



L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

RIVISTA DI POLITICA ECONOMIA E TECNICA

Edita dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali

ANNO LXXVIII - LUGLIO/AGOSTO 2023 - N. 4



ITALIAN JOURNAL OF FOREST AND MOUNTAIN ENVIRONMENTS

Published by the Italian Academy of Forest Sciences



L'ITALIA
FORESTALE
E MONTANA

RIVISTA DI POLITICA ECONOMIA E TECNICA

Edita dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali

ANNO LXXVIII - LUGLIO/AGOSTO 2023 - N.4

ITALIAN JOURNAL OF FOREST AND MOUNTAIN ENVIRONMENTS

Published by the Italian Academy of Forest Sciences



**ACCADEMIA ITALIANA
DI SCIENZE FORESTALI**

PIAZZA EDISON, 11 - 50133 FIRENZE
Tel. 055 570348
www.aisf.it - info@aisf.it

CONSIGLIO

Presidente

Orazio Ciancio

Vice-Presidenti

Piermaria Corona, Susanna Nocentini

Segretario generale e Tesoriere

Susanna Nocentini

Bibliotecario

Andrea Battisti

Consiglieri

*Raffaello Giannini, Francesco Iovino,
Marco Marchetti, Augusto Marinelli,
Giuseppe Scarascia Mugnozza*

COLLEGIO DEI REVISORI DEI CONTI

Presidente

Fiammetta Terlizzi

Revisori effettivi

Paolo Gajo, Federico Maetzke

Revisori supplenti

Enrico Marchi, Andrea Tani

In copertina: paesaggio Dolomiti
Trentino-Alto Adige
(foto G. Puccioni)

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA ISSN 0021-2776
Italian Journal of Forest and Mountain Environments

Direttore responsabile / Editor in chief

Susanna Nocentini, Università di Firenze

Curatori / Associate editors

Giovanni Argenti, Università di Firenze; Andrea Battisti, Università di Padova; Giovanni Bovio, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Giacomo Certini, Università di Firenze; Gherardo Chirici, Università di Firenze; Piermaria Corona, Università della Toscana; Nicoletta Ferrucci, Università di Firenze; Marco Fioravanti, Università di Firenze; Francesco Iovino, Università della Calabria; Federico Maetzke, Università di Palermo; Marco Marchetti, Università del Molise; Maurizio Marchi, Consiglio Nazionale delle Ricerche; Enrico Marone, Università di Firenze; Christian Messier, University of Quebec (Canada); Paolo Nanni, Università di Firenze; Donatella Paffetti, Università di Firenze; Elena Paoletti, Consiglio Nazionale delle Ricerche; Luigi Portoghesi, Università della Toscana; Federico Roggero, Università la Sapienza, Roma; Giovanni Sanesi, Università di Bari; Federico Selvi, Università di Firenze; Davide Travaglini, Università di Firenze

Comitato scientifico / Editorial advisory board

Alberto Abrami, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Mariagrazia Agrimi, Università della Toscana; Naldo Anselmi, Università di Firenze; Annemarie Bastrup-Birk, European Environmental Agency (Denmark); Marco Borghetti, Università della Basilicata; Filippo Brun, Università di Torino; Maria Giulia Cantiani, Università di Trento; Raffaele Cavalli, Università di Padova; Giancarlo Dalla Fontana, Università di Padova; Paolo De Angelis, Università della Toscana; Giovanbattista De Dato, FAO (Italia); Antonino D'Ippolito, Università della Calabria; Giovanni Di Matteo, FAO (Italia); Lorenzo Fattorini, Università di Siena; Agostino Ferrara, Università della Basilicata; Sara Franceschi, Università di Siena; Raffaello Giannini, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Andrea Laschi, Università di Palermo; Federico Magnani, Università di Bologna; Augusto Marinelli, Accademia Italiana di Scienze Forestali; Luigi Masutti, Università di Padova; Giorgio Matteucci, Consiglio Nazionale delle Ricerche; Renzo Motta, Università di Torino; Antonino Nicolaci, Università della Calabria; Davide Pettenella, Università di Padova; Caterina Pisani, Università di Siena; Enrico Pompei, Direzione Generale Foreste, Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali; Andrea R. Proto, Università Mediterranea di Reggio Calabria; Donato Romano, Università di Firenze; Giuseppe Scarascia Mugnozza, Università della Toscana; Roberto Scotti, Università di Sassari; Riccardo Valentini, Università della Toscana

Segreteria / Handling editor

Giovanna Puccioni, Accademia Italiana di Scienze Forestali



Indirizzi di selvicoltura sistemica e applicabilità in ambito mediterraneo

Orazio Ciancio

Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali; ciancio@aisf.it

1. IL BOSCO SISTEMA BIOLOGICO COMPLESSO

Il bosco non è - né si può considerare - un insieme di alberi giustapposti da analizzare per parti e comparti e da interpretare secondo schemi lineari. *Il bosco è un sistema biologico complesso* caratterizzato da una organizzazione e una struttura ad alto contenuto di informazione. Un sistema costituito da un gran numero di elementi che interagiscono fra loro. Le relazioni interne si connettono con una rete esterna di relazioni più ampia. Il gioco delle interazioni è un processo sempre in atto. E comporta il principio di incertezza, di indeterminazione e di incompletezza, tipico di tutto ciò che è complesso.

Il bosco è un sistema dotato di autonomia. Una delle caratteristiche che lo contraddistinguono è, appunto, la capacità all'autopoiesi, al fare da sé. Il bosco si configura con una rete di reazioni e retroazioni che ne determina la dinamica. Da un lato, il cambiamento strutturale, dall'altro la stabilità e la resilienza della organizzazione.

L'autopoiesi delinea il comportamento globale del sistema. Questo approccio mette in

evidenza che nello studio e nella definizione teorica e pratica della selvicoltura non si può fare riferimento al classico schema analitico di singola causa singolo effetto, o a quello della riduzione in parti discrete per poi ridefinire il sistema, o ancora a quello della prevedibilità.

Il bosco è un sistema biologico autopoietico, adattativo, complesso e composito che evolve con continuità. È costituito da singoli agenti adattativi che funzionano come sistemi complessi, adeguandosi ciascuno al comportamento dell'altro. Il bosco, quindi, è sottoposto alle leggi cui sono assoggettati tutti i sistemi complessi.

In campo forestale il concetto di sistema è relativamente recente se, come avviene nel settore forestale, si fa riferimento a tempi lunghi o molto lunghi. È un concetto innovativo, rivoluzionario, le cui conseguenze ancora non sono state del tutto tratte e valutate. La presa in considerazione di tale concetto ha apportato cambiamenti di ordine teorico e pratico sulle finalità e i limiti della selvicoltura (Ciancio, 1998).

Le finalità sono: a) il mantenimento del sistema bosco in equilibrio con l'ambiente; b) la

Relazione presentata alla Conferenza Regionale Forestazione urbana periurbana ed extraurbana in Sicilia, 26 Novembre 2022, Castello Gallego, Sant'Agata di Militello (Messina) - PLANTA Centro di Ricerca, Documentazione e Formazione. Parco Regionale dei Nebrodi. Regione Siciliana Dipartimento Sviluppo Rurale e Territoriale. Fare Ambiente-Sicilia. Associazione Culturale Nebrodi. Lions Clubs International.

conservazione e l'aumento della biodiversità e, più in generale, della complessità del sistema; c) la congruenza dell'attività colturale con gli altri sistemi complessi con i quali il bosco interagisce.

I limiti sono definiti dai criteri guida applicabili all'uso delle risorse rinnovabili. Secondo tali criteri, l'uso e il prelievo di prodotti 1) non possono superare la velocità con la quale la risorsa bosco si rigenera, 2) non possono intaccare le potenzialità evolutive del sistema e 3) non devono ridurre la biodiversità.

L'uomo è parte dell'ecosistema e opera nell'intento di ripristinare o mantenere i complessi equilibri bioecologici che sono in costante dinamismo con l'ambiente. Il rispetto di questi equilibri costituisce il fattore essenziale per un corretto uso delle funzioni che il bosco è in grado di fornire. Si esalta la funzionalità senza pregiudicare la perpetuità del sistema. In tal modo, la natura non è sottoposta all'hybris, alla violenza della ragione.

La distinzione tra bosco orientato alla produzione e bosco sistema biologico complesso comporta la ricerca di un nuovo paradigma. Nello studio dei sistemi complessi è stato dimostrato che il paradigma riduzionistico non è in grado di spiegare la complessità.

Il nuovo paradigma - *olistico* o *sistemico* - che ha nel suo statuto l'intersoggettività, l'irripetibilità sperimentale, l'olismo e l'approssimazione algoritmica, non solo è compossibile con le caratteristiche bioecoculturali del sistema bosco, ma è anche in grado di sollevare il mantello di nebbia che copre la conoscenza dei meccanismi evolutivi, dei processi funzionali, dei flussi entropici e neghentropici che lo regolano.

Il nuovo paradigma configura una vera e propria rivoluzione scientifica. Le descrizioni dei fenomeni sono dipendenti anche dall'osservatore. La metafora della conoscenza è quella della rete di rapporti. Il processo di conoscenza si fonda sulla visione sistemica. *L'ap-*

proccio sperimentale è quello olistico. Si procede con il metodo per tentativi ed eliminazione degli errori, cioè per approssimazioni successive (Ciancio e Nocentini, 1996a; 1996b).

2. SELVICOLTURA SISTEMICA O SILVOSISTEMICA

La silvosistemica presuppone un bosco strutturato, disomogeneo, autopoietico. L'intervento colturale è mirato ad assecondare i meccanismi relazionali tra le parti che compongono il sistema, favorendo le interazioni tra queste e l'ambiente (Ciancio e Nocentini, 1996a; 1996b).

La silvosistemica è una selvicoltura «estensiva» in armonia con la natura che, appunto perciò, non fornisce né soluzioni indiscutibili né spiegazioni perfette. Di conseguenza, essa non fa parte dell'attuale cultura, fondata sulla certezza della validità del riduzionismo disciplinare: il tutto diviene una parte, e la parte è trasformata in tutto. Invece la silvosistemica per definizione è transdisciplinare.

L'obiettivo prioritario della silvosistemica è l'efficienza funzionale dell'ecosistema. Le operazioni colturali non seguono specifici schemi. Si effettuano in relazione alle necessità del popolamento in modo da facilitare la rinnovazione naturale continua e diffusa. Il monitoraggio bioecologico degli effetti della reazione dei popolamenti agli interventi realizzati è la guida per apportare eventuale correttivi. In breve, si adotta il metodo scientifico di "prova ed errore".

La provvigione è basata sul criterio minimale (Ciancio *et al.*, 1981; Ciancio, 1991). È maggiore o uguale a 100-150 m³ per ettaro se la composizione del popolamento in prevalenza è costituita da specie a temperamento eliofilo. È maggiore o uguale a 200-250 m³ per ettaro se la composizione del popolamento è costituita prevalentemente da specie a temperamento intermedio. È maggiore o uguale a 300-350 m³

per ettaro se la composizione del popolamento è costituita da specie che sopportano l'aduggiamento, comunemente definite sciafile. I valori prospettati sono indicativi e, comunque, di larga massima. Nell'unità colturale variano in funzione delle condizioni stazionali, compositive e strutturali e delle reali necessità dei singoli popolamenti per conservare e aumentare la biodiversità e la complessità (Figura 1).

La silvosistemica prefigura boschi misti che non presentano una struttura definita nello spazio e nel tempo. Vale a dire, che non si caratterizzano né per la struttura coetanea né per quella disetanea né, tantomeno, per quella che

comunemente è definita irregolare. Il motivo è evidente: l'irregolarità è alternativa alla regolarità. La silvosistemica non tende verso forme strutturali regolari e, di conseguenza, neppure verso quelle irregolari. I boschi trattati secondo i criteri guida della selvicoltura sistemica tendono verso la costituzione di silvosistemi autopoietici in equilibrio con l'ambiente.

La silvosistemica si differenzia dalla selvicoltura classica perché non privilegia il reddito ma gli equilibri bioecologici. Pertanto, la produttività, la resa e il valore economico sono dipendenti dall'ecosistema (Figura 2).

