

Sezione Speciale: Progetto LIFE FUTMON

“Il Monitoraggio Forestale nel Progetto FUTMON: Risultati e Applicazioni di Ricerca”

Guest Editor: Luca Salvati (CRA-RPS, Roma)

Monitoraggio estensivo delle foreste italiane: integrazione tra Inventario Forestale Nazionale e Rete europea di Livello I

Patrizia Gasparini*, Lucio Di Cosmo, Alessandro Paletto, Maria Rizzo, Emanuele Presutti Saba

*Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CRA-MPF), p.za Nicolini 6, I-38123 Trento (Italy) - *Corresponding Author: Patrizia Gasparini (patrizia.gasparini@entecra.it).*

Abstract: *Extensive monitoring of Italian forests: integration of the National Forest Inventory with the European Network of Level I. Forest monitoring is important for enhancing our knowledge on such ecosystems and their changes in order to enable actions helpful for their protection. At the European level, several monitoring programmes are carried out at present to pursue a better knowledge of specific characteristics of forests. Among those, national forest inventories are carried out to give a picture of their status (forest area, forest types, timber volume, growth and others), whereas health status of forests has been monitored over twenty years thanks to a specific programme, the ICP Forests. Under LIFE+ programme 2007, the FutMon project funded country-level studies aiming at evaluating the possibility to merge national forest inventory and Level I sample plots in a unique set of plots for forest monitoring and survey protocol. The underlying idea is that a common set of plots would enhance efficiency either in terms of costs or in terms of scientific results. However, an important issue is to preserve the validity of the twenty-years-long existing data series. For this reason in Italy, in 2009 and 2010, an experiment was carried out by measuring a common set of variables both in the Level I plots and in a subset of the inventory plots, in order to evaluate differences and similarities of surveying variables in the two different plot samples. More specifically, the integration between the two programmes would imply a change in the crown-condition sample-trees selection criteria and the shift of the Level I network to the inventory one. On the basis of the results, from 2012 the National Forest Inventory protocol for sample-trees selection has already been adopted on the Level I plots, whereas the feasibility of shifting the Level I plots from the ICP network to the National Forest Inventory one is still under evaluation.*

Keywords: Forest Monitoring, Forest Inventory, Forest Crown Condition, ICP Forests Level I, Italian Forests

Received: Apr 23, 2013; Accepted: Nov 04, 2013; Published online: Feb 25, 2014

Citation: Gasparini P, Di Cosmo L, Paletto A, Rizzo M, Presutti Saba E, 2014. Monitoraggio estensivo delle foreste italiane: integrazione tra Inventario Forestale Nazionale e Rete europea di Livello I. *Forest@* 11: 36-44 [online 2014-02-25] URL: <http://www.sisef.it/forest@/?id=efor1017-011>

Introduzione

Lo stato di salute delle foreste italiane viene monitorato annualmente, da oltre 15 anni, sui punti della Rete Nazionale per il Controllo degli Ecosistemi Forestali (CONECOFOR), istituita nel 1995 nel quadro del programma ICP Forests (*International Co-operative*

Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests), programma attivato nell'ambito della Convenzione Internazionale UN-ECE sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lungo Raggio (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution of the United Nations Economic Commis-*

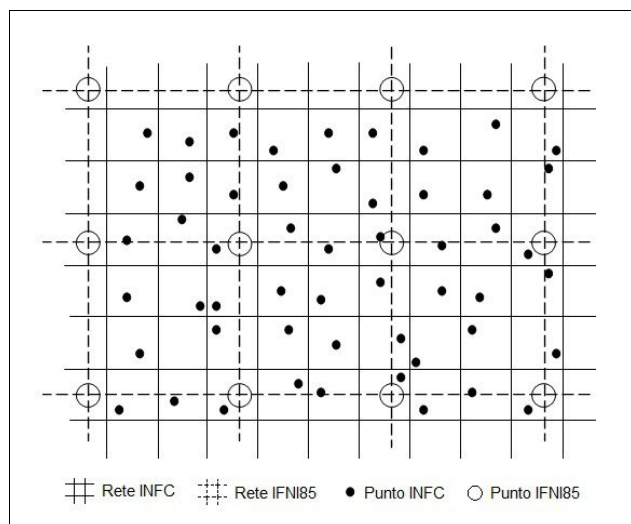


Fig. 1 - Esempio delle relazioni tra le reti di campionamento, la distribuzione e l'intensità dei punti di campionamento del primo Inventario Forestale Nazionale (IFNI85, reticolo di campionamento adottato per il Livello I) e del secondo (INFC2005).

