



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

Fakultät für Naturwissenschaften
und Technik

Facoltà di Scienze
e Tecnologie

Faculty of Science
and Technology



Ripartizione Opere Idrauliche
Provincia Autonoma di Bolzano

WORKSHOP

PERICOLOSITÀ IDRAULICA NEL TERRITORIO MONTANO ITALIANO ED APPLICAZIONE
DELLA DIRETTIVA EUROPEA "ALLUVIONI"

Bolzano, 9-10 giugno 2011

Il ruolo dell'analisi geomorfologica nella valutazione della pericolosità idraulica

Francesco Comiti

*Facoltà di Scienze e Tecnologie
Libera Università di Bolzano*

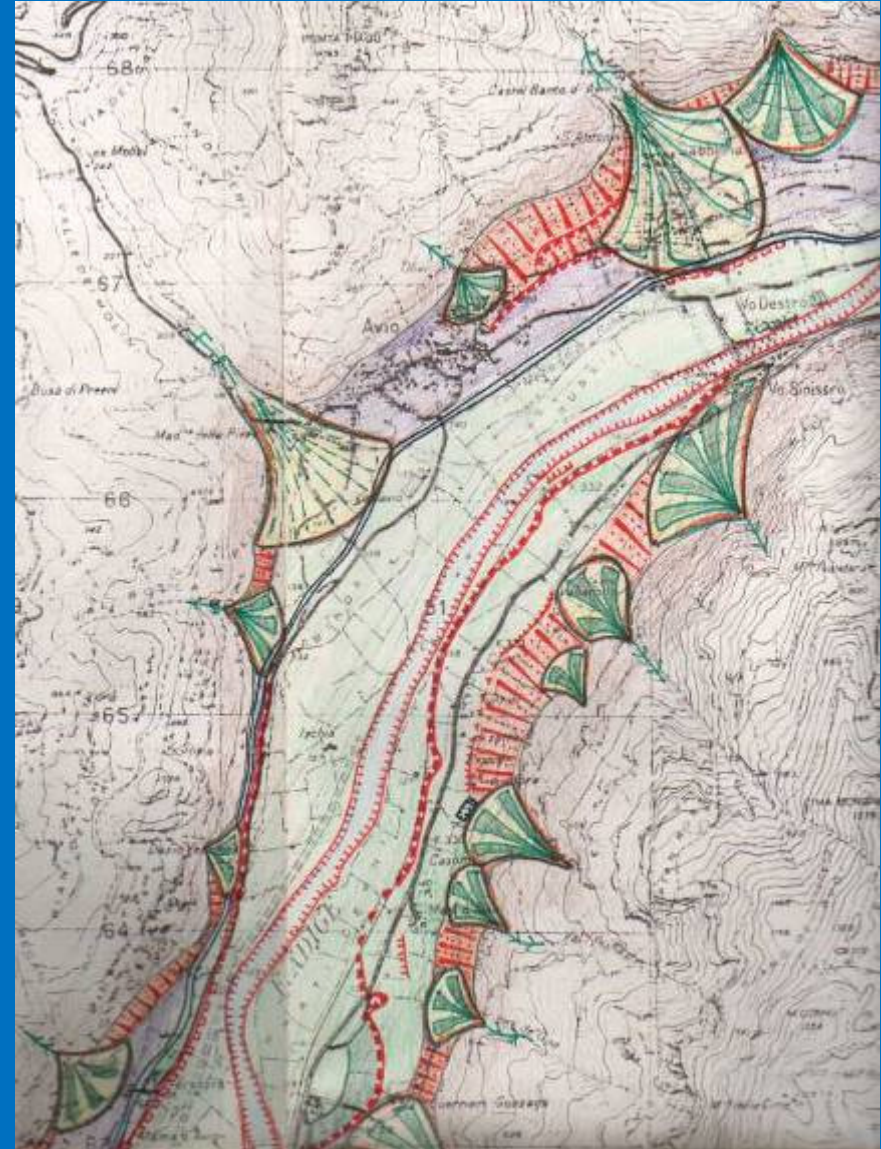
Riassunto della presentazione

- Geomorfologia, tra descrizione e quantificazione
- Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta
- Il “debutto in società”: la Direttiva Quadro Acque e l’Indice di Qualità Morfologica (IQM)
- Dinamica morfologica e pericolosità idraulica
- Valutazione integrata qualità – sicurezza (IDRAIM)

Geomorfologia, tra descrizione e quantificazione

- In Italia, la geomorfologia si è sviluppata ed è tuttora dominata da un approccio descrittivo, finalizzato spesso solo a “creare mappe”
- I processi geomorfologici vengono identificati, ma la loro quantificazione in termini di intensità/frequenza è stata raramente affrontata

