futureforcoppices.eu

LIFE FutureFor CoppiceS

Shaping future forestry for sustainable coppices in southern Europe: the legacy of past management trials

LIFE14 ENV/IT/000514

Criterio 5 – Funzioni protettive nella gestione forestale

Indicatori di Gestione Forestale Sostenibile

Manuale

Campionamento per la stima della copertura del piano di vegetazione arboreo superiore, inferiore, arbustivo e delle briofite, dello spessore della lettiera e della regimazione idrica

Guida per studi in campo

Novembre 2016

La revisione editoriale del manuale è stata curata dal personale di TerraData environmetrics (Giorgio Brunialti, Luisa Frati, Federico Zuliani, Martina Pollastrini, Marco Ferretti).

Forma raccomandata di citazione:

Chianucci F., Bertini G., Piovosi M., Marchino L., Fabbio G, Cutini A., Landi S., 2016. Campionamento per la stima della copertura del piano di vegetazione arboreo superiore, inferiore, arbustivo e delle briofite, dello spessore della lettiera e della regimazione idrica. Documento del progetto LIFE FutureForCoppiceS, pp. 19.

Sommario

Extended abstract 5
Riassunto esteso 6
1. Introduzione 7
2. Scopi e applicazione 7
3. Obiettivi 8
4. Localizzazione delle misurazioni e campionamento 8
5. Misurazioni e osservazioni 9
5.1 Copertura del piano di vegetazione arboreo superiore 9
5.1.1 Rilevamento 10
5.2 Copertura del piano di vegetazione arboreo inferiore e arbustivo 10
5.2.1 Rilevamento 11
5.3 Profondità dello strato di lettiera 11
5.3.1 Rilevamento 11
5.4 Copertura delle briofite 12
5.4.1 Rilevamento 12
5.5 Capacità di regimazione idrica del suolo 12
5.5.1 Rilevamento 12
6. Gestione e analisi dei dati 13
6.1 Analisi e validazione dei dati 13
6.2 Trasmissione dei dati validati al centro di raccolta 14
6.3 Archiviazione dei dati 15
6.4 Suggerimenti per l'elaborazione dei dati 15
7. Interpretazione dei dati 15
8. Bibliografia ed ulteriori letture 17

Extended abstract

This Manual describes the procedures to obtain data on new indicators of Sustainable Forest Management (SFM), to be applied at local scale, in order to evaluate the protective functions of forests. These indicators were identified within the Action B.5 of the project “Shaping future forestry for sustainable coppices in Southern Europe: the legacy of past management trials” (LIFE14 ENV/IT/000514, FutureForCoppiceS). They are intended to integrate and support the consolidated indicators under the Criterion 5 of SFM (Maintenance and appropriate enhancement of protective functions in forest management (notably soil and water), FOREST EUROPE, UNECE and FAO 2011), normally used at large scale.

The proposed new indicators are quantitative and retain an explicit ecophysiological value. They provide information on protective functioning of forest ecosystems, with particular reference to their role on water regime and prevention of soil erosion. Specifically, the indicators here considered are: (i) overstorey cover, (ii) understorey cover, (iii) ground litter depth, (iv) bryophyte cover and (v) flood retention.

The meaning of each indicator proposed is explained, and detailed guidelines on sampling methods and on data processing and interpretation are given.

Riassunto esteso

Il presente manuale descrive le procedure per ottenere dati sui nuovi indicatori per la Gestione Forestale Sostenibile in merito alle funzionalità protettive svolte dalle foreste. Questi indicatori sono stati individuati nell'azione B.5 del progetto "Shaping future forestry for sustainable coppices in Southern Europe: the legacy of past management trials" (LIFE14 ENV/IT/000514, FutureForCoppiceS). Tali indicatori, utilizzati a scala locale, potrebbero essere utilizzati a supporto di quelli ormai consolidati nell'ambito del Criterio 5 di Gestione Forestale Sostenibile, che sono normalmente intesi ad ampia scala (*Maintenance and appropriate enhancement of protective functions in forest management (notably soil and water)*, FOREST EUROPE, UNECE and FAO 2011).

