

Governare gli incendi in Italia: superare l'emergenza, pianificare la prevenzione

Donato Salvatore La Mela Veca ⁽¹⁾,
Erika Piroli ⁽²⁾,
Valentina Bacciu ⁽³⁾,
Giuseppe Barbera ⁽¹⁾,
Antonio Brunori ⁽⁴⁾,
Gianluca Calvani ⁽⁵⁾,
Giuseppe Mariano Delogu ⁽⁶⁾,
Mario Elia ⁽¹⁰⁾,
Tommaso La Mantia ⁽¹⁾,
Andrea Laschi ⁽¹⁾,
Raffaella Lovreglio ⁽⁶⁾,
Mauro Masiero ⁽⁷⁾,
Michele Salis ⁽³⁾,
Luca Tonarelli ⁽⁸⁾,
Renzo Motta ⁽⁹⁾,
Davide Ascoli ⁽⁹⁾

Managing wildfires in Italy: overcoming the emergency, planning the prevention

Wildfires represent a critical environmental and social challenge, with long-term implications for human health, ecosystems, and infrastructure. This complex issue is exacerbated by various factors, including socioeconomic changes, unsustainable practices in agro-forestry land management, and the intensification of extreme weather events. The complexity of fire management in Italy necessitates effective governance mechanisms and planning tools at both regional and national levels. This study looks at successful prevention strategies, such as prescribed burning and proactive land management, while also addressing existing governance challenges, such as coordination among relevant institutions and the need for stronger regulatory frameworks. In addition to providing insights into the current state of fire governance and proposing practical solutions, we suggest that more resilient and sustainable fire management practices, already successfully implemented in some regions, should be adopted nationwide in Italy.

Keywords: Wildfires, Governance, Prevention Strategies, Sustainable Fire Management

Introduzione

Il fuoco rappresenta un fattore di disturbo naturale in molti ecosistemi italiani (Esposito et al. 1999, Elia et al. 2012, Maringer et al. 2016a, Moris et al. 2017). Al tempo stesso, gli incendi sono uno dei principali pericoli naturali con importanti impatti sulla società italiana (De Ferrari et

al. 2020, Nolè et al. 2022, Spadoni et al. 2023). Oltre ad essere un problema di protezione civile e causare il rilascio di elevati quantitativi di gas a effetto serra e particolato (Scarpa et al. 2023), con importanti ricadute sulla salute umana, gli incendi possono avere rilevanti effetti sui servizi ecosistemici forniti dalle foreste ed altri tipi di ambienti, particolarmente nei territori montani, come per esempio la riduzione della protezione diretta delle foreste dalla caduta massi (Marzano et al. 2013, Maringer et al. 2016b). Negli ultimi decenni, le complesse interazioni tra cambiamenti socioeconomici nei territori rurali (Salis et al. 2022), l'elevata concentrazione di accensioni di origine antropica nelle stagioni predisponenti, in parte dovute all'uso del fuoco non regolamentato in ambito agro-silvo-pastorale (Ascoli & Bovio 2010, Lovreglio et al. 2010), e l'aumento nella frequenza di siccità e ondate di calore (Elia et al. 2024), hanno determinato una forte concentrazione della superficie percorsa dal fuoco in anni a meteorologia estrema (Fig. 1).

Le transizioni d'uso del suolo da agricoltura e pascolo verso foreste e altre terre boscate hanno aumentato la probabilità di incendi di grandi dimensioni (Mantero et al. 2020, Ascoli et al. 2021) soprattutto in presenza di anomalie meteorologiche (vedi Box 1 sugli incendi in Sicilia dell'estate 2023). Quando si verificano grandi incendi simultanei in diverse regioni (Elia et al. 2024), la magnitudo del processo supera la capacità di estinzione dei sistemi di lotta attiva regionali e nazionali, con impatti più che proporzionali sulla popolazione e la funzionalità degli ecosistemi (Marzano et al. 2013, De Ferrari et al. 2020, Spadoni et al. 2023). Inoltre, le politiche di potenziamento della risposta emergenziale sia a livello regionale che nazionale (Kirschner et al. 2024) generano la cosiddetta "trappola dell'estinzione" (Thompson et al. 2018, Xanthopoulos et al. 2020): il controllo efficace degli incendi in anni a meteorologia mite contribuisce alla superficie bruciata in anni a meteorologia estrema, in quanto viene meno il ruolo del

□ (1) Università degli studi di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie Alimentari e Forestali, viale delle Scienze, Edificio 4, Palermo (Italy); (2) Imperial College London, Centre for Environmental Policy, 16-18 Prince's Gardens, SW7 2QJ, London (UK); (3) Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Traversa La Crucca 3, 07100, Sassari (Italy); (4) PEFC Italia, Via Pietro Cestellini 17, 06135 Perugia (Italy); (5) Regione Toscana, Settore Foreste, Organizzazione Regionale Antincendi Boschivi, Via di Novoli 26, Firenze (Italy); (6) Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agraria, sede di Nuoro, Via Cristoforo Colombo 41, Nuoro (Italy); (7) Università degli Studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Viale dell'Università, 16, 35020 Legnaro, PD (Italy); (8) Dream Italia, Via E. Bindi 14, 51100 Pistoia (Italy); (9) Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco, TO (Italy); (10) Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, via Amendola 165/a, 70126, Bari (Italy)

@ Erika Piroli (e.piroli20@imperial.ac.uk)

Ricevuto: Mar 18, 2024 - Accettato: Apr 23, 2024

Citazione: La Mela Veca DS, Piroli E, Bacciu V, Barbera G, Brunori A, Calvani G, Delogu GM, Elia M, La Mantia T, Laschi A, Lovreglio R, Masiero M, Salis M, Tonarelli L, Motta R, Ascoli D (2024). Governare gli incendi in Italia: superare l'emergenza, pianificare la prevenzione. *Forest@* 21: 37-47. - doi: 10.3832/efor4606-021 [online 2024-05-08]

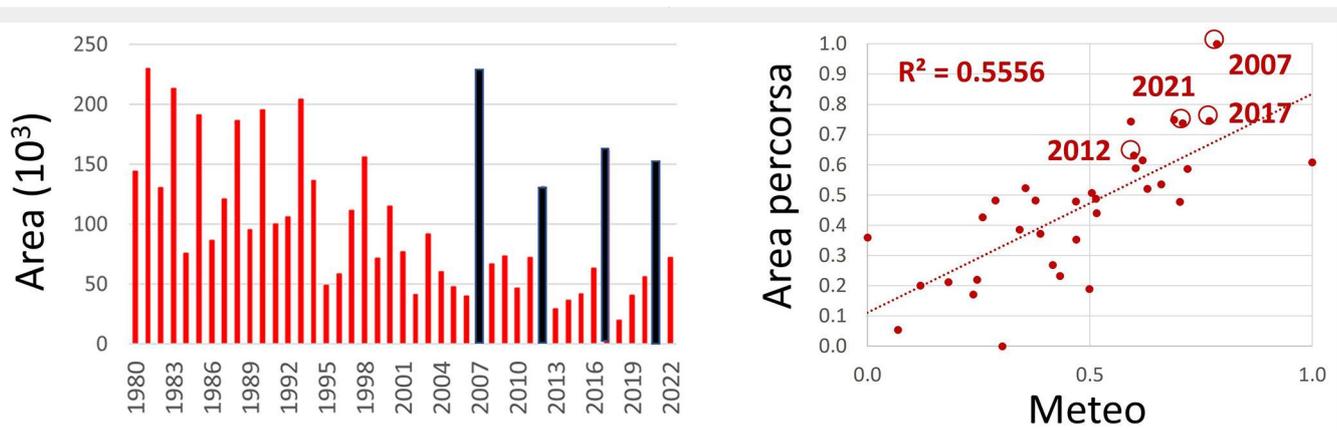


Fig. 1 - Superficie percorsa (in ettari $\times 10^3$) in Italia dal 1980 al 2022. (Quadro a sx): in nero vengono evidenziati gli anni a meteorologia estrema dell'ultimo trentennio; (quadro a dx): relazione fra la superficie bruciata e il meteo predisponente degli incendi. Gli anni a meteorologia estrema vengono evidenziati con il cerchio rosso. I valori sugli assi del grafico di destra sono standardizzati. Per calcolare il meteo predisponente incendi è stato utilizzato l'indice *Fire Weather Index* medio della stagione incendi di ogni anno in Italia (15 giugno-15 settembre) pubblicato da Vitolo et al. (2020). Fonte: Arma dei Carabinieri, Comando unità forestali e ambientali.

fuoco come regolatore della biomassa a scala territoriale. Di contro, alcuni studi realizzati in Italia hanno evidenziato come nelle aree in cui la biomassa bruciabile viene gestita in modo proattivo con interventi strutturali (per esempio, con pascolo prescritto, piro-selvicoltura, fuoco prescritto, diradamenti selettivi, ecc.) si osserva una maggiore resistenza e resilienza agli incendi (Lovreglio et al. 2014, Corona et al. 2015, Salis et al. 2016, Espinosa-Prieto et al. 2019) ed una maggiore efficacia delle operazioni di spegnimento (Ascoli et al. 2021). Inoltre, nei territori dove si realizzano interventi di gestione conservativa degli habitat, o dove le attività agricole e pastorali non sono state abbandonate o sono ritornate negli ultimi decenni, si osserva una minore severità degli incendi ed una riduzione degli impatti negativi sull'erogazione di servizi ecosistemici forniti dalle aree forestali (Spadoni et al. 2023).

