SUSANNA NOCENTINI (*)

CONSERVAZIONE DELLA COMPLESSITÀ E DELLA DIVERSITÀ BIOLOGICA DEI SISTEMI FORESTALI ⁽¹⁾

La definizione di modelli di gestione sostenibile dei sistemi forestali per la conservazione della diversità biologica richiede l'analisi delle complesse interazioni che caratterizzano il funzionamento degli ecosistemi forestali e che attraversano molteplici scale spazio-temporali. Per elaborare procedure applicative coerenti con l'obiettivo ed effettivamente praticabili, occorre fare riferimento a un solido e condiviso quadro teorico. E ciò perché qualsiasi ipotesi di gestione delle risorse naturali deve avere il consenso di molteplici portatori di interesse.

Per conservare la complessità e la diversità biologica occorre differenziare, nel tempo e nello spazio, le scelte gestionali e favorire la presenza di quegli elementi che possano fare da collegamento attraverso le diverse scale spazio-temporali. La pianificazione forestale rappresenta uno strumento efficace per garantire la sostenibilità ecologica, economica e sociale della gestione. Come esempio delle potenzialità insite nella pianificazione forestale vengono esaminate le diverse alternative di gestione del ceduo, cioè di un sistema forestale fortemente semplificato dall'attività umana e molto diffuso in Italia. La pianificazione consente inoltre di recuperare e valorizzare, modulandoli nel tempo e nello spazio, le molteplici forme colturali che fanno parte del patrimonio storico e culturale del nostro Paese.

Parole chiave: biodiversità; pianificazione forestale; scala spazio-temporale; gestione del ceduo.

Key words: biodiversity; forest planning; space and time scale; coppice management.

1. PREMESSA

La definizione di linee guida per la conservazione della complessità e della diversità biologica dei sistemi forestali richiede una analisi approfondita delle molteplici interazioni che ne caratterizzano il funzionamento e l'elaborazione di procedure applicative che siano allo stesso tempo coerenti con l'obiettivo ed effettivamente praticabili.

La proposta di nuove strategie di gestione forestale deve essere fonda-

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università di Firenze. Via San Bonaventura 13, 50145 Firenze. E-mail: nocentini@unifi.it.

¹ Lavoro svolto nell'ambito del progetto MIUR PRIN COFIN2003 FOR_BIO «Modelli di gestione sostenibile dei sistemi forestali per la conservazione della complessità e della diversità biologica» (Coordinatore nazionale: O. Ciancio).

ta su un solido e condiviso quadro teorico all'interno del quale i risultati delle indagini sperimentali possano essere prima interpretati e poi coerentemente tradotti in indicazioni gestionali. Ciò perché qualsiasi ipotesi di gestione delle risorse naturali deve avere il consenso di molteplici portatori di interesse. In altre parole, deve superare il vaglio di una valutazione che nei fatti tiene conto della coerenza fra inquadramento teorico e procedure tecniche, senza sottovalutarne le ricadute etiche ed economiche.

La filosofia di questo progetto si basa su un paradigma scientifico che, coerentemente con i più recenti sviluppi in ecologia, considera gli ecosistemi forestali come sistemi biologici complessi, caratterizzati dall'imprevedibilità, dall'indeterminatezza delle reazioni e dalla pluralità delle retroazioni (CIANCIO e NOCENTINI, 1996). Questo paradigma si inserisce in una visione dinamica della natura, secondo la quale gli ecosistemi, in quanto sistemi aperti, sono in continuo cambiamento (PICKETT *et al.*, 1992, PERRY e AMARANTHUS, 1997).

È ormai un fatto acquisito dalla comunità scientifica che la diversità biologica, intesa nelle sue diverse dimensioni (NOSS, 1990; 1997), rappresenta un elemento determinante per la funzionalità degli ecosistemi. In particolare, viene oggi riconosciuto che la biodiversità contribuisce soprattutto ad aumentare la *resilienza* degli ecosistemi (HOLLING *et al.*, 2002), cioè la loro capacità di reagire a fattori di disturbo.

