

Manutenzione gentile della vegetazione ripariale. Il caso di studio del fiume Pesa

**Gentle Management
of Riparian Vegetation
The Case Study of the Pesa River**

Gentle Management of Riparian Vegetation.

Federico Preti

Dipartimento di Scienze e
Tecnologie Agrarie, Alimentari,
Ambientali e Forestali
(DAGRI, Università di Firenze)
e APIN (Associazione Italiana
Per l'Ingegneria Naturalistica)
orcid.org/0000-0002-4569-3811
federico.orti@unifi.it

Received: July 2024
Accepted: April 2025
© 2025 Author(s).
This article is published
with Creative Commons
license CC BY-SA 4.0
Firenze University Press.
DOI: 10.36253/contest-15414
www.fupress.net/index.php/contest/

Keywords

riparian vegetation hydraulic risk ecosystem services

Introduzione

La vegetazione ripariale è quella che cresce all'interfaccia tra ecosistemi terrestri e acquatici lungo i fiumi, i torrenti e i canali di bonifica, e le sue caratteristiche sono influenzate dall'idrologia del bacino idrografico (portate in arrivo da monte e che transitano a valle con i loro tempi di corivazione) e dall'idraulica e idromorfologia del corso d'acqua (geometria, pendenza e scabrezza dell'alveo, in condizioni naturali o antropizzate).

Le zone ripariali svolgono una serie di funzioni e forniscano una gamma di servizi fondamentali per la salute dell'ecosistema e il benessere umano.

Riportiamo una panoramica dei servizi ecosistematici forniti dalla vegetazione ripariale con esempi e possibili benefici (Rillo Migliorini Giovannini e Preti, 2024)

This paper addresses the issue of gentle maintenance of vegetation along watercourses, as discussed on the occasion of the Study Day “The multifunctional river park of the Pesa landscapes – Strategies for use and enhancement”, during the session on “Quality and ecological functionality,” held on February 6, 2024 in Scandicci. With reference

- Approvvigionamento: prodotti, nutrizionali e non, e output energetici dei sistemi biotici e non, coltivazione di biomassa legnosa e non, volume raccoglibile di prodotti - semi e materiale genetico (biomassa, anche come combustibile - cibo - estrazione di

to riparian vegetation, in particular of the Pesa river and other Tuscan rivers, the ecosystem services provided, the characteristics of the different types of plants and the management interventions to ensure hydraulic safety and river quality will be discussed.

- materiale genetico per la riproduzione e nuovi prodotti resistenti alle malattie);
- **Regolazione e mantenimento:** modalità in cui la componente biotica e abiotica può regolare l'ecosistema, influendo sulla salute, la sicurezza o il benessere dell'uomo: fasce tampone, filtro o accumulo di sostanze - sequestro e stoccaggio carbonio - rimozione di nutrienti - stabilizzazione sponde e versanti e controllo erosione - frane - regolazione deflussi idrici (mitigazione alluvioni e ravvenamento di falde/sorgenti) - impollinazione - dispersione di semi e propaguli - creazione di habitat - controllo dei patogeni - regolazione microclima - capacità di riduzione di frequenza, diffusione o entità degli incendi - riduzione trasporto di sedimenti, sostanze inquinanti e di nutrienti nei corsi d'acqua - riduzione di anidride carbonica - riduzione dell'erosione - protezione delle vite umane e delle infrastrutture - mitigazione del danno da eventi estremi - contributo al rendimento delle colture - corridoi ecologici e conservazione della biodiversità locale - habitat vivaio - riduzione dei danni da patogeni alle colture - controllo della temperatura di aria e acqua;

- **Culturali:** output non materiali degli ecosistemi (biotici e abiotici) che influenzano lo stato fisico e mentale delle persone - qualità ecologico-ambientale a supporto di attività ricreative - siti di interesse scientifico, conservazionistico o turistico - specie totemiche, luoghi di interesse religioso, habitat e paesaggi usati come simboli - produzioni artistiche (attività ricreative e sportive basate sulla natura - conoscenza dell'ecosistema e della gestione ambientale - turismo, identità locale - ispirazione artistica - benessere mentale - coesione sociale - conservazione di habitat e specie chiave - film, libri, dipinti - valorizzazione della natura).