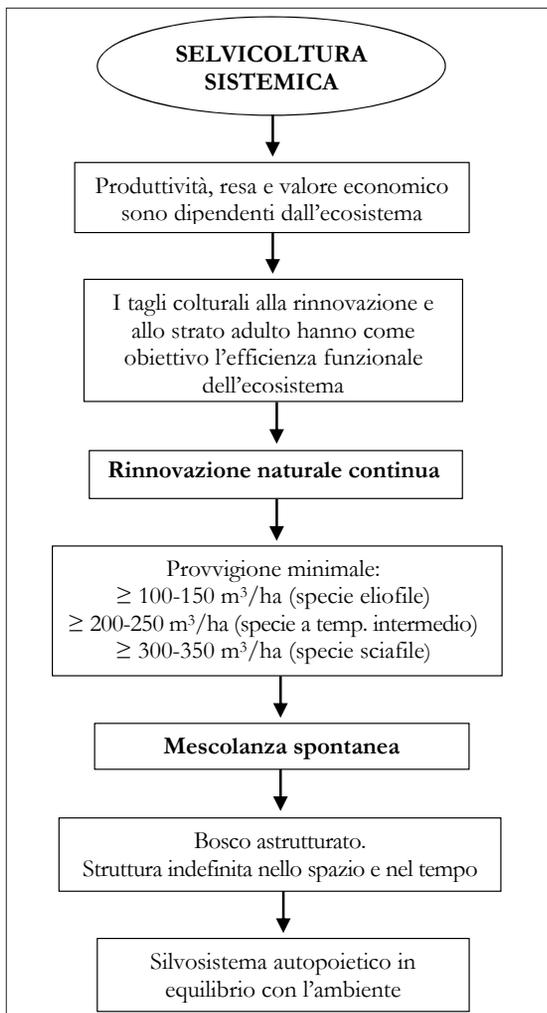


Figura 1 - Selvicoltura sistemica o silvosistemica.

3. LA SELVICOLTURA SISTEMICA O SILVOSISTEMICA IN AMBITO MEDITERRANEO

I boschi mediterranei, frutto della lunga interazione dell'uomo con l'ambiente, sono ricchi di una diversità che oggi ha valore non solo estetico, ma anche culturale e antropologico (Ciancio, 2003).

La silvosistemica riconosce all'uomo, nella sua dimensione culturale, il ruolo di membro consapevole della comunità biologica. Solo una gestione basata sul monitoraggio continuo e sulla silvosistemica può rispondere in modo coerente all'esigenza di tutelare la diversità biologica che comprende, come espressione della cultura, anche la diversità prodotta dall'attività umana.

Sic stantibus rebus, è giunto il momento di elaborare una politica forestale che preveda o la gestione dei boschi naturali e paranaturali secondo i criteri guida della silvosistemica oppure l'aumento della produzione di legno secondo i criteri guida dell'arboricoltura da legno.

Attualmente la politica forestale fa riferimento a linee di pensiero elaborate nel Nord e nel centro Europa che, ovviamente, tengono conto soprattutto di quelle realtà. I fore-

| SELVICOLTURA CLASSICA | SELVICOLTURA SISTEMICA |
|--|--|
| Struttura del bosco prefissata | Struttura indefinita nello spazio e nel tempo: bosco astrukturato |
| Scelta della o delle specie | Mescolanza spontanea |
| Unità di gestione: - bosco coetaneo → compresa - bosco disetaneo → particella | Unità colturale: popolamento |
| Trattamento predefinito | Interventi cauti, continui e capillari con l'obiettivo di seguire i processi evolutivi dell'ecosistema |
| Ciclo colturale: - bosco coetaneo → turno - bosco disetaneo → diametro di recidibilità | Ciclo colturale: indefinito |
| Normalità strutturale: - bosco coetaneo → classi cronologiche - bosco disetaneo → classi di diametro | Autorganizzazione del bosco: verifica dei processi evolutivi del bosco |
| Ripresa predeterminata | Ripresa colturale |
| Prodotto annuo massimo e costante. Bosco semplificato | Prodotto periodico. Conservazione e aumento della complessità |
| L'uniformità colturale richiede la centralizzazione del controllo in funzione del profitto e del mercato | La diversità colturale richiede il decentramento del controllo e valorizza i "saperi" locali |

Figura 2 - Gestione forestale sostenibile: confronto fra selvicoltura classica e selvicoltura sistemica.

stali che operano nella regione mediterranea devono dare un contributo di pensiero, di conoscenza scientifica, di sapienza tecnica, di cultura forestale in modo da promuovere una politica del settore più equilibrata, più rispettosa delle esigenze di tutti e in linea con le istanze che nascono dalla società.

Nei Paesi industrializzati il bosco non è più minacciato dall'abuso per soddisfare le necessità primarie, lo è da un processo senza volto e senza anima: una pseudocultura che sa tutto dei prezzi ma non sa nulla dei valori. Una pseudocultura che considera necessario l'inutile, e superfluo l'indispensabile.

In buona sostanza, questa strategia prevede il mantenimento dei caratteri naturali dei boschi nel paesaggio mediterraneo; il rispetto dei cicli naturali di rinnovazione; la rinaturalizzazione dei boschi che, a causa di una gestione intensiva, hanno perduto le proprie caratteristiche; il monitoraggio dei mutamenti relati-

vi alla biodiversità e al recupero ambientale. Determina la scelta di preservare i biotopi, di conservare gli ecotipi e di aumentare la complessità dell'ecosistema. Implica l'applicazione di forme di gestione in grado di mantenere o accrescere l'eterogeneità della flora e della fauna, di tutelare le specie in via di estinzione e di consentire, al tempo stesso, un uso produttivo, in senso globale, del bosco.

Una strategia forestale per essere credibile si deve fondare su una cultura in grado di interpretare al meglio l'armonia e l'originalità di ogni bosco. Solo così la selvicoltura e la gestione forestale divengono il mezzo per tutelare e difendere il bosco e non il mezzo per sfruttare il bosco. Ciò implica l'instaurazione di un diverso rapporto uomo-natura: non più di dominio della natura e neppure di sottomissione alla natura, ma di rispetto verso la natura.

Si deve essere consapevoli che in ambito mediterraneo il bosco si salva se sta al centro

e non alla periferia dell'interesse della società. Bisogna trovare gli stimoli appropriati per affrontare la "questione forestale" in tutta la sua complessità. Non si tratta quindi di rimuovere il passato, ma di rivolgere lo sguardo al futuro. Bisogna accettare la sfida e prospettare ai giovani nuovi orizzonti, nella consapevolezza che le frontiere di oggi saranno i limiti di domani.

BIBLIOGRAFIA

- Ciancio O., 1991 - *La gestione dei querceti di Macchia Grande di Manziana: la teoria del sistema modulare*. Cellulosa e Carta, 42 (1): 31-34.
- Ciancio O., 1998 - *La gestione sostenibile dei boschi dell'Appennino. Selvicoltura dell'Appennino centrale*. Atti della giornata preparatoria al secondo congresso nazionale di selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Edizioni Regione Toscana, Firenze, p. 59-84.
- Ciancio O., 2003 - *La gestione forestale sostenibile in ambiente mediterraneo*. In: Atti del Convegno "La gestione forestale nell'ambito dello sviluppo sostenibile del territorio provinciale", Cupone, Parco Nazionale della Sila, 5 luglio 2003. Provincia di Cosenza, Assessorato all'Ambiente, p. 13-26.
- Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., 1981 - *Le specie forestali esotiche e le relazioni tra arboricoltura da legno e Selvicoltura*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. 12: 1-103.
- Ciancio O., Nocentini S., 1996a - *The forest and man: the evolution of forestry thought from modern humanism to the culture of complexity. Systemic silviculture and management on natural bases*. In: "The forest and man" (Edited by Orazio Ciancio), Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali, 1997, p. 21-114.
- Ciancio O., Nocentini S., 1996b - *La selvicoltura sistemica: conseguenze scientifiche e tecniche*. L'Italia Forestale e Montana, 51 (2): 112-130.



GO-SURF: decision support system for a participatory approach to forest management

GO-SURF: sistema di supporto alle decisioni per un approccio partecipativo alla gestione forestale

Francesca Giannetti ^{(a)(b)(*)} - Davide Travaglini ^{(a)(b)} - Walter Mattioli ^(c) - Piermaria Corona ^(d)
Emanuela Lombardo ^(c) - Yamuna Giambastiani ^{(b)(e)} - Ilaria Zorzi ^(e) - Giovanni D'Amico ^{(a)(c)}
Elia Vangi ^(a) - Marta Chiesi ^(f) - Fabio Maselli ^(f) - Remo Bertani ^(g) - Simone Scopetani ^(h)
Simone Carrara ⁽ⁱ⁾ - Gherardo Chirici ^{(a)(b)}

^(a) GeoLAB - Laboratorio di Geomatica Forestale, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze, via San Bonaventura 13 - 50145 Firenze, Italia.

^(b) Laboratorio Congiunto ForTech, Università degli Studi di Firenze - 50145 Firenze, Italia.

^(c) CREA Centro di Ricerca Foreste e Legno, via Valle della Quistione, 27 - 00166 Roma, Italia.

^(d) CREA Centro di Ricerca Foreste e Legno, viale S. Margherita, 80 - 52100 Arezzo, Italia.

^(e) Bluebiloba Startup Innovativa s.r.l., via C. Salutari 78 - 50126 Firenze, Italia.

^(f) CNR IBE, via Madonna del Piano 10 - 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italia.

^(g) R.D.M. Progetti S.r.l., Via Maragliano 31/a - 50144 Firenze, Italia.

^(h) D.R.E.A.M Italia, via Garibaldi, 3 - 52015 Pratovecchio Stia (AR), Italia.

⁽ⁱ⁾ Studio Demetra, via R. Morandi, 39 - Val di Cava, 56038 Ponsacco (PI), Italia.

^(*) Corresponding author; francesca.giannetti@unifi.it

Abstract: The European Forests, Biodiversity and Social Strategy, together with the Italian National Forest Strategy, recognize the critical importance of sustainable forest management in addressing new challenges. These challenges include the increased severity and frequency of extreme events such as windstorms, droughts, and insect infestations, as well as the diverse and sometimes conflicting social demands placed on sustainable forest management and forest systems. It is essential to engage both public and private forest owners and various stakeholders in the decision-making process. In this context, Forest Decision Support Systems (FDSS) are considered valuable tools for optimizing forest management and involving various stakeholders. These systems assist users in decision-making processes, considering environmental, economic, administrative, legal, and social aspects. In Europe, the European Agricultural Innovation Partnership has recognized the importance of FDSS and has funded Operational Groups (OGs) to develop innovative solutions. In the Tuscany region, within the framework of PEI-AGRI, the GO-SURF (Sustainable Forest Management Decision Support System) was funded. GO-SURF developed an FDSS based on spatial modeling to support sustainable forest management using a participatory approach. This work presents the WebGIS application "GO-SURF APP" which allows the extraction of various ecosystem services (growing stock volume, biomass, mean annual increment, and basal area) at spatial level. The participatory approach involves different forest management actors. Different FDSS users were identified, including their needs, and the development of the FDSS with common process's objectives. This has made data accessible through a custom-developed WEB-GIS system for the forest sector, accessible to a broad audience, that can contribute to increased knowledge of forest systems in Tuscany.

Key words: Sustainable Forest Management; Decision Support System; Participatory Approach; Operational Groups; Biomass, Growing Stock volume; Mean Annual Increment; Ecosystem Services.

Citation: Giannetti F., Travaglini D., Mattioli W., Corona P., Lombardo E., Giambastiani Y., Zorzi I., D'Amico G., Vangi E., Chiesi M., Maselli F., Bertani R., Scopetani S., Carrara S., Chirici G., 2023 - *GO-SURF: sistema di supporto alle decisioni per un approccio partecipativo alla gestione forestale*. *L'Italia Forestale e Montana*, 78 (4): 145-159; <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1110>

1. INTRODUZIONE

Le strategie Europee per le Foreste per la Biodiversità, per il suolo e la Strategia Forestale Nazionale (European Commission, 2013, 2020, 2021a, 2021b; Ministero delle politiche Agricole *et al.*, 2021), riconoscono alla gestione forestale sostenibile un ruolo chiave per affrontare le nuove sfide (Tiebel *et al.*, 2022) legate alla gestione delle molteplici utilità ecosistemiche fornite dalle foreste in un contesto di cambiamenti climatici (De Angelis *et al.*, 2007). Le nuove sfide della gestione forestale sostenibile riguardano soprattutto il crescente aumento della severità e della frequenza degli eventi estremi come le tempeste di vento (Chirici *et al.*, 2018; Giannetti *et al.*, 2021; Little *et al.*, 2023), i periodi di siccità (Bento *et al.*, 2023; Bussotti *et al.*, 2023; Pollastrini *et al.*, 2019; Puletti *et al.*, 2019) e le pullulazioni di insetti dannosi (Sommerfeld *et al.*, 2020; Battisti, 2023), oltre alla gestione dei conflitti legati alle differenti richieste provenienti dai vari portatori di interesse (Giannetti *et al.*, 2023; Winkel *et al.*, 2022). Nocentini *et al.* (2022) hanno evidenziato come la gestione delle foreste per la fornitura di molteplici servizi, talvolta contrastanti tra loro, sia una questione complessa e ancora irrisolta. Per la gestione dei conflitti tra i portatori di interesse, vari autori hanno sottolineato l'importanza di coinvolgere i proprietari forestali pubblici e privati nei processi decisionali (Tiebel *et al.*, 2022; Winkel *et al.*, 2022; Ministero delle politiche Agricole *et al.*, 2021). Questo risulta importante soprattutto in un contesto come quello italiano, dove le proprietà private rappresentano il 63,5%

dell'intera superficie forestale, con punte oltre l'80% in alcune regioni del centro Italia (Gasparini *et al.*, 2022), e dove la proprietà è molto frammentata, con una superficie media per singolo proprietario di circa 8,2 ettari (Giannetti *et al.*, 2023), ma che in molti contesti è ancora più contenuta (inferiore ad 1 ettaro) rispetto alla superficie media di 12,7 ettari a livello europeo (Giannetti *et al.*, 2022; Alberti *et al.*, 2016).