Gli indicatori proposti, di tipo quantitativo e con esplicito significato ecofisiologico, forniscono informazioni sullo stato protettivo delle foreste con particolare riferimento al ruolo della copertura per la regimazione delle acque e alla difesa dei suoli forestali dall'erosione. Nello specifico gli indicatori qui considerati sono i seguenti: (i) copertura del piano di vegetazione arboreo superiore, (ii) copertura del piano arboreo inferiore e arbustivo, (iii) profondità dello strato di lettiera, (iv) copertura delle briofite e (v) capacità di regimazione idrica del suolo. Per ogni indicatore proposto viene spiegato il significato e vengono date indicazioni dettagliate sulle modalità di campionamento e l'elaborazione e interpretazione dei dati.

1. Introduzione

Più di 110 milioni di ettari di foresta in Europa svolgono una funzione protettiva nei confronti delle risorse idriche, del suolo, dell'ecosistema, delle infrastrutture, delle risorse naturali ed inoltre esternalizzano anche altri benefici. La maggior parte dei Paesi europei ha identificato la protezione del suolo tra gli obiettivi principali delle loro politiche ambientali; di questi Paesi, circa un terzo ha identificato la protezione delle acque come una priorità (FOREST EUROPE 2015).

Uno degli obiettivi principali della gestione forestale sostenibile (GFS) è quello di valorizzare il potenziale multifunzionale del bosco, ovvero di assicurare il contemporaneo e consistente svolgimento delle funzioni multiple che la società richiede alle foreste, tra cui le funzioni protettive descritte nel Criterio 5 della GFS (Mantenimento e miglioramento delle funzioni protettive nella gestione forestale).

In questo manuale sono proposti nuovi indicatori derivanti da variabili relative alla copertura forestale e del suolo, che svolgono un ruolo fondamentale nell'intercettazione delle piogge e quindi nella regimazione delle acque e nella protezione del suolo.

In sintesi, gli indicatori proposti sono: (i) copertura del piano di vegetazione arboreo superiore; (ii) copertura del piano di vegetazione arboreo inferiore e arbustivo; (iii) profondità dello strato di lettiera; (iv) copertura delle briofite e (v) capacità di regimazione idrica del suolo. Tali indicatori, utilizzati a scala locale, potrebbero essere utilizzati a supporto di quelli ormai consolidati nell'ambito del Criterio 5 di GFS che sono normalmente intesi a scala più ampia.

2. Scopi e applicazione

Lo scopo del manuale è quello di produrre una guida sintetica al rilevamento delle variabili necessarie al calcolo di indicatori nuovi nella formulazione o innovativi nella scala di applicazione, per monitorare la funzione protettiva dei soprassuoli forestali. In Tabella 1 sono riportati gli indicatori proposti e la collocazione nel manuale delle indicazioni sulle modalità di rilevamento.

Tab. 1 – Indicatori considerati, unità di misura e collocazione nel manuale.

Indicatore	*Unità di misura*	*Paragrafo*
Copertura del piano di vegetazione arboreo superiore	Relativa (0-1)	5.1
Copertura del piano di vegetazione arboreo inferiore e arbustivo	Relativa (0-1)	5.2
Profondità dello strato di lettiera	cm	5.3
Copertura delle briofite	Relativa (0-1)	5.4
Capacità di regimazione idrica del suolo	Adimensionale (0.1 – 1.0)	5.5

3. Obiettivi

L'obiettivo principale dell'indagine è produrre una valutazione della capacità dei popolamenti forestali di svolgere funzioni protettive, con particolare riferimento alla regimazione delle acque e alla prevenzione dell'erosione del suolo, garantendo al contempo la preservazione della fertilità dei suoli forestali, attraverso la misura di indicatori innovativi per il contesto GFS. Gli indicatori qui considerati si basano su grandezze misurate su individui arborei, su misure strumentali e determinazioni di laboratorio, su grandezze derivate e calcolate. La precisione delle misure dipende dallo strumento e dalla tecnica utilizzata (ad esempio la precisione delle stime di copertura è 10%; nella determinazione della profondità dello strato di lettiera è di ± 1 cm).

4. Localizzazione delle misurazioni e campionamento

I campionamenti dovranno essere eseguiti all'interno dell'area oggetto dei trattamenti selvicolturali di interesse. È in genere necessario far ricorso a procedure campionarie.