➔ Focus sulle *forme*

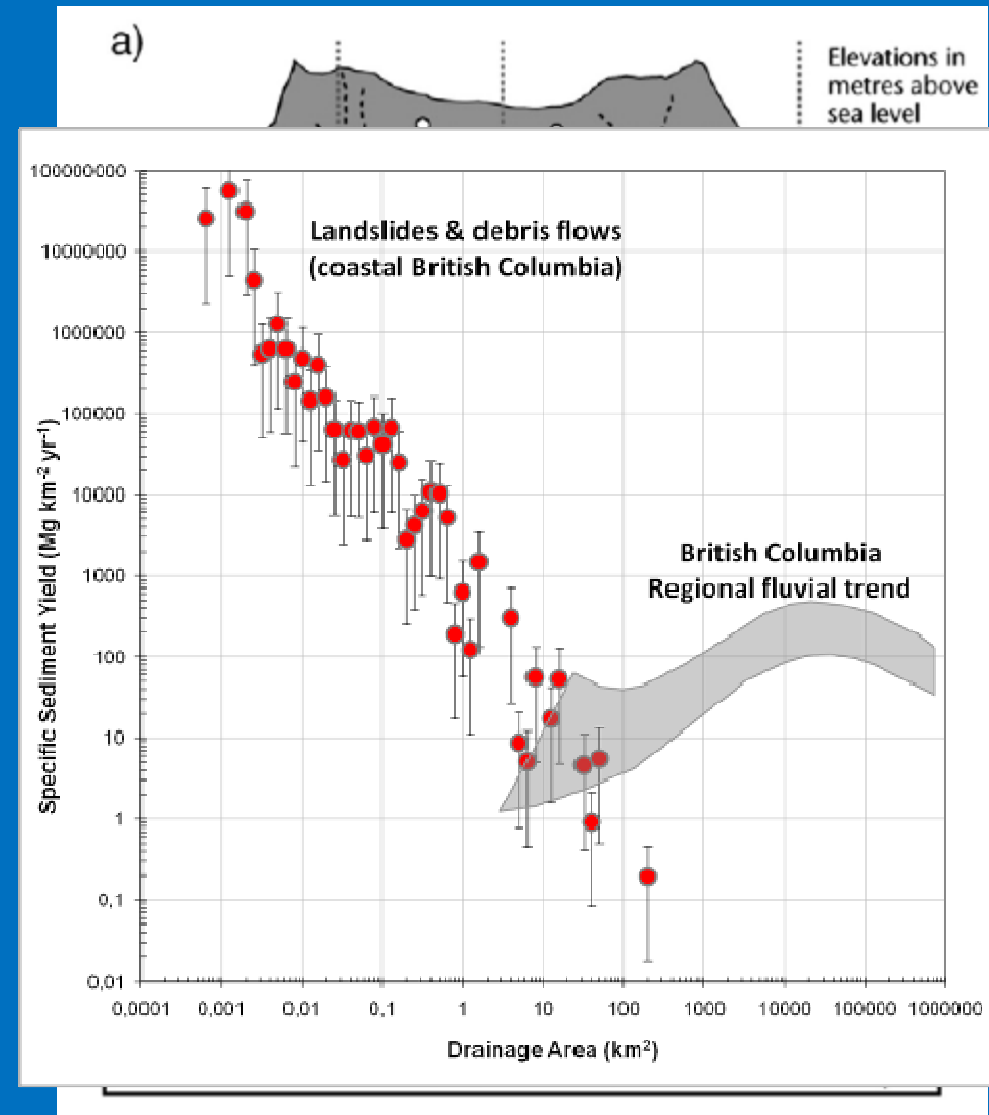


Geomorfologia, tra descrizione e quantificazione

- Al contrario, nel mondo anglosassone da sempre si privilegia un approccio quantitativo e legato alla dinamica dei processi

➔ Focus sui *processi*

- Recentemente, tale approccio si sta diffondendo anche in Italia



(Bardinoni et al 2009)

Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta

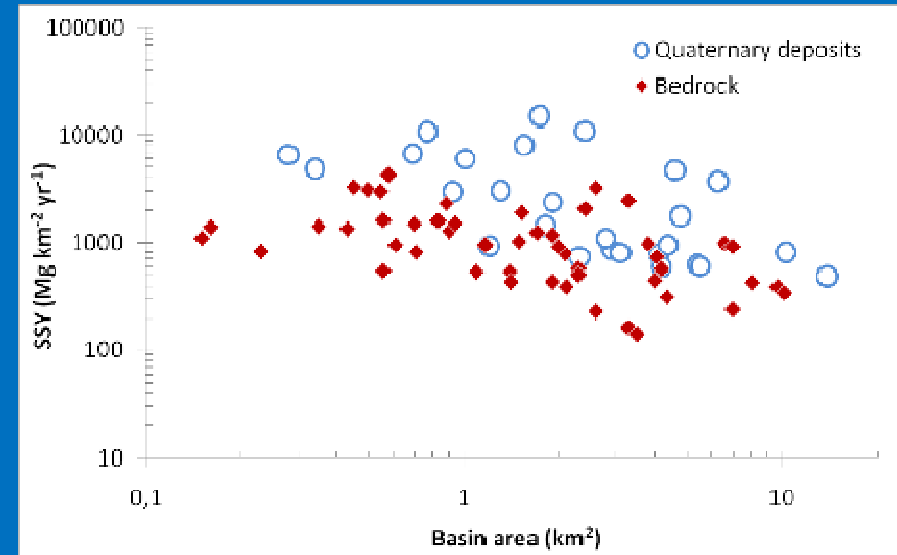
- La stessa differenza di approccio tra accademia anglosassone e italiana la si riscontra nello studio della *geomorfologia fluviale*



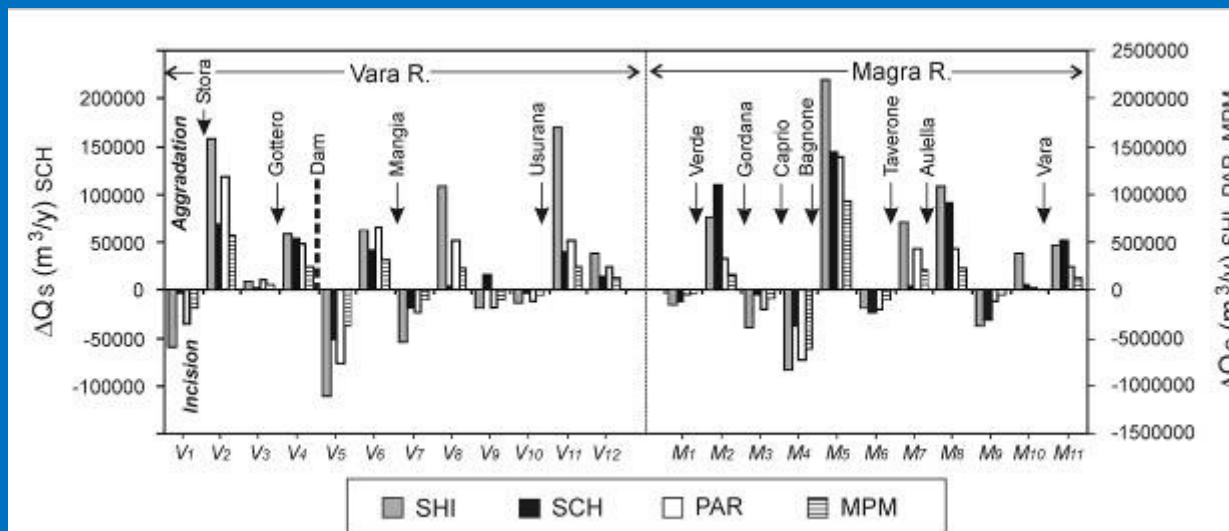
“studio dei processi di produzione, flusso ed immagazzinamento di sedimenti nel bacino idrografico e nell’alveo fluviale nella breve, media e lunga scala temporale, e delle forme risultanti nell’alveo e nella piana inondabile” (Sear et al., 2003)

Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta

- Solo recentemente si sono sviluppate indagini *quantitative* finalizzate alla comprensione dei processi di trasporto su scale temporali dell'ordine di *1-100 anni*