Tra le possibili innovazioni utili al settore, i Sistemi di Supporto alle Decisioni Forestali (SSDF), che si configurano come sistemi informatici complessi progettati per assistere gli utenti nei processi decisionali attraverso una serie di strumenti, dati e modelli di analisi, sono riconosciuti come uno strumento importante per l'implementazione della gestione forestale finalizzata alla fornitura di utilità ecosistemiche multiple (Corona *et al.*, 2017, 2022, 2023; Giannetti *et al.*, 2023; Barbarese *et al.*, 2022; Nobre *et al.*, 2016; Segura *et al.*, 2014; Matthews *et al.*, 2008). Ad esempio, Segura *et al.* (2014) hanno evidenziato come i SSDF rappresentano uno strumento utile per valorizzare gli aspetti ambientali, economici, amministrativi, legali e sociali legati alla gestione forestale sostenibile.

In Europa, nell'ambito del Partenariato Europeo per l'Innovazione nel settore dell'agricoltura, focalizzato sulla produttività e sostenibilità (PEI-AGRI), i SSD sono stati considerati importanti applicativi. In questo contesto, diversi Gruppi Operativi (GO) sono stati finanziati con l'intento di sviluppare SSD con un approccio multi-attore e con l'obiettivo di identificare soluzioni innovative per affron-

tare specifici problemi. La formazione di tali GO in Italia è stata finanziata attraverso i Programmi di Sviluppo Rurale (PSR) regionali, in particolare attraverso le sottomisure 16.1 e 16.2. In Toscana, che è la regione italiana con la maggiore superficie forestale e dove l'80% delle foreste è di proprietà privata (Gasparini *et al.*, 2022), nell'ambito dei PEI-AGRI è stato creato un gruppo operativo multi-attore denominato *GO-SURF - Sistema di Supporto decisionale alla pianificazione Forestale sostenibile* - con l'obiettivo di sviluppare un SSD basato su modellistica spaziale di supporto alla gestione forestale sostenibile.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di presentare la nuova applicazione WebGIS online denominata "GO-SURF APP", funzionante su tutta la Regione Toscana. L'applicativo, ad accesso libero, costituisce il primo esempio di sistema per la pianificazione e la programmazione forestale a livello regionale utile a supportare lo sviluppo di forme di gestione forestale sostenibili orientate alla ottimizzazione della produzione di alcune utilità ecosistemiche. Rispetto ad altri SSDF sviluppati in Italia e in Europa, GO-SURF APP (<https://go-surf.app/it/#/it>) fornisce un quadro delle risorse forestali presenti in Toscana in termini di volume legnoso, biomassa, area basimetrica e incremento di volume legnoso, permette ad un singolo utente di ricavare informazioni utili sulla propria proprietà, come i vincoli presenti sul territorio.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di Studio

La Toscana è una Regione dell'Italia centrale con una superficie di 22.992 km², il cui territorio è prevalentemente collinare (67%) e montuoso (25%), con limitate aree pianeggianti (circa l'8% del territorio). La superficie foresta-

le della Toscana ammonta complessivamente a 1.189.722 ettari classificati come bosco o altre terre boscate (Gasparini *et al.*, 2022), con un indice di boscosità del 51,7%. La formazione forestale prevalente è rappresentata dai querceti caducifogli (24 % cerro, 15% roverella), che corrispondono al 39% della superficie boscata, seguiti dai soprassuoli a prevalenza di castagno (15%). In ambiente montano la specie principale è il faggio, seguita dall'abete bianco e dal pino nero. Nelle aree più propriamente mediterranee predominano le leccete, che rappresentano per estensione la quarta specie della regione (Figura 1).

2.2 Approccio partecipativo per lo sviluppo del Sistema di Supporto alle Decisioni Forestali GO-SURF APP

Il GO-SURF è costituito da un partenariato multi-attore che ha permesso di costruire un percorso partecipativo per lo sviluppo del SSDF. In dettaglio, il partenariato strategico GO-SURF è composto da rappresentanti della filiera di gestione forestale a livello regionale e ha visto la partecipazione di tre Enti di Ricerca, un'Associazione Culturale, tre Aziende Forestali, tre studi impegnati nella pianificazione forestale a vari livelli ed un'azienda di comunicazione forestale.

Per lo sviluppo del SSDF sono state prese in esame le quattro componenti chiave identificate da Burstein e Holsapple (2008): il sistema di analisi dei problemi, il sistema di gestione della conoscenza, il sistema di presentazione dei risultati e il linguaggio di sviluppo. Le quattro componenti chiave sono state analizzate ricorsivamente al fine di guidare il processo di sviluppo, utilizzando per ognuna delle componenti chiave un approccio partecipativo.

In primo luogo, è stato analizzato *il sistema di analisi dei problemi* individuando gli utenti target del sistema GO-SURF ed i bisogni da soddisfare (Tabella 1). L'individuazione degli

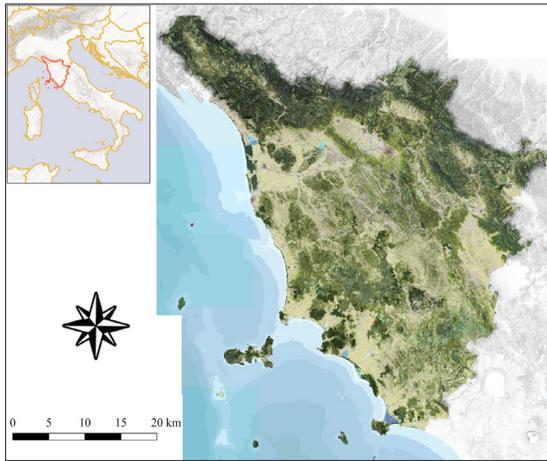


Figura 1 - Area di studio, Regione Toscana.

utenti target è stata effettuata coinvolgendo dieci persone all'interno del partenariato analizzando i risultati e l'architettura di sistemi SSDF simili sviluppati in altri contesti territoriali, come Biomassfor sviluppato in Trentino (Sacchelli *et al.* 2013), PoodyBLEP sviluppato in Liguria (Frombo *et al.*, 2009), CFOR sviluppato in Calabria (Puletti *et al.*, 2017) e TOOFES in una piccola area della Toscana (Sacchelli *et al.*, 2018).

L'analisi dei bisogni reali di ciascun utente target ha permesso di guidare *il sistema delle conoscenze*, che nel caso del GO-SURF è costituito dai dati ospitati nel SSDF e i tool di analisi utili ad interrogare i dati e generare informazioni. Questi due segmenti del sistema di conoscenze sono descritti in dettaglio nella sezione successiva.

In seguito, è stata condotta un'analisi dettagliata del *sistema di presentazione dei risultati*, che ha guidato l'implementazione tecnica del SSDF. In particolare, durante questa analisi è emerso che l'applicazione dovesse disporre di un'interfaccia di sistema (GUI) di tipo Web-GIS, progettata per semplificare l'uso di strumenti di analisi spaziale e che consentisse la generazione di report. Durante il confronto partecipativo, è emersa chiaramente l'esigenza

di sviluppare un'interfaccia web facile da utilizzare, anche per un pubblico non esperto, e che consentisse la geolocalizzazione al momento dell'uso.

I professionisti esperti nell'uso di sistemi GIS hanno sottolineato che, dal punto di vista della progettazione grafica, sarebbe stato vantaggioso utilizzare icone per l'analisi spaziale simili a quelle presenti nei software GIS desktop.

Nella fase di presentazione dei risultati è inoltre emersa l'importanza di poter interrogare il sistema e generare report sulla base dei confini delle particelle catastali e dei rispettivi numeri di particella. Tuttavia, questa implementazione non è stata possibile poiché soltanto gli enti pubblici e l'Agenzia delle Entrate hanno accesso ai dati grezzi del catasto.

Infine, tenuto conto delle prime tre componenti chiave del SSD, i tecnici incaricati dello sviluppo della piattaforma hanno scelto *il linguaggio di sviluppo del sistema* che si appoggia principalmente sul linguaggio di programmazione *Python*. Inoltre, è stato sviluppato un geodatabase post-GIS in grado di archiviare i dati di tipo geografico sviluppati appositamente per il sistema GO-SURF APP.

2.3 Dati geografici implementati nel sistema SSDF

L'analisi del *sistema delle conoscenze* ha permesso di individuare i dati da implementare nel Web-GIS SSDF GO-SURF APP al fine di supportare gli utenti nelle decisioni. I dati individuati con l'approccio partecipativo sono tutti di tipo geografico e si dividono in due categorie:

- dati pre-esistenti a livello regionale e/o nazionale, ma attualmente visualizzabili su diverse piattaforme;
- dati sviluppati *ad hoc* dal progetto GO-SURF per la valutazione delle utilità ecosistemiche.

Tabella 1 - Utenti target dell'SSDF GO-SURF APP e bisogni.

| Utente Target | Bisogni |
|--|--|
| Proprietari Forestali privati | Conoscere la risorsa forestale presente nella loro proprietà Conoscere i vincoli insistenti sulla propria proprietà |
| Aziende Forestali | Conoscere la risorsa forestale presente nella loro proprietà Conoscere i vincoli insistenti Possibilità di supporto all'aggiornamento dei piani di gestione forestale Supporto alla redazione di documentazione per processi autorizzativi |
| Liberi Professionisti | Possibilità di aggiornare i piani di gestione forestale Supporto alla progettazione degli interventi forestali Supporto alla redazione dei Piani d'Indirizzo Forestale Supporto alla redazione di progetti di filiera Supporto alla redazione di documentazione per processi autorizzativi |
| Enti pubblici impegnati nella gestione forestale | Supporto al controllo del territorio e dei processi autorizzativi |
| Associazioni Non Governative | Conoscere le risorse forestali |
| Cittadini | Conoscere le risorse forestali |

2.3.1 Dati geografici pre-esistenti

I dati pre-esistenti visualizzabili come WMS sull'applicativo WEB-GIS sono stati identificati nei seguenti due geoportali: GEOSCOPIO - Portale Cartografico della Regione Toscana (<https://www.regione.toscana.it/-/geoscopio>) e Geoportale nazionale (<http://www.pcn.miamambiente.it/mattm/>). Tra i dati sono stati individuati gli strati informativi (layer) ritenuti di maggiore importanza per supportare la gestione forestale e necessari a soddisfare i bisogni degli utenti target (Tabella 2).