Nel progetto FutureForCoppiceS l'individuazione dei punti di campionamento è stata condotta all'interno dei macroplot (Ferretti et al. 2016) dei siti di progetto (Figura 1). Le misurazioni condotte per calcolare gli indicatori relativi alla copertura del piano di vegetazione superiore e inferiore (i, ii) sono state effettuate a intervalli regolari, tramite strumentazione fotografica, seguendo una griglia sistematica per la localizzazione dei punti di campionamento (Figura 2).

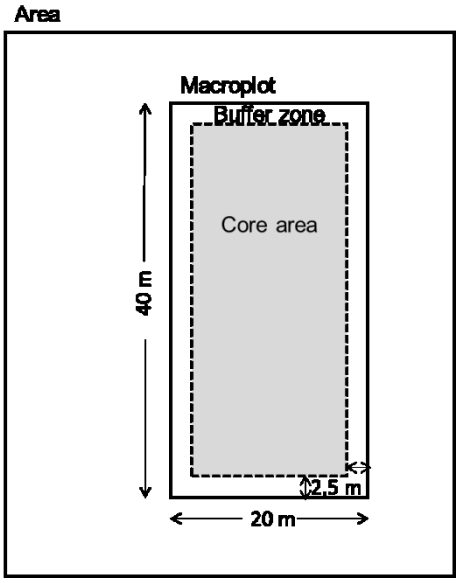


Fig. 1 – Schema della struttura del macroplot nel progetto Life FutureForCoppiceS (Ferretti et al. 2016).

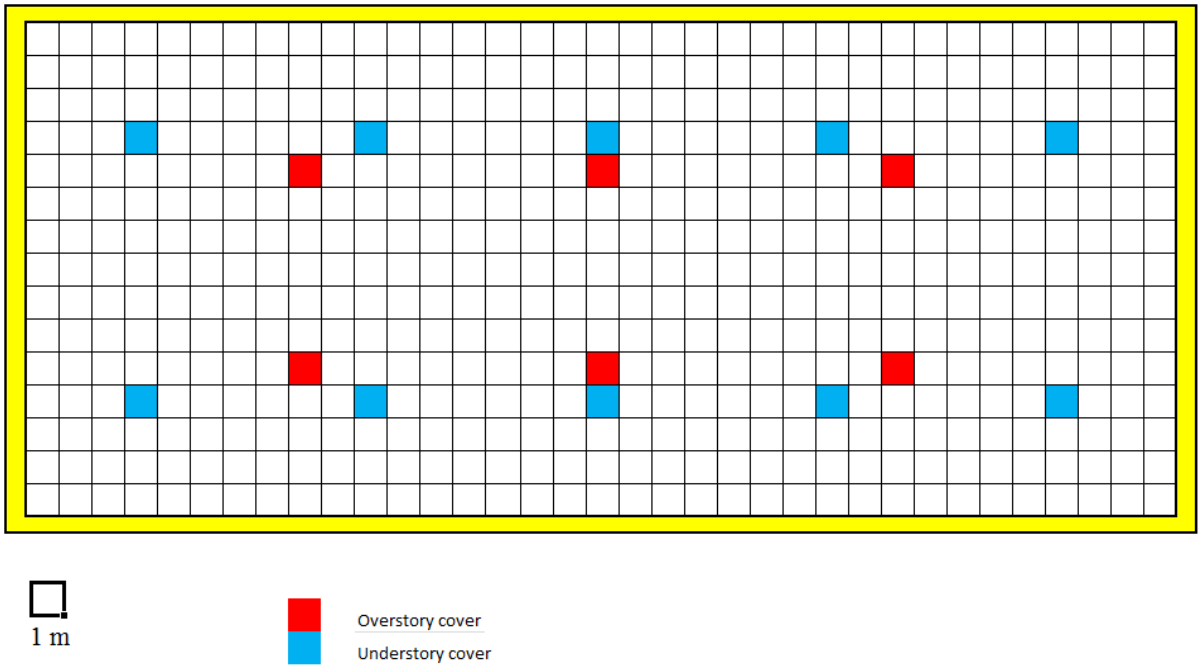


Fig. 2 – Griglia sistematica con evidenziate le aree al centro delle quali sono state effettuate le misure strumentali relative ai nuovi indicatori di copertura della vegetazione arborea e arbustiva nel progetto Life FutureForCoppiceS.