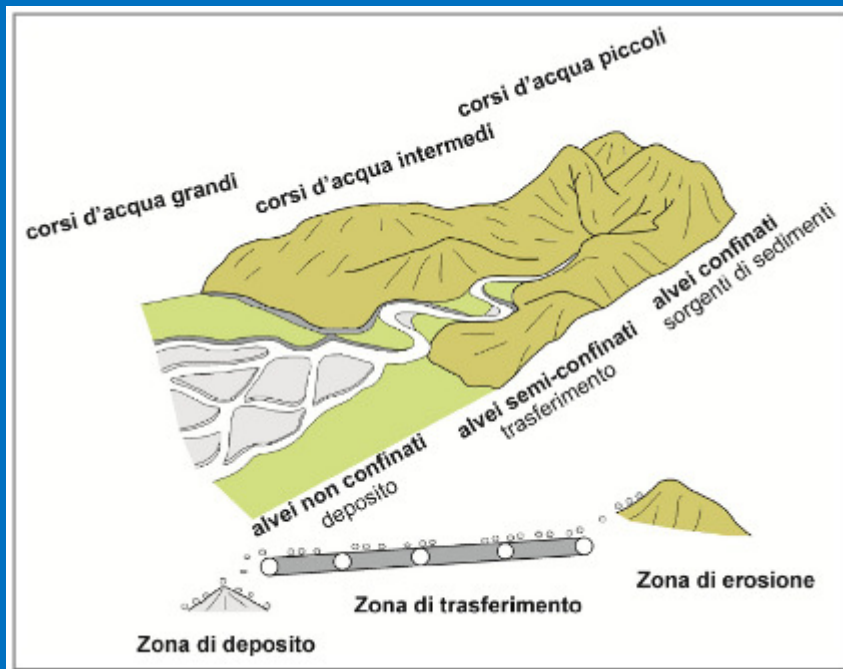
(Bardinoni, inedito)



(Rinaldi et al 2009)

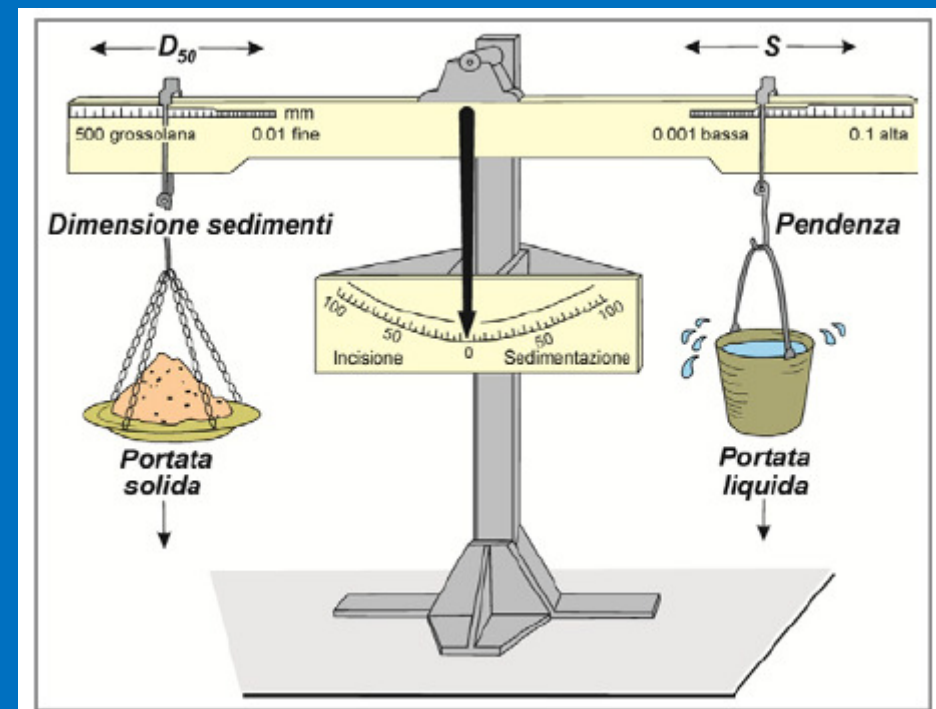
- Fondamentali sia per la dinamica degli habitat che per l'evoluzione di lungo termine degli alvei

Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta



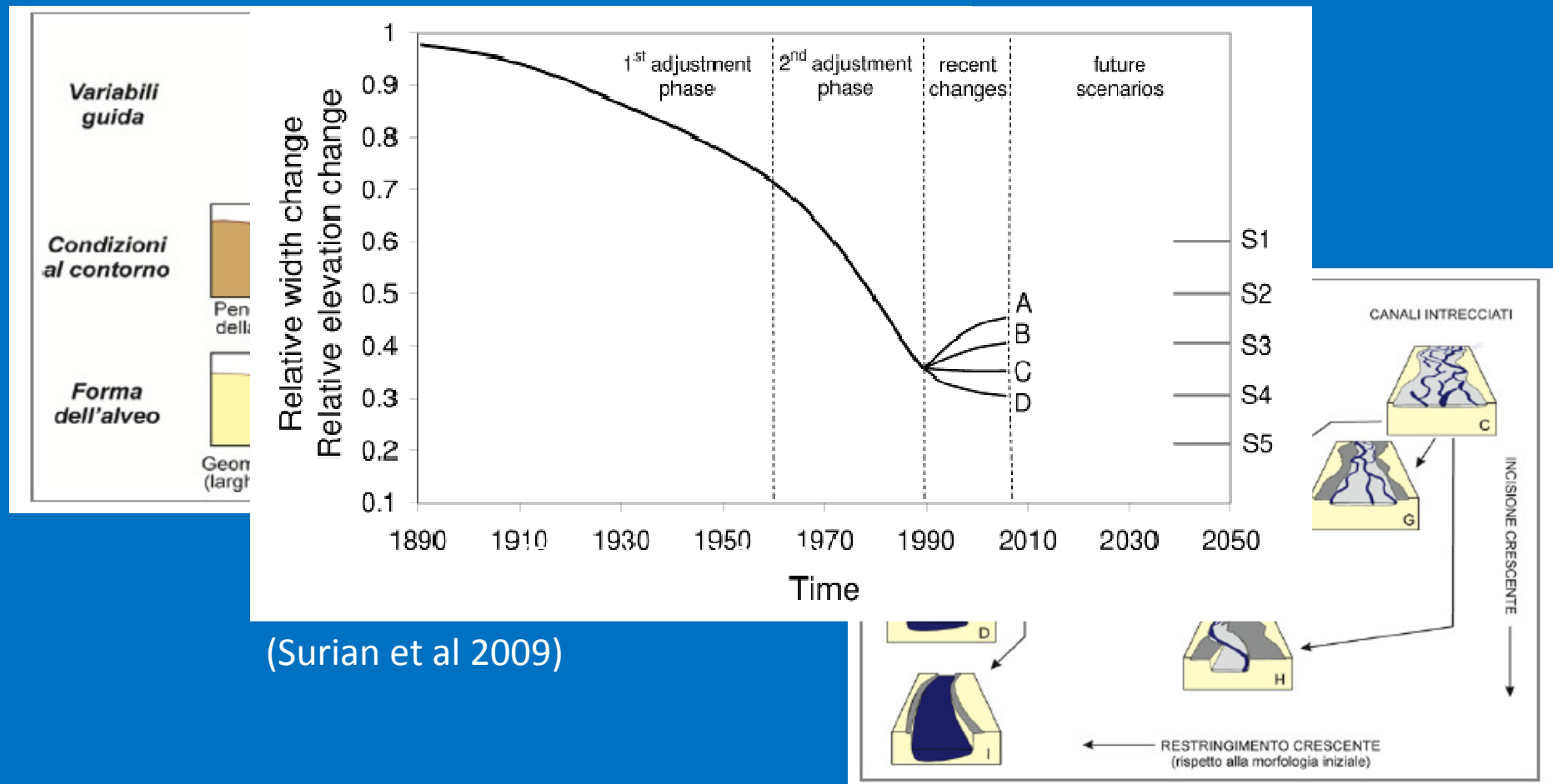
- La relazione tra capacità di trasporto della corrente e l'alimentazione solida informa sul grado di equilibrio del sistema

