più chiaro $r/s \leq -1.96$ e $\geq +1.96$) da quella del 99% (colore più scuro $r/s \leq -2.38$ e $\geq +2.38$).

Un buon apporto idrico estivo consente infatti sia una regolare formazione dell'anello, sia di garantire riserve per l'attività vegetativa dell'anno successivo. L'aumento di piovosità nei

mesi estivi (t) favorisce l'accrescimento radiale a Fonte Abeti, Camaldoli e Pigelleto: nel sito marchigiano, in entrambi i versanti (FAB1 e FAB2) si registrano valori di correlazione significativa a luglio ed agosto, a PGL a maggio e luglio e a CAM soltanto ad agosto. Tali differenze non sono facilmente interpretabili, ma possono ricondursi anche a differenze nei caratteri stazionali. Per esempio l'assenza di segnale nel sito VRN è riconducibile a condizioni stazionali più mesofile in cenosi a composizione mista e struttura disetanea, più idonea all'Abete bianco. Anche i migliori caratteri dei suoli e la minore pendenza presenti a Camaldoli potrebbero garantire una maggiore capacità di trattenuta dell'acqua al suolo e quindi una minore sensibilità dell'abete a periodi siccitosi.

La risposta anticipata dell'Abete bianco a PGL potrebbe essere dovuta anche all'ubicazione del sito al limite altimetrico inferiore per la specie, maggiormente predisposta già nella prima parte dell'estate a condizioni di deficit idrico. La disponibilità di acqua nel mese di maggio è funzionale sia alla ripresa dell'attività cambiale sia alla costituzione di riserve per i mesi successivi, in un sito di bassa quota dove le precipitazioni possono essere ridotte nei mesi successivi. Questo comportamento è stato osservato anche per l'abete di Serra S. Bruno (Santini and Martinelli, 1991) e Vallombrosa (Corona, 1983), nonché delle Alpi francesi (Rolland, 1993; Rolland et al., 1999), tutti siti con alcune limitazioni pluviometriche. La mancata risposta alle precipitazioni di agosto può essere giustificabile con il fatto che entro luglio viene completato circa il 70% dell'incremento radiale (Corona, 1983). L'aumento delle precipitazioni ha un effetto positivo sull'accrescimento anche nel periodo estivo t-1, come osservato in letteratura: a Ceppo (TE), ad Abeti Soprani (IS) (Gallucci, 2009), a Campigna e Abetone (Gambetti et al., 2000), ma anche nei Pirenei (Guehl and Aussenac, 1987; Tardif et al., 2003) e nella Savoia (Desplanque et al., 1998). A CAM la correlazione positiva con le precipitazioni di marzo, rilevata anche a Serra S. Bruno (Santini & Martinelli, 1991), non è di semplice interpretazione, perché a differenza del sito calabrese, Camaldoli non è una stazione con carattere xerofilo. Si potrebbe ipotizzare, nel caso di precipitazioni nevose, una più efficace ricarica idrica del suolo garantendo una maggiore disponibilità di acqua per il successivo inizio dell'attività cambiale, oltre che l'eventuale protezione dal rischio di danni da gelo agli apparati radicali.

In controtendenza è l'unica correlazione negativa, registrata tra precipitazioni di gennaio e accrescimento nel versante sud a Fonte Abeti (FAB1): un aumento di precipitazioni, anche a carattere nevoso, potrebbe determinare fenomeni di idromorfismo, con sofferenza radicale e riduzione dell'efficienza alla ripresa vegetativa. Il fenomeno non si verifica infatti nel versante con la maggiore pendenza (FAB2), dove si riduce il tempo di permanenza della neve al suolo e aumenta lo scorrimento superficiale.

6. Conclusioni

Uno studio sulla sensibilità climatica dell'Abete bianco in Italia (Carrer et al., 2010) evidenzia che a fronte di un aumento previsto della temperatura atmosferica l'Abete bianco dell'appennino centro-meridionale (dall'Abruzzo alla Calabria), a differenza dell'abete alpino, appare meno sensibile, in termini di accrescimento radiale, agli effetti limitanti di temperatura e/o precipitazioni. Non è chiaro se ciò dipenda dalla diversità climatica delle

aree alpine e appenniniche, dalla migliore efficienza nell'uso dell'acqua dovuto all'aumento della concentrazione di anidride carbonica o dalla maggiore valenza adattativa dei genotipi meridionali di Abete bianco.

Anche a Fonte Abeti la sensibilità al regime termo-pluviometrico estivo dell'Abete bianco è cambiata nel corso dell'ultimo secolo con un interessamento anche dei mesi autunnali (Gallucci e Urbinati, 2010). Tutte le variazioni sono collocabili nel secondo cinquantennio di osservazione, evidenziando la possibilità di un rapido cambiamento di comportamento messo in atto dall'abete. La diminuzione e/o la perdita di significatività delle temperature e delle precipitazioni in corrispondenza dei mesi critici per la formazione dell'anello farebbe ipotizzare una sorta di adattamento a condizioni più xero-termiche dell'abete, in risposta al riscaldamento climatico in atto a scala locale e globale. Ciò sarebbe in linea con quanto emerso da una ricostruzione paleoecologica dell'areale geografico della specie (Tinner et al. 2013), che non dovrebbe ridursi, a prescindere dall'efficienza migratoria, se contenuto entro i limiti di un aumento di 5-7° C delle temperature estive e la presenza di 700-800 mm annui di pioggia. Secondo gli stessi autori fra le cause prevalenti di regressione della specie vi sarebbe anche l'impatto antropico plurimillenario.

ANNA DE ROGATIS
PIERO BELLETTI
SILVIA CARNEVALE
DIANA FERRAZINI

Aspetti genetici adattativi dell'Abete bianco nei territori di progetto

Introduzione

Gli studi della variabilità genetica e della struttura genetica delle popolazioni di una specie consente di conoscere la ricchezza e la distribuzione della diversità genetica sul territorio e di comprenderne la capacità adattativa. Sulla base di queste informazioni è possibile adottare strategie dinamiche di gestione, di conservazione e di valorizzazione delle risorse genetiche. Le analisi genetiche sono state fatte con microsatelliti nucleari e cloroplastici.

Materiali e Metodi

Le indagini sono state fatte con 7 nSSR, microsatelliti nucleari, SF1, SFB4, SFG6, SF78, SF333, SFB5, SF324, scelti in letteratura (Cremer et al. 2006) per il loro alto grado di polimorfismo. Per le amplificazioni PCR sono stati utilizzati i protocolli degli stessi autori sopra citati, modificati. Gli amplificati sono stati analizzati una parte con sequenziatore Applied Biosystems 310 Genetic Analyzer (Life Technology), e una parte ABI Prisma 3730xl Genetic Analyzer dell'Istituto di Genomica Applicata (IGA) di Udine. I dati sono poi stati letti con software GeneMapper 4.1 (Life Technology).

Per ogni parcella sono stati calcolati i differenti parametri genetici (GENALEX 6.1 Peakall et al., 2006), la ricchezza allelica (FStat v. 2.9.3.2, 2002; Goudet 1995), il grado di variabilità allelica e diversità genetica (Na, Ho, He, indice F di fissazione). I coefficiente di *inbreeding* Fis, Fst e Fit, secondo la statistica di Wright, e l'AMOVA per valutare il livello di parentela (*inbreeding*) e le componenti della varianza. Sono state inoltre calcolate le distanze genetiche (NTSYSpc 2.10, Rohlf, 2001), sulla base di questi valori è stato ottenuto

il dendrogramma UPGMA (*Unweighted pair-Group method using arithmetic means*) (Sneath *et al.*, 1973), che raffigura graficamente le relazioni esistenti fra le piante analizzate.

RISULTATI

La Verna

Nell'area di La Verna è stato fatto un campionamento di due esposizioni diverse, definite A e B. Come si può vedere nella Tabella 1, confrontando le piante, nell'area di La Verna viene evidenziata una discreta ricchezza (dati medi per adulte e rinnovazione rispettivamente di Na 9 e 10, Ne 4,76 e 5, 6 e ricchezza allelica 4,934) e una diversità genica He discreta, l'eterozigosità osservata Ho è di poco inferiore a quella attesa nella rinnovazione, ma quasi corrispondente nelle piante adulte. Dai valori dell'indice di fissazione F, positivi nella media, eccetto che nei locus SFG6 e SF324, risulta una deficienza di eterozigosità, quindi inbreeding, soprattutto nella rinnovazione. I valori di χ^2 indicano che la popolazione si discosta dall'equilibrio di Hardy Weinberg, infatti sono altamente significativi i valori P. Le frequenze alleliche e genotipiche tra le generazioni secondo il nostro campione non si mantengono costanti tra le generazioni e la rinnovazione mostra una perdita di variabilità.

SSR locus	N	Na	Ne	Ho	He	χ^2	P	F
SF1	65	6	4,23	0,60	0,76	71,76	***	0,21
	75	5	2,62	0,57	0,62	74,92		0,07
SF b4	65	10	5,83	0,75	0,83	54,29	NS	0,09
	75	11	7,80	0,64	0,87	123,69	***	0,27
SF g6	65	5	3,00	0,71	0,67	102,42	***	-0,06
	75	6	3,09	0,63	0,68	65,66		0,07
SF 78	65	22	6,89	0,78	0,85	418,39	***	0,08
	75	22	12,92	0,76	0,92	294,26	**	0,18
SF 333	65	8	5,60	0,58	0,82	110,36	***	0,29
	75	9	5,30	0,32	0,81	258,71		0,61
SF b5	65	10	5,14	0,74	0,80	186,23	***	0,08
	75	13	5,34	0,61	0,81	187,56		0,24
SF 324	65	5	2,68	0,78	0,63	92,40	***	-0,25
	75	5	2,20	0,72	0,54	100,97		-0,32
Adulte	65	9	4,767	0,708	0,767			0,064
Rinnov	75	10	5,610	0,608	0,751			0,160
MEAN	140	10	5,188	0,658	0,759			0,112

Tab. 1 - LA VERNA – Confronto tra Adulte (in alto) e Rinnovazione (in basso) - Numero piante (N), Numero totale di alleli per locus (na), numero effettivo di alleli per locus (ne) eterozigosi osservata (Ho), eterozigosi aspettata (He), Hardy-Weinberg test (χ^2 Chi quadro), P significatività *** P-value: <0.001, ** P-value: <0.01, * P-value: <0.05, ND= no deviazione, NS= non signific. Indice di Fissazione (F) (GenALEX).

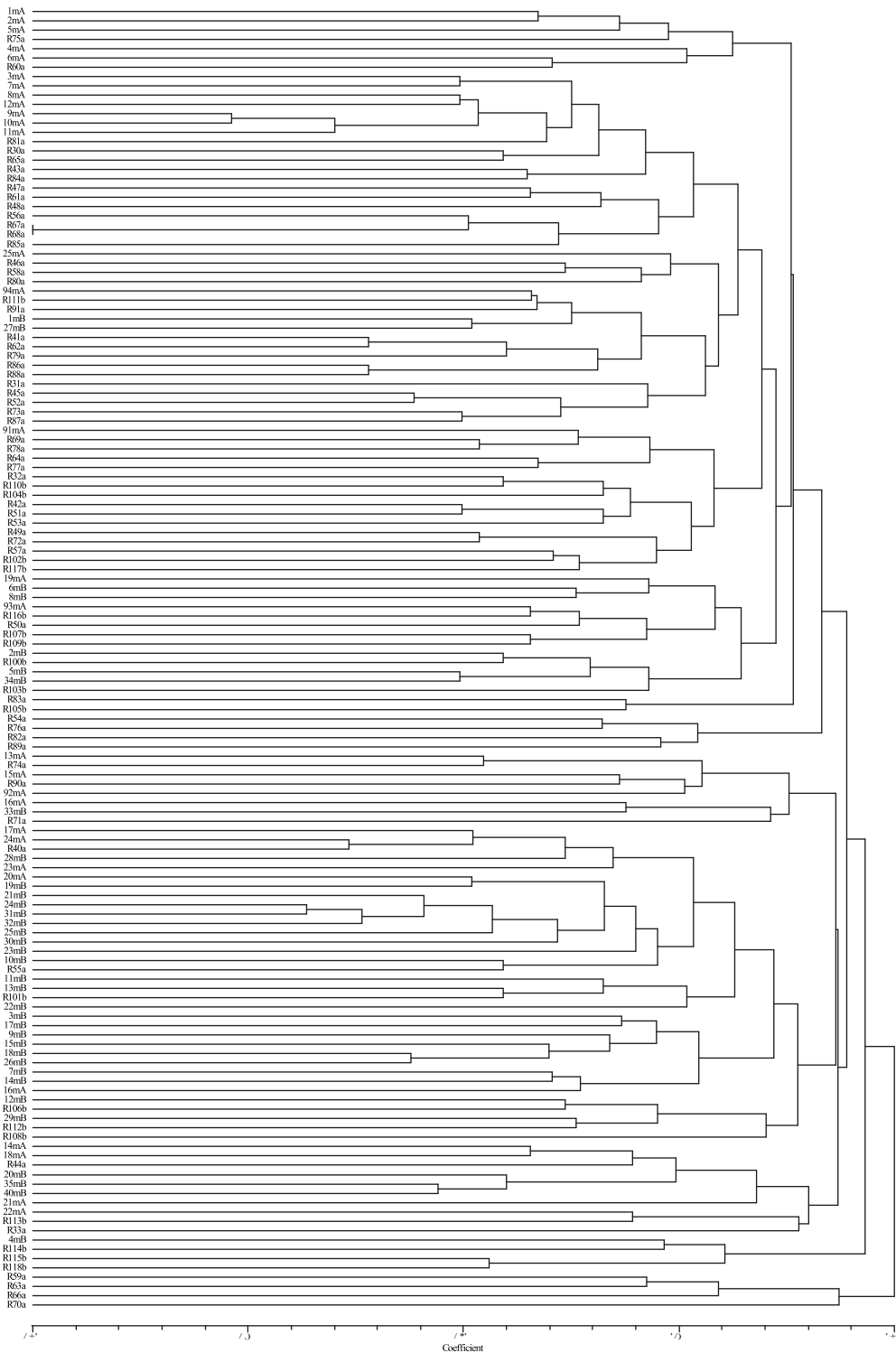


Fig 1 - LA VERNA - Dendrogramma dell'intera popolazione.

Nel dendrogramma si evidenziano una notevole distanza genetica tra le piante e quattro grandi cluster, non ben definiti, confermando l'elevata variabilità intra-popolazione. Non si notano relazioni genetiche strette tra piante adulte e la rinnovazione sottostante, e non corrispondono a disposizione spaziale (dati non riportati). Tuttavia si evidenzia una certa relazione genetica tra le adulte e la rinnovazione delle due differenti esposizioni, salvo il primo gruppo di adulte della area A che rimane isolato. Nella Figura 2 si può osservare la distribuzione, già evidenziata nel dendrogramma, della distanza genetica tra le piante e tra le adulte (in legenda Madri) e la rinnovazione (Rinnov) e una notevole distanza tra le piante delle due esposizioni diverse.

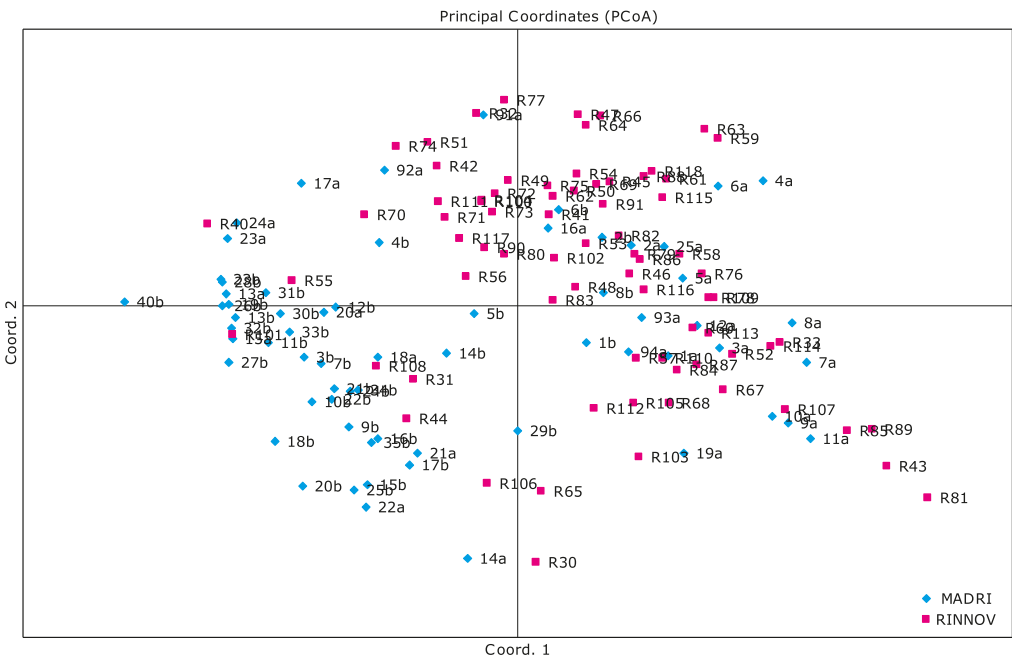


Fig. 2 – Analisi delle Coordinate principali – La Verna.

Nella Tabella 2 sono riportati i coefficiente di *inbreeding* F_{is} , F_{st} e F_{it} , secondo la statistica di Wright, che misurano il livello di parentela degli individui rispetto alla sub-popolazione cui appartengono, e al totale della popolazione. Viene evidenziata l'elevata variabilità tra individui ma non tra le popolazioni (adulte e rinnovazione). Così come l'analisi della varianza molecolare AMOVA (Tabella 3), che valuta la ripartizione della diversità genetica *inter* ed *intra* popolazione, conferma la bassa variabilità tra piante adulte e rinnovazione. Questo rafforza e convalida l'ipotesi che la rinnovazione sia naturale.

SSR locus	F _{is}	F _{it}	F _{st}
SF1	0,151	0,212	0,071
SF b4	0,180	0,185	0,006
SF g6	0,007	0,014	0,007
SF 78	0,131	0,148	0,019
SF 333	0,446	0,447	0,002
SF b5	0,165	0,167	0,003
SF 324	-0,283	-0,273	0,009
MEAN	0,114	0,129	0,017

Tab. 2 – LA VERNA - Confronto tra Pianta adulte e Pianta rinnovazione. Statistica di Wright sulle componenti di variabilità genetica. Coefficienti di *inbreeding* F_{is}, F_{st} e F_{it}, che misurano l'*inbreeding* (livello di parentela) degli individui rispetto alla subpopolazione cui appartengono, alle diverse popolazioni e al totale delle popolazioni F_{is} = componente di variabilità tra individui relativa alle sub-pop, F_{it}= componente della variabilità tra individui relativa al totale pop, F_{st}= componente di variabilità tra sub-pop relativa al tot

Fonti di variazione	GL	SS	MS	Est. Var	%
Tra popolazioni	1	24,954	24,954	0,270	4%
Entro popolazione	138	845,617	6,128	6,128	96%
Totale	139	870,571		6,398	100%

Tab. 3 – LA VERNA - Confronto tra Pianta adulte e Pianta rinnovazione - ANOVA. GL= (gradi di libertà. SS= somma degli scarti al quadrato – devianza, MS = media degli scarti al quadrato – varianza , Est. Var

Inoltre sono state studiate le relazioni tra le età delle piante definite adulte (piano dominante) e quelle della rinnovazione (piano dominato). Alcune piante campionate come adulte hanno la stessa età di alcune campionate come rinnovazione, soprattutto nella parcella di La Verna A (dati non mostrati). Quindi una parte della rinnovazione, rimasta nel piano dominato, è coetanea di un gruppo di piante adulte del piano dominante.

Per comprendere le relazioni genetiche tra le piante della rinnovazione e delle adulte, sono state raggruppate per classi di età per classi di età (Figura 3).

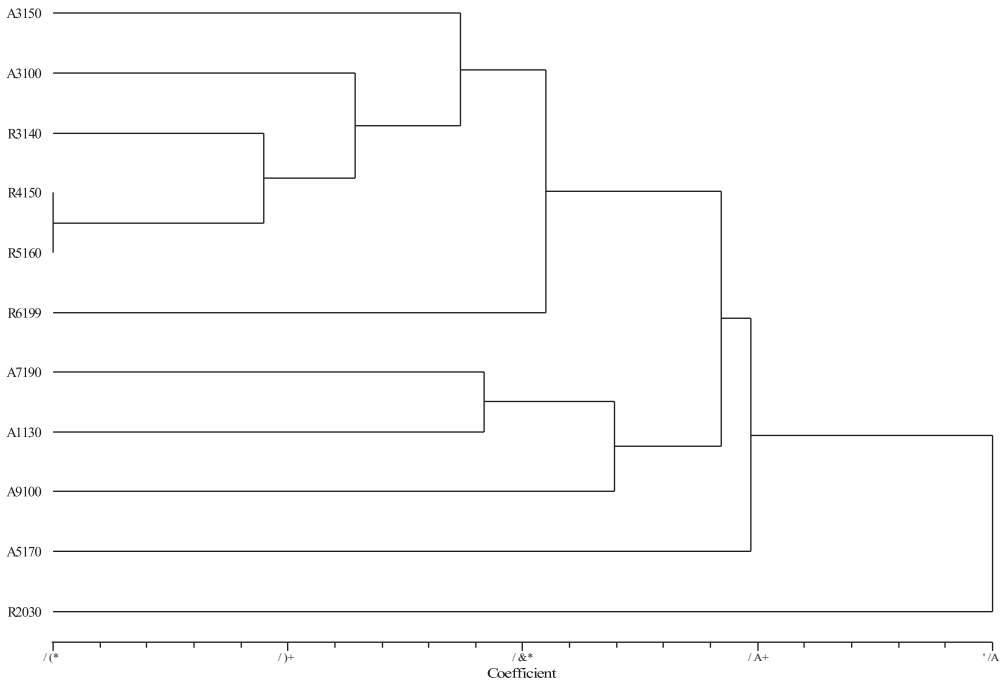


Fig. 3 – Dendrogramma - La Verna – Relazione tra classi di età della rinnovazione e classi di età delle adulte. Legenda: A = adulte, classi = 31-50 (A3150); 51-70 (A5170); 71-90 (A7190); 91-100 (A9100); 110-130 (A1130); > 131 (A3100) - R = rinnov, classi = 20-30 (R2030); 31-40 (R3140); 41-50 (R4150); 51-60 (R5160); >61 (R6199).

