



Corsi d'acqua

alla ricerca
di integrazione
tra uomo
e ambiente

CORSO DI FORMAZIONE

28 maggio 2024

Città Metropolitana
di Torino



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



AIPo10
Agenzia Interregionale per il Fiume Po



Rischio idraulico e funzionalità fluviale: gestire la vegetazione riparia con un approccio integrato

Dott. Agr. Alessandro Errico, CIRF

IL RUOLO ECOLOGICO DELLA VEGETAZIONE RIPARIA

COMPONENTE FONDAMENTALE per gran parte degli ecosistemi fluviali:

- Habitat per gran parte delle specie animali acquatiche, anfobie e terrestri;
- Corridoio ecologico per migrazioni e/o spostamenti in aree antropizzate;
- Input di biomassa alla base delle reti trofiche fluviali;
- Filtro dagli inquinanti provenienti dalle aree circostanti il corso d'acqua; più in generale incremento dell'autodepurazione del fiume;
- Ombreggiamento, contenimento della temperatura dell'acqua in periodo di magra (importantissimo in corsi d'acqua di piccole dimensioni con tiranti bassi);
- Miglioramento dei suoli costituenti le sponde;
- Diversificazione degli alvei e degli argini, effetti sulla morfologia del corso d'acqua.

PROBLEMATICHE IDRAULICHE CONNESSE ALLA VEGETAZIONE RIPARIA

- Riduzione della sezione utile
- Aumento della resistenza al moto
- Danneggiamento delle opere idrauliche (es. rilevati arginali, opere di presa)
- Potenziale sorgente di materiale flottante

**RIDUZIONE DELLA CAPACITA' DI
SMALTIMENTO DELLA SEZIONE**



**AUMENTO LOCALE DELLA
PROBABILITA' DI
ESONDAZIONE**

COME DEFINIRE CRITERI, DISTRIBUZIONE SPAZIALE, TURNI E INTENSITA' DI TAGLIO?

LA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI TAGLI



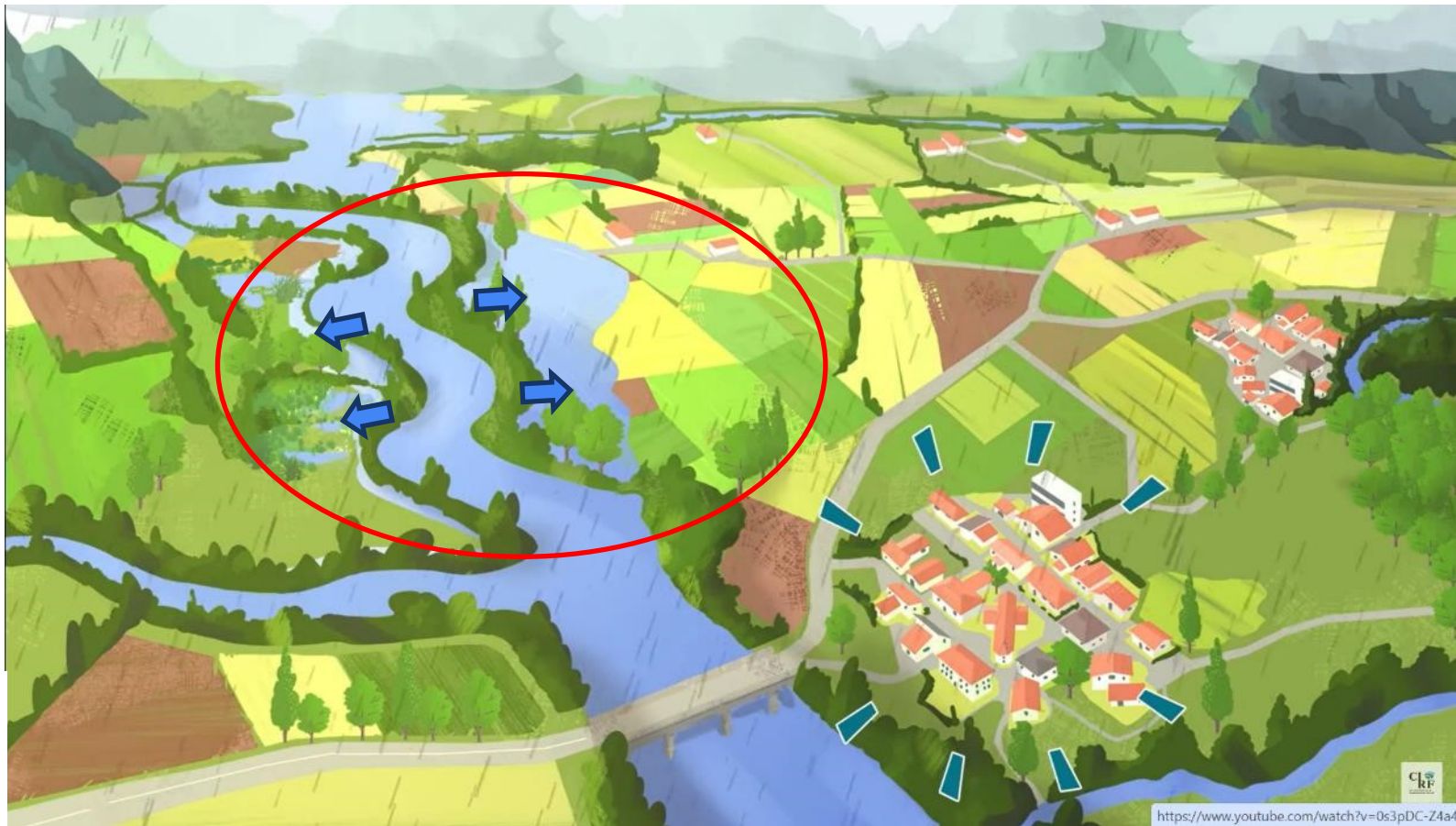
IL TAGLIO DELLA VEGETAZIONE PUO' INFLUIRE SUL RISCHIO DI ESONDAZIONE A SCALA DI ASTA FLUVIALE



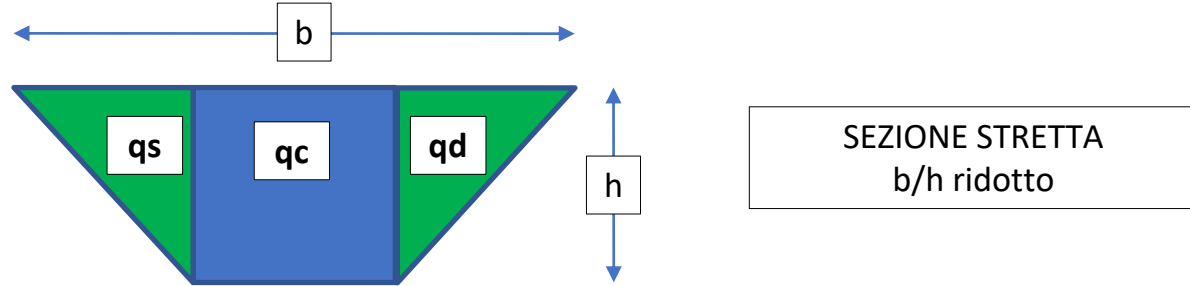
ACCELERARE IL DEFLUSSO TRASFERISCE IL RISCHIO A VALLE...