La misura degli indicatori (iii) e (iv), relativi rispettivamente alla profondità dello strato di lettiera e alla copertura delle briofite, è stata condotta realizzando un transetto lineare di 40 m, lungo una delle due diagonali del macroplot, sorteggiata casualmente. Le misurazioni sono state effettuate a partire da 2 m dai vertici della diagonale, per evitare di compiere misurazioni all'interno della buffer zone. Le misurazioni della profondità di lettiera sono state effettuate ad una distanza di 2 m l'una dall'altra (per un totale di 20 misurazioni per macroplot). Per la stima della copertura delle briofite è stata usata una distanza di 20 cm tra un punto di campionamento e il successivo (per un totale di 200 osservazioni in ciascun macro-plot). Per gli indicatori (i)-(iv) le misure sono state condotte nel periodo estivo (tra Luglio e Agosto), ovvero di massima espansione fogliare.

Per quanto riguarda la determinazione della capacità di regimazione idrica (v) si è proceduto a integrare le informazioni raccolte per la stima della copertura del piano inferiore con dati relativi alla geomorfologia dei macroplot.

5. Misurazioni e osservazioni

5.1 Copertura del piano di vegetazione arboreo superiore

Questo indicatore valuta la frazione di area coperta dalle chiome (includendo sia la massa fogliare che i rami), rispetto alla superficie totale, espressa in termini relativi (0: assenza di copertura; 1: copertura colma, pari a 100%). La copertura del soprassuolo (*overstorey cover*) è definita come la frazione di suolo ricoperta

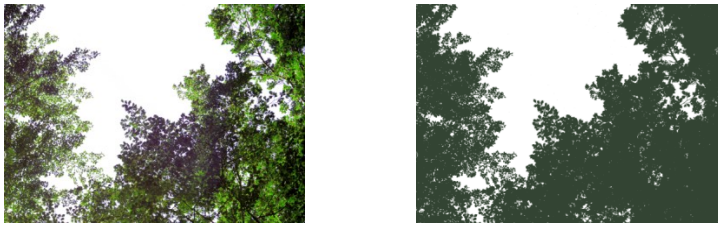
dalla proiezione verticale delle chiome (Jennings et al. 1999). La copertura viene di norma stimata con metodi visivi (stime oculari o con supporti come densiometri sferici) o ottici (misure di radiazione trasmessa o *gap fraction*). Un metodo recentemente sviluppato (Chianucci 2016) e utilizzato nel progetto FutureForCoppiceS utilizza fotocamere ad angoli ristretti (con un angolo di campo tipicamente di 30°) che permettono di stimare la copertura da immagini pseudo-zenithali.

5.1.1 Rilevamento

La copertura del piano superiore deve essere determinata tramite apparecchiatura fotografica utilizzando il metodo di Chianucci (2016) di seguito descritto (Figura 3). Per ogni punto di campionamento le immagini devono essere acquisite con i seguenti accorgimenti:

- ad angolo di campo ristretto (metodo conosciuto anche come *cover photography*, Macfarlane et al. 2007);
- utilizzando una focale fissa di 75 mm formato equivalente (rispetto ai 35 mm), la quale permette un angolo di campo di circa 30°, comparabile col primo anello del Plant Canopy Analyzer LAI-2000;
- in condizioni di radiazione diffusa, usando la modalità 'priorità diaframma' (A) e sottoesponendo l'immagine di due stop rispetto all'esposizione automatica, per aumentare il contrasto tra cielo e foglie;
- all'altezza di un metro dal suolo, tramite un treppiede auto-livellato, con la camera orientata a Nord.

Fig. 3 – Immagine con un angolo di campo di circa 30° ottenuta con una focale di 75 mm equivalente orientata zenitalmente (sinistra) e sua classificazione (destra).



