

## Perché dobbiamo aumentare la quantità di necromassa nelle nostre foreste? Quanta necromassa dobbiamo rilasciare?

Renzo Motta

*Why do we have to increase deadwood in our forests? How much deadwood does the forest need?*

Deadwood plays a key role in the functioning and productivity of forest ecosystem and it is an important feature for the conservation of the biodiversity. In the past land-use and forest management have dramatically reduced the amount of deadwood in the European forests and only in the last decades the important role of the deadwood has been studied and recognised. At the political/administrative level the Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE) has recognized the importance of this forest component and the last year Italian Government has requested the regional forest laws and regulations to take into account deadwood and habitat/retention trees in the forest management. It is a current research priority to provide managers of European forests with a baseline of deadwood threshold retention value for decisions for their specific forest type and management target.

**Keywords:** Deadwood, Coarse Woody Debris (CWD), Retention, Forest Sustainable Management, Biodiversity, Silviculture

### Introduzione

La recente Legge n. 141 del 12 dicembre 2019 (conversione in legge del Decreto clima) prevede che “le regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, in accordo con i principi di salvaguardia della biodiversità, con particolare riferimento alla conservazione delle specie dipendenti dalle necromasse legnose, favoriscono il rilascio in bosco di alberi da destinare all’invecchiamento a tempo indefinito” (Lombardi et al. 2019).

Le foreste europee sono state gestite intensamente per lunghi periodi e, fino alla fine del 20° secolo, la presenza di legno morto era percepita come un elemento negativo e come indicatore di incuria e cattiva gestione. La presenza di legno morto era anche vista come una potenziale sorgente di patogeni o insetti nocivi e la più frequente indicazione gestionale era la rimozione di questa componente (spesso veniva rimossa assieme agli alberi deperienti nel corso di “tagli fitosanitari”) anche all’interno di Parchi e di Riserve naturali. Queste pratiche, unite alla forte pressione antropica per la raccolta di legna da ardere, hanno portato alla quasi completa rimozione della necromassa nella maggior parte delle foreste italiane ed europee (Motta et al. 2006, Lombardi et al. 2008, Paletto et al. 2014).

Solo recentemente, grazie alle ricerche svolte nei popo-

lamenti naturali e nelle foreste vetuste (*old-growth forests*) e alla maggiore diversificazione dei servizi ecosistemici richiesti al bosco, il legno morto o necromassa è stato riconosciuto come una componente fondamentale delle foreste che svolge un ruolo insostituibile sia nei processi naturali che avvengono in foresta e sia nella conservazione della biodiversità (Harmon et al. 1986). La presenza di necromassa è quindi passata da indicatore di cattiva gestione ad indicatore di gestione sostenibile e di naturalità della foresta (Forest Europe 2015).

Affinché svolga un significativo ruolo ecologico la necromassa deve però avere dimensioni sufficienti a permettere dei tempi di permanenza in foresta adeguati e lo sviluppo di diversi stadi di decomposizione. Nella terminologia anglosassone si è quindi utilizzata la definizione di “detriti legnosi grossolani” o *coarse woody debris* (CWD) e per convenzione si assume, che per essere definiti CWD, questi devono raggiungere almeno 10-15 cm di diametro (Woldendorp et al. 2004).

Si possono individuare tre tipi di necromassa o CWD (Fig. 1): gli alberi morti in piedi (*snags* nella terminologia anglosassone), i tronchi a terra (*logs*) e le ceppaie (*stumps* – Woodall & Nagel 2006).

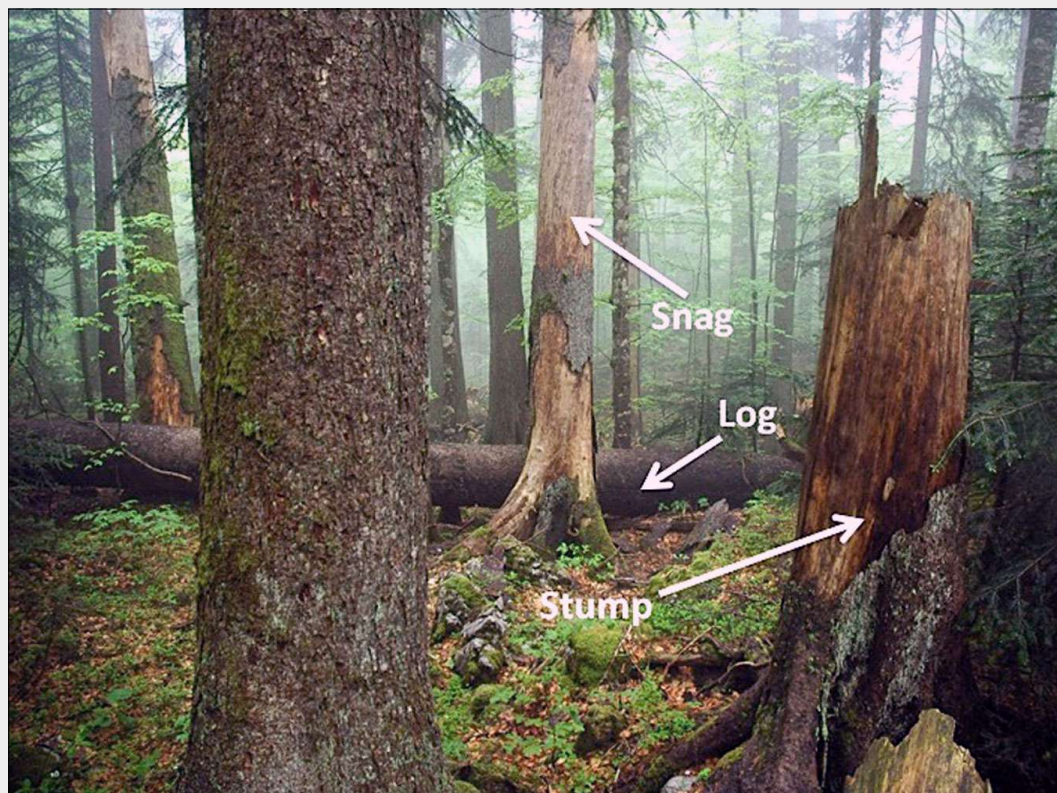
Nelle foreste naturali il più importante *input* di CWD è rappresentato dai residui dei disturbi che sono all’origine di un nuovo popolamento (Oliver & Larson 1996). Questo *input* iniziale varia a seconda del disturbo (fuoco, vento, pullulazione di insetti) in termini quantitativi e qualitativi (tipo di necromassa, volume, grado di decomposizione – Pickett & White 1985). Nel corso della dinamica dei popolamenti forestali la quantità di necromassa apportata dai disturbi iniziali diminuisce in seguito al processo di decomposizione ma ci sono dei nuovi apporti che sono la conseguenza della mortalità da competizione (nelle fasi giovanili e di perticaia) e della mortalità degli alberi adulti nelle fasi mature. In termini di numero di individui, il tasso di mortalità più elevato è quello che si osserva nelle fasi giovanili ed in particolare nella fase di *stem exclusion* o perticaia (Franklin et al. 1987), ma in termini quantitativi l’ap-

