

***Idromorfologia e Direttiva Quadro Acque
Roma, 22-23 Aprile 2010***

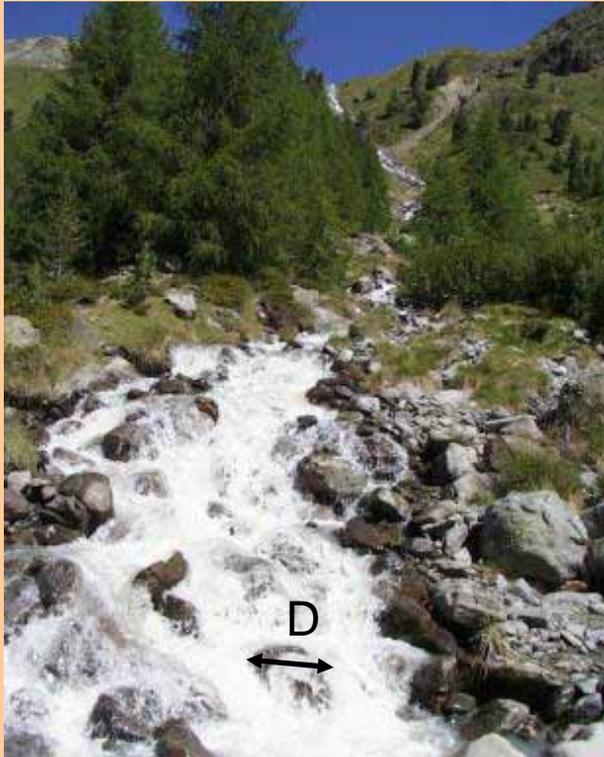
***Torrenti montani: dinamica e
problematiche gestionali***

**Dr. Francesco Comiti
Facoltà di Scienze e Tecnologie
Libera Università di Bolzano**

Indice della presentazione

- Caratteristiche dei torrenti montani
- Morfologia: scala di unità e tratto
- L'importanza del materiale legnoso
- Pressioni antropiche: quale naturalità ?
- Conclusioni

I corsi d'acqua in ambito montano



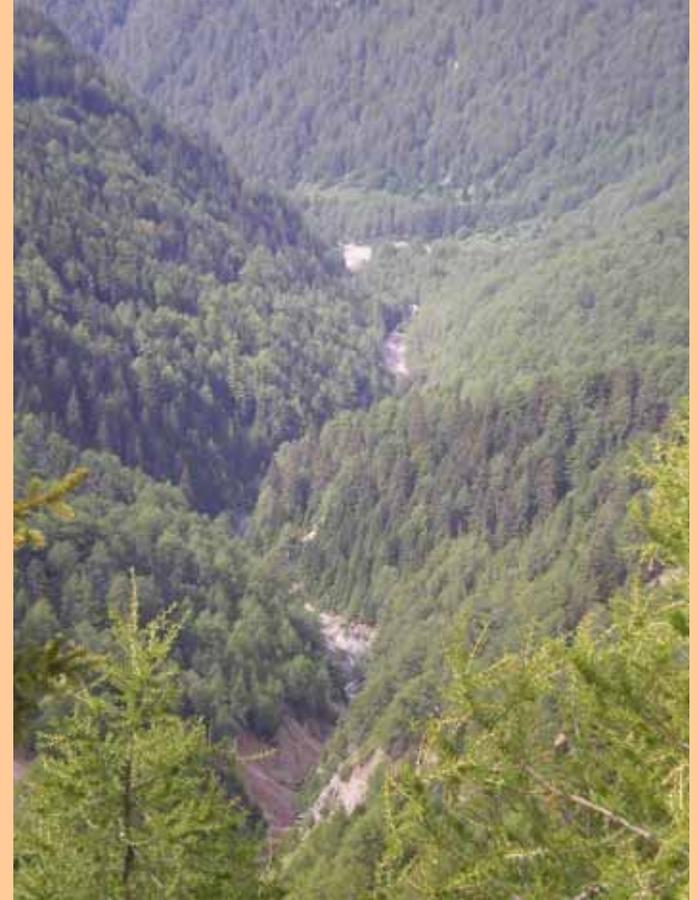
- Sia “grandi” che “piccoli”
(rapporto larghezza/dimensione sedimento)

- $L/D < 10$ Piccoli
- $L/D = 10-50$ Intermedi
- $L/D > 50$ Grandi (>30m)