5.2 Copertura del piano di vegetazione arboreo inferiore e arbustivo

Questo indicatore valuta la frazione di area coperta dal fogliame, rispetto alla superficie totale, espressa in termini relativi (0: assenza di copertura; 1: copertura colma, pari a 100%). La copertura del piano inferiore è definibile in analogia con quanto sopra riportato per il piano superiore. Tuttavia la sua determinazione è in linea di principio più difficile rispetto al piano arboreo, data la complessità ed eterogeneità dello strato inferiore, che rende difficile la separabilità (classificazione) di pixel verdi (foglie)/non verdi. Solo recentemente è stato sviluppato un metodo ottico per la stima della copertura dello strato inferiore (Chianucci et al. 2014b), che fa riferimento all'impiego di fotocamere ad angoli ristretti orientati in senso pseudo-nadirale usando un bastone telescopico. Tale metodo è stato utilizzato nel progetto FutureForCoppices.

5.2.1 Rilevamento

La determinazione della copertura del piano inferiore segue principi simili a quanto sopra esposto e viene stimata tramite strumentazione fotografica. La principale differenza è che la fotocamera viene orientata nadiralmente anziché zenitalmente, secondo quanto descritto da Chianucci et al. (2014a). In questo caso è necessario diminuire la distanza focale dal momento che la distanza tra lente e l'oggetto fotografato è minore; in tal modo si aumenta la superficie ricoperta da una singola immagine pseudo-nadirale. Le immagini vengono acquisite con una focale di 63 mm formato equivalente (rispetto ai 35 mm), che fornisce immagini con un angolo di campo di circa 60°, comparabile coi primi due anelli del Plant Canopy Analyzer LAI-2000 (Figura 4). Secondo il protocollo di Chianucci et al. (2014a), le immagini vengono acquisite con un bastone telescopico tenuto inclinato, direzionato nadiralmente e orientato a Nord. Il setup è lo stesso di quanto applicato per la stima della copertura del piano superiore.

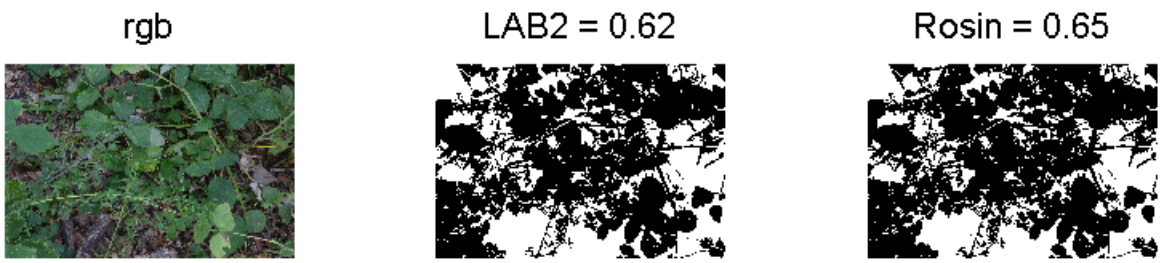


Fig. 4 – Immagine con un angolo di campo di circa 30° ottenuta con una focale di 63 mm equivalente orientata nadiralmente (sinistra) e sua classificazione utilizzando il metodo LAB2 (centro) e Rosin (destra).

5.3 Profondità dello strato di lettiera

Si tratta della misura dello spessore di lettiera, espressa in cm. Tale spessore svolge un ruolo importante per la protezione del suolo dall'erosione. La lettiera rappresenta lo strato organico superficiale dove avvengono i primi processi di trasformazione della necromassa in humus e quindi svolge un ruolo fondamentale nel preservare la fertilità dei suoli.

5.3.1 Rilevamento

La profondità della lettiera deve essere misurata utilizzando una barra graduata, inserita nel terreno, per la misurazione centimetrica dello spessore dello strato di lettiera.

5.4 Copertura delle briofite

Questo indicatore valuta la presenza/assenza di briofite. Il ruolo delle briofite negli ecosistemi forestali è complesso e comprende le attività di pedogenesi e biodecomposizione della sostanza organica, la regolazione del flusso idrico proveniente dalle precipitazioni e la sintesi di materia organica.

5.4.1 Rilevamento

La copertura delle briofite deve essere valutata a partire da osservazioni di presenza (1)/assenza (0) in ogni punto di campionamento.