**LA VEGETAZIONE RIPARIA PUO' AIUTARE A LAMINARE LE PIENE
RIDUCENDO IL RISCHIO NELLE AREE DOVE IL DANNO SAREBBE MAGGIORE**



IL RAPPORTO LARGHEZZA/ALTEZZA



Per $b/h > 10$

$(qs+qd)/Q < 5\%$

QUANTIFICARE IL CONTRIBUTO DELLA VEGETAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO

E' possibile effettuare valutazioni modellistiche anche molto più dettagliate rispetto all'uso di tabelle...sia per **definire i criteri manutentivi** che per la **progettazione di interventi integrati**

TAB.1.2 B - VALORI DEL COEFFICIENTE DI RESISTENZA DI MANNING: n ($s/m^{1/3}$) DA [CHOW V. T.,1959]

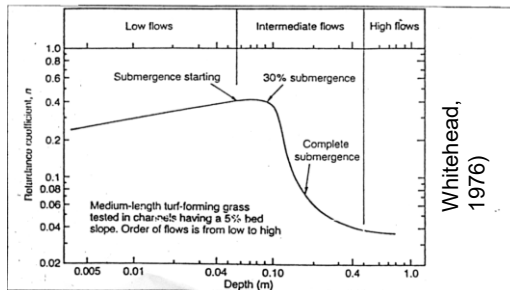
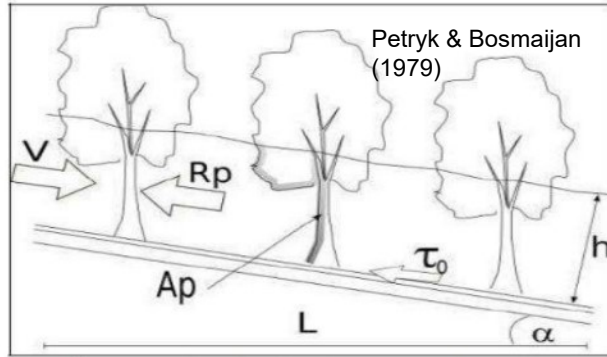
CORSI D'ACQUA MINORI (LARGHEZZA A PIENE RIVE < 30 m)

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE E PIANE INONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

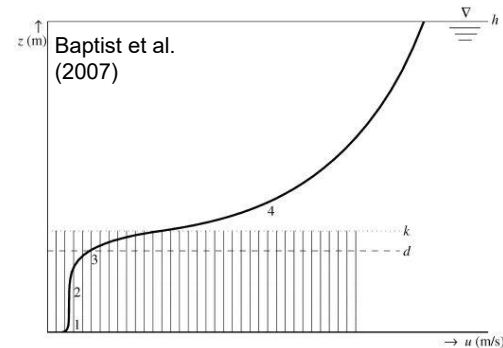
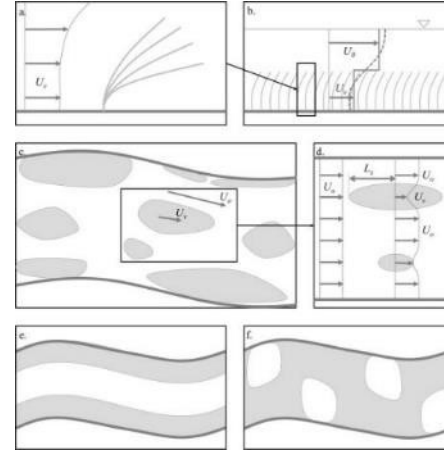
MODELLI PER LA STIMA DELLA SCABREZZA VEGETAZIONALE

Chiara distinzione concettuale fra vegetazione:

- **Rigida o flessibile**
- **Sommersa o emergente**
- **Scala di modellazione (leaf, patch o reach)**



Luhar & Nepf (2012)



MODELLI PER LA STIMA DELLA SCABREZZA VEGETAZIONALE

Solo alcuni esempi:

VEGETAZIONE ERBACEA
Nepf (2012)

$$n_v = \left[\sqrt{\frac{2}{C_*}} \left(1 - \frac{K}{Y} \right)^{3/2} + \sqrt{\frac{2}{C_{DaK}}} \frac{K}{Y} \right]^{-1} \left(\frac{Y^{1/6}}{g^{1/2}} \right)$$

n in funzione
dell'**altezza** dell'erba

VEGETAZIONE ARBUSTIVA
Jarvela (2004)

$$n_v = \sqrt{\frac{C_{D\chi} LAI \left(\frac{u_m}{u_\chi} \right)^\chi}{2}} \left(\frac{Y^{1/6}}{g^{1/2}} \right)$$

n in funzione del **LAI**
(**Leaf Area Index**)

VEGETAZIONE ARBOREA
Baptist et al. (2008)