Si può osservare maggiore vicinanza genetica delle piante adulte comprese tra i 30 e i 50 anni e quelle al di sopra dei 130 anni con la rinnovazione compresa tra i 30 e i 60 anni o anche di età comprese 61 e 99 anni. Le adulte delle classi di età 30-50 anni si ipotizza che possano essere le coetanee che hanno avuto modo di svilupparsi ed entrare nel piano dominante. Quelle al di sopra di 130 anni potrebbero rappresentare i genitori. Le altre classi di età del piano dominante sono geneticamente più vicine tra loro ed eventualmente con la rinnovazione tra 20 e 30 anni. Questo era evidente anche nella PCoA.

Pigelleto

Nell'area di Pigelleto (Tabella 4), nel confronto tra adulte e rinnovazione, viene evidenziata una discreta ricchezza (dati medi per adulte e rinnovazione rispettivamente di Na 8 per entrambe, Ne 4,51 e 4,72 e ricchezza allelica 5,139) e una diversità genica He discreta, l'eterozigotità osservata Ho è comunque inferiore a quella attesa. I valori dell'indice di fissazione F, positivi nella media, eccetto che nei locus SFG6, e SF1, SF324 per la sola rinnovazione, mostrano che c'è una deficienza di eterozigotità, quindi inbreeding. I valori

di χ^2 indicano che la popolazione si discosta dall'equilibrio di Hardy Weinberg infatti il P value è significativo o altamente significativo. In questa area tuttavia la diversità genetica nelle piante adulte e nella rinnovazione mantiene gli stessi andamenti e nell'insieme risulta esserci una perdita di eterozigosità nelle generazioni successive meno elevata che nella Verna.

SSR locus	N	Na	Ne	Ho	He	χ^2	P	F
SF1	26	5	3,77	0,69	0,73	38,66	***	0,06
	46	4	1,75	0,50	0,43	51,42		-0,17
SF b4	26	9	3,09	0,65	0,68	67,73	**	0,03
	46	11	6,56	0,85	0,85	79,46	*	0,00
SF g6	26	4	2,40	0,81	0,58	21,55	**	-0,38
	46	4	2,75	0,80	0,64	23,17	***	-0,26
SF 78	26	18	10,99	0,88	0,91	162,06	Ns	0,03
	46	15	10,45	0,83	0,90	99,40		0,09
SF 333	26	6	3,93	0,35	0,75	48,33	***	0,54
	46	6	4,75	0,41	0,79	107,65		0,48
SF b5	26	9	4,73	0,61	0,79	107,75	***	0,22
	46	10	4,48	0,56	0,78	77,15	**	0,27
SF 324	26	5	2,69	0,69	0,63	36,74	***	-0,10
	46	5	2,28	0,52	0,56	53,88		0,07
Adulte	26	8	4,51	0,670	0,724			0,055
	46							
Rinnov	26	8	4,72	0,640	0,715			0,068
	46							
MEAN	36	8	4,616	0,655	0,715			0,061

Tab. 4 - PIGELLETO - Confronto tra Piante Adulte e Rinnovazione – Numero delle piante analizzate (N), Numero totale di alleli per locus (na), numero effettivo di alleli per locus (ne), eterozigosità osservata (Ho), eterozigosità attesa (He), Hardy-Weinberg test (χ^2 Chi quadro), P significatività *** P-value: <0.001, ** P-value: <0.01, * P-value: <0.05, ND= no deviazione, NS= no signific. Indice di Fissazione (F) (GenAEx). I primi valori sono gli adulti, i secondi la rinnovazione (GenAEx).

Nel dendrogramma di figura 4 viene mostrata la distanza genetica tra le piante, dove al più si possono individuare due grandi cluster, ma non ben definiti. È possibile individuare relazioni genetiche di gruppi di rinnovazioni con le adulte, anche se per lo più non corrispondono a una distribuzione spaziale. Nella Figura 5 dell'Analisi delle Coordinate Principali si può notare visivamente la distribuzione, già evidenziata nel dendrogramma, della distanza genetica tra le piante e tra le adulte (in legenda Madri) e la rinnovazione (Rinnov). Si evidenziano i due cluster molto distanti tra di loro.

Dai coefficienti F di Wright, tabella 5, viene confermata che la componente della variabilità maggiormente significativa è quella individuale nella popolazione, mentre tra le piante adulte e la rinnovazione la variabilità è bassa. In questo sito alcuni locus indicano un eccesso di eterozis (valori negativi).

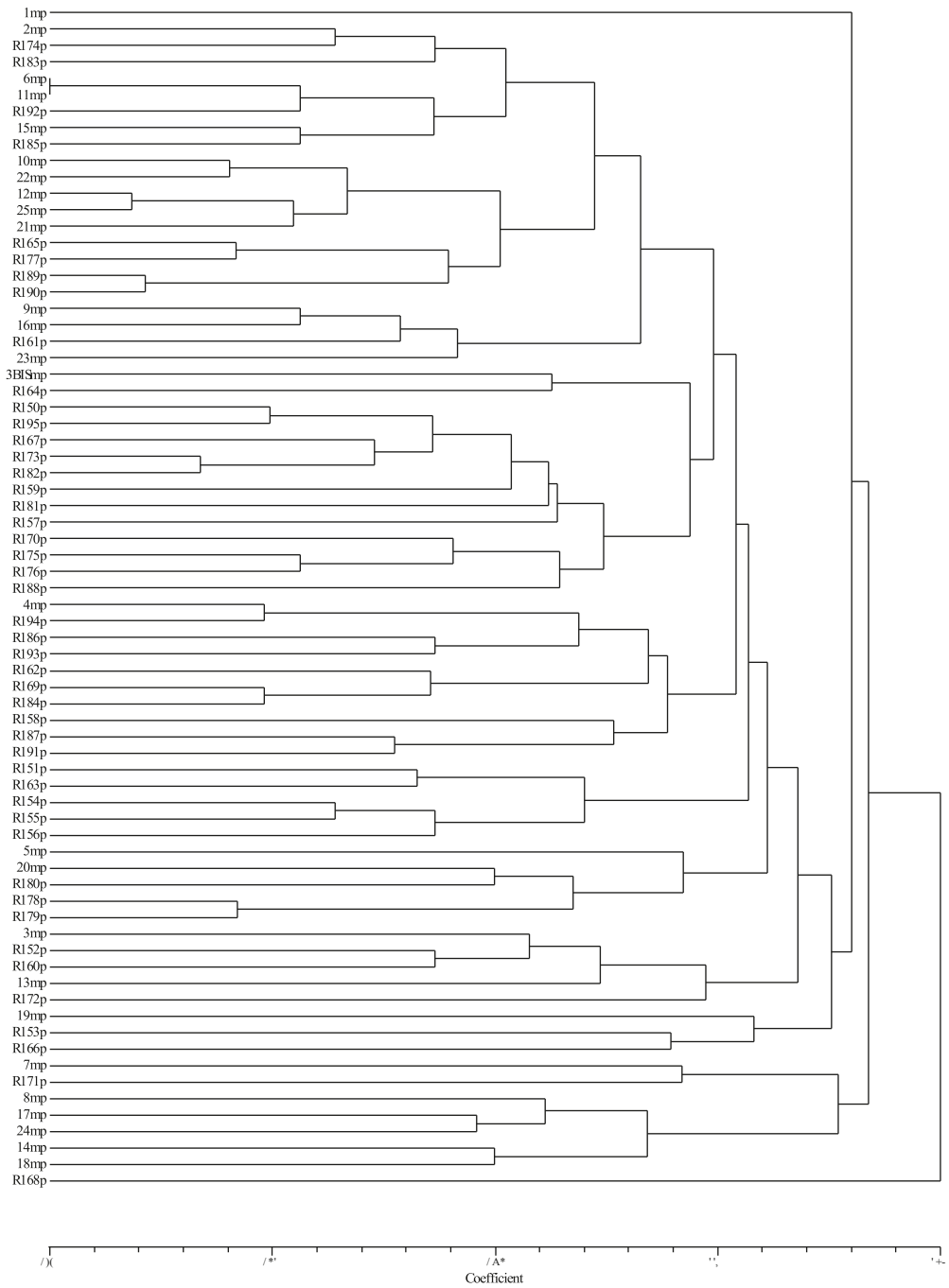


Fig 4 – PIGELLETO – Dendrogramma intera popolazione

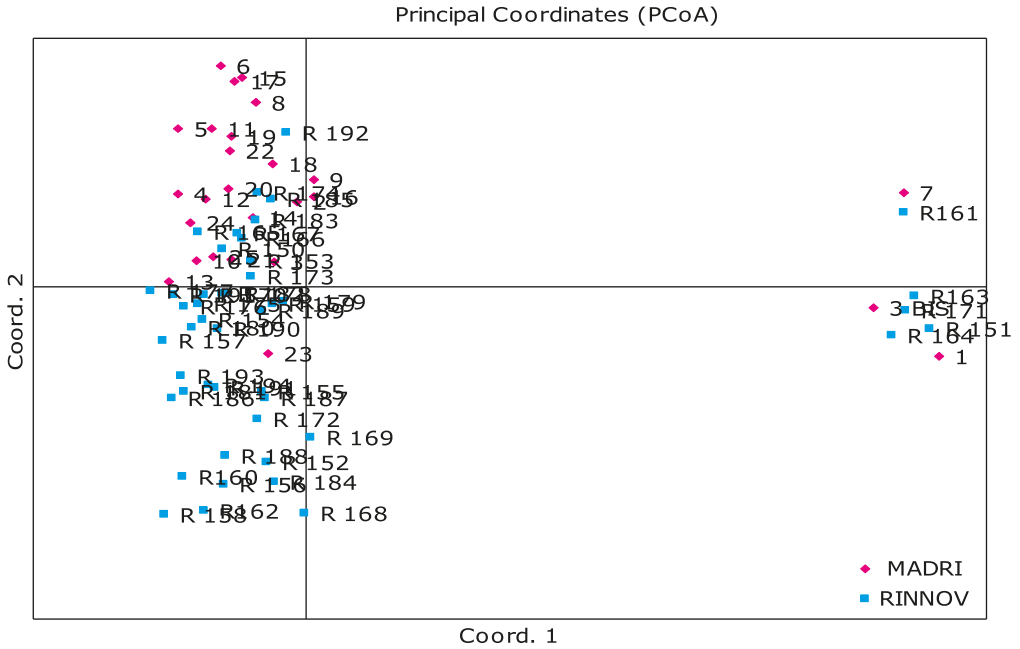


Fig. 5 – Analisi delle Coordinate Principali- Pigelleto.

locus	F _{is}	Fit	F _{st}
SF1	-0,026	0,061	0,084
SF b4	0,014	0,057	0,043
SF g6	-0,321	-0,266	0,042
SF 78	0,057	0,065	0,009
SF 333	0,505	0,511	0,011
SF b5	0,246	0,252	0,009
SF 324	-0,020	-0,011	0,009
MEAN	0,065	0,095	0,029

Tab. 5 - PIGELLETO- Confronto tra Piante adulte e Piante rinnovazione. Statistica di Wright sulle componenti di variabilità genetica. Coefficienti di *inbreeding* F_{is}, F_{st} e Fit, che misurano l'*inbreeding* (livello di parentela) degli individui rispetto alla subpopolazione cui appartengono, alle diverse popolazioni e al totale delle popolazioni F_{is} = componente di variabilità tra individui relativa alle sub-pop, Fit= componente della variabilità tra individui relativa al totale pop, F_{st}= componente di variabilità tra sub-pop relativa al tot

L'analisi dell'AMOVA, Tabella 6, conferma che la componente della varianza maggiormente significativa è quella tra gli individui, intra-popolazione. Tuttavia la componente di variabilità tra le adulte e rinnovazione è più alta rispetto a La Verna.

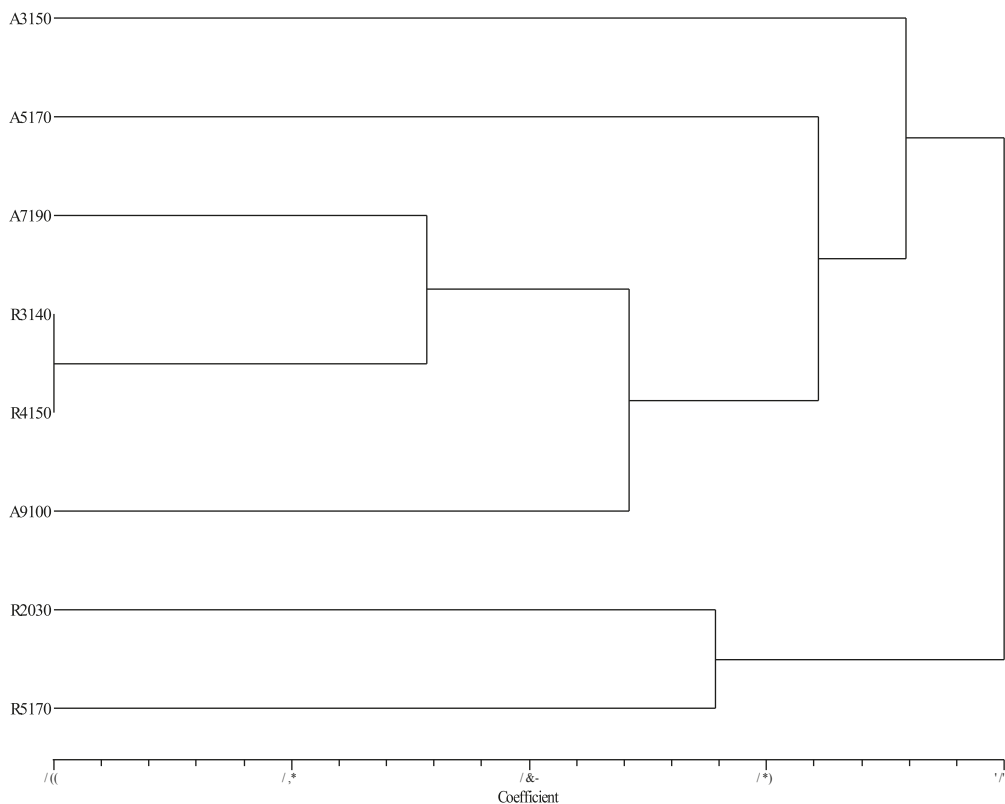


Fig. 6 — Dendrogramma di Pigelleto – Relazione tra classi di età della rinnovazione e classi di età delle adulte. Legenda: A = adulte, classi = 31-50 (A3150); 51-70 (A5170); 71-90 (A7190); >91 (A9100) - R = rinnov, classi = 20-30 (R2030); 31-40 (R3140); 41-50 (R4150); 51-70 (R5170).

Fonti di variazione	GL	SS	MS	Est. Var.	%
Tra popolazioni	1	19,036	19,036	0,405	7%
Entro popolazione	70	390,298	5,576	5,576	93%
Totale	71	409,333		5,981	100%

Tab. 6 – PIGELLETO - Confronto tra Piante adulte e Piante rinnovazione - AMOVA. GL= (gradi di libertà. SS= somma degli scarti al quadrato – devianza, MS = media degli scarti al quadrato – varianza.

Inoltre sono state studiate le relazioni tra le età delle piante definite adulte (piano dominante) e quelle della rinnovazione (piano dominato). Anche nel Pigelleto alcune piante che fanno parte del gruppo delle adulte hanno la stessa età (stessa classe di età) di alcune di quelle della rinnovazione (dati non mostrati). Quindi la rinnovazione è formata in parte da un piano dominato coetaneo di una parte del piano dominante.

Nella Figura 6 si può osservare maggiore vicinanza genetica delle piante adulte, e che quindi si potrebbero supporre genitori, comprese tra i 70 e i 90 anni e quelle al di sopra dei 90 anni, con la rinnovazione compresa tra i 30 e i 50 anni. Inoltre si evidenzia vicin-

nanza tra la rinnovazione di 20-30 anni e la rinnovazione di tra i 51 e i 70 anni. Si può quindi supporre che le più giovani potrebbero essere state prodotte proprio da quel gruppo di piante della rinnovazione, che si trovano in un piano dominato ma che hanno in realtà la medesima età delle adulte del piano dominante.

Bocca Trabaria

Nell'area di Bocca Trabaria la rinnovazione è assente ed è stato fatto uno studio delle piante adulte, campionate in due zone diverse, una alta siglata con BT e l'altra bassa siglata con RTR.

I risultati (Tabella 7) evidenziano una discreta ricchezza allelica (dati medi per adulte Na 10, Ne 6,889 e ricchezza allelica 4.495) e una diversità genica He elevata, tuttavia l'eterozigosità osservata Ho è minore di quella attesa. I valori dell'indice di fissazione F sempre positivi, eccetto che nel locus SF1, sono elevati e indicano una deficienza di eterozigosità, quindi inbreeding. I valori di χ^2 indicano che la popolazione si discosta dall'equilibrio di Hardy Weinberg infatti il P value è altamente significativo.

SSR locus	N	Na	Ne	Ho	He	χ^2	P	F
SF1	47	5	3,79	0,74	0,74	56,58	***	-0,01
SF b4	47	15	8,11	0,83	0,88	128,35	NS	0,05
SF g6	47	6	4,06	0,50	0,75	91,57	***	0,34
SF 78	47	22	14,25	0,74	0,93	358,95	***	0,20
SF 333	47	10	6,54	0,57	0,85	79,09	**	0,32
SF b5	47	11	8,24	0,74	0,88	137,13	***	0,15
SF 324	47	4	3,24	0,55	0,69	44,85	***	0,20
MEAN	47	10	6,889	0,670	0,816			0,179

Tab. 7 - BOCCA TRABARIA - Numero totale di alleli per locus (na), numero effettivo di alleli per locus (ne), eterozigosi osservata (Ho), eterozigosi aspettata (He), Hardy-Weinberg test (χ^2 Chi quadro), P significatività *** P-value: <0.001, ** P-value: <0.01, * P-value: <0.05, ND= no deviazione, NS= non signific. Indice di Fissazione (F) (GenALEx).

Nel dendrogramma, figura 7, si evidenzia anche in questo sito una notevole distanza genetica tra le piante, eccetto tra RTR05 e RTR12 che appaiono geneticamente vicine. Si evidenziano 4 cluster abbastanza definiti. È stato evidenziato che le piante delle due zone, zona alta siglata con BT e zona bassa siglata con RTR, risultano differenziate tra di loro.

Confronto tra le 3 popolazioni

Infine sono stati confrontati i 3 siti tra di loro per individuare l'eventuale vicinanza genetica. Come si può vedere dall'Analisi delle Coordinate Principali, figura 8 e dal dendrogramma di figura 9 Bocca Trabaria si discosta notevolmente dalle altre due popolazioni

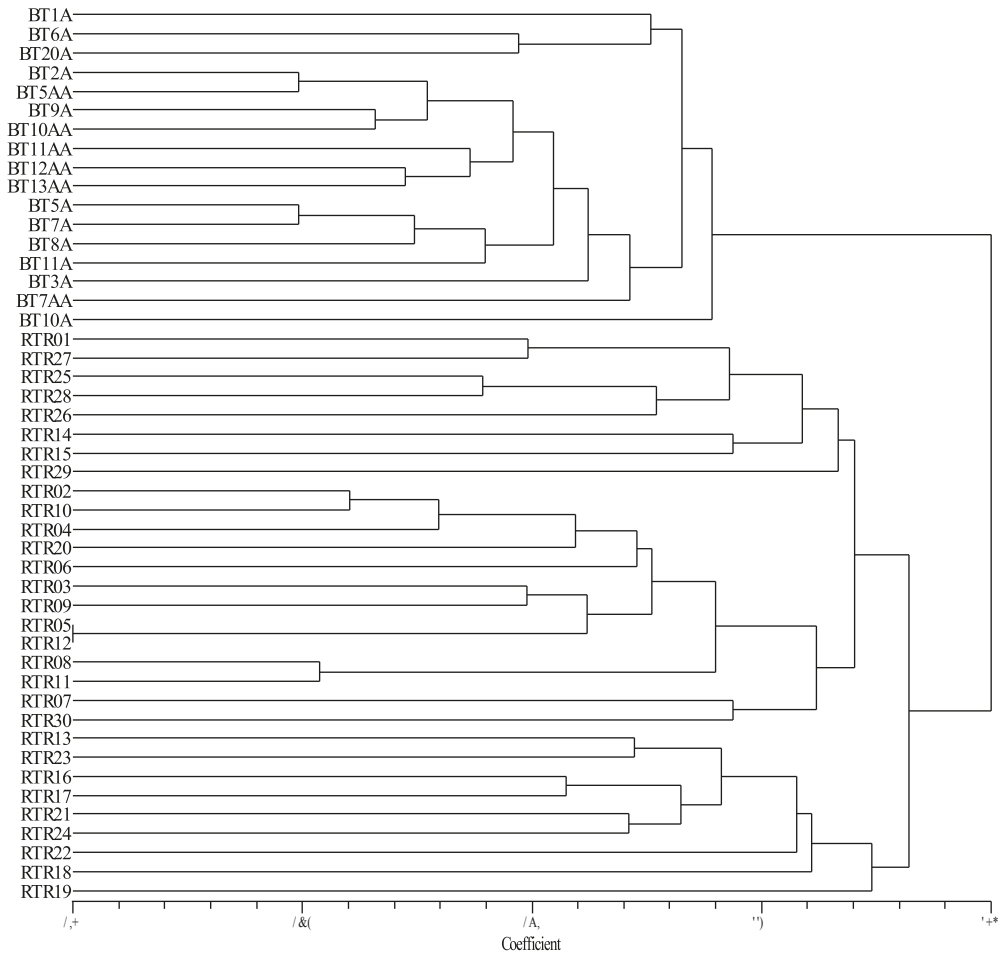


Fig 7 – BOCCA TRABARIA – Dendrogramma intera popolazione

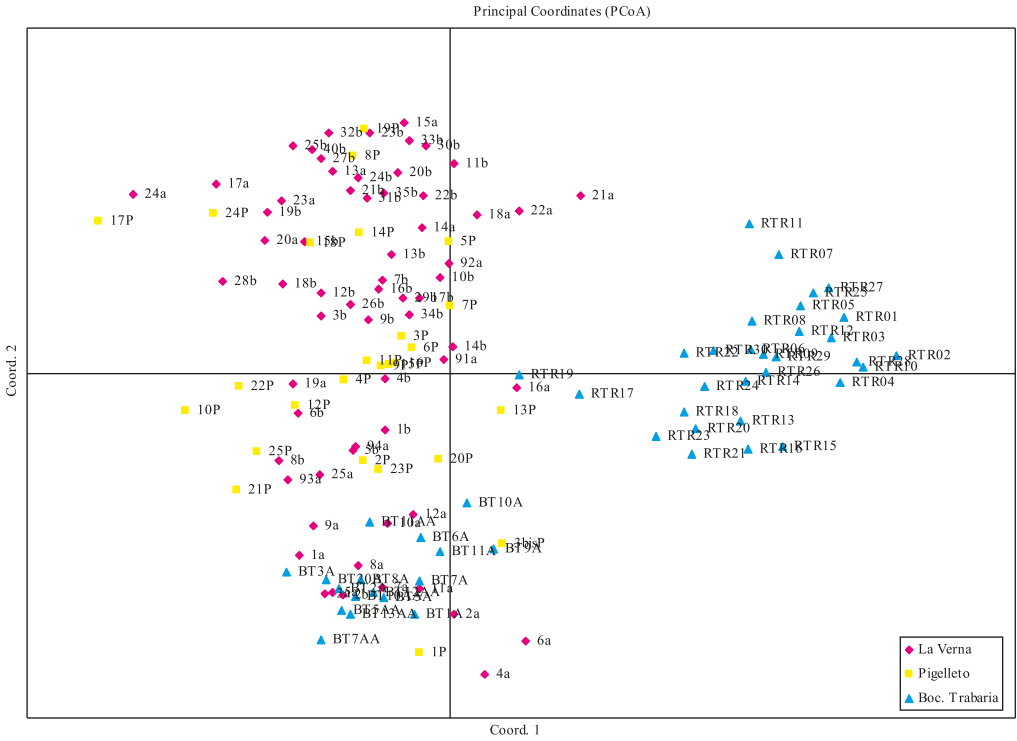


Fig. 8 – Analisi delle Coordinate Principali- Confronto tra le piante adulte delle popolazioni La Verna, Pigelleto e bocca Trabaria.