Conservare la biodiversità non vuol dire solo salvare dall'estinzione specie o entità considerate a rischio, ma anche, e soprattutto, sostenere la capacità degli ecosistemi di adattarsi ai cambiamenti.

In questo contesto un elemento che deve essere preso in considerazione è la molteplicità di scale spazio-temporali attraverso cui si svolgono i processi ecologici. Ciò è particolarmente importante per comprendere come la diversità contribuisca ai meccanismi di resistenza e resilienza degli ecosistemi (CIANCIO e NOCENTINI, 2003a, 2003b).

2. LA BIODIVERSITÀ E IL TEMPO

Una delle caratteristiche dei sistemi naturali è il continuo cambiamento. È stato affermato che l'evoluzione è il principio che unisce tutta la biologia, l'unico meccanismo logico per spiegare la biodiversità come la vediamo oggi e in grado di offrire una prospettiva storica alle dinamiche della vita. Quindi, l'obiettivo della conservazione non è quello di conservare lo *status quo*, ma piuttosto di far sì che le popolazioni possano rispondere ai cambiamenti ambientali in maniera adattativa (MEFFE e CARROLL, 1997).

In altri termini, poiché la natura è in continuo cambiamento, quello che osserviamo in un determinato momento non è altro che un fermo immagine di un film che continua a scorrere, una immagine che è il prodotto della storia dell'ecosistema, una storia unica, diversa dalla storia di ogni altro ecosistema. Molti dei processi che producono e sostengono la diversità biologica di un ecosistema forestale si riferiscono a eventi che si sono verificati in un lontano passato. Da qui la necessità di conoscere questa storia per comprendere il presente. È anche vero che la conoscenza del passato non può indicare con certezza quale sarà la traiettoria futura di quel bosco (CIANCIO e NOCENTINI, 2004a).

Nelle osservazioni sperimentali diverse scale temporali produrranno risultati diversi. Si pensi alle indagini sulla variazione del numero di determinate specie (a esempio, specie erbacee o arbustive) a seguito di diversi trattamenti (a esempio, il taglio raso): aumentando via via la durata del periodo di osservazione il numero varierà e le conclusioni che si potranno trarre saranno molto diverse (CIANCIO e NOCENTINI, 2003b).

3. LA BIODIVERSITÀ E LO SPAZIO

Poiché gli ecosistemi non sono sistemi chiusi, non hanno confini impermeabili, la scala spaziale a cui si svolgono i diversi processi è determinante per garantire la loro funzionalità. Entro certi limiti, la resilienza, intesa come la capacità degli ecosistemi di cambiare senza perdere aspetti funzionali, aumenta all'aumentare della scala spaziale di riferimento (WHITE *et al.*, 2000).

Il contesto spaziale include i caratteri della matrice paesaggistica in cui è inserito un determinato ecosistema, la natura dei confini e dei margini e la dimensione, distribuzione e isolamento degli altri ecosistemi nella matrice (WHITE e WALKER, 1997). Sul piano scientifico e sperimentale molta attenzione è stata ed è tuttora rivolta all'influenza della frammentazione e dell'isolamento degli *habitat* sulle caratteristiche, vitalità e possibilità di conservazione delle popolazioni. Ma il contesto spaziale può influenzare fortemente i processi che si svolgono all'interno di un determinato ecosistema anche a seguito di cambiamenti che avvengono al di fuori della zona considerata. Sono ben noti, a esempio, gli effetti che cambiamenti nella gestione di popolazioni animali di interesse venatorio possono avere sui processi di rinnovazione dei soprassuoli forestali anche in zone diverse rispetto a quelle considerate.