5.5 Capacità di regimazione idrica del suolo

Questo indicatore viene valutato sulla base del calcolo dell'indice di Kennessey (Flood retention Index - FRI), denominato anche coefficiente di deflusso (Tardi e Vittorini 1977). Tale indice nella sua formulazione originale considera tre parametri:

- pendenza topografica;
- copertura della vegetazione;
- permeabilità del substrato roccioso.

Questi tre parametri vengono originalmente quantificati a partire da coefficienti numerici variabili in funzione di un indice di aridità (IA). L'indice così proposto si presta ad applicazione su ampia scala (ad esempio, bacino idrografico – scala regionale). Ai fini del presente progetto tale indice è stato modificato per poter produrre indicazioni della capacità di contrastare il deflusso idrico superficiale a scala di soprassuolo. L'indice proposto varia da 0.1 (alta ritenzione) a 1.0 (alto deflusso).

5.5.1 Rilevamento

Per la stima della capacità di regimazione idrica del suolo devono essere considerate le seguenti variabili misurate a livello di macroplot:
- copertura del piano di vegetazione inferiore;
- pendenza topografica;
- permeabilità del substrato roccioso.

Per quanto riguarda le modalità di determinazione della copertura del piano inferiore della vegetazione si rimanda al paragrafo 5.2.
La pendenza topografica deve essere misurata in campo da operatori esperti tramite clisimetro.
La permeabilità rocciosa viene valutata sulla base di classi di permeabilità variabili da 1 (permeabilità molto bassa) a 5 (permeabilità molto alta) attribuite da esperti dei rilievi pedologici.

6. Gestione e analisi dei dati

I dati raccolti dovranno essere soggetti a un processo di validazione e archiviazione per poter procedere con le elaborazioni statistiche.

6.1 Analisi e validazione dei dati

Per quanto riguarda gli indicatori i) e ii) relativi alla copertura del piano di vegetazione superiore e inferiore, ottenuti da metodi fotografici, l'analisi delle immagini acquisite in campo prevede i passaggi di seguito descritti in dettaglio:

Copertura del piano di vegetazione arboreo superiore: Le immagini del piano arboreo superiore devono essere analizzate con il software dedicato Winscanopy (Regent Instrument Inc., Ste-Foy, Quebec, Canada) per la binarizzazione dell'immagine. È in alternativa possibile utilizzare dei software per analisi immagini come ad esempio ImageJ (https://imagej.nih.gov/ij/) o pacchetti per analisi immagini quali 'rtiff' del linguaggio R (https://cran.r-project.org/); in entrambi i casi un metodo di binarizzazione consigliato è Ridler and Calvard (1978). Tramite procedure di classificazione dell'immagine si stima la copertura come il complemento della frazione di pixel classificati cielo. In tal modo, la definizione di copertura è equivalente al *foliage cover* definita da Macfarlane et al. (2007). Le stime prodotte dalle immagini vengono poi mediate per produrre un valore a livello di macroplot. Le procedure di classificazione sono automatizzate dal software e pertanto solo una valutazione visiva sulla qualità dell'immagine viene effettuata a tutela della bontà del dato raccolto; in caso di immagini che presentano difetti legati alla cattiva esposizione, o presentano difetti (*blurring*, *sun glint*), viene acquisita una nuova immagine nello stesso punto di campionamento.

Copertura del piano di vegetazione arboreo inferiore e arbustivo: La classificazione delle immagini relative allo strato inferiore è diversa da quella delle immagini del piano arboreo superiore, e utilizza degli indici vegetazionali nel visibile e delle conversioni dello spazio colore. In particolare, vengono utilizzati i metodi Rosin e LAB2 descritti da Macfarlane e Ogden (2012) e gli script sviluppati in MATLAB dagli stessi autori. Secondo studi pregressi (Chianucci et al. 2014b), si utilizza il metodo Rosin laddove tale metodo abbia fornito stime di copertura < 0.1, altrimenti si utilizza LAB2 (Figura 4). Le stime prodotte dalle immagini vengono poi mediate per produrre un valore a livello di macroplot. Le procedure di classificazione sono automatizzate dal software e pertanto solo una valutazione visiva sulla qualità dell'immagine viene effettuata a tutela della bontà del dato raccolto; in caso di immagini che presentano difetti legati alla cattiva esposizione, o presentano difetti (*blurring, sun glint*), viene acquisita una nuova immagine nello stesso punto di campionamento.