sion for Europe - LRTAP) e finanziato dall'Unione Europea. Tuttavia, il monitoraggio estensivo delle foreste prende avvio in Italia già nel 1985 con il programma INDEFO (INDagine sul DEperimento delle FOreste), finalizzato a fornire in tempi rapidi un quadro di sintesi sul deperimento dei boschi per cause ignote. L'indagine fu realizzata utilizzando la rete di campionamento del primo Inventario Forestale Nazionale (IFNI85), costituita da un insieme di punti di sondaggio distribuiti in maniera sistematica sul territorio nazionale secondo un reticolo a maglie di ampiezza 3×3 km. Con l'istituzione del programma CONECOFOR, una parte dei punti di campionamento INDEFO vennero selezionati per ottenere un'intensità di campionamento di un punto ogni 256 km^2 e costituire così la rete di monitoraggio nazionale, che diviene parte di quella più ampia, transnazionale, chiamata Rete di Livello I. I punti di sondaggio in Italia che fanno attualmente parte della rete di Livello I, in numero di 261, sono pertanto un sottocampione dei punti del primo Inventario Forestale Nazionale. Su questi, l'osservazione dello stato di salute degli alberi avviene con cadenza annuale secondo un protocollo internazionale definito e periodicamente aggiornato nell'ambito del Programma ICP Forests (UNECE 2010).

Con l'avvio, agli inizi degli anni 2000, del secondo Inventario Forestale Nazionale italiano (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio - INFC 2005) si operò la scelta di modifica-

re radicalmente il disegno di campionamento che aveva caratterizzato IFNI85. Si è passati così da un disegno con una sola fase di rilievo al suolo ad un disegno a tre fasi, la prima di fotointerpretazione e le successive due di rilievi al suolo (INFC2005 - Gasparini & Tabacchi 2011). La selezione dei nuovi punti di campionamento è avvenuta sulla base di un reticolo a maglie chilometriche (1×1 km), estraendo un punto casualmente entro ciascuna maglia. La distribuzione dei punti non è più quindi rigorosamente sistematica, e i punti di campionamento INFC2005 non hanno alcuna relazione con quelli del primo inventario forestale (Fig. 1). Tali scelte furono dettate dall'esigenza di migliorare l'efficienza del campionamento, riducendo i costi e migliorando la precisione delle stime ottenute. Inoltre, a causa del lungo periodo trascorso tra il primo e il secondo inventario e delle tecniche non particolarmente accurate di posizionamento al suolo disponibili ai tempi del primo, non era ipotizzabile poter eseguire i rilievi sugli stessi punti visitati nel 1985.

Le due reti di monitoraggio delle foreste esistenti in Italia, la rete di Livello I e la rete INFC2005, sono pertanto distinte. Entrambe sono gestite dal Corpo Forestale dello Stato, che è responsabile sia del monitoraggio della condizione di salute dei boschi sia della realizzazione dell'Inventario Forestale Nazionale.

A livello europeo, lo stato dell'integrazione tra la rete dell'Inventario Forestale Nazionale e la rete di monitoraggio dello stato di salute varia da paese a paese, con casi in cui vi è una perfetta coincidenza ed altri in cui si assiste ad una netta separazione (Ferretti 2010). Sia all'interno dei singoli paesi sia a livello europeo è emersa negli ultimi anni l'esigenza di assicurare la coerenza tra le statistiche prodotte dai vari programmi di monitoraggio; si è quindi valutata l'opportunità di favorire il massimo livello possibile di integrazione tra reti di monitoraggio dello stato di salute dei boschi e reti inventariali. L'integrazione può riguardare uno o più aspetti: la scelta dei punti di campionamento (ad esempio l'adozione di una stessa rete), i criteri di selezione degli alberi campione da osservare, le procedure di rilievo da adottare. Gradi di integrazione via via maggiori prevedono, per esempio, di passare da reti di monitoraggio distinte, in cui vengano applicate procedure di rilievo analoghe solo per alcuni aspetti di comune interesse (ad esempio il grado di defogliazione), a sistemi in cui venga applicato uno stesso protocollo su tutti gli attributi indagati su reti diverse, fino alla completa integrazione dei sistemi (rete e protocollo di rilievi comuni). In quest'ultimo caso, un'indagine specifica

(ad esempio, quella della valutazione dello stato di salute dei boschi) può costituire un approfondimento di un'indagine più generale (ad esempio, l'inventario forestale), quando i rilievi da essa previsti vengano condotti su un sottoinsieme dei punti di sondaggio utilizzati per l'indagine generale.

Dalle esigenze e ipotesi operative appena descritte e generalmente condivise è nata l'idea di una sperimentazione di portata europea che valutasse l'effettiva fattibilità dell'integrazione, che si è concretizzata nel Progetto LIFE+ "*Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System*" (FutMon LIFE+ 07 ENV/DE/000218). In particolare, l'Azione L1 del Progetto, denominata "*Creation of large-scale representative monitoring grid*" ha avuto come obiettivo quello di massimizzare le sinergie tra i diversi programmi attraverso la selezione di nuovi punti, chiamati *FutMon large-scale plots* (un sottoinsieme dei punti di campionamento inventariale di INFC2005, indicati più semplicemente come punti/aree FutMon-INFC nel resto del testo), su cui condurre i rilievi sullo stato di salute degli alberi nel biennio 2009-2010 (sotto-Azione L2a di FutMon) e cioè parallelamente ai rilievi condotti, come da consuetudine, sui punti della rete di Livello I. Un ulteriore obiettivo del Progetto FutMon è stato quello di favorire l'armonizzazione degli inventari forestali europei. La sotto-Azione L2b del progetto è stata finalizzata, infatti, ad individuare metodi e procedure (detti *bridges*) per rendere confrontabili le statistiche prodotte dai diversi Paesi per alcune variabili importanti (*core variables*) quali, ad esempio, la superficie delle foreste e il volume legnoso.