Stante il quadro descritto, il fenomeno degli incendi in Italia è un processo complesso che richiede azioni di governance integrate fra i diversi livelli territoriali (nazionale, regionale, parchi e comuni) e fra le diverse agenzie con competenze sulla materia (settori foreste e protezione civile regionali, ministeri, Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, Vigili del Fuoco, Carabinieri Forestali – Bovio et al. 2017, Cacciatore et al. 2020, Bacciu et al. 2022, Kirschner et al. 2024). Per affrontare questa complessità, nuove linee di indirizzo per la governance incendi sono confluite nella Strategia Forestale Nazionale (Ascoli et al. 2022), nei decreti interministeriali di attuazione del Testo Unico Forestale (es., D. Inter. N. 563765 - Criteri minimi dei PFIT), e nell'aggiornamento della normativa sugli incendi boschivi (es., L. 155/2021) che evidenziano il ruolo strategico della prevenzione incendi a scala territoriale. I fondi resi disponibili dalla Strategia Forestale Nazionale, dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza o dal programma per lo sviluppo rurale (Musio et al. 2022, Colonico et al. 2022, Ascoli et al. 2023) hanno inoltre consentito di pianificare e realizzare interventi strutturali per la prevenzione incendi in diversi territori.

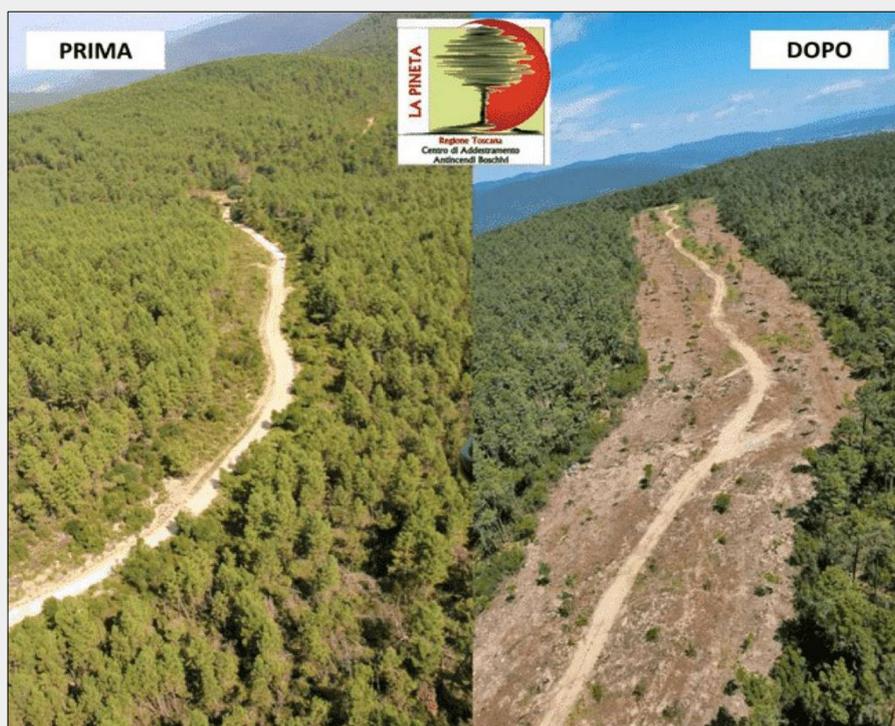
Il presente lavoro ha l'obiettivo di: (i) descrivere alcune buone pratiche di pianificazione e attuazione della prevenzione che si sono diffuse in Italia negli ultimi anni; (ii) evidenziare alcune criticità ancora presenti nei sistemi di governo a livello regionale e nazionale che limitano le azioni di prevenzione; (iii) portare alcune proposte per migliorare la governance del fenomeno in un territorio e clima che cambiano.

Buone pratiche di pianificazione e attuazione della prevenzione

La pianificazione antincendi boschivi (AIB) in Italia viene realizzata a diverse scale (Cacciatore et al. 2020). Le Regioni e le Province autonome, competenti per il governo incendi all'interno dei propri confini amministrativi, predispongono il Piano di Previsione Prevenzione e Lotta Attiva agli incendi boschivi (art. 3, L. 353/2000). Questo strumento, revisionato annualmente, ha l'obiettivo di definire l'organizzazione del sistema di governo incendi all'interno della Regione e gli obiettivi strategici di mitigazione degli impatti sulla popolazione ed i servizi ecosistemici. Uno strumento fondamentale del Piano AIB regionale è l'analisi del rischio, ovvero l'individuazione delle porzioni di territorio dove è più probabile che un incendio intenso (pericolosità) abbia un impatto su obiettivi da proteggere (vulnerabilità), come l'interfaccia urbano-foresta, le località turistiche, la rete ecologica regionale, o le foreste di protezione diretta dalla caduta massi e valanghe (Vigna et al. 2024). Il rischio viene rappresentato a scala di area forestale o comunale, per stabilire l'eleggibilità dei territori ai fondi del Piano Strategico della Politica Agricola Comunitaria (PAC). Alla scala sotto-regionale, l'art. 8 della L. 353/2000 introduce i Piani AIB dei parchi nazionali, che vengono predisposti dal Ministero dell'Ambiente e costituiscono degli allegati del Piano AIB regionale. Tuttavia, sia il Piano AIB regionale che il piano di un parco nazionale non dettagliano la distribuzione nello spazio e nel tempo degli interventi strutturali per la prevenzione degli incendi boschivi. Per sopperire a tale mancanza di pianificazione territoriale e per favorire la pianificazione strategica delle infrastrutture a supporto della lotta attiva, come la rete di viali tagliafuoco verdi, le piazzole elicottero e le vasche per il rifornimento idrico, o gli interventi di piro-selvicoltura per aumentare l'auto-resistenza dei popolamenti (Lovreglio et al. 2014, Salis et al. 2018, Musio et al. 2022), alcune regioni si stanno dotando di piani a scala territoriale.

Un primo esperimento in tal senso è stato fatto in Sardegna nell'ambito della redazione del Piano Forestale Territoriale Distretto (PFTD) Arci Gringhine (Lovreglio 2016). Nell'azione "Difesa preventiva dagli incendi" del PFTD sono stati inseriti alcuni approfondimenti innovativi: (i) analisi della potenzialità del pericolo incendi in base alla infiammabilità dei tipi di vegetazione; (ii) realizzazione della mappa dei tipi di combustibili attribuiti alle classi della carta forestale e caratterizzati mediante rilievi nelle aree per-

Fig. 2 - Lavori di adeguamento di viali tagliafuoco nella Foresta regionale della Merse (SI). I lavori rientrano nel programma di prevenzione del Piano Specifico di Prevenzione della Merse.



corse dal fuoco; (iii) elaborazione delle carte del pericolo e del rischio sulla base di variabili ambientali e antropiche; (iv) pianificazione di interventi di selvicoltura di prevenzione per la mitigazione del rischio indicate per specifici casi critici individuati sul territorio (Lovreglio 2016).

In Toscana, a partire dal 2018 sono stati introdotti i Piani Specifici di Prevenzione AIB (art. 74bis L.R. 39/2000 – Cacciatore et al. 2020). Ad oggi, sono stati realizzati venti Piani Specifici in aree caratterizzate da un potenziale di grande incendio boschivo e da un'elevata esposizione di infrastrutture e persone. L'obiettivo di questi piani è quello di trovare Punti Strategici (Fig. 2) in cui realizzare una gestione forestale con il fine di ridurre il rischio. Tali interventi ottimizzano il rapporto tra superficie trattata, costi ed efficacia, attraverso l'analisi di diversi fattori (meteo locale e venti dominanti, comportamento degli incendi storici, analisi indici di pericolo meteorologico, tipi di combustibile). Gli interventi di prevenzione dei Piani Specifici sono scelti ed eseguiti tenendo conto di tre obiettivi prioritari:

- Operativo: l'obiettivo è tenere gli incendi dentro la capacità di estinzione dell'Organizzazione regionale diminuendo accumulo e continuità del combustibile vegetale migliorando la rete infrastrutturale di opere AIB.
- Protezione: lo scopo è quello di diminuire il rischio intervenendo nelle aree di confine tra zone abitate e bosco realizzando fasce di protezione e spazi difensivi.
- Presidio: l'obiettivo è consolidare la presenza di attività economiche sostenibili nelle zone marginali per riportare/mantenere attività tradizionali che nel tempo hanno garantito un paesaggio a mosaico, fondamentale per diminuire il pericolo dei grandi incendi.

Il raggiungimento di questi obiettivi passa attraverso la pianificazione e realizzazione di interventi di selvicoltura preventiva, fuoco prescritto e pascolo, lungo le infrastrutture preventive a supporto della lotta attiva (Fig. 2) e a protezione delle aree di interfaccia urbano-rurale (Fig. 3) per arrivare a costruire nel tempo un territorio più preparato al passaggio degli incendi. Regione Toscana attraverso la propria banca dati ha iniziato a registrare gli interventi suddivisi per tipologia con l'obiettivo di creare una rete infrastrutturale di opere di prevenzione ed un piano

per la loro manutenzione nel tempo (Tab. 1).