Come nel caso della scala temporale, le osservazioni scientifiche sono necessariamente limitate a una o poche scale spaziali. La diversità di specie

o di strutture varia al variare della scala di riferimento. Inoltre, la presenza di processi che si svolgono attraverso diverse scale spaziali rende molto difficile quantificare il loro effetto sulla funzionalità dell'ecosistema.

4. GESTIONE FORESTALE E CONSERVAZIONE DELLA DIVERSITÀ BIOLOGICA

È indubbio che da questo rapido esame dei concetti che fanno da sfondo all'idea di biodiversità emerge un quadro di grande incertezza. Se la natura è dinamica, se non si può prevedere l'evoluzione futura dei sistemi naturali, se la realtà ci sfugge continuamente perché l'azione si svolge sempre a scale temporali e spaziali diverse da quelle che stiamo osservando, come si può concretamente agire per conservare la diversità e la complessità degli ecosistemi forestali?

La questione si complica ulteriormente se si considera che nel nostro Paese esiste una diversità prodotta e sostenuta dall'attività umana che ha valore storico, culturale e paesaggistico e dalla quale non si può prescindere.

La partita si può giocare trasformando l'*handicap* – cioè la difficoltà di fissare una scala di riferimento – in un punto di forza della strategia, cioè agire in modo da differenziare la gestione a diverse scale spazio-temporali e favorire la presenza di quegli elementi che possono fungere da collegamento fra le diverse scale.

A scala di *popolamento* questo vuol dire innanzitutto favorire l'aumento della *diversità strutturale*. In generale, più è diversificata la struttura verticale di un bosco, maggiore è la diversità di specie (BELL *et al.*, 1991).

Un altro parametro che a scala di popolamento influenza la diversità di specie e processi è l'*età degli alberi*. La ricchezza di specie in un ecosistema forestale aumenta con l'aumentare dell'età della componente arborea e soprattutto passando attraverso fasi successionali via via più mature. Questo dipende anche dal fatto che la complessità verticale dei soprassuoli forestali cresce con l'età e con la fase di sviluppo (BROKAW e LENT, 1999). Alberi grandi, vecchi offrono *habitat* per una molteplicità di specie vegetali e animali.

A scala spaziale più ampia, la pianificazione può favorire la creazione e il mantenimento di un mosaico mobile, cioè di un insieme di tessere di età, composizione e struttura differenti, contribuendo alla diversità a livello di *paesaggio*. Per quanto riguarda poi la *continuità fra diverse scale spaziali* occorre tener conto del ruolo e dell'importanza dei corridoi ecologici e delle zone ecotonali.

Per garantire la *continuità fra diverse scale temporali* occorre individuare e conservare le cosiddette *eredità biologiche* (FRANKLIN *et al.*, 1985). PERRY e AMARANTHUS (1997) hanno definito *eredità biologica* qualsiasi

componente di un ecosistema, come a esempio semi, parti di apparati radicali o gemme basali, funghi micorrizzanti o altri microbi del suolo, legno morto ecc., che a seguito di un fattore di disturbo viene tramandato alla fase successiva. Chiazze di bosco che sopravvivono a un evento perturbativo possono essere considerate *eredità biologiche* a livello di ecosistema perché permettono a certe specie di permanere mentre il resto del paesaggio si ricostituisce. Queste *eredità* contribuiscono a indirizzare le traiettorie di recupero dopo il fattore di disturbo e sono di fondamentale importanza per conservare nel tempo la diversità biologica. Nella gestione degli ecosistemi forestali è quindi importante preservare quegli elementi che possano fungere da *eredità biologica* sia a livello di paesaggio (a esempio i cosiddetti boschi vetusti) sia a livello di popolamento (alberi vecchi e morti).

5. DALLA TEORIA ALLA PRATICA

Il paesaggio forestale italiano è formato da un insieme di tessere diversificate che sono il prodotto dell'interazione fra la loro storia colturale e gestionale e le caratteristiche del territorio. Per conservare la diversità alle differenti scale occorre operare differenziando, nel tempo e nello spazio le scelte gestionali. Lo strumento più adatto è la pianificazione che, attraverso l'analisi delle diverse situazioni stazionali, compositive e strutturali, consente di valutare e scegliere la strategia gestionale più adatta alle diverse situazioni.