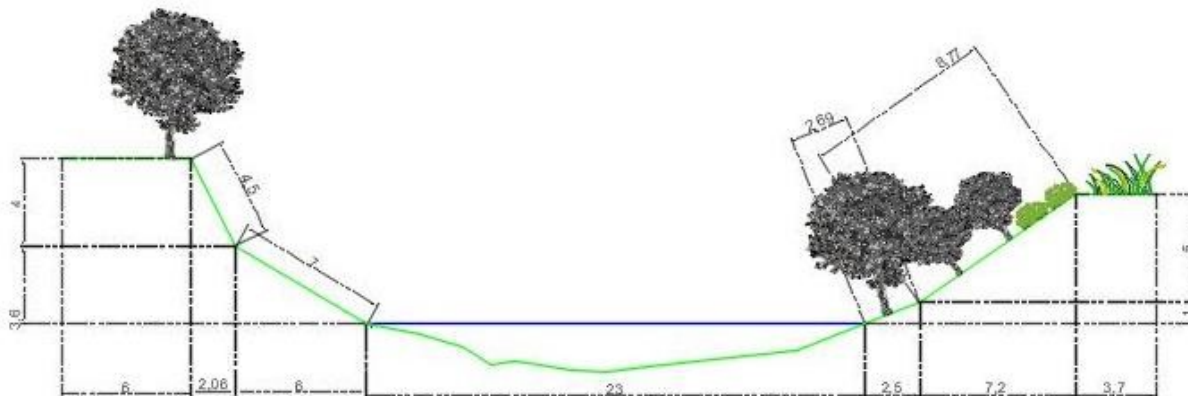
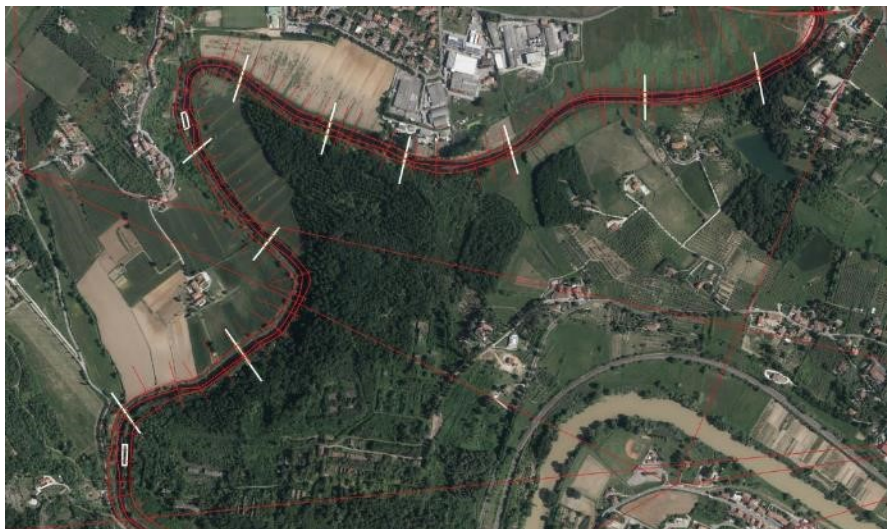
$$n_v = \sqrt{\frac{m C_D D Y}{2}} \left(\frac{Y^{1/6}}{g^{1/2}} \right)$$

n in funzione del **numero e**
diametro dei fusti

Rilievi di campo per la determinazione della scabrezza

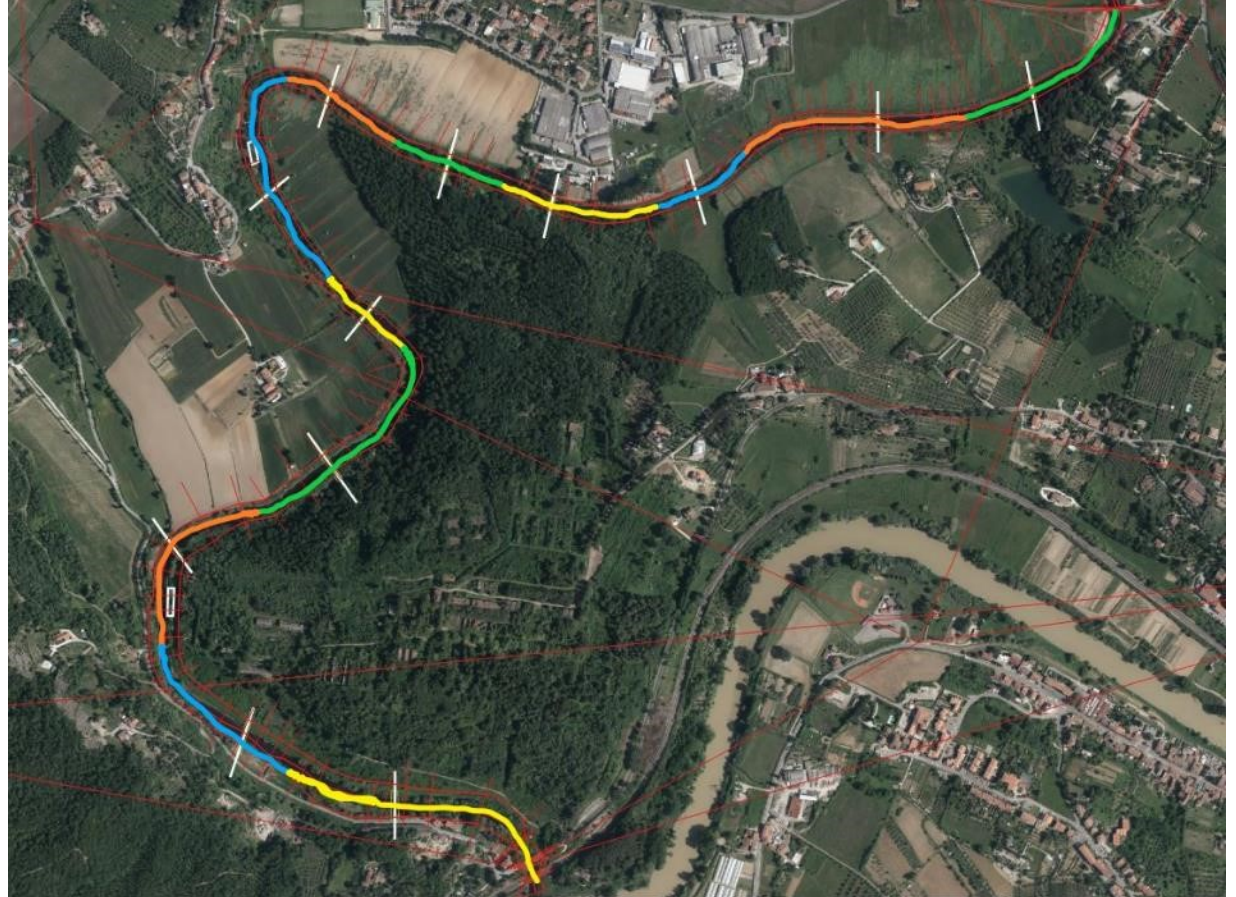
Rilievi forestali su transetti di larghezza 10 m trasversali al corso d'acqua, lungo sezioni rappresentative di tratti omogenei:

- Misurazione di posizione e diametro dei fusti; determinazione della densità di piante/mq e diametro medio in ciascuna area di saggio
- Perimetrazione e georeferenziazione di tutti i patch di vegetazione arbustiva e a canneto
- Determinazione della scabrezza su ogni nodo mediante l'utilizzo di modelli