La manutenzione della vegetazione ripariale dovrà dunque valorizzare quanto sopra, compatibilmente con il mantenimento delle condizioni di sicurezza (evitare esondazioni e occlusione delle luci degli attraversamenti nelle aree a rischio idraulico, rischio inteso come prodotto fra pericolosità, vulnerabilità e valore economico dei beni esposti, consentendo l'accessibilità alle opere idrauliche).

Tipologie di vegetazione arborea riparia e corsi d'acqua antropizzati

Gli habitat forestali più abbondanti lungo le fasce ripariali dei corsi d'acqua di pianura, secondo la classificazione presente all'interno dell'Annex I della Direttiva 92/43/EEC, sono *Foreste a galleggia di Salix alba e Populus alba (Habitat codice 92A0)* e *Foreste alluvionali di Alnus glutinosa e*

Fraxinus excelsior (*Alno-Padian*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) (*Habitat Codice 91EO**).

La vegetazione arborea presente sulle sponde è spesso disetanea con strutture assai diversificate in quanto risente sia delle continue dinamiche fluviali (variazioni di livelli e portate liquide e solide) sia delle tecniche gestionali attuate e sovente coesistono, quindi, sia la componente a ceduo sia quella a fustaia.

La maggior parte dei corsi d'acqua italiani si presenta ad oggi fortemente alterata nella morfologia e idrologia a causa delle pressioni antropiche. Esse sono per lo più concentrate proprio nelle zone ripariali, determinando condizioni di rischio idraulico (Angiolini et al., 2023; Rillo Migliorini Giovannini et al., 2023; Signorile et al., 2024) e facendo sì che queste siano tra gli ecosistemi più alterati al mondo. In Europa, è stato stimato che negli ultimi duecento anni, l'80% degli habitat naturali ripariali sono scomparsi. La loro conservazione e gestione sono quindi di fondamentale importanza per diverse finalità, tra cui la tutela della biodiversità e la protezione delle risorse idriche (Rillo Migliorini Giovannini et al., 2023).

Fra le principali criticità connesse a tale situazione, ricordiamo:

- confinamento e canalizzazione dell'alveo con blocco delle dinamiche idro-morfologiche trasversali, longitudinali e temporali e disconnessione delle aree naturalmente inondabili;
- alterazione del regime idrologico dovuto alla presenza di invasi e prelievi;
- limitata considerazione dello stato ecologico,

ambientale e paesaggistico durante le fasi di pianificazione gestionale;

- diffusione incontrollata delle specie aliene invasive con insufficiente gestione delle stesse e perdita progressiva di specie autoctonee di biodiversità.

L'approccio gestionale 'gentile'

La gestione della vegetazione riparia dovrebbe coniugare ed equilibrare le esigenze idrauliche, che sono prioritarie per gli enti preposti alla gestione del reticolo idrografico (in Toscana, i Consorzi di Bonifica), con quelle eco-ambientali rispettando, conservando, migliorando e/o recuperando gli habitat e tutelando la biodiversità presente nell'ecosistema fluviale, attuando la cosiddetta gestione 'gentile'.

Sarebbe, dunque, opportuno che la gestione fluviale venisse pianificata con un approccio integrato, ossia rivolgendosi in maniera multi-obiettivo a tutte le componenti, fosse anche diffusa sul territorio, ovvero programmata con una visione a differente scala (bacino, asta fluviale, tratto omogeneo, area protetta, sezione trasversale, etc.) con piani di gestione pluriennali e con un monitoraggio costante della rete idrografica (reticolo di gestione).

La gestione delle fasce ripariali vegetate può diventare imprescindibile solo in condizioni di rischio idraulico affinché queste possano assolvere al meglio alle proprie funzioni anche in caso di eventi alluvionali.

In questo senso, anche la politica dell'Unione

Europea indica la necessità di raggiungere gli obiettivi della Direttiva 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni) in materia di gestione del rischio di alluvioni e, al contempo, gli obiettivi della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque) sul miglioramento dello stato ecologico dei corsi d'acqua. Inoltre, la gestione dell'ecosistema fluviale deve perseguire e soddisfare altri due pilastri fondamentali della politica europea in materia della conservazione della biodiversità, ossia la Direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli) e la Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat). In attuazione di ciò, alcune Regioni e Province autonome hanno stilato documenti volti a definire metodi e indirizzi per la pianificazione degli interventi di gestione del reticolto idrografico e delle sue componenti, approfondite e comparate in Signorile (2021).