□ Dipartimento di Eccellenza di Scienze Agrarie Forestali ed Alimentari (DISAFA), Università degli studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, I-10095 Grugliasco, TO (Italy)

@ Renzo Motta ([renzo.motta@unito.it](mailto:renzo.motta@unito.it))

**Citazione:** Motta R (2020). Perché dobbiamo aumentare la quantità di necromassa nelle nostre foreste? Quanta necromassa dobbiamo rilasciare? *Forest@* 17: 92-100. - doi: [10.3832/efor3683-017](https://doi.org/10.3832/efor3683-017) [online 2020-10-29]

Editor: Marco Borghetti



**Fig. 1** - Foresta di Lom (Bosnia-Herzegovina). Esempio dei diversi tipi di necromassa presenti in una foresta vetusta. Le ceppaie si differenziano dagli alberi morti in piedi sulla base di una soglia di altezza (ad esempio 1.5 m).

porto e l'accumulo di biomassa è maggiore nelle fasi mature, quando la mortalità coinvolge gli alberi del piano dominante (Fig. 2), e raggiunge i valori più alti nello stadio di *old-growth* o foresta vetusta (Spies & Franklin 1988).

### Necromassa e biodiversità

Il legno morto svolge in foresta un ruolo di fondamentale importanza nei confronti della biodiversità (Hansen et al. 1991). Una prima constatazione è legata al fatto che in un albero con la chioma verde la percentuale di cellule vive e fisiologicamente attive è circa del 10% (foglie 3%, floema e cambio e raggi midollari 7%); al contrario un fusto o un tronco a terra in avanzato stato di decomposizio-

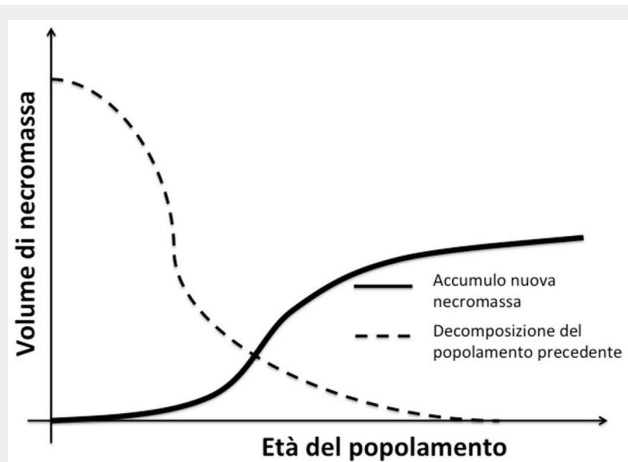
ne (Fig. 3) la percentuale di cellule viventi (prevalentemente funghi ed altri organismi legati al processo di decomposizione) può essere superiore al 30-40% (Franklin et al. 1987).

Nelle foreste temperate e boreali la necromassa costituisce un importante habitat per insetti, uccelli, mammiferi, pesci (la necromassa che si trova nei corsi d'acqua) ed ospita un numero elevato di specie di piante, briofite e licheni (Sverdrup-Thygeson et al. 2014). Le specie che vivono, si nutrono o trascorrono almeno una parte del loro ciclo vitale nel legno morto sono definite specie saproxiliche (Siitonen 2001, Parisi et al. 2018).

La necromassa può essere classificata sulla base di specie legnosa, tipo di necromassa (*snag*, *log* o *stump*), dimensioni e grado di decomposizione (Stokland 2001, Kahl et al. 2017). Alcune specie, animali e vegetali, nei confronti della necromassa sono generaliste, mentre altre ne richiedono un tipo particolare (ad esempio, specie, tipo, grado di decomposizione). Anche le parti di legno morto o in decomposizione che si trovano all'interno di alberi viventi (Fig. 4) possono essere importanti per la biodiversità ad esempio gli alberi con cavità, tasche di corteccia, grossi rami secchi o parti morte del fusto o della chioma (Kraus et al. 2016) e permettono di identificare gli "alberi habitat" (Vuidot et al. 2011, Butler et al. 2013).

### Necromassa, rinnovazione e ciclo del carbonio

L'importanza della necromassa non è limitata alla biodiversità ma riguarda anche diversi processi che avvengono negli ecosistemi forestali. Tra questi quello che è di maggiore interesse selvicolturale è sicuramente il processo di rinnovazione (Fig. 5). In molti ecosistemi forestali della fascia temperata e boreale la necromassa costituisce il substrato preferenziale di insediamento della rinnovazione forestale (Zielonka & Niklasson 2001, Motta et al. 2006, Harmon & Franklin 1989, Bače et al. 2012). La necromassa offre alla rinnovazione una posizione privilegiata per avere una maggiore lunghezza della stagione vegetativa (per il precoce scioglimento della neve), per sfuggire alla com-



**Fig. 2** - Processo di accumulo e decomposizione di necromassa nel corso della dinamica forestale a partire da un disturbo naturale e fino alla fase di foresta vetusta. Il volume di necromassa iniziale varia quantitativamente e qualitativamente in funzione del tipo di disturbo (da: Spies & Franklin 1988, modificato).

petizione con le altre specie erbacee ed arbustive e, attraverso il processo di decomposizione, provvede alle sostanze nutritive necessarie all'accrescimento dei semenzali (Harmon & Franklin 1989).

La necromassa rappresenta anche un importante sink di carbonio (Ohtsuka et al. 2014). Il carbonio presente negli alberi morti, in seguito al processo di decomposizione, viene restituito al suolo ed all'atmosfera gradualmente nel corso di decenni (Luysaert et al. 2008). Mentre nel passato questo ruolo della necromassa era trascurato attualmente è considerato di prioritaria importanza per il ruolo di mitigazione che i popolamenti forestali possono svolgere nei confronti delle emissioni di carbonio (Watson et al. 2018). Sotto questo punto di vista è stato evidenziato che la conservazione di foreste vetuste o anche di componenti strutturali vetusti all'interno delle foreste coltivate può svolgere un ruolo più efficace, nei confronti dei flussi di carbonio, anche rispetto a nuovi impianti (Schulze et al. 2000). Questo ruolo si riflette anche sulle politiche nazionali: a partire dal 2005 il protocollo di rilievo dell'inventario forestale nazionale prevede anche il rilievo della necromassa, lo stesso inventario forestale nazionale ha preso il nome di "Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio" (<http://www.infc.it>), così come avviene in molti paesi europei (Chirici et al. 2012).