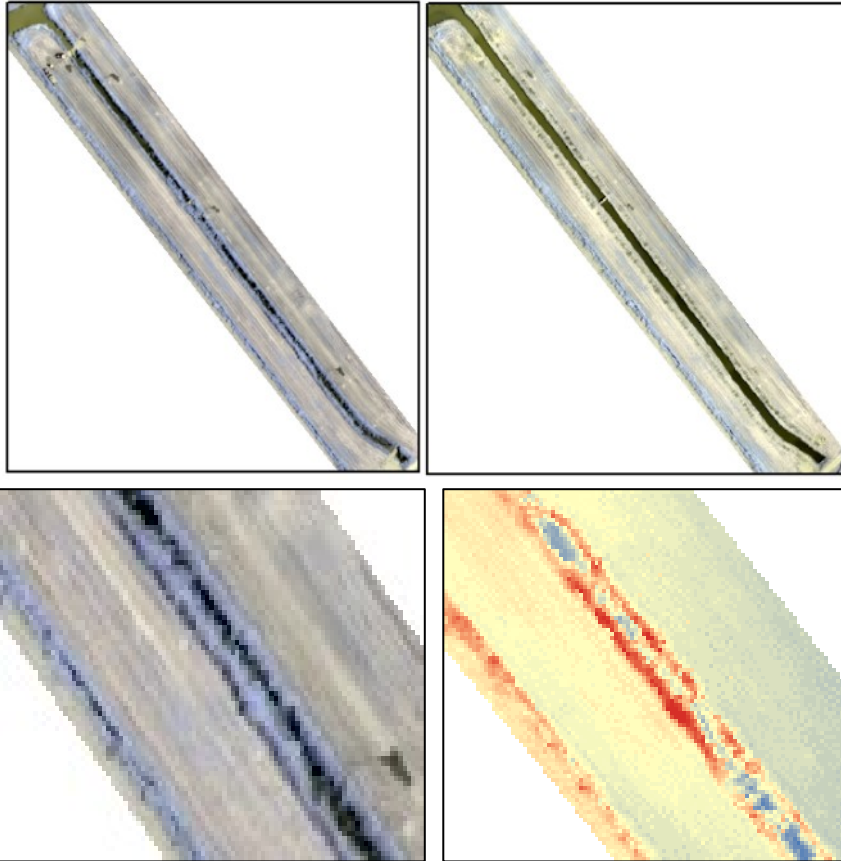


Suddivisione in tratti a scabrezza omogenea

- attribuzione dei coefficienti di scabrezza ottenuti dalla modellazione dei parametri vegetazionali a tutte le sezioni trasversali ricadenti nel tratto omogeneo
- si ottiene un modello idraulico in grado di fornire informazioni dettagliate sull'effetto della vegetazione presente nei vari tratti
- è possibile simulare l'effetto di tagli a differente intensità modificando i parametri vegetazionali direttamente nel modello