L'Italia, con l'Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale del CRA e il Corpo Forestale dello Stato, ha partecipato ad entrambe le azioni FutMon relative al monitoraggio estensivo (L1 e L2). Le attività svolte sotto l'Azione L1 nel biennio 2009-2010 sono state prolungate anche oltre la validità del Progetto, vale a dire per la stagione dei rilievi 2011. Nel testo che segue vengono descritte le attività svolte nell'ambito dell'Azione L1 e della sotto-Azione L2a e vengono presentati i principali risultati ottenuti in relazione all'incidenza sulle statistiche relative allo stato di salute degli alberi dovuta: (i) ad una variazione nel criterio di selezione degli alberi campione; e (ii) ad una eventuale riconduzione delle indagini dai punti della rete di Livello I a quelli sulla rete inventariale attuale. Per quanto riguarda alcuni aspetti del secondo punto, il prolungamento della sperimentazione nel 2011 ha suggerito di condurre nuove analisi, ancora in corso, per validare i risultati

ottenuti alla scadenza del Progetto sulla base della disponibilità aggiuntiva di osservazioni.

Materiali e metodi

Integrazione delle reti

Per valutare la possibilità di ricondurre le attività di monitoraggio dello stato di salute degli alberi sulla rete inventariale attualmente in uso, nel primo anno del progetto è stata costituita *ex-novo* una seconda rete di monitoraggio della condizione delle chiome, formata da un sottocampione dei punti INFC2005. Quest'ultimo è stato selezionato applicando gli stessi criteri del campionamento stratificato per tipo di vegetazione e regione amministrativa adottato per l'INFC2005 (in modo da ottenere un campione rappresentativo della superficie attuale del bosco e della sua distribuzione in Italia), ma applicando l'intensità di campionamento della rete di monitoraggio di Livello I (circa 1 punto ogni 256 km²). Considerata l'intensità di campionamento fissata dal progetto, ai fini della stratificazione le 17 categorie forestali INFC2005 sono state accorpate nelle 3 sovra-categorie dei "boschi di conifere", dei "boschi di latifoglie decidue" e dei "boschi di latifoglie sempreverdi" (INFC 2004).

Per quanto riguarda i punti di Livello I, nel primo anno di rilievi (2009) si è provveduto a classificarli secondo le categorie forestali adottate da INFC2005, in modo da consentire un confronto analitico dei dati per valutare la rappresentatività degli stessi rispetto alle statistiche più recenti del bosco in Italia.

Modalità di selezione degli alberi

Alcune differenze sostanziali esistenti al momento dell'avvio del Progetto FutMon tra il protocollo *ICP Forests* e quello INFC2005 riguardavano le modalità di selezione degli alberi da campionare e la marcatura di aree e soggetti arborei. Per il primo aspetto, il protocollo ICP applicato al Livello I prevede di individuare gli alberi in numero variabile, ma compreso tra un valore minimo di 10 e uno massimo di 30 per ciascun punto di campionamento, secondo un percorso "a spirale" che parte dall'individuo più vicino al punto di campionamento stesso e prosegue in direzione Nord-Est-Sud-Ovest. Per i rilievi inventariali, invece, si applicano aree di saggio (AdS) concentriche a raggio fisso, misurando tutti i soggetti con diametro a 1.30 m da terra superiore al valore soglia prestabilito di 4.5 cm che ricadono all'interno.

Riguardo alle marcature, nella rete di Livello I sia il punto di campionamento sia gli alberi selezionati

per le osservazioni vengono marcati in modo visibile, per facilitarne l'individuazione ad ogni stagione di rilievo. In INFC2005, invece, allo scopo di non influenzare le scelte di gestione e preservare la rappresentatività delle aree osservate, la posizione del punto di campionamento (che coincide con il centro delle AdS circolari) viene marcata attraverso un picchetto non visibile, infisso nel terreno, e non vengono apposti segni sugli alberi misurati.

Nella stagione 2009, la selezione delle piante da osservare nei punti FutMon-INFC è avvenuta attraverso l'impiego di due AdS concentriche di "tipo inventariale" di 13 e 18 m di raggio. Gli alberi osservati in tali aree sono stati identificati attraverso la registrazione della loro posizione (azimut e distanza dal centro dell'AdS), per assicurarne il ritrovamento nelle successive campagne di rilievo. In supporto alle attività di campo, nel secondo anno del progetto si è avviato un percorso che ha consentito di passare da una registrazione dei dati su schede cartacee ad una archiviazione su computer palmare direttamente in campo. Il software, realizzato dalla società Effeseitzero (spin-off con il sostegno del CRA) in collaborazione con CRA-MPF e Linnaeambiente s.r.l., consente controlli immediati sulla qualità dei dati in via di registrazione ed un conferimento via internet degli stessi ad un *web database* accessibile alle squadre e alla struttura di coordinamento e controllo.