### Quanta necromassa è presente nelle nostre foreste?

Nelle foreste la presenza di necromassa è inversamente proporzionale al grado di intensità della selvicoltura ed alla frequenza delle utilizzazioni (Sturtevant et al. 1997, Keren & Diaci 2018). Nel recente passato la necromassa in molte foreste europee era praticamente assente, in quanto c'era una maggiore frequenza di tagli di utilizzazione e intercalari e, spesso, anche una capillare raccolta del materiale di risulta di questi interventi.

Nelle foreste europee la quantità di necromassa è attualmente di circa 15 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> con un range di variabilità tra le diverse nazioni compreso circa tra 5 e oltre 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Travaglini et al. 2007, Forest Europe 2015, Puletti et al. 2019). La quantità di biomassa è maggiore in Europa centrale rispetto alle foreste boreali ed alle foreste mediterranee. In Italia secondo l'INFC (2005), il volume medio di CWD presente nei nostri boschi ammonta a 8.8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Pignatti et al. 2009). Questo quantitativo è maggiore nelle foreste di alto fusto rispetto alle foreste governate a ceduo ed è maggiore nei boschi di conifere rispetto ai boschi di latifoglie.

In questi ultimi decenni la quantità di necromassa nelle foreste europee ed italiane è andata aumentando per la riduzione del prelievo legnoso (soprat-

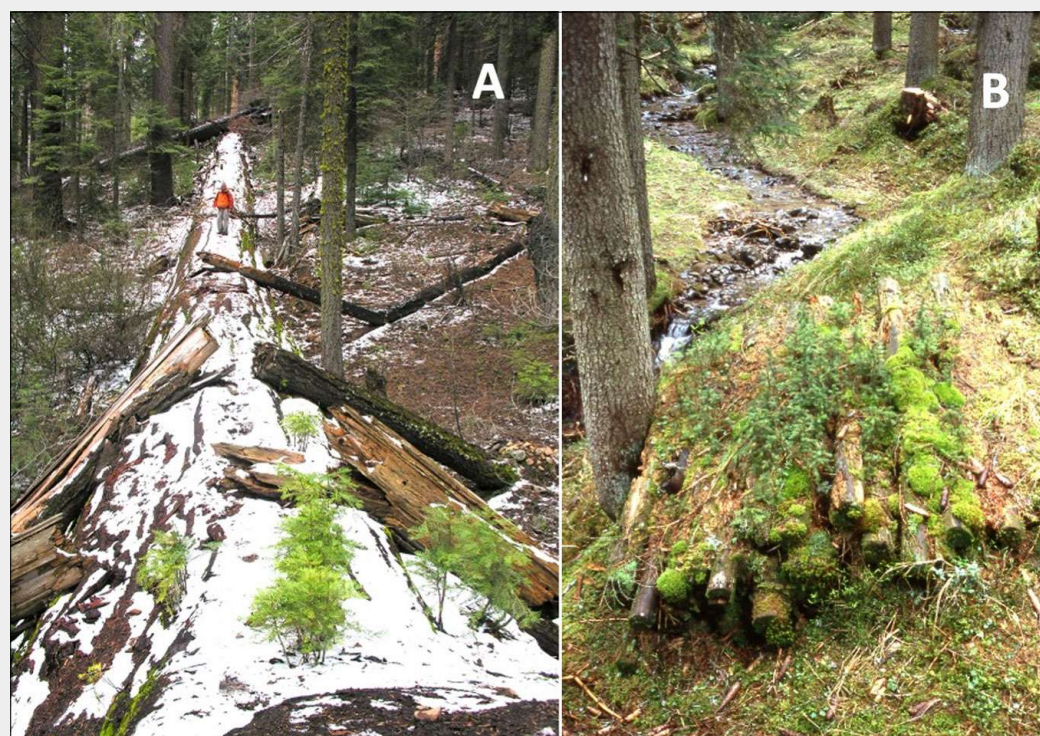


Fig. 3 - Foresta di Janj (BiH). Un tronco a terra (log) in avanzato stato di decomposizione.

tutto nell'Europa meridionale), per una maggiore attenzione al ruolo ecologico della necromassa ed anche per l'aumento della frequenza e dell'intensità dei disturbi naturali (Seidl et al. 2017). In alcune foreste delle Alpi, sia in fase di abbandono colturale e sia gestite con una selvicoltura naturalistica, i valori di necromassa raggiungono 50-60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Motta et al. 2006, 2015, Castagneri et al. 2010) ed il rapporto tra necromassa e volume cormometrico varia tra 5% e 15%. Anche per gli Appennini i valori di riferi-



Fig. 4 - Foresta di Perućica (Bosnia-Herzegovina). Gli alberi habitat sono alberi in piedi, vivi o morti, che forniscono microhabitat quali cavità, tasche di corteccia, grossi rami secchi, crepe, parti del fusto morte e costituiscono un elemento di fondamentale importanza per una gestione forestale sostenibile.



**Fig. 5** - (A) Sequoia National Park, USA. Nurse log (trunk a terra, nelle prime fasi del processo di decomposizione) che ospita rinnovazione di *Sequoiadendron giganteum*. (B) Paneveggio (TN, Italia). Nelle foreste coltivate spesso viene a mancare questo substrato preferenziale ed allora si può osservare la rinnovazione naturale soprattutto sulle ceppaie rilasciate dopo l'utilizzazione o sulle cataste dove sono stati accumulati i fusti dopo i tagli intercalari.

mento, per le situazioni in cui c'è stata la possibilità di accumulo di necromassa, possono raggiungere il centinaio di metri cubi ad ettaro (Lombardi et al. 2008, Motta et al. 2010, Calamini et al. 2011) con un massimo di  $143 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  in Val Cervara (Lombardi et al. 2013). Questi valori sono però molto lontani da quelli che si possono osservare nelle foreste vetuste dell'Europa centro-orientale (Motta et al. 2015, Motta et al. 2011) dove il volume della necromassa è maggiore di  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ed il rapporto tra volume di necromassa e volume cormometrico è circa del 40% (Tab. 1, Fig. 6). Inoltre nelle foreste italiane nell'attuale necromassa prevalgono le classi di decomposizione più basse (alberi morti in un periodo di tempo relativamente recente) e mancano, o sono più rari, elementi nelle classi di decom-

posizione più avanzate (Motta et al. 2015), in quanto la necromassa si è iniziata ad accumulare in un periodo relativamente recente ed in foreste del piano montano e subalpino il processo di decomposizione è lento e può durare diversi decenni. Nel processo di decomposizione si possono differenziare tre fasi che corrispondono alla presenza di diverse specie saproxiliche (Stokland et al. 2012): (i) una prima fase di colonizzazione (invasione del legno ancora fresco da parte di saproxilici primari); (ii) una fase di decomposizione (ai saproxilici primari si aggiungono i saproxilici secondari); (iii) ed una fase di umificazione (nella quali le specie saproxiliche sono gradualmente sostituite da specie che vivono nel suolo). In foreste che sono state gestite intensamente fino ad alcuni decenni orsono le ulti-

**Tab. 1** - Quantità e qualità della necromassa presente in foreste vetuste temperate del piano montano della penisola balcanica e in foreste coltivate con criteri naturalistici o non gestite (riserve o foreste in cui non ci sono stati interventi selvicolturali) da alcuni decenni delle Alpi orientali e degli Appennini settentrionali. (Pa): *Picea abies*; (Aa): *Abies alba*; (Fs): *Fagus sylvatica*. (BiH): Bosnia-Herzegovina; (MN): Montenegro.