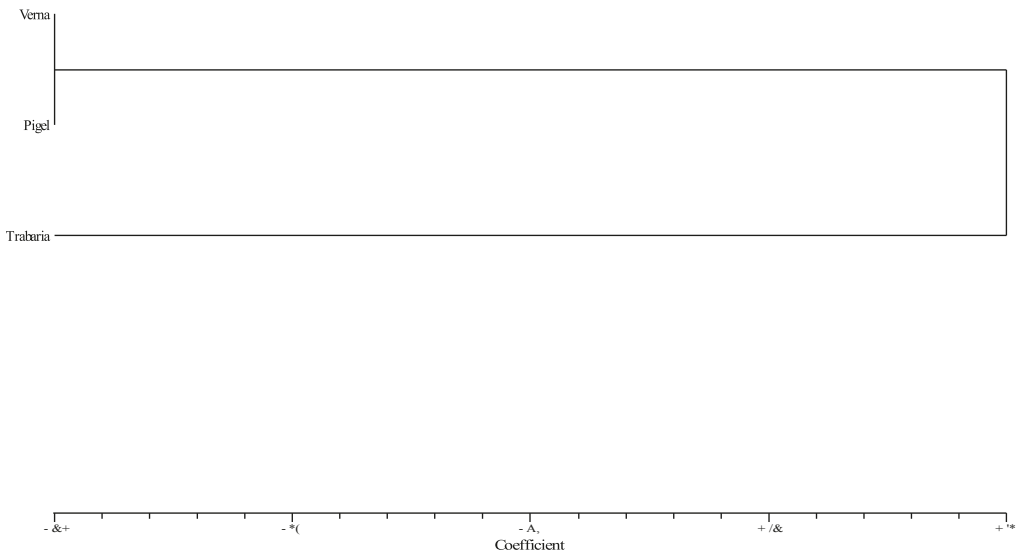


Fig. 9 -- Dendrogramma – confronto tra le popolazioni di La Verna ,Pigelleto e Bocca Trabaria.

Discussione e conclusioni

Dai risultati ottenuti sono stati evidenziati, nei tre siti studiati, valori di variabilità genetica discreti, sia nei valori di variabilità allelica che diversità genica (H_e). Questo viene evidenziato ancor più se vengono confrontati con i valori ottenuti con gli stessi loci da Cremer et al. (2006) in popolamenti del centro Europa, considerando che il campionamento è stato fatto su aree di saggio di soli 100 mq. Le popolazioni di La Verna e Pigelleto sono geneticamente più vicine tra loro mentre Bocca Trabaria si discosta, presentando alleli caratterizzanti (private alleles). In queste popolazioni di *Abies alba* risulta più significativa la variabilità individuale delle piante piuttosto che quella tra popolazioni.

L'eterozigosità osservata risulta inferiore a quella attesa, facendo supporre che c'è inbreeding. Dai valori dell'indice di fissazione F , positivi nella media, è confermata una deficienza di eterozigosità. I valori di χ^2 indicano che la popolazione si discosta dall'equilibrio di Hardy Weinberg infatti il P value è altamente significativo.

Confrontando le popolazioni di La Verna e di Pigelleto, si evidenzia, in entrambi, un'elevata variabilità tra gli individui e una scarsa differenziazione tra adulte e rinnovazione. La popolazione di Pigelleto presenta una distribuzione spaziale della rinnovazione più uniforme nell'area studiata ed una maggiore capacità di conservazione della diversità genetica nella rinnovazione, confermato anche da un valore di inbreeding più basso. Mentre in La Verna la rinnovazione è a gruppi, nelle zone con microclima più idoneo ed essenzialmente nel versante A, più favorevole si può supporre quindi che la popolazione di Pigelleto sia più stabile di quella di La Verna.

I risultati del confronto tra piante adulte e rinnovazione, l'analogia di variabilità genetica e la corrispondenza nei singoli siti degli alleli tra adulte e rinnovazione, che al contrario si differenziano parzialmente tra le tre aree studiate, sembrano confermare l'ipotesi che si tratti di rinnovazione naturale. È risultato evidente che la specie in queste popolazioni ha una capacità di diffusione abbastanza elevata, infatti le piante della rinnovazione non sono risultate geneticamente vicine alle ipotetiche piante madri sovrastanti. I marcatori SSR nucleari, comprendenti il genoma di entrambi i genitori, danno una visione d'insieme della capacità di diffusione di una specie. Dai valori dei microsatelliti cloroplastici, solo di linea paterna, sarà possibile poi comprendere anche la capacità di diffusione del polline.

Molto interessante è il fatto che nelle due popolazioni in cui sono state confrontate anche le età delle piante sia appartenenti al piano dominante (adulte) che quelle del piano dominato (rinnovazione) sia risultato che una parte delle rinnovazioni sono piante in realtà adulte, con età corrispondente a quelle del piano dominante, che evidentemente non hanno avuto modo di svilupparsi sia non trovando spazio e luce sufficiente sia forse per fattori competitivi con le piante circostanti.

Da questi risultati si evidenzia l'importanza di propagare un elevato numero di piante per la produzione del materiale di propagazione da utilizzare nelle filiere vivaistiche per mantenere elevata la variabilità genetica della specie. Tuttavia occorre ricordare che in questo lavoro sono presentati risultati preliminari. I dati sono ancora in corso di ulteriore elaborazione per la valutazione della presenza di alleli nullo e rivalutazione dei coefficienti F , e confronto dei risultati con quelli che saranno ottenuti i microsatelliti plastidiali.

Inoltre dal confronto dei risultati genetici e di quelli dei caratteri adattativi oggetto di studio in questo progetto si potranno individuare le piante fenotipicamente più plastiche. Per quanto, è necessario ricordare che le parti del genoma individuate con i marcatori SSR non sono normalmente codificanti e quindi associabili a espressione genica. È tuttavia possibile individuare le piante che manifestano caratteri adattativi interessanti e correlarle alle altre sulla base della vicinanza genetica ottenuta con i microsatelliti.

Nondimeno dai risultati preliminari ottenuti si può supporre che le popolazioni studiate sono caratterizzate da un discreto gene flow e una notevole capacità adattativi e di plasticità.



GIOVANNI BACARO
ALESSANDRO CHIARUCCI
GIANGIACOMO GIOVANNETTI
SIMONA MACCHERINI
MATTEO MARCANTONIO
SANDRO PIAZZINI

Inventario naturalistico Diversità floristica e vegetazionale

L'analisi della diversità floristica e vegetale nei Siti di Importanza Comunitaria inclusi nel progetto ReSilFor, si è basata su un approccio di tipo campionario. Il numero totale di aree campionate (di forma quadrata e di 400m² di superficie) è di 91, distribuiti in ciascun SIC in numero differente (Tab. 1).

SIC	Aree di intervento	Aree con habitat 9220/9210 Faggete degli Appennini	Totale
Foreste del Siele e del Pigelleto	16	20	36
Alpe della Luna - Bocca Trabaria	8	7	15
Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia	5	5	10
Alta valle dell'Arno	11	11	22
Valle della Corte	4	4	8
Totale	44	47	91

Tab. 1– Numero di rilievi per SIC, aree di intervento e di riferimento

La mole di studi prodotti relativi ai boschi di Faggio dell'Italia Centro-Settentrionale si basa principalmente su un approccio di tipo fitosociologico. L'inquadramento delle faggete Appenniniche Centro-Settentrionali, sotto questo punto di vista, risulta particolarmente complesso e sono state individuate, nel corso degli anni, circa 35 associazioni differenti (Cutini & Di Pietro 2006). Più in dettaglio, considerando le aree studiate in questo lavoro: la carta della vegetazione del Parco delle Foreste Casentinesi (Vicini e Agostini 2008) individua tre associazioni fitosociologiche, relative ai boschi di Faggio, collocabili all'interno dei due SIC Badia Prataglia e Alto Bacino dell'Arno: 1) faggete della fascia montana superiore, caratterizzate da dominanza di Faggio, con presenza sporadica di *Acer pseudoplatanus*, *Abies alba*, *Sorbus aucuparia* e *Ulmus glabra*, dall'assenza dello strato

arbustivo e con strato erbaceo composto da specie microterme, III) faggete dell'orizzonte montano inferiore, dove il Faggio costituisce ancora popolamenti di tipo eutrofico, ma è più frequentemente accompagnato da *Acer pseudoplatanus* e *Abies alba*, III) faggete azonali acidofile (*Luzulo pedemontanae-Fagion*), caratterizzate dalla presenza del Faggio come dominante, non legata direttamente a fattori climatici ma a fattori edafici.

Catorci et al. (2006) classificano le faggete di Valle della Corte nell'associazione *Solidagini-Fagetum sylvaticae* (Longhitano e Ronsisvalle 1975), a carattere microtermo, legata a suoli acidi del piano montano dell'Italia Centro-Settentrionale.

Gabellini ed Angiolini (2007), categorizzano i boschi di Faggio presenti nelle Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio nell'associazione *Aceri-Platanoidis-Fagetum sylvaticae*, spiegando come tali boschi si sviluppino su soprassuoli ricchi di umidità e con buon contenuto di argilla, in condizioni climatiche non essenzialmente rigide. Il piano arboreo risulta caratterizzato essenzialmente da un numero elevato di specie, dominato da *Fagus sylvatica*. Lo strato arbustivo è praticamente assente, mentre quello erbaceo è ricco di elementi mesofili, quali *Cardamine heptaphylla*, e termofili, quali *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*.

Infine, Bocca Trabaria presenta boschi di Faggio inclusi da Biondi (2006) in due tipologie: bosco di Faggio puro (Ass. *Cardamino heptaphyllae-Fagetum sylvaticae*) e bosco di Faggio con *A. Alba*.

Rispetto alle analisi di campo effettuate, ed escludendo le specie caratteristiche delle diverse associazioni per le quali si rimanda ai sopramencionati lavori, è stato possibile determinare (attraverso specifiche tecniche di ordinamento) le specie che maggiormente caratterizzano i boschi di Faggio in ogni area di studio. Nello specifico, Bocca Trabaria risulta caratterizzata da: *Stachys alpina*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Cardamine chelidonia*, *Bromus ramosus*; le foreste del Pigelleto da: *Myosotis nemorosum*, *Galium rotundifolium*, *Ulmus minor*, *Carpinus betulus*; Valle della Corte da: *Rubus idaeus*, *Geranium nodosum*, *Geranium purpureum*; le foreste dell'Alta Valle dell'Arno da: *Prenanthes purpurea*, *Anemone nemorosa*, *Orchis maculata*, *Stellaria nemorum*; per Badia Prataglia sono risultate caratterizzanti le specie: *Prenanthes purpurea*, *Cardamine bulbifera*, *Athyrium filix-foemina*, *Lilium martagon*.

Il numero totale di specie di piante vascolari rilevate è risultato pari a 454. La specie con frequenza maggiore è rappresentata dal *Fagus sylvatica* (presente in 67 plot su 91 totali). Le specie campionate una sola volta (153 specie) rappresentano il 34% di tutte le entità specifiche. A scala di intero SIC, sono state campionate 330 specie per il SIC Foreste del Siele e Pigelleto di Piancastagnaio, 174 specie per l'Alta Valle dell'Arno, 124 specie per Badia Prataglia, 90 specie per Valle della Corte e 202 specie per Bocca Trabaria. In generale, dai dati campionati si è osservato che i boschi di Faggio presenti nell'Alto Bacino dell'Arno sono caratterizzati da valori di diversità inferiori rispetto alle altre aree analizzate, mentre le Foreste del Siele e del Pigelleto ed i boschi di Valle della Corte si caratterizzano per una più alta biodiversità vegetale. Le faggete di Badia Prataglia e Bocca Trabaria assumono condizioni di diversità intermedie. Le Foreste dell'Alto Bacino dell'Arno presentano boschi di Faggio con un numero di specie significativamente inferiore alle altre aree, valore congruente con la tipologia di faggeta che si sviluppa in quest'area. Si tratta di faggete microterme dell'orizzonte montano superiore, che si sviluppano in condizioni di marcata

oceanicità e che presentano una radicale diminuzione del numero di specie, poiché prive del corredo floristico che caratterizza i boschi mesofili inferiori (Cutini & Di Pietro 2006). Le faggete presenti nel Pigelletto e in Bocca Trabaria mostrano un andamento dei valori di diversità simili tra di loro. Si tratta di faggete ricche in specie, in cui si riscontra la più alta diversità specifica. Queste caratteristiche sono attribuibili all'orizzonte altitudinale, inferiore o di poco superiore ai 1000 metri, in cui si collocano, che le pone a contatto con i boschi mesofili della fascia vegetazionale sottostante. Questo contatto con la vegetazione del piano montano inferiore provoca l'aggiunta, rispetto alle specie caratterizzanti le faggete, di specie più termofile. Inoltre, la faggeta presente nelle Foreste del Siele e del Pigelletto, scende al di sotto dei limiti inferiori dell'optimum ecologico del Faggio lungo la catena Appenninica principale (Berneti 1987, Scoppola e Caporali 1998). La presenza eterotopica del Faggio può essere causa delle marcate differenze di quest'area rispetto alle altre aree di studio, particolarmente evidenti nell'analisi della composizione specifica. Si nota come quest'area risulti notevolmente isolata rispetto alle altre, ad indicare una composizione specifica peculiare. Le caratteristiche di eterotopicità del Faggio rendono questi boschi notevoli da un punto di vista conservazionistico ma, allo stesso tempo, molto vulnerabili ai cambiamenti climatici e allo sfruttamento antropico: tali elementi di disturbo rischiano di accelerare il dinamismo naturale verso comunità forestali più termofile (Sabbatini et al. 2011). Le due restanti aree di studio, Valle della Corte e Badia Prataglia, pur non mostrando differenze rispetto alle altre aree studiate, hanno condizioni di ricchezza specifica e diversità intermedie. Si tratta, tuttavia, di faggete strutturalmente differenti tra di loro. I boschi di Faggio presenti nell'area di Badia Prataglia sono in buona parte di tipo eutrofico, caratterizzati dalla presenza di un alto strato di lettiera e da specie quali *Salix caprea*, *Prunus domestica*, *Acer pseudoplatanus* e *Quercus cerris*. Lo strato erbaceo è caratterizzato da specie a foglia larga (*Cardamine*). Inoltre, le faggete ivi presenti derivano da un recente governo a ceduo del bosco e i segni di questo passato governo sono ancora ben evidenti grazie alla presenza di fustaie in età giovanile (D.R.E.Am 2008). Al contrario, le faggete presenti nella Valle della Corte sono collocate ad altezze superiori ai 1500 metri e sono di tipo acidofilo, con buona presenza di *Abies alba* e *Taxus baccata* (IPLA 2001). Inoltre, le arenarie su cui vegetano queste faggete, essendo scarsamente permeabili, consentono condizioni di elevata umidità, grazie a cui il corredo specifico si arricchisce di pteridofite. Tali condizioni ecologiche, dovute sia a fattori storici che climatici, spiegano perché le faggete presenti in queste due aree, pur essendo da un punto di vista strutturale e compositiva molto diverse tra di loro.

Dal punto di vista delle relazioni tassonomiche, la diversità dei boschi di Faggio analizzati rivela caratteristiche diverse: le faggete dell'Alta Valle dell'Arno si caratterizzano per l'occorrenza di un basso numero di specie che risultano tra loro tassonomicamente molto simili. Al contrario, le comunità vegetali di Valle della Corte presentano un elevato grado di distintività tassonomica. Questa notevole differenza è attribuibile alla presenza diffusa di *Abies alba* e *Taxus baccata*, ma soprattutto alla presenza di molte pteridofite, tassonomicamente distanti rispetto sia alle angiosperme che alle gimnosperme, e favorite dalle condizioni di forte umidità presenti nell'area. Inoltre, è importante sottolineare che in aree fortemente disturbate si trovano specie tassonomicamente molto vicine, mentre, aree con alti valori di naturalità e basso disturbo, sono caratterizzate da specie provenienti da un

più ampio intervallo di gruppi tassonomici (Prinzing et al. 2008, Campbell et al. 2010). Ciò rende le faggete presenti in Valle della Corte di elevato valore naturalistico, cosa che richiederà in futuro interventi che favoriscano la rinnovazione del Tasso e dell'abete, che attualmente risentono di un diffuso stato di sofferenza (Santini e Gallucci 2010), e allo stesso tempo il mantenimento delle attuali condizioni di natura.

Inventario Naturalistico – I Carabidi

I Carabidi sono una famiglia di Coleotteri terrestri predatori, costituita da un numero elevato di specie (in Italia sono note oltre 1300 specie), una buona parte delle quali tendenzialmente eurieca ma con un certo numero di entità specializzate. Grazie a queste caratteristiche i Carabidi sono considerati come indicatori biologici (Pizzolotto & Brandmayr, 1996; Pizzolotto, 1997; Brandmayr et al., 2005) per testare, soprattutto, lo stato di conservazione di un habitat e, quindi, le trasformazioni che l'intervento antropico provoca sull'ecosistema.

In questo contesto, i Carabidi sono stati utilizzati per capire gli effetti sull'ecosistema forestale degli interventi effettuati (reimpianto di Abete bianco, diradamenti di abetine alloctone). Le specie di Carabidi più frequenti e caratterizzanti le foreste dei SIC Alto Bacino dell'Arno e Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia, sono, ovviamente, entità prettamente silvicole, alcune delle quali ad ampia distribuzione, come *Carabus convexus*, presente in tutta Europa e in parte dell'Asia, *Abax parallelepipedus*, *Pterosticus micans* e *Nebria tibialis*, diffusi in buona parte dell'Europa, altre endemiche italiane e quindi di maggior interesse conservazionistico.

Queste ultime sono rappresentate da *Pterosticus bicolor* e *Cychrus italicus*, specie quasi endemiche italiane, presenti nelle Alpi (anche in Francia) e nell'Appennino e caratterizzate, la prima, da una bellissima colorazione sgargiante delle elitre, con riflessi ramati e verde metallico, la seconda, dalla prima parte del corpo (mandibole, testa e pronoto) molto allungata e adatta alla cattura delle chioccioline, preda principale di questa specie. *Calathus fracassi*, invece, è endemico italiano e quasi sempre legato a boschi a prevalenza di Faggio, infine *Percus passerinii*, limitato esclusivamente all'Appennino centro-settentrionale, è un grosso carabide legato soprattutto a boschi maturi, nella lettiera dei quali la femmina depone poche uova che sorveglia fino a qualche giorno dopo la schiusa, quando le larve si allontanano dal nido (Kavanaugh, 1998; Vigna Taglianti in Ruffo & Stoch, 2007).





TOMMASO CAMPEDELLI
SIMONETTA CUTINI
GUIDO TELLINI FLORENZANO
GUGLIELMO LONDI

La comunità degli uccelli nidificanti

Nell'ambito del LIFE ReSilFor sono state condotte anche ricerche sulla comunità ornitica nidificante. Lo studio è consistito nella redazione di un inquadramento conoscitivo generale, sostanzialmente realizzato su base bibliografica, e di una fase di raccolta dati sul campo che, oltre ad integrare e approfondire le conoscenze specificatamente sulle aree individuate dal progetto, costituisce anche la fase *ante-operam* del monitoraggio degli interventi previsti dal progetto stesso. In questo contributo si descrive sinteticamente l'avifauna nidificante nelle quattro aree e si sottolineano i caratteri salienti del popolamento, limitatamente alle zone in cui si svolge effettivamente il progetto per cui non sono trattate le specie che, pure presenti nei diversi SIC, non sono in alcun modo legate agli ambienti interessati dal progetto.