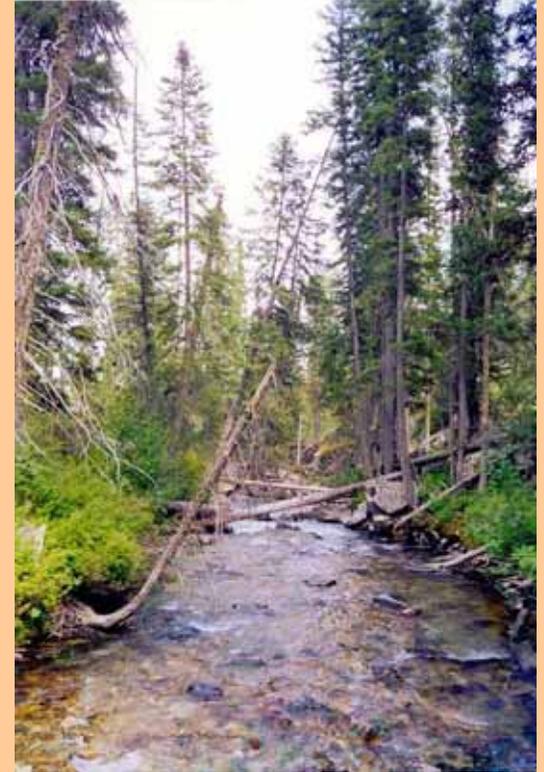
I corsi d'acqua in ambito montano

- Sia “confinati”
che “semi- o non-confinati”



Caratteristiche dei torrenti montani

- Non esiste una definizione univoca
- Possiamo includere i corsi d'acqua che presentano le seguenti caratteristiche:
 - pendenza elevata ($>0.2\%$)
 - larghezza ridotta
 - sedimento grossolano e molto eterogeneo



- ordine gerarchico basso (1-4)
- area drenata ridotta ($<100-200\text{ km}^2$)
- elevato confinamento (eccezioni: conoidi, valli glaciali)



Caratteristiche dei torrenti montani

- Il sedimento dell'alveo si muove poco frequentemente (regime idrologico, corazzamento)



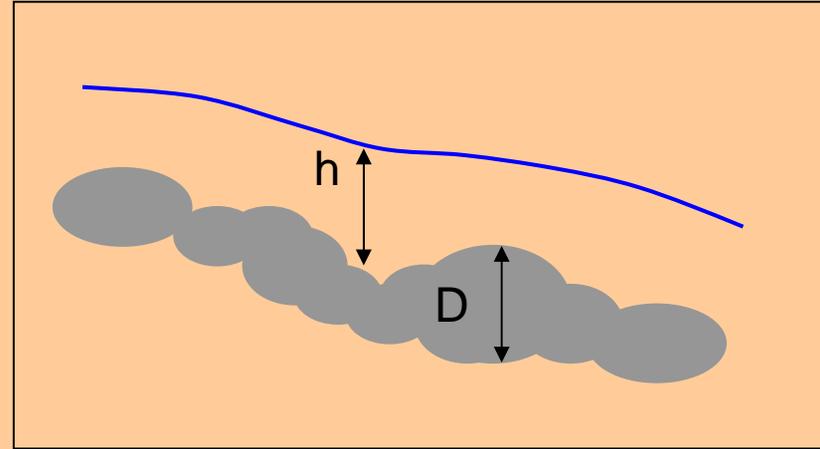
- Forte interazione con processi di versante (frane, colate)

- Possibili flussi non newtoniani (correnti iperconcentrate e colate)



Caratteristiche idrauliche dei torrenti

- profondità del flusso piccola rispetto alla scabrezza del fondo



- presenza diffusa di risalti idraulici dovuti a forme di fondo, massi, ...