Tipo	Località	Densità (alberi $\text{ha}^{-1}$ )	Area basimetrica ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Diametro medio (cm)	Volume alberi viventi ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	Volume necromassa ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	Specie presenti	Rapporto % tra necromassa e volume alberi viventi
Foreste gestite (modalità di gestione naturalistica e/o misure PSR finalizzate alla conservazione della biodiversità)	Amblar (TN)	544.1	44.5	32.9	621.8	32	Pa, Aa, Fs	5
	Croviana (TN)	353.7	40.5	41.2	527.6	48	Pa, Aa, Fs	9
	Santo Stefano Cadore (BL)	822.1	40.6	25.7	453.1	22	Pa, Aa, Fs	5
	Verna (AR)	475	45.0	29.0	657	67	Aa, Fs	10
Foreste non gestite da alcuni decenni e Riserve	Ris. Valbona - Area 2 (TN)	647	69.2	41.5	914.5	80	Pa	9
	Ludrin (TN)	741	45.1	29.2	533.4	70	Pa, Aa, Fs	13
	Val Navarza (UD)	702.8	52.4	31.6	584	85	Pa, Aa, Fs	15
	Ris. Sasso Fratino (FC)	235	53.0	47.9	858	65	Aa, Fs	8
Foreste vetuste	Lom (BiH)	637.7	61.6	35.4	763.1	327	Pa, Aa, Fs	43
	Perućica (BiH)	431.7	59.1	41.7	1031	406	Pa, Aa, Fs	39
	Biogradska gora (MN)	411.9	60.1	43.2	1030	420	Pa, Aa, Fs	41

**Fig. 6 -** (A) Foresta della Verna (AR, Italia) Anche nelle foreste italiane più ricche di necromassa il volume raramente supera alcune decine di metri cubi ad ettaro. Nella foresta della Verna (bosco misto di faggio ed abete bianco) il valore medio di CWD è di  $67 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Motta et al. 2010); (B) Foresta di Lom (Bosnia-Herzegovina). Nelle foreste vetuste (in questo caso in un popolamento misto di abete bianco, faggio ed abete rosso) il volume medio di CWD supera i  $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Motta et al. 2011).



me fasi possono mancare od essere poco rappresentate. In queste ultime foreste si evidenzia anche una importante carenza, tra gli elementi di CWD, di alberi morti in piedi di grandi dimensioni (Motta et al. 2015) che sono importanti per la nidificazione dell'avifauna.

### Necromassa, alberi habitat e selvicoltura

In questi ultimi decenni, sulla base delle conoscenze ecologiche acquisite sull'importanza della necromassa in foresta, è maturata la consapevolezza di selvicoltori e gestori delle risorse naturali dell'importanza di conservare una quota di legno morto anche all'interno delle foreste coltivate (Wolynski 2001, Hansen et al. 1991).

La necromassa è stata anche riconosciuta come uno dei principali "Criteri ed indicatori quantitativi di gestione forestale sostenibile" utilizzati nel processo di Helsinki e quindi la succitata Legge n. 141 12 dicembre 2019 è finalizzata anche al rispetto degli accordi internazionali sottoscritti dai governi nazionali. La conservazione di alberi habitat ed elementi di necromassa non è però una novità nel panorama nazionale, in quanto già da diversi anni in alcune Regioni (ad esempio la Regione Lombardia e la Regione Piemonte) la conservazione di alberi morti, se presenti, è obbligatoria in tutti gli interventi selvicolturali (Motta et al. 2015) ed in tutto il territorio nazionale è prevista tra le Misure di Conservazione delle aree appartenenti al network di Natura 2000 (European Commission 2015).

Accanto alla conservazione della necromassa è cresciuta la consapevolezza sull'importanza degli alberi habitat che trovano già riconoscimento in molte normative regionali e che sono espressamente citati nel decreto clima che richiede "il rilascio in bosco di alberi da destinare all'invecchiamento a tempo indefinito". Questi alberi possono contenere parti di fusto o di chioma "morte" e contribuiscono alla conservazione della biodiversità ad all'aumento della necromassa attuale e futura all'interno dei popolamenti forestali (Fig. 7).

Un altro importante settore selvicolturale in cui è aumentata la consapevolezza dell'importanza del ruolo della necromassa è quello degli interventi di recupero della foresta dopo un disturbo naturale (fuoco, incendio, pullu-

lazione di insetti). Mentre in passato l'intervento consuetudinario era quello di asportare tutto il legno morto con successivo rimboschimento artificiale, il cosiddetto salva-



**Fig. 7 -** Albero habitat contrassegnato in quanto sede di nidificazione di un picchio (Paneveggio, TN). Nel passato quest'albero sarebbe stato prelevato per criteri qualitativi e "sanitari" mentre attualmente viene identificato in modo permanente in modo da sottrarlo al taglio.