La sicurezza idraulica e i parametri vegetazionali

Il coefficiente di scabrezza è il parametro idraulico fondamentale per l'analisi della resistenza al moto generato dagli elementi presenti sulle sponde e sul letto dell'alveo, tra i quali la vegetazione rappresenta una componente in certi casi anche molto significativa.

La scabrezza dovuta alle piante dipende, sostanzialmente, dalla superficie complessiva delle foglie e da quantità e dimensioni dei fusti e chиome investiti dalla corrente idrica. La vegetazione erbacea e arbustiva ostacola il deflusso aumentando la turbolenza per effetto di steli, foglie e rami che vengono sommersi. Le piante flessibili

reagiscono al passaggio della piena flettendosi e riducendo così la loro scabrezza. Le piante di alto fusto, più grandi e meno numerose, possono essere aggirate agevolmente dall'acqua, ma subire fenomeni di erosione localizzata alla base del fusto come nel caso delle pile dei ponti. Una volta cedute le piante, i polloni ricacciati dalle ceppaie si comporteranno come arbusti fitti in un primo periodo.

A seguito di ricerche basate su numerosi rilievi in aree di saggio forestali in differenti tipologie di corsi d'acqua, è stato possibile mettere a punto una metodologia per la stima della scabrezza (Rillo Giovannini Migliorini et al., 2023; Signorile et al., 2024), relativa alla vegetazione arborea, a partire da alcuni parametri: LAI (Leaf Area Index), diametro medio (cm) dei fusti e numero di piante per unità di superficie (m⁻²).

Mediante formule, quali ad es. quelle di Baptist et al. (2007), di Järvelä (2002; 2004) e di Nepf (2012), è possibile valutare la scabrezza idraulica sulla base dei parametri vegetazionali e, pertanto, determinarne l'andamento al variare dei diametri medi, ovvero dell'età delle popolazioni di vegetazione ripariale. In sintesi: la scabrezza aumenta fintanto che il popolamento ha un diametro medio di 3-4 cm in quanto la densità risulta alta (e le piante flessibili, ma con chiome sommerse). Successivamente, fino a 10-11 cm, la scabrezza tende a diminuire poiché è in atto la selezione naturale dovuta alla competizione, ma anche a disturbi esterni quali inondazioni e tagli di manutenzione. Nell'ultima fase il dia-



Tratto de fiume Pesa fra la Botte e Ponterotto:
a) zona di deposito di sedimenti e detriti legnosi;
b) e c) tratto in fase di scavo (cosiddetto “canyon”);
d) manufatto crollato

Fonte: foto dell'autore.

Fig. 1

tro medio del popolamento continua a crescere mentre la densità tende ad assestarsi e questo si traduce con una stabilità o relativo aumento della scabrezza.

Il caso di studio della Pesa

In data 2 febbraio 2024 sono stati condotti, appositamente per la presente memoria, rilievi della vegetazione lungo il tratto della Pesa fra la località la Botte e la località Ponterotto in 4 aree di saggio (Fig. 1 e Fig. 2).

Il Piano di Classifica del Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno prevede la seguente frequenza di manutenzione della vegetazione:

- a monte di Ponterotto, tagli selettivi con fre-

quenza di 2-5 anni (nel 2019 intervento localizzato alla Botte)

- fra Ponterotto e Cerbaia, frequenza di 5-10 anni (nel 2019 intervento andante e nel 2021 alla draga).

In Fig. 3 si può osservare come per la vegetazione della Pesa, la numerosità delle piante ed il loro diametro (meno piante se più grandi) rispettino l'andamento tipico ricavato per una cinquantina di altri rilievi già condotti in fasce ripariali della Toscana (Rillo et al, 2023), ripetibili secondo necessità e caso per caso (in campo e/o da telerilevamento).

Sulla base di queste osservazioni e delle sopra menzionate tecniche per la stima della scabrez-



Area di saggio n. 4 in località Ponterotto, caratterizzata da diametri rilevanti della vegetazione (oltre 50 cm) e da un rapporto tra la larghezza della sezione (B) e il tirante idrico (h), definito rapporto di forma (rf) $rf=B/h$, superiore a 10

Fonte: foto dell'autore.

Fig. 2

za idraulica, è possibile 'guidare' la pianificazione gestionale e di monitoraggio delle fasce vegetate (Signorile et al., 2024).