- La comprensione della dinamica spaziale e temporale del trasporto di sedimento all'interno di un bacino è il "cuore" della GF



Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta

- Le forme fluviali e le variazioni morfologiche (plani- ed altrimetriche) sono interpretate alla luce della dinamica del sedimento e delle condizioni al contorno di ogni tratto



Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta

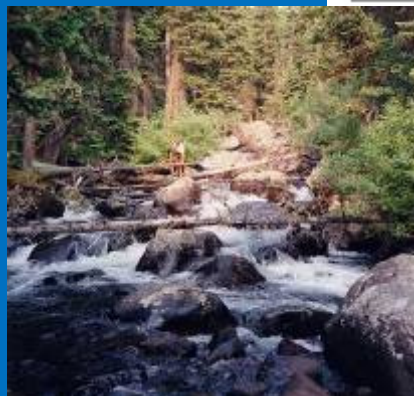
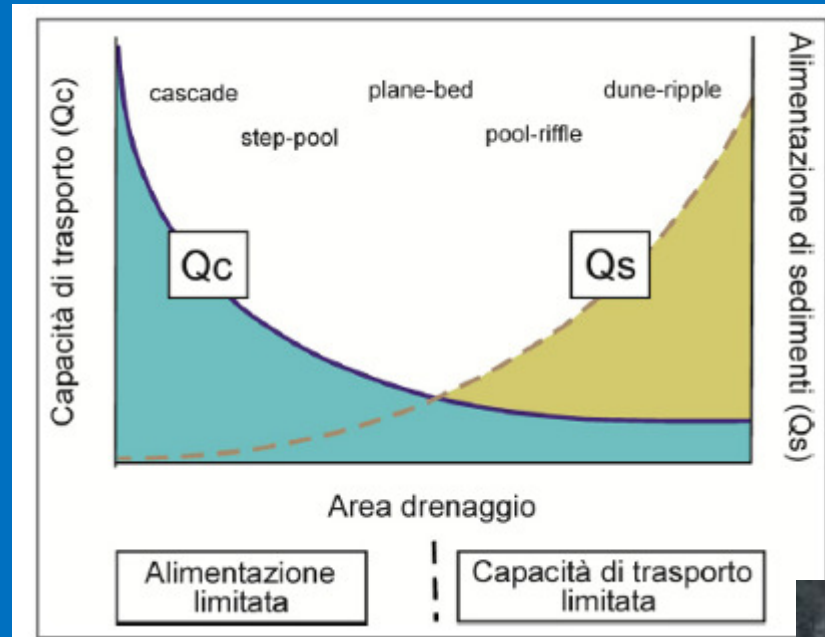
- Nello studio dei bacini montani, la GF deve analizzare in dettaglio l'interazione tra processi di versante (colluviali) e processi fluviali



- Tale interazione può determinare condizioni al contorno (p.e. alimentazione solida) diverse anche per *ordini di grandezza* in tratti adiacenti

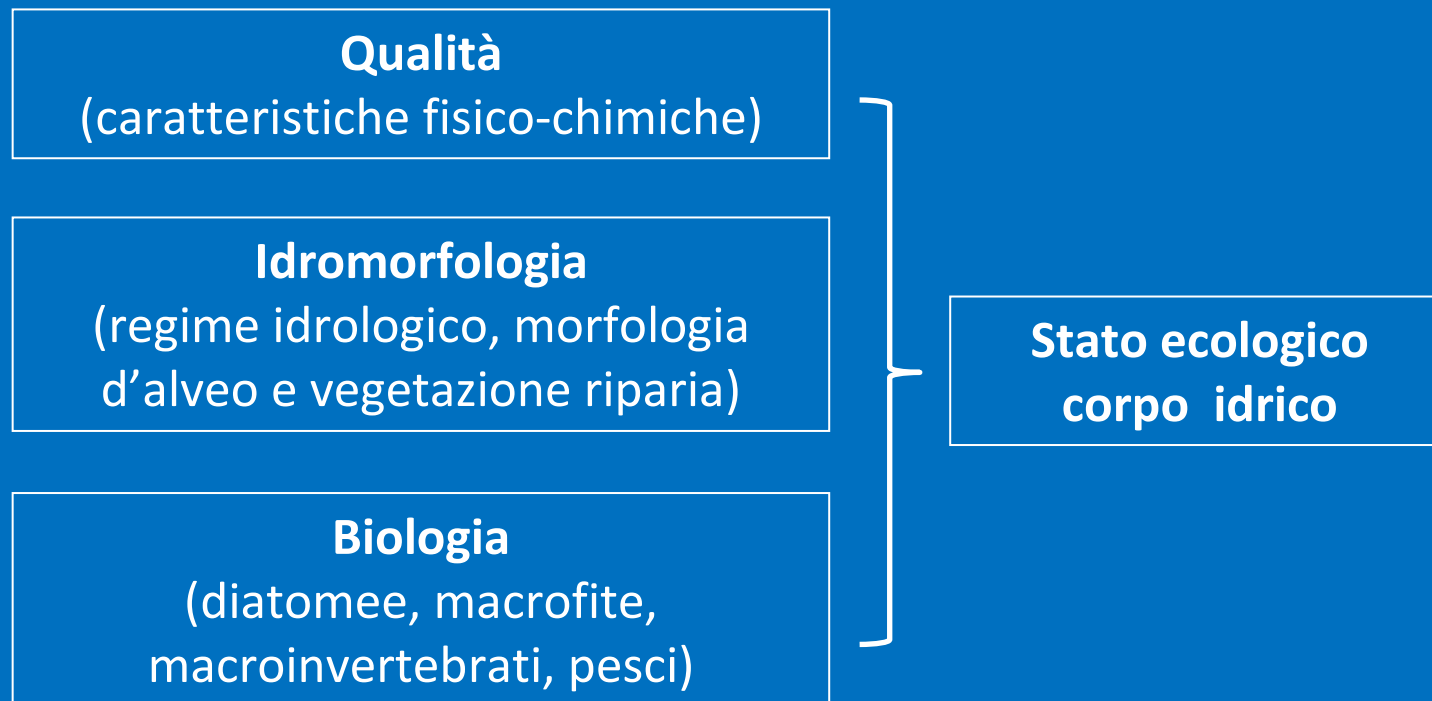
Geomorfologia fluviale, questa sconosciuta