2.3.2 Dati geografici sviluppati per GO-SURF

Gli strati geografici specificatamente realizzati per il SSDF riguardano la quantificazione di alcune utilità ecosistemiche necessarie per supportare le scelte di gestione forestale. Per realizzare tali strati informativi è stato primariamente fatta una ricognizione sui dati disponibili a livello regionale, sia dei dati rilevati a terra, che dei dati telerilevati, al fine di poter applicare un approccio modellistico. I dati a

terra utili a questo scopo sono risultati essere i dati dell'Inventario Forestale Nazionale e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) (Gasparini *et al.*, 2022; INFC, 2007). I dati INFC utilizzati sono quelli rilevati in campo durante la terza fase dell'inventario del 2005 (INFC, 2007). I dati a terra sono stati integrati con dati telerilevati da satellite (*Landsat*, MODIS), dati climatici (temperatura minima, massima e media, precipitazioni), dati orografici (Modelli Digitali del Terreno) e dati estratti dalle cartografie forestali (tipologie forestali derivate da *Corine Land Cover* IV livello) al fine di generare su tutta la Toscana, con un approccio modellistico, una mappa raster per ciascuno delle seguenti utilità ecosistemiche:

- mappa raster della provvigione legnosa regionale ($m^3 ha^{-1}$), risoluzione spaziale 23 m;
- mappa raster dell'incremento medio di provvigione legnosa ($m^3 ha^{-1} anno^{-1}$), risoluzione spaziale 250 m;
- mappa raster della biomassa ($t ha^{-1}$), risoluzione spaziale 23 m;

- mappa raster dell'area basimetrica ($m^2 ha^{-1}$), risoluzione spaziale 23 m;

Per dettagli sulla metodologia di realizzazione delle varie mappe si rimanda alle seguenti pubblicazioni: provvigione legnosa; biomassa (Giannetti *et al.*, 2022; Vangi *et al.*, 2021, 2023), incremento medio di volume legnoso (Chirici *et al.*, 2022; Giannetti *et al.*, 2022). La mappa dell'area basimetrica è stata realizzata con lo stesso approccio impiegato per la provvigione legnosa; in particolare, è stato implementato un modello *Random Forest* utilizzando come variabile dipendente i dati di area basimetrica rilevati nell'ambito dell'INFC (INFC, 2007) e come variabili predittive le stesse utilizzate per la provvigione legnosa, vale a dire le bande delle immagini *Landsat*, i dati climatici spazializzati di temperatura minima, media e massima, i dati di precipitazione, i dati orografici relativi al DTM. Per maggiori dettagli si rimanda a Chirici *et al.* (2020).

2.4 Architettura del sistema SSDF GOSURF APP

L'architettura del sistema si basa su due componenti principali:

- un geodatabase munito di interfaccia per l'aggiornamento sia automatico che manuale dei dati geografici che ne permetta l'archiviazione e la visualizzazione.
- la piattaforma Web-GIS, sviluppata con interfaccia grafica, che ospita i tool di analisi spaziale (Figura 2).

Il geodatabase sviluppato per l'architettura del sistema SSDF si basa sul database PostGIS, un database geospaziale basato su PostgreSQL, che consente di costruire un sistema di gestione di database relazionali. Il database PostGIS estende PostgreSQL, consente di gestire i dati geospaziali e permette la memorizzazione, l'interrogazione (*query*) e l'analisi di dati geografici complessi, supportando sia l'utilizzo di dati geografici di tipo vettoriale - *Point* (punto), *Line-*

String (linea), *Polygon* (poligono), *MultiPoint* (multi-punto), *MultiLineString* (multi-linea), *MultiPolygon* (multi-poligono) e *GeometryCollection* (collezione di geometrie) - che dati di tipo raster. Utilizzando per l'archiviazione dei dati un database di tipo PostGIS che offre un ampio insieme di funzioni per l'analisi geospaziale, è stato possibile implementare i tool per l'acquisizione delle informazioni. Queste funzioni, attraverso l'interfaccia grafica del sistema SSDF, consentono di generare query spaziali migliorando le prestazioni del sistema. Inoltre, PostGIS consente di garantire gli standard aperti *Simple Features for SQL* (SFSQL) ed è conforme alle specifiche dell'*Open Geospatial Consortium* (OGC).

La piattaforma Web-GIS sviluppata si basa sull'infrastruttura g3WSUITE (<https://g3wsuite.it/>), che consente di creare gestionali cartografici, di utilizzare tool di analisi spaziale e di gestire gli accessi. Grazie alla possibilità di importare un progetto QGIS, l'infrastruttura consente anche ad utenti non esperti in programmazione di aggiornare i dati in tempi rapidi e di visualizzarli. La g3WSUITE consente di interagire con i dati mediante tutte le funzioni base dei sistemi GIS. Infatti, al suo interno sono già presenti i tool di disegno di geometrie vettoriali (punti, linee e poligoni) e di analisi spaziale come le funzioni vettore/raster di intersezione, statistiche zonali e la funzione di geolocalizzazione dell'utente che sta utilizzando la piattaforma. Inoltre, sono implementate la funzione di aggiunta di ulteriori layer da parte dell'utente e la possibilità di interrogazione attraverso gli strumenti di misura. In Figura 2 è possibile osservare le varie funzionalità presenti nel sistema.

Nel dettaglio, l'interfaccia grafica è organizzata in tre sezioni: i) la sezione colonna Ricerca, *Geoprocessing*, e Strati si trova sulla sinistra, ii) il *frame* per la visualizzazione delle mappe nella parte centrale, e iii) tool di analisi semplice geospaziali (Figura 2).

Tabella 2 - Dati geografici pre-esistenti.

| BISOGNI | DATI GEOGRAFICI PRE-ESISTENTI |
|--|---|
| Conoscere le risorse forestali | <p><i>Ortofoto RGB e NIR:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Layer Ortofoto AGEA RGB (colori reali) e NIR (falso colore) anno 2016, 20 cm • Layer Ortofoto AGEA RGB e NIR anno 2019, 20 cm • Tipologie Forestali (limitatamente ad alcune aree) secondo la classificazione della Regione Toscana, Tipologie Forestali Europee |
| | <p><i>Cartografie parchi e zone a protezione speciale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Layer confini Siti natura 2000 e zone di conservazione • Layer confini Parchi Regionali • Layer confini Parchi Provinciali • Layer confini Parchi Nazionali <p><i>Cartografie degli ambiti di paesaggio e zone soggette a vincoli naturali speciali:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Layer Zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli specifici ai sensi degli artt. 31 e 32 del Reg. UE 1305/2013 - valido fino al 01/11/2020 - • Layer Zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli specifici ai sensi degli artt. 31 e 32 del Reg. UE 1305/2013 - valido dal 02/11/2020 - R.D. n.3267/1923 • R.D. n 3267/1923 • Immobili ed aree di notevole interesse pubblico - DCP n. 46 del 23/07/2019 <p><i>Cartografia del bosco:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Layer Aree boscate 2016 |
| Conoscere i vincoli | |
| Supporto alla redazione di documentazione per processi autorizzativi | <p><i>Cartografia di base:</i> Carta tecnica regionale 1:10000</p> <p><i>Cartografia catastale:</i> Fogli catastali - Particelle catastali</p> |

Nella sezione Layer vengono visualizzati i dati geografici che sono organizzati nelle seguenti sezioni:

- *Carta tecnica regionale* (CTR 1:10.000);
- *Utilità ecosistemiche* (Volume, Incremento, Biomassa, Area Basimetrica);
- *Catasto* (Fogli di mappa catastale, Particelle Catastali);
- *Vincoli* (Siti natura 2000 - Zone Speciali di

Conservazione (ZSC) - SIC e pSCI; Parchi Regionali, Parchi provinciali, Parchi Nazionali, Ambiti di Paesaggio, Zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli specifici ai sensi degli artt. 31 e 32 del Reg. UE 1305/2013 - valido fino al 01/11/2020; Zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli specifici ai sensi degli artt. 31 e 32 del Reg. UE 1305/2013 - valido dal 02/11/2020 -

R.D. n. 3267/1923; Aree boscate 2016; Immobili ed aree di notevole interesse pubblico - DCP n. 46 del 23/07/2019);

- *Cartografia di base* (Ortofoto 2019 NIR; Ortofoto 2019 RGB; Ortofoto 2016 NIR; Ortofoto 2016 RGB).

2.5 Modello di geoprocessing implementato per l'analisi delle utilità ecosistemiche

Il modello di *geoprocessing* è stato sviluppato per estrarre in un'area selezionata dall'utente le statistiche relative alle mappe delle utilità ecosistemiche implementate nel SSDF (Figura 3). Si è deciso di lasciare libertà all'utente di disegnare l'area di interesse, in quanto non è stato possibile implementare la ricerca e l'estrazione delle informazioni su base catastale. Il modello di *geoprocessing* GO-SURF per l'analisi delle utilità ecosistemiche utilizza un approccio ricorsivo che permette all'utente di caricare nel SSDF un proprio file geografico poligonale dell'area o aree di interesse in diversi formati - ESRI Shapefile (.shp), Keyhole Markup Language (.kml), GeoPackage (.gpkg) - o di disegnare un poligono (Figura 4) ed estrarre per la superficie di interesse le informazioni di provvigione legnosa, biomassa, area basimetrica ed incremento.

Il modello di *geoprocessing* restituisce, sulla base dell'area del poligono, le statistiche zonali del valore medio, minimo, massimo e la deviazione standard di ognuna delle mappe delle utilità ecosistemiche e restituisce due tipi di dati:

- un file geografico di tipo poligonale nel formato preferito (.shp, .kml, .gpkg) dove all'interno del database associato sono riportati i dati derivanti dalle statistiche zonali (Figura 5);
- un report in formato PDF con la tabella dei valori estratti dalle statistiche zonali e 4 mappe, una per ciascun servizio ecosistemico (Figura 6).

2.6 Impiego da parte dell'utente

Dal punto di vista dell'utente, l'interrogazione del SSDF inizia con l'accesso all'interno della piattaforma che porta nell'area di interfaccia grafica. L'utente, nell'area mappa, può selezionare il nome della località utilizzando il database di *Open Street Map*, e questo consente di creare uno zoom nell'area di interesse. L'utente interessato alla sola visualizzazione dei dati può attivare sulla colonna layer i vari strati informativi di interesse. Se è interessato a generare dei report, l'utente può disegnare un poligono nell'interfaccia di visualizzazione una volta entrato nell'area di *geoprocessing* e, sulla base del poligono disegnato, il sistema effettua l'analisi restituendo nel report PDF il valore medio, minimo e massimo delle mappe delle utilità ecosistemiche e la panoramica dei vari layer.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Il Sistema SSDF descritto in questo articolo, mira ad aiutare i gestori forestali fornendo libero accesso ad informazioni generate con approcci analitici complessi, ma che vengono rese disponibili sul SSDF in maniera semplice e di facile lettura anche per utenti non esperti. Infatti, come evidenziato da altre ricerche, in passato sono stati sviluppati numerosi SSDF che hanno esaminato una varietà di problemi. Tuttavia, nonostante la disponibilità di tecnologie avanzate, il loro utilizzo ha spesso deluso le aspettative degli utenti finali (Van Meensel *et al.*, 2012; Portoghesi *et al.*, 2014). Secondo Van Meensel *et al.* (2012), che hanno esaminato i SSD sviluppati in campo agricolo, le cause principali della loro limitata applicazione sono l'eccessiva complessità e l'uso di un linguaggio e di una logica sconosciuti agli agricoltori, l'aggiornamento non frequente, l'ingente immissione di dati richiesta, l'irrilevanza, l'inaffidabilità e/o l'inflessibilità, oltre all'accessibilità limitata per gli utenti. Questi fattori evidenzia-



Figura 2 - Interfaccia grafica della piattaforma Web-GIS, e dettaglio dei tool dal basso verso l'alto: 1. Possibilità di cattura dello schermo sull'area in visualizzazione esportando un'immagine georiferita che può essere importata su altri sistemi GIS, 2. Possibilità di cattura dello schermo senza informazione geografica utile per implementare le immagini nelle relazioni, 3. Disegno e misura di poligoni e determinazione di area e perimetro, 4. Possibilità di effettuare misure lineari; 5. Aggiunta di ulteriori layer da parte dell'utente, 6. Geolocalizzazione, 7. Strumento per interrogare layer e ricevere informazioni, 8. Zoom in, disegnando un poligono, 9. Zoom out, 10. Zoom in, 11. Riporta la visualizzazione sull'intera Regione Toscana.