In altre regioni, la pianificazione della prevenzione a scala territoriale ha trovato una collocazione preferenziale nell'ambito dei Piani Forestali di Indirizzo Territoriale (PFIT, art. 6 c3, D.lgs. 34/2018 – Ascoli et al. 2022). In particolare, il Decreto Interministeriale N. 563765 del 28 ottobre 2021 (criteri minimi dei PFIT), all'art.3, c.5b stabilisce che i PFIT recepiscono, integrano in modo coordinato e attuano in termini tecnico-forestali indirizzi, prescrizioni, vincoli, indicazioni programmatiche e di pianificazione territoriale dei Piani AIB regionali e dei Piani AIB dei Parchi Nazionali (art. 8, L. 353/2000). Inoltre, il Decreto Interministeriale N. 563765, all'art.3, c.8, stabilisce che per ogni area omogenea il PFIT individua gli indirizzi gestionali, le priorità e le forme di governo e di trattamento più idonee alla tutela e valorizzazione dei boschi, in particolare per la funzione di protezione diretta e gli interventi finalizzati alla prevenzione degli incendi (c.8c). Con l'obiettivo di includere nei PFIT una sezione dedicata alla pianificazione

Tab. 1 - Interventi dei Piani Specifici di Prevenzione (PSP) per tipologia (Piano AIB 2023-2025, Regione Toscana).

Interventi	Numero	Sup. tot. (ha)
Selvicoltura preventiva	189	1473
Punti Strategici di Gestione	122	806
Fascia Protezione Interfaccia U/F	155	677
Viale Parafuoco - adeguamento/realizz.	38	257
Fascia Protezione Viabilità	312	800
Viabilità forestale - adeg./ripristino	226	156
Gestione aree aperte	104	372
Gestione nodi idrici	93	180
Gestione nodi crinale	14	32
Viabilità forestale - nuova realizzazione	2	8
Invasi AIB - riprist./nuova realizzazione	30	-
Totale	1285	4761

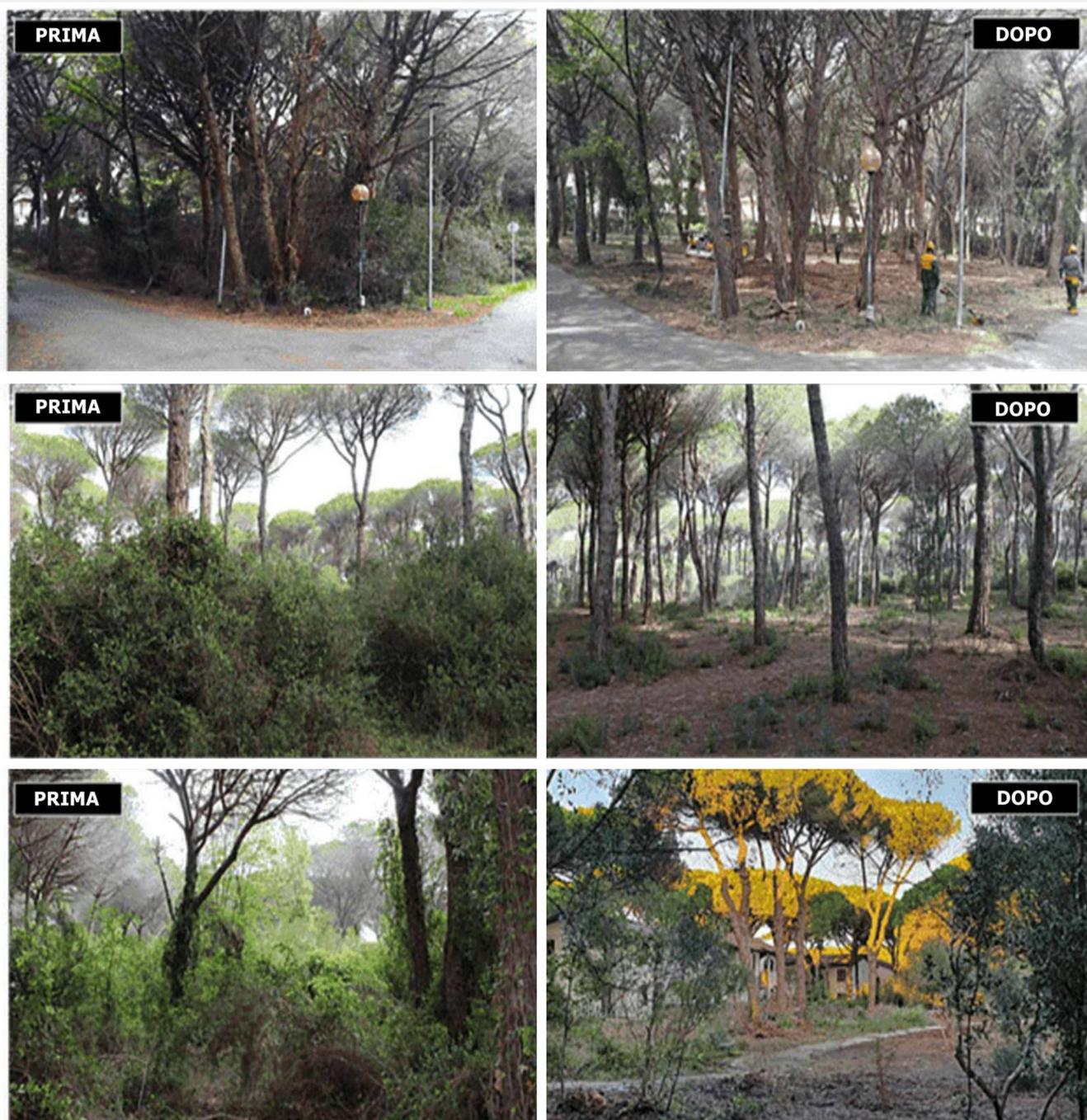


Fig. 3 - Interventi di realizzazione di fasce di protezione urbano-foresta in Toscana. Foto delle Pinete Litoranee di Grosseto e Castiglione della Pescaia (2018). Le fasce di protezione urbano-foresta sono previste nel Piano Specifico AIB.

della prevenzione incendi, alcune Regioni, come la Lombardia e il Piemonte hanno definito delle linee guida per la pianificazione della prevenzione a scala territoriale. Queste linee guida prevedono di: (i) dettagliare la pericolosità, la vulnerabilità ed il rischio incendi per una determinata area forestale (coincidente con il territorio di riferimento di un PFIT) a partire dagli strati informativi del Piano AIB regionale; (ii) analizzare i grandi incendi storici e quelli potenziali per comprendere il potenziale di propagazione e le opportunità di spegnimento; (iii) individuare i comprensori di prevenzione in cui inventariare e pianificare gli interventi preventivi a supporto della lotta attiva a protezione dell'interfaccia urbano foresta, e per aumentare l'auto-resistenza di popolamenti con importanti funzioni prevalenti (es. protezione diretta dalla caduta di massi e

valanghe).

Gli interventi di prevenzione definiti dai piani territoriali vengono dettagliati da progetti esecutivi che negli ultimi anni sono stati finanziati con risorse di diversa origine, dai fondi per lo sviluppo rurale a quelli per la conservazione degli habitat (Ascoli et al. 2023). Nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 sono stati effettuati importanti investimenti per realizzare interventi preventivi strutturali (Colonico et al. 2022), come viali tagliafuoco verdi, interventi di piro-selvicoltura (Musio et al. 2022) o di fuoco prescritto (Tonarelli et al. 2020). In particolare, con le modifiche alla L. 353/2000 introdotte dalla L. 155/2021, la tecnica del fuoco prescritto è stata introdotta a livello nazionale risolvendo un vuoto normativo storico (Bovio & Ascoli 2012). Questa tecnica, testata in diverse regioni ita-

liane (Ascoli et al. 2013, Battipaglia et al. 2016, Catalanotti et al. 2018, Giuditta et al. 2020, Carrà et al. 2021), ha visto il suo sviluppo soprattutto in Sardegna e Toscana (Ascoli et al. 2012). In Sardegna, uno dei programmi di fuoco prescritto più duraturi ha mostrato il potenziale di questa tecnica nel mitigare gli impatti degli incendi quando viene pianificata nel medio termine in collaborazione con i portatori di interesse locali su superfici che consentono un effetto a scala territoriale (Cabiddu et al. 2023). In particolare, nel 2011 il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA) ha avviato il progetto “gestione degli incendi in Planargia” (subregione storica localizzata nel centro ovest della Sardegna) che prevede l’applicazione sperimentale di fuoco prescritto in un’area agro-pastorale prevalentemente caratterizzata da combustibili erbacei. In Planargia, di solito venivano eseguiti fuochi pastorali nel mese di settembre, poco prima dell’arrivo delle prime piogge autunnali: occasionalmente, questi fuochi hanno dato origine a grandi incendi forestali (Cabiddu et al. 2023). Il programma di fuoco prescritto ha visto fin da subito l’instaurarsi di una forte e proficua collaborazione fra CFVA, amministrazione del Comune di Suni (in provincia di Oristano) e attori locali del comparto primario. Gli obiettivi specifici del progetto sono pertanto frutto del confronto fra i portatori di interesse, istituzionali e non, e rispondono alle necessità manifestate dal territorio e dagli operatori preposti alla gestione e lotta agli incendi: (i) diminuzione del carico e della continuità del combustibile, (ii) addestramento all’uso tecnico del fuoco, (iii) prevenzione dei conflitti sociali in relazione all’uso del fuoco, e (iv) riduzione dei costi connessi con gli interventi di lotta attiva. L’implementazione del progetto ha prodotto risultati importanti (Fig. 4). Da una parte, il programma di fuoco prescritto ha ridotto in maniera significativa il numero di incendi, la superficie bruciata, ed i costi dei mezzi aerei; dall’altra ha coinvolto attivamente le comunità locali, offrendo formazione sulla tecnica del fuoco prescritto e promuovendo un approccio responsabile nella gestione del territorio, anche grazie all’inserimento dell’area fra i siti dimostrativi nell’ambito del progetto europeo FirEU-risk (H2020).