Per la classificazione del grado di defogliazione e

decolorazione delle chiome e la descrizione dei sintomi causati dall'azione di insetti, funghi o avverse condizioni meteorologiche è stato adottato il protocollo di rilievo già utilizzato in ambito *ICP Forests* (AA. VV. 2010) e non quello adottato dal secondo Inventario Forestale Nazionale (INFC 2006). Nel primo anno di sperimentazione (2009), il rilievo della condizione delle chiome è stato condotto sugli alberi della spirale dei punti di Livello I e su quelli delle aree FutMon-INFC. Data l'importanza di tutelare la validità della serie storica di osservazioni, sulla rete di Livello I anche nel secondo anno del Progetto (e successivamente nel 2011) è proseguita l'osservazione dei soggetti marcati sulla spirale, ma allo stesso tempo è stato simulato un rilievo basato su due AdS circolari e concentriche del tipo già utilizzato nei 347 punti FutMon-INFC (Fig. 2). In totale, negli anni 2010 e 2011, le osservazioni hanno riguardato più di 6000 alberi nelle aree FutMon-INFC e più di 8000 alberi nei punti/nelle aree di Livello I.

Risultati

Le due reti di monitoraggio a confronto

I criteri adottati per la ripartizione del bosco in 3 sovra-categorie forestali al tasso di campionamento prefissato hanno portato alla selezione di 347 punti FutMon-INFC, 86 punti in più rispetto a quelli della rete di Livello I, pari ad un aumento della numerosi-

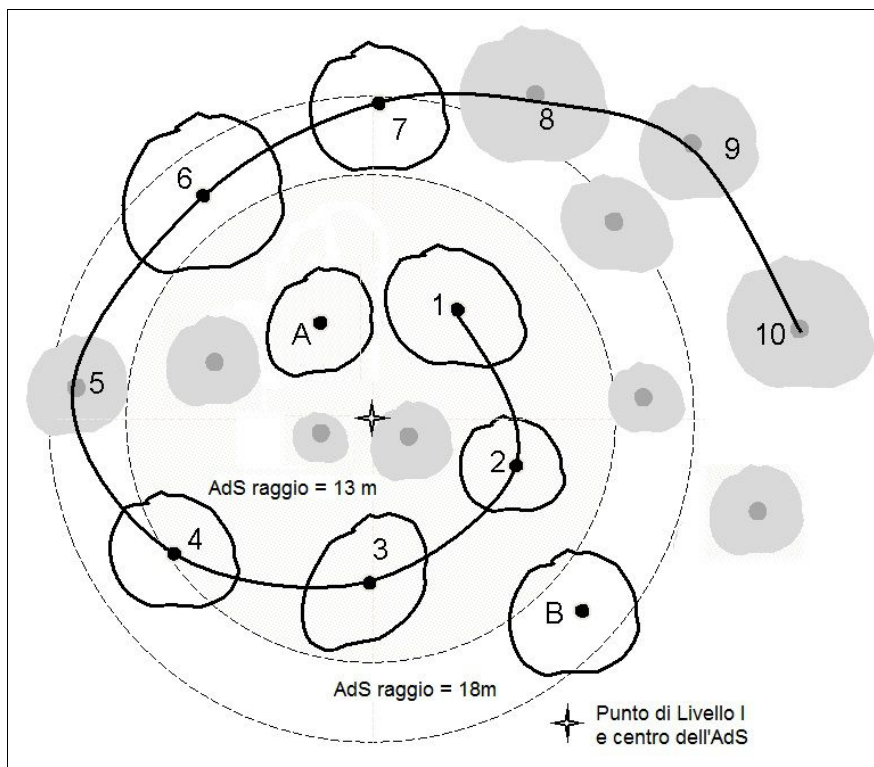


Fig. 2 - Rappresentazione delle aree di saggio (AdS) centrate sui punti della rete di Livello I. Le piante numerate rispondono ai criteri originari di selezione per la valutazione dello stato della chioma (piante dominanti con $d_{1.3m} \geq 12$ cm, lungo la spirale); quelle indicate in colore bianco soddisfano i nuovi criteri di selezione (piante dominanti con $d_{1.3m} \geq 10$ cm se in AdS13m e $d_{1.3m} \geq 40$ cm se in AdS18m) mentre quelle in grigio non li soddisfano. Secondo i nuovi criteri di selezione, si rilevano tutte le piante indicate in colore bianco. Il campione così selezionato comprende sia piante della vecchia spirale (in bianco, con numero) sia piante prima non considerate (in bianco, con lettera).

tà campionaria superiore al 30%. Nella Fig. 3 è illustrata la distribuzione geografica dei punti FutMon-INFC sul territorio nazionale, mentre la numerosità per regione è riportata in Tab. 1. Il tasso di campionamento medio per strato rispetto ai punti di seconda fase dell'Inventario Forestale Nazionale è risultato pari a 1.5%. La Fig. 4 mette a confronto la ripartizione percentuale dei punti di Livello I con quella della superficie forestale afferente ad ogni categoria forestale del bosco in Italia, secondo INFC2005. Il grafico in Fig. 4 evidenzia una ripartizione generale dei punti di Livello I non conforme a quella delle categorie forestali, con differenze significative (Gasparini et al. 2012). Rispetto alla composizione tipologica dei boschi italiani, nel campione di Livello I sono particolarmente sovra-rappresentate le categorie forestali dei boschi di abete rosso, di faggio e di sughera, mentre risulta scarsamente monitorato lo stato di salute degli alberi nelle categorie dei boschi di carpini, di altre caducifoglie e di leccio.