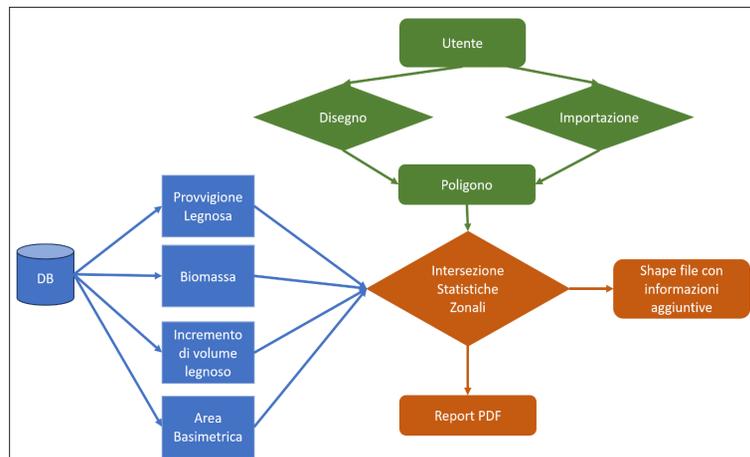


Figura 3 - Modello del geoprocessing implementato.

no come la distanza tra il mondo della ricerca e la pratica è spesso vista come una delle ragioni per cui i SSD non vengono concretamente implementati. In questo contesto, l'approccio partecipativo istituito nell'ambito del GO-SURF ha permesso un confronto aperto tra tutti gli attori impegnati nella gestione fore-

stale e la realizzazione di un sistema basato sui reali bisogni degli utenti individuati. Va sottolineato infatti, che da parte del settore scientifico del partenariato sarebbe stato possibile sviluppare anche un sistema più complesso, che però rischiava di non essere realmente adottato dagli utenti target perché troppo complicato

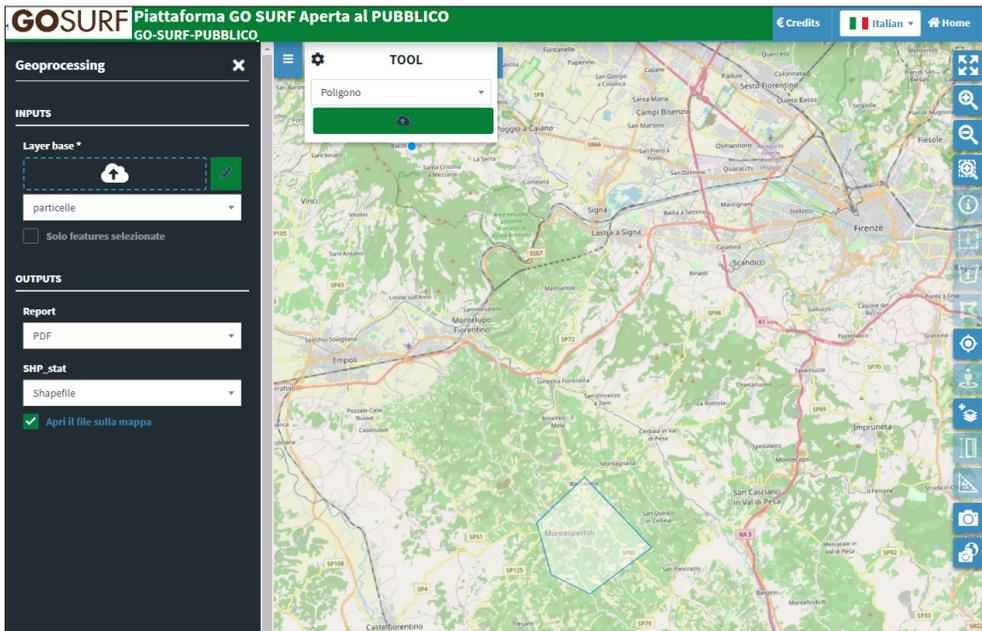


Figura 4 - Dettaglio del modulo di *geoprocessing*: sulla sinistra in alto è possibile caricare o disegnare il poligono, mentre sotto è possibile selezionare gli output che devono essere generati.

e poco attinente ai loro reali bisogni. Infatti, come evidenziato da Portoghesi *et al.* (2014), gli strumenti informatici che devono supportare le attività selvicolturali in bosco devono essere semplici e customizzati, altrimenti rischiano di rimanere approcci e metodologie sviluppate nel campo della ricerca che non hanno una reale applicabilità e utilità per gli utenti finali.

Nel caso del progetto GO-SURF, la partecipazione dei diversi attori della gestione forestale ha migliorato i risultati nello sviluppo dell'applicativo, poiché le attività di ricerca e i risultati sono ben allineati alle aspettative dei partecipanti. Tuttavia, un approccio partecipativo ha anche alcuni svantaggi: sono necessari tempo e risorse (Carberry *et al.*, 2002), è necessario identificare gli stakeholder appropriati (Mathews *et al.*, 2008) e gli stakeholder devono concordare sugli obiettivi del processo (Reed, 2008). Nel caso di GO-SURF, l'opportunità di aver potuto istituire un Gruppo Operativo nell'ambito dell'iniziativa PEI-AGRI ha con-

sentito, fin dalla nascita del gruppo operativo con la misura 16.1 del PSR, di individuare ed identificare i diversi stakeholder e di creare una concordanza tra gli obiettivi di processo che, attraverso la misura 16.2 del PSR, si sono concretizzati nello sviluppo dell'applicativo.

Come evidenziato da Ganapati (2010), l'utilizzo di sistemi GIS che permettono di consultare i dati e le informazioni su determinati aspetti, possono concorrere ad aumentare il coinvolgimento dei cittadini. Nel caso di GO-SURF APP, la messa in rete ad accesso libero dei dati relativi alle variabili di gestione forestale sostenibile, può concorrere ad aumentare la conoscenza relativa ai sistemi forestali della regione Toscana e a ridurre i conflitti sociali legati alla gestione forestale (Fernández-manjarés *et al.*, 2021; Winkel *et al.*, 2022).

Parte delle informazioni geografiche implementate nella piattaforma (dati pre-esistenti) erano già consultabili sul geoportale della regione Toscana e/o sul geoportale nazionale. Tuttavia, gli utenti per poter interagire con i

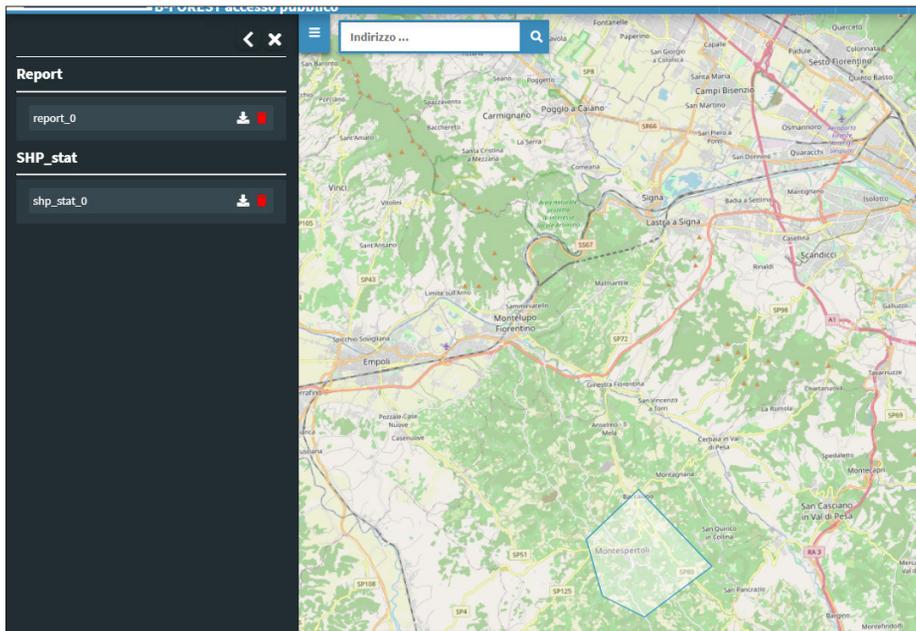


Figura 5 - Interfaccia di estrazione dei risultati Report e Shape file.

geoportali necessitano di competenze in materia di sistemi GIS. Dalle prime analisi effettuate tra le aziende agricole all'interno del partenariato, è emerso che il sistema consente un risparmio di tempo del 70% nel reperimento delle informazioni di interesse. Gli utenti hanno infatti evidenziato che i geoportali pre-esistenti non consentono una facile navigazione all'interno delle loro banche dati che sono pluristratificate e non disegnate specificatamente per il settore forestale. Gli utenti hanno evidenziato come all'interno dei geo-portali pre-esistenti spesso risulta difficile individuare i dati geografici di interesse, con un dispendio di tempo e di risorse molto alto. L'applicativo GO-SURF APP, invece, consente di visualizzare soltanto i dati di interesse per il settore della gestione forestale sostenibile, organizzati in sezioni che sono state individuate con l'approccio partecipativo. Queste sezioni ricalcano quanto più possibile il sistema mentale che solitamente gli utenti seguono nel loro processo di ricerca delle informazioni. Gli utenti del partenariato impegnati nel testing hanno riportato

che tutto questo semplifica molto il processo di estrazione dell'informazione necessaria.

Le variabili forestali delle mappe sviluppate per il SSDF sono state scelte perché supportano la gestione orientata verso differenti aspetti. Per esempio, l'area basimetrica, che è una classica variabile di interesse inventariale, è ampiamente utilizzata anche per valutare la conservazione della biodiversità (Giannetti *et al.*, 2020; McElhinny *et al.*, 2005; Oettel e Lapin, 2021). La quantificazione della biomassa, invece, è la variabile più importante per misurare la quantità di CO₂ immagazzinata negli ecosistemi forestali e fondamentale per valutare il potenziale di sequestro del carbonio (Forzieri *et al.*, 2020; Martes and Köhl, 2022; Peñuelas and Sardans, 2021; Ruiz-Peinado *et al.*, 2017). La mappa dell'incremento di volume legnoso, che fornisce una stima esplicita spaziale dell'incremento annuo medio (m³ha⁻¹anno⁻¹), è utile per l'aggiornamento annuale della mappa della provvigione legnosa e, di conseguenza, della mappa della biomassa (Giannetti *et al.*, 2022). Attualmente le mappe con anno nominale

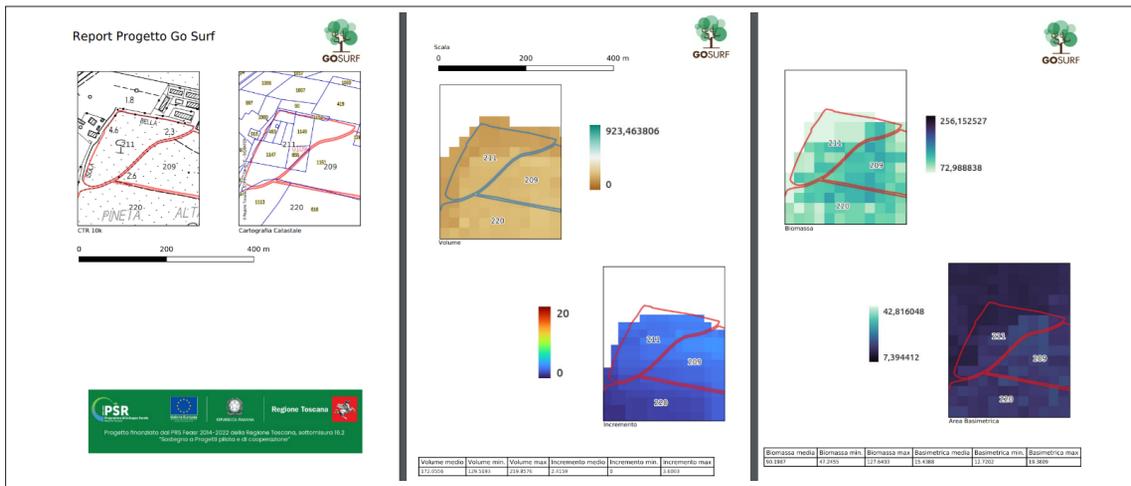


Figura 6 - Report in PDF generato dal sistema.

2005 implementate nell'SSDF sono in fase di aggiornamento, grazie alla possibilità di poter utilizzare i dati dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio del 2015 (Gasparini *et al.*, 2022). Appena le nuove mappe saranno pronte verranno implementate nel sistema on-line.