Specie		Casentino	Bocca Trabaria	Pigelleto	Laga
falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	x	x		x
biancone	<i>Circaetus gallicus</i>			x	
astore	<i>Accipiter gentilis</i>	x	x		x
sparviere	<i>Accipiter nisus</i>	x	x		
poiana	<i>Buteo buteo</i>	x	x	x	x
colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	x	x	x	x
tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>	x			
cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	x	x	x	
allocco	<i>Strix aluco</i>	x		x	x
torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>				x
picchio verde	<i>Picus viridis</i>	x		x	x
picchio nero	<i>Dryocopus martius</i>	x			
picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	x	x	x	x
picchio dalmatino	<i>Dendrocopos leucotos</i>				x

Specie		Casentino	Bocca Trabaria	Pigelleto	Laga
picchio rosso minore	<i>Dendrocopos minor</i>	x	x	x	x
prispolone	<i>Anthus trivialis</i>	x			x
ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	x	x		
scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	x	x	x	x
pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>	x	x	x	x
codiroso comune	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	x		x	x
merlo	<i>Turdus merula</i>	x	x	x	x
tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>	x	x	x	x
tordela	<i>Turdus viscivorus</i>	x	x	x	x
capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	x	x	x	x
lui bianco	<i>Phylloscopus bonelli</i>	x			x
lui verde	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	x		x	x
lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	x	x	x	x
regolo	<i>Regulus regulus</i>	x			
fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>	x	x	x	
pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	x	x	x	x
balia dal collare	<i>Ficedula albicollis</i>				x
codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	x	x	x	
cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	x	x	x	x
cincia dal ciuffo	<i>Lophophanes cristatus</i>	x		x	
cincia mora	<i>Periparus ater</i>	x	x	x	x
cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	x	x	x	x
cinciallegra	<i>Parus major</i>	x	x	x	x
picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	x	x	x	x
rampichino alpestre	<i>Certhia familiaris</i>	x			x
rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	x	x	x	x
rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	x		x	
ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	x	x	x	x
cornacchia grigia	<i>Corvus cornix</i>	x	x	x	x
fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	x	x	x	x
verdone	<i>Carduelis chloris</i>	x	x	x	x
lucherino	<i>Carduelis spinus</i>	x			
crociere	<i>Loxia curvirostra</i>	x			
ciuffolotto	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	x	x	x	x
frosone	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	x			
zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>	x			x

Foreste Casentinesi

(Foreste Alto Bacino dell'Arno e Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia)

Le Foreste Casentinesi sono tra i boschi più studiati e conosciuti dal punto di vista ornitologico: le conoscenze sull'avifauna, derivanti da vari studi, parte dei quali tuttora in corso, sono sufficientemente dettagliate (Ceccarelli et al., 2005) e vi è attivo, dal 1992, un monitorag-

gio che garantisce notizie sulla distribuzione e soprattutto sugli andamenti di popolazione di molte specie nidificanti (Tellini Florenzano et al., 2010).

Tra le aree del progetto LIFE, quella delle Foreste Casentinesi registra il maggior numero di specie, 46, sia per l'estensione piuttosto vasta delle zone interessate e per il buono stato generale delle foreste sia, almeno in parte, per le maggiori conoscenze già disponibili sull'avifauna dell'area.

Un primo elemento interessante, più che dalle singole specie, è costituito dalle dinamiche in atto nella comunità degli uccelli forestali. Quasi tutte le specie forestali hanno mostrato, negli ultimi venti anni, un trend positivo (con la sola eccezione del ciuffolotto) ed in particolare hanno un trend decisamente positivo tutte quelle specie legate ai boschi maturi (picchio rosso maggiore, picchio rosso minore, picchio muratore, rampichino alpestre, rampichino comune). Questa tendenza, peraltro riscontrabile anche in molte altre zone montane dell'area mediterranea, è legata all'espansione delle foreste e, nel caso specifico delle Foreste Casentinesi almeno, ad un invecchiamento progressivo della maggior parte dei boschi (Londi et al., 2012).

Tra le specie di maggior interesse, legate appunto ai boschi vetusti è certamente il rampichino alpestre, le cui popolazioni appenniniche, disgiunte dall'areale principale, possono rivestire un certo interesse biogeografico (Bulgarini & Fraticelli, 1995). Scoperto nelle Foreste Casentinesi soltanto alla metà degli anni '80 del '900 (Arcamone & Tellini, 1985), il rampichino alpestre è qui legato in particolare all'Abete bianco (Tellini Florenzano, 2004), sia nelle abetine pure che in boschi misti (è quindi particolarmente importante nel contesto di questo progetto LIFE), sebbene si trovi anche in faggeta.

Diverse altre specie sono legate ai boschi maturi; tra queste ad esempio il picchio rosso minore e il picchio nero. Il picchio rosso minore, considerato relativamente raro ed esigente, legato alla presenza di alberi senescenti (Tellini Florenzano, 2003), è tuttavia relativamente diffuso nelle Foreste Casentinesi anche se non comune (nelle aree del LIFE è stato rilevato solo raramente). Il picchio nero, recentemente insediatosi nella zona (Ceccarelli et al., 2003), nidifica nei boschi maturi di Faggio e abete del versante romagnolo ma mostra già una chiara tendenza all'espansione (Ceccarelli et al., 2008) ed è ormai osservato regolarmente anche nel versante toscano (Lucchesi et al., 2009), comprese le aree del LIFE. Il trend di espansione di questa specie può essere anch'esso messo in relazione al processo di espansione e invecchiamento dei boschi (Campedelli et al., 2012). Anche per il picchio nero è dimostrata in molti contesti l'importanza della presenza dell'Abete bianco (ad es. Pirovano, 2009) come sembra evidente anche nelle Foreste Casentinesi (Ceccarelli et al., 2008).

Un'altra specie forestale, legata ai boschi di conifere, soprattutto pinete, ma anche alle abetine, che si è da poco insediata nelle Foreste Casentinesi è la cincia dal ciuffo (Cutini et al., 2009). Tra le specie tipiche dei boschi più vecchi e sviluppati, segnaliamo anche il regolo, in Appennino abbastanza esigente e molto localizzato e che conta, proprio nelle abetine mature del Casentino, popolazioni consistenti, e il lui verde, legato invece alle latifoglie e, nell'area di studio, in particolare alle faggete.

Il falco pecchiaiolo è, tra i rapaci nidificanti nell'area e legati al bosco, almeno per la costruzione del nido, la specie forse di maggior interesse. Segnaliamo però anche la presenza di un'altra specie, tipicamente forestale e relativamente rara ed esigente, l'astore, che

nelle Foreste Casentinesi è presente con varie coppie (raggiungendo i valori di densità più elevati, almeno nell'Italia peninsulare); nidifica in genere su grossi alberi, soprattutto conifere e, nello specifico anche abeti (Bonora et al., 2007; Ceccarelli et al., 2009).

Bocca Trabaria (Alpe della Luna-Bocca Trabaria)

Al contrario delle Foreste Casentinesi, quello di Bocca Trabaria è un sito decisamente poco conosciuto dal punto di vista ornitologico e non ci sono in pratica studi o dati specifici pubblicati riguardanti la zona. In questo caso dunque lo studio effettuato nell'ambito del progetto LIFE ReSilFor ha consentito di delineare un primo quadro del popolamento di uccelli nidificanti presente nell'area.

Innanzitutto il numero di specie nidificanti, 30, che, sebbene il più basso tra le aree del progetto LIFE, risulta comunque abbastanza elevato, soprattutto in considerazione della limitata estensione dell'area di indagine.

Il popolamento di rapaci è abbastanza interessante, con la presenza del falco pecchiaiolo, già segnalato nella zona (Anselmi, 2004), e dell'astore, entrambi osservati più volte.

Per il resto il popolamento di uccelli nidificanti non registra elementi di particolare interesse; si può menzionare la presenza abbastanza diffusa del Picchio rosso minore e del Ciuffolotto, specie legata a boschi freschi e, almeno in parte aperti, considerato in generale calo in diversi settori appenninici (Tellini Florenzano et al., 2010).

Monte Amiata (Foreste del Siele e del Pigiletto di Piancastagnaio)

Per quanto riguarda la zona del Monte Amiata, oltre ad alcune notizie frammentarie riguardanti la Riserva (Anselmi, 2001) in occasione di un precedente progetto LIFE, è stato condotto uno studio specifico riguardante appunto i boschi del Pigiletto (Londi et al., 2007) che fornisce un quadro dell'avifauna nidificante. I dati raccolti col nuovo progetto LIFE ReSilFor quindi sono serviti a confermare e completare questo quadro.

Il popolamento, in considerazione della superficie molto ridotta dell'area, è da considerare abbastanza ricco (33 specie nidificanti). Gli elementi più importanti, più che alle singole specie, sono riconoscibili a livello di comunità e sono costituiti dalla presenza e dalla relativa abbondanza, da un lato di alcune specie legate ai boschi maturi e strutturati come il picchio rosso minore, e dall'altro ad alcune specie mesofile e relativamente esigenti, che, soprattutto in ambiti extra appenninici sono piuttosto localizzate, come il ciuffolotto; ad entrambe queste categorie si può ascrivere anche un'altra specie, il lù verde. Tutte e tre le specie, già trovate nella precedente ricerca (Londi et al., 2007), sono state confermate anche nei rilievi del progetto LIFE ReSilFor anche se il lù verde, in precedenza relativamente comune, è risultato molto localizzato. Altre specie relativamente abbondanti che testimoniano il carattere mesofilo dell'area sono il tordo bottaccio, la tordela, e la cincia bigia. Una nuova segnalazione raccolta con i rilievi del progetto LIFE ReSilFor è relativa alla cincia dal ciuffo, specie come detto in grande espansione nella Penisola.

Da segnalare la nidificazione di due specie di rapaci legate al bosco per la nidificazione e ad ambienti invece aperti per la caccia: oltre al falco pecchiaiolo, presente come nidifi-

cante anche nelle altre aree interessate dal progetto, nella zona del Pigelletto nidifica anche il Biancone, una grande aquila che si nutre quasi esclusivamente di serpenti. Sempre per quanto riguarda i rapaci, da segnalare anche la presenza dell'Astore. Tutte e tre le specie erano già state segnalate nella zona in precedenza (Londi et al., 2007).

Monti della Laga (Valle della Corte)

Per l'avifauna dei Monti della Laga è stato recentemente pubblicato on-line sul sito del Parco (<http://www.gransassolagapark.it>) l'Atlante degli Uccelli nidificanti nel Parco de Gran Sasso e dei Monti della Laga (Striglioni & Artese, 2013), dove è riportato un quadro distributivo preciso ed esauriente degli uccelli nidificanti nell'area protetta (compresa la Valle della Corte). Sono inoltre disponibili alcuni studi specifici proprio relativi all'avifauna dei boschi, ed in particolare delle faggete (Bernoni et al., 2009); pertanto l'avifauna nidificante nei boschi dell'area può dirsi sufficientemente conosciuta.

Tutto il Parco è certamente ricco di molti elementi di elevato interesse; in questa sede ci soffermiamo sugli uccelli legati agli ambienti forestali (ed in particolare all'area del progetto LIFE).

Il popolamento di uccelli forestali della Valle della Corte è risultato relativamente ricco, soprattutto in relazione alla scarsa estensione dell'area indagata, arrivando a contare 36 specie nidificanti. La caratteristica più interessante di questo popolamento è la presenza e la relativa abbondanza delle specie legate ai boschi maturi, una situazione non molto diversa da quella delle Foreste Casentinesi anche se con alcune differenze: sui Monti della Laga ad esempio non nidifica il picchio nero (Striglioni & Artese, 2013) presente invece nelle Foreste Casentinesi, ma ci sono la balia dal collare e il picchio dalmatino, la prima solo nidificante irregolare nelle Foreste Casentinesi e il secondo considerato estinto dal XIX secolo (Lapini & Tellini, 1995).

Proprio la balia dal collare rappresenta certamente uno degli elementi di maggiore interesse. Nel Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga è una specie diffusa, in particolare nel settore settentrionale (Striglioni & Artese, 2013), quello che comprende anche l'area del progetto LIFE, ed in alcune aree risulta anche relativamente abbondante (Bernoni et al., 2009). La balia dal collare è legata ai boschi decidui in particolare quelli maturi con presenza di grossi alberi ricchi di cavità. Nella Valle della Corte è ampiamente diffusa sia negli ambienti di faggeta alle quote più elevate (dov'è risultata presente in un terzo delle aree campionate nell'ambito del progetto), sia a quote meno elevate, dov'è stata rilevata sia in boschi di Castagno che in boschi di Pioppo tremulo.

Sempre legati ai boschi maturi, presenti sui Monti della Laga e in alcune aree anche abbondanti, sono il picchio rosso minore, il lui verde e il rampichino alpestre (Bernoni et al., 2009). Queste specie, delle quali ruolo ecologico ed importanza sono già stati sottolineati a proposito delle Foreste Casentinesi, sono particolarmente diffuse sui versanti settentrionali del Massiccio della Laga (Striglioni & Artese, 2013) e anche nella Valle della Corte sono risultate relativamente comuni.

Altri elementi di grande interesse, ancora per quanto concerne i boschi maturi, sono il picchio dalmatino, recentemente confermato come nidificante, e il picchio rosso mezza-

no *Dendrocopos medius*, per il quale invece mancano certezze. Il picchio dalmatino è presente in Italia su diversi massicci dell'Appennino centrale dove frequenta le faggete più vecchie a quote medio alte (Brichetti & Fracasso, 2007); recentemente è stato confermato come nidificante sul versante nord orientale del Gran Sasso con sporadiche segnalazioni più a nord (Bernoni et al., 2009; Striglioni & Artese, 2013). Nella Valle della Corte, nell'ambito proprio del progetto LIFE, specifiche ricerche in periodo riproduttivo hanno dato esito negativo; il picchio dalmatino vi è stato tuttavia rilevato nel 2012, anche se non sono stati raccolti indizi concreti di nidificazione. Il picchio rosso mezzano era segnalato dubitativamente sulla Laga sulla base di vecchie osservazioni (Brichetti & Fracasso, 2007) e un esemplare proveniente dai Monti della Laga (peraltro versante marchigiano, quello cioè interessato dal progetto LIFE) e risalente agli anni '70 del '900 è conservato nel Museo di Storia Naturale di Marano sul Panaro (Rabacchi et al., 2002). Vi sono anche alcune segnalazioni più recenti, ma la specie non è stata trovata durante studi che hanno riguardato specificatamente le faggete (Bernoni et al., 2009) e anche specifici rilievi con il play-back nella Valle della Corte, effettuati nell'ambito del progetto, hanno dato esito negativo. Per quanto riguarda i rapaci legati al bosco la situazione è la stessa delle Foreste Casentinesi, con le specie di maggior interesse che sono falco pecchiaiolo e astore, entrambi osservati più volte nella Valle della Corte e del resto note come nidificanti nei settori settentrionali dei Monti della Laga (Striglioni & Artese, 2013).

Bibliografia scientifica

- AA.VV. (2000) Piano di Gestione della C.M. Alto e Medio Metauro, zona C. Regione Marche.
- AA.VV. (2005) Suoli e paesaggi delle Marche - Carta del Suoli-scala 1:250.000. Programma Interregionale "Agricoltura e Qualità" - Misura 5. ASSAM, Regione Marche, Ministero Politiche Agricole e Forestali.
- Aguilar R, Quesada M, Ashworth L, Herrerias-Diego Y, Lobo J. 2008. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: Susceptible signals in plant traits and methodological approaches. *Mol Ecol* 17: 5177–5188.
- Anselmi B. (2001). Le Riserve Naturali della Provincia di Siena. Provincia di Sena, Le Balze, Mntepulciano (SI), pp. 173.
- Anselmi B. (2004). Aree Protette della provincia di Arezzo. Provincia di Arezzo, Le Balze, Mntepulciano (SI), pp. 191.
- Arcamone E. & Tellini G. (1985). Cronaca ornitologica toscana 1983-1984. *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno* 6: 79-94.
- Arcioni D. Risultati delle ricerche metodologiche per la caratterizzazione delle formazioni di *Abies alba* Mill. dei Monti della Laga. *Linea ecologia/EM* (1993) 25:34-40.
- Becker M, Landmann G, Levy G. Silver fir decline in the vosges mountains (France): Role of climate and silviculture. *Water, Air, and Soil Pollution* (1989) 48:77-86.
- Bernetti G (1987). I boschi della Toscana. Giunta Regionale Toscana, Edagricole, Bologna, Italia.
- Bernoni M., Artese C. & Striglioni F. (2009). Dati preliminari sull'avifauna nidificante nelle faggete del P.N. Gran Sasso e Monti della Laga. *Alula* 16 (1-2): 354-356.
- Bigler C, Bugmann H. Assessing the performance of theoretical and empirical tree mortality models using tree-ring series of Norway spruce. *Ecological Modelling* (2004) 174:225-239.
- Biondi E, Casavecchia S, Paradisi L, Pesaresi S (2006). Carta della Vegetazione (Fitosociologica). SIC Alpe della Luna - Bocca Trabaria. In: Progetto di rete ecologica della Regione Marche (R.E.M.), a cura di Edoardo Biondi.
- Biondi F, Waikul K. DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers and Geosciences* (2004) 30:303-311.
- Blasing TJ, Solomon AM, Duvick DN. Response functions revisited. *Tree Ring Bulletin* (1984) 44:1-15.
- Bonora M., Ceccarelli P.P. & Casadei M. (2007). L'Astore *Accipiter gentilis* nelle Foreste Casentinesi. *Picus* 33: 41-50.
- Brandmayr P., Cagnin M., Mingozi T., Scalerio S. & Pizzolotto R. (1997). Misura efficace della biodiversità animale in ambienti mediterranei e sue applicazioni. *Atti della Società Italiana di Ecologia*, 18: 581-586.
- Brandmayr P., Zetto T. & Pizzolotto R. (2005). I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. *Manuali e linee guida*, 34. Agenzia Nazionale Protezione Ambiente e Servizi Tecnici. Roma.
- Brichetti P. & Fracasso G. (2007). *Ornitologia italiana*. Vol. 4 Apodidae-Prunellidae. Oasi Alberto Perdisa, Bologna, pp. 441.
- Briffa KR, Jones PD. Basic chronology statistics and assessment. In: *Methods of dendrochronology; applications in the environmental sciences.*-Cook ER, Kairiukstis LA, eds. (1990): Kluwer Acad. Publ. 240-246.
- Bulgarini F. & Fraticelli F. (1995). Forme sottospecifiche e popolazioni isolate dell'ornitofauna italiana: importanza della loro conservazione. *Boll. Mus. S. Nat. Lunig.* 9: 75-78.
- Bunn AG, Waggoner LA, Graumlich IJ. Topographic mediation of growth in high elevation foxtail pine (*Pinus balfouriana* Grev. et Balf.) forests in the Sierra Nevada, USA. *Global Ecology and*

Biogeography (2005) 14:103-114.

- Camerano P, Ferrazzini D, Ducci F, Belletti P, 2012. Regioni di Provenienza per l'Abete bianco. *Sherwood* 182: 35-40.
- Campedelli T, Ceccarelli P.P., Londi G., Cutini S., Tellini Florenzano G. & Agostini N. (2012). L'ecologia del picchio nero, *Dryocopus martius*, nelle Foreste Casentinesi come chiave per la possibile espansione della specie nell'Appennino. *Riv. ital. Orn.* 81 (1): 43-61.
- Carrer M, Anfodillo T, Urbinati C, Carraro V. High-altitude forest sensitivity to global warming: results from long-term and short-term analyses in the Eastern Italian Alps. . In: *The impacts of climate variability on forests. Lectures notes in Earth Sciences 74-M.* Beniston & J.L. Innes e, ed. (1998) Berlin, Germany: Springer. 171-189.
- Carrer M, Nola P, Motta R, Urbinati C. Contrasting tree-ring growth to climate responses of *Abies alba* toward the southern limit of its distribution area. *Oikos* (2010) 119:1515-1525.
- Carrer M, Urbinati C. Age-dependent tree-ring growth responses to climate in *Larix decidua* and *Pinus cembra*. *Ecology* (2004) 85:730-740.
- Carrer M, Urbinati C. Assessing climate-growth relationships: a comparative study between linear and non-linear methods. *Dendrochronologia* (2001) 19:57-65.
- Carrer M, Urbinati C. Long-term change in the sensitivity of tree-ring growth to climate forcing in *Larix decidua*. *New Phytologist* (2006) 170:861-871.
- Carrer M. Analisi dendroecologica e della struttura spaziale in una cenosi forestale di limite superiore delle Alpi orientali. (1997): Università degli Studi di Padova. 132.
- Castellani C., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V. (1984) Inventario forestale nazionale italiano. Tavole di cubatura a doppia entrata Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, Trento.
- Catorci A, Gatti R, Foglia M, Vitanzi A (2006). Carta della Vegetazione (Fitosociologica). Foglio 338 - Acquasanta Terme. In: Progetto di rete ecologica della Regione Marche (R.E.M.), a cura di Edoardo Biondi.
- Ceccarelli P.P., Agostini N. & Milandri M. (2003). Osservazioni di Picchio nero *Dryocopus martius*, nelle Foreste Casentinesi. *Riv. ital. Orn.* 73: 81-82.
- Ceccarelli P.P., Agostini N., Milandri M. & Bonora M. (2008). Il Picchio nero *Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758) nel Parco delle Foreste Casentinesi (Aves Piciformes Picidae). *Quad. Studi nat. Romagna* 27: 143-154.
- Ceccarelli P.P., Gellini S. & Tellini Florenzano G. (2005). Uccelli Aves. In: Agostini N., Senni L. & Benvenuto C. (eds.). *Atlante della biodiversità del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. Volume I (Felci e Lycopodi, Orchidee, Coleotteri carabidi, Coleotteri cerambicidi, Farfalle e Falene, Anfibi e Rettili, Uccelli)-Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*, pp. 171-215.
- Ceccarelli P.P., Tellini Florenzano G., Gellini S., Agostini N., Campedelli T. & Londi G. (2009). I rapaci diurni nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Mote Falterona e Campigna. I Quaderni del Parco Serie Natura. Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, pp. 47.
- Chiosi R. (1929) Avanzi di Abete bianco nelle arenarie dell'Alpe della Luna. *Nuovo Giornale Botanico Italiano*:265-281.
- Chiosi R. (1933) Nuovi avanzi di Abete bianco in Italia. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* XL:551-552.
- Chiosi R. (1974) Itinerari del passato: problemi forestali dell'Appennino centrale. Dattiloscritto.
- Chiosi R. (1977) Itinerari del passato: appunti sulla flora e sulla vegetazione dell'Alpe della Luna e dell'Alto bacino del Presale. Dattiloscritto.