In Tab. 2 sono mostrate le differenze nelle caratteristiche del campione di alberi per l'osservazione dello

Tab. 1 - Numero di punti di campionamento, per regione e totale, utilizzati per il rilievo della condizione delle chiome nell'ambito del Progetto FutMon (2009-10).

Regione	FutMon-INFC	Livello I	Totale
Piemonte	32	29	61
Valle d'Aosta	8	5	13
Lombardia	21	28	49
Alto Adige	16	13	29
Trentino	16	15	31
Veneto	16	11	27
Friuli-Venezia Giulia	10	7	17
Liguria	15	13	28
Emilia Romagna	24	15	39
Toscana	35	29	64
Umbria	16	8	24
Marche	12	7	19
Lazio	21	11	32
Abruzzo	18	14	32
Molise	9	4	13
Campania	15	10	25
Puglia	7	5	12
Basilicata	11	8	19
Calabria	15	15	30
Sicilia	11	6	17
Sardegna	19	8	27
Italia	347	261	608



Fig. 3 - Distribuzione sul territorio nazionale del sottocampione dei punti INFC2005 selezionati per i rilievi FutMon (punti FutMon-INFC).

stato di salute sulla base dei rilievi eseguiti congiuntamente sulla rete di Livello I (alberi della spirale e alberi nelle aree circolari) e sulla rete INFC2005. In Tab. 3 sono riportati, per confronto, i dati delle caratteristiche dendrometriche delle AdS centrate sui punti di Livello I e FutMon-INFC, per l'area basimetrica e il numero degli alberi per AdS.

Le modalità di selezione degli alberi a confronto

Sulla base dei rilievi paralleli eseguiti nel corso del 2010 (cioè sugli alberi della spirale e su quelli dentro le AdS centrate sui punti di campionamento della rete di Livello I) è stato possibile confrontare i due campioni generali di alberi nonché l'incidenza delle diverse modalità di selezione degli alberi sulle statistiche dello stato delle chiome. In totale, i due campioni risultano costituiti da 6702 e 5045 alberi per l'osservazione dello stato di salute, rispettivamente per quelli sulla spirale e quelli selezionati secondo i nuovi criteri nelle aree circolari. I due campioni complessivi condividono 3572 alberi, vale a dire poco più del 50% degli alberi della spirale. Per quanto riguarda il numero delle specie, non si registrano differenze nel numero complessivo ed entrambi i cam-

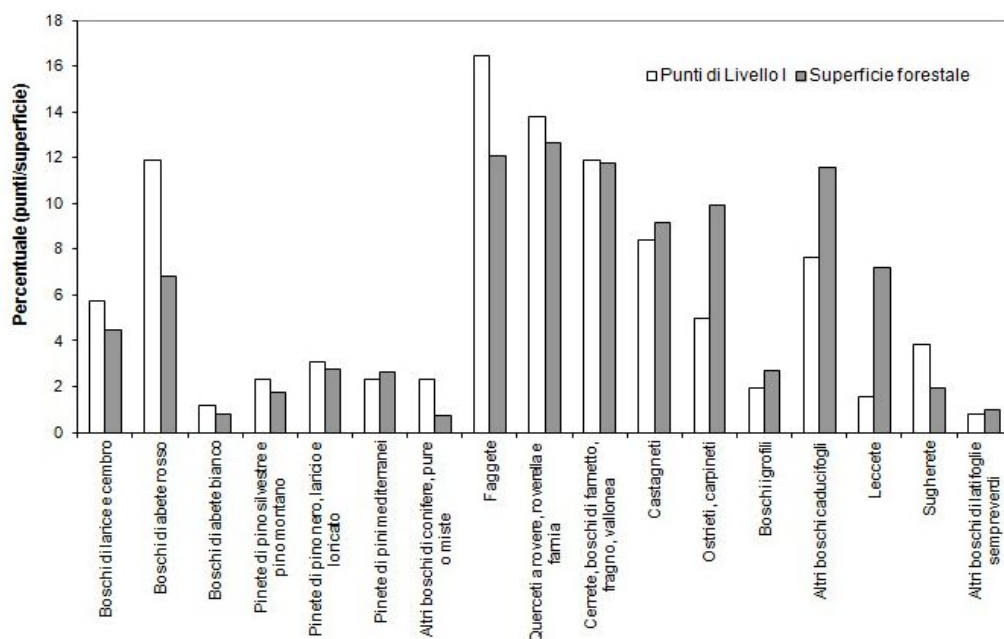


Fig. 4 - Ripartizione percentuale della superficie del bosco in Italia per tipi di bosco (categorie forestali di INFC2005 - in grigio) e del numero di punti della rete di Livello I secondo gli stessi tipi.