RIASSUNTO

Le Strategie Europee per le Foreste per la Biodiversità e per il Suolo, insieme alla Strategia Forestale Nazionale, riconoscono l'importanza cruciale della gestione forestale sostenibile nell'affrontare nuove sfide. Queste sfide comprendono l'aumento della gravità e della frequenza di eventi estremi, come tempeste di vento, siccità e pullulazioni di insetti, oltre alle diverse richieste sociali, a volte contrastanti tra loro, che i portatori di interesse hanno nei confronti della gestione forestale sostenibile e dei sistemi forestali. È quindi necessario coinvolgere i proprietari forestali pubblici e privati, ma anche i vari portatori di interesse nel processo decisionale. I Sistemi di Supporto alle Decisioni Forestali (SSDF) sono strumenti utili per ottimizzare la gestione forestale e coinvolgere i vari attori, in quanto assistono gli utenti nei processi decisionali, tenendo conto di aspetti ambientali, economici, amministrativi, legali e sociali. In Europa, il Partenariato Europeo per l'Innovazione nel settore agricolo ha riconosciuto l'importanza dei SSDF e ha finanziato Gruppi Operativi (GO) per sviluppare soluzioni innovative. In regione Toscana, nell'ambito dei PEI-AGRI è stato finanziato il GO-SURF (Sistema

di Supporto Decisionale alla Pianificazione Forestale Sostenibile) che ha sviluppato un SSDF basato su modellistica spaziale per supportare la gestione forestale sostenibile utilizzando un approccio partecipativo. In questo lavoro, viene presentata l'applicazione WebGIS "GO-SURF APP," che permette di estrarre su base spaziale informazioni relative alle diverse utilità ecosistemiche (provvigione legnosa, biomassa, incremento medio annuo e area basimetrica) e il processo partecipativo che ha guidato lo sviluppo e l'implementazione dell'SSDF. L'approccio partecipativo che ha coinvolto i diversi attori della gestione forestale ha consentito di identificare gli utenti dell'SSDF, i loro bisogni e di concordare sugli obiettivi del processo. Questo ha consentito di rendere accessibili i dati attraverso un sistema WEB-GIS sviluppato *ad hoc* per il mondo forestale e fruibile ad un ampio pubblico, contribuendo ad aumentare la conoscenza dei sistemi forestali in Toscana.

BIBLIOGRAFIA

- Alberti G., Brunetti M., Danelon M., De Simon G., Florean M., Francescato N., Muzzolini V. *et al.*, 2016 - *Linee guida per la gestione selvicolturale di boschi misti di acero e frassino di origine secondaria: aspetti economici, selvicolturali e tecnologici*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- Barbarese F., Alivernini A., Bascietto M., Oreti L., Carbone F., 2022 - *The Digitalization Framework of the National Forest System at 2020*. Environmental Sciences Proceedings, 22 (1): 36. <https://doi.org/10.3390/iescf2022-13111>
- Battisti A., 2023 - *Clima e abete rosso: una difficile con-*

- vinzenza. *L'Italia Forestale e Montana*, 78 (2): 69-76. <https://dx.doi.org/10.36253/ifim-1104>
- Bento V.A., Russo A., Vieira I., Gouveira C.M., 2023 - *Identification of forest vulnerability to droughts in the Iberian Peninsula*. *Theor Appl Climatol*, 152: 559-579. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04427-y>
- Burstein F., Holsapple C., 2008 - *DSS architecture and types*. *Handbook on Decision Support Systems 1*. Springer Berlin Heidelberg, Germany, p. 163-189.
- Bussotti F., Bettini D., Carrari E., Selvi F., Pollastrini M., 2023 - *Cambiamenti climatici in atto: osservazioni sugli impatti degli eventi siccitosi sulle foreste toscane*. *Forest@*, 20: 1-9. <https://doi.org/10.3832/efor4224-019>
- Carberry P.S., Hochman Z., McCown R.L., Dalgliesh N.P., Foale M.A., Poulton P.L., Hargreaves J.N.G. *et al.*, 2002 - *The FARMSCAPE approach to decision support: Farmers', advisers', researchers' monitoring, simulation, communication and performance evaluation*, *Agricultural Systems*. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00025-2](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00025-2)
- Chirici G., Chiesi M., Fibbi L., Giannetti F., Corona P., Maselli F., 2022 - *High spatial resolution modeling of net forest carbon fluxes based on ground and remote sensing data*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 316, 108866. ISSN 0168-1923. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.108866>
- Chirici G., Giannetti F., McRoberts R.E., Travaglini D., Pecchi M., Maselli F., Chiesi M. *et al.*, 2020 - *Wall-to-wall spatial prediction of growing stock volume based on Italian National Forest Inventory plots and remotely sensed data*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 84, 101959, ISSN 1569-8432. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101959>
- Corona P., Costa C., Barbetti R., Bergante S., Cesaretti L., Chiarabaglio P.M., Chirici G., *et al.*, 2023 - *Digital Forests: innovations and opportunities*. *Forest@ - Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale*, 20 (2): 52-60. <https://doi.org/10.3832/efor4353-020>
- Corona P., Cucca B., Alivernini A., 2022 - *Un percorso sfidante per la pianificazione forestale in Italia*. *Forest@* 19: 95-97. <https://doi.org/10.3832/efor4175-019>
- Corona P., Chianucci F., Quatrini V., Civitarese V., Clementel F., Costa C., Floris A. *et al.*, 2017 - *Precision forestry: concepts, tools and perspectives in Italy*. *Forest@ - Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale*, 14 (1): 1-12. <https://doi.org/10.3832/efor2285-014>
- De Angelis P., Valentini R., Scarascia Mugnozza G., 2007 - *Foreste e cambiamenti climatici: 10 anni di ricerche italiane*. *Forest@* 4: 450-450. - doi: 10.3832/efor0500-0040450
- European Commission, 2021a - *EU Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate*. In European Commission, Brussels, SWD (2021) 323 final, pp. 27. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0699>
- European Commission, 2021b - *New EU Forest Strategy for 2030*. European Commission, Brussels, SWD (2021) 651-652 final, p. 5-24. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0d918e07-e610-11eb-a1a5-01aa75e-d71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- European Commission, 2020 - *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, EU Biodiversity Strategy for 2030*. European Commission, Brussels, COM (2020) 380 final, p. 22. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75e-d71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- European Commission, 2013 - *A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*, Bruxelles, SWD (2013) 342-343 final, p. 17. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fernández-manjarrés J.F., Machunter J., Zavala M.A., 2021 - *Forest management, conflict and social-ecological systems in a changing world*. *Forests*, 12: 4-9. <https://doi.org/10.3390/f12111459>
- Frombo F., Minciardi R., Robba M., Rosso F., Sacile R., 2009 - *Planning woody biomass logistics for energy production: a strategic decision model*. *Biomass and Bioenergy*, 33 (3): 372-383.
- Forzieri G., Pecchi M., Girardello M., Mauri A., Klaus M., Nikolov C., Rüetschi M. *et al.*, 2020 - *A spatially explicit database of wind disturbances in European forests over the period 2000-2018*. *Earth Syst. Sci. Data* 12. <https://doi.org/10.5194/essd-12-257-2020>
- Gasparini P., Di Cosimo L., Floris A., De Laurentis D., 2022 - *Italian National Forest Inventory - Methods and Results of the Third Survey - Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di*

- Carbonio - Metodi e Risultati della Terza Indagine*. Springer Tracts in Civil Engineering, 576 p., ISBN 978-3-030-98677-3; ISBN 978-3-030-98678-0 (eBook). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-98678-0>
- Ganapati S., 2010 - *Using geographic information Systems to increase Citizen Engagement*. Public Adm., p. 89-93.
- Giannetti F., Laschi A., Zorzi I., Foderi C., Cenni E., Guadagnino C., Pinzani G. et al., 2023 - *Forest Sharing as an Innovative Facility for Sustainable Forest Management of Fragmented Forest Properties: First Results of Its Implementation*. Land, 12 (3): 521. <https://doi.org/10.3390/land12030521>
- Giannetti F., Chirici G., Vangi E., Corona P., Maselli F., Chiesi M., Amico G.D., Puletti N., 2022 - *Wall-to-Wall Mapping of Forest Biomass and Wood Volume Increment in Italy*. Forests, 13 (12): 1989. <https://doi.org/10.3390/f13121989>
- Giannetti F., Puliti S., Puletti N., Travaglini D., Chirici G., 2020 - *Modelling Forest structural indices in mixed temperate forests: comparison of UAV photogrammetric DTM-independent variables and ALS variables*. Ecological Indicators, 117: 106513, ISSN 1470-160X. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106513>
- INFC, 2007 - *Le stime di superficie 2005 - Prima parte*. In: Tabacchi G. et al. (a cura di), Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (V ed.). MiPAF - Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA-ISAF, Trento, Italy. <http://www.infc.it>
- Little A.S., Priestley M.D.K., Catto J.L., 2023 - *Future increased risk from extratropical windstorms in northern Europe*. Nat. Commun., 14: 4434. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40102-6>
- Martes L., Köhl M., 2022 - *Improving the Contribution of Forests to Carbon Neutrality under Different Policies - A Case Study from the Hamburg Metropolitan Area*. Sustain. 14. <https://doi.org/10.3390/su14042088>
- Matthews K.B., Schwarz G., Buchan K., Rivington M., Miller D., 2008 - *Wither agricultural DSS?* Comput. Electron. Agric., 61: 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.11.001>
- McElhinny C., Gibbons P., Brack C., Bauhus J., 2005 - *Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement*. For. Ecol. Manage., 218: 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.034>
- Ministero delle Politiche Agricole, Ministero della Cultura, Ministero della Transizione Ecologica e Ministero dello Sviluppo Economico, 2021 - *Strategia Forestale Nazionale*, p. 1-8.
- Nobre S., Eriksson L.O., Trubins R., 2016 - *The use of decision support systems in forest management: Analysis of FORSYS country reports*. Forests, 7 (3). <https://doi.org/10.3390/f7030072>
- Nocentini S., Travaglini D., Muys B., 2022 - *Managing Mediterranean Forests for Multiple Ecosystem Services: Research Progress and Knowledge Gaps*. Current Forestry Reports, 8: 229-256. <https://doi.org/10.1007/s40725-022-00167-w>
- Oettel J., Lapin K., 2021 - *Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe*. Ecol. Indic., 122, 107275. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107275>
- Peñuelas J., Sardans J., 2021 - *Global change and forest disturbances in the mediterranean basin: Breakthroughs, knowledge gaps, and recommendations*. Forests, 12: 1-27. <https://doi.org/10.3390/f12050603>
- Pollastrini M., Puletti N., Selvi F., Iacopetti G., Bussotti F., 2019 - *Widespread Crown Defoliation After a Drought and Heat Wave in the Forests of Tuscany (Central Italy) and Their Recovery - A Case Study From Summer 2017*. Front. For. Glob. Change, 2: 74. doi: 10.3389/ffgc.2019.00074
- Portoghesi L., Torresan C., De Meo I., Floris A., Scrinzi G., 2014 - *Computer-based tools to support decisions in forest planning in Italy*. In: Borges J.G. et al. (a cura di), Computer-based tools for supporting forest management. The experience and the expertise world-wide. SLU, Sweden, p. 227-250. [ISBN 978-91-576-9237-5] https://pub.epsilon.slu.se/11417/7/borges_jg_etal_140825.pdf
- Puletti N., Mattioli W., Bussotti F., Pollastrini M., 2019 - *Monitoring the effects of extreme drought events on forest health by Sentinel-2 imagery*. J. Appl. Remote Sens., 13 (2): 020501. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.13.020501>
- Puletti N., Floris A., Scrinzi G., Chianucci F., Colle G., Michelini T., Pedot N. et al., 2017 - *CFOR: a spatial decision support system dedicated to forest management in Calabria*. Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, 14 (2): 135-140. <https://doi.org/10.3832/efor2363-014>
- Reed M.S., 2008 - *Stakeholder participation for environmental management: A literature review*. Biol. Conserv., 141: 2417-2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>
- Ruiz-Peinado R., Bravo-Oviedo A., López-Senespleda

- E., Bravo, F., del Río M., 2017 - *Forest management and carbon sequestration in the Mediterranean region: A review*. For. Syst., 26: 1-25. <https://doi.org/10.5424/fs/2017262-11205>
- Sacchelli S., Zambelli P., Zatelli P, Ciolli M., 2013 - *Biomassfor: an open-source holistic model for the assessment of sustainable forest bioenergy*. iForest - Biogeosciences and Forestry, 6 (4): 285-293.
- Sacchelli S., 2018 - *A decision support system for trade-off analysis and dynamic evaluation of forest ecosystem services*. IForest, 11 (1): 171-180. <https://doi.org/10.3832/ifor2416-010>
- Segura M., Ray D., Maroto C., 2014 - *Decision support systems for forest management: A comparative analysis and assessment*. Computers and Electronics in Agriculture, 101: 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.12.005>
- Sommerfeld A., Rammer W., Heurich M., Hilmers T., Müller J., Seidl R., 2021 - *Do bark beetle outbreaks amplify or dampen future bark beetle disturbances in Central Europe?* J Ecol. Feb., 109 (2): 737-749. doi: 10.1111/1365-2745.13502.
- Tiebel M., Mölder A., Plieninger T., 2022 - *Conservation perspectives of small-scale private forest owners in Europe: A systematic review*. Ambio, 51: 836-848. <https://doi.org/10.1007/s13280>
- Vangi E., D'Amico G., Francini S., Borghi C., Giannetti F., Corona P., Marchetti M. *et al.*, 2023 - *Large-scale high-resolution yearly modeling of forest growing stock volume and above-ground carbon pool*. Environmental Modelling & Software, 159: 105580, ISSN 1364-8152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2022.105580>
- Vangi E., D'Amico G., Francini S., Giannetti F., Lasserre B., Marchetti M., McRoberts R.E., Chirici G., 2021 - *The effect of forest mask quality in the wall-to-wall estimation of growing stock volume*. Remote Sensing, 13 (5): 1-20. <https://doi.org/10.3390/rs13051038>
- Van Meensel J., Lauwers L., Kempen I., Dessein J., Van Huylenbroeck G., 2012 - *Effect of a participatory approach on the successful development of agricultural decision support systems: The case of Pigs2win*. Decis. Support Syst., 54: 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.002>
- Winkel G., Lovrić M., Muys B., Katila P., Lundhede T., Pecurul M., Pettenella D. *et al.*, 2022 - *Governing Europe's forests for multiple ecosystem services: Opportunities, challenges, and policy options*. Forest Policy and Economics, 145: 102849, ISSN 1389-9341, <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102849>



Osservazioni e considerazioni sulla “resistenza” di alcune piante di abete rosso (*Picea abies* Karst.) in popolamenti forestali colpiti da attacchi di bostrico successivamente alla tempesta Vaia nelle Alpi Orientali, Trentino - Val di Fiemme

Gianpiero Andreatta ^(a)

^(a) Generale di Brigata. Comandante Scuola Forestale Carabinieri, Cittaducale (RI); gianpiero.andreatta@carabinieri.it

*La natura è piena d'infinte ragioni,
che non furon mai in isperienza.*

LEONARDO DA VINCI

La tempesta Vaia, verificatasi nella notte tra il 28 e il 29 ottobre 2018, ha rappresentato un momento drammatico per la vita di molti soprassuoli delle Alpi Orientali del nostro Paese.