Remote sensing – Fotogrammetria e mappe di NDVI da drone

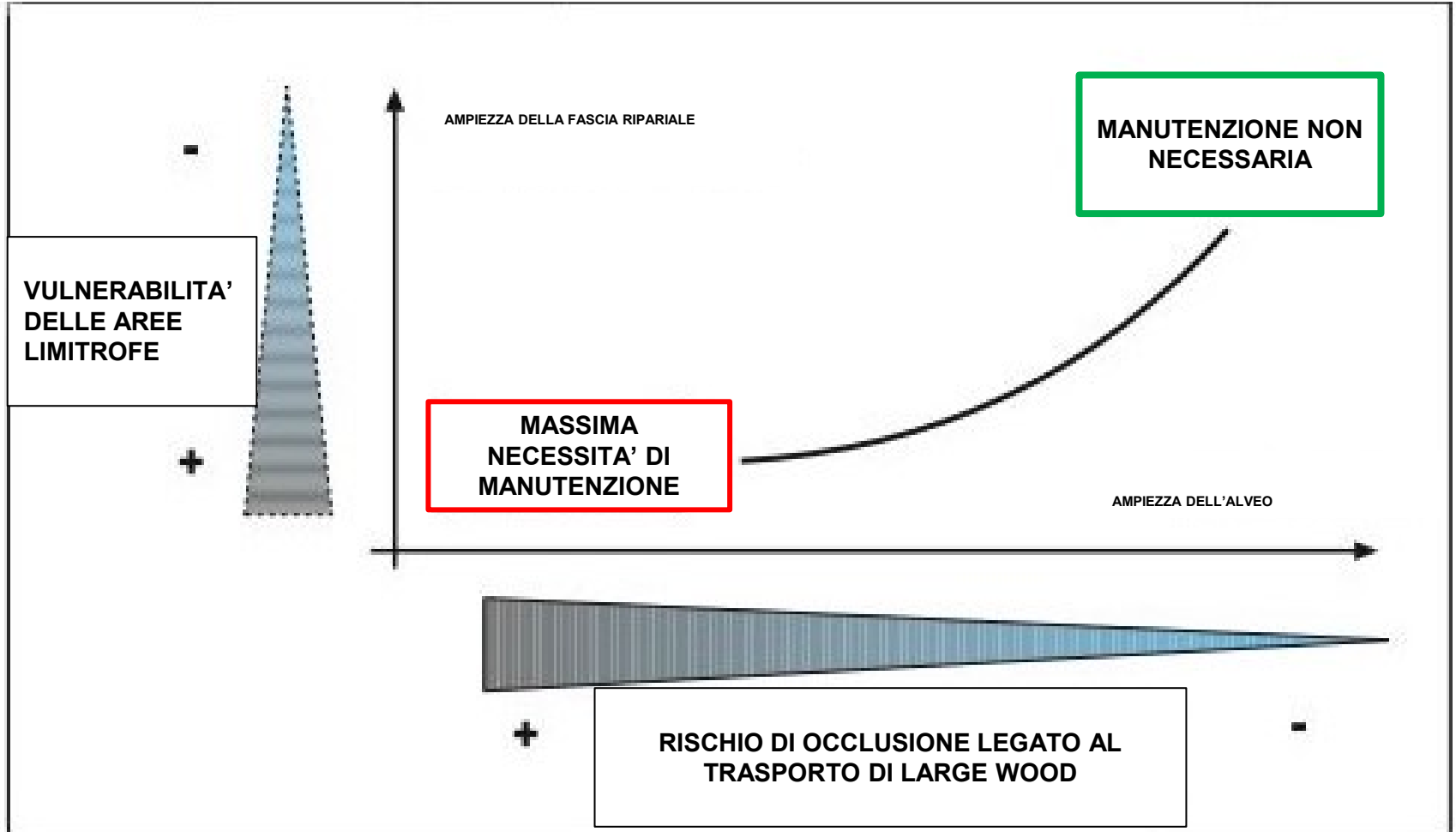


Esempio di sezione trasversale ottenuta da rilievo Lidar su drone

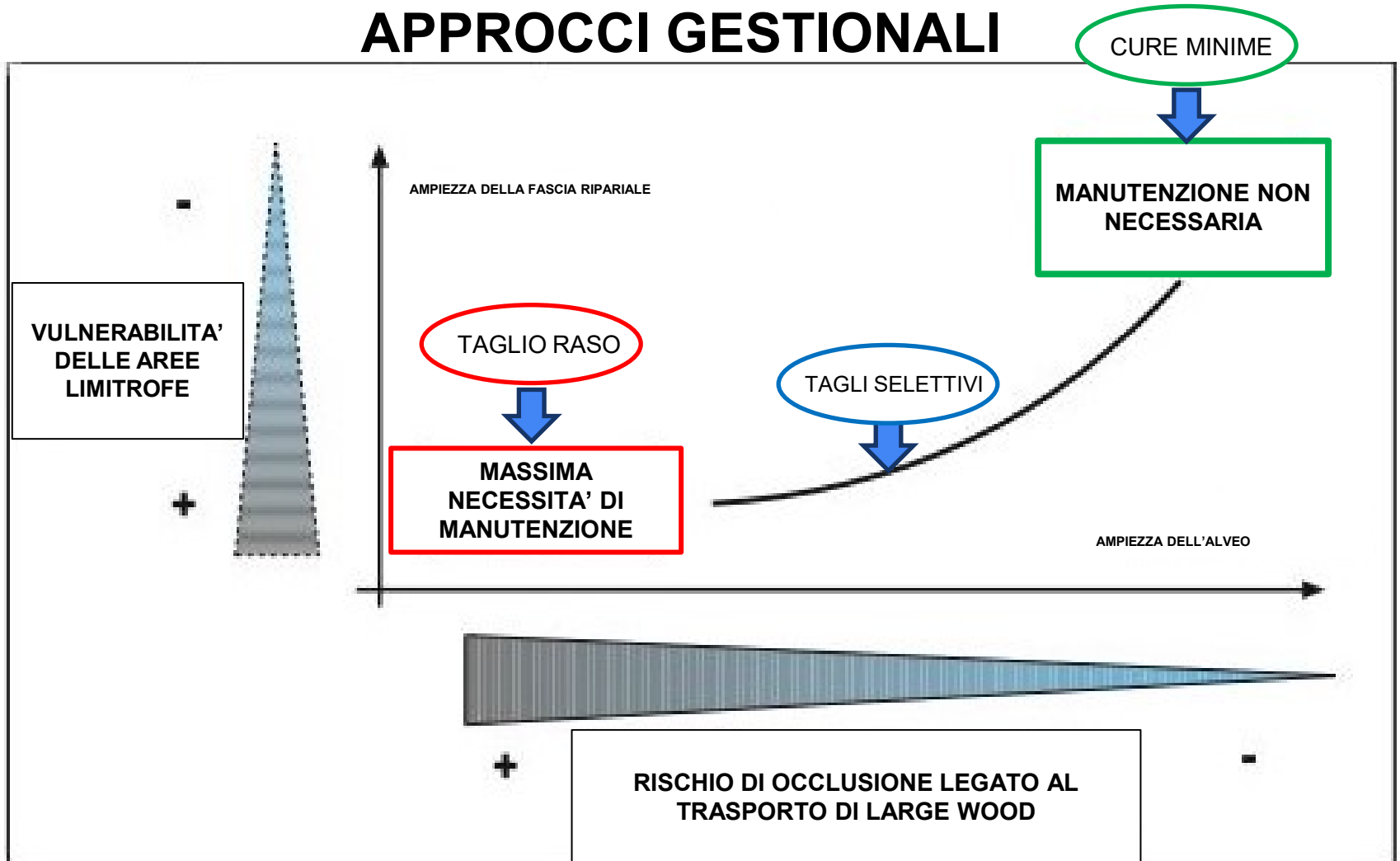


progetto Wequal – Bz

APPROCCI GESTIONALI



APPROCCI GESTIONALI



TAGLIO RASO

DEVE LIMITARSI AI TRATTI CHE ATTRAVERSANO AREE URBANIZZATE E AI CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI

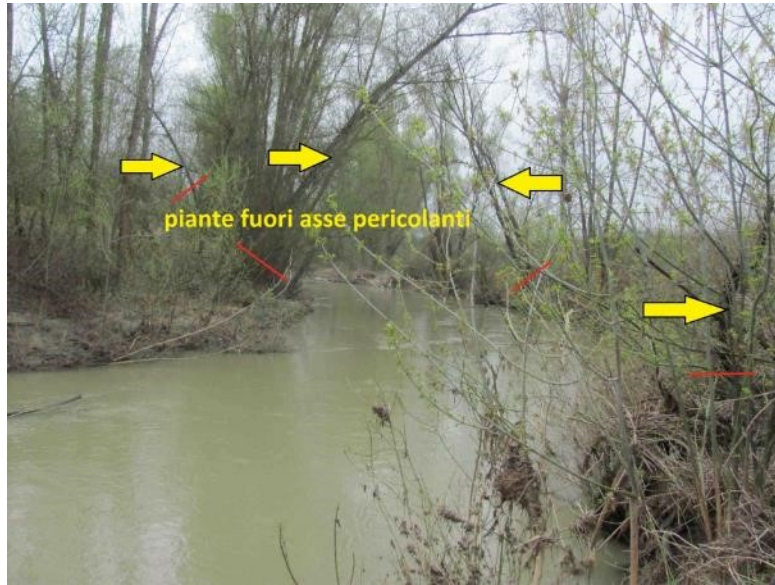


- è finalizzato a massimizzare la velocità della corrente
- si mantiene la sezione sgombra da vegetazione mediante:
 - a) sfalci (almeno 1 all'anno)
 - b) ceduzioni frequenti (turni brevi, 3-5 anni)
- la funzionalità ecologica è azzerata
- le sponde sono esposte all'erosione
- aumenta il rischio di ingresso di specie invasive, e le diffonde se già presenti

PER RIDURRE L'IMPATTO:

- Evitare gli sfalci e i tagli nei periodi di nidificazione degli uccelli e riproduzione di anfibi e pesci
- Rilasciare fasce di vegetazione al piede di sponda
- Rilasciare aree di foraggiamento per gli impollinatori almeno nei periodi di fioritura
- Evitare i movimenti di terreno e preservare gli apparati radicali