Profondità dello strato di lettiera: Le misure prodotte lungo il transetto vengono mediate per produrre un indicatore a livello di macroplot. La validazione dei dati prevede un'analisi di congruenza delle misure raccolte in campo sulla base dei valori di riferimento attesi da un operatore esperto.

Copertura delle briofite: Le misure prodotte lungo il transetto vengono mediate per produrre un valore a livello di macroplot. La validazione dei dati prevede un'analisi di congruenza delle misure raccolte in campo sulla base dei valori di riferimento attesi da un operatore esperto.

Capacità di regimazione idrica del suolo: questo indicatore viene valutato attraverso il calcolo dell'indice modificato di Kennessy (FRI). Per calcolare questo indice, ognuna delle tre variabili raccolte in campo (copertura del piano di vegetazione inferiore, pendenza del terreno e permeabilità del substrato roccioso) deve essere mediata a livello di area di campionamento (nel progetto FutureForCoppiceS a livello di macroplot). Ad ogni valore ottenuto viene poi attribuito un coefficiente secondo quanto riportato di seguito:

Copertura del piano di vegetazione inferiore (abbreviata C_I):

- 0.02 se $C_I \geq 0.85$
- 0.05 se $0.65 \leq C_I < 0.85$
- 0.10 se $0.35 \leq C_I < 0.65$
- 0.20 se $C_I < 0.35$

Pendenza topografica (abbreviata P):

- 0.40 se $P \geq 35\%$
- 0.25 se $10\% \leq P < 35\%$
- 0.15 se $5\% \leq P < 10\%$
- 0.05 se $P < 5\%$

La Permeabilità rocciosa (abbreviate Pr):

- 0.40 se Pr=1
- 0.30 se Pr=2
- 0.18 se Pr=3
- 0.15 se Pr=4
- 0.03 se Pr=5

L'indice è calcolato dalla somma dei valori ottenuti dai tre parametri e varia da un minimo di 0.1 a un massimo di 1.0.

6.2 Trasmissione dei dati validati al centro di raccolta

I dati, organizzati in tabelle, la cui struttura è stata preventivamente predisposta e strutturata da essere compatibile per l'implementazione in database relazionale, vengono prodotti in formato .csv e trasmessi al centro di raccolta, per il caricamento nel database e le verifiche conseguenti.

6.3 Archiviazione dei dati

I dati raccolti nelle varie fasi di lavoro necessitano di essere digitalizzati ed archiviati per garantirne la salvaguardia nel tempo e consentirne la consultazione e l'analisi. Lo schema di archiviazione deve permettere la corretta assegnazione dei dati al campione di appartenenza e all'appropriato livello di dettaglio e conservare il legame con le altre informazioni relative al campione stesso e con quelle relative a tutti i livelli superiori di campionamento, localizzazione geografica e temporale. Vanno dunque preparate tante tabelle quanti sono i livelli di dettaglio dei dati raccolti. Ogni colonna di ciascuna tabella deve contenere i dati relativi ad una proprietà o misura.

Poiché gli indicatori raccolti in questa azione derivano da dati raccolti a livello di macroplot secondo uno schema di campionamento sistematico (a griglia di punti o per transetto lineare) è importante:

- Per le immagini utilizzate per la stima della copertura, che il nome originale del file venga rinominato per poter inserire dei codici che rimandino all'identificazione del macroplot e al tipo di misura (= strato superiore o inferiore) come nell'esempio: "DSC_0075.JPG" (nome originale dell'immagine acquisita) -> "OVR_Buca_Zamponi_BiancaDSC_0075.JPG" che identifica una immagine acquisita relativa al sito Buca Zamponi, a livello di strato superiore (OVR). Ulteriori informazioni sono direttamente derivabili dall'EXIF dell'immagine digitale e vanno riportate nel file dei risultati dell'analisi ovvero la data e l'ora del giorno di acquisizione delle immagini.
- Per le misure condotte sui transetti lineari è necessario che il file dei dati sia corredato da informazioni sulla direzione della diagonale estratta (Nord Est – Sud Ovest oppure Nord Ovest – Sud Est)

6.4 Suggerimenti per l'elaborazione dei dati

I dati raccolti in tabella sono in questo modo disponibili per tutte le analisi necessarie per il raggiungimento degli obiettivi delle misure, nonché per il confronto statistico con altre variabili esaminate nella medesima unità di campionamento. Il confronto avviene tra il governo del ceduo secondo le modalità correnti e l'avviamento ad altofusto degli stessi soprassuoli non più utilizzati secondo il turno del ceduo.