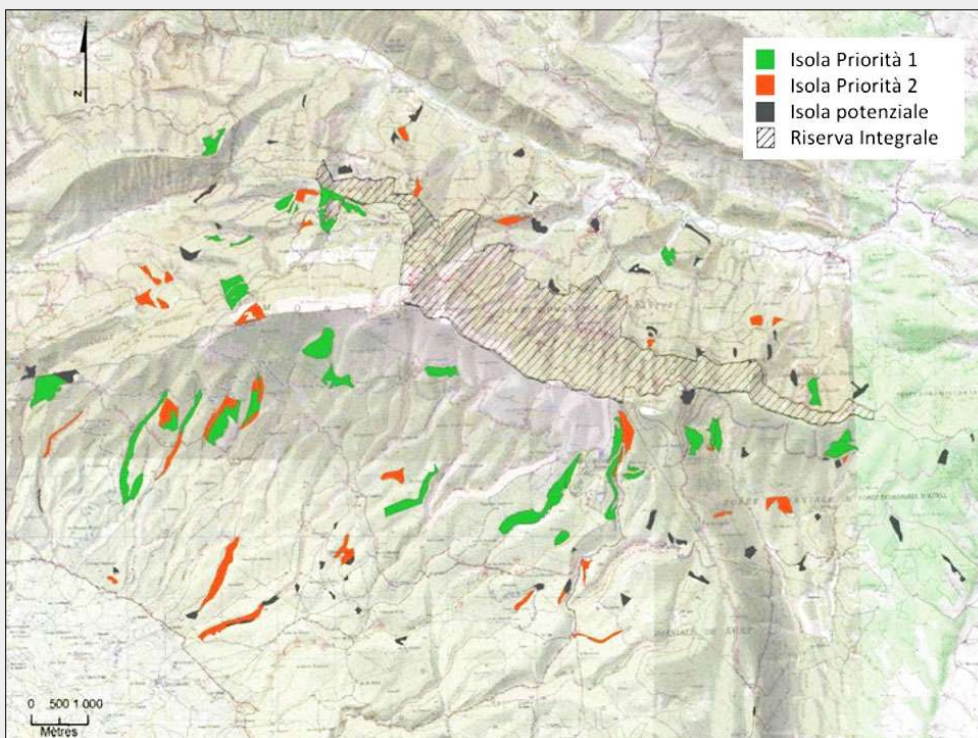


**Fig. 8** - Disentis (Svizzera). Confronto tra *salvage logging* (a sinistra) e popolamento in cui non si è intervenuti dopo uno schianto da vento (a destra). È evidente la differenza di quantità di legno morto presente al suolo dopo il disturbo rispetto alla superficie dove si è intervenuti.

ge logging (Fig. 8), in questi ultimi anni l'utilità e l'efficacia di questa pratica sono state messe fortemente in discussione (Lindenmayer et al. 2004, Lindenmayer & Noss 2006). Anche in questo caso l'obiettivo di una gestione sostenibile è quello di mantenere una quota di residui del popolamento precedente (le eredità biologiche o *legacies* nella letteratura anglosassone) in modo da favorire la ricolonizzazione del più alto numero di specie animali e vegetali nel popolamento successivo, limitando così i rischi di perdita di biodiversità e favorendo i processi naturali (Gustafsson et al. 2020). Anche in Italia, ad esempio dopo incendi di elevata estensione o superfici di schianti da vento come quelli provocati da Vaia (Motta et al. 2018), la quantità di necromassa lasciata in bosco è, non solo per

motivi di carattere ecologico, significativamente maggiore rispetto a quanto accadeva alcuni decenni orsono.

Un ruolo importante per la crescita di una professionalità più consapevole ed attenta agli aspetti ecosistemici e multidisciplinari, come l'importanza della necromassa, è stata svolta, in questi ultimi anni, dai progetti LIFE come, ad esempio, Fagus, MIPP, ManFor, Carabus (Della Rocca et al. 2014, Negro et al. 2014, Mason et al. 2015). Spesso, nell'ambito di questi progetti, si è evidenziata l'importanza non solo di sensibilizzare i tecnici e gli operatori sulla conservazione e valorizzazione di questa componente ma anche di svolgere una adeguata informazione ed educazione nei confronti dei proprietari e di tutti i portatori di interesse.



**Fig. 9** - Esempio di distribuzione di isole di invecchiamento nella foresta demaniale del Mont Ventoux (Francia). Si tratta di 74 isole, suddivise tra quelle con priorità 1 (quelle che hanno caratteristiche strutturali migliori, adeguata superficie e interessano tipi forestali di particolare interesse), quelle con priorità 2 e quelle potenziali (non attive ma che possono sostituire quelle che invece sono state già individuate). Nella foresta è stata anche individuata un'area di Riserva integrale. Nel complesso l'area interessata dalle isole di invecchiamento è del 3% circa della superficie complessiva (da: Cateau et al. 2015, modificato).

## Quanta necromassa dobbiamo rilasciare? Come distribuire la necromassa nel popolamento e nella foresta?

La quota di biomassa da rilasciare dovrebbe rappresentare un compromesso tra l'importanza di conservare biodiversità e processi ecologici e la necessità di limitare i pericoli potenziali relativi a diffusione di patogeni, pullulazioni di insetti o innesco di incendi. In Europa in questi ultimi anni sono aumentate le ricerche finalizzate alla definizione di valori soglia del CWD da rilasciare che sono variabili a seconda della categoria forestale e della specie o del gruppo di specie target da proteggere (insetti saproxilici, avifauna, funghi, muschi, licheni). Questi valori soglia sono stati indicati generalmente in 20-30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per le foreste boreali, 30-40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per foreste miste del piano montano e 30-50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per le foreste planiziali (Müller & Bütler 2010). In Svizzera i valori soglia sono stati fissati dall'Ufficio Federale per l'ambiente in 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per il Giura, l'Altipiano ed il sud delle Alpi ed in 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per le prealpi e le Alpi Bernesi (Lachat et al. 2014). Per le foreste planiziali della pianura padana è stata indicata una soglia prudenziale di 35 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Della Rocca et al. 2014); tuttavia in queste foreste è più difficile raggiungere i quantitativi elevati di necromassa che si possono osservare nelle foreste del piano montano e subalpino in quanto la decomposizione è più rapida e, nelle foreste alluvionali più naturali, le piene rimuovono parte della necromassa presente sul suolo forestale. In alcuni casi queste soglie non sono sufficienti a garantire la conservazione di specie più esigenti che possono richiedere quantitativi di necromassa di 100-140 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Müller & Bütler 2010). Per la conservazione di queste specie, oltre alla quantità ed alla qualità della necromassa (grado di decomposizione), è importante garantire anche un'adeguata distribuzione spaziale del legno morto sia a livello di popolamento che a livello di comprensorio forestale (Okland et al. 1996, Franc et al. 2007) ed è indispensabile attuare una strategia mirata che può essere realizzata, ad esempio, attraverso la definizione di "isole di invecchiamento" (Fig. 9) che possono costituire delle vere e proprie riserve di necromassa" all'interno delle foreste coltivate (Cateau et al. 2015, Mason et al. 2016, Jakoby et al. 2010). La definizione e la continuità delle isole di invecchiamento può essere attuata correttamente solo in aree dotate di Piano di Assestamento o di Piano aziendale e questo ne limita l'applicazione, in quanto attualmente solo circa il 15% della superficie forestale italiana ha uno strumento di questo tipo (Marchetti et al. 2018).