- Ciampi C. Ritmo di accrescimento del legno e caratteristiche anatomiche in individui di Abete bianco (*Abies alba* Mill.) di diversa provenienza. *L'Italia Forestale e Montana* (1954) 9:303-310.
- Cook ER, Briffa KR, Shiyatov S, Mazepa V. Tree-ring standardization and growth-trend estimation. In: *Methods of dendrochronology; applications in the environmental sciences.*—Cook ER, Kairiukstis LA, eds. (1990) Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publ. 104-123.
- Cook ER, Holmes RL. ARSTAN: chronology development. In: *The International Tree-Ring Data Bank Program Library, Version 21 User's Manual*—Grissino Mayer HD, ed. (1997) Tucson, AZ, USA: University of Arizona Laboratory of Tree-Ring Research.
- Cook ER, Kairiukstis LA (eds). *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences.* (1990) New York: Kluwer Academic Publishers.
- Cook ER. A conceptual linear aggregate model for tree rings. In: *Methods of dendrochronology; applications in the environmental sciences.*—Cook ER, Kairiukstis LA, eds. (1990) Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publ. 98-104.
- Cook ER. *A time series approach to tree-ring standardization* (1985) Tucson, AZ: University of Arizona. 171.
- Corine. *S.It.E. Atti*, 18: 587-589.
- Corona E. La dendrocronologia nello studio delle variazioni climatiche. *Dendronatura* (1996) 1:7-14.
- Corona E. Ricerche dendrocronologiche preliminari sull'Abete bianco di Vallombrosa. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* (1983) XXXII:149-163.
- Cremer E, Liepelt S, Sebastiani F, Buonamici A, Michalczyk I M., Ziegenhagen B e Vendramin G G. 2006. Identification and characterization of nuclear microsatellite loci in *Abies alba* Mill. *Molecular Ecology Notes* 6, 374–376.
- Cutini M, Di Pietro R (2006). Aspetti vegetazionali. In: "Le faggete appenniniche. Avanguardie e relitti di foresta continentale" (Minelli A ed). Collana Quaderni habitat. Museo friulano di Storia Naturale. Udine. [online] URL: http://www.minambiente.it/home_it/showitem.html
- Cutini S., Bagni L., Campedelli T., Londi G. & Tellini Florenzano G. (2009). Ecologia e possibili linee di espansione della cincia dal ciuffo *Lophophanes cristatus* nell'Appennino. *Alula* 16 (1-2): 329-334.
- D.R.E.Am (2008). Piano di gestione del complesso forestale regionale "Foreste Casentinesi", relazione tecnica generale.
- Desplanque C, Rolland C, Michalet R. Dendroecologie comparee du sapin blanc (*Abies alba*) et de l'épicéa commun (*Picea abies*) dans une vallée alpine de France. *Canadian Journal of Forest Research* (1998) 28:737-748.
- Ducci F, Proietti R, 1997. Aspetti genetici delle riserve di Abete bianco (*Abies alba* Mill.) nel comprensorio del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura Arezzo* 28: 63-73.
- Ducci F, Proietti R, Favre JM, 1998. Le genre *Abies* en Italie: écologie générale, gestion sylvicole et ressources génétiques. *Forêt Méditerranéenne* 2: 153-164
- Ferrari C., Pirola A., Ubaldi D. (1979) I faggeti e gli abieti-faggeti delle foreste demaniali casentinesi in provincia di Forlì. *Notiziario Fitosociologico* 14:41-58.
- Frank D, Esper J. Characterization and climate response patterns of a high-elevation, multi-species tree-ring network in the European Alps. *Dendrochronologia* (2005) 22:107-121.
- Fritts HC. *Tree ring and Climate.* (1976) London, UK: Academic Press.
- Gabbriellini A, La Marca O, Paci M. L'Abete bianco sull'Appennino. *Cellulosa e carta* (1990):2-16.
- Gabellini A, Angiolini C (2007). La vegetazione. In: *Conservazione di Abies alba in faggeta abetina nel Pigelleto, Monte Amiata* (Miozzo M, Montini P, eds). LIFE04NAT/000191 – TUCAP.

- Gallucci V, Urbinati C. Abete bianco nelle faggete dei Monti della Laga. Quattro secoli di storia negli anelli legnosi. *Sherwood* (2011) 174:13-16.
- Gallucci V, Urbinati C. Dinamismi di accrescimento e sensitività climatica dell'Abete bianco. *Forest@* (2009) 6:85-99.
- Gallucci V., Urbinati C. (2009) Dinamismi di accrescimento e sensitività climatica dell'Abete bianco. *Forest@* 6:85-99.
- Gallucci V., Urbinati C. (2011) Abete bianco nelle faggete dei Monti della Laga - Quattro secoli di storia negli anelli legnosi. *Sherwood* 174:13-16.
- Gallucci V. Analisi dendroclimatica su *Larix decidua* Mill. e *Pinus cembra* L. in quattro siti d'alta quota nelle Alpi orientali (2006) Padova: Università degli Studi di Padova. 98.
- Gallucci V. Interferenze climatiche e selvicolturali nei dinamismi di accrescimento di *Abies alba* Mill. e *Quercus cerris* L. nell'Appennino centrale (2009): Tesi di Dottorato in "Gestione sostenibile dei sistemi collinari e montani". Facoltà di Agraria. Università Politecnica delle Marche. 261.
- Gambetti D, Lo Vecchio G, Nanni T, Schweingruber FH. Climate and site dependence of the annual growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Northern Apennines, Italy. *Nuovo Cimento della Società Italiana di Fisica C* (2000) 23:111-131.
- Gasparini B. (2000) Origine di massa Trabaria Comuni e Pro loco Mercatello sul Metauro e Borgo Pace.
- Gentilesca T, Todaro L. Crescita radiale e risposte climatiche dell'Abete bianco (*Abies alba* Mill.) in Basilicata. *Forest@* (2008) 5:47-56.
- Giove M. (2005) Assetto strutturale e dinamica di accrescimento di *Abies alba* Mill. in una cenosi residuale della Massa Trabaria, dip. SAPROV, Università Politecnica delle Marche, Ancona. pp. 95.
- Gömöry E, Erwin Hussendörfer F, Monika Konnerth G, Thomas Litt H, Roman Longauer I, Ruth Terhürne-Berson H, Birgit Ziegenhagen *Review of Palaeobotany and Palynology* 153 (2009) 139-149
- Goudet, J., 1995 FstatVersion 1.2. A computer program to calculate F-statistics. *J. Hered.* 86: 485-486.
- Gradi A. Declino e riespansione dell'Abete bianco. *Economia Montana* (1983) 15:16-22.
- Grissino Mayer HD. Evaluating crossdating accuracy. a manual and tutorial for the computer program Cofecha. *Tree-ring Research* (2001) 57:205-221.
- Guehl JM, Aussenac G. Photosynthesis Decrease and Stomatal Control of Gas Exchange in *Abies alba* Mill. in Response to Vapor Pressure Difference
- Guiot J. The bootstrapped response function. *Tree Ring Bulletin* (1991) 51:39-41.
- Hippoliti G. Sulle cause del deperimento delle abetine toscane. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* (1989) XXXVIII:517-539.
- Holmes RL. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree Ring Bulletin* (1983) 43:69-78.
- IPLA. (2001) I tipi forestali delle Marche. *Inventario e Carta Forestale della Regione Marche IPLA*, Torino.
- Jones PD, Moberg A. Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate* (2003) 16:206-223.
- Jump A S e Penuelas J. 2006. Genetic effects of chronic habitat fragmentation in a wind-pollinated tree. *PNAS* vol. 103 no. 21: 8096-8100
- Kavanaugh D.H. (1998). Field Observation Confirming Brood Care in *Percus passerinii* in the Tuscan Apennines, Italy (Coleoptera Carabidae). *Bollettino della Società Entomologica Italiana* 130 (1): 55-63

- Konnert M and Bergmann F. 1995. The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, Pinaceae) in relation to its migration history. *Plant Systematics and Evolution* 196:19–30.
- Kormutik A, Lindgren D. 1996. Mating system and empty seeds in Silver fir (*Abies alba* Mill.). *Forest Genetic* 3(4): 231-235.
- Korpel, St., L. Paule and A. Lafférs. 1982. Genetics and breeding of the silver fir (*Abies alba* Mill.). *Annales Forestales* 9/5:151–184.
- La Marca O. (1999) *Elementi di dendrometria* - Patron Editore, Bologna.
- La Marca O. Il problema degli schianti nei boschi. *Ricerche sperimentali su alcuni popolamenti di conifere. Annali dell' Accademia Italiana di Scienze Forestali* (1983) 32:69-114.
- Lapini L. & Tellini G. (1995). La collezione ornitologica Carlo Beni di Stia (Casentino, Toscana) come documento storico dell'avifauna di un territorio. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* 22: 55-56.
- Liepelt S, Bialozyt R, Ziegenhagen B. 2002. Wind-dispersed pollen mediates postglacial gene flow among refugia. *Proc Natl Acad Sci USA* 99: 14590–14594.
- Liepelt S, Cheddadi R, de Beaulieu JL, Fady B, Gomory D, Hussendorfer E, et al. 2009. Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.): A synthesis from palaeobotanic and genetic data. *Rev Palaeobot Palynol* 153: 139–149
- Linares Juan Carlos Biogeography and evolution of *Abies* (Pinaceae) in the Mediterranean Basin: the roles of long-term climatic change and glacial refugia. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) (2011) 38, 619–630
- Londi G., Campedelli T. & Tellini Florenzano G. (2012). L'avifauna della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli. In: Bottacci A. (ed.). *La Riserva naturale biogenetica di Camaldoli-1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. Corpo Forestale dello Stato, Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Pratovecchio*, pp. 261-278.
- Londi G., Mini L., Tellini Florenzano G. & Campedelli T. (2007). L'avifauna della Riserva Naturale del Pigelleto. In: Miozzo M. & Montini P. (eds.). *Conservazione di *Abies alba* in faggeta abetina nel Pigelleto-Guida al Progetto LIFE04NAT/000191 - TUCAP. Regione Toscana, Comunità Montana Amiata Val d'Orcia, Arti Grafiche Cianferoni, Stia (AR)*, pp. 102-118.
- Longauer, R., Paule, L., Andonoski, A., 2003. Genetic diversity of southern populations of *Abies alba* Mill. *Forest Genetics* 10, 1–10.
- Longhitano N, Ronsisvalle GA (1974). Osservazioni sulle faggete dei monti della Laga (Appennino Centrale). *Not. Fitosoc.* 9: 55-82.
- Lucchesi M., Bottacci A. & Zoccola A. (2009). Segnalazioni faunistiche: (*) - *Dryocopos martius* Linnaeus, 1758 (Aves Piciformes Picidae). *Quad. Studi nat. Romagna* 28: 195-197.
- Macias M, Andreu L, Bosch O, Camarero JJ, Gutiérrez E. Increasing aridity is enhancing silver fir (*Abies alba* Mill.) water stress in its south-western distribution limit. *Climatic Change* (2006) 79:289-313.
- Manetti MC, Cutini A. Tree-ring growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in two stands under different silvicultural systems in central Italy. *Dendrochronologia* (2006) 23:145-150.
- Mitchell TD, Carter TR, Jones PD, Hulme M, New M. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2010). *Journal of Climate*: submitted (2003).
- Muller, S.D., Nakagawa, T., de Beaulieu, J.L., Court-Picon, M., Carcaillet, C., Miramont, C., Boutterin, C., Ali, A.A., Bruneton, H., 2007. Post-glacial migration of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the south-western Alps. *J. Biogeogr.* 34, 876–899.
- New M, Hulme M, Jones P. Representing twentieth-century space-time climate variability. Part II: development of 1901-1996 monthly grids of terrestrial surface climate. *Journal of Climate* (2000)

13:2217-2238.

- New M, Lister D, Hulme M, Makin I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research* (2002) 21:1-25.
- Nola P, Carrer M, Motta R, Urbinati C. Una rete dendrocronologica per le principali conifere italiane. *Informatore Botanico Italiano* (2005) 37:228-229.
- Nola P. Preliminary dendroclimatological research using oak (*Quercus robur* and *Q. petraea*) in the Po valley, northern Italy. *Dendrochronologia* (1991) 9:71-94.
- Oberhuber W. Influence of climate on radial growth of *Pinus cembra* within the alpine timberline ecotone. *Tree Physiology* (2004) 24:291-301.
- Orsomando E. (1973) Nuova stazione di Abete bianco (*Abies alba*) sui Monti della Laga nelle Marche. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano* XVII:123-130.
- Paolucci L. (1890) *Flora Marchigiana*, Pesaro.
- Parducci L, Szmidi A E, Villani F, Wang X R e Cherubini M. 1996. Genetic variation of *Abies alba* in Italy *Hereditas* 125: 11 - 18
- Pastorello C. Accrescimento radiale e influenza climatica in *Larix decidua* alla treeline in Val di Tovel (TN). In: *Dip. TeSAF* (2001): Università degli studi di Padova. 72.
- Pedrotti F. (1982) La vegetation des Monts de la Laga, Guide-Itineraire de l'Excursion Internationale de Phytosociologie en Italie centrale (2-11 juillet 1982)
- Petit RJ, El Mousadik A, Pons O. 1998. Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers. *Conserv Biol* 12: 844-855. Petit RJ, Hu FS, Dick CW. 2008. Forests of the past: A window to future changes. *Science* 320: 1450-1452
- Pfeifer K, Kofler W, Oberhuber W. Climate related causes of distinct radial growth reductions in *Pinus cembra* during the last 200 yr. *Vegetation History and Archaeobotany* (2005) 14:211-220.
- Piovani P, Leopardi S, Piotti A e Menozzi P. 2010. Conservation genetics of small relic populations of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the northern Apennines. *Plant Biosystems* Vol. 144, No. 3, 2010 September, pp. 683-691
- Pirovano A. (2009). Il picchio nero (*Dryocopus martius*). "Un falegname" per la conservazione della biodiversità nelle foreste alpine. *Ricerca e Conservazione nel Parco delle Orobie Valtellinesi* Supplemento al volume 20 - 2009 de "Il Naturalista Valtellinese" Atti del Museo civico di Storia naturale di Morbegno. Bonazzi grafica, Sondrio, pp. 94.
- Pividori M. Analisi degli incrementi e delle chiome in alcune stazioni di Abete bianco (*Abies alba* Mill.) del piano montano in Piemonte (Italy). *Dendrochronologia* (1991) 9:143-163.
- Pizzolotto R. (1997). Un Indice dello Stato di Conservazione del Paesaggio Applicato alle Tipologie
- *Plant Physiol.* (1987) 83:316-322.
- Prinzing A, Reiffers R, Braakhekke WG, Hennekens SM, Tackenberg O, Ozinga WA, Schaminee JHJ, van Groenendael JM (2008). Less lineages-more trait variation: phylogenetically clustered plant communities are functionally more diverse. *Ecology Letters* 11: 809-819.
- Rabacchi R., Bertarelli C. & Tedeschi G.M. (2002). I cataloghi delle collezioni del Museo di Ecologia e Storia Naturale di Marano s/P.: la raccolta ornitologica (Paleartico Occidentale, al 1999). *Natura Modenese* 6: 3-55.
- Renzaglia F. (2008) Struttura, dinamismi e multifunzionalità delle faggete appenniniche del limite superiore del bosco nel bacino idrografico del Tronto, Facoltà di Agraria. Università Politecnica delle Marche. pp. 169.
- Rinntech. (2003) User reference-TSAP-Win (Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications). pp. 91.
- Rinntech. User reference-TSAP-Win (Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology

- and Related Applications) (2003). 91.
- Rivas-Martinez S. (1994) Global Bioclimatics. Clasificación Bioclimática de la Tierra. Sito internet: <http://www.globalclimatics.org>.
 - Rivas-Martinez S. (1999) North American boreal and western temperate forest vegetation. *Itinera Geobotanica* 12:5-316.
 - Rolland C, Michalet R, Desplanque C, Petetin A, Aime S. Ecological requirements of *Abies alba* in the French Alps derived from dendro-ecological analysis. *Journal of Vegetation Science* (1999) 10:297-306.
 - Romagnoli M, Schirone B. Indagini dendroecologiche preliminari sull'Abete bianco del bosco Abeti Soprani (Pescopennataro-IS). *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* (1992) XXXI:3-30.
 - Rolland C. Tree-ring and climate relationships for *Abies alba* in the internal Alps. *Tree Ring Bulletin* (1993) 53:1-11.
 - Rovelli E. (1997) L'Abete bianco sui Monti della Laga. *Monti e Boschi* 2:16-23.
 - Ruffo S. & Stoch F. (a cura di) (2007). Ckmap: Checklist and distribution of the Italian fauna. Ministero dell'Ambiente Servizio di Conservazione della Natura. CD Rom.
 - Sabbatini S, Selvi F, Viciani D, 2011. Le faggete extraazonali dell'anti-Appennino tirrenico Toscano: aspetti strutturali, diversità e caratteristiche sinecologiche. *Forest@* 8: 88-102 .
 - Sagnard, F., C. Barberot and B. Fady. 2002. Structure of genetic diversity in *Abies alba* Mill. from southwestern Alps: multivariate analysis of adaptive and non-adaptive traits for conservation in France. *Forest Ecology and Management* 157:175-189.
 - Santini A, Martinelli N. Indagini dendroecologica sull'Abete bianco (*Abies alba* Mill.) di Serra San Bruno (CZ). *Giornale Botanico Italiano* (1991) 125:895-906.
 - Santini E, Gallucci V (2010). Le faggete con Abete bianco dei Monti della Laga . In: "LIFE NAT/IT/000371 - ReSilFor , Ricostituzione di boschi a dominanza di Faggio con *Abies alba* nell'Appennino Tosco-Marchigiano". Acquasanta Terme (AN), 9-10 luglio 2010.
 - Schirone B, Romagnoli M, Codipietro G. Nuove indagini dendroecologiche sull'Abete bianco del bosco Abeti Soprani (Pescopennataro-IS). *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* (1992) XXXII:121-147.
 - Scoppola A, Caporali C (1998). Mesophilous woods with *Fagus sylvatica* L. of northern Latium (Tyrrhenian Central Italy): synecology and syntaxonomy. *Fitosociologia* 38 (1): 77-89.
 - Scotti I, Vendramin GG, Matteotti LS, Scarponi C, Sari-Gorla M, Binelli G. 2000. Postglacial recolonization routes for *Picea abies* K. in Italy as suggested by the analysis of sequence-characterized amplified region (SCAR) markers. *Mol Ecol* 9: 699-708.
 - Sibilica C. Conseguenze della persistente siccità dell'ultimo decennio sui nostri boschi. *L'Italia Forestale e Montana* (1952) VII:160-167.
 - Striglioni F. & Artese C. (2013). Atlante degli Uccelli nidificanti nel Parco del Gran Sasso e dei Monti della Laga. Pubblicato on-line.
 - Strumia G, Cherubini P. Climatic signal of two larch (*Larix decidua* Mill.) chronologies from the Italian Alps. *Dendrochronologia* (1997) 15:171-179.
 - Swetnam TW, Thompson RD, Sutherland EK. Using dendrochronology to measure radial growth of defoliated trees. *Agriculture Handbook*, USDA, Forest Service (1985) 639:1-37.
 - Tardif J, Camarero JJ, Ribas M, Gutiérrez E. Spatiotemporal variability in tree growth in the Central Pyrenees: Climatic and site influences. *Ecological Monographs* (2003) 73:241-257.
 - Tellini Florenzano G. (2003). Gli alberi morti e deperienti per gli uccelli: note generali e spunti per le Foreste Casentinesi. In: De Curtis O. (ed.). *Dagli alberi morti... la vita della foresta. La conservazione della biodiversità forestale legata al legno morto-Gli Atti del Parco Corniolo* 10 maggio 2002. Parco delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna, pp. 34-39.

- Tellini Florenzano G. (2004). Gli uccelli nidificanti nel sistema abetina-faggeta. Effetti del passaggio da abetina a boschi misti nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. Sherwood 98: 23-28.
- Tellini Florenzano G., Londi G., Campedelli T. & Cutini S. (2010). 19 years of landscapes changes in a Mediterranean National Park (Foreste Casentinesi, Italy) shown by long-term breeding bird census programme. In: Bermejo A. (ed.). Bird Numbers 2010 "Monitoring, indicators and targets". Book of abstracts of the 18th Conference of the European Bird Census Council-SEO/BirdLife, Madrid, p. 78.
- Terhürne-Berson R, Litt T, Cheddadi R. 2004. The spread of *Abies* throughout Europe since the last glacial period: Combined macrofossil and pollen data. Veg Hist Archeobot 13: 257-268.
- Tinner W, Colombaroli D, Heiri O, Henne PD, Steinacher M, Untenecker J, Vescovi E, Allen J, Carraro G, Conedera M, Joos F, Lotter AF, Luterbacher J, Samartin S, Valsecchi V, (2013). The past ecology of *Abies alba* provides new perspectives on future responses of silver fir forests to global warming. Ecological Monographs, 83(4), 419-439
- Ubaldi D. (1988) La vegetazione boschiva della Provincia di Urbino. Università degli studi di Camerino. pp. 365-371.
- Urbinati C, Carrer M, Sudiro S. Dendroclimatic response variability of *Pinus cembra* L. in upper timberline forests of Italian Eastern Alps. Dendrochronologia (1997) 15:101-117.
- Vendramin GG, Degen B, Petit RJ, Anzidei M, Madaghiele A, Ziegenhagen B. 1999. High level of variation at *Abies alba* chloroplast microsatellite loci in Europe. Molecular Ecology (1999)8, 1117-1126
- Vendramin GG, Lelli L, Rossi P, Morgante M. 1996. A set of primers for the amplification of 20 chloroplast microsatellites in Pinaceae. Mol Ecol 4: 595-598.
- Vendramin GG, Ziegenhagen B. 1997. Characterisation and inheritance of polymorphic plastid microsatellites in *Abies*. Genome 40: 857-864.
- Viciani D, Agostini N (2008). La carta della vegetazione del parco nazionale delle Foreste Casentinesi, monte Falterona e Campigna (Appennino tosco-romagnolo): note illustrative. Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna 27: 97-134.
- Vignali G, Piovani P, Frattini F, Vanini A, Carboni S. 2001. Progetto LIFE-NATURA "Conservazione delle abetaie e faggete appenniniche in Emilia-Romagna". Sherwood 65: 39-44.
- Weir, B.S., Cockerham, C.C., 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. Evolution 38, 1358-1370.
- Wick L, Möhl A. 2006. The mid-Holocene extinction of silver fir (*Abies alba*) in the southern Alps: A consequence of forest fires? Palaeobotanical records and forest simulations. Veg Hist Archeobot 15: 435-444.
- Wolf H. 2003. Silver fir (*Abies alba*). - Technical Guidelines for genetic conservation and use for Silver fir- EUFORGEN publication. 6p.
- Ziegenhagen, B., Fady, B. & Kuhlenkamp, V. (2005) Differentiating groups of *Abies* species with a simple molecular marker. Silvae Genetica, 54, 123-126.