- Tale variabilità spaziale nel rapporto liquido/solido (+ legno) determina la configurazione del fondo dei torrenti montani



Il “debutto in società”: la Direttiva Quadro Acque

- La *Water Framework Directive* (WFD, Direttiva “Acque” in Italia) ha introdotto in Europa dal 2000 la valutazione delle condizioni “*idromorfologiche*” di un corpo idrico per determinarne lo stato ecologico complessivo



Il “debutto in società”: la Direttiva Quadro Acque

- In Italia, ISPRA (in collaborazione con Univ. Firenze, Padova e Bolzano) ha sviluppato nel 2010 un metodo di valutazione idromorfologica dei corsi d’acqua basato su due indicatori:

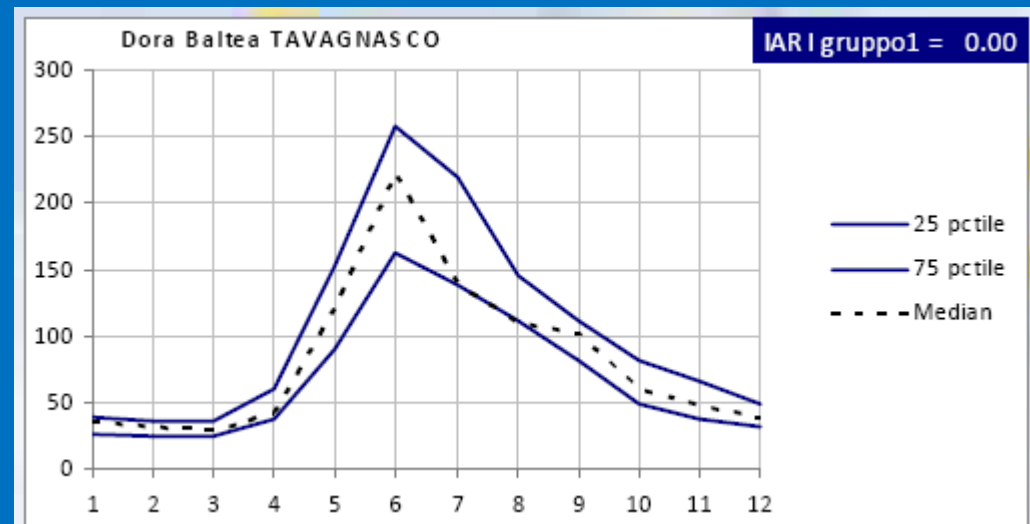
Indice di alterazione
del regime idrologico

IARI

Indice di qualità
morfologica

IQM

- IQM si basa su
 - ✓ funzionalità geomorfologica
 - ✓ artificialità
 - ✓ variazioni



2. Morfologia

B. Configurazione
sezione

C. Substrato

3. Vegetazione

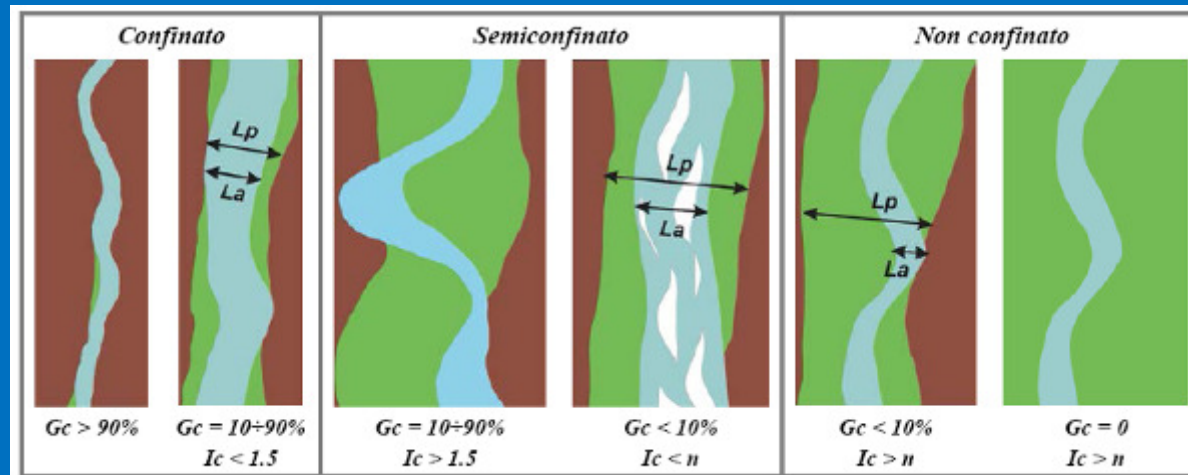


Il “debutto in società”: la Direttiva Quadro Acque

- IQM si valuta applicando degli indicatori parzialmente diversi per:

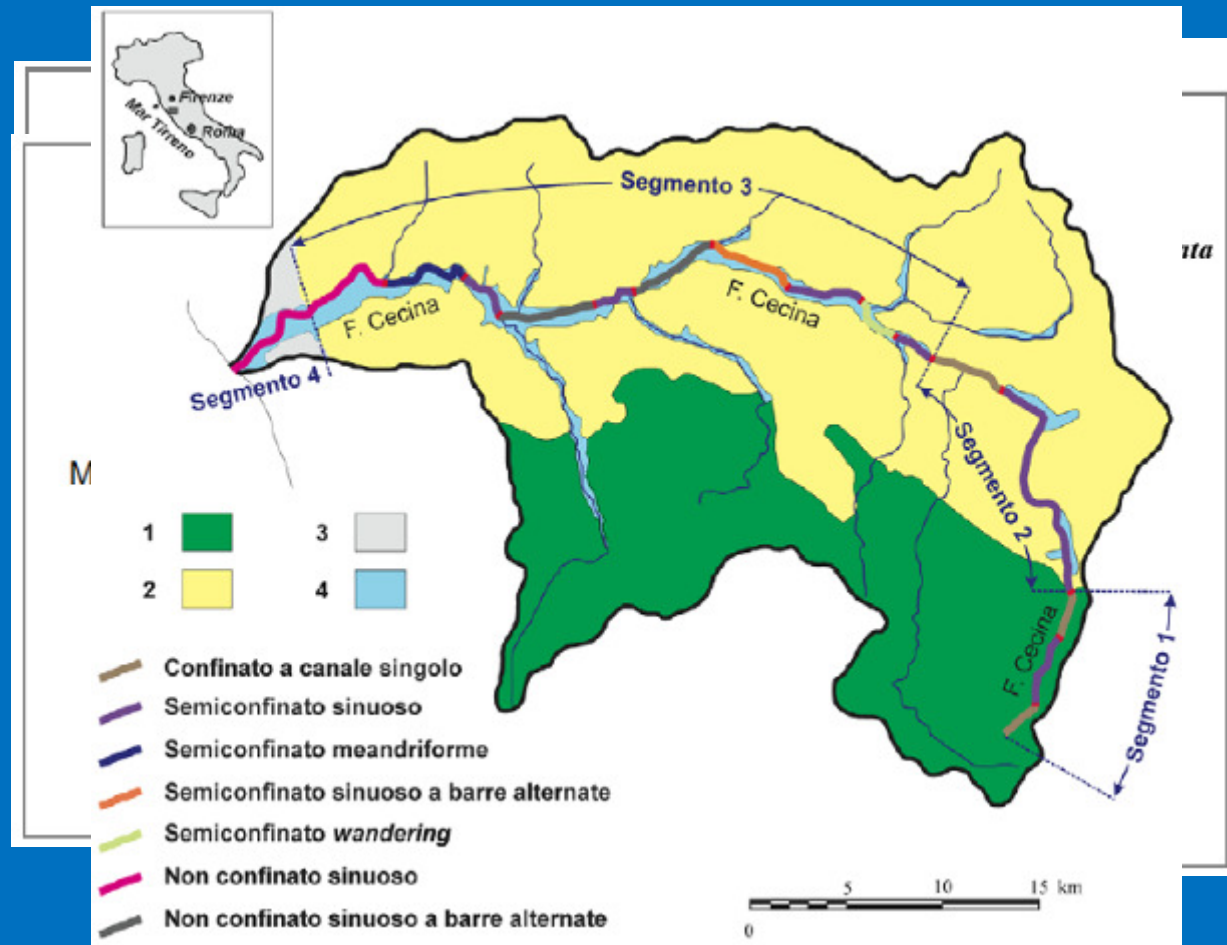
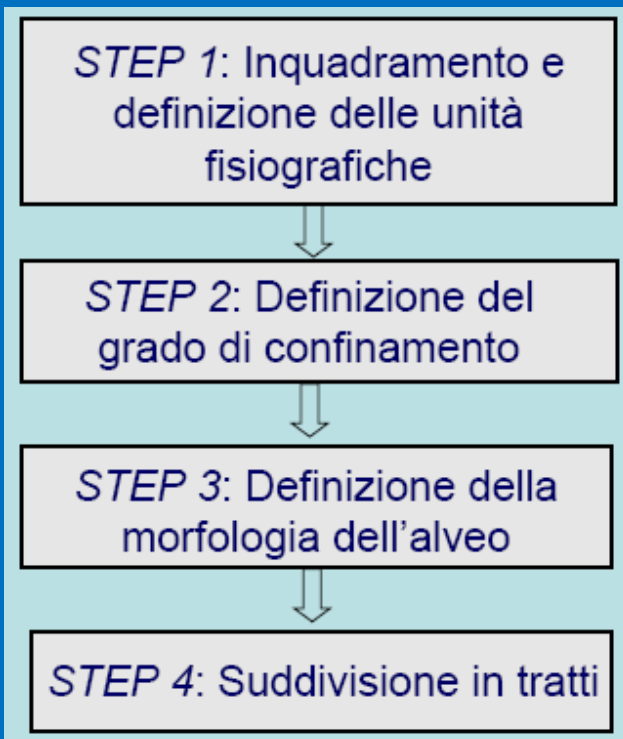
alvei confinati

alvei semi- e non confinati



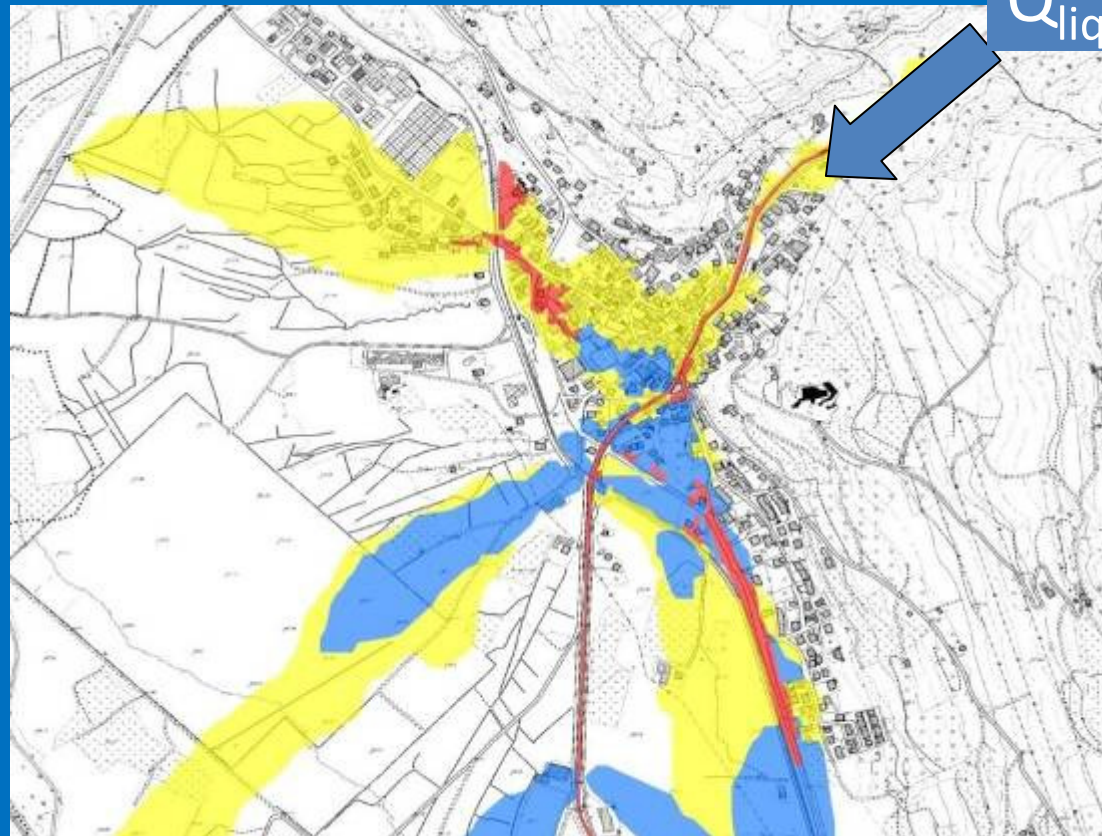
Il “debutto in società”: la Direttiva Quadro Acque