In quelle tragiche ore, le raffiche di vento hanno atterrato una innumerevole quantità di alberi - il dato stimato risulta essere di oltre 42 milioni di piante schiantate della furia degli elementi per una massa legnosa superiore ai 16 milioni di metri cubi - che risultano essere pari ad alcune decine di migliaia di ettari (oltre 38.000) di superficie forestale pressoché totalmente denudata (Bruschini, 2019; Chirici *et al.*, 2019; Battisti, 2023).

A circa cinque anni di distanza dal verificarsi di quell'evento catastrofico, che rimarrà nella memoria di molti - addetti al settore forestale e non - si possono tracciare dei lineamenti sul percorso evolutivo dei popolamenti forestali dopo l'esecuzione degli interventi di asportazione dal bosco del materiale legnoso schiantato, si possono definire i vantaggi e gli

svantaggi legati a particolari dinamiche ecologiche determinatesi a seguito della effettuata o meno esecuzione degli interventi sopra accennati, si possono trovare degli stimolanti spunti di riferimento sulle condizioni ecologiche e sull'evoluzione dei soprassuoli interessati dagli eventi di che trattasi (Andreatta, 2019; 2021).

Un evento sul quale si ritiene quanto mai opportuno effettuare una riflessione è rappresentato dai massicci attacchi di bostrico tipo-grafo che hanno colpito in maniera intensa molti soprassuoli boschivi che erano sopravvissuti indenni al passaggio della tempesta Vaia.

In queste poche righe non si vuole entrare nel merito delle cause dell'insorgenza dell'infezione, del suo sviluppo ed evoluzione nonché delle possibili relazioni che intercorrono con i cambiamenti climatici di cui già si è trattato in letteratura (Battisti, 2023).

Un aspetto del tutto particolare su cui si vuole proporre una qualche riflessione è quello



Una situazione del tutto particolare che si può riscontrare in alcuni contesti: albero adulto di abete rosso in stato di piena salute, unico esemplare sopravvissuto all'attacco di bostrico tipografo di tutto il gruppo di piante che in precedenza si era salvata dagli schianti provocati dalla tempesta Vaia (foto dell'Autore).

collegato alla "resistenza" di alcune piante di abete rosso (*Picea abies* Karst.) all'interno di popolamenti forestali colpiti dalle diffuse aggressioni del suddetto coleottero scoltide nelle Alpi Orientali, Trentino - Val di Fiemme.

Osservando nel corso degli anni l'andamento dell'attacco da bostrico tipografo, si sono potute notare all'interno dei soprassuoli forestali delle dinamiche di particolare interesse, parte delle quali erano del tutto prevedibili mentre altre completamente inattese.

Da un lato erano facilmente pronosticabili sia la progressione sia l'evoluzione dell'infestazione operata da parte del coleottero responsabile della moria. Queste sono state collegate *in primis* alla disponibilità di un ingentissimo

quantitativo di materiale legnoso atterrato e/o anche in piedi dapprima deperiente e successivamente morto; in seconda istanza sono state condizionate favorevolmente da particolari andamenti stagionali (inverni relativamente miti e con scarse precipitazioni nevose; primavere con piogge non uniformemente distribuite, bensì concentrate in pochi soli momenti di forte intensità; estati con temperature decisamente al di sopra della media stagionale caratterizzate da spiccata siccità) i quali hanno notevolmente agevolato e favorito le condizioni di sviluppo del bostrico tipografo con l'avvento più generazioni - rispetto al normale andamento - nel corso della stagione vegetativa. Il notevole incremento numerico degli individui in grado di attuare l'aggressione ha conseguentemente comportato una notevole diffusione e un considerevole ampliamento delle aree boschive intaccate.

Dall'altro lato era meno prevedibile - anzi si può affermare essere stato totalmente inaspettato o quasi - il fatto che l'insetto potesse attaccare e portare in tal modo a morte non esclusivamente piante di abete rosso, ma anche esemplari di larice (*Larix decidua* Mill.), di pino cembro (*Pinus cembra* L.) e di pino silvestre (*Pinus silvestris* L.), seppur in numero esiguo e nella pressoché totalità dei casi inseriti all'interno dei soprassuoli a netta prevalenza di peccio.

Anche questi ultimi episodi, che si sono resi visibili nelle fasi più acute dell'attacco, sono comunque ben motivabili, collegandoli innanzi tutto a una concomitanza sinergica di fattori quali le condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli all'aggressione, un conseguente elevato numero di insetti presenti su di una determinata superficie e una derivante ricerca/necessità di altrettanto consistente numero di "piante ospite", le quali in mancanza di esemplari di abete rosso - dopo che gli stessi sono stati tutti colpiti dall'attacco - sono state individuate anche tra gli alberi isolati e inseriti comunque

all'interno del complesso boscato appartenenti alle specie forestali sopra elencate.

Vi è però un altro particolare aspetto che può colpire lo sguardo e attirare l'attenzione di un attento osservatore.

Concentrando l'obiettivo su quanto avviene nelle porzioni di soprassuolo che sono state interessate dall'attacco, si può nella quasi totalità dei casi assistere alla classica sequenza di eventi (legati a peculiari processi fisiologici) che riguardano pressoché contemporaneamente - o con solo poco scarto temporale - gli individui del gruppo (più o meno esteso) di piante interessate dall'aggressione del bostrico tipografo: dapprima la chioma che diviene di un colore verde meno intenso (aspetto che si può cogliere nella primissima fase e solamente osservando l'albero da vicino), la successiva graduale caduta degli aghi ancora verdi (ma di un verde sempre meno carico), il progressivo arrossamento degli aghi che persistono sui rametti (i più giovani, di conseguenza nella parte più alta della chioma) e infine la caduta di questi ultimi che trasforma quella che fino a poche settimane prima era una pianta di abete rosso con chioma densa in piena salute in uno scheletro vegetale in piedi, completamente denudato della parte verde.

Quanto descritto interessa la singola pianta, ma nel caso degli estesi attacchi che in questi anni si sono potuti osservare in Val di Fiemme - Trentino, Alpi Orientali (così come avvenuto in molte altre aree limitrofe) ha riguardato molto spesso gruppi, anche numerosi di svariate decine o più, di piante.

Nel corso dei medesimi anni si è avuto modo però di poter notare un ulteriore aspetto, non molto frequente per la verità, ma nemmeno estremamente raro, ossia che in più di qualche circostanza è stato possibile osservare.

Questa particolare realtà, sulla quale si vuole proporre una riflessione in queste po-

che righe, è rappresentata dal fatto che in più contesti si può riscontrare la presenza di alberi perfettamente in salute posizionati o nel mezzo di un gruppo di piante di abete rosso tutte attaccate dal coleottero oppure a margine dello stesso, senza però avere continuità con il soprassuolo forestale in quanto in precedenza atterrato dalla tempesta Vaia.

Le piante di che trattasi - è quanto mai opportuno sottolinearlo anche se potrebbe apparire scontato, in considerazione della presenza quasi totale di soprassuoli coetanei di abete rosso in Val di Fiemme - sono alberi adulti e coevi di quelli accanto oramai trapassati e non giovani esemplari, che notoriamente non sono oggetto di aggressione da parte dello scolitide.

Colpisce l'occhio - e conseguentemente l'interesse - di un osservatore attento, la presenza di un abete rosso adulto in piena salute, con la chioma integra, del normale colore delle piante sane, quale unico elemento di vita in un nucleo più o meno esteso di piante pressoché coetanee che hanno attorno il nulla, vale a dire il terreno non più coperto dal preesistente bosco, bensì ora costituito o da un cimitero di alberi morti in piedi o da spazi con alberi atterrati e mai rimossi o resi liberi dalle utilizzazioni forestali eseguite per il recupero del materiale legnoso e ora interessati dai processi di successione e di rinnovazione naturale e/o artificiale, laddove si sia intervenuti con messa a dimora di piante da rimboschimento.

La considerazione e le riflessioni che qui si vogliono proporre fanno riferimento ai meccanismi connessi alla evoluzione e alla sopravvivenza delle specie (vegetali e animali) che sono essenzialmente basati sulla variabilità genetica.

Osservazione del fenomeno riscontrato e informazioni scientifiche possono portare a delle ipotesi stimolanti.

Per dare una motivazione a quanto è possibile notare nelle circostanze sopra descritte,

il ragionamento deduttivo che si può seguire - fondato su quanto esaminato in natura e sulle relative conoscenze scientifiche - è quello per cui l'albero non attaccato dallo scolitide non lo sia stato per pura casualità: non può essere motivato il fatto che il bostrico tipografo, che in più casi ha aggredito anche le specie non usuali - come in precedenza si è accennato - abbia risparmiato quel singolo albero per mancanza o insufficienza del numero di insetti "pronti e disponibili" per l'infestazione.

Quel singolo albero - che gode di ottima salute immerso in un "cimitero" di ex colleghi di foresta - si può ritenere che sia stato "risparmiato" scientemente e volutamente dall'attacco.

La ragione di questo "rifiuto" non può essere attribuita alla posizione sul terreno o all'interno del popolamento boschivo della pianta non d'interesse per il coleottero, tant'è che si possono osservare gli alberi rimasti sani posizionati nel mezzo o a lato del gruppo interessato alla infestazione così come più in basso o in alto rispetto al pendio.

La possibile motivazione che si vuol qui proporre - e ci si rifà per analogia concettuale a un caso che si può a ragione ben definire verosimilmente paragonabile e che riguarda la predisposizione delle persone a essere interessate dalle punture delle zanzare, le quali sembra siano attratte dalle sostanze volatili emesse attraverso la sudorazione dei singoli differenti individui - è quella che gli alberi non attaccati lo siano poiché hanno (o meno) elaborato e prodotto al loro interno attraverso specifici processi biochimici e di fisiologia vegetale delle particolari sostanze (contenute nei tessuti legnosi oppure liberate nell'aria) che hanno portato, nella realtà dei fatti, a far desistere il bostrico tipografo dall'attaccare quella pianta poiché ritenuta non appetibile.

Biochimica, fisiologia, variabilità genetica

Su questi elementi si sono volute proporre le riflessioni qui riportate.

I tre aspetti testé esposti costituiscono processi, tipici del mondo naturale vivente, che comportano e permettono la differenziazione tra individui e l'evoluzione delle specie.

Sarà di fondamentale importanza il fatto di seguire nei prossimi anni l'andamento dello stato fitosanitario degli alberi a oggi pienamente in salute inseriti nel contesto di cui in queste pagine si è trattato, auspicando che i medesimi vengano risparmiati sia dagli eventi atmosferici sfavorevoli cui sono esposti essendo rimasti pressoché del tutto isolati sia dagli interventi di abbattimento autorizzato.