7. Interpretazione dei dati

Gli indicatori calcolati secondo quanto previsto nel paragrafo 6.1 sono utilizzati per la valutazione della sostenibilità delle diverse opzioni colturali nei confronti del ruolo protettivo delle foreste. L'ambito di applicabilità di questi indicatori può variare dal livello di popolamento sino a quello di distretto forestale. Per gli indicatori relativi alla copertura fogliare e del suolo i dati raccolti verranno confrontati con valori medi desumibili dalla letteratura in soprassuoli forestali con caratteristiche comparabili di età, composizione, struttura e gestione.

Il processo si articola nei punti seguenti:

- verifica dell'andamento relativo degli indicatori per ciascuna delle opzioni di gestione rappresentate;
- confronto della sensibilità e della capacità di risposta di (i) e (ii);
- evidenza di sovrapposizioni eventuali e/o di complementarietà tra gli indicatori (i) e (ii);

- verifica del livello di efficienza nell'uso delle risorse per confronto tra i valori di incremento medio annuo di volume in piedi per specie [4,4 m^3 $ha^{-1}anno^{-1}$ per i cedui di faggio, 2,2 m^3 $ha^{-1}anno^{-1}$ per i cedui di cerro, 1,5 m^3 $ha^{-1}anno^{-1}$ per i cedui di leccio] calcolati sulla base degli ultimi dati disponibili (INFC 2005) e i valori medi di LAI desumibili in letteratura e dai protocolli di lungo termine ICP Forests.

8. Bibliografia ed ulteriori letture

Barazzuoli, P., Izzo, S., Menicori, P., Micheluccini, M., Salleolini, M., 1989. A new pratical aid to regional hydrogeologic planning: the runoff coefficient map. Environmental Management, 13(5), pp. 613-622.

Chianucci, F. 2016. A note on estimating canopy cover from digital cover and hemispherical photography. Silva Fennica vol. 50 no. 1 article id 1518. http://dx.doi.org/10.14214/sf.1518.

Chianucci, F., Cutini, A., Corona, P. and Puletti, N., 2014a. Estimation of leaf area index in understory deciduous trees using digital photography. Agricultural and Forest Meteorology, 198, pp. 259-264.

Chianucci, F., Puletti, N., Venturi, E., Cutini, A. and Chiavetta, U., 2014b. Photographic assessment of overstory and understory leaf area index in beech forests under different management regimes in Central Italy. Forestry Studies, 61(1), pp. 27-34.

Ferretti M., Cutini A., Gottardini E., 2016. Linee Guida per la preparazione coerente delle indagini e dei dati (V1 R0). Documento LIFE FutureForCoppiceS, pp.22.

FOREST EUROPE, UNECE and FAO 2011. State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2011, ISBN 978-82-92980-05-7.

FOREST EUROPE 2015. State of Europe's Forests 2015. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, FOREST EUROPE Liaison Unit Madrid, pp. 65-221.

Macfarlane, C. and Ogden, G.N., 2012. Automated estimation of foliage cover in forest understorey from digital nadir images. Methods in Ecology and Evolution, 3(2), pp. 405-415.

Macfarlane, C., Hoffman, M., Eamus, D., Kerp, N., Higginson, S., McMurtrie, R., Adams, M.A. 2007. Estimation of leaf area index in eucalypt forest using digital photography. Agricultural and Forest Meteorology 143(3–4): 176–188. http://dx.doi.org/10.1016/ j.agrformet.2006.10.013.

Ridler, T, Calvard, S., 1978. Picture thresholding using an iterative selection method. IEEE Trans on Systems Man and Cybernetics, SMC 8: 630-2.

Tardi, A., and S. Vittorini. 1977. Il calcolo del coefficiente di deflusso su basi fisiografiche. Bollettino degli Ingegneri 4: 5–14.