MARCELLO MIOZZO
 ALFREDO BRESCIANI
 GIULIO CICALÉ
 FULVIO DUCCI
 PIERGIUSEPPE MONTINI

Prassi applicative per la conservazione delle popolazioni autoctone di Abete bianco

4

Riproduzione dell'abete autoctono e tecnica di traslocazione del pool genetico

Le foreste di Faggio e Abete bianco interessate dal Progetto LIFE ReSilFor presentano caratteri simili: si tratta infatti di formazioni seminaturali e in gran parte a basso indice di antropizzazione che nel tempo si vanno sempre più naturalizzando e articolando sotto il profilo della loro complessità strutturale e compositiva.

In questi ambienti l'Abete bianco costituisce popolazioni relitte, residue da gestioni conservative protratte per secoli, che trovano la loro giustificazione nella vicinanza a centri di ordinamenti monastici (santuari, eremi,) a strutture minerarie o, viceversa, in ambienti rupestri che hanno impedito all'uomo la loro totale eliminazione.

A partire da queste popolazioni il progetto LIFE ReSilFor ha sviluppato una strategia di migrazione assistita della specie, individuando tecniche di propagazione e di selezione particolarmente adatte ad assicurare la nuova diffusione della specie nei popolamenti dove, dalle informazioni storiche, ma anche dalle analisi ecologiche svolte nel progetto, questa potrà in futuro affermarsi.

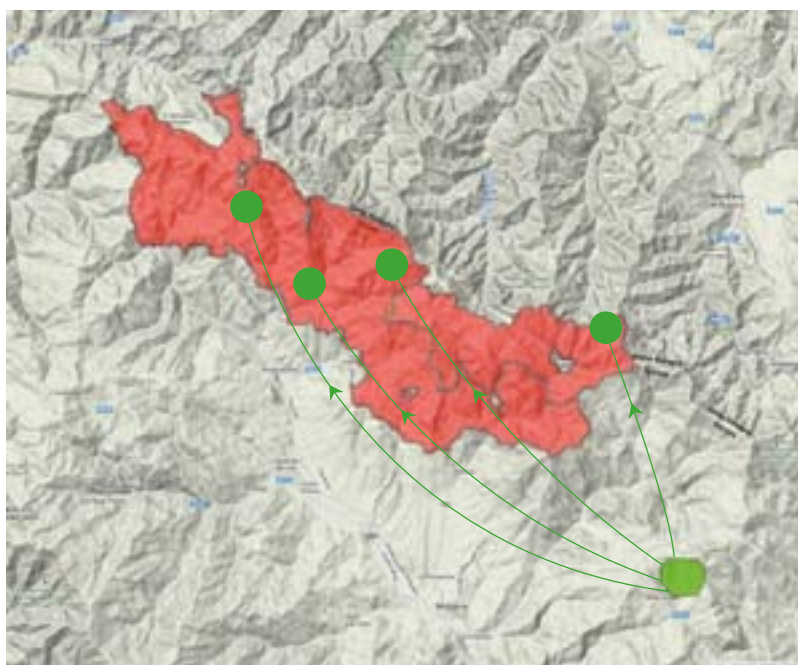
Si è partiti da porzioni geneticamente rappresentative della popolazione originaria di Abete bianco per ciascun sito, attraverso la realizzazione di aree di studio permanenti che sono state monitorate per i caratteri genetici e per gli aspetti adattativi durante tutto lo svolgimento del progetto. Come si è visto nei precedenti capitoli, sono state studiate e caratterizzate 90 piante madri tra le popolazioni della Verna, Pigelleto e Bocca trabaria. Queste sono le piante madri che rappresentano il pool genetico delle popolazioni esistenti e dalle quali è stato avviato il progetto di reintroduzione della specie nell'area appenninica tra Toscana e Marche.

Le aree strategiche di intervento di LIFE ReSilFor sono rappresentate da popolazioni relitte di *Abies alba*, e da complessi forestali contigui dove l'Abete bianco in passato era presente e dove per la gestione forestale operata dall'uomo, la specie è scomparsa.

Le tecniche adottate per la migrazione delle popolazioni autoctone si sono basate sulla



Fig. 01 – esempio di cartografia distributiva delle piante madri della foresta di Fonte abeti SIC Bocca Trabaria



- Area di impianto
- SIC di intervento

Fig. 02 – Schema di migrazione assistita di *Abies alba* della popolazione della Verna

riproduzione clonale delle piante madri e sul loro inserimento nei popolamenti seminaturali, ritenuti ottimali per la futura diffusione.

Le discendenze clonali sono state realizzate utilizzando la tecnica dell'innesto: si è proce-

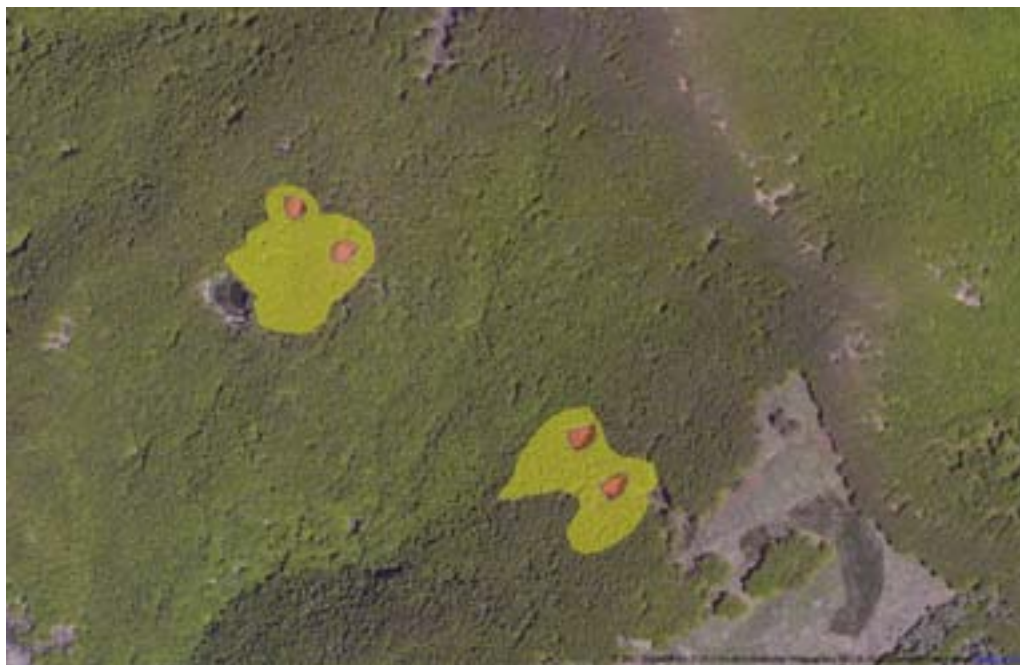


Fig. 03 – Foreste casentinesi: esempio di quattro nuclei di microarboreto reintrodotti nell'area lago degli idoli (aree in rosso) e dei futuri coni di diffusione per seme previsti dal progetto (aree in giallo)

duto alla raccolta di materiale vegetativo dalle piante madri selezionate e successivamente sono stati realizzati circa 9.000 innesti su Abete bianco di provenienza italiana, in modo da disporre di un quantitativo di piantine sufficiente per la successiva traslocazione in foresta e per gli eventuali risarcimenti.

Si deve tenere conto che la tecnica di innesto, già sperimentata per altri progetti LIFE in passato, ha un elevato numero di insuccessi e pertanto sono stati realizzati un numero assai superiore di innesti rispetto a quelli ritenuti necessari per lo svolgimento del progetto.

Tecnica di innesto

La tecnica di riproduzione per innesto viene svolta alla fine dell'inverno facendo in modo che le piantine utilizzate come portainnesto abbiano già subito un periodo di preparazione in vivaio tale da averle già indotte al risveglio vegetativo. In genere si sottopongono le piantine portainnesto in febbraio ad un ciclo di pre-trattamento a temperature di 17-20 gradi centigradi in serra, con una durata di almeno 10 – 15 giorni.

Il porta innesto deve essere almeno di 5 anni, due passati come semenzale, tre come trapianto.

Quando si dispone di un certo numero di porta innesto preparati, si procede alla raccolta delle marze; esse devono essere raccolte nella parte alta della chioma delle piante madri. In genere queste sono individui vetusti con altezze anche superiori a 30 metri e si rende così necessario l'impiego di manodopera specializzata, tree climbers, in grado di arram-

picarsi sull'albero fino alle parti terminali dello stesso. Giunto nella parte sommitale dell'albero l'operatore inizia la raccolta selezionando i rami più vigorosi e sveltando questi per un massimo di 15-30 cm. Bisogna evitare di danneggiare o tagliare ramificazioni troppo sviluppate in quanto si potrebbe così compromettere la capacità vegetativa della pianta. Il rametto che sarà utilizzato come marza deve essere abbastanza vigoroso, dell'ultimo anno di vegetazione, con una sezione non inferiore a 5 mm, privo di gemme fiorifere. Il materiale raccolto deve immediatamente essere immagazzinato in sacchi neri che una volta chiusi saranno etichettati con la sigla della pianta madre di provenienza.

Una volta effettuata la raccolta, possibilmente giorno per giorno, il materiale viene trasferito al vivaio dove si procede immediatamente agli innesti.

Bisogna avere molta cura nell'evitare che le marze insacchettate non subiscano surriscaldamento ambientale e si deve cercare in ogni modo di ridurre la disidratazione. Una marza parzialmente disidratata non riuscirà mai ad attecchire sul portainnesto.

È possibile effettuare la conservazione nella cella frigorifero del vivaio ma si è osservato che con il prolungamento della conservazione aumenta proporzionalmente la probabilità di fallimento dell'innesto. Idealmente si dovrebbe raccogliere la marza e nello stesso giorno utilizzarla per l'innesto.

L'innesto può essere praticato impiegando due tecniche: l'innesto a spacco (A nella figura a lato) e l'innesto a intarsio laterale (B). È stata registrata una migliore riuscita nell'innesto laterale, tuttavia le piantine a dimora realizzate con questa tecnica hanno subito

maggiori danni durante l'inverno, offrendo una struttura meccanica meno tollerante al peso del manto nevoso. L'innesto a spacco tende ad avere un minore tasso di attecchimento, ma registra una migliore resistenza nell'impianto in bosco.

Un accorgimento che aumenta la probabilità di attecchimento dell'innesto è la copertura della superficie di contatto con mastice da innesto al fine di proteggere le marze da agenti patogeni esterni e da ridurre al minimo la perdita di umidità.

Una volta effettuati gli innesti le piantine sono stivate in serra fredda al fine di ridurre al minimo l'evapotraspirazione della marza e permettere al porta innesto di avviare positivamente la saldatura nella zona di contatto.

Dopo circa 20 giorni si procede gradualmente al riscaldamento della serra che in genere avviene naturalmente a causa dell'avanzare della primavera. In questa fase bisogna evitare surriscaldamenti della serra nelle giornate particolarmente soleggiate garantendo una buona aerazione della coltura protetta. In ogni caso si deve avere molta cura nel mantenere un certo tenore di umidità all'interno della serra con irrorazioni a pioggia o meglio ancora nebulizzazione.

Nel mese di aprile le piantine che mostrano un buono stato vegetativo possono essere stivate all'aperto in zone del vivaio protette dal vento e dall'eccessiva insolazione.

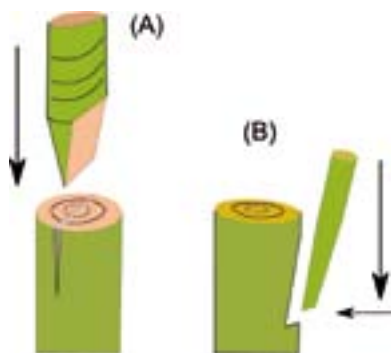




Fig. 04: innesti di un anno in serra nei vivai di Floramiata



Fig. 05: particolare dell'innesto



Fig. O6: Piante innestate presso il vivaio di Sant'Angelo in Vado (PU)

Le piantine saranno mantenute in vivaio per almeno una stagione vegetativa, meglio per due, fino a quando saranno rese disponibili per l'impianto in foresta.

Gli innesti del sono stati realizzati in tre diverse strutture vivaistiche: il vivaio di Cerreta dell'Unione dei Comuni Montani del Casentino (AR), il vivaio privato di Floramiata a Piancastagnaio (SI), il vivaio dell'ASSAM di Sant'Angelo in Vado (PU)

Come spiegato nel paragrafo 3.2, le piante madri sono state monitorate nei quattro anni di durata del progetto e ne sono state studiate le caratteristiche genetiche e la loro relazione rispetto alle forme adattative.

Questo ultimo aspetto ha permesso di individuare tra le piante madri analizzate, quelle con maggiore capacità adattativa all'andamento climatico. Tra le piante madri indagate, circa 10, hanno infatti dimostrato una certa plasticità all'andamento climatico. Inserendo negli impianti una quota di queste ultime, aumenterà la probabilità di una migliore capacità adattativa nel pool genetico delle discendenze.

Reintroduzione dell'abete

Gli interventi di reintroduzione dell'abete autoctono hanno riguardato tutti i siti della Rete Natura 2000 interessati dal progetto LIFE ReSilFor.

Complessivamente sono stati realizzati 67 microarboreti ciascuno nei cinque SIC interessati dal progetto. La superficie complessiva che è stata coperta con questo intervento è di circa 5 ettari con l'obiettivo di una futura diffusione naturale della specie su oltre 70 ettari.

La tipologia di intervento non è stata molto diversa tra i diversi territori di realizzazione ed è consistita nella preparazione di aree di piantagione ottenute con il taglio della vegetazione arborea preesistente.

In gran parte dei casi si è trattato di inserimento dei nuclei all'interno di soprassuoli di Faggio, ma per testare meglio il protocollo di intervento sono stati presi a riferimento anche soprassuoli di conifere a prevalenza di Pino nero, di Cerro e infine di conifere esotiche. Tutti gli interventi sono stati realizzati alle varie latitudini di progetto nella fascia altimetrica compresa tra 800 e 1200 metri sul livello del mare.

Lo schema generale di reintroduzione si è basato su quattro principali fasi di lavoro:

taglio della vegetazione arborea preesistente – per facilitare il futuro ingresso spontaneo nella foresta da parte delle progenie derivanti dalle piante innestate, è indispensabile inserire i microarboreti all'interno di una compagine forestale. Per questo motivo si è preferito procedere al taglio della vegetazione preesistente per dare spazio all'insediamento di Abete bianco costituito da piantine innestate. Il taglio è stato condotto con mezzi ordinari procedendo all'abbattimento di tutte le piante esistenti per una superficie in genere di circa 500 metri quadrati. Fanno eccezione le tre aree realizzate nel SIC Foresta del Pigelleto che sono state eseguite in sostituzione di un soprassuolo artificiale di Pino nero; in questo ultimo caso il taglio per la realizzazione del letto di piantagione è stato superiore ad un ettaro per ciascun microarboreto. Il taglio è stato eseguito nella stagione estiva;

diradamento delle aree di margine – il margine tra microarboreti e foresta contigua costituisce la fascia dinamica all'interno della quale gli abeti innestati diffonderanno in futuro

il proprio seme e quindi la rinnovazione. Inoltre il soprassuolo contiguo proprio perché al margine dell'impianto costituisce un importante elemento di relazione con il microarboreto: il margine infatti può concorrere per la luce con le piantine di Abete bianco, ma allo stesso tempo influenzare positivamente il microclima della buca soprattutto nella stagione estiva, agendo da volano per umidità e temperature. Per ciascuna area di reintroduzione si è così proceduto a creare da subito una riduzione delle piante di margine attraverso un intervento di diradamento maggiormente intenso in direzione della fonte di illuminazione della buca del microcollettivo. Si sono così realizzati diradamenti di margine per un'estensione di circa 3000 metri quadrati per ciascun microcollettivo che ha portato ad una foresta di margine maggiormente sfumata in direzione della provenienza della luce e più compatta nelle aree con minore insolazione. Il diradamento è stato di tipo misto e ha inciso su circa il 30% del numero delle piante.

Piantagione delle piante derivanti da innesto - nel periodo autunnale, dopo avere effettuato il taglio della vegetazione e il diradamento, si è proceduto alla realizzazione dell'impianto. Le piantine utilizzate per ciascun microarboreto sono state tra le 25 e le 35 a seconda dell'estensione, della forma e illuminazione della buca dove è stato realizzato l'impianto.

Ciascuna piantina al momento dell'impianto aveva almeno un franco di innesto di 4 anni di età e un innesto di almeno 1,5 anni di vegetazione.

Le piantine sono state disposte in modo randomizzato cercando di collocarle ad una distanza l'una dall'altra non inferiore a tre metri e sfruttando le microstazioni più favorevoli da un punto di vista della giacitura. Per ciascun impianto sono state utilizzate piantine innestate con il materiale proveniente da almeno cinque diverse piante madri e curando di collocarle in modo randomizzato. Per ciascuna piantina è stata mantenuta l'etichettatura che indica il numero della pianta madre di provenienza.

La lavorazione del terreno è stata eseguita con mezzi manuali e in genere con scavo di una buca di 40x40x40 centimetri.

Difesa dal morso degli ungulati selvatici - poiché in tutti i territori di intervento è presente abbondante fauna selvatica ungulata che esercita una certa pressione attraverso la brucatura soprattutto dell'Abete bianco nei periodi invernali quando scarseggia la vegetazione erbacea, si è dovuto procedere alla difesa meccanica degli impianti. La difesa è stata realizzata secondo due modalità: recinzione individuale e recinzione di



Protezioni dell'impianto di Abete bianco (SIC. Alta Valle dell'Arno, Località Lago degli Idoli)



Protezioni dell'impianto di Abete bianco con rete perimetrale (SIC. Alpe della Luna, Bocca Trabaria, Località Fonte Abeti)

tutto l'impianto. La prima modalità è stata adottata nel territorio delle Foreste Casentinesi e dei Monti della Laga; la difesa di tutto il microarboreto è stata invece realizzata nella foresta del Pigelletto e nel SIC di Bocca Trabaria. La diversa modalità risiede nel fatto che la recinzione totale è più funzionale alla difesa dal capriolo, cinghiale o da erbivori domestici, questi ultimi presenti soprattutto nel SIC di Bocca Trabaria.

La recinzione individuale costituisce una difesa di minore impatto naturalistico in quanto permette il libero passaggio delle specie animali. La recinzione totale richiede per contro un certo onere di ripulitura annuale delle infestanti, fatto che spesso non è necessario con la difesa individuale dove la fauna ungulata garantisce un controllo naturale delle infestanti. Tra le due tipologie la più onerosa è la difesa individuale che ha richiesto la posa per ciascuna piantina di almeno tre pali tutori con un diametro minimo di 7-8 cm e altezza di 3 metri dei quali almeno uno interrato. La difesa è poi stata completata con la legatura di una rete metallica a maglia fissa alta circa 1,8 metri e cucita in forma cilindrica con un diametro di circa 1 metro.

Azioni di contenimento dell'abete alloctono

Uno degli aspetti di cui si è dovuto tenere conto nel progetto ReSilFor è la riduzione di piante di Abete bianco, di provenienza alloctona, presenti nelle aree contigue ai rinfoltimenti e alle zone di reintroduzione.

Questa azione ha lo scopo di ridurre la probabilità di scambio genetico tra gli abeti alloctoni e quelli reintrodotti di origine autoctona.

Ciò non può essere realizzato in forma completa, eradicando tutti gli abeti alloctoni da una determinata zona, ma può essere ottenuto localmente andando a ridurre la presenza di piante adulte alloctone che più di altre possono produrre polline e semi, soprattutto nelle aree contigue ai microarboreti di Abete bianco di origine autoctona.

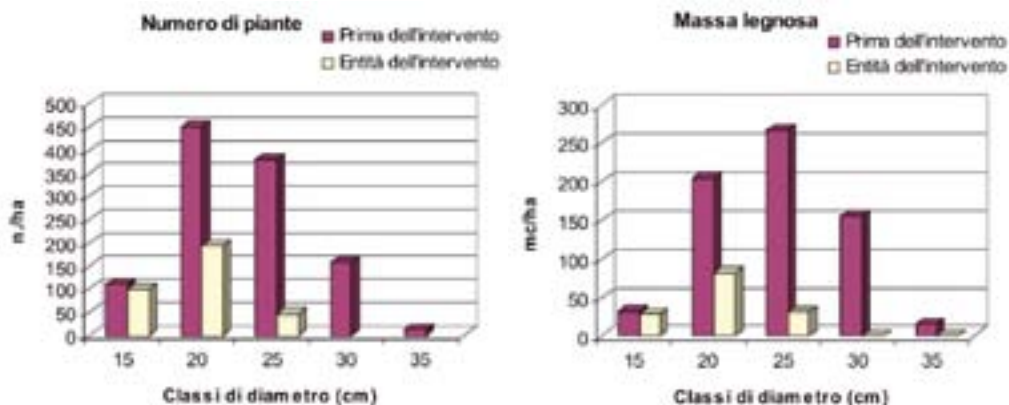
L'intervento si sostanzia in una riduzione quantitativa dell'abete con maggiori capacità di diffusione pollinica e di seme in modo che le piante introdotte di origine autoctona possano nel tempo disporre di maggiori probabilità di impollinazione incrociata per dar luogo, nelle future discendenze, a progenie di famiglie di fraterlastrici.