Come esempio delle potenzialità insite nella pianificazione forestale per contribuire alla conservazione della diversità biologica voglio citare le diverse alternative che possono essere distribuite nel tempo e nello spazio nella gestione di un sistema forestale fortemente modificato dall'attività umana e molto diffuso nel nostro Paese, e cioè il ceduo.

Per i cedui italiani sono possibili diverse opzioni colturali e gestionali (CIANCIO e NOCENTINI, 2004b):

1. proseguire con la ceduzione;
2. convertire a ceduo composto;
3. avviare la conversione a fustaia;
4. lasciare il ceduo all'evoluzione naturale.

Queste diverse opzioni hanno effetti diversi sulla diversificazione strutturale, compositiva e funzionale dei soprassuoli e del mosaico paesaggistico.

Nei cedui *a regime* le utilizzazioni seguono una rotazione delle superfici in base al turno. In tal modo si mantiene un mosaico di tessere formate da popolamenti di origine agamica di età diversa. La struttura verticale dei soprassuoli cedui generalmente si presenta semplificata, cioè costituita dal

piano dei polloni che, dopo pochi anni dal taglio, tendono a chiudere la copertura. Il governo a ceduo riduce la presenza di individui arborei di età e dimensioni elevate. Nei cedui semplici matricinati le matricine possono raggiungere una età pari a 2 volte il turno: età che è largamente inferiore alla longevità delle specie presenti nei nostri cedui. Le ceduazioni periodiche creano un mosaico di soprassuoli con diversa struttura che può contribuire alla diversificazione delle nicchie ecologiche. L'utilizzazione regolare del ceduo mantiene a livelli bassi la presenza di necromassa, costituita quasi esclusivamente dai polloni che muoiono progressivamente all'aumentare della concorrenza all'interno delle ceppaie.

L'abbandono del ceduo semplice matricinato che si è verificato negli ultimi decenni del secolo scorso e la tendenza a far rilasciare un numero elevato di matricine in atto da diverso tempo, hanno fatto sì che in molti cedui le matricine hanno età che superano di due volte il turno del ceduo. Questo ha creato, anche se inconsapevolmente, condizioni favorevoli per la conversione a ceduo composto. Questa forma di governo non ha mai riscosso molto favore presso i tecnici forestali italiani. Ma è da notare che il ceduo composto presenta aspetti di rilevante interesse per il mantenimento della diversità biologica rispetto al ceduo semplice matricinato. Infatti, la coesistenza di una fustaia formata da alberi anche di età elevata su di un ceduo regolarmente utilizzato contribuisce alla diversificazione strutturale e compositiva mantenendo *habitat* adatti a molteplici specie vegetali e animali. Il ceduo composto, inoltre, contribuisce notevolmente a ridurre l'impatto paesaggistico di questa forma di governo.

L'avviamento a fustaia, imponendo la sospensione delle ceduazioni, favorisce l'aumento della provvigione legnosa e dell'età della componente arborea, non interrompe i processi evolutivi del suolo e favorisce nel tempo la fruttificazione dei polloni rilasciati, con effetti benefici sulla capacità portante degli *habitat* nei riguardi di numerose specie animali (CASANOVA e MEMOLI, 2002). La cessazione del taglio periodico determina però, nel breve-medio periodo, la scomparsa della componente arbustiva ed erbacea e la riduzione delle zone scoperte con conseguenti modifiche nelle caratteristiche degli *habitat*.