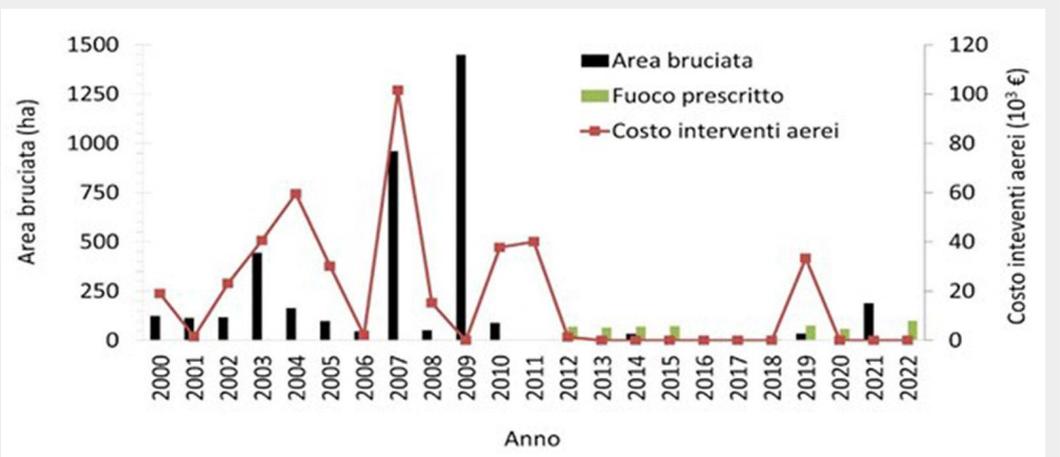
Governance degli incendi boschivi in Italia: analisi critica

In Italia, la *governance* degli incendi boschivi è improntata sulla Legge quadro L. 353/2000, che stabilisce i fondamentali delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva. Questa legge definisce cos’è un incendio boschivo, ripartisce le competenze fra agenzie regionali e statali, introduce gli strumenti di pianificazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi a livello regionale (art. 3) e nei parchi nazionali (art. 8). La legge at-

tribuisce alle Regioni amministrative la responsabilità della pianificazione, prevenzione e attuazione della lotta attiva, avvalendosi di risorse proprie, in coordinamento con il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, i Carabinieri Forestali (Comando unità forestali, ambientali e agroalimentari dell’Arma dei Carabinieri), i Vigili del Fuoco, i Corpi Forestali Regionali ancora esistenti nelle Regioni/Province a Statuto autonomo, oltre al coinvolgimento di personale delle Associazioni di volontariato locali. Nonostante la L. 353/2000 abbia consentito negli anni la crescita dei sistemi di *governance* regionali, oggi sussistono alcune criticità:

- la definizione di incendio boschivo fornita dalla L. 353/2000 ha generato interpretazioni differenziate nelle varie regioni, con conseguenti difficoltà ad avere dati standardizzati a livello nazionale.
- Dal 2021 i Carabinieri Forestali si occupano del rilievo dei perimetri nelle regioni a statuto ordinario per il catasto delle aree colpite da incendi boschivi, mentre nei territori a statuto autonomo tale compito spetta ai rispettivi Corpi Forestali Regionali. Ogni anno, è richiesto che tali perimetri siano forniti ai comuni per l’aggiornamento del Catasto Incendi. Nonostante la L. 155/2021 abbia apportato modifiche alla L. 353/2000, chiarendo questi aspetti relativi alle responsabilità del rilievo dei perimetri incendi nelle diverse tipologie di regioni, oggi ci troviamo di fronte a una discontinuità nel tempo (pre-post 2021) e alla mancanza di un sistema di archiviazione dei dati accessibile e uniforme tra le regioni a statuto ordinario e autonomo. Ad esempio, manca una banca dati che contenga informazioni come i punti di innesco e i perimetri incendi georeferenziati, con attributi comparabili tra le varie regioni, come indici di pericolo meteorologico e cause di innesco. L’assenza di queste informazioni limita la possibilità di condurre analisi approfondite del fenomeno e la definizione di politiche strategiche coerenti, coordinate ed efficaci.
- Le linee guida dei Piani AIB pubblicate nel 2001 hanno consentito il proliferare di molteplici approcci per l’analisi della pericolosità e della vulnerabilità a scala regionale generando criteri per la definizione del rischio incendi difficilmente confrontabili fra regioni.
- La molteplicità di agenzie a livello regionale e statale con competenze sugli incendi, come i diversi settori regionali, il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, Vigili del Fuoco e Carabinieri Forestali, Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, ha generato momenti di concorrenza ed è dunque necessario definire meglio i ruoli e le competenze di ciascun organismo, nonché migliorare la struttura complessiva della risposta sul campo, utilizzando metodologie in uso a livello internazionale (per esempio, *Incident Command System*).

Fig. 4 - Area annuale percorsa da incendio (barre in nero), superficie annuale trattata con fuoco prescritto (verde), e costo annuo degli interventi aerei (linea rossa) per lo spegnimento degli incendi nel Comune di Suni (OR) dal 2000 al 2022. Fonte: Cabiddu et al. (2023); dati cortesemente forniti dal Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Sardegna.



Box 1 - La stagione incendi 2023 in Sicilia.

Le stime provvisorie degli incendi in Sicilia per il 2023, secondo i dati EFFIS, indicano che nell'isola è concentrata il 70% della superficie totale percorsa in Italia (Fig. 5 - ISPRA 2023). La grave situazione evidenzia l'urgenza di affrontare efficacemente questa emergenza, con attività di prevenzione e lotta migliorate, per invertire la rotta e contrastare l'erosione continua e insostenibile di aree forestali di enorme valore ambientale e mitigare i danni derivanti dagli incendi. Analizzando i dati sulle superfici percorse dal fuoco della serie storica degli incendi occorsi in Sicilia dal 1980 al 2022 (Fig. 6) è evidente la recrudescenza del fenomeno negli ultimi 15 anni con picchi elevati in corrispondenza di anni con meteorologia estrema, ricorrenti ormai ad intervalli sempre più brevi. Il dato del 2023 riportato per la Sicilia da ISPRA, utilizzato in attesa del dato ufficiale del Corpo Forestale della Regione Sicilia, si allinea con il dato aberrante registrato nel 2021.

L'attuale situazione in Sicilia pone diversi interrogativi riguardo l'efficacia e l'adeguatezza delle politiche e dell'organizzazione nelle attività di prevenzione e lotta incendi, considerando anche l'aumento degli eventi e l'incremento delle superfici percorse, incluso il coinvolgimento di aree periurbane e urbane con danni diretti alla popolazione. Per permettere un intervento efficace sull'incendio in termini di tempestività e capacità di spegnimento, è necessario avere a monte una rete di interventi preventivi diffusa ed efficace, così come un'organizzazione di squadre e mezzi antincendio efficiente. Tutto questo non si realizza senza basi solide di conoscenza del territorio di pianificazione e gestione delle aree rurali e forestali e delle infrastrutture necessarie, che attualmente appaiono datate, frammentate e non gestite in maniera organica, con conseguente inefficacia delle risorse e delle energie spese nella gestione degli incendi. È quindi fondamentale che le politiche in Sicilia affrontino il problema su diversi fronti ma in maniera integrata.

Aspetti socio-economici degli incendi. Il caso studio di Monreale (PA)

Presso il Comune di Monreale, nel corso dell'anno 2023, è stata condotta un'attività di ricerca finalizzata all'analisi dell'interazione tra attività umane, paesaggio e incendi. Utilizzando un approccio olistico, basato su *workshop* e attività partecipative (West et al. 2008), il progetto ha riunito rappresentanti di diverse istituzioni/enti/associazioni, tra cui Vigili del fuoco, Corpo forestale, Protezione civile ed altre appartenenti al mondo ambientalista, alla società civile e al mondo accademico. Durante il *workshop*, i partecipanti hanno condiviso esperienze e individuato sfide nella gestione degli incendi. Le discussioni hanno rivelato diversi temi centrali riguardo agli incendi boschivi, con particolare attenzione al coordinamento delle attività di spegnimento, alla cultura della prevenzione e alle cause degli incendi. Gli aspetti emotivi, come rabbia e preoccupazione, hanno permeato le discussioni sul coordinamento delle attività di spegnimento, evidenziando sfide legate alla mancanza di personale, alla frammentazione delle priorità e alla crescente dipendenza dagli interventi aerei nelle fasi di spegnimento (Fig. 7). Cambiamenti nel coinvolgimento pubblico e la confusione mediatica sugli interessi del crimine organizzato sono stati discussi, sottolineando la necessità di affrontare la diffusa illegalità nelle aree rurali.

Il *workshop* di consultazione dei portatori di interessi ha quindi fornito importanti prospettive sulla gestione degli incendi boschivi e del territorio del comune di Monreale. I risultati del *workshop* hanno evidenziato la complessità delle sfide legate agli incendi e la diversità delle prospettive tra i diversi attori coinvolti. Alcuni dei principali punti di discussione emersi includono la necessità di risorse finanziarie aggiuntive per la prevenzione degli incendi, la promozione di pratiche di gestione forestale sostenibile e il miglioramento della comunicazione e della collaborazione tra diversi attori. Inoltre, sono state sottolineate come elementi chiave nella gestione degli incendi la sensibilizzazione e la partecipazione della comunità. Questi risultati forniscono una base per ulteriori ricerche e per lo sviluppo di strategie di gestione degli incendi basate su una comprensione più completa delle prospettive e delle priorità dei portatori di interessi.