Tab. 2 - Caratteristiche degli alberi campione per il rilievo della condizione delle chiome nelle due reti di monitoraggio (AdS = aree di saggio).

Tipologia	Rete Livello I Alberi campione sulla spirale		Rete Livello I Alberi campione entro AdS		Rete INFC2005 Alberi campione AdS FutMon-INFC	
	D medio (cm)	Dev St	D medio (cm)	Dev St	D medio (cm)	Dev St
Conifere	37.9	14.02	36.7	14.77	30.2	14.32
Latifoglie decidue	25.5	10.15	22.2	10.64	20.9	11.73
Latifoglie sempreverdi	24.1	10.34	21.2	9.41	16.4	7.19

pioni includono soggetti di 63 diverse specie arboree. Di queste, le stesse 15 specie costituiscono l'87% e l'88% del campione totale di alberi rispettivamente sulle spirali e nelle AdS.

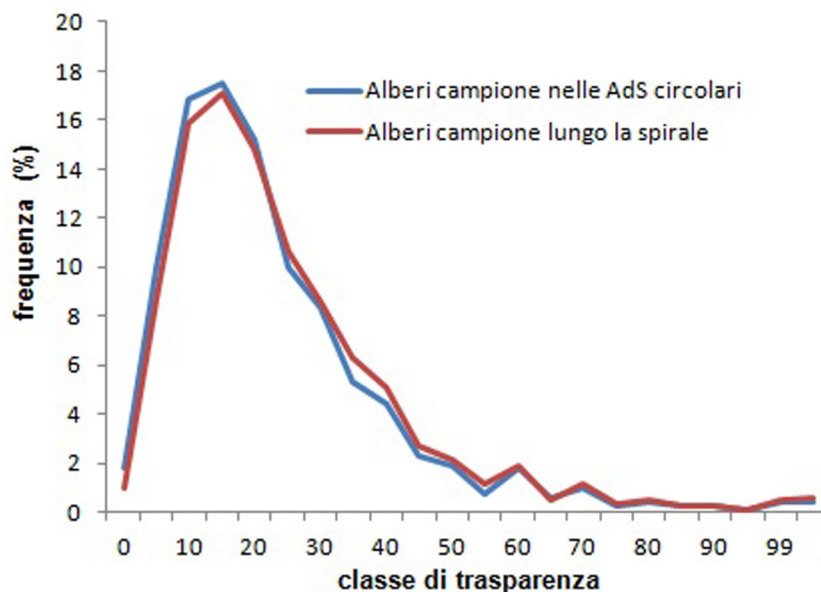
Le statistiche sulla defogliazione derivate dai due campioni di alberi mostrano una differenza lieve nella ripartizione degli alberi per classe di defogliazione (Fig. 5) che tuttavia è significativa nella sovra-catego-

ria delle latifoglie decidue. La netta predominanza numerica degli alberi in questa sovra-categoria in entrambi i campioni complessivi (4258 alberi su 6702 e 3553 su 5045) comporta una differenza statisticamente significativa generale tra i due, cioè tra la totalità degli alberi selezionati secondo la procedura a spirale e quelli nelle AdS (Gasparini et al. 2012).

Tab. 3 - Caratteristiche dendrometriche delle aree di saggio centrate sui punti di Livello I e delle aree di saggio FutMon-INFC.

Aree	Tipologia	D medio (cm)	Dev St	Numero alberi per area di saggio	Dev St
Aree Livello I	Boschi di conifere	23.3	11.35	36.2	12.40
	Boschi di latifoglie decidue	12.8	7.64	45.1	21.41
	Boschi di latifoglie sempreverdi	11.8	8.06	44.9	25.95
Aree FutMon-INFC	Boschi di conifere	20.7	11.40	26.3	17.11
	Boschi di latifoglie decidue	12.0	9.81	33.8	22.57
	Boschi di latifoglie sempreverdi	10.2	10.68	31.9	24.91

Fig. 5 - Ripartizione percentuale degli alberi campione per classe di trasparenza della chioma.



Discussione

Allo stato attuale, i punti delle rete di Livello I risultano ripartiti in maniera non uniforme rispetto alla distribuzione dei tipi di vegetazione che compongono la superficie forestale nazionale secondo le statistiche più recenti (INFC 2005). I motivi di questa non perfetta rappresentatività potrebbero risiedere, almeno in parte, nel cambiamento della superficie del bosco intervenuto dalla data di istituzione della rete, che secondo il FRA (2010) ha registrato un aumento di 1 559 200 ha. È infatti presumibile che tale variazione abbia interessato alcune categorie più di altre. Inoltre, va pure considerato che i due inventari nazionali hanno adottato criteri diversi per la ripartizione della superficie forestale e, quindi, una ripartizione uniforme del numero di punti secondo le categorie di vegetazione del bosco di IFNI85 avrebbe potuto ugualmente tradursi in una diversa ripartizione del numero dei punti per categoria INFC2005, anche in assenza di qualsivoglia variazione di superficie. Data la validità e l'attualità delle statistiche del secondo inventario forestale nazionale e soprattutto nella programmata ipotesi di una ripetizione periodica dell'indagine INFC2005, sembra auspicabile che il monitoraggio dello stato di salute degli alberi si basi su un campione rappresentativo del quadro attuale delle conoscenze sul patrimonio forestale nazionale. Se ciò possa avvenire riconducendo le indagini sulla condizione dello stato di salute dalla rete di punti di Livello I nuovamente su quelli di una rete inventariale in uso, cioè quella INFC2005, resta ancora da valutare in via definitiva, data l'importanza di salvaguardare la validità della serie storica dei dati rilevati e le analisi dei dati non ancora concluse. Tut-