Nei cedui lasciati alla libera evoluzione i processi evolutivi che si instaurano a seguito della cessazione delle utilizzazioni seguono andamenti differenziati in relazione alla composizione e alla struttura del ceduo, alle caratteristiche della stazione, alle interazioni con sistemi adiacenti – aree aperte, corsi d'acqua, terreni agricoli ecc. La sospensione delle ceduazioni comporta cambiamenti nelle caratteristiche delle diverse tessere che compongono il mosaico paesaggistico. Con l'aumentare dell'età si ha un aumento della competizione fra i polloni che determina la mortalità per autodira-

damento e il conseguente aumento della necromassa. In tal modo si innescano meccanismi evolutivi che porteranno, nel medio-lungo periodo, a strutture forestali più complesse e composite.

La pianificazione è un'arma preziosa per differenziare nel tempo e nello spazio gli interventi previsti da queste diverse opzioni. In un comprensorio forestale caratterizzato dalla presenza di boschi cedui, la pianificazione consente innanzitutto di individuare e sottoporre a tutela le zone più delicate quali aree riparie, aree di nidificazione o di riproduzione di particolari specie animali ecc. Con opportuni schemi di pianificazione è possibile poi modulare le diverse ipotesi gestionali in funzione delle caratteristiche dei soprassuoli e delle stazioni, delle possibilità operative (viabilità, limiti di pendenza) ecc., in modo da aumentare progressivamente la diversità di strutture presenti sia a livello di particella, sia a livello di paesaggio.

Così, a esempio, nel caso della conversione a fustaia, possono essere adottati schemi che suddividono il bosco in sezioni e diluiscono nel tempo l'inizio degli interventi di avviamento, differenziando i percorsi colturali nelle diverse sezioni in relazione alle condizioni stazionali e del soprassuolo. Su alcune sezioni può continuare la ceduzione, eventualmente aumentando progressivamente l'età e il numero delle matricine, mentre in altre si iniziano in tempi successivi gli interventi di avviamento. In un tale schema può essere previsto anche di lasciare una parte a evoluzione naturale. Questo consente di creare un mosaico mobile nello spazio e nel tempo di soprassuoli con diversa struttura, età e dimensione, aumentando così la diversità di *habitat* e, in definitiva, la diversità biologica.

Tra l'altro un simile approccio, diluendo nel tempo i costi della conversione e riducendo gradualmente i ricavi derivanti dal taglio del ceduo, consente anche ai proprietari privati di intraprendere un'opera opportuna senza gli ingenti aiuti finanziari che sono invece necessari se la conversione viene avviata contemporaneamente su tutta la superficie del ceduo. In ogni caso è utile monitorare e controllare la risposta dei diversi sistemi in modo da adattare via via gli interventi e le scelte operative.

6. CONCLUSIONI

Il problema della conservazione della biodiversità forestale deve essere affrontato all'interno di una visione dinamica della realtà: infatti non si può prescindere dalla storia non solo naturale ma anche colturale di ogni bosco e dalla consapevolezza che il tempo è mutevole. Gli ecosistemi forestali sono sistemi biologici complessi nei quali interagiscono fattori naturali e fattori umani.

La pianificazione forestale è un'arma preziosa per differenziare nel tempo e nello spazio gli interventi in modo da garantire, attraverso un'accurata lettura delle diverse situazioni stazionali, compositive e strutturali, il mantenimento della diversità biologica alle diverse scale spazio-temporali. La pianificazione consente inoltre di recuperare e valorizzare, modulandoli nel tempo e nello spazio, forme di governo e trattamento del bosco che fanno parte del patrimonio storico e culturale del nostro Paese.

SUMMARY

Conservation and management of forest complexity and biodiversity

The definition of sustainable management models aimed at forest biodiversity conservation must be based on the analysis of the complex interactions that characterize forest ecosystems. These interactions cross multiple time and space scales and are strongly influenced by management. A solid and coherent theoretical framework is necessary because any proposal regarding natural resource management must receive consensus from all the stakeholders. To conserve forest complexity and biodiversity, management options should be differentiated in time and space and all those elements that connect different scales should be preserved. Planning is a useful instrument for the ecological, economic and social sustainability of forest management because it increases the time and space scales of reference.