La gestione degli incendi boschivi nella regione mediterranea è una sfida complessa che richiede un approccio globale che consideri non solo gli aspetti organizzativi, economici e tecnici, ma anche e soprattutto i fattori socio-economici in modo da predisporre e organizzare sistemi di prevenzione e lotta ben integrati nel contesto sociale del territorio, così da renderli realmente efficaci nel tempo. Il coinvolgimento dei portatori di interessi attraverso *workshop* partecipativi è un primo e utile contributo per identificare le prospettive e le priorità dei diversi attori coinvolti (Bilbao et al. 2019), e sviluppare strategie più efficaci per la prevenzione e la gestione degli incendi.

- Le Regioni, pur predisponendo i Piani di previsione, prevenzione e lotta attiva (ai sensi dell'art. 3, L. 353/2000) e organizzando la lotta attiva, affrontano difficoltà nella definizione degli interventi di prevenzione, spesso a causa di norme restrittive e visioni unidirezionali in senso conservazionistico, che dovrebbero considerare questo tipo di interventi come necessari e connessi alla gestione e tutela delle aree protette, come previsto dall'art. 6, c.3, della Direttiva Habitat e dall'Azione Specifica 2.2.c della Strategia Forestale Nazionale.
- Le risorse economiche stanziare, sebbene significative, mostrano una distribuzione non equilibrata tra organismi statali e regionali, e fra i diversi comparti (es., maggiori risorse per il comparto emergenziale) contribuendo alla mancanza di una visione d'insieme nel governo degli incendi.

Proposte per superare l'emergenza

Al fine di affrontare le attuali sfide legate agli incendi boschivi è auspicabile una revisione della normativa nazionale che disciplini chiaramente la struttura di *governance* a livello regionale e nazionale. Le regioni, nell'esercizio delle loro competenze in materia, dovrebbero istituire una struttura tecnica regionale di coordinamento flessibile per agevolare il dialogo tra le diverse agenzie regionali (settori foreste, protezione civile, Arpa, parchi, volontariato, professionisti) e nazionali con competenze a livello locale (coordinamenti regionali dei vigili e del CUFA, enti di ricerca), facilitando la condivisione di una strategia regionale di *governance* incendi da strutturare nel Piano AIB Regionale. Similmente, a livello nazionale è auspicabile che il Comitato Tecnico (istituito con la L. 155/2021) sviluppi pienamente il potenziale di coordinamento stato-regioni e arrivi a definire un "Piano Nazionale" incendi (Art. 1, c.3, L. 155/2021) che integri concretamente e in modo bilanciato e sinergico le strategie di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi.

Il presente lavoro ha portato alcuni esempi di integrazione fra la previsione, prevenzione e lotta che negli anni si sono sviluppati in diverse regioni italiane. I piani di prevenzione territoriale descritti (es. Piano Forestale Territoriale Distretto - PFTD - Arci Gringhine (Lovreglio 2016) in Sardegna, Piani Specifici in Toscana, Piani Locali di Prevenzione AIB in Lombardia, Piani di Prevenzione Territoriale in Piemonte) sono replicabili in tutte le regioni italiane, e l'integrazione di questi strumenti di pianificazione all'interno dei Piani Forestali di Indirizzo Territoriale sembra essere un modello funzionale che massimizza le sinergie fra la prevenzione in-

cendi e gli altri ambiti di pianificazione (pastorale, filiere del legno, conservazione habitat, ecc.), fornendo al tempo stesso elementi concreti per strutturare una strategia efficace di lotta attiva sul territorio. Tuttavia, per garantire nel tempo territori resistenti e resilienti agli incendi è fondamentale associare alla prevenzione strutturale la gestione attiva delle risorse agro-pastorali e delle aree forestali, favorendo la gestione forestale sostenibile e le filiere locali di trasformazione che contribuiscono alle strategie di prevenzione e lotta attiva a livello territoriale (Marchetti & Ascoli 2018). Possono per esempio essere previsti incentivi per iniziative economiche quali viticoltura o pascolo all'interno di "viali tagliafuoco produttivi" la cui gestione si autosostiene grazie ai prodotti legnosi, caseari, o agricoli generati dalle attività di manutenzione (Ascoli et al. 2023). Nei Piani AIB, è quindi fondamentale definire quali siano gli interventi di prevenzione strutturale e quali le tecniche per la loro manutenzione eleggibili ai fondi per la prevenzione incendi (es., pascolo prescritto, viticoltura). Altre possibilità per una gestione sostenibile delle infrastrutture preventive riguardano meccanismi di pagamento dei servizi ecosistemici dove viene riconosciuto il valore della gestione che i proprietari attuano a protezione della collettività (Marchetti & Ascoli 2018). Inoltre, per superare i limiti imposti dalla frammentazione fondiaria e riattivare la gestione anche da parte dei piccoli proprietari, è strategico stimolare forme di associazionismo forestale per la prevenzione degli incendi (es., associazione fondiaria) e tipologie di contratti dedicati, quali ad esempio i contratti di valle o di fiume, i contratti di filiera o d'impresa (Pettenella & Loreggian 2023). A queste azioni, si dovrebbero affiancare misure efficaci per consentire interventi attivi su terreni abbandonati e silenti (Art. 3 del Testo unico in materia di foreste e filiere forestali), laddove si configurino condizioni di pubblica incolumità.

Promuovere le filiere dei prodotti forestali e riconoscere gli impatti positivi della prevenzione sui servizi ecosistemi-

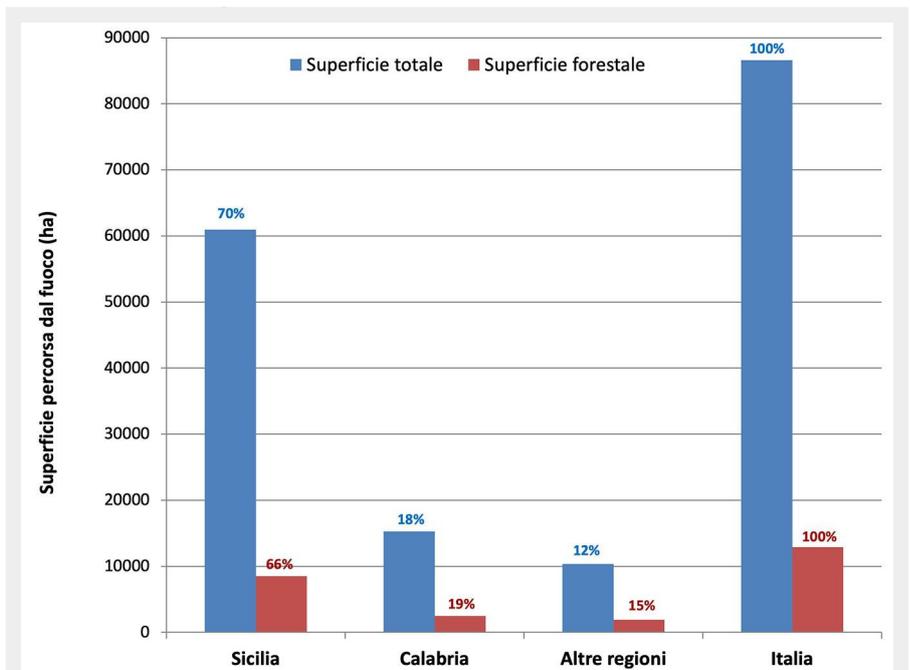


Fig. 5 - Superficie totale (in blu) e forestale (in arancione) percorsa dal fuoco nel 2023 in Italia. Fonte: ISPRA (2023).

ci incentiva la convergenza di interessi e facilita la collaborazione tra diversi attori (proprietari forestali, ditte boschive, imprese di trasformazione del legno, comunità locali, ecc.). Questo modello è coerente con le indicazioni di documenti strategici di indirizzo, tanto a scala europea (Strategia Forestale Europea per il 2030) che nazionale (Strategia Forestale Nazionale) ed è in grado di stimolare un uso efficiente delle risorse legnose con un approccio a cascata che massimizzi il valore dei diversi assortimenti, con benefici non solo per la riduzione del pericolo incendi ma anche per le comunità/economie locali. Lo sviluppo di prodotti ingegnerizzati e di nuovi prodotti a base di fibre legnose (ad esempio fibre tessili in legno, schiume di legno, bioplastiche), nell'ambito della transizione verso una bioeconomia (Verkerk et al. 2022), potrebbe rendere conveniente anche l'impiego di assortimenti di minori dimensioni o qualità scarsa, facilitando la sostenibilità economica degli interventi preventivi che spesso vanno ad agire