tavia, qualora tali analisi dovessero suggerire di mantenere attiva la rete di Livello I, sulla base dei risultati presentati in questo articolo sembra opportuno introdurre alcune variazioni alla tradizionale modalità di selezione degli alberi. In particolare, la selezione degli alberi secondo un percorso a spirale comporta un'esplorazione di superficie variabile da caso a caso in funzione della densità del soprassuolo che inficia la possibilità di derivare statistiche di superficie. Il passaggio ad una selezione basata su aree di saggio di superficie nota rende invece possibile l'inferenza sulla superficie totale, con il doppio vantaggio di passare da statistiche sugli alberi a statistiche del bosco e di poter confrontare queste ultime con i risultati di INFC2005, in coincidenza delle stagioni di rilievo inventariale. Questo confronto offre la possibilità di un riscontro oggettivo sull'affidabilità di indagini sullo stato di salute basate su una densità di campionamento bassa ma in grado di evidenziare tempestivamente eventuali emergenze fitosanitarie (alta frequenza della ripetizione delle osservazioni) e consentire, nel lungo periodo, di stabilire le relazioni che intercorrono tra i risultati dei campionamenti periodici (come quelli dell'Inventario Forestale Nazionale) sul territorio e quelli annuali condotti su una porzione molto ridotta del campione. Per questi motivi, già alla fine dei tre anni di sperimentazione, le AdS circolari istituite intorno ai punti di campionamento di Livello I sono state rese permanenti e utilizzate nelle ordinarie attività di monitoraggio dal 2012.

Confrontando le caratteristiche delle AdS sulle due reti di monitoraggio (Tab. 3), si osserva che nella rete di Livello I i valori di diametro medio di area basi-

metrica e del numero di alberi presenti per area sono sempre superiori a quelli delle aree sulla rete INF-C2005, indicando una maggiore densità e una maggiore frequenza di alberi grossi. Nello specifico degli alberi campione della chioma nelle due reti (Tab. 2), il passaggio dalla valutazione degli alberi sulla spirale a quelli nelle AdS centrate sui punti di Livello I comporta una riduzione del diametro medio degli alberi osservati in tutte le tre sovra-categorie, cosa che avvicina le caratteristiche del campione di alberi sulla rete di Livello I a quelle del campione delle aree FutMon-INF-C, presumibilmente più rappresentativo per la condizione attuale delle foreste italiane. Inoltre, il nuovo criterio di selezione previene dall'osservare un campione caratterizzato da dimensioni degli alberi sempre più grandi, come naturale conseguenza del rilievo, anno dopo anno, degli stessi soggetti. L'osservazione ripetuta su alberi di dimensioni sempre maggiori è stata a volte considerata con preoccupazione, per la possibilità che il rilievo su alberi sempre più vecchi potesse comportare risultati poco rappresentativi del reale stato di salute della popolazione di alberi dei boschi italiani. Questo timore, originato dalla generica relazione che lega dimensioni ed età degli alberi, non sembra al momento sufficientemente fondato, poiché sulla base dei risultati scaturiti dal progetto FutMon (Gasparini et al. 2012) è stato possibile escludere l'esistenza di relazioni tra le dimensioni degli alberi e l'incidenza della defogliazione. Probabilmente, nell'ambito di relazioni a carattere così generale, assumono importanza non trascurabile la relativa brevità della serie storica di osservazioni rispetto alla longevità delle specie forestali, la variabilità di questa in relazione alle condizioni di crescita (Bernetti 2000), il gradiente di età dei popolamenti censiti e altri fattori. Tuttavia, in una prospettiva di monitoraggio permanente e di lungo periodo, sembra ancora raccomandabile un tipo di selezione degli alberi campione basata su criteri di inclusione probabilistica, del tipo appena introdotto nelle aree di Livello I.