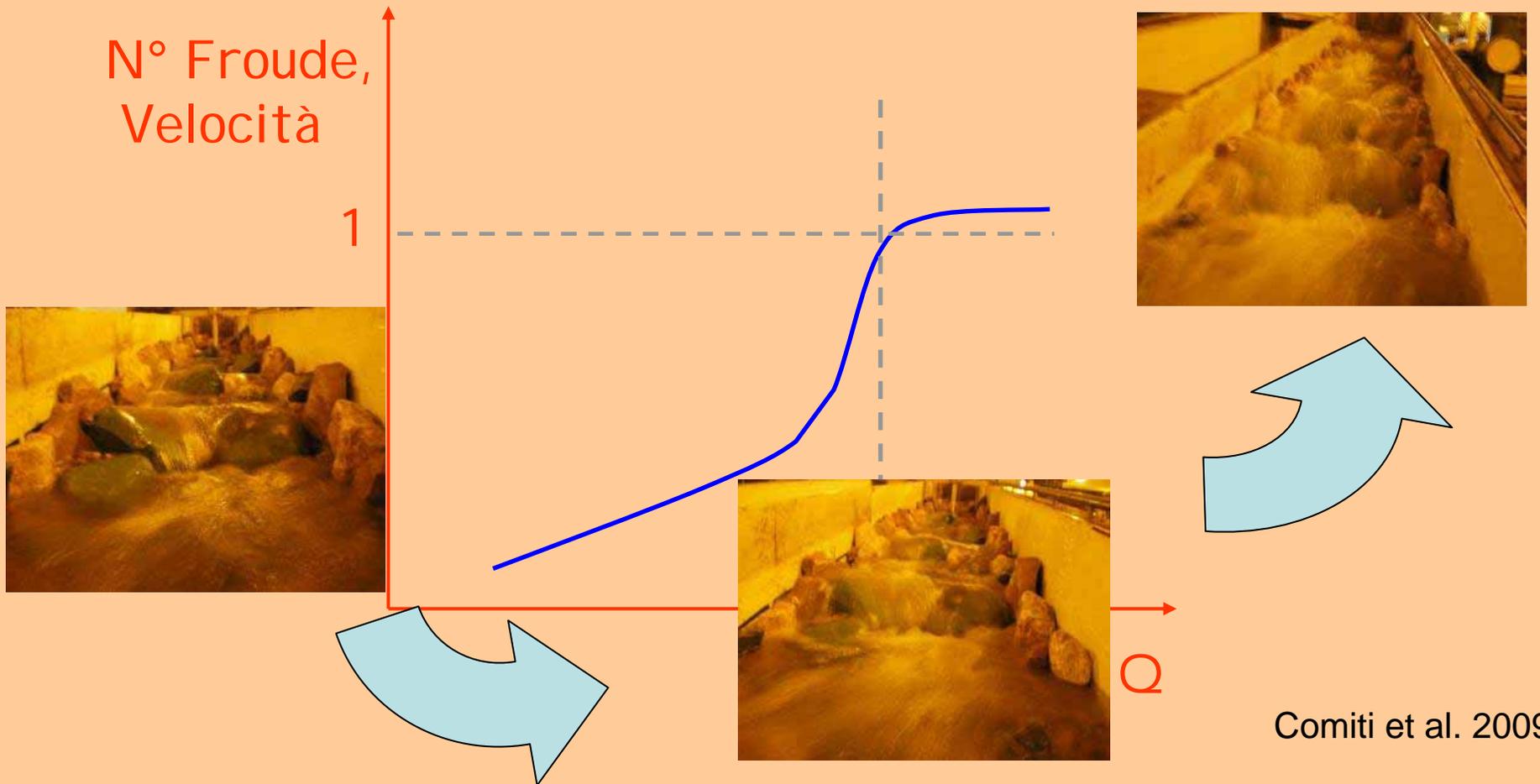
Elevata resistenza al flusso



Corrente “rapida” solo localmente, domina regime “lento”
anche durante piene ordinarie

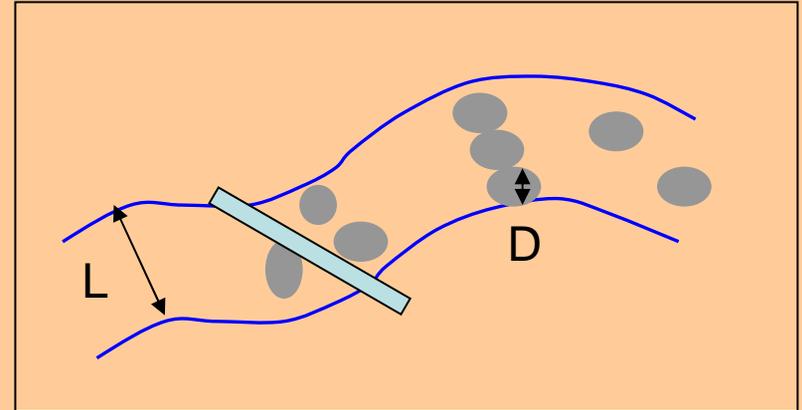
Caratteristiche idrauliche dei torrenti

- Durante eventi di piena infrequenti ($TR > 20-50$ anni), vi è una transizione di regime quando le “scabrezze” vengono sommerse
- Questo stadio prelude alla mobilitazione repentina dell'alveo