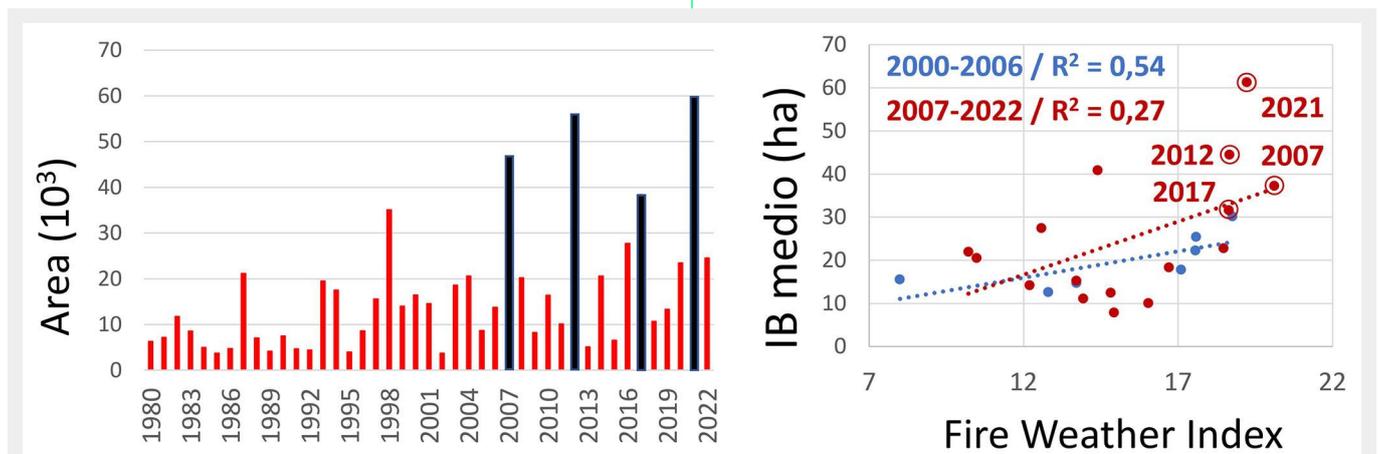


Fig. 6 - Superficie bruciata in 103 ettari in Sicilia dal 1980 al 2022. (Quadro a sx): in nero vengono evidenziati gli anni con meteorologia estrema; (quadro a dx): relazione fra la superficie bruciata dall'incendio di dimensione media (in ettari) e l'indice Fire Weather Index. Per calcolare il Fire Weather Index medio della stagione incendi di ogni anno in Sicilia (15 giugno-15 settembre) sono stati utilizzati i dati pubblicati da Vitolo et al. (2020). Fonte: Corpo Forestale della Regione Sicilia.



Fig. 7 - Nuvola delle parole legate a sentimenti più ricorrenti durante il workshop, identificati tramite un'analisi qualitativa delle conversazioni registrate su Nvivo.

su questa componente della vegetazione (Marchetti & Ascoli 2018, Musio et al. 2022).

Parallelamente la *governance* degli incendi in Italia necessita di una maggiore trasparenza, accessibilità e completezza dei dati relativi agli incendi boschivi. Nella Strategia Forestale Nazionale, Sotto-Azione 2.5 si affronta il tema delle "Statistiche e Catasto incendi". In risposta alla Strategia Forestale Nazionale, ed a seguito della L. 155/2021, i Carabinieri Forestali hanno creato il Geoportale Incendi Boschivi (<https://geoportale.incendiboschivi.it/portal/apps/sites/#/geoportale-incendi-boschivi>) in cui si possono consultare i dati tabellari delle superfici percorse nelle regioni a statuto ordinario a partire dal 2021, e visualizzare i relativi perimetri incendi su un WebGIS. Il Geoportale incendi è sicuramente un passo avanti che viene incontro a quanto definito nella Strategia Forestale Nazionale. Anche in questo ambito è possibile immaginare miglioramenti in conformità con i principi dell'*Open data*, senza restrizioni nell'accesso ai dati sugli incendi boschivi, rendendoli scaricabili dalla rete e disponibili in un formato modificabile. In Francia, ad esempio, il sistema Prométhée offre dati sugli incendi dei Dipartimenti dell'area mediterranea fin dal 1973, con un'interfaccia grafica intuitiva che permette di cercare eventi in base a un periodo specifico e a una determinata area amministrativa. Ogni incendio è descritto con coordinate di innesco, orario di inizio e fine delle operazioni, estensione, tipo di vegetazione coinvolta, condizioni meteorologiche e causa. Questi dati sono scaricabili, e il perimetro può essere visualizzato tramite un WebGIS dotato di cartografia tematica AIB. Sempre in Francia, Géoportail fornisce dettagli sulle norme, i permessi e le condizioni per la combustione di sterpaglie e vegetazione (<https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/debroussailement>). Analogamente, in Portogallo, l'Istituto di Conservazione della Natura e delle Foreste fornisce perimetri georiferiti degli incendi dal 1990, mappe dei modelli di combustibile per l'intero territorio e *file shape* della rete nazionale di viali tagliafuoco attivi per la prevenzione degli incendi e degli interventi di fuoco prescritto pianificati. Annualmente, vengono pubblicati report con analisi dettagliate delle statistiche, cause e relazioni tecniche, inclusi computi estimativi dei piani di ricostruzione post-incendio successivi a eventi catastrofici a partire dal 2010. Oltre oceano, nello stato canadese di Alberta il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste divulga i perimetri georiferiti degli incendi dal 1931, fornendo informazioni sulla data

e l'ora di accensione, nonché un *dataset* completo di tutti gli incendi dal 1982, arricchito con dettagli sulle coordinate di innesco, causa, vegetazione coinvolta e superficie bruciata. Inoltre, sono disponibili dati meteorologici dal 1976 e valori giornalieri degli indici di pericolo dal 1984, correlati ad ogni incendio. Un WebGIS consente di consultare in tempo reale i "fire bans", ossia le disposizioni di divieto di utilizzo del fuoco emesse in base al livello di pericolo incendi. Questi esempi possono costituire modelli per l'Italia per arrivare a creare un sistema informativo che capitalizzi i dati regionali e armonizzi a livello nazionale le informazioni come la classificazione della infiammabilità della vegetazione (Ascoli et al. 2020) in coerenza con la nuova carta forestale d'Italia, la perimetrazione degli incendi in tempo reale su base satellitare (Pulvirenti et al. 2023), l'analisi della severità per gli incendi sopra una soglia critica. Inoltre, la Strategia Forestale Nazionale mira a un obiettivo più ambizioso: lo sviluppo di un sistema di raccolta sistematica dei dati economici relativi ai costi sostenuti per prevenzione, gestione e ricostruzione a carico di Stato, Regioni, Province autonome ed enti locali. Questo approccio consentirebbe una valutazione accurata del rapporto costi/benefici, orientando gli investimenti a supporto di una strategia di gestione degli incendi e fornendo parametri di riferimento per i sistemi di contabilità nazionale nel contesto ambientale. Più in generale tale approccio contribuirebbe a una base informativa robusta e aggiornata a supporto dello sviluppo di politiche strategiche, comprese le scelte d'investimento e allocazione trasversale delle risorse (si pensi ad esempio alle politiche in ambito di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico e di sviluppo rurale). Nel dicembre 2023 è stato presentato da MASAF e CREA il Sistema informativo forestale nazionale (SINfor), che offre un punto unitario di accesso ai dati e alle informazioni in materia forestale e che rappresenta ad oggi lo strumento più naturale dove raccogliere, armonizzazione e distribuire i dati sugli incendi boschivi. Per raggiungere questi obiettivi, è essenziale instaurare una stretta collaborazione e coordinamento tra i Servizi forestali e la Protezione civile delle Regioni e Province autonome, il Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, il Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, i Carabinieri Forestali, i Vigili del Fuoco, gli Enti parco, il volontariato AIB e gli enti di ricerca. La creazione di un sistema informativo avanzato rappresenterebbe un campo pionieristico per testare l'efficacia di un governo integrato degli incendi boschivi in Italia, come auspicato dalla Strategia Forestale Nazionale.

Conclusioni

Il governo del fenomeno degli incendi in Italia richiede un approccio olistico e coordinato (Bacciu et al. 2022), capace di integrare strategie di prevenzione, gestione attiva e collaborazione multisettoriale (Ascoli et al. 2023). Solo attraverso questa sinergia sarà possibile attenuare gli impatti degli incendi sul territorio e sulle comunità locali. La situazione critica verificatasi in Sicilia nell'estate 2023 (vedi Box 1) sottolinea ancor di più l'urgenza di azioni concrete e il potenziale miglioramento del sistema attraverso strategie mirate a livello nazionale.

Per conseguire risultati significativi, la *governance* degli incendi necessita di proposte mirate a una gestione più efficace e ad una visione d'insieme più chiara per proteggere il patrimonio paesaggistico e ridurre il rischio di incendi. Affrontare il fenomeno degli incendi boschivi richiede un cambio di passo radicale e un approccio unitario che coinvolga tutte le parti interessate. Solo attraverso una riforma legislativa e una revisione della *governance* con conseguente chiara definizione di competenze e coordinamento efficace tra Regioni, enti statali, volontariato

e agenzie di ricerca sarà possibile affrontare con successo questa crescente e difficile sfida.

Le aree con una *governance* del territorio più attiva (con politiche integrate agro-forestali, di sviluppo rurale, di conservazione della natura e implementazione della certificazione della gestione forestale) mostrano un minore impatto degli incendi, anche in condizioni climatiche e di infiammabilità più estreme (Spadoni et al. 2023). Se a questo panorama si aggiunge la pianificazione strategica di interventi di viali tagliafuoco, e interventi di piro-selvicultura, pascolo prescritto e fuoco prescritto (Ascoli & Bovio 2013, Tonarelli et al. 2020), è possibile costruire nel tempo territori resistenti e resilienti agli incendi. Gli esempi descritti in questo lavoro evidenziano come l'adozione di buone pratiche e tecniche innovative costituisca un passo significativo verso un modello più efficace e sostenibile degli incendi boschivi, contribuendo alla protezione delle risorse naturali grazie anche al coinvolgimento attivo delle comunità locali.