Conclusioni

Un aspetto affatto secondario in qualsiasi processo di integrazione di programmi di monitoraggio che trova difficilmente posto nelle discussioni dei risultati conseguiti riguarda il fattore umano. Uno degli obiettivi perseguiti con il Progetto FutMon è stato quello di mettere in comune le professionalità degli operatori con esperienza pregressa nelle attività CO-NECOFOR e INF-C2005. Infatti, salvo poche sovrapposizioni (personale del Corpo Forestale dello Stato

con esperienze nei due settori) le squadre di rilevamento sono state composte da personale formato in passato per i rilievi di un'indagine o dell'altra. Anche grazie a questa fusione, l'attività svolta nell'ambito del Progetto FutMon ha consentito di introdurre importanti innovazioni nell'uso della tecnologia nel programma di monitoraggio dello stato di salute dei boschi italiani sulla rete di Livello I (computer palmari, ricevitori GPS per la navigazione e il posizionamento, Vertex e *transponder* per la misura di distanze e altezze, ecc., già in uso per l'INF-C2005) sia nella selezione del campione di alberi sia per le modalità di acquisizione e archiviazione dei dati rilevati. Le sinergie che si sono realizzate tra i due sistemi di monitoraggio delle foreste presenti in Italia, quello dell'inventario nazionale e quello associato al programma *ICP Forests*, hanno consentito anche un fruttuoso scambio di idee oltre alla condivisione di risorse e competenze.

La raccolta di dati in parallelo sulle due reti ha fornito le informazioni necessarie a valutare l'efficacia del programma di monitoraggio in termini di risposta alle condizioni di salute dei boschi italiani che potranno essere confermate sulla base delle indagini in via di ultimazione. I dati raccolti, in particolare quelli sulla rete inventariale, consentono di produrre stime a livello nazionale, a valenza statistica, sulla diffusione dei fenomeni di trasparenza e decolorazione delle chiome, indicatori della condizione generale di salute del bosco.

I risultati già disponibili hanno evidenziato alcune problematiche di rappresentatività dei punti della rete di Livello I e, in linea con le finalità pratiche di sperimentazione del Progetto, si sono già tradotti in indicazioni utili per un efficiente proseguimento delle attività di monitoraggio. Infatti, con l'adozione di aree circolari centrate sui punti di Livello I è stato possibile salvaguardare la serie storica delle osservazioni per un numero ancora molto consistente di alberi, ma anche gettare le basi per derivare statistiche per il bosco italiano e non più solo per gli alberi, utilizzando la rete istituita per l'Inventario Forestale Nazionale.

Ringraziamenti

Al Progetto FutMon hanno collaborato, per il CRA-MPF, Valeria Gallucci, Beniamino Huez (del CFS), Stefano Morelli, Sandro Zanotelli. Gli autori ringraziano Marco Ferretti di TerraData per il contributo di idee e la disponibilità alla discussione.

Bibliografia

- AA. VV. (2010). Procedure di rilievo nelle aree di saggio e valutazione della condizione delle chiome. Manuale di Campagna (Giugno 2010). Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Roma, pp. 133.
- Bernetti G (2000). La longevità degli alberi e le previsioni sulla durata dei paesaggi forestali. *L'Italia Forestale e Montana* 5: 345-349.
- Ferretti M (2010). Harmonizing forest inventories and forest condition monitoring - the rise or the fall of harmonized forest condition monitoring in Europe? *iForest* 3: 1-4. - doi: [10.3832/ifor0518-003](https://doi.org/10.3832/ifor0518-003)
- FRA (2010). Country Report Italy (Mariano A, Gasparini P, De Natale F, Colletti L, Macri A, Pompei E, Romano R, Sambucini V, Visentin R, Vitullo M eds). [online] URL: <http://www.fao.org/forestry/fra/67090/en/ita/>
- Gasparini P, Tabacchi G (2011). Il piano di campionamento. In: "L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC-2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati" (Gasparini P, Tabacchi G eds). Edagricole, Milano, pp. 25-29.
- Gasparini P, Di Cosmo L, Cenni E, Pompei E, Ferretti M (2012). Towards the harmonization between the National Forest Inventory and Forest Condition monitoring. Consistency of plot allocation and effect of tree selection methods on sample statistics in Italy. *Environmental Monitoring and Assessment* 185 (7): 6155-6171. - doi: [10.1007/s10661-012-3014-1](https://doi.org/10.1007/s10661-012-3014-1)
- INFC (2004). Manuale di campagna per i rilievi di seconda fase con istruzioni per l'uso dell'applicativo INFOR2. (Floris A, Gasparini P, Scrinzi G, Tabacchi G, Tosi V eds). Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio. MiPAF-Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato. Istituto sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura (ISAFa), Trento, pp. 182. [online] URL: http://mpf.entecra.it/sites/default/files/INFC2005/Secondo_inventario/Man_Cam.pdf
- INFC (2005). Linee generali del progetto per il secondo inventario forestale nazionale italiano. In: "Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio" (De Natale F, Floris A, Gasparini P, Scrinzi G, Tabacchi G, Tosi V eds). MiPAF-Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato. Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura - ISAFa, Trento, pp. 57. [online] URL: http://mpf.entecra.it/sites/default/files/INFC2005/Secondo_inventario/LineegeneraliINFC2005.pdf
- INFC (2006). Procedure di posizionamento e di rilievo degli attributi di terza fase. In: "Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio" (Tabacchi G, Scrinzi G, Tosi V, Floris A, Paletto A, Di Cosmo L, Colle G eds). MiPAF-Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato. CRA-Istituto sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura - ISAFa, Trento, pp. 292. [online] URL: http://mpf.entecra.it/sites/default/files/INFC2005/Secondo_inventario/Man_3.pdf
- UNECE (2010). Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg, Germany. [online] URL: <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>