As an example of the potentiality of forest planning different coppice management alternatives are examined. Coppices are forest systems which have been strongly simplified by human exploitation. Appropriate planning, based on the distribution of the different management alternatives in time and space, can create a mosaic of diversified structures and processes, thus contributing not only to biodiversity conservation but also to the conservation of the many different silvicultural techniques that are part of the traditional and cultural heritage of Italian forestry.

BIBLIOGRAFIA

- BELL S.S., MC COY E.D., MUSHINSKY H.R., 1991 – *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space*. Chapman and Hall, Londra.
- BROKAW N.L.V., LENT R.A., 1999 – *Vertical structure*. In: Hunter M.L. Jr. (a cura di), *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 373-399.
- CASANOVA P., MEMOLI A., 2002 – *Problematiche legate alla presenza di ungulati in alcune fitocenosi della Toscana*. In: Ciancio O., Nocentini S. (a cura di), *Il bosco ceduo in Italia*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 397-412.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 – *La selvicoltura sistemica: conseguenze scientifiche e tecniche*. *L'Italia forestale e montana*, 51 (2): 112-130.

- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2003a – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 2. Specie, strutture, processi*. L'Italia forestale e montana, 58 (1): 1-6.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2003b – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 3. Biodiversità, gestione forestale e metodo scientifico*. L'Italia forestale e montana, 58 (2): 61-70.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004a – *Biodiversity conservation in Mediterranean forest ecosystems: from theory to operationality*. In: Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality. A cura di M. Marchetti. EFI Proceedings No 51, 2004: 163-168.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004b – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, assestamento, gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 2004, p. 721.
- FRANKLIN J.F., MAC MAHON J.A., SWANSON F.J., SEDELL J.R., 1985 – *Ecosystem responses to the eruption of Mount St Helens*. National geographic Research (Spring): 198-216.
- HOLLING C.S., CARPENTER S.R., BROCK W.A., GUNDERSON L.H., 2002 – *Discoveries for sustainable futures*. In: Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. L.H. Gunderson e C.S. Holling eds. Island Press, Washington D.C., pp. 395-417.
- MEFFE G.K., CARROLL C.R., 1997 – *What is conservation biology?* In: Principles of conservation biology. G.K. Meffe and C.R. Carroll eds. Sinauer Associates, Inc. Pp. 3-28.
- NOCENTINI, 2003 – *Gli alberi morti in foresta: un principio biologico per la gestione forestale sostenibile*. Atti della giornata di studio: «Dagli alberi morti ... la vita della foresta. Conservazione della biodiversità forestale legata al legno morto.» Corniolo (FO) 10 maggio 2002. Gli Atti del Parco. Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna.
- NOSS R.F., 1990 – *Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach*. Conservation Biology, 4: 355-364.
- NOSS R.F., 1997 – *Hierarchical indicators for monitoring changes in biodiversity*. In: Principles of conservation biology. G.K. Meffe and C.R. Carroll eds. Sinauer Associates, Inc. Pp. 88-89.
- PERRY D.A., AMARANTHUS M.P., 1997 – *Disturbance, recovery and stability*. In: KHOM K.A., FRANKLIN J.F., *Creating a forestry for the 21st century*. Island Press, Washington D.C. p. 31-56.
- PICKETT S.T.A., PARKER V.T., FIEDLER P.L., 1992 – *The new paradigm in ecology: Implications for conservation biology above the species level*. In: Conservation biology, P.L. Fiedler e S.K. Jain eds. Chapman and Hall, New York.
- WHITE P.S., WALKER J.L., 1997 – *Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology*. Restoration Ecology, 5 (4): 338-349.
- WHITE P.S., HARROD J., WALKER J.L., JENTSCH A., 2000 – *Disturbance, scale and boundary in wilderness management*. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15. Vol. 2: 27-42.