- Preliminarmente all’applicazione del metodo, si deve procedere alla segmentazione del reticolo idrografico in tratti omogenei dal punto di vista idromorfologico:

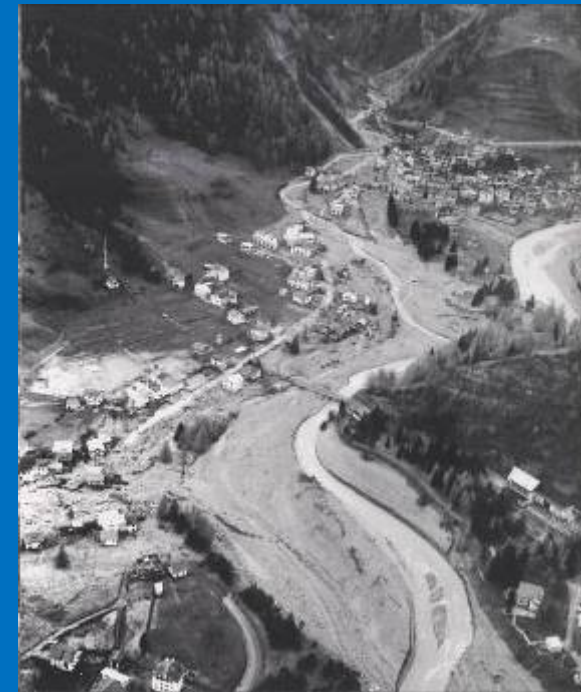


Dinamica morfologica e pericolosità idraulica

- Intensi tassi di trasporto solido (sedimento e legno) rendono probabili fenomeni di avulsione

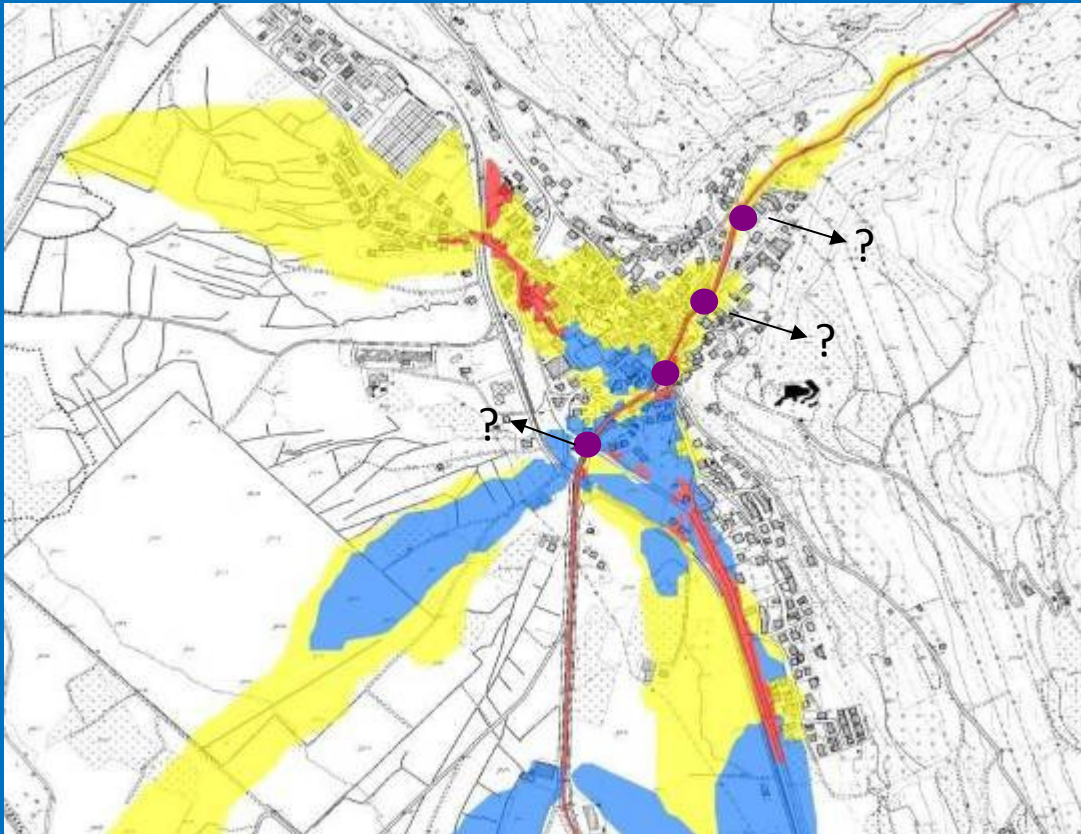


$$Q_{liq} + Q_{sed} + Q_{legno}$$



Dinamica morfologica e pericolosità idraulica

- In presenza di attraversamenti (ponti, tombinature) la stocasticità del fenomeno aumenta enormemente



Dinamica morfologica e pericolosità idraulica

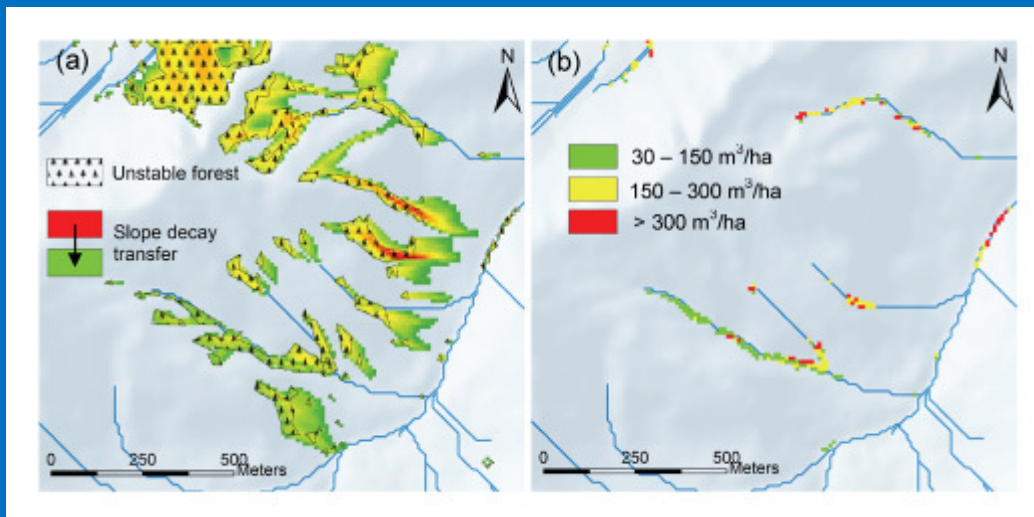
- La pericolosità idraulica in ambito montano è un problema “solido”, piuttosto che “liquido”...