## Conclusioni

La quantità di necromassa nelle foreste italiane ed europee è in continuo aumento, così come la consapevolezza dei gestori dell'importanza di questo componente. L'aumento di necromassa è un fattore legato alla minore pressione antropica nelle foreste coltivate, alla quota di boschi che sono abbandonati e costituiscono delle Riserve di fatto (Portier et al. 2020) ed all'aumento della frequenza e dell'intensità dei disturbi naturali che non sono oggetto di *salvage logging* o che comunque rilasciano una quota importante di residui legnosi. Accanto a queste situazioni, in cui l'aumento della necromassa avviene potremmo dire "per inerzia", è di fondamentale importanza una "gestione attiva" di conservazione del legno morto da attuarsi nelle foreste coltivate che richiede il supporto della ricerca per la definizione di quantità e qualità dei rilasci. Di questa pratica si gioverà non solo la biodiversità ed il funzionamento di tutto l'ecosistema (Lelli et al. 2019), ma anche la sostenibilità e l'accettazione sociale della gestione forestale (Paletto et al. 2013). L'aumento della necromassa nelle foreste coltivate è però anche legata anche all'aumento delle superfici forestali dotate di Piani di As-

sestamento forestale o Piani Aziendali, in assenza dei quali non è possibile programmare la conservazione della necromassa sul lungo periodo e prevedere un'adeguata distribuzione della quantità e della qualità di questo elemento all'interno dei comprensori forestali. Una politica attiva di conservazione e valorizzazione della biomassa richiede un consapevole approccio culturale da parte dei tecnici forestali e di tutti i portatori di interesse. Quest'ultimo può essere favorito da opportune iniziative di formazione-informazione che trovano nei progetti LIFE un primo strumento efficace, ma che devono essere estese ad un pubblico più vasto di tecnici, operatori, amministratori, portatori di interesse e frequentatori a scopo turistico-ricreativo. Infine, l'aumento di necromassa, di alberi habitat e di altri elementi legati all'erogazione di biodiversità e di servizi ecosistemici di cui beneficia tutta la comunità, non può essere a carico, in termini di aumento di spese di gestione e di mancato reddito, dei soli proprietari forestali. È quindi auspicabile che le leggi nazionali e regionali che, anche nell'ambito di accordi internazionali, sono finalizzate ad aumentare la sostenibilità della gestione forestale e la valorizzazione dell'erogazione di servizi ecosistemici prevedano delle adeguate forme di indennizzo abbinate ad incentivi mirati a premiare le modalità di gestione "virtuosa" e le "buone pratiche" finalizzate ad aumentare la presenza di alberi habitat, di isole di invecchiamento e di necromassa rilasciata in foresta.

## Bibliografia

- Bačič R, Svoboda M, Pouska V, Janda P, Cervenka J (2012). Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests: which logs are suitable for seedling recruitment? *Forest Ecology and Management* 266: 254-262. - doi: [10.1016/j.foreco.2011.11.025](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.025)
- Butler R, Lachat T, Larrieu L, Paillet Y (2013). Habitat trees: key elements for forest biodiversity. In: "Integrative Approaches as an Opportunity for the Conservation of Forest Biodiversity" (Kraus D, Krumm F eds). EFI, European Forest Institute, Freiburg, Germany, pp. 84-92. [online] URL: <http://www.researchgate.net/publication/308050296>
- Calamini G, Maltoni A, Travaglini D, Iovino F, Nicolaci A, Menguzzato G, Corona P, Ferrari B, Di Santo D, Chirici G, Lombardi F (2011). Stand structure attributes in potential Old-Growth Forests in the Apennines, Italy. *L'Italia Forestale e Montana* 66 (5): 365-381. - doi: [10.4129/ifm.2011.5.01](https://doi.org/10.4129/ifm.2011.5.01)
- Castagneri D, Garbarino M, Berretti R, Motta R (2010). Site and stand effects on coarse woody debris in montane mixed forests of Eastern Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 260 (9): 1592-1598. - doi: [10.1016/j.foreco.2010.08.008](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.008)
- Cateau E, Parrot M, Roux A, Reyna K, Rossi M, Vallauri D (2015). Mettre en œuvre un réseau d'îlots de vieux bois Test d'une méthode dans la Réserve de biosphère du mont Ventoux. *Forêt Méditerranéenne* 1: 23-36. [online] URL: <http://hdl.handle.net/2042/60126>
- Chirici G, McRoberts RE, Winter S, Bertini R, Br ndli U-B, Asensio IA, Bastrup-Birk A, Rondeux J, Barsoum N, Marchetti M (2012). National forest inventory contributions to forest biodiversity monitoring. *Forest Science* 58 (3): 257-268. - doi: [10.5849/for-sci.12-003](https://doi.org/10.5849/for-sci.12-003)
- Della Rocca F, Stefanelli S, Pasquaretta C, Campanaro A, Bogliani G (2014). Effect of deadwood management on saproxylic beetle richness in the floodplain forests of northern Italy: some measures for deadwood sustainable use. *Journal of Insect Conservation* 18 (1): 121-136. - doi: [10.1007/s10841-014-9620-1](https://doi.org/10.1007/s10841-014-9620-1)
- European Commission (2015). Natura 2000 and forests (Part I - II). Technical Report no. 088, vol. 2015, Luxembourg. - doi: [10.2779/699873](https://doi.org/10.2779/699873)
- Forest Europe (2015). State of Europe's forests. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, FAO/UNECE/Forest Europe Liaison Unit, Madrid, Spain.
- Franc N, Gotmark F, Okland B, Norden B, Paltto H (2007). Fac-