Per garantire il successo a lungo termine è cruciale mantenere la formazione operativa del personale forestale, finanziare e finalizzare la ricerca scientifica e promuovere la collaborazione tra Regioni e Stato. Queste iniziative, integrate in una strategia più ampia, contribuiranno a mitigare gli impatti degli incendi boschivi in un clima e territorio che cambiano, promuovendo la sostenibilità e la resilienza degli ecosistemi forestali italiani. La transizione, sebbene non semplice, richiede una ridefinizione della visione del settore e delle priorità di interventi e investimenti, così come un nuovo equilibrio di ruoli tra soggetti pubblici, privati e della società civile, tra beni privati e beni pubblici.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è il risultato delle idee sviluppate durante il *workshop* "Governare gli incendi, superare l'emergenza, pianificare la prevenzione" tenutosi il 14 novembre 2023 a Palermo, organizzato dal Gruppo di Lavoro della SISEF "Gestione degli Incendi Boschivi" e dal Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) dell'Università di Palermo. Si ringraziano per il supporto il *Leve-rhulme Centre for Wildfire, Environment and Society*, Strada del Vino Valdinoto, ARPA Sicilia, PEFC Italia, e AUSF Palermo ed il progetto *Agritech National Research Center*.

Il contributo di Davide Ascoli è stato svolto nell'ambito del progetto *Agritech National Research Center, European Union Next-Generation EU* (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) - Missione 4 Componente 2, Investimento 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). Il contributo di Michele Salis e Valentina Bacciu è legato alle attività previste nell'ambito del progetto CRITERIA (Programma PRIN - Progetti di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, Bando 2022 Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - PNRR, Prot. P2022A8HZ2).

Bibliografia

Ascoli D, Bovio G (2010). Tree encroachment dynamics in heathlands of north-west Italy: the fire regime hypothesis. *iForest* 3: 137-143. - doi: [10.3832/ifor0548-003](https://doi.org/10.3832/ifor0548-003)

Ascoli D, Catalanotti A, Vales E, Cabiddu S, Delogu G, Driussi M, Esposito A, Leone V, Lovreglio R, Marchi E, Mazzoleni S, Rutigliano F, Strumia S, Bovio G (2012). Esperienze di fuoco prescritto in Italia: un approccio integrato per la prevenzione degli incendi boschivi. *Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale* 9 (1): 20-38. - doi: [10.3832/efor0686-009](https://doi.org/10.3832/efor0686-009)

Ascoli D, Bovio G (2013). Prescribed burning in Italy: a review of issues, advances and challenges. *iForest* 6: 79-89. - doi: [10.3832/ifor0803-006](https://doi.org/10.3832/ifor0803-006)

Ascoli D, Lonati M, Marzano R, Bovio G, Cavallero A, Lombardi G (2013). Prescribed burning and browsing to control tree encroachment in southern European heathlands. *Forest Ecology*

and Management 289 (4): 69-77. - doi: [10.1016/j.foreco.2012.09.041](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.041)

Ascoli D, Vacchiano G, Scarpa C, Arca B, Barbati A, Battipaglia G, Elia M, Esposito A, Garfi V, Lovreglio R, Mairota P, Marchetti M, Marchi E, Meytre S, Ottaviano M, Pellizzaro G, Rizzolo R, Sallustio L, Salis M, Sirca C, Vales E, Ventura A, Bacciu V (2020). Harmonized dataset of surface fuels under Alpine, temperate and Mediterranean conditions in Italy. A synthesis supporting fire management. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 13 (6): 513-522. - doi: [10.3832/ifor3587-013](https://doi.org/10.3832/ifor3587-013)

Ascoli D, Moris JV, Marchetti M, Sallustio L (2021). Land use change towards forests and wooded land correlates with large and frequent wildfires in Italy. *Annals of Silvicultural Research* 46 (2): 177-188.

Ascoli D, Ferlazzo S, Marchetti M, Motta R, Pompei E, Stefani A (2022). Strategia Forestale Nazionale italiana e governo integrato degli incendi boschivi. *Forest@* 19 (1): 31-35. - doi: [10.3832/efor4093-019](https://doi.org/10.3832/efor4093-019)

Ascoli D, Plana E, Oggioni SD, Tomao A, Colónico M, Corona P, Giannino F, Moreno M, Xanthopoulos G, Kaoukis K, Athanasiou M, Colaço MC, Rego F, Sequeira AC, Acácio V, Serra M, Barbati A (2023). Fire-smart solutions for sustainable wildfire risk prevention: bottom-up initiatives meet top-down policies under EU green deal. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 92 (6379): 103715. - doi: [10.1016/j.ijdr.2023.103715](https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103715)

Bacciu V, Sirca C, Spano D (2022). Towards a systemic approach to fire risk management. *Environmental Science and Policy* 129: 37-44. - doi: [10.1016/j.envsci.2021.12.015](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.015)

Battipaglia G, Savi T, Ascoli D, Castagneri D, Esposito A, Mayr S, Nardini A (2016). Effects of prescribed burning on ecophysiological, anatomical and stem hydraulic properties in *Pinus pinea* L. *Tree Physiology* 36 (8): 1019-1031. - doi: [10.1093/treephys/tpw034](https://doi.org/10.1093/treephys/tpw034)

Bilbao B, Mistry J, Millán A, Berardi A (2019). Sharing multiple perspectives on burning: towards a participatory and intercultural fire management policy in Venezuela, Brazil, and Guyana. *Fire* 2 (3): 39. - doi: [10.3390/FIRE2030039](https://doi.org/10.3390/FIRE2030039)

Bovio G, Ascoli D (2012). Fuoco prescritto: stato dell'arte della normativa italiana. *L'Italia Forestale e Montana* 67 (4): 347-358. - doi: [10.4129/ifm.2012.4.04](https://doi.org/10.4129/ifm.2012.4.04)

Bovio G, Marchetti M, Tonarelli L, Salis M, Vacchiano G, Lovreglio R, Mario E, Fiorucci P, Ascoli D (2017). Gli incendi boschivi stanno cambiando: cambiamo le strategie per governarli. *Forest@* 14 (1): 202-205. - doi: [10.3832/efor2537-014](https://doi.org/10.3832/efor2537-014)

Cabiddu S, Cuccu GM, Pinna TM, Casula A, Magari L, Putzulu G, Pala E, Casula F, Usai L, Salis M, Peluffo L (2023). El uso cultural del fuego y sus efectos positivos en regiones agropastorales mediterráneas. *Revista Incendios y Riesgos Naturales*, Núm. 10. [ISSN 2660-9940]

Cacciatori I, Calvani G, Delogu GM, Gottero F, Romano R (2020). Pianificazione della prevenzione degli incendi boschivi. *Sherwood* 247: 18-21.

Carrà BG, Bombino G, Denisi P, Plaza-Alvarez PA, Lucas-Borja ME, Zema DA (2021). Water infiltration after prescribed fire and soil mulching with fern in Mediterranean forests. *Hydrology* 8 (3): 95. - doi: [10.3390/hydrology8030095](https://doi.org/10.3390/hydrology8030095)

Catalanotti AE, Giuditta E, Marzaioli R, Ascoli D, Esposito A, Strumia S, Mazzoleni S, Rutigliano FA (2018). Effects of single and repeated prescribed burns on soil organic C and microbial activity in a *Pinus halepensis* plantation of Southern Italy. *Applied Soil Ecology* 125: 108-116. - doi: [10.1016/j.apsoil.2017.12.015](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.12.015)

Colónico M, Tomao A, Ascoli D, Corona P, Giannino F, Moris JV, Romano R, Salvati L, Barbati A (2022). Rural development funding and wildfire prevention: evidences of spatial mismatches with fire activity. *Land Use Policy* 117 (4): 106079. - doi: [10.1016/j.landusepol.2022.106079](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106079)

Corona P, Ascoli D, Barbati A, Bovio G, Colangelo G, Elia M, Garfi V, Iovino F, Laforteza R, Leone V, Lovreglio R, Marchetti M, Marchi M, Menguzzato G, Nocentini S, Picchio R, Portoghesi L, Puletti N, Sanesi G, Chianucci F (2015). Integrated forest management to prevent wildfires under Mediterranean environ-