I TAGLI SELETTIVI



L'INTENSITA' VARIA IN BASE AL RISULTATO CHE SI VUOLE OTTENERE

- a) **diradamento energetico:** eliminazione delle piante con problemi ma anche parte di quelle in buono stato, per favorire deflussi mantenendo almeno in parte la funzionalità della fascia ripariale
- b) **diradamento moderato:** eliminazione di piante schiantate, fuori asse, pericolanti, senescenti, malate per **non accelerare la corrente ma ridurre il carico di LW potenzialmente reclutabile**
- c) **La finalità del diradamento può essere anche prettamente selvicolturale (ad es. favorire l'evoluzione verso boschi più stabili, aprire buche per la rinnovazione, contrastare l'espansione delle alloctone, etc)**

CURE MINIME



- DOVE: nei corsi d'acqua ad ampio alveo di piena, più in generale in contesti con ridotto valore dei beni esposti (es. prati, pascoli, seminativi, incolti, boschi)
- COME: localizzati interventi precauzionali in prossimità di manufatti sensibili (ponti a rischio di occlusione, rilevati arginali, opere di presa), specificamente mirati e di ridotta estensione

Il monitoraggio senza alcun intervento di taglio deve essere comunicato (e percepito) come ATTIVITA' DI GESTIONE di una situazione attualmente stabile e non come un "non fare nulla"!

GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIA NELLE AREE PROTETTE



- grandi alberi, anche morti, da mantenere dove non costituiscono un fattore di rischio
- garzaie: con specifiche esigenze nella struttura del bosco ripario per ogni specie
- uno strato arbustivo ben sviluppato, utile specialmente in un contesto agricolo per diverse specie di uccelli
- corridoi di caccia per i pipistrelli negli spazi aperti dei boschi ripari
- specie vegetali ospiti per vari insetti

**Mantenimento della naturalità e della funzionalità ecologica, minimizzando gli impatti antropici
(qualità paesaggistica, funzione tampone, di habitat, ecc)**

Nei SIC agire in coerenza con i Piani di Gestione!

Deve essere rispettato il principio di NON DETERIORAMENTO degli habitat

TRATTAMENTI PER MIGLIORARE LA FRUIZIONE

La vegetazione non necessariamente impedisce la fruizione...anzi!



- **interventi per la sicurezza lungo i percorsi** (taglio piante e rami pericolanti);
- **trattamenti selettivi per creare percorsi e spazi aperti;**
- **piccoli accorgimenti per facilitare gli sport acquatici o la pesca;**
- **trattamenti selettivi vs specie poco compatibili con la fruizione** (rovi, robinia e altre specie spinose, ambrosia ed altre piante allergeniche,ecc)

IL LARGE WOOD

- **Può essere fonte di rischio, ma solo in determinate condizioni**
- **Ha un ruolo ecologico importantissimo!**



**VALUTARE DA DOVE ARRIVA IL LEGNO MORTO:
SPESSO NON DALLE FASCE RIPARIE!**



**Durante eventi di pioggia estrema le piene si verificano in concomitanza con dissesti
franosì, che portano in alveo sedimenti ma anche ALBERI**

IL RUOLO DEL BOSCO NELLA TRATTENUTA DEL LW

Una vegetazione riparia sviluppata spesso contribuisce a trattenere sedimenti ed altri detriti legnosi, più che a produrne...

**E' POSSIBILE GESTIRE AREE RIPARIE
COME FILTRI E AREE DI DEPOSITO**



IN AREE A RISCHIO ELEVATO DI OSTRUZIONE: opere filtranti



- manutenzione ed asporto degli accumuli
- opere apposite in zone montane

CONTROLLO DELLE SPECIE ALLOCTONE INVASIVE

ovvero

**specie opportuniste che si sono inserite in ecosistemi nuovi
di cui hanno sconvolto i pre-esistenti equilibri**

“PULIRE” NON SERVE A NIENTE, ANZI...



**alcune specie, come il poligono giapponese, la canna comune e la robinia, si
espandono ulteriormente a seguito di interventi saltuari e sommari**

MODALITA' DI INTERVENTO

- interventi diretti sul contenimento delle esotiche
- interventi di miglioramento strutturale delle cenosi autoctone
- interventi volti al ripristino di processi idromorfologici più naturali (con precauzioni da adottare caso per caso)



è nella gestione di interi settori di suolo e di acque che sta la soluzione dei problemi

DEFINIRE OBIETTIVI REALISTICI...



***Robinia pseudoacacia*, una componente oramai stabile dei popolamenti ripari italiani**

- non é quasi mai possibile eliminare completamente le specie alloctone
- quando si tratta di interi popolamenti occorre valutarne una lenta trasformazione per invecchiamento progressivo o accontentarsi della loro non espansione a scapito di altre cenosi
- Tagli troppo intensi e frequenti non fanno che favorire le specie alloctone rispetto alle cenosi locali, PEGGIORANDO LA SITUAZIONE

...CERCANDO ALMENO DI NON PEGGIORARE LA SITUAZIONE!



- PRIMA di iniziare attività di taglio e/o movimento terra, censire le specie presenti

- in presenza di alloctone invasive, ADOTTARE TUTTI GLI ACCORGIMENTI PER EVITARE DI DIFFONDERLE ULTERIORMENTE!

- spesso è proprio il cantiere a determinarne la definitiva affermazione

LA VEGETAZIONE NELLA PROGETTAZIONE DI INTERVENTI INTEGRATI

- 1) partire da un **quadro conoscitivo** approfondito delle cenosi vegetali presenti
- 2) determinare gli **impatti del progetto sulla vegetazione presente** e progettare azioni per la mitigazione/ripristino/miglioramento dei popolamenti
- 3) **ATTENZIONE A LASCIARE SPAZI VUOTI**: se ci sono le condizioni per l'insediamento di vegetazione, meglio accompagnare il processo, soprattutto in presenza di specie aliene invasive
- 4) ciò significa **progettare opere di reimpianto** di specie erbacee, arbustive o arboree a seconda degli obiettivi e prevedere un piano di monitoraggio e manutenzione negli anni successivi
- 5) utilizzare **SOLO materiale di provenienza locale e/o certificata**, geneticamente compatibile con le cenosi presenti
- 6) non **rinverdimento ornamentale** ma **creazione di ecosistemi dinamici paranaturali**