- tors and scales potentially important for saproxylic beetles in temperate mixed oak forest. *Biological Conservation* 135: 86-98. - doi: [10.1016/j.biocon.2006.09.021](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.09.021)
- Franklin JF, Shugart HH, Harmon ME (1987). Tree death as an ecological process. *BioScience* 37: 550-556. - doi: [10.2307/13100665](https://doi.org/10.2307/13100665)
- Gustafsson L, Bauhus J, Asbeck T, Augustynczik ALD, Basile M, Frey J, Gutzat F, Hanewinkel M, Helbach J, Jonker M, Knuff A, Messier C, Penner J, Pyttel P, Reif A, Storch F, Winiger N, Winkel G, Yousefpour R, Storch I (2020). Retention as an integrated biodiversity conservation approach for continuous-cover forestry in Europe. *Ambio* 49 (1): 85-97. - doi: [10.1007/s13280-019-01190-1](https://doi.org/10.1007/s13280-019-01190-1)
- Hansen AJ, Spies TA, Swanson FJ, Ohmann JL (1991). Conserving biodiversity in managed forests. *BioScience* 41 (6): 382-392. - doi: [10.2307/1311745](https://doi.org/10.2307/1311745)
- Harmon ME, Franklin JF (1989). Tree seedlings on logs in *Picea-Tsuga* forests of Oregon and Washington. *Ecology* 70 (1): 48-59. - doi: [10.2307/1938411](https://doi.org/10.2307/1938411)
- Harmon ME, Franklin JF, Swanson FJ, Sollins P, Gregory SV, Latin JD, Anderson NH, Cline SP, Aumen NG, Sedell JR, Lienkaemper GW, Cromack KJ, Cummins KW (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. In: "Advances in Ecological Research", vol. 15 (MacFadyen A, Ford ED eds), Academic Press, USA, pp. 133-282. - doi: [10.1016/S0065-2504\(08\)60121-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60121-X)
- Jakoby O, Rademacher C, Grimm V (2010). Modelling dead wood islands in European beech forests: how much and how reliably would they provide dead wood? *European Journal of Forest Research* 129 (4): 659-668. - doi: [10.1007/s10342-010-0366-3](https://doi.org/10.1007/s10342-010-0366-3)
- Kahl T, Arnstadt T, Baber K, Bässler C, Bauhus J, Borcken W, Buscot F, Floren A, Heibl C, Hessenmöller D, Hofrichter M, Hoppe B, Kellner H, Krüger D, Linsenmair KE, Matzner E, Otto P, Pura-hong W, Seilwinder C, Schulze E-D, Wende B, Weisser WW, Gos-sner MM (2017). Wood decay rates of 13 temperate tree species in relation to wood properties, enzyme activities and organismic diversities. *Forest Ecology and Management* 391: 86-95. - doi: [10.1016/j.foreco.2017.02.012](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.012)
- Keren S, Diaci J (2018). Comparing the quantity and structure of deadwood in selection managed and old-growth forests in South-East Europe. *Forests* 9 (2): 76. - doi: [10.3390/f9020076](https://doi.org/10.3390/f9020076)
- Kraus D, Bütler F, Krumm F, Lachat T, Larrieu L, Mergner U, Paillet Y, Rydkvist R, Schuck A, Winter S (2016). Catalogue of tree microhabitats - reference field list. Integrate + Technical Paper, European Forest Institute, Freiburg, Germany. [online] URL: [http://oatao.univ-toulouse.fr/16279/1/Kraus\\_16279.pdf](http://oatao.univ-toulouse.fr/16279/1/Kraus_16279.pdf)
- Lachat T, Brang P, Bolliger M, Bollmann K, Brändli U-B, Bütler R, Herrmann S, Schneider O, Wermelinger B (2014). Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Notice pour le praticien, vol. 12, WSL, Birmensdorf, Switzerland. [online] URL: <http://www.researchgate.net/publication/263428756>
- Lelli C, Bruun HH, Chiarucci A, Donati D, Frascaroli F, Fritz O, Goldberg I, Nascimbene J, Tøttrup AP, Rahbek C, Heilmann-Clausen J (2019). Biodiversity response to forest structure and management: comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. *Forest Ecology and Management* 432: 707-717. - doi: [10.1016/j.foreco.2018.09.057](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.057)
- Lindenmayer DB, Foster DH, Franklin JF, Hunter ML, Noss RF, Schmiegelow FA, Perry D (2004). Salvage harvesting policies after natural disturbance. *Science* 303: 1303. - doi: [10.1126/science.1093438](https://doi.org/10.1126/science.1093438)
- Lindenmayer D, Noss R (2006). Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 20 (4): 949-958. - doi: [10.1111/j.1523-1739.2006.00497.x](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00497.x)
- Lombardi F, Chirici G, Marchetti M, Tognetti R, Lasserre B, Corona P, Barbati A, Ferrari B, Di Paolo S, Giuliarelli D, Mason F, Iovino F, Nicolaci A, Bianchi L, Maltoni A, Travaglini D (2013). Deadwood in forest stands close to old-growthness under mediterranean conditions in the Italian peninsula. *L'Italia Forestale e Montana* 65 (5): 491-504.
- Lombardi F, Lasserre B, Tognetti R, Marchetti M (2008). Deadwood in relation to stand management and forest type in Central Apennines (Molise, Italy). *Ecosystems* 11 (6): 882-894. - doi: [10.1007/s10021-008-9167-7](https://doi.org/10.1007/s10021-008-9167-7)
- Lombardi F, Tognetti R, Marchetti M (2019). Il Decreto CLIMA: nuove opportunità per le aree forestali ad elevato valore naturalistico. *Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale* 16 (6): 83-85. - doi: [10.3832/efor0064-016](https://doi.org/10.3832/efor0064-016)
- Luyssaert S, Schulze ED, Börner A, Knohl A, Hessenmöller D, Law BE, Ciais P, Grace J (2008). Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455: 211-213. - doi: [10.1038/nature07276](https://doi.org/10.1038/nature07276)
- Marchetti M, Motta R, Pettenella D, Sallustio L, Vacchiano G (2018). Le foreste e il sistema foresta-legno in Italia: verso una nuova strategia per rispondere alle sfide interne e globali. *Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale* 15 (3): 41-50. - doi: [10.3832/efor2796-015](https://doi.org/10.3832/efor2796-015)
- Mason F, Di Salvatore U, Zapponi L, Cantiani P, De Cinti B, Ferretti F (2016). Ilots des senescence in the ManFor C. BD sites. *Italian Journal of Agronomy* 11: 135-140.
- Mason F, Roversi PF, Audisio P, Bologna MA, Carpaneto GM, Antonini G, Mancini E, Peverieri GS, Mosconi F, Solano E (2015). Monitoring of insects with public participation (MIPP; EU LIFE project 11 NAT/IT/000252): overview on a citizen science initiative and a monitoring programme (Insecta: Coleoptera; Lepidoptera; Orthoptera). *Fragmenta Entomologica* 47 (1): 51-52. - doi: [10.4081/fe.2015.134](https://doi.org/10.4081/fe.2015.134)
- Motta R, Ascoli D, Corona P, Marchetti M, Vacchiano G (2018). Selvicoltura e schianti da vento. Il caso della "tempesta Vaia". *Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale* 15 (6): 94-98. - doi: [10.3832/efor2990-015](https://doi.org/10.3832/efor2990-015)
- Motta R, Berretti R, Borchi S, Bresciani A, Garbarino M, Trucchi D (2010). Stand structure and coarse woody debris profile of "La Verna" forest (Arezzo, Italy). *L'Italia Forestale e Montana* 65 (5): 591-605. - doi: [10.4129/IFM.2010.5.08](https://doi.org/10.4129/IFM.2010.5.08)
- Motta R, Berretti R, Castagneri D, Dukić V, Garbarino M, Gove-dar Z, Lingua E, Maunaga Z, Meloni F (2011). Toward a definition of the range of variability of central European mixed *Fagus-Abies-Picea* forests: the nearly steady-state forest of Lom (Bosnia and Herzegovina). *Canadian Journal of Forest Research* 41 (9): 1871-1884. - doi: [10.1139/x11-098](https://doi.org/10.1139/x11-098)
- Motta R, Berretti R, Lingua E, Piussi P (2006). Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 235 (1-3): 155-163. - doi: [10.1016/j.foreco.2006.08.007](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.007)
- Motta R, Garbarino M, Berretti R, Meloni F, Nosenzo A, Vacchiano G (2015). Development of old-growth characteristics in uneven-aged forests of the Italian Alps. *European Journal of Forest Research* 134 (1): 19-31. - doi: [10.1007/s10342-014-0830-6](https://doi.org/10.1007/s10342-014-0830-6)
- Müller J, Bütler R (2010). A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129 (6) 981: 992-992. - doi: [10.1007/s10342-010-0400-5](https://doi.org/10.1007/s10342-010-0400-5)
- Negro M, Vacchiano G, Berretti R, Chamberlain DE, Paestrini C, Motta R, Rolando A (2014). Effects of forest management on ground beetle diversity in alpine beech (*Fagus sylvatica* L.) stands. *Forest Ecology and Management* 328: 300-309. - doi: [10.1016/j.foreco.2014.05.049](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.049)
- Ohtsuka T, Shizu Y, Hirota M, Yashiro Y, Shugang J, Iimura Y, Koizumi H (2014). Role of coarse woody debris in the carbon cycle of Takayama forest, central Japan. *Ecological Research* 29 (1): 91-101. - doi: [10.1007/s11284-013-1102-5](https://doi.org/10.1007/s11284-013-1102-5)
- Okland B, Bakke A, Hagvar S, Kvamme T (1996). What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. *Biodiversity and Conservation* 5: 75-100. - doi: [10.1007/BF00056293](https://doi.org/10.1007/BF00056293)
- Oliver CD, Larson BC (1996). *Forest stand dynamics*. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Paletto A, De Meo I, Cantiani MG, Maino F (2013). Social perceptions and forest management strategies in an Italian Alpine community. *Mountain Research and Development* 33 (2): 152-160. - doi: [10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00115.1](https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00115.1)