Gli interventi messi a punto con il progetto hanno riguardato complessivamente 25 ettari distribuiti nelle foreste del SIC Monte Falterona e Alta Valle dell'Arno e nel SIC Alpe della Luna e Bocca Trabaria.

La tipologia di intervento ha fatto riferimento al diradamento di tipo misto eliminando gran parte del piano dominato e incidendo in quello dominante soprattutto a carico di individui con il maggiore vigore vegetativo.

Nella Tabella sottostante si riportano alcuni risultati dei saggi dendrometrici effettuati per la definizione della martellata per i popolamenti del territorio casentino: il soprassuolo in esame presenta una provvigione molto elevata, favorita dalla notevole fertilità stagionale (l'altezza media si attesta sui 25 metri e quella dominante sui 27,5 metri) e dalla notevole densità di allevamento, ma il rapporto di snellezza (rapporto H/D) evidenzia un portamento estremamente filato che pregiudica la stabilità individuale delle piante.

La distribuzione delle piante e della massa legnosa per classi di diametro presentano l'andamento tipico dei soprassuoli coetanei monoplani (Grafico 2 e 1).



Graf. 1: distribuzione del numero di piante per classi di diametro, prima dell'intervento e relativamente al soprassuolo intercalare

Graf. 2: distribuzione della massa legnosa per classi di diametro, prima dell'intervento e relativamente al soprassuolo intercalare

Parametro dendrometrico	tutto il soprassuolo	soprassuolo dopo il diradamento	soprassuolo asportato	% prelievo
Diametro medio di area basimetrica (cm):	24,7	26,3	20,6	
Altezza media (m):	24,9	25,4	23,6	
Altezza dominante (m)	27,4	27,4	24,9	
Rapporto H/D	100,8	96,6	114,8	
Numero di piante/ha	1110	771	339	31%
Area basimetrica/ha	47	37	10	21%
Massa legnosa/ha	674	533	141	21%

Tab. 1: principali parametri dendrometrici complessivi delle prove di martellata nelle Foreste casentinesi

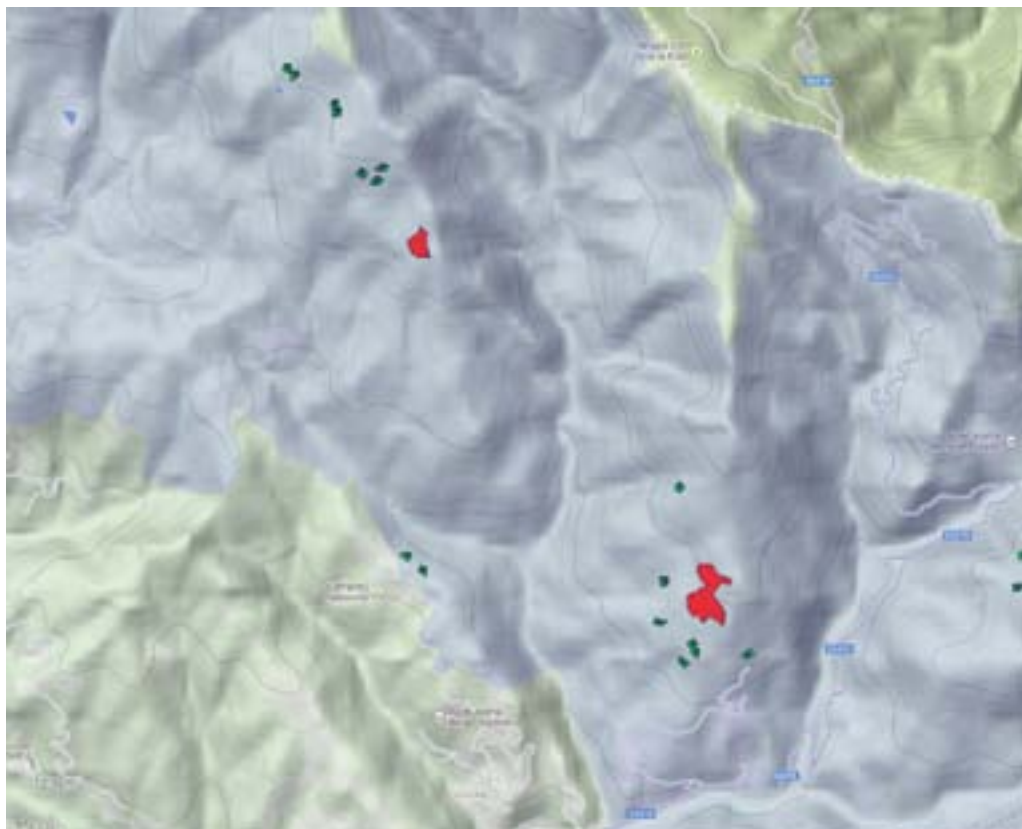


Fig. 07: Territorio casentinese: in rosso le aree di riduzione dell'abete alloctono in verde le aree di reintroduzione dell'Abete autoctono. In viola il territorio ricadente all'interno della Rete natura 2000.



Fig. 08: esempio di selezione finalizzata a creare dei coni di luce per favorire la crescita verticale delle piante di Abete bianco sotto copertura (croce rossa sulle piante selezionate, in giallo i coni di luce da realizzare)



Fig. 09: esempio della martellata nel SIC Valle della Corte finalizzata a illuminare un gruppo di Abete bianco; la foto è scattata in direzione nord e l'intervento porta all'eliminazione superiore del Faggio tenuto conto della provenienza dell'illuminazione (si osservi a questo proposito le ombre dei tronchi dei faggi che sono proprio in direzione del nucleo di Abete bianco)

Interventi di conservazione in situ

In uno solo dei cinque SIC di progetto la popolazione dell'Abete bianco è considerata a rischio imminente di scomparsa poiché la maggior parte degli Abeti appartenenti a quella popolazione si trova ampiamente sottomessa al sovrastante popolamento di Faggio. Si tratta del sito Valle della Corte, situato nel territorio del Parco Nazionale dei Monti del Gran Sasso e Monti della Laga.

La popolazione di Abete bianco della Valle della Corte, costituita in larga parte da piante in età stadiale giovane, è particolarmente sottoposta al soprassuolo di Faggio che ormai da molto tempo sovrasta quasi ininterrottamente gli individui di Abete, impedendo a questi di ampliare la loro chioma e svilupparsi verso gli stadi di maturità.

Con il progetto LIFE ReSilFor si è così agito al fine di ridurre la concorrenza da parte del Faggio attraverso interventi puntuali di rimozione delle piante dominanti e codominanti, che concorrevano con gli abeti bianchi sottoposti.

Il criterio selvicolturale al quale ci si è ispirati è quello di stimolare le piante di Abete bianco verso la ripresa della crescita verticale. Queste piante pur essendo di modeste dimensioni (in generale contenute entro i tre metri dal suolo) hanno un'età che varia tra i 60 e i 70 anni e sono pertanto nelle condizioni, se opportunamente stimolate, di poter riprendere la

crescita vegetativa. Si deve tuttavia tenere conto che il popolamento forestale è collocato ad una quota altimetrica considerevole che richiede un prelievo attento e mirato nell'intento di evitare tagli selvicolturali eccessivi che potrebbero creare condizioni di maggiore instabilità nei confronti degli agenti meteorologici.

Pertanto l'intervento è stato un compromesso tra la necessità di creare dei coni di luce al di sopra delle piantine di Abete bianco sottomesse e la necessità di non aprire eccessivamente il piano dominante per ridurre il rischio di instabilità meccanica del soprassuolo rilasciato. I prelievi sono stati effettuati tenendo conto dell'orientamento del versante in modo da selezionare piante del piano dominante che potevano essere di ostacolo alla provenienza del cono di luce.

La selezione delle piante di Faggio è stata definita in modo che l'esecuzione del taglio minimizzasse il danno alle piantine di Abete bianco.

Altri interventi finalizzati alla tutela della biodiversità

Le foreste di Faggio con Abete bianco vegetano spesso in ambienti dove ancora si trova una certa ricchezza specifica e complessità ecosistemica.

Sono infatti ambienti ricchi di nicchie ecologiche dovute alla presenza di tratti di foresta vetusti dove molte componenti animali anche rare trovano il loro ambiente ideale.

I Siti di Interesse Comunitario che sono stati interessati dal progetto LIFE ReSilFor sono costituiti da comprensori poco antropizzati a carattere montuoso, prevalentemente boscati e accomunati dalla presenza di nuclei naturali, più o meno estesi, di Abete bianco.

In questi ambienti soprattutto quelli con un migliore grado di conservazione, vivono popolazioni di Anfibi e di insetti saproxilici di assoluto interesse conservazionistico e inserite negli Allegati II e IV della Direttiva 92/43/CEE.

Si tratta di due specie di Anfibi quali la Salamandrina dagli occhiali settentrionale e l'Ululone appenninico e di due specie di insetti saproxilici quali il cervo volante (*Lucanus cervus*) e la *Rosalia alpina*.

La presenza di queste specie è indice di ambienti forestali freschi, attraversati da corsi d'acqua, con strati di lettiera profondi, evoluti e con una abbondante e qualificata biomassa legnosa con molta necromassa.

La presenza di queste specie è stata appositamente monitorata nelle prime attività del progetto e sulla base di segnalazioni e dei censimenti naturalistici è stato possibile delineare uno stato delle conoscenze in grado di definire le principali minacce per la loro conservazione.

Per quanto riguarda gli Anfibi si tratta di due specie con abitudini ed ambienti diversi ma comunque legati entrambi agli ambienti forestali, strutturati e evoluti per la Salamandrina dagli occhiali settentrionale, aperti, delle radure e dei pascoli umidi per l'Ululone appenninico.

Le azioni di salvaguardia si sono concentrate sulle probabili cause di riduzione di entrambe le specie. L'Ululone appenninico risente della riduzione degli spazi aperti con ristagni d'acqua e la sua presenza sta sempre più riducendosi a causa della diminuzione significativa degli ambienti aperti che sono sempre più in fase di abbandono colturale e cedono il

passo all'ingresso del bosco. A questo fattore di minaccia si associa anche la riduzione degli ambienti umidi pastorali che in passato venivano mantenuti attivi dai pastori per l'abbeverata degli animali ma che oggi, in seguito all'abbandono della pastorizia, hanno perso in larga parte funzionalità riducendo anche la loro portata idrica.

Per questa specie sono state individuate due aree collocate nel SIC Alta valle dell'Arno dove ancora è segnalata la presenza della specie. In queste aree è stata consolidata la presenza dell'acqua attraverso il restauro di un fontanile e il miglioramento di un piccolissimo specchio d'acqua all'interno di un'area pastorale.



Fig. 1: Area umida della Chiusa (SIC Alta valle dell'Arno), sito di riproduzione di *Uluone appenninico*

Per quanto riguarda la Salamandrina dagli occhiali settentrionale la sua presenza è quasi del tutto scomparsa nei SIC del casentino, mentre si presenta abbondante nel SIC Alpe della Luna e Bocca Trabaria.

Questa specie compie il proprio ciclo riproduttivo in piccole pozze laterali lungo i rami torrentizi minori. Sono tratti di corsi d'acqua dove difficilmente possono essere presenti pesci predatori poiché il regime idrico è molto discontinuo.

Poiché una delle principali minacce per questa specie è proprio dovuta alla presenza delle trote, che si alimentano dei girini e delle uova, l'azione di conservazione che è stata messa a punto riguarda la realizzazione di piccole aree umide contigue ai corsi d'acqua, dove la specie può riprodursi protetta dalla presenza dei pesci predatori.



Fig. 2: Area di intervento a favore della Salamandrina dagli occhiali nel SIC Foreste di Camaldoli e Badia prataglia; la parte con protezione in legno è la nursery realizzata.

Con il progetto LIFE ReSilFor sono stati eseguiti complessivamente 8 interventi di miglioramento degli ambienti riproduttivi delle due specie anfibe principalmente nei SIC Alta valle dell'Arno, Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia e Alpe della Luna e Bocca Trabaria.



Fig. 3: Gruppo di piante cercinate nel SIC Alta valle dell'Arno; la pianta posta nel centro dell'immagine è l'albero habitat

Gli insetti saproxilici sono specie che colonizzano il legno morto soprattutto di piante del genere *Quercus*. La loro presenza nelle foreste dei SIC appenninici è connessa con la presenza storica di piante vetuste di Faggio che venivano rilasciate in passato per la loro utilità per le attività di pascolamento. Sono ancora visibili soprattutto nel SIC Alpe della Luna e Bocca Trabaria le vecchie piante di Faggio che in passato venivano capitozzate

per produrre stame per gli animali.

La presenza di alberi maturi e vetusti, costituisce l'ambiente ideale per questi insetti che colonizzano le parti di legno morto compiendo al suo interno gran parte del ciclo biologico.

I cambiamenti selvicolturali che sono avvenuti negli ultimi cinquanta anni hanno portato inconsapevolmente alla riduzione di queste piante e la gestione forestale che ha favorito il miglioramento e lo sviluppo della foresta ha al contempo determinato una certa uniformizzazione della struttura di queste formazioni riducendo, ad esempio, la possibilità di conservazione di alberi senescenti e marcescenti.

Questo fenomeno ha portato alla riduzione degli habitat di specie e alla conseguente diminuzione della presenza di questi insetti.

Le azioni che sono state messe in campo con il progetto LIFE ReSilFor hanno riguardato la individuazione di alberi habitat nella foresta: quegli alberi cioè che per la loro vetustà e conformazione, possono ospitare nicchie ecologiche per queste specie. Nell'intorno di questi alberi, definibili come nodi della rete ecologica degli insetti saproxilici, sono stati individuati alberi di media grandezza (25-40 cm di diametro) posti ad una distanza media di 50-70 metri dall'albero habitat, che sono stati trattati attraverso interventi di cercinatura al fine di portarli in uno stato progressivo di sofferenza, fino alla morte nel corso di un periodo di due o tre anni. Tali piante rafforzano la presenza di nicchie ecologiche per queste specie di insetti andando a costituire nei fatti il potenziamento del legno morto in piedi.

Complessivamente sono stati eseguiti 80 interventi cercinatura riferibili a 20 nuclei da 4 piante ciascuno, distribuiti in modo uniforme all'interno di 40 ettari di superfici forestali nel territorio dei SIC dell'Alta Valle dell'Arno e dell'Alpe della Luna e Bocca Trabaria.



Fig. 4: *Rosalia alpina* SIC Alta Valle dell'Arno



Prima valutazione delle azioni svolte

5

Aspetti ecologico-selvicolturali

Dopo le fasi di individuazione e descrizione delle aree di progetto (capitolo 3) in cui sono stati realizzati gli interventi per la conservazione e la reintroduzione dell'Abete bianco (capitolo 4), si riportano i primi risultati in merito al monitoraggio post-intervento, effettuato per verificare gli effetti delle azioni concrete realizzate. In particolare, l'attività ha riguardato: i) la caratterizzazione degli interventi selvicolturali e delle aree di piantagione dell'abete; ii) la quantificazione del regime radiativo all'interno delle aree di intervento; iii) la valutazione dell'attecchimento delle piantine di Abete bianco introdotte nei microarboreti.

a) localizzazione dei siti e metodologia utilizzata

Il monitoraggio è stato realizzato solo nella regione Toscana nelle aree di indagine precedentemente individuate: due aree sperimentali situate nel S.I.C. Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio (Monte Amiata - Siena) e caratterizzate da impianti di Pino nero (*Pinus nigra* L.) di origine artificiale; otto aree sperimentali ubicate nei due SIC delle Foreste Casentinesi (Foreste alto bacino dell'Arno in località Monte Mezzano e Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia in località Badia Prataglia - Arezzo) e contraddistinte da soprassuoli di Faggio (*Fagus sylvatica* L.) e rimboschimenti di Pino nero. In totale sono state monitorate 10 aree di saggio di circa 2500 m² ciascuna, selezionate nelle tipologie forestali dove sono stati realizzati gli interventi di taglio e diradamento finalizzati alla successiva piantagione dell'abete.

Le tipologie forestali individuate rappresentano fustaie di Pino nero, cedui invecchiati e fustaie transitorie di Faggio in diversi stadi evolutivi e con caratteristiche stagionali differenti (tabella 1).

Le aree di saggio sono state delimitate, rese permanenti con picchetti di legno e georeferenziate. Nei due comprensori forestali, gli interventi selvicolturali applicati sono stati differenti. Nel Pigelleto è stato effettuato il taglio raso del soprassuolo, mentre nelle Foreste

Casentinesi sono state realizzate buche di superficie compresa tra 400 e 600 m² circa (all'interno delle quali sono state eliminate tutte le piante della specie principale) e tagli di diradamento nell'intorno della buca effettuati con un approccio ecologico-radiativo, ovvero eliminando un maggior numero di piante nelle esposizioni più soleggiate per garantire un maggior afflusso di luce all'interno delle buche.

In ogni area di saggio prima e dopo il taglio sono stati effettuati i seguenti rilievi: cavallettamento totale di tutte le specie arboree ed arbustive con diametro a 1.30 m superiore a 3 cm, attribuzione del ruolo sociale individuale, determinazione della densità (numero di ceppaie, di matricine e di polloni per specie ad ettaro), stima dell'altezza su un campione rappresentativo selezionato in funzione della distribuzione diametrica.

ID Area	Località	Coordinate geografiche	Quota (m s.l.m.)	Espos.	Pendenza (%)	Forma di governo	Specie prevalente	Età Anni
1	Pigelleto	N 42° 48' 58" E 11° 39' 15"	730	N	10 %	Fustaia	Pinus nigra	40
2	Pigelleto	N 42° 48' 59" E 11° 39' 11"	765	N	10 %	Fustaia	Pinus nigra	40
2	Monte Mezzano	N 43° 49' 49" E 11° 45' 40"	1115	O	45	Ceduo invecchiato	Fagus sylvatica	65
3	Monte Mezzano	N 43° 49' 52" E 11° 45' 46"	1130	NO	20	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica	67
9	Monte Mezzano	N 43° 50' 05" E 11° 46' 52"	1315	S	60	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica	60
10	Monte Mezzano	N 43° 49' 56" E 11° 46' 57"	1225	S	50	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica	60
33	Vita Mayer	N 43° 50' 13" E 11° 43' 46"	1100	SO	30	Fustaia	Pinus nigra	45
13	Badia Prataglia	N 43° 48' 31" E 11° 54' 29"	1160	S	70	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica	99
16	Badia Prataglia	N 43° 48' 29" E 11° 54' 06"	1160	S	25	Fustaia transitoria	Fagus sylvatica	90
11	Badia Prataglia	N 43° 47' 28" E 11° 52' 18"	830	S	15	Fustaia	Pinus nigra	85

Tab. 1 – Principali caratteristiche stazionali delle Ads permanenti.

In aggiunta, dopo gli interventi effettuati nelle Foreste Casentinesi, tutte le piante presenti sul bordo e/o all'interno della buca sono state mappate, ne è stata rilevata l'altezza totale, quella di inserzione e la proiezione a terra della chioma per valutare e monitorare le condizioni strutturali all'interno delle buche. Infine, per caratterizzare il clima radiativo di ogni singola buca e determinare l'effetto dei tagli sulla quantità e sulla distribuzione spaziale della luce, sono state effettuate misure di radiazione diretta nella banda della PAR (radiazione fotosinteticamente attiva, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) con ceptometri (Sunfleck Ceptometer SF 80, Decagon devices Inc., Pullman, WA, USA). Le misure sono state effettuate lungo quattro direzioni cardinali (nord, est, sud, ovest) in corrispondenza di 13 punti (materializzati a terra con dei picchetti in legno) distanziati in modo progressivo a partire dal picchetto centrale in base alla distanza tra il centro della buca e l'interno del bosco, 1/3, 2/3, 4/3 della

suddetta distanza.

L'analisi dei dati ha permesso di quantificare l'intensità degli interventi selvicolturali; descrivere e caratterizzare le buche prodotte; ottenere informazioni dettagliate sul clima radiativo all'interno di ogni buca in funzione della copertura e dell'esposizione geografica. Gli output cartografici dei rilievi di *field mapping* sono stati integrati con le spazializzazioni dei valori di luce mediante le funzioni di *kriging* implementate nel pacchetto statistico "geoR". I rilievi sull'attecchimento dell'Abete bianco sono stati condotti alla fine della stagione vegetativa del 2013 e hanno riguardato: a) il posizionamento topografico delle piantine all'interno della buca, b) la valutazione della vitalità di ogni singolo individuo sulla base di 4 classi (M = morta, S = scadente; B = buona; O = ottima), c) la misurazione dell'altezza totale, d) la quantificazione degli eventuali danni. I risultati acquisiti sono attualmente in fase di elaborazione e saranno forniti nell'elaborato finale.

b) caratterizzazione delle aree di intervento

Come già osservato, le aree di intervento si sono diversificate per il tipo di trattamento selvicolturale effettuato. Mentre nelle aree del Pigelleto è stata asportata la totalità della biomassa presente, nelle aree delle foreste Casentinesi l'intervento si è limitato all'apertura di buche e a diradamenti effettuati al margine di esse. In tabella 2 sono riportati i principali parametri descrittivi delle buche, che saranno monitorate nel tempo per valutare la capacità di attecchimento e sviluppo dell'Abete bianco in funzione della struttura del soprassuolo e delle caratteristiche delle buche.