Dott. Agr. Alessandro Errico
a.errico@cirf.org

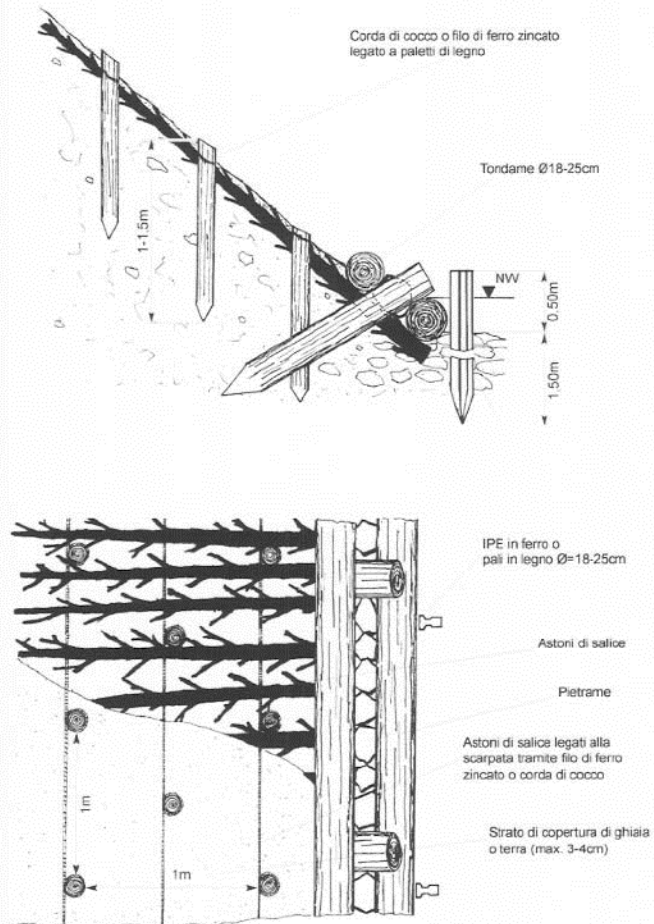
Cosa è l'Ingegneria Naturalistica?

L' "Ingegneria Naturalistica" *"è una disciplina tecnico-scientifica che studia le modalità d'uso, come materiali da costruzione, di piante vive, di parti di piante o di associazioni vegetali, spesso abbinate a materiali morti come pietre, legno, ferro" [Schiechl].*



L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnico – naturalistica che utilizza le **piante vive autoctone** come materiale da costruzione, in abbinamento ad altri materiali inerti tradizionali e non.
(AIPIN)

