

## IL RUOLO DELLA SELVICOLTURA NELLA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE

(\*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

Dopo aver evidenziato l'importante ruolo ecologico della vegetazione ripariale e gli stretti rapporti intercorrenti con il corso d'acqua, vengono messi in evidenza gli effetti negativi che, in un ambiente antropizzato, possono derivare dall'ostacolo allo scorrimento dell'acqua esercitato dall'ingombro di piante vive o a terra e dall'accumulo di necromassa. Viene illustrata la normativa che regola la materia, sia a livello di direttive Comunitarie che legislativo nazionale e regionale (Regione Toscana) dove, pur assumendo come obiettivo prioritario la limitazione del rischio idraulico, ci si pone anche quello della salvaguardia dell'intero ecosistema fluviale. In questo contesto sono esaminate le possibilità offerte dagli strumenti della selvicoltura nel conciliare le diverse esigenze con la sicurezza idraulica. Vengono proposte delle tecniche generali di intervento, che si rifanno ad un modello ecologicamente sostenibile e differenziate in funzione del rapporto tra vegetazione e portate di piena. Si affrontano infine i temi connessi al costo, alla pianificazione dei lavori e alla possibilità di utilizzazione della produzione legnosa.

*Parole chiave:* vegetazione ripariale, gestione sostenibile, interventi culturali.

*Key words:* riverbank vegetation, sustainable management, cultural treatments.

*Mots clés:* végétation des berges, aménagement soutenable, soins culturaux.

### 1. PREMESSA

Le caratteristiche della vegetazione che copre le sponde dei corsi d'acqua, condizionano non solo gli aspetti ecologici dell'ecosistema fluviale ma, in maniera più o meno marcata, anche quelli strettamente idraulici (Giller e Malmqvist, 1998; Pedrotti e Gafta, 1996; Hickin, 1984; Van note *et al.*, 1980; Hey, 1979)

Sul ruolo ecologico della vegetazione di alveo molto è stato scritto e gli studiosi concordano nell'attribuirle un ruolo fondamentale nei processi di arricchimento della diversità delle biocenosi (Allan, 1995; AA.VV., 1992; CIRF, 2006; Ciutti e Cappelletti, 2006) mentre, per quanto riguarda le interazioni tra il flusso idraulico e la vegetazione, legnosa in particolare, scarseggiano le ricerche condotte "in campo" (Florinet, 2007) e comunque non abbondano nemmeno quelle, la maggior parte, organizzate su modelli (AA.VV., 1992; Masi *et al.*, 1991; Robinson, 2002; Carollo *et al.*, 2005; Guarnieri *et al.*, 2007; Chiaradia e Bischetti, 2007).

Inoltre se possono essere ritenute univoche le considerazioni di carattere fisico legate alla resistenza alla moto esercitate dall'ingombro di piante vive o a terra, non altrettanto si può dire sulla valutazione degli effetti - in particolare l'aumento locale del rischio di esondazione - che da questi ostacoli possono derivare (Cannata, 1994; Guarnieri *et al.*, 2006; Sansoni, 2006).

Ne consegue che spesso gli Enti preposti alla sorveglianza e manutenzione della rete idraulica si limitano alla periodica asportazione della componente arborea ed arbustiva senza troppo tener conto delle peculiari caratteristiche e delle potenzialità dell'ambiente in cui si opera (Lachat, 1991; AA.VV., 2000).

In questo contesto la selvicoltura si propone come strumento in grado di mediare tra le esigenze di carattere sociale, prima fra tutte la minimizzazione del rischio idraulico, e quelle ecologiche ed economiche, ricercando un compromesso tra obiettivi, spesso in conflitto, che vanno dalla sicu-

rezza, alla funzionalità ecologica, alla conservazione del paesaggio, alla fruizione ricreativa, alla conservazione delle risorse idriche (Barraqué, 1998; Baldo, 2007).

### 2. IL QUADRO NORMATIVO

A livello comunitario sono molteplici le direttive che riguardano anche la gestione degli *habitat* fluviali e della vegetazione ripariale. Fra le più importanti quella del 18 luglio 1978 (78/659/CEE), relativa alla qualità delle acque dolci, ma con ampi riferimenti all'ecosistema fluviale, e la Direttiva n. 92/43/CEE del 21 maggio 1992 relativa alla "Conservazione degli *habitat* naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche", comunemente denominata Direttiva "*Habitat*".