Un ulteriore momento di possibile approfondimento della questione - ma qui si entra in ambiti complessi e non sempre perscrutabili a fondo per molteplici ragioni - potrebbe essere quello di effettuare uno studio approfondito interdisciplinare tra genetica e biochimica per rilevare la presenza (o assenza) di fattori/molecole/sostanze che rendono non appetibile (o appetibile) quel singolo albero per lo scolitide.

Al momento attuale e basandosi sulle osservazioni in bosco, è suggestivo - ma potrebbe non essere del tutto peregrino e improbabile - ipotizzare che gli individui "sopravvissuti" possano dare origine a una progenie maggiormente resistente al bostrico tipografo, costituendo questa una tappa di quel percorso evolutivo, complesso e nel contempo affascinante, del rapporto tra ospite e antagonista.

BIBLIOGRAFIA

- Andreatta G., 2019 - *Tempesta Vaia - Riflessioni sulla gestione passata dei popolamenti forestali e sulle "colpe" attribuite alla selvicoltura*. L'Italia Forestale Montana, 74 (1): 47-55.

- Andreatta G., 2021 - *Tempesta Vaia e attacchi da bostrico: riflessioni sul bosco coetaneo o disetaneo e sul taglio a raso*. L'Italia Forestale Montana, 76 (6): 337-345.
- Battisti A., 2023 - *Clima e abete rosso: una difficile convivenza*. L'Italia Forestale Montana, 78 (2): 69-76. <https://doi.org/10.36253/ifm-1104>
- Bruschini S., 2019 (a cura di) - *Crolli nel Nord Est - Punto sulla situazione e prime stime dal settore tecnico*. Sherwood - Foreste e Alberi oggi, 238: 6-9.
- Chirici G., Giannetti F., Travaglini D., Nocentini S., Francini S., D'Amico G., Calvo E. et al., 2019 - *Stima dei danni della tempesta "Vaia" alle foreste in Italia*. Forest@ 16: 3-9. <https://doi.org/10.3832/efor3070.016>



Il Consiglio di Stato e la tutela del bosco nella legislazione paesaggistica

Alberto Abrami

Professore ordinario fuori ruolo di Diritto forestale e dell'ambiente nell'Università di Firenze; abrami.alberto@alice.it

Con la sentenza 2 agosto 2023 n. 7475, di conferma della decisione del Tar Puglia-Lecce del 2 maggio 2017, n. 670, il Consiglio di Stato, nella sua IV sezione, è tornato ad occuparsi dei terreni boscati. L'occasione è stata offerta dal ricorso di un privato avverso alla decisione della Regione Puglia di inserire un appezzamento silvano, del quale il ricorrente è proprietario, nel piano paesaggistico regionale. Il massimo consesso di giustizia amministrativa nel respingere il ricorso svolge anche alcuni rilievi sul significato della tutela dei territori coperti dalla superficie arborea ai sensi del vigente codice del paesaggio n. 42 del 2004. Si tratta di tutela di genere, effettuata direttamente dal legislatore per categoria di beni - che riguarda anche altri sistemi ecologici e geografici - con la quale tutela si evidenzia un tipo di proprietà, quella forestale, appunto, connotata dalla funzione sociale che, però, va oltre l'interesse idrogeologico rappresentato dal decreto n. 3267 del 1923, come anche dell'interesse meramente estetico che caratterizza la legge n. 1497 del 1939.

Qui le foreste, o boschi, divengono meritevoli di salvaguardia in quanto espressione della nostra identità territoriale - così la sentenza del Consiglio di Stato - e per questa ragione il ter-

ritorio boscato non lo si può trattare allo stesso modo di qualsiasi altro terreno, ovvero dissolarlo secondo la logica del mercato per dargli una destinazione più conveniente, perché ci troviamo di fronte ad una proprietà che obbliga - come osserva la dottrina amministrativistica - impedendo al suo possessore comportamenti in contrasto con la sua funzione sociale (art. 42 Cost.) che è intrinseca al bene.

Significativa l'affermazione della sentenza, per cui il bosco non va ritenuto "una monocultura di alberi destinata alla produzione di legname", secondo una concezione che equipara il terreno boscato al terreno agricolo, cogliendone l'aspetto produttivistico a scapito dei fondamentali servizi di interesse collettivo; Il bosco infatti - sempre a parere del Consiglio di Stato che richiama la pregressa giurisprudenza amministrativa¹ - è una "realtà vivente", e cioè, un ecosistema complesso costituito non solo dagli alberi, ma anche dal cosiddetto, sottobosco, dalla micro-flora e fauna.

Il che non significa che la superficie silvana abbia un valore assoluto, ovvero che non possa essere trasformata, mediante autorizzazione dell'Autorità paesaggistica competente, in altra destinazione, ma occorrerà che ciò sia il risul-

¹ Ma vedi anche la Cassazione penale, Sez. III 12 febbraio 1993, in "Riv.Giur.Edil." 1993 I p. 1218.

tato della comparazione fra i diversi interessi confliggenti, dovendo considerare in questa comparazione, la recente costituzionalizzazione della tutela dell'ambiente, non diversamente dalla tutela della biodiversità, della quale il bosco, non di rado, è ricco. Nel caso, però, portato all'esame del Consiglio di Stato, il problema del rilascio, o meno, dell'autorizzazione al dissodamento del bosco, non ha ragione di porsi, poiché la richiesta del ricorrente è volta all'annullamento della decisione della Regione Puglia di inserire il bosco nel piano paesaggistico-territoriale regionale, impedendone così una diversa destinazione. Secondo il Consiglio di Stato la decisione regionale non risulta viziata da eccesso di potere e va ritenuta legittima.

Dalla considerazione del bosco come sistema ecologico complesso, discende l'altra questione relativa alla modalità della sua utilizzazione al fine di trarne il legname, perché il legislatore paesaggista non ha inteso trasformare la categoria dei nostri boschi in riserve naturali integrali. A questo riguardo la sentenza richiama il significato di taglio colturale in quanto "attività di gestione e manutenzione" della superficie silvana, che non richiede l'autorizzazione al taglio allorché il bosco è in grado di autorigenerarsi mediante l'emissione dei polloni - come si verifica nel bosco ceduo - anche se non in tempi rapidi e comunque in relazione alle diverse specie arboree.

È la tesi, questa, enunciata dal d.Lgs. n. 227 del 2001 (art.6 comma II), richiamato in sentenza, con il quale il legislatore intende orien-

tare l'attività regionale, ovvero l'esercizio della selvicoltura, escludendo che si possa configurare un taglio colturale quando si tratta della recisione a raso del bosco d'alto fusto - ma non già del singolo albero - perché in tal caso il bosco, almeno in generale, non si rigenera automaticamente per effetto della natura, come accade per il bosco ceduo, ma occorrerà reimpiantarne artificialmente.

Il decreto n. 227 del 2001 è stato abrogato e sostituito dal vigente Testo Unico forestale n. 34 del 2018. Esso contiene una disposizione sempre più condivisa dalla dottrina selvicolturale e, cioè, il divieto del taglio a raso per tutti i tipi di bosco: non solo, quindi, nel caso del bosco d'alto fusto, ma anche nel caso del bosco ceduo, perché tale tipo di taglio avrebbe l'effetto di stravolgere il terreno - con tutte le conseguenze negative che ne derivano - sul quale riposa l'impianto arboreo.

La disposizione del Testo Unico, che si rinviene alla lett. a) del comma V dell'art. 7, è però svuotata di contenuto nei successivi commi dove si afferma che le Regioni, le quali sono le destinatarie della norma, possono autorizzare gli interventi in deroga. Questo spiega perché, ad oltre cinque anni ormai dall'entrata in vigore del decreto n. 34 del 2018, le Regioni conservano nella propria legislazione le prescrizioni relative al taglio a raso del bosco ceduo consentendolo fino a 20 ettari, ma anche il taglio a raso del bosco d'alto fusto, fino a 2, ed anche 3 ettari, come prevede la normazione forestale della Regione Toscana.



IL PROFESSOR FLAVIO ZANETTE
VISITA L'ORTO BOTANICO DI FIRENZE



Da sinistra a destra: Paolo Caramalli, Flavio Zanette e Giulio Ferretti.

Ha avuto luogo lo scorso 31 maggio la visita del Prof. Flavio Zanette all'Orto botanico di Firenze "Giardino dei Semplici", dove ha trovato ad accoglierlo il Dott. Giulio Ferretti, curatore presso l'Orto.

Il Prof. Zanette è docente Senior di Orticoltura e Frutticoltura presso il Departamento de Fitotecnica e Fitossanidade (DFP) facente parte del Setor de Ciências Agrárias dell'Universidade Federal do Paraná, che ha sede principale a Curitiba, nella Repubblica Federativa del Brasile.

Ciononostante, il Professore viene ogni anno in Italia essendo sposato con una nostra connazionale conosciuta mentre frequentava un corso post-laurea presso l'allora Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze, oggi Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo (AICS). Docente di Morfogenesi, Morfologia e potatura delle piante perenni nonché di Propagazione Vegetativa delle piante, tra i suoi principali interessi scientifici occupano un posto di assoluto rilievo lo studio, la conservazione *in situ* e la diffusione *ex situ* dell'*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, 1898, specie sempre meno diffusa in Brasile.

Dopo aver affrontato più volte questi temi col Professore, approfittando dell'interesse e della disponibilità mostrate dall'Amministrazione, chi scrive questa nota ha portato il Prof. Zanette a visitare l'Orto botanico prestando un occhio particolare alla collezione di araucarie e con l'idea di poterla arricchire in futuro con esemplari di *A. angustifolia*, una delle specie mancanti. Al momento infatti gli unici esemplari del genere *Araucaria* presenti all'interno dell'Orto botanico di Firenze sono *A. bidwillii* Hook., originaria dell'Australia e *A. columnaris* (G.Forst.) Hook., endemica della Nuova Caledonia. Due esemplari di *A. cunninghamii* Mudie e *A. araucana* (Molina) K.Koch, un tempo presenti nella collezione dell'orto, sono invece morti da diversi anni.

In concreto, l'intenzione è provare a riprodurre *A. angustifolia* partendo da germoplasma raccolto nell'area di indigenato così da consentire all'Orto botanico di arricchire la propria collezione di araucarie e al Prof. Zanette di sperimentare sul campo la capacità di adattamento di questa specie alle nostre latitudini.

Il progetto prevede di mettere alcune decine di semi messi a germinare in tarda primavera-estate impiegando singoli vasi con substrato misto di torba e sabbia di fiume in rapporto 3:2. L'auspicio è che entro 60 giorni dalla semina le plantule facciano la loro comparsa in quantità e condizioni di crescita adeguate. Intorno alla fine di settembre, non appena le condizioni climatiche lo renderanno possibile, alcuni di questi individui di *A. angustifolia* verranno posti a dimora nell'area dell'Orto in cui sono concentrate le conifere. A quel punto ci sarà solo da lasciarle crescere per qualche anno, fintanto che non sarà possibile farle innestare dal Prof. Zanette in modo da avere con certezza un individuo maschile e uno femminile. La specie infatti è dioica e la formazione dei semi è possibile quindi solo in compresenza dei due sessi.

Trattandosi di una specie arborea, qualora da questa volontà dovesse veramente scaturire un progetto scientifico, anche l'Accademia Italiana di Scienze Forestali sarà chiamata a dare il proprio qualificato contributo.

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

ANNO LXXVIII - LUGLIO/AGOSTO 2023 - N. 4

EDITORIAL / EDITORIALE

Orazio Ciancio

Indirizzi di selvicoltura sistemica e applicabilità in ambito mediterraneo 139

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE / CONTRIBUTO ORIGINALE DI RICERCA

F. Giannetti, D. Travaglini, W. Mattioli, P. Corona, E. Lombardo, Y. Giambastiani, I. Zorzi,

G. D'Amico, E. Vangi, M. Chiesi, F. Maselli, R. Bertani, S. Scopetani, S. Carrara, G. Chirici

GO-SURF: sistema di supporto alle decisioni per un approccio partecipativo alla gestione forestale 145

GO-SURF: decision support system for a participatory approach to forest management

COMMENTARIES / OPINIONI E COMMENTI

Gianpiero Andreatta

Osservazioni e considerazioni sulla “resistenza” di alcune piante di abete rosso (*Picea abies* Karst.)
in popolamenti forestali colpiti da attacchi di bostrico successivamente alla tempesta Vaia
nelle Alpi Orientali, Trentino - Val di Fiemme 161

Alberto Abrami

Il Consiglio di Stato e la tutela del bosco nella legislazione paesaggistica 167

NEWS AND BOOK REVIEWS / NOTIZIARIO E RECENSIONI 169

ISSN 0021-2776