ID Area	Località	Specie prevalente	Dimensione buca (m ²)	Esposizione	Pendenza (%)	Quota (m s.l.m.)
2	MM	Faggio	435	O	50	1115
3	MM	Faggio	486	NO	24	1130
9	MM	Faggio	404	S – SO	65	1315
10	MM	Faggio	483	S – SE	50	1225
13	BP	Faggio	506	S – SO	70	1160
16	BP	Faggio	501	S – SO	25	1160
33	MM	Pino	617	SO	30	1100
11	BP	Pino	533	S – SE	15	830

Tab. 2 – Dimensione e caratteristiche delle buche realizzate per la piantagione dell'abete nelle foreste Casentinesi (MM = Monte Mezzano, BP = Badia Prataglia).

Le aree selezionate sono risultate essere un campione rappresentativo della totalità delle aree di intervento realizzate nelle foreste Casentinesi (35 aree) sia per le tipologie selvicolturali scelte, sia per le caratteristiche delle buche. Le dimensioni variano tra 404 e 617 m², le esposizioni prevalenti sono generalmente quelle meridionali e le pendenze elevate. L'apertura delle buche ha previsto il taglio di gran parte della biomassa presente, anche se il criterio seguito non ha completamente liberato le aree dedicate alla piantagione (tabella 3). In primo luogo sono state rilasciate, ove presenti, tutte le piante del piano inferiore di

specie differente rispetto alla principale (area 2, 10 e 11); in aggiunta, in alcune aree sono stati rilasciati anche individui di Faggio e/o Cerro di grosse dimensioni appartenenti al piano superiore (area 2, 3 13, 16). Tale criterio, se da una parte ha favorito il mantenimento della biodiversità arborea, dall'altra ha anche ridotto considerevolmente in molte aree l'effettiva superficie da destinare alla piantagione.

ID / località	2 MM	3 MM	9 MM	10 MM	13 BP	16 BP	33 MM	11 BP
Specie	Faggio	Faggio	Faggio	Faggio	Faggio	Faggio	Pino nero	Pino nero
Dimensione (m ²)	435	486	404	483	506	501	617	533
Intensità del taglio (%)	N	81	91	100	83	91	100	49
	G	78	77	100	97	85	79	100
Copertura all'interno della buca (m ²)	Sup	76	106			55	102	
	Inf	30			19			162
	Tot	106	106	0	19	55	102	0
Superficie effettiva (m ²)	329	380	404	464	451	399	617	371

Tab. 3 – Intensità del taglio relativa al numero di piante (N) e all'area basimetrica asportata (G) all'interno delle buche e copertura del terreno determinata dalle piante rilasciate nel piano superiore (Sup) e/o inferiore (Inf).

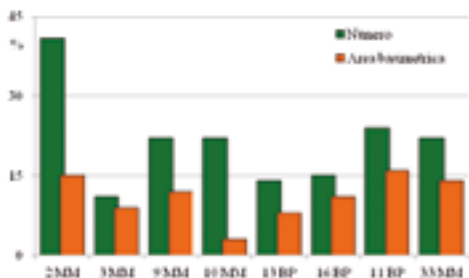


Fig. 1 - Intensità del diradamento relativa al numero di piante e all'area basimetrica asportata intorno alle buche.

Nell'intorno delle buche i diradamenti effettuati sono stati prevalentemente dal basso e di scarsa intensità (figura 1), rimuovendo dal 10 al 20% del numero di piante eccetto che nel ceduo invecchiato (area 2) dove sono stati eliminati il 41% dei polloni. La riduzione in area basimetrica è stata quasi nulla nella fustaia rada (3% nell'area 10), modesta nelle quattro fustaie transitorie (dall'8 al 12% nelle aree 3, 9, 13 e 16), un po' più consistente, pari al 15% circa, nel ceduo invecchiato (area 2) e nelle pinete (aree 11 e 33).

I rilievi eseguiti dopo gli interventi hanno permesso di definire le caratteristiche del soprassuolo a seguito del trattamento selvicolturale ma soprattutto valutare se la riduzione della densità aveva determinato un impoverimento della composizione specifica (tabella 4). Eccetto che per l'area del Pigelletto dove è stata asportata la totalità della massa presente, nelle Foreste Casentinesi il trattamento non ha condizionato né l'articolazione della struttura, né la biodiversità arborea. Al contrario, la scarsa intensità degli interventi effettuati a carico esclusivamente delle specie principali (Faggio o Pino nero) ha assicurato un peso maggiore alle specie secondarie presenti e di conseguenza determinato un leggero aumento dell'indice di Shannon, indicatore scelto per quantificare la diversità specifica dei soprassuoli.

ID Area	Specie prevalente	Prima degli interventi			Dopo gli interventi			Indice di Shannon	
		N	G	D	N	G	D	Prima	Dopo
		n ha ⁻¹	m ² ha ⁻¹	cm	n ha ⁻¹	m ² ha ⁻¹	cm		
1 PIG	Pino	384	33.4	33.3	0	0.0	0	0.67	0.00
2 PIG	Pino	444	32.4	30.5	0	0.0	0	0.73	0.00
2 MM	Faggio	1623	41.4	18.0	891	32.1	21.4	0.39	0.64
3 MM	Faggio	1070	36.1	20.7	821	28.4	21.0	0.38	0.43
9 MM	Faggio	896	27.6	19.8	560	19.6	21.1	0.18	0.27
10 MM	Faggio	310	27.1	33.3	212	23.7	37.7	0.28	0.14
13 BP	Faggio	656	49.8	31.1	464	38.2	32.4	0.00	0.00
16 BP	Faggio	648	48.3	30.8	440	36.5	32.5	0.00	0.00
33 MM	Pino	1058	76.5	30.3	592	48.4	32.3	0.28	0.31
11 BP	Pino	1618	70.8	23.6	1205	49.7	22.9	2.83	2.83

Tab. 4 – Principali parametri dendrometrici (N = numero di piante ad ettaro; G = area basimetrica ad ettaro; D = diametro medio) prima e dopo gli interventi selvicolturali e indice di diversità specifica di Shannon nelle aree di intervento del Pigiletto (PIG), Monte Mezzano (MM) e Badia Prataglia (BP).

c) quantificazione regime radiativo

I valori medi di trasmittanza registrati negli anni 2012 e 2013 (tabella 5) hanno indicato che l'afflusso di luce al suolo sembra dipendere da alcuni fattori principali tra i quali l'esposizione e la presenza di piante rilasciate all'interno della buca. I valori maggiori sono stati infatti registrati nelle aree 33 e 9 (70 e 65% rispettivamente), esposte a sud e nelle quali non sono presenti piante all'interno della buca; al contrario i valori minori sono stati osservati nelle aree esposte a nord (20% nell'area 2 e 32% nell'area 3) caratterizzate da una consistente presenza di piante appartenenti anche al piano superiore. Nel 2013 i valori di trasmittanza sono risultati leggermente inferiori ma non statisticamente differenti rispetto a quelli registrati nell'anno precedente.

ID / località	2 MM	3 MM	9 MM	10 MM	13 BP	16 BP	33 MM	11 BP	
Specie	Faggio	Faggio	Faggio	Faggio	Faggio	Faggio	Pino nero	Pino nero	
Esposizione	O	NO	S	S	S	S	SO	S	
Dimensione buca (m ²)	329	380	404	464	451	381	617	371	
PAR (%)	2012	20±4.5	32±6.2	65±7.1	43±6.6	40±11.2	45±9.0	70±10.9	53±9.8
	2013	16±5.3	21±6.3	60±8.6	39±8.1	43±7.5	32±6.0	51±7.5	49±7.1

Tab. 5 - Valori medi di trasmittanza (± es) misurati all'interno delle buche nel 2012 e 2013,

La variabilità tra i punti oggetto delle misure è molto elevata, oscillando da valori inferiori al 10% e comunque mai superiori al 50% in prossimità del margine della buca, a intensità luminose anche analoghe alla piena luce (94-97%) di regola al centro della buca e in

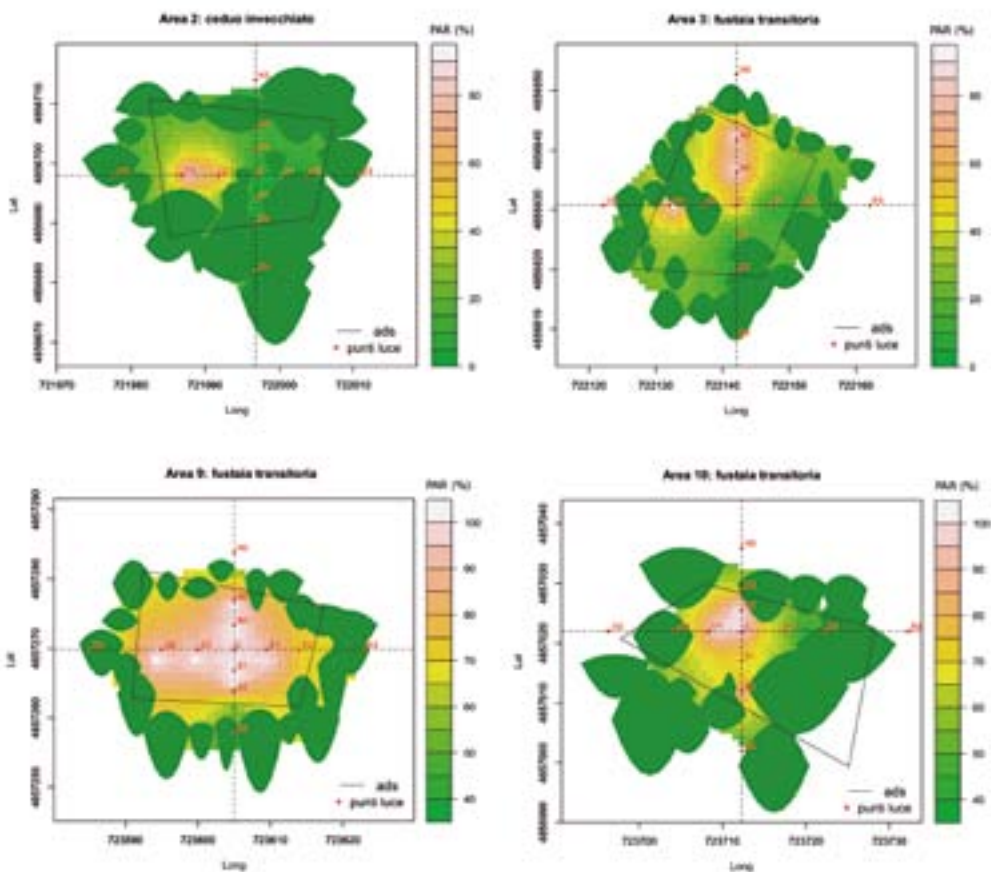


Fig. 2 - Valori medi di trasmittanza (\pm es) registrati nel centro della buca, nella parte centrale e al margine del bosco relativi agli anni 2012 e 2013.

assenza di vegetazione (figura 2). In relazione all'andamento della trasmittanza nelle tre diverse porzioni di buca analizzate, sono state osservate tre diverse modalità in funzione della distribuzione dei rilasci all'interno della buca. (Figura 2)

Nella maggior parte delle aree (9, 10, 13 e 16) la trasmittanza si riduce progressivamente dal centro della buca al settore intermedio, caratterizzato da un'alta variabilità, fino a raggiungere valori minimi al margine del bosco; l'assenza (area 9) e la scarsa copertura dei rilasci (area 10) hanno determinato differenze significative ($p < 0.05$) solo tra la trasmittanza registrata al margine del bosco e gli altri due settori. Al contrario la presenza di alcune piante ben sviluppate rilasciate all'interno delle aree 13 e 16 (figura 3) ha influenzato il regime radiativo e differenze significative ($p < 0.05$) sono state registrate solo tra il settore centrale rispetto agli altri due.

Le altre 2 faggete (area 2 e 3) sono caratterizzate da una presenza importante di copertura arborea diffusa in modo uniforme su tutta l'area e da intensità luminosa maggiore nel settore mediano; le differenze sono significative solo nella fustola transitoria (area 3, $p < 0.05$) tra il margine della buca e la porzione intermedia. (Figura 3)

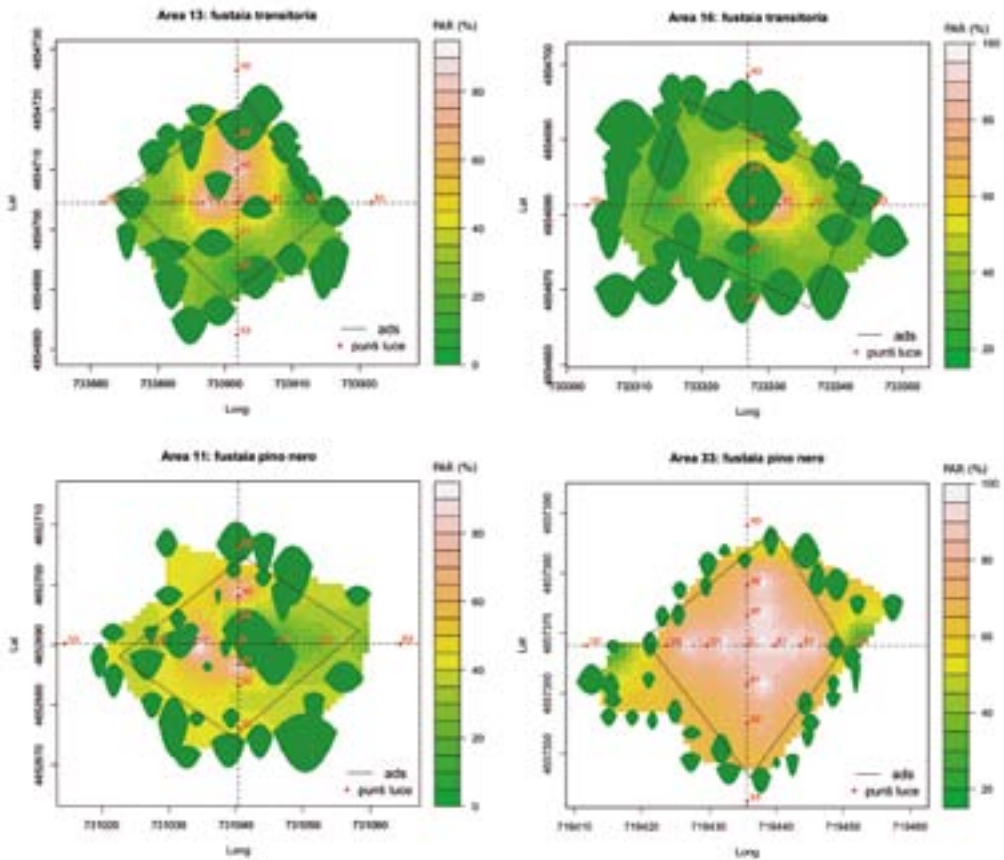


Fig. 3 - Mappe relative alla distribuzione spaziale della luce all'interno delle buche (anno 2013).

Infine le due pinete mostrano valori analoghi nelle porzioni centrali e intermedie della buca e riduzioni più o meno significative al margine del bosco. Nella pineta più adulta (area 11), la trasmittanza non è significativamente differente nei tre settori considerati per la presenza di numerosi rilasci all'interno della buca; al contrario, la completa assenza di vegetazione nell'area 33 è alla base degli alti e significativamente differenti valori di PAR registrati nei primi due settori rispetto al margine.

d) attecchimento abete

I dati raccolti sono attualmente in fase di elaborazione; indicativamente si può affermare che la piantagione di Abete bianco ha dato esiti positivi, non essendo stata registrata nel corso del primo anno una elevata mortalità.

Considerazioni finali

In definitiva si può affermare che la dimensione e l'orientamento delle buche sono risultati soddisfacenti e adeguati agli obiettivi di progetto. Il tipo di trattamento non solo non ha intaccato la composizione specifica ma, attraverso la piantagione e la riduzione numerica della specie principale, ha contribuito a migliorare la biodiversità nel piano arboreo. Inoltre all'interno delle buche si sono create condizioni di luce sia adeguate ad assicurare un buon sviluppo all'Abete bianco nei primi decenni di vita ma anche spazialmente differenziate per evitare il completo disseccamento del suolo e limitare lo sviluppo di vegetazione infestante che potrebbe soffocare le giovani piantine. La presenza delle recinzioni intorno alle singole piante è stato poi un ulteriore elemento positivo per evitare il morso della fauna selvatica, attratta dall'apertura di buche realizzate a spot all'interno delle foreste esaminate.

Le principali incognite sono dovute fondamentalmente a due fattori, entrambi controllabili direttamente da una corretta e puntuale attività antropica. Da una parte la possibile riduzione della radiazione utile in conseguenza dello sviluppo delle chiome sia delle piante rilasciate all'interno della buca sia di quelle di bordo, dall'altra la necessità di effettuare ripuliture intorno al piede delle piante almeno i primi anni di vita.

In conclusione, l'attività di monitoraggio condotta all'interno delle buche per valutare lo sviluppo e l'accrescimento dell'abete in relazioni alle condizioni di luce, risulta di fondamentale importanza per indirizzare gli interventi colturali nei modi e nei tempi adeguati, onde evitare sprechi di denaro ed energia e perseguire gli obiettivi prefissati.



Autori

GIOVANNI BACARO (cap. 3)

Dipartimento di Scienze della Vita
Università di Siena

PIERO BELLETTI (cap. 3)

Dipartimento Scienze Agrarie, Forestali e
Alimentari
Università di Torino

SIMONE BORCHI (cap. 2)

Dottore Forestale

ALFREDO BRESCIANI (cap. 4)

Unione dei Comuni Montani del Casentino

SILVIA CARNEVALE (cap. 3)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

CRISTIANO CASTALDI (cap. 3 e 5)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

ALESSANDRO CHIARUCCI (cap. 3)

Dipartimento di Scienze della Vita
Università di Siena

GIULIO CICALÉ (cap. 4)

Regione Marche

ANNA DE ROGATIS (cap. 3)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

FULVIO DUCCI (cap. 4)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

DIANA FERRAZINI (cap. 3)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

VALERIA GALLUCCI (cap. 3)

Università Politecnica delle Marche

GIANGIACOMO GIOVANNETTI (cap. 3)

Dipartimento di Scienze della Vita
Università di Siena

GUGLIELMO LONDI (cap. 3)

D.R.E.Am. Italia

SIMONA MACCHERINI (cap. 3)

Dipartimento di Scienze della Vita
Università di Siena

MARIA CHIARA MANETTI (cap. 3 e 5)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

MATTEO MARCANTONIO (cap. 3)

Dipartimento di Scienze della Vita
Università di Siena

MAURIZIO MARCHI (cap. 3 e 5)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

GIANLUIGI MAZZA (cap. 5)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura



MARCELLO MIOZZO (cap. 4)

D.R.E.Am. Italia

PIERGIUSEPPE MONTINI (cap. 4)

Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia

SANDRO PIAZZINI (cap. 3)

D.R.E.Am. Italia

ROBERTA PROIETTI (cap. 3)

CRA - Centro di Ricerca per la Selvicoltura

CARLO URBINATI (cap. 1 e 3)

Università Politecnica delle Marche

Fotografie

PAOLO BORGHETTI

MARCELLO MIOZZO

CARLO URBINATI



Hanno partecipato al progetto LIFE ReSilFor

Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia, Siena

Piergiuseppe Montini
Manuela Paganini
Sauro Visconti
Giacomo Capigliati
Carlo Saviola
Daniele Benanchi
Gianfranco Cencini
Andrea Rossi
e tutti gli operai dell'Ente

Unione dei Comuni Montani del Casentino di Poppi (AR)

Alfredo Bresciani
Fabio Ciabatti
Beatrice Brezzi
Roberto Brami
Simone Borchì
Ivo Bigiarini
Daniele Bronchi
Fabrizio Fioravanti
e tutti gli operai forestali dell'Ente

Regione Marche, Assessorato all'Agricoltura e Foreste Ancona

Giulio Cicalé

Agenzia Servizi Settore Agro Alimentare delle Marche (ASSAM), Ancona

Lorella Brandoni

Silvano Elisei

e tutti gli operai vivaisti del Vivaio di Sant'Angelo in Vado

Ente CRA - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo

Emilio Amorini

Fulvio Ducci

Maria Chiara Manetti

Luigi Mazza

Cristiano Castaldi

Maurizio Marchi

Anna De Rogatis

Silvia Carnevale

Roberta Proietti

Merlini Paolo

Verdelli Giorgio

Daviddi Barbara

DREAm Italia soc. coop. agr. for. di Pratovecchio (AR)

Marcello Miozzo

Fiamma Rocchi

Enrico Meazzini

Ivana Fantoni

Costanza Pedota

Simone Scopetani

Michela Giannetti

Guglielmo Londi

Simonetta Cutini

Guido Tellini Florenzano

Tommaso Campedelli

Sandro Piazzini

Lamberto Brogi

Marino Vignoli

Giuseppe Ciabatti

Università di Siena - Dipartimento di scienze della Vita

Simona Maccherini

Alessandro Chiarucci

Giovanni Bacaro

Giangiacoimo Giovannetti

Università Politecnica delle Marche, Ancona - Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Sezione Produzione e Gestione Agraria e Forestale - Area Sistemi Forestali

Carlo Urbinati
Valeria Gallucci

Az. agricola di Fonte Abeti Borgo Pace, Pesaro

Felice Volpi
Giuliano Volpi

Si ringrazia

Istituto comprensivo di Piancastagnaio, Siena

Istituto comprensivo di Poppi, Arezzo

Istituto comprensivo di Acquasanta Terme (AP)

Centro documentazione Risorse Educative Didattiche della Comunità Montana del Casentino appartenente alla Rete Regionale dei CRED (Regione Toscana)

Regione Toscana

Bruno Ciucchi

Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi

Giorgio Boscagli
Andrea Gennai
Nevio Agostini
Alessandro Fani

Parco Nazionale del Gran Sasso Monti della Laga

Silvia De Paulis
Daniele Di Santo

Comunanza agraria Umito di Acquasanta terme (AP)

Ascenzio Santini
Emidia Santini

un particolare ringraziamento per avere messo a disposizione la loro esperienza e conoscenze per la realizzazione delle pubblicazioni del progetto a Amerigo Hofmann, Giampiero Maracchi e fr Michele Maria Pini