La vegetazione può aumentare la resistenza al moto, il che potrebbe comportare un aumento del livello dell'acqua non contenibile nell'alveo fluviale in sicurezza, oppure dualmente una riduzione della capacità di smaltimento a piene rivive, con aggravio del rischio idraulico.

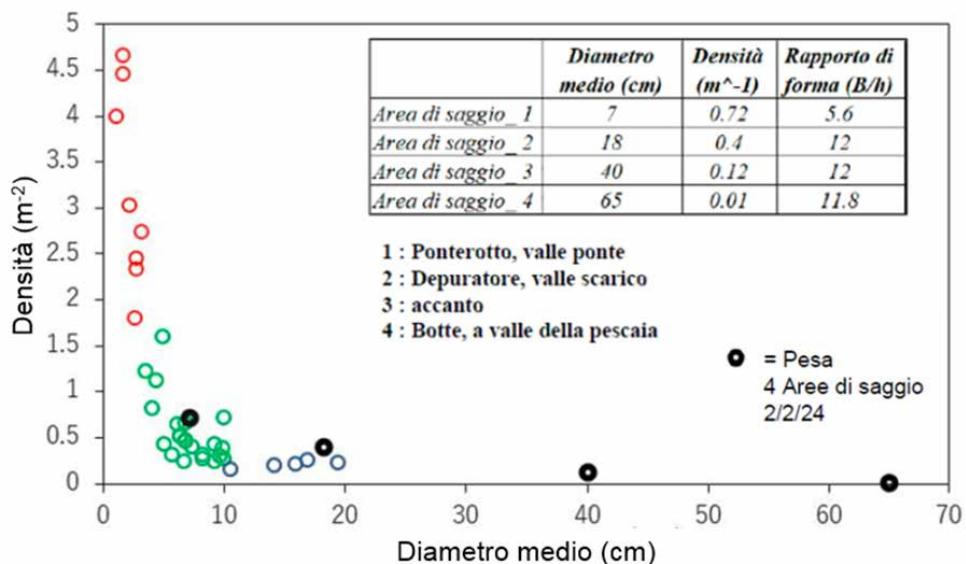
Si devono considerare aspetti fondamentali, quali:

- l'aggravio non è molto rilevante in sezioni 'ampie e poco profonde' (Fig. 2 e 3a), ma lo può essere in sezioni 'ristrette';
- se si interviene per risolvere il problema in una sezione urbanizzata eliminando drasticamente la vegetazione, si può abbassare il liv-

ello dell'acqua (a parità di portata), ma si deve porre attenzione al fatto che a valle si propagherebbe un'onda di piena più accelerata e con maggiore portata di picco (trasferimento del rischio nei tratti successivi);

- rilasciando la vegetazione arborea lungo tratti con aree potenzialmente allagabili, viceversa, si genera una laminazione e un ritardo nel trasferimento dell'onda di piena contenendo naturalmente il rischio a valle (si è valutato che il beneficio è confrontabile a quello ottenibile con le casse di espansione).

Si osserva, nel caso della Pesa, come il tratto in esame sia caratterizzato da rapporto di forma rf intorno al valore soglia di 10 nelle aree di saggio 2, 3 e 4, restringendosi in località Ponterotto a monte di Cerbaia, suggerendo il mantenimen-



Andamento dei valori di densità (numero di piante al metro quadro) e di diametro medio (cm) della vegetazione presente nelle aree di saggio dei corsi d'acqua della Toscana: in rosso, verde e blu i valori da Signorile et al., 2024, in nero quelli per la Pesa di cui al presente studio.

Fonte: autore.

Fig. 3

to di un effetto di laminazione da monte (zone a minor rischio) e di una scabrezza non elevata solo nei centri abitati, con interventi selettivi 'gentili'.

Gli interventi gestionali

Al fine di valutare gli effetti della vegetazione riparia sul deflusso idrico e pianificare gli interventi, è necessario applicare un approccio di analisi multi-scala spazio-temporale, tenendo in considerazione non solo gli effetti localizzati sul tratto di intervento, ma anche le conseguenze che si genererebbero nei tratti di valle.

Le fasi preliminari della pianificazione degli interventi di gestione della vegetazione dovrebbero considerare le differenti tipologie di tratto

(urbano, extra-urbano, etc.), l'analisi del rischio idraulico e l'assetto piano-altimetrico dell'alveo (modellato naturalmente, in fase di scavo o di deposito, etc., differenze che si osservano in Fig. 1a, b, c e d se pur in un breve tratto, arginato, rettificato, etc.).