COPERTURA DIFFUSA DI ASTONI



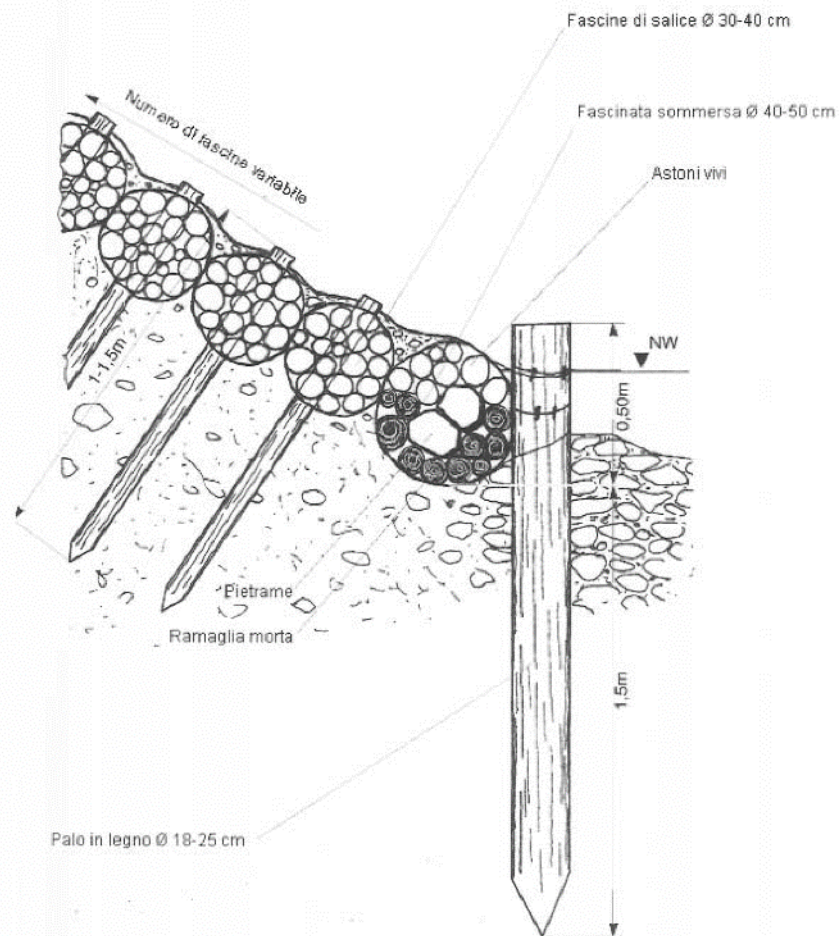


Fig. 21: Fascinata viva di salici con una fascina sommersa come difesa al piede

PALIFICATA SPONDALE A PARETE DOPPIA

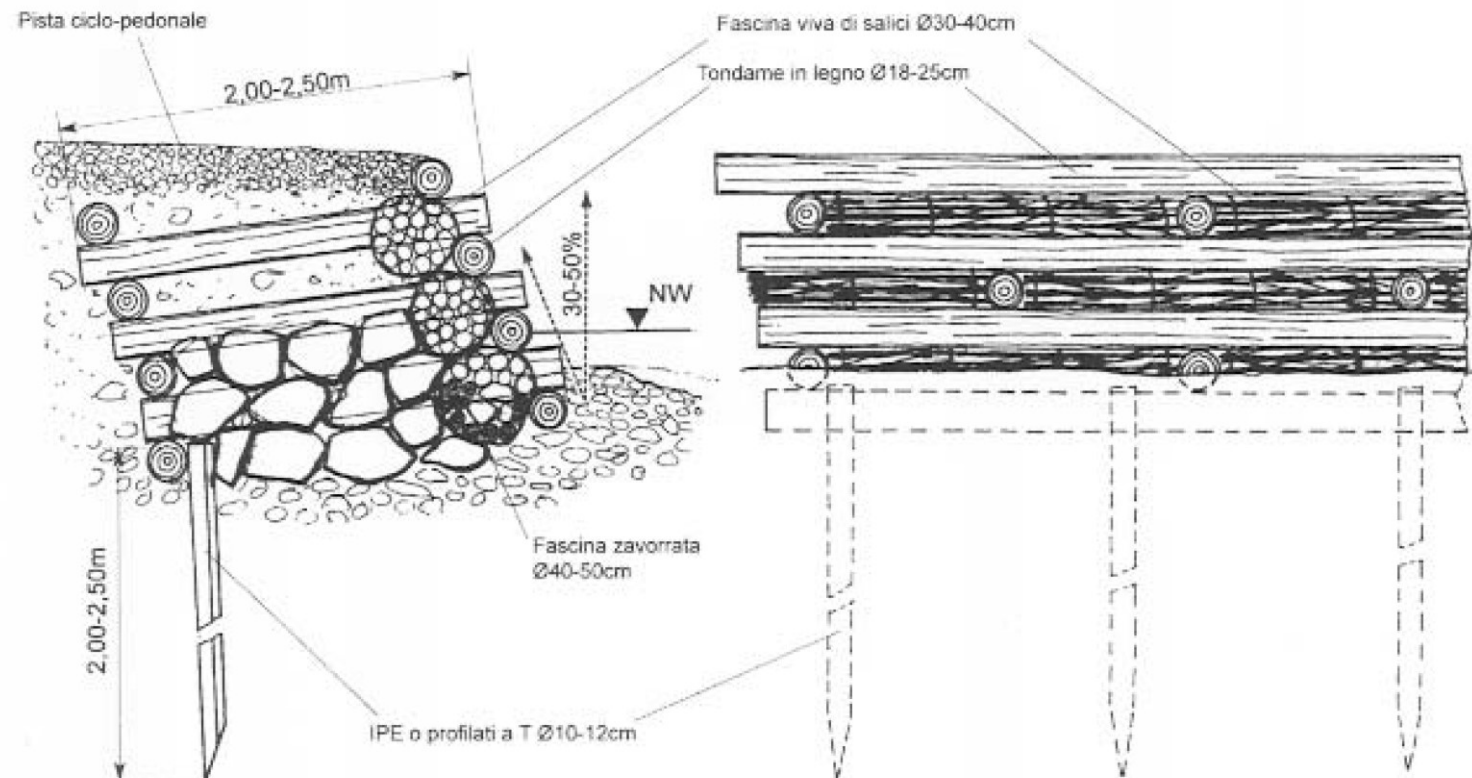


Fig. 32: Palificata spondale a parete doppia con fondo antidilavamento









(Foto M. Monaci)





Tipologie di interventi dell'I.N.

- **di rivestimento** o antierosivi (tutti i tipi di semina, stuoie, materassini seminati, ecc.);
- **stabilizzanti** (messa a dimora di arbusti, talee, fascinate, gradonate, cordonate, viminate, ecc.);
- **combinati di consolidamento** (palificate vive, muri, grate vive, muri a secco con talee, cuneo filtrante, gabbionate e materassi verdi, terre rinforzate, ecc.)
- **particolari** (barriere antirumore e paramassi, opere frangivento, ecc.)

I.N. 'Vera' e 'Falsa'

Ingegneria naturalistica	
vera	falsa
Il vegetale vivo è <i>l'elemento che stabilizza e consolida il suolo</i> proteggendone anche la superficie.	Il vegetale non è che un <i>elemento cosmetico</i> in opere di ingegneria civile (massicciate in massi, gabbioni, terre armate, georeti plastiche, ...).
La ricolonizzazione e lo sviluppo spontaneo dei vegetali autoctoni sono favoriti per permetterne una evoluzione naturale.	Le tecniche messe in atto impediscono o rendono molto difficile lo sviluppo spontaneo, la ricolonizzazione o l'evoluzione naturale della flora.
In condizioni particolari, dove lo sviluppo spontaneo non è possibile, si impiegano numerose specie vegetali, autoctone, possibilmente disetanee e di ecotipi locali. Gli obiettivi, oltre alla protezione o stabilizzazione, sono la qualità biologica e la biodiversità. I siti ripristinati offrono ambienti vitali a una grande varietà di organismi viventi.	Sono utilizzate solo una o due specie. La qualità biologica e la biodiversità sono dunque scarse. La sistemazione non costituisce un ambiente vitale per numerose specie vegetali e animali.
Le piante, il suolo, l'acqua formano un tutt'uno coerente e in stretta interdipendenza. Si verificano tutte le condizioni per permettere e favorire lo sviluppo completo delle successioni vegetali e delle relazioni fauna-flora, sulla base dei modelli naturali.	Le piante, il suolo, l'acqua non sono in stretta relazione. Solo alcuni degli equilibri biologici sono favoriti. I vegetali piantati possono mantenersi per qualche tempo, e magari con assistenza. Non si instaurano il rinnovamento e la successione vegetazionale. Il sito è biologicamente povero e, spesso, colonizzato da specie esotiche invasive.
L'intervento è frutto di una progettazione basata su conoscenze botaniche, idrauliche, pedologiche, geomorfologiche, geotecniche, ecologiche e sulla loro equilibrata integrazione. L'osservazione e la comprensione dei fenomeni esistenti sul terreno e dei modelli naturali costituiscono la base delle soluzioni e delle tecniche. Biologia e fisica s'incontrano.	La progettazione è basata unicamente su parametri fisici e matematici e non integra (se non minimamente) l'ecologia e gli altri fattori. Predomina una concezione costruttiva puramente ingegneristica.
Presta attenzione agli habitat, rispettando o ricostruendo una morfologia simile a quella naturale (in planimetria e sezione).	È spesso utilizzata come "cosmetico" in interventi il cui fine principale è il consolidamento dell'alveo che, per lo più, viene reso geometrico (rettilineo, ristretto, a sponde ripide).

Tempi e costi dei rilievi per la stima della scabrezza: è sostenibile economicamente fare valutazioni preliminari?

Costo del taglio effettuato 4 km di fiume, 20 metri per sponda (circa 15 ha): $(5-15000 \text{ €/ha}) = \text{circa } 100'000 \text{ €}$

Costo dei rilievi vegetazionali: $500 \text{ €} \times 12 \text{ aree di saggio} = 6000 \text{ €}$

Costo del post processing e della modellazione idraulica: 4000 €

IL COSTO DELLA VALUTAZIONE PRELIMINARE E' TRASCURABILE RISPETTO AL COSTO DELLE OPERAZIONI

SE CON UNA VALUTAZIONE PRELIMINARE SI RISPARMIASSE ANCHE SOLO IL TAGLIO DI 1 HA OGNI 15, IL BILANCIO SAREBBE GIÀ' IN PARI, MA AVREMMO ALMENO RIDOTTO L'IMPATTO SULL'ECOSISTEMA FIUME!