- Per gli eventi di progetto, è essenziale identificare i tratti di probabile erosione/deposito/occlusione (scenari)
- Per far ciò bisogna individuare le aree sorgenti (di sedimento e legno) e la loro connettività con il reticolo

Dinamica morfologica e pericolosità idraulica

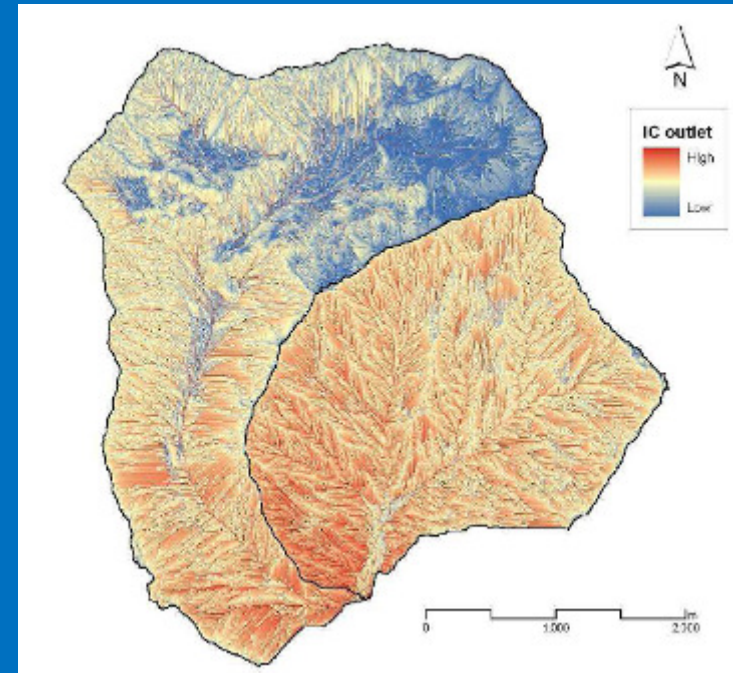
- Utilizzo di metodi GIS per classificare il reticolo in tratti a diverso “bilancio di trasporto” di sedimento e legno



(Rigon et al, inedito)

- Maggiori precisioni con DTM (pendenza e larghezza) da LiDAR

(Cavalli et al., inedito)



- Mappature basate su indici “semplici” (indici *slope-area*, *stream power* unitaria, rapporti geometrici)

Valutazione integrata qualità - sicurezza

- ISPRA ha affidato nel 2010 all'Univ. di Firenze (con Univ. di Padova e Bolzano) lo sviluppo di:

IDRAIM - sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua



Sistema di analisi e di supporto alla gestione dei corsi d'acqua e dei processi geomorfologici tenendo conto in maniera integrata di obiettivi di *qualità* e di *sicurezza*, ai sensi delle direttive 2000/60 (Acque) e 2007/60 (Alluvioni)

- La segmentazione del reticolo e la valutazione dello stato attuale idromorfologico (IARI e IQM) ne rappresenta la prima fase

IDRAIM – Fasi della metodologia

1) INQUADRAMENTO E SUDDIVISIONE IN TIPOLOGIE E TRATTI

2) CONDIZIONI MORFOLOGICHE ATTUALI ED EVOLUZIONE PASSATA

- ✓ *Valutazione dello stato attuale (IQM)*
- ✓ *Analisi condizioni attuali e passate (traiettorie evolutive, aree sorgenti, flussi e bilanci sedimento/legno)*
- ✓ *Valutazione e analisi pericolosità da dinamica morfologica attuale*
- ✓ *Sintesi delle criticità (tratti con scarsa qualità e/o elevata pericolosità)*

3) TENDENZE FUTURE

- ✓ *Analisi scenari futuri (modelli di evoluzione, ruolo climate change)*
- ✓ *Monitoraggio (sia per qualità che per pericolosità morfologica)*

4) GESTIONE

- ✓ *Priorità di intervento e strategie gestionali*
- ✓ *Integrazione e conflittualità, identificazione “Altamente Modificati”*
- ✓ *Monitoraggio post-intervento*

IDRAIM – A cosa servirà ?

- Cosa sarà IDRAIM ?
 - **struttura metodologica** che prevede quali *aspetti* analizzare del sistema fluviale e tramite quali *strumenti*
 - gli strumenti saranno utilizzabili da *tecnici* degli enti preposti alla gestione e all'implementazione delle direttive e dei piani di gestione
 - Manuale che descrive un'analisi guidata per *gestire* i processi geomorfologici in un corso d'acqua in modo da integrare gli obiettivi di qualità e sicurezza

Mappe di pericolo e IDRAIM

Modellistica idrologica



Valutazione geomorfologica
per fornire *scenari di dinamica morfologica*



Modellistica idraulica (1D e 2D)



Interpretazione delle simulazioni idrauliche e
verifica sul campo



Mappe di pericolosità

Mappe di pericolo e IDRAIM

- Analisi a scala di bacino → Analisi e bilancio flusso di sedimenti e legno
- Analisi a scala di tratto
 - ✓ Indice di pericolosità da *dinamica morfologica* (diverso per C, SC, NC, conoidi)
 - ✓ Mappatura *fascia mobilità* (solo per NC e SC)
 - ✓ Individuazione sezioni potenzialmente critiche

Mappe di pericolo e IDRAIM

Indice di pericolosità da dinamica morfologica per alvei confinati

- Utilizzo di indicatori descrittivi (semplificazione di quelli proposti da Mazzorana et al 2011) valutati su 3 classi:
 - ✓ Tipologia di flusso in entrata
 - ✓ Versanti in dissesto
 - ✓ Tipologia di flusso
 - ✓ Rapporto tra alimentazione solida e capacità di trasporto
 - ✓ Trasporto di materiale legnoso
 - ✓ Erodibilità dell'alveo
 - ✓ Erodibilità delle sponde
 - ✓ Tipologia e densità degli attraversamenti
 - ✓ Variazioni altimetriche durante eventi storici

Conclusioni

- La mappatura della pericolosità idraulica non può prescindere da un'analisi geomorfologica
- Tale analisi deve essere condotta su diverse scale spaziali e temporali (tratto/bacino; evento/prossimi 100-200 anni)
- L'analisi geomorfologica *non sostituisce* la modellazione idraulica ma le fornisce gli scenari probabili di evento da valutare
- IDRAIM rappresenterà una cornice metodologica con la quale affrontare i problemi di gestione fluviale (integrare aumento qualità e diminuzione rischio idraulico)