Caratteristiche idrauliche dei torrenti

- larghezza dell'alveo piccola rispetto a dimensione sedimento e materiale legnoso

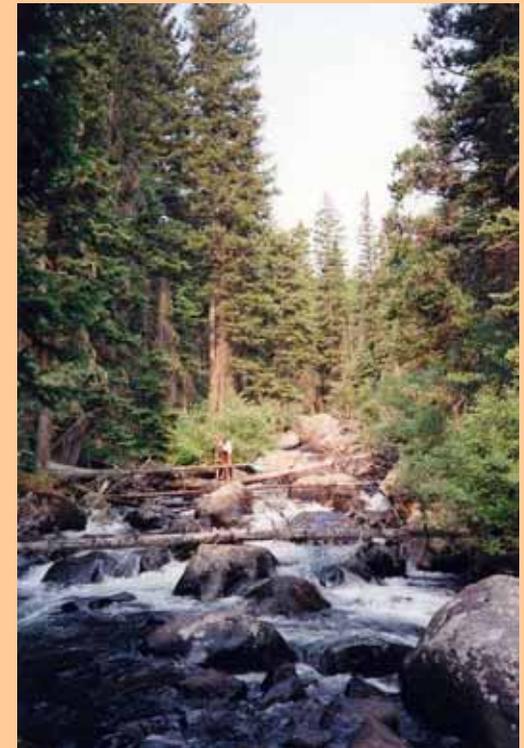


- presenza di elementi “immobili” disposti casualmente nell'alveo (massi, tronchi)

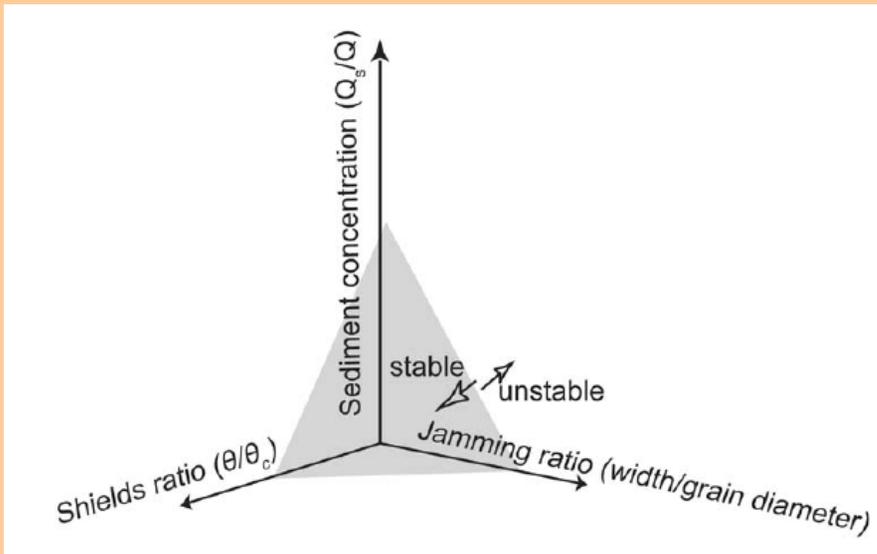
➔ Fenomeni di interazione fisica tra clasti dominano il trasporto di fondo



La stabilità dell'alveo dipende anche dalla sua larghezza



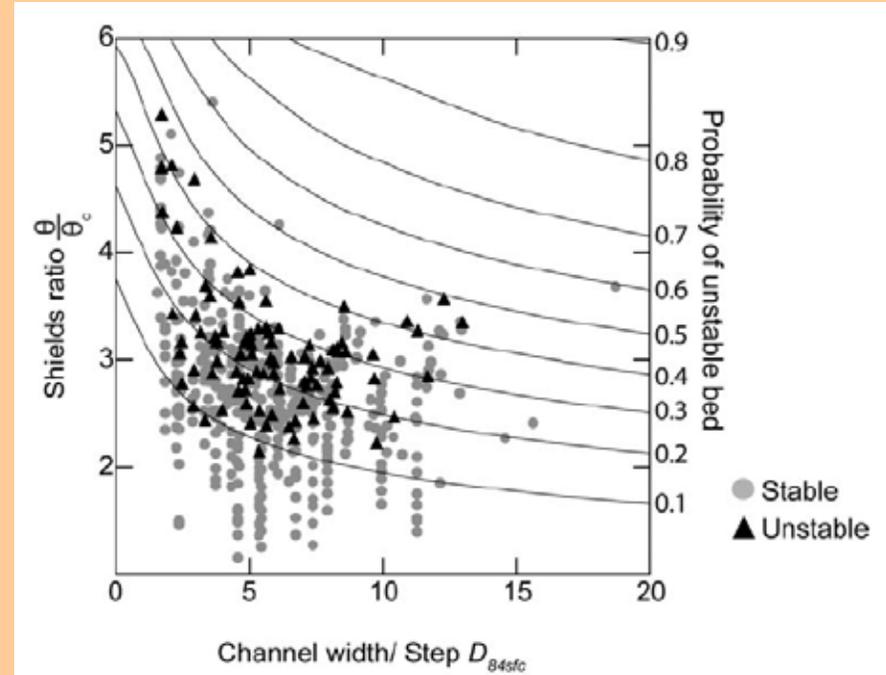
Caratteristiche idrauliche dei torrenti



Church e Zimmerman, 2007

- E' necessario adottare una visione probabilistica, che includa come fattore la larghezza relativa dell'alveo

- L'approccio "classico" deterministico basato solo sullo sforzo tangenziale non è adeguato



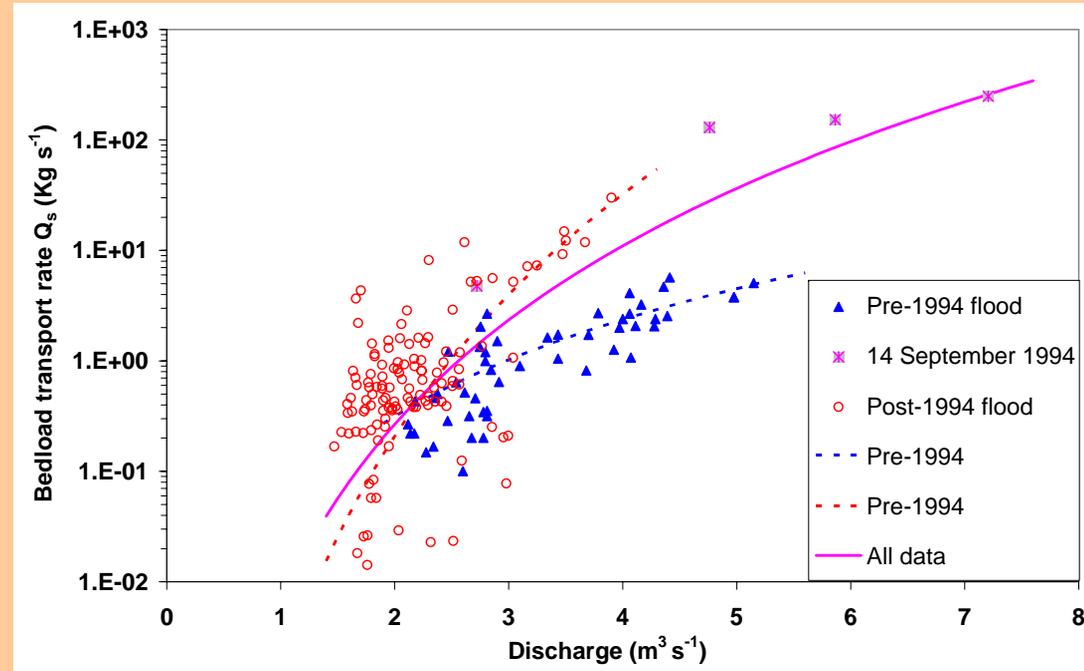
Zimmerman et al., 2009

Caratteristiche idrauliche dei torrenti

- I torrenti a pendenza maggiore (>1-3%) sono caratterizzati da un forte corazzamento, che limita la disponibilità di sedimento trasportabile dalla corrente



- La portata solida al fondo dipende dall'alimentazione solida disponibile, non solo dalla portata liquida



Lenzi et al., 2004



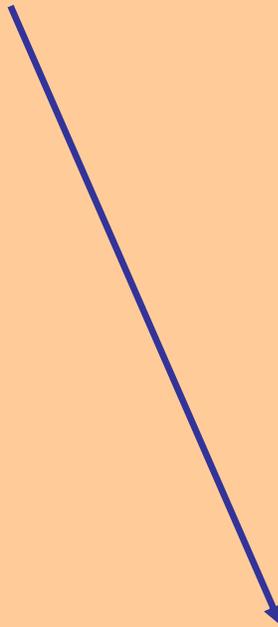
- La relazione $Q-Q_s$ non è costante !



- Stretto legame con la morfologia dell'alveo

Morfologia dei torrenti: scale spaziali

- tratto: $> 8-10 L$



- unità morfologica : $\sim L$



Morfologia a scala di unità

- I torrenti presentano un insieme di unità più vasto rispetto ai fiumi di pianura

- Unità presenti nei corsi d'acqua di pianura

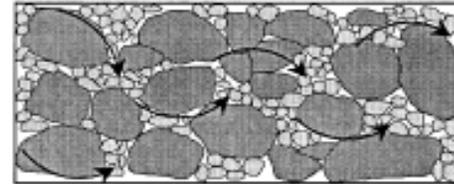
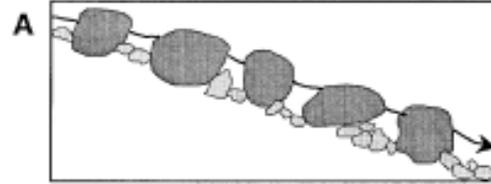
- canali
- barre
- pozze (*pools*)
- *riffles* (raschi)
- meandri
- dune, *ripples*

- In aggiunta, i torrenti montani sono caratterizzati da:

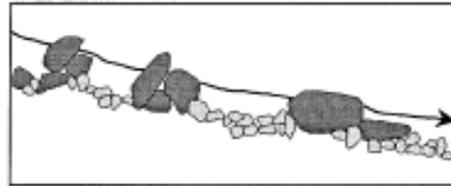
- *steps* (vario tipo)
- *rapids*
- *cascade*
- *glide*
- *runs*

Morfologia a scala di unità

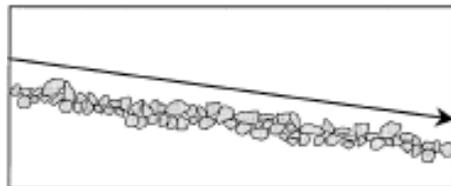
cascade



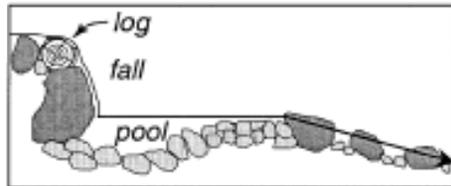
rapid



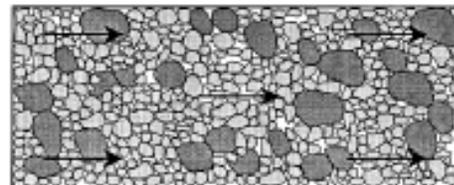
riffle



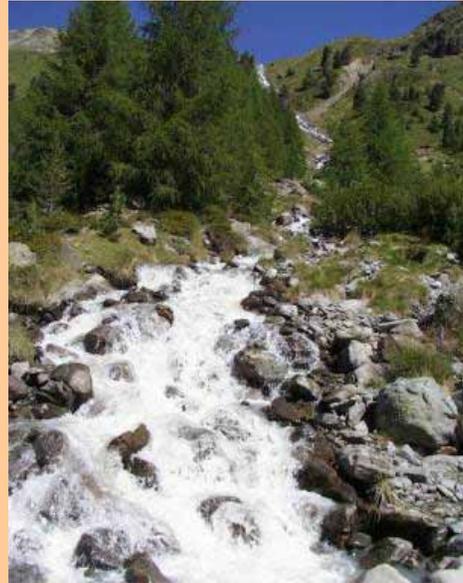
step



glide

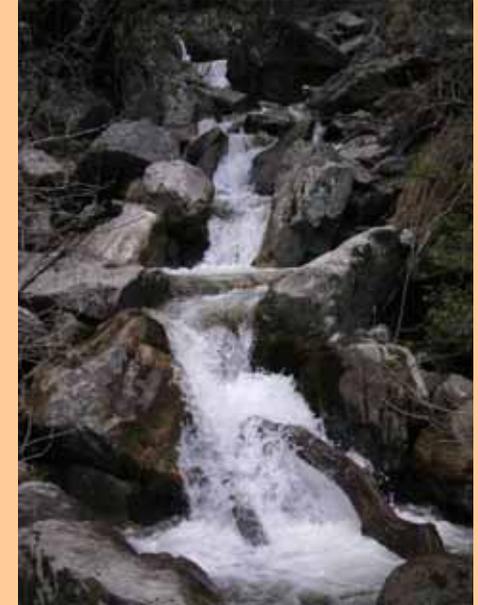
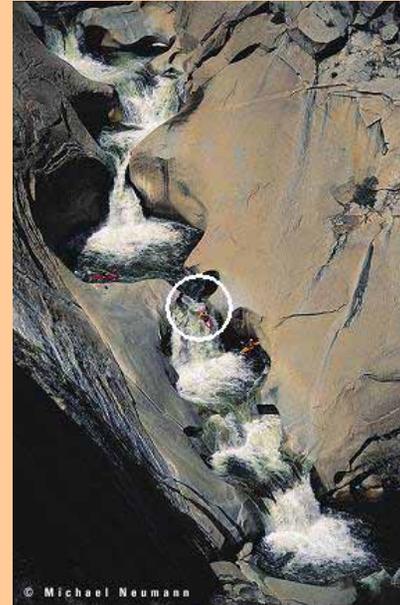


Morfologia a scala di unità



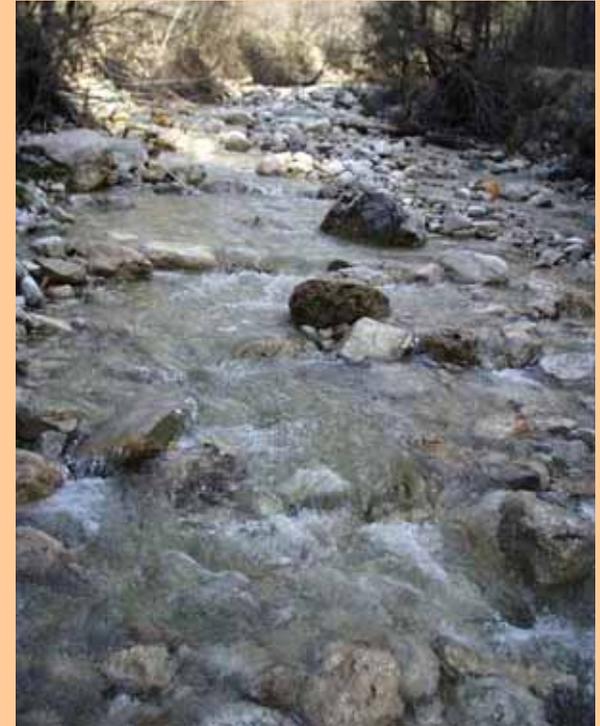
CASCADE

STEP,
POOL



Morfologia a scala di unità

RAPID



GLIDE,
RIFFLE

Morfologia a scala di tratto

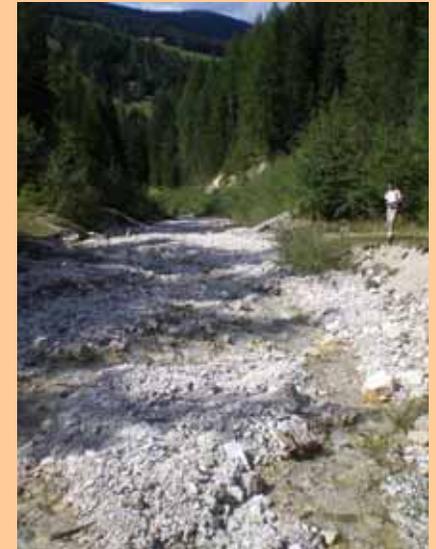
- Montgomery & Buffington (1997) hanno proposto una classificazione a scala di tratto basata sulle forme di fondo (unità), ma focalizzata sui processi che le generano
- Primo livello di classificazione:



In roccia