Oltre alla sicurezza idraulica, essendo il tema della presente memoria quello della gestione 'gentile' a tutto tondo, bisogna considerare l'aspetto eco-ambientale rispettando, conservando, migliorando e/o recuperando gli habitat e tutelando la biodiversità presente nell'ecosistema fluviale. Si devono dunque considerare in via prioritaria le aree ripariali di particolare pregio sulla base della presenza e stato di conservazione di Habitat

di direttiva, tramite monitoraggio *ante operam*. A tali propositi, si riporta di seguito una sintesi di quanto emerso in studi precedenti e riportato in Preti et al. (2024).

Maggiore è la presenza vegetazionale sulle sponde, maggiore è l'altezza dell'acqua nell'alveo a parità di portata e, al contempo, la velocità della corrente si riduce con un aumento del tempo di trasferimento dell'onda di piena, come già ricordato. Viceversa, è stato stimato che la pericolosità varia con il taglio della vegetazione: se il rischio si riducesse del 20% nella sezione idrica, si potrebbe aggravare del 20% a valle.

La vegetazione di sponda non genera sempre effetti significativi sulle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua. Questo si verifica quando rapporto di forma (rf), è superiore a 10 (e.g. Guarneri e Preti 2005, come mostrato in Fig. 2 e 3), e, pertanto, le attività di manutenzione condotte dai gestori del territorio dovrebbero essere ridotte o addirittura evitate in questi casi.

Il rapporto di forma tende a crescere all'aumentare dell'area del bacino a monte. In condizioni naturali e considerando portate trentennali, il valore di rf può risultare meno critico ($rf > 10$) per bacini di estensione tendenzialmente superiore a circa 200 km². In caso di alvei incisi (naturalmente, ma più spesso artificialmente), la scabrezza equivalente dell'alveo, ossia quella che tiene conto dell'intero perimetro bagnato, può essere oltre il 30% maggiore della sola scabrezza del fondo. Questa tipologia di alveo è spesso frequente in prossimità di aree urbanizzate

ove il corso d'acqua è stato fortemente confinato dall'antropizzazione. Quindi, pur scorrendo in zone di pianura e con bacini a monte superiori ai 200 km², i corsi d'acqua antropizzati possono avere un rapporto di forma inferiore a 10 con effetto significativo della vegetazione sulla resistenza al moto.

Lungo i tratti ove il rischio idraulico risulta elevato, come in prossimità di centri abitati o tratti attraversati da ponti, è necessario intervenire con maggior frequenza e intensità di taglio al fine di mantenere l'officiosità idraulica. Quando possibile, in questi tratti, si possono rilasciare al piede delle sponde fasce di vegetazione flessibile ai fini sia della stabilità delle stesse sia del loro valore ambientale (area rifugio, qualità dell'acqua, etc.). Invece, sulla sommità della sponda, è possibile rilasciare piante di maggiori dimensioni con finalità oltre che ecologiche (ombreggiamento, rifugio, barriera), anche paesaggistiche (l'alveo appare vegetato) e ricreative (es. piste ciclabili). Lungo i tratti montani e in aree extraurbane ubicate a monte di punti critici, ove il rischio idraulico non è elevato si dovrebbe dare priorità all'"Opzione 0" (non intervento), prevedendo di non agire oppure di pianificare tagli con intensità basso-moderate, ad esempio diradamenti selettivi con intensità non maggiori del 25-30% della massa volumetrica. Il popolamento dovrà risultare giovanile (avere diametri minori e risultare quindi maggiormente flessibile al passaggio dell'acqua), specialmente nelle porzioni cen-

trali dell'alveo. Gli interventi dovrebbero, inoltre, essere previsti a sponde alterne sia per finalità ecologiche sia paesaggistiche.

Nei tratti a monte, invece, più che influire sulla scabrezza sarebbe opportuno rimuovere solo le piante schiantate, fuori asse, pericolanti, ad evidente rischio di essere fluitate a valle, fatto salvo l'effetto pettine (le piante in piedi trattengono gli elementi legnosi, come si può osservare in Fig. 1) e non dimenticando che i detriti legnosi di grandi dimensioni hanno un ruolo fondamentale per l'ecosistema fluviale in quanto input di habitat acquatici, ma anche di dinamiche idro-morfologiche).