- Paletto A, De Meo I, Cantiani P, Ferretti F (2014). Effects of forest management on the amount of deadwood in Mediterranean oak ecosystems. *Annals of Forest Science* 71 (7): 791-800. - doi: [10.1007/s13595-014-0377-1](https://doi.org/10.1007/s13595-014-0377-1)
- Parisi F, Pioli S, Lombardi F, Fravolini G, Marchetti M, Tognetti R (2018). Linking deadwood traits with saproxylic invertebrates and fungi in European forests - a review. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 11 (3): 423-436. - doi: [10.3832/for2670-011](https://doi.org/10.3832/for2670-011)
- Pickett STA, White PS (1985). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, New York, USA.
- Pignatti G, Di Natale A, Gasparini P, Paletto A (2009). Il legno morto nei boschi italiani secondo l'Inventario Forestale Nazionale. *Forest@ - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale* 6: 365-375. - doi: [10.3832/eforo598-006](https://doi.org/10.3832/eforo598-006)
- Portier J, Wunder J, Stadelmann G, Zell J, Abegg M, Thürig E, Rohner B (2020). "Latent reserves": a hidden treasure in National Forest Inventories. *Journal of Ecology*. [in press] - doi: [10.1111/1365-2745.13487](https://doi.org/10.1111/1365-2745.13487)
- Puletti N, Canullo R, Mattioli W, Gawrys R, Corona P, Czerepko J (2019). A dataset of forest volume deadwood estimates for Europe. *Annals of Forest Science* 76 (3): 68. - doi: [10.1007/s13595-019-0832-0](https://doi.org/10.1007/s13595-019-0832-0)
- Schulze ED, Wirth C, Heimann M (2000). Managing forests after Kyoto. *Science* 289 (5487): 2058-2059. - doi: [10.1126/science.289.5487.2058](https://doi.org/10.1126/science.289.5487.2058)
- Seidl R, Thom D, Kautz M, Martin-Benito D, Peltoniemi M, Vacchiano G, Wild J, Ascoli D, Petr M, Honkaniemi J, Lexer MJ, Trotsiuk V, Mairota P, Svoboda M, Fabrika M, Nagel TA, Reyer CPO (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change* 7: 395. - doi: [10.1038/nclimate3303](https://doi.org/10.1038/nclimate3303)
- Siitonen J (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11-41. [online] URL: <http://www.jstor.org/stable/20113262>
- Spies TA, Franklin JF (1988). Coarse woody debris in Douglas-fir forest of Western Oregon and Washington. *Ecology* 69 (6): 1689-1702. - doi: [10.2307/1941147](https://doi.org/10.2307/1941147)
- Stokland JN (2001). The coarse woody debris profile: an archive of recent forest history and an important biodiversity indicator. *Ecological Bulletins* 49: 71-83. [online] URL: <http://www.jstor.org/stable/20113265>
- Stokland JN, Siitonen J, Jonsson BG (2012). Biodiversity in dead wood (Ecology, biodiversity and conservation). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Sturtevant BR, Bissonette JA, Long JN, Roberts D (1997). Coarse woody debris as a function of age, stand structure, and disturbance in boreal Newfoundland. *Ecological Applications* 7 (2): 702-712. - doi: [10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0702:CWDAAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0702:CWDAAF]2.0.CO;2)
- Sverdrup-Thygeson A, Gustafsson L, Kouki J (2014). Spatial and temporal scales relevant for conservation of dead-wood associated species: current status and perspectives. *Biodiversity and Conservation* 23: 513-535. - doi: [10.1007/s10531-014-0628-3](https://doi.org/10.1007/s10531-014-0628-3)
- Travaglini D, Barbati A, Chirici G, Lombardi F, Marchetti M, Corona P (2007). ForestBIOTA data on deadwood monitoring in Europe. *Plant Biosystems* 141 (2): 222-230. - doi: [10.1080/11263500701401778](https://doi.org/10.1080/11263500701401778)
- Vuidot A, Paillet Y, Archaux F, Gosselin F (2011). Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. *Biological Conservation* 144 (1): 441-450. - doi: [10.1016/j.biocon.2010.09.030](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.030)
- Watson JEM, Evans T, Venter O, Williams B, Tulloch A, Stewart C, Thompson I, Ray JC, Murray K, Salazar A, McAlpine C, Potapov P, Walston J, Robinson JG, Painter M, Wilkie D, Filardi C, Laurance WF, Houghton RA, Maxwell S, Grantham H, Samper C, Wang S, Laestadius L, Runtting RK, Silva-Chávez GA, Ervin J, Lindenmayer D (2018). The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology and Evolution* 2 (4): 599-610. - doi: [10.1038/s41559-018-0490-x](https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x)
- Woldendorp G, Keenan RJ, Barry S, Spencer RD (2004). Analysis of sampling methods for coarse woody debris. *Forest Ecology and Management* 198 (1-3): 133-148. - doi: [10.1016/j.foreco.2004.03.042](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.03.042)
- Wolynski A (2001). Significato della necromassa legnosa in bosco in un'ottica di gestione forestale sostenibile. *Sherwood* (67): 5-12.
- Woodall CW, Nagel LM (2006). Coarse woody type: a new method for analyzing coarse woody debris and forest change. *Forest Ecology and Management* 227 (1-2): 115-121. - doi: [10.1016/j.foreco.2006.02.032](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.02.032)
- Zielonka T, Niklasson M (2001). Dynamics of dead wood and regeneration pattern in natural spruce forest in the Tatra Mountains, Poland. *Ecological Bulletins* 49: 159-163. [online] URL: <http://www.jstor.org/stable/20113273>