Con la "Water Framework Directive" (2000/60/CE), vengono enunciati alcuni principi fondamentali relativi anche alla conservazione e protezione degli ecosistemi acquatici, che viene concepita come una gestione a scala di bacino e non più per unità amministrative. La direttiva impegna gli Stati membri a promuovere il raggiungimento e il mantenimento di un buono stato di qualità di tutte le acque entro il 2015.

La legislazione nazionale in materia è stata nel tempo copiosa, ma con una grande frammentazione di soggetti e di competenze, da cui la difficoltà di approccio organico e globale. Senza tralasciare i riferimenti specifici contenuti nel R. D. 25 luglio 1904, occorre arrivare alla legge Merli (L. 319/76) sulla qualità delle acque, che per prima ha posto in evidenza la necessità di una pianificazione di settore a livello nazionale. Nella legge quadro sulla Difesa del Suolo (L. 183/89), viene promossa un'attività pianificatoria di governo del territorio che va dalla sicurezza idraulica alla qualità ecologica degli ambienti fluviali.

Ma è con il DPR 14 aprile 1993 che si danno alle Regioni indirizzi specifici per gli interventi sulla vegetazione dei corsi d'acqua con specifiche indicazioni circa la rimozione

dagli alvei e sponde delle alberature che sono di ostacolo al regolare deflusso delle piene salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali.

Il D.Lgs 152 del 1999 anticipa gli orientamenti comunitari della "Water Framework Directive" tra i quali l'obiettivo di mirare alla salvaguardia degli ecosistemi acquatici nella loro interezza (sponde, biota, sedimenti e acque), a prescindere dalla destinazione d'uso dell'acqua.

Infine il D.L. 152/2006 "Norme in materia ambientale" attribuisce competenze ai vari Enti Territoriali in materia di difesa del suolo.

Le normative regionali sulla regimazione idraulica e controllo della vegetazione di sponda non presentano tra loro sostanziali differenze, se non nel dettaglio delle tipologie e della tempistica degli interventi e soprattutto nell'attribuzione delle competenze operative ai vari Enti, attribuzioni che nella quasi totalità delle Regioni era stata deliberata precedentemente al D.L. 152/2006.

La Regione Toscana già agli inizi degli anni '90 aveva istituito i Comprensori di bonifica attribuendo ai Consorzi – ove presenti – o alle Comunità montane, competenze in merito di progettazione, realizzazione e gestione delle opere di bonifica (L.R. 34/94).

Successivamente con la D.C.R. 155/1997 sono stati dettati precisi indirizzi in merito alla progettazione e alla tempistica degli interventi in materia di difesa idrogeologica esaltando da un lato la conservazione delle caratteristiche di naturalità della vegetazione ripariale ma subordinandolo, così come richiesto dal DPR del 1993, alla verifica della "compatibilità idraulica" intesa come limitazione del rischio di esondazione.

### 3. IL RUOLO DELLA SELVICOLTURA

La gestione della vegetazione ripariale deve necessariamente integrarsi nel contesto più ampio di quella dell'intero corso d'acqua, gestione quest'ultima che richiede competenze in settori diversi, culturalmente anche abbastanza distanti. Il primo ruolo della selvicoltura, e del forestale che la interpreta, è quindi quello di proporsi come elemento di mediazione e sintesi delle diverse problematiche emergenti, spesso in conflitto tra di loro, fornendo poi delle soluzioni culturali che possano assecondare una gestione multiobiettivo.

Tali soluzioni dovranno tener conto, a scale diverse, della maggiore o minore importanza dei diversi aspetti da considerare, alcuni dei quali sono di seguito brevemente discussi.

La sicurezza idraulica rappresenta l'esigenza più importante, dalla quale non è dato prescindere. La normativa obbliga infatti a interventi sulla vegetazione di sponda al fine di contenere il rischio idraulico, rischio che ovviamente deve essere commisurato al livello di antropizzazione presente.

Da questo punto di vista gli effetti benefici della presenza della vegetazione quali il consolidamento delle sponde, la trattenuta di sedimenti e detriti legnosi, l'aumento del tempo di corrivazione, e in definitiva l'attenuazione dei picchi di piena riducono, a livello di bacino, il rischio di esondazione (CIRF, 2006).

Localmente però la resistenza al moto esercitata dall'ingombro da parte di piante vive o cadute e dall'accumulo di necromassa può contribuire ad innalzare

il livello dell'acqua ed aumentare tale rischio (Betti *et al.*, 2006; Preti e Bacci, 2004; Sansoni, 2006).

Sarebbe comunque illogico, oltre che molto costoso, pensare ad una selvicoltura che sempre e comunque voglia modellare la vegetazione di sponda riconducendola a dei modelli predefiniti, ancorché culturalmente sostenibili. Nei tratti dei corsi d'acqua non prossimi a zone urbanizzate o agricole, la funzione protettiva della vegetazione ripariale risulta esaltata dai suoi naturali processi evolutivi che conducono in genere ad un popolamento d'alto fusto integrato nella vegetazione arborea circostante, utile per la protezione delle sponde e ostacolo all'ingresso in alveo di piante sradicate.

È opportuno quindi individuare prioritariamente i tratti di corso d'acqua che attraversano zone a più elevato livello di vulnerabilità (centri abitati, ponti, infrastrutture in genere) garantendo il mantenimento delle sezioni minime di deflusso, anche attraverso il taglio della componente arborea nelle fasce di pertinenza di magra (Preti e Guarnieri, 2005).

Sulle sponde sarà necessario avere una vegetazione elastica, che quando sommersa si possa agevolmente flettere riducendo poco la velocità dell'acqua, ma che allo stesso tempo protegga il suolo dall'erosione. Tali effetti possono essere assicurati, nel caso di vegetazione legnosa, da piante o polloni mantenuti in uno stato giovanile. Allontanandosi dall'alveo la necessità di elasticità tende a diminuire ma se da un lato una vegetazione densa e rigida ha un'ottima efficacia per la protezione del suolo, dall'altro può contribuire ad innalzare il livello dell'acqua. Singole piante al contrario riducono poco la velocità della corrente provocando però forti turbolenze che possono indurre processi erosivi (Florinet, 2007).

È quindi opportuno programmare gli interventi culturali periodici al fine di mantenere un gradiente strutturale che, partendo da piante più giovani e flessibili sulle sponde arrivi ad alberi, anche singoli, nelle zone più difficilmente inondabili mantenendo comunque una densità che permetta, dopo gli interventi, la ripresa dei processi di rinnovazione.

I tagli saranno più intensi nella zona dell'alveo di modellamento<sup>1</sup>, con ceduzione dei polloni che costituiscono evidente ostacolo, per poi sfumare in tagli selettivi nelle zone interessate da piene con tempi di ritorno più elevati. Qui la scelta delle piante da abbattere cadrà su gli individui che, da un'analisi visiva, evidenziano segni di instabilità (presenza di lesioni, marciumi, marcati disseccamenti della chioma, ecc.) e su quelli che per densità e posizione reciproca possono favorire l'accumulo dei detriti legnosi di grosse dimensioni (LWD)<sup>2</sup>. Allontanandosi dall'alveo attivo l'intervento assumerà sempre meno prerogative legate alla diminuzione del rischio idraulico per privilegiare la valorizzazione della naturalità dell'ambiente ripariale.

Dove reso possibile dalle caratteristiche delle specie, si dovrà mirare ad una struttura verticale pluristratificata con soggetti giovani e vigorosi nel piano dominante e una orizzontale che permetta la presenza di un sottobosco di specie arbustive.

Particolare attenzione dovrà essere posta a monte di re-

<sup>1</sup> Sezione di alveo interessata da piene con tempo di ritorno di due anni (Preti *et al.*, 1996).

<sup>2</sup> LWD- Large woody debris, definito come "detrito legnoso non radicato con dimensioni superiori a 10 cm di diametro e 1 m di lunghezza" (Nakamura e Swanson, 1993; Peterken, 1996).

stringimenti di sezione, come ad esempio le luci dei ponti, dove l'ostruzione causata da tronchi fluitati potrebbe essere causa di gravi inconvenienti (Brath e Montanari, 2000).

Le esigenze di carattere ecologico, ribadite anche dalla legislazione nazionale e regionale, risultano sempre più imprescindibili considerato anche che i corsi d'acqua e la relativa vegetazione ripariale costituiscono, soprattutto nelle zone di pianura, degli importanti "corridoi di connessione" nell'ambito della rete ecologica (Ministero Ambiente, 1999): conservarne un elevato grado di naturalità cercando di esaltare la biodiversità sia a livello di specie che di *habitat*, è essenziale per "garantire la possibilità di migrazione e di scambio genetico tra le popolazioni" (Conte *et al.*, 2006), ed in definitiva la loro funzionalità (Cummins, 1988).

Di conseguenza con i periodici interventi di taglio, si dovrà mirare a favorire le specie rare e/o sporadiche, quelle produttrici di semi e/o frutti eduli, e quelle specie preferenziali per la nidificazione (Tellini Florenzano, 2003). Un discorso a parte merita l'LWD che incontestabilmente svolge un'importante funzione ecologica con riflessi diretti sulla qualità degli *habitat* e su quella dell'acqua (Gurnell *et al.*, 2002) ma, in quanto ostacolo alla corrente, è in grado di generare turbolenze e rilasciare poi in caso di piena tutto il materiale trattenuto provocando un effetto tipo "crollo diga" (Sansoni, 2006).

Il corso d'acqua e la vegetazione di sponda concorrono a disegnare un paesaggio, del quale costituiscono parte integrante, i cui caratteri sono espressione dell'azione e delle interazioni di fattori naturali e/o umani (Déjeant-Pons, 2006). Nei tratti torrentizi delle zone montane lo spopolamento iniziato nel secolo scorso ha favorito l'estensione della copertura forestale cosa che ha spesso reso indistinguibile il tipico paesaggio fluviale, con le antiche opere di derivazione dell'acqua, le "gore", le briglie e i tratti di muro a secco in sostituzione delle scarpate, riducendo la diversità delle tessere paesaggistiche.

Nell'attraversare zone agricole di pianura, dove i fiumi sono tra i pochi ecosistemi naturali o seminaturali rimasti (Conte *et al.*, 2006), il paesaggio è stato troppo spesso reso banale da canalizzazioni, rettificazioni dei margini della vegetazione ripariale, tagli a raso (che hanno favorito la diffusione di specie eliofile invadenti). Si tratta di interventi tesi a recuperare spazio per le colture ma che non rientrano tra quelle caratteristiche testimonianze dell'attività umana da tutelare nell'ambito della protezione del paesaggio.

La gestione della vegetazione di sponda deve operare nell'ottica della ricostituzione e conservazione del paesaggio fluviale, "guidando e armonizzando i cambiamenti indotti dai processi sociali, economici e ambientali" (Déjeant-Pons, 2006), recuperando se necessario gli ambiti compromessi da una impropria gestione dei fiumi (Sartori e Bracco, 1993), senza per questo dover necessariamente destinare a bosco tutte le aree inondabili. Anche in questo contesto gli indirizzi selvicolturali verso la costituzione e il mantenimento di strutture più articolate, possono contribuire a rendere meno impattanti gli interventi di taglio.

L'utilizzazione dei corsi d'acqua per attività ricreative, testimoniata dalla diffusa realizzazione di parchi fluviali (Toccolini *et al.*, 2004) presenta molti aspetti positivi, legati *in primis* al beneficio sociale generato, ma anche alla possibilità di sensibilizzare i fruitori (e gli amministratori) verso la conservazione dell'ambiente fluviale e alla possi-

bile costituzione di un indotto generatore di reddito. Di valenza opposta quelli riferibili al delicato equilibrio tra fruizione, dinamiche ambientali e rischio idraulico (CIRF, 2006). Anche su questi temi il contributo del forestale si può esplicitare sia partecipando preliminarmente all'identificazione dei luoghi meno sensibili agli effetti negativi della fruizione, sia successivamente attraverso la progettazione di interventi sulla vegetazione che siano anche indirizzati verso un miglioramento dell'accessibilità, con punti di sosta e percorsi che resteranno poi fruibili anche per gli interventi di esbosco.

Il taglio della vegetazione in alveo ha di norma un costo elevato a causa della difficile accessibilità, della morfologia delle sponde, del non sempre agevole uso dei mezzi meccanici, dalla carenza di imposti ecc. costo quasi mai compensato dalla qualità e quantità e del materiale legnoso estratto (Baronti *et al.*, 2007; Spinelli, 2005; Spinelli e Magagnotti, 2007)<sup>3</sup>. Interventi di manutenzione leggeri e frequenti, spesso culturalmente auspicabili, si rendono nella pratica inattuabili sia per i costi dell'organizzazione logistica che per quelli legati direttamente all'intervento.

Rendere meno onerosi gli interventi culturali rappresenta un obiettivo da perseguire attraverso una pianificazione che, a scala di bacino:

- determini la loro periodicità, limitando al massimo quelli di carattere straordinario;
- individui accessi e imposti di adeguate dimensioni, la cui disponibilità può richiedere l'attivazioni di servitù di uso, al fine di ottimizzare l'organizzazione dei cantieri di raccolta (Voivontas, 1998; Freppaz *et al.*, 2004).

In ogni caso il controllo della vegetazione in alveo rende disponibile una quantità più o meno elevata di materiale legnoso i cui costi di utilizzazione non devono tenere conto delle fasi di taglio e prima movimentazione del materiale, perché comunque da eseguire per l'adempimento della normativa vigente. Le nuove prospettive che si sono aperte per lo sfruttamento energetico delle biomasse, e le moderne tecniche di utilizzazione (Hartsough e Spinelli, 2001; Marchi *et al.*, 2005), possono offrire interessanti sbocchi di mercato (Mezzalana *et al.*, 2003).

#### 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Negli interventi culturali sulla vegetazione di sponda la normativa vigente impone di abbinare, alla prioritaria limitazione del rischio idraulico, il mantenimento delle caratteristiche di naturalità degli ecosistemi ripariali. Trattandosi di sistemi ad elevata complessità gli interventi sulla vegetazione necessitano di un approccio multidisciplinare al quale il forestale può dare un significativo contributo attraverso l'applicazione di tecniche selvicolturali flessibili in grado di modellare la vegetazione e renderla funzionale al raggiungimento di obiettivi che, localmente, debbano soddisfare esigenze anche molto diverse.

Mentre nei tratti torrentizi montani sembra oggi improprio voler contrastare lo spontaneo dinamismo proprio degli ambienti fluviali, in quelli di pianura, dove spesso gli alvei sono stati modellati da un'agricoltura che si è spinta fin quasi sulle sponde, è utopistico pensare di far comun-

<sup>3</sup> I dati riportati dalla bibliografia citata oscillano tra le 20 e le 50-70 Mg/ha.

que riacquistare al corso d'acqua una completa libertà di azione. In molti casi è però possibile attuare servitù di uso che consentano di recuperare spazi, anche per interventi di riqualificazione fluviale, con il controllo delle specie arboree invadenti e la reintroduzione della vegetazione tipica dell'ambiente ripario.

Nelle zone più vulnerabili come quelle prossime all'attraversamento di zone urbanizzate risulta invece indispensabile un attento controllo della vegetazione, che pur mantenuta in una adeguata complessità strutturale, conservi uno stato giovanile che assicuri da un lato la massima flessibilità in occasione delle piene e dall'altro non rappresenti sorgente di materiale legnoso in grado di creare ostruzioni.

Da quanto esposto emerge che gli interventi sulla vegetazione in alveo si presentano complessi sia a livello di pianificazione che di applicazione delle tecniche colturali. Il laureato in Scienze Forestali ha la possibilità di cogliere queste opportunità di lavoro, fornendo un contributo di conoscenze che fanno parte del suo bagaglio culturale.

#### SUMMARY

##### THE ROLE OF FORESTRY IN THE MANAGEMENT OF RIVERBANK VEGETATION

This paper deals with the ecologically important role of riverbank vegetation and its close connections with the stream run off and focuses on the negative effects which could result from the blocking of the flow caused by the obstacle of standing or fallen vegetation or of the accumulation of dead material. Regulations related to riverbank management are briefly discussed, including E.U. Directives as well as national and regional legislation, whose primary objective is the reduction of flood risk, according to river ecosystem protection.

In this context, it examines the possibilities offered by the methods of forestry for reconciling the different needs with the hydraulic safety. General silvicultural treatments based on an ecologically sustainable model are suggested, according to the relationship between the vegetation and hydraulic flow along the river cross section. Lastly, it deals with topics related to the economics and planning of forestry work and the possibilities for using the woody production.

#### RÉSUMÉ

##### LE RÔLE DE LA SYLVICULTURE DANS LA GESTION DE LA VÉGÉTATION DES BERGES

Après avoir mis en évidence le rôle écologique important de la et les relations étroites qui existent avec le cours d'eau, on met en relief les effets négatifs qui, en un environnement anthropique, peuvent dériver de l'obstacle à l'écoulement des eaux exercé par l'encombrement des plantes vives ou en terre et par l'accumulation de necromasse. On illustre la réglementation en matière au niveau d'instructions communautaires, nationales et régionales (Région Toscane). Cette réglementation, tout en ayant comme objectif prioritaire de limiter le risque hydraulique, a aussi le but de sauvegarder l'écosystème fluvial tout entier. Dans un tel contexte on examine les

possibilités données par les instruments de la sylviculture pour concilier les exigences différentes avec la sûreté hydraulique. On propose des techniques générales d'intervention, qui remontent à un modèle écologiquement soutenable, différenciées en fonction du rapport entre la végétation et les débits du fleuve en crue. On traite enfin les thèmes liés à l'économie et à l'aménagement des travaux et à la possibilité d'utiliser la production ligneuse.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1992 – *River conservation and management*. Boon P.J., Calow P., Petts G.E., (editors) JohnWiley and Sons.
- AA.VV., 2000 – *Principi e linee guida per l'ingegneria naturalistica. Vol 1: Processi territoriali e criteri metodologici*. Regione Toscana.
- Allan D., 1995 – *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London.
- Baldo G., 2007 – *Riqualificare conviene?* Dispense del corso di formazione e aggiornamento professionale "Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua e dei canali di bonifica". Università degli Studi di Firenze - CIRF.
- Barraqué B., 1998 – *Sostenibilità e gestione delle risorse idriche in Europa*. L'Acqua, n. 1-2.
- Betti M., Ginanni F., Becchi I., Rinaldi M., 2006 – *Dinamiche di accumulo dei detriti arborei in alvei fluviali*. Atti del XXX° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Roma, 10-15 settembre 2006.
- Cannata P.G., 1994 – *Governo dei Bacini Idrografici*. Etas Libri editori.
- Carollo F.G., Ferro V., Termini D., 2005 – *Flow Resistance Law in Channels with Flexible Submerged Vegetation* ASCE Journal of Hydraulic Engineering, vol. 131, n. 7, pp. 554-564.
- Chiaradia E.A., Bischetti G.B., 2007 – *Calcolo della portata in alvei vegetati: interpretazione del diagramma di Kauch tramite l'applicazione di modelli mono-dimensionali*. Atti del Congresso AIIA: Milano, 27-28 marzo. Nuova Editoriale Bios.
- CIRF, 2006 – *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. A Nardini, G. Sansoni (curatori) e collaboratori, Mazzanti Editori, Venezia.
- Ciutti F., Cappelletti C., 2006 – *Funzionalità ecologica della vegetazione riparia*. Sherwood, 118: 43-46.
- Conte G., Boz B., Graziano L., Gurniero B., Melucci A., Sansoni G., Schipani I., 2006 – *Obiettivo natura: gli ecosistemi fluviali naturali*. In: "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.
- Cummins K.W., 1988 – *The study of stream ecosystem: a functional view*. In: Ecosystem Process, Springer-Verlag, New York.
- Déjeant-Pons M., 2006 – *The European Landscape Convention*. Proceedings of the Conference: Cultural heritage and sustainable forest management: the role of traditional knowledge. Florence, 8-11 June: 26-33.
- Florinet F., 2007 – *Ricerche sperimentali sul comportamento della vegetazione in alveo*. Dispense del corso di

- formazione e aggiornamento professionale “Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d’acqua e dei canali di bonifica”. Università degli Studi di Firenze - CIRF.
- Freppaz D., Minciardi R., Robba M., Rovatti M., Sacile R., Taramasso A., 2004 – *Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level*. Biomass and Bioenergy, 26: 15-25.
- Giller P.S., Malmqvist B., 1998 – *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, Oxford.
- Guarnieri L., Preti F., Bianchi L., Calamini G., Maltoni A., 2007 – *Manutenzione di un corso d’acqua in area costiera: interazioni tra vegetazione riparia e corrente idrica*. Atti del Congresso AIIA: Milano, 27-28 marzo. Nuova Editoriale Bios.
- Guarnieri L., Preti F., Mazzanti L., 2006 – *Interventi di manutenzione*. Manuale di Ingegneria Naturalistica, vol. 3, Cap. 24, Regione Lazio, pp. 597-612.
- Gurnell A.M., Piegay H., Swanson F.J., Gregory S.V., 2002 – *Large wood and fluvial processes*. Freshwater Biology, 47: 601-619.
- Hartsough B., Spinelli R., 2001 – *Indagine sulla cippatura in Italia*. Contributi Scientifico Pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno, C.N.R. - I.R.L., Compagnie delle Foreste, Arezzo.
- Hei R.D., 1979 – *Flow resistance in gravel-bed rivers*. Journal of Hydrology, Div., ASCE, 105: 365-379.
- Hickin, E.J., 1984 – *Vegetation and river channel dynamics*. Can. Geogr. XXVIII, 111-126.
- Lachat B., 1991 – *Le cours d’eau. Conservation, entretien, aménagement*. Conseil de l’Europe, Service de l’édition et de la documentation, Strasbourg.
- Marchi E., Pesare A., Spinelli R., 2005 – *La cippatura in campo. Modelli organizzativi con cippatrice semovente su base forwarder*. Sherwood, 108. Compagnia delle Foreste. Arezzo.
- Masi F., Bendoricchio G., Conte G., Garuti G., Innocenti A., Franco D., Masterman R., Thorne C.R., 1991 – *Analytical approach to flow resistance in gravel-bed channels with vegetable banks*. ASCE Journal of Hydraulic Engineering.
- Mezzalana G., Brocchi Colonna M., Veronese M., 2003 – *Come produrre energia dal legno*. ARSIA Regione Toscana.
- Ministero Ambiente, SCN, 1999 – *La valorizzazione delle risorse ambientali nelle politiche di sviluppo*. “La rete ecologica nazionale”. Note informative, Roma.
- Nakamura F., Swanson F.J., 1993 – *Effects of coarse woody debris on morphology and sediment storage of a mountain stream system in western Oregon*. Earth Surface Processes and Landforms.
- Nardini A., Soncini Sessa R., 2003 – *River quality model: criteria for the design of data collection campaigns aimed at model calibration*. Vol.1. (www.ewaoonline.de/journal/2003\_06.pdf).
- Pedrotti F., Gafta D., 1996 – *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell’Italia*. L’uomo e l’ambiente, 23.
- Peterken G.F., 1996 – *Natural woodland ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, 522 pp.
- Preti F., Bacci M., 2004 – *La vegetazione ripariale nei corsi d’acqua*. Alberi e Territorio, 7/8: 24-27.
- Preti F., Guarnieri L., 2005 – *Criteri per la manutenzione della vegetazione ripariale nei corsi d’acqua collinari e montani*. Atti del convegno AIIA: L’ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell’area mediterranea. Catania, 27-30 giugno: 1-12.
- Preti F., Settesoldi D., Mozzanti B., Paris E., 1996 – *Criteri e procedure per la valutazione delle piene nel territorio toscano*. In: Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Torino.
- Robinson T., 2002 – *Stream response to experimental floods*. EAWAG news, 54: 27-29.
- Sansoni G., 2006 – *Vegetazione in alveo: si o no?* In: “La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d’acqua e il territorio” CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.
- Sartori F., Bracco F., 1993 – *Foreste e fiumi nel bacino padano del Po*. In: Problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. Acqua aria, 7: 751-760.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2007 – *Manutenzione degli alvei fluviali, ambiente e biomassa*. Alberi e territorio, 1/2: 47-51.
- Spinelli R., 2005 – *Biomassa legnosa e manutenzione degli alvei fluviali*. Alberi e territorio, 5/6: 18-22.
- Tellini Florenzano G., 2003 – *Monitoraggio sull’importanza degli ambienti ripariali per l’avifauna durante la primavera e l’estate*. Progetto D.R.E.A.M. Italia, Poppi: 1-10.
- Toccolini A., Fumagalli N., Senes G., 2004 – *Progettare i percorsi verdi. Manuale per la realizzazione di greenways*. Maggioli Editore, San Marino.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.L., Cushing C.E., 1980 – *The river continuum concept*. Canadian Journal of fisheries and aquatic science, 37: 130-137.
- Voivontas D., Assimacopoulos A., Mourelatos J., Corominas J., 1998 – *Evaluation of renewable energy potential using GIS decision support system*. Renewable Energy, 13: 333-344.