Il taglio raso dev'essere evitato sempre (attenzione agli effetti a valle e alla ricrescita arbustiva sommersa), mentre un taglio 'energico' deve essere pianificato solo ed esclusivamente ove il rischio idraulico è molto elevato e quindi dove è necessario aumentare la velocità della corrente e diminuirne il tirante, ma solo per tratti di limitata estensione. È stato dimostrato, infatti, che il trattamento con taglio raso risulta negativo sia per motivi idrologico-idraulici (successivo rapido aumento della scabrezza, incremento della velocità di trasferimento delle piene e maggiore erosione e instabilità delle sponde) sia per motivi eco-ambientali (es. colonizzazione delle specie invasive e riduzione della biodiversità, e.g. Angiolini et al. 2023).

Le utilizzazioni devono essere programmate durante la fase di riposo vegetativo anche con finalità di tutela della fauna ornitica e ittica, secon-

do valutazioni specialistiche e nel rispetto delle normative e linee guida vigenti. E, naturalmente, non dovrebbero arrecare danni all'ambiente fluviale, garantendo un buon ombreggiamento dell'asta fluviale, evitando il compattamento del suolo e ponendo attenzione a non danneggiare le ceppaie di latifoglie.

Il monitoraggio è una fase fondamentale nella pianificazione delle attività di gestione, risultando necessario un controllo periodico delle caratteristiche qualitative e quantitative del soprassuolo, anche al fine della stima della scabrezza, con una frequenza minima dello stesso di un quinquennio (Preti et al., 2024).

Bibliografia

- Angiolini C., de Simone L., Fiaschi T., Cifaldi G. P., Maccherini S., & Fanfarillo E. 2023, *Detecting the imprints of past clear-cutting on riparian forest plant communities along a Mediterranean river*, *River Research and Applications*, 39(8), pp. 1616-1628, <https://doi.org/10.1002/rra.4152>
- Baptist M. J., Babovic V., Rodríguez Uthurburu J., Keijzer M., Uittenbogaard R. E., Mynett A., Verwey A. 2007, *On inducing equations for vegetation resistance*, *«Journal of Hydraulic Research»*, 45(4), pp. 435-450. <https://doi.org/10.1080/00221686.2007.9521778>
- Guarnieri L., Preti F. 2005, *Criteri per la manutenzione della vegetazione ripariale di corsi d'acqua collinari e montani*, Atti del VIII Convegno Nazionale «L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea», Catania.
- Järvelä J. 2002, *Flow resistance of flexible and stiff vegetation: A flume study with natural plants*, *«Journal of Hydrology»*, 269, pp. 44-54. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00193-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00193-2)
- Järvelä J. 2004, *Determination of flow resistance caused by non-submerged woody vegetation*, *«International Journal of River Basin Management»*, 2(1), pp. 61-70. <https://doi.org/10.1080/15715124.2004.9635222>
- Nepf, H. M. 2012, *Hydrodynamics of vegetated channels*, *«Journal of Hydraulic Research»*, 50(3), pp. 262-279. <https://doi.org/10.1080/00221686.2012.696559>
- Preti F, Saracino R., Signorile A., 2024, *Gestione della vegetazione dei corsi d'acqua antropizzati*, *«Sherwood | Foreste ed Alberi Oggi»* #269,
- Rillo Migliorini Giovannini M., Dani A., Saracino R., Signorile A., Preti F. 2023, *Hydraulic Roughness Estimation Induced by Riparian Vegetation in Tuscany Rivers for Management Purposes*, in Ferro V., Giordano G., Orlando S., Vallone M., Cascone G., Porto S.M.C. (eds) *AlIA 2022: Biosystems Engineering Towards the Green Deal*. AlIA 2022. *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 337, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30329-6_18
- Rillo Migliorini Giovannini M., Preti F. 2024, *Vegetazione Ripariale e Servizi Ecosistemici - Riparian Vegetation and Ecosystem Services*, Quaderni di Idronomia Montana, Vol. 37, EdiBios
- Signorile A., Saracino R., Dani A., Rillo Migliorini Giovannini M., Preti F. 2024, *Riparian vegetation surveys for roughness estimation*, accepted with minor modifications, *«Ecological Engineering»*.

Ringraziamenti

Si ringraziano l'Assegnista Andrea Signorile per il supporto nei rilievi in campo e il Dottorando Matteo Rillo Migliorini per l'indagine bibliografica.