- ments. *Annals of Silvicultural Research* 39 (1): 1-22.
- De Ferrari F, Gottero F, Marzano R (2020). Approccio integrato per la gestione post-disturbo dei grandi incendi. Il piano straordinario per gli interventi di ripristino della Regione Piemonte. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi* 245: 27-33.
- Elia M, Laforteza R, Tarasco E, Colangelo G, Sanesi G (2012). The spatial and temporal effects of fire on insect abundance in Mediterranean forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 263: 262-267. - doi: [10.1016/j.foreco.2011.09.034](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.09.034)
- Elia M, Laforteza R, Sanesi G (2024). Coupling heat waves and wildfires occurrence across multiple ecoregions within a Eurasia longitudinal gradient. *Science of the Total Environment* 912: 169269. - doi: [10.1016/j.scitotenv.2023.169269](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169269)
- Espinosa-Prieto J, Palheiro P, Loureiro C, Ascoli D, Esposito A, Fernandes P (2019). Fire severity mitigation by prescribed burning assessed from fire-treatment encounters in maritime pine stands. *Canadian Journal of Forest Research* 49 (2): 205-211. - doi: [10.1139/cjfr-2018-0263](https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0263)
- Esposito A, Mazzoleni S, Strumia S (1999). Post-fire bryophyte dynamics in Mediterranean vegetation. *Journal of Vegetation Science* 10 (2): 261-268. - doi: [10.2307/3237147](https://doi.org/10.2307/3237147)
- Giuditta E, Marzaioli R, Esposito A, Ascoli D, Stinca A, Mazzoleni S, Rutigliano FA (2020). Soil microbial diversity, biomass, and activity in two pine plantations of Southern Italy treated with prescribed burning. *Forests* 11 (1): 19. - doi: [10.3390/f11010019](https://doi.org/10.3390/f11010019)
- ISPRA (2023). Ecosistemi e incendi forestali: aggiornamento al 25 settembre 2023. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA, Roma, pp. 14. [online] URL: https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/Crisi-Emergenze-ambientali-e-Danno/centro-operativo-per-la-sorveglianza-ambientale/ecosistemi-ed-incendi-boschivi-in-italia/report_incendi-boschivi_2509rc.pdf
- Kirschner JA, Ascoli D, Moore P, Clark J, Calvani S, Boustras G (2024). Governance drivers hinder and support a paradigm shift in wildfire risk management in Italy. *Regional Environmental Change* 24 (1): 245. - doi: [10.1007/s10113-023-02174-4](https://doi.org/10.1007/s10113-023-02174-4)
- Lovreglio R, Leone V, Giaquinto P, Notarnicola A (2010). Wildfire cause analysis: four case-studies in southern Italy. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 3 (1): 8-15. - doi: [10.3832/ifor0521-003](https://doi.org/10.3832/ifor0521-003)
- Lovreglio R, Meddour-Sahar O, Leone V (2014). Goat grazing as a wildfire prevention tool: a basic review. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 7 (4): 260-268. - doi: [10.3832/ifor1112-007](https://doi.org/10.3832/ifor1112-007)
- Lovreglio R (2016). Piano forestale territoriale del distretto Arci Grighine. [online] URL: <http://www.sardegnaforeste.it/notizia/piano-forestale-territoriale-del-distretto-arci-grighine-avviata-la-vas>
- Mantero G, Morresi D, Marzano R, Motta R, Mladenoff DJ, Garbarino M (2020). The influence of land abandonment on forest disturbance regimes: a global review. *Landscape Ecology* 35: 2723-2744. - doi: [10.1007/s10980-020-01147-w](https://doi.org/10.1007/s10980-020-01147-w)
- Marchetti M, Ascoli D (2018). Territorio, bioeconomia e gestione degli incendi: una sfida da raccogliere al più presto. *Forest@* 15 (1): 71-74. - doi: [10.3832/efor0072-015](https://doi.org/10.3832/efor0072-015)
- Maringer J, Ascoli D, Küffer N, Schmidlein S, Conedera M (2016a). What drives European beech (*Fagus sylvatica* L.) mortality after forest fires of varying severity? *Forest Ecology and Management* 368: 81-93. - doi: [10.1016/j.foreco.2016.03.008](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.008)
- Maringer J, Ascoli D, Dorren L, Bebi P, Conedera M (2016b). Temporal trends in the protective capacity of burnt beech forests (*Fagus sylvatica* L.) against rockfall. *European Journal of Forest Research* 135: 657-673. - doi: [10.1007/s10342-016-0962-y](https://doi.org/10.1007/s10342-016-0962-y)
- Marzano R, Garbarino M, Marcolin E, Pividori M, Lingua E (2013). Deadwood anisotropic facilitation on seedling establishment after a stand-replacing wildfire in Aosta Valley (NW Italy). *Ecological Engineering* 51: 117-122. - doi: [10.1016/j.ecoleng.2012.12.030](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.030)
- Moris JV, Vacchiano G, Ravetto Enri S, Lonati M, Motta R, Ascoli D (2017). Resilience of European larch (*Larix decidua* Mill.) forests to wildfires in the western Alps. *New Forests* 48: 663-683. - doi: [10.1007/s11056-017-9591-7](https://doi.org/10.1007/s11056-017-9591-7)
- Musio L, Vecchio D, Berretti R, Bono A, Meloni F, Motta R, Ascoli D, Caffo L, Accastello C, Momo E, Dotta A (2022). Prevenzione degli incendi di chioma. Prescrizioni selvicolturali per boschi montani di conifere. *Sherwood* 260: 13-16.
- Nolè A, Rita A, Spatola MF, Borghetti M (2022). Biogeographic variability in wildfire severity and post-fire vegetation recovery across the European forests via remote sensing-derived spectral metrics. *Science of the Total Environment* 823: 153807. - doi: [10.1016/j.scitotenv.2022.153807](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153807)
- Pettenella D, Loreggian F (2023). L'associazionismo per il contrasto dell'abbandono gestionale delle foreste: tra tradizione, innovazione e nuove sfide. *AE - Agricoltura Alimentazione Economia Ecologia* 2023 (1): 77-95. [ISSN 2036-9948]
- Pulvirenti L, Squicciarino G, Fiori E, Negro D, Gollini A, Puca S (2023). Near real-time generation of a country-level burned area database for Italy from Sentinel-2 data and active fire detections. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 29: 100925. - doi: [10.1016/j.rsase.2023.100925](https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.100925)
- Salis M, Laconi M, Ager AA, Alcasena FJ, Arca B, Lozano OM, Oliveira AS, Spano D (2016). Evaluating alternative fuel treatment strategies to reduce wildfire losses in a Mediterranean area. *Forest Ecology and Management* 368: 207-221. - doi: [10.1016/j.foreco.2016.03.009](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.009)
- Salis M, Del Giudice L, Arca B, Ager AA, Alcasena-Urdiroz F, Lozano O, Bacciu V, Spano D, Duce P (2018). Modeling the effects of different fuel treatment mosaics on wildfire spread and behavior in a Mediterranean agro-pastoral area. *Journal of Environmental Management* 212: 490-505. - doi: [10.1016/j.jenvman.2018.02.020](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.02.020)
- Salis M, Del Giudice L, Jahdi R, Alcasena-Urdiroz F, Scarpa C, Pelizzaro G, Bacciu V, Schirru M, Ventura A, Casula M, Pedes F, Canu A, Duce P, Arca B (2022). Spatial patterns and intensity of land abandonment drive wildfire hazard and likelihood in Mediterranean agropastoral areas. *Land* 11 (11): 1942. - doi: [10.3390/land11111942](https://doi.org/10.3390/land11111942)
- Scarpa C, Bacciu V, Ascoli D, Costa-Saura JM, Salis M, Sirca C, Marchetti M, Spano D (2023). Estimating annual GHG and particulate matter emissions from rural and forest fires based on an integrated modelling approach. *Science of the Total Environment* 907: 167960. - doi: [10.1016/j.scitotenv.2023.167960](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167960)
- Spadoni GL, Moris JV, Vacchiano G, Elia M, Garbarino M, Sibona E, Tomao A, Barbati A, Sallustio L, Salvati L, Ferrara C, Francini S, Bonis E, Dalla Vecchia I, Strollo A, Di Leginio M, Munafò M, Chirici G, Romano R, Corona P, Marchetti M, Brunori A, Motta R, Ascoli D (2023). Active governance of agro-pastoral, forest and protected areas mitigates wildfire impacts in Italy. *Science of the Total Environment* 890 (2): 164281. - doi: [10.1016/j.scitoenv.2023.164281](https://doi.org/10.1016/j.scitoenv.2023.164281)
- Thompson MP, MacGregor DG, Dunn CJ, Calkin DE, Phipps J (2018). Rethinking the wildland fire management system. *Journal of Forestry* 116: 382-390. - doi: [10.1093/jofore/fvy020](https://doi.org/10.1093/jofore/fvy020)
- Tonarelli L, Scopetani S, Gori A, Bagnoli M, Pasquinelli P, Ascoli D (2020). Fuoco prescritto. Una tecnica selvicolturale per la prevenzione incendi in Italia. *Sherwood* 347: 22-25.
- Verkerk PJ, Hassegawa M, Van Brusselen J, Cramm M, Chen X, Maximo YI, Koç M, Lovrić M, Tegegn Y (2022). The role of forest products in the global bioeconomy - Enabling substitution by wood-based products and contributing to the Sustainable Development Goals. *FAO, Rome*. - doi: [10.4060/cb7274en](https://doi.org/10.4060/cb7274en)
- Vigna I, Battisti L, Ascoli D, Besana A, Pezzoli A, Comino E (2024). Integrating cultural ecosystem services in wildfire risk assessment. *Landscape and Urban Planning* 243 (8): 104977. - doi: [10.1016/j.landurbplan.2023.104977](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104977)
- Vitolo C, Di Giuseppe F, Barnard C, Coughlan R, San-Miguel-Ayanz J, Libertá G, Krzeminski B (2020). ERA5-based global meteorological wildfire danger maps. *Scientific Data* 7 (1): 7. - doi: [10.1038/s41597-020-0554-z](https://doi.org/10.1038/s41597-020-0554-z)
- West CT, Roncoli C, Ouattara F (2008). Local perceptions and regional climate trends on the Central Plateau of Burkina Faso. *Land Degradation and Development* 19 (3): 289-304. - doi: [10.1002/LDR.842](https://doi.org/10.1002/LDR.842)
- Xanthopoulos G, Leone V, Delogu GM (2020). The suppression

model fragilities: the “firefighting trap”. In: “Extreme Wildfire Events and Disasters, Root Causes and New Management Stra-

tegies”. Elsevier, vol. 24, pp. 135-153. - doi: [10.1016/B978-0-12-815721-3.00007-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815721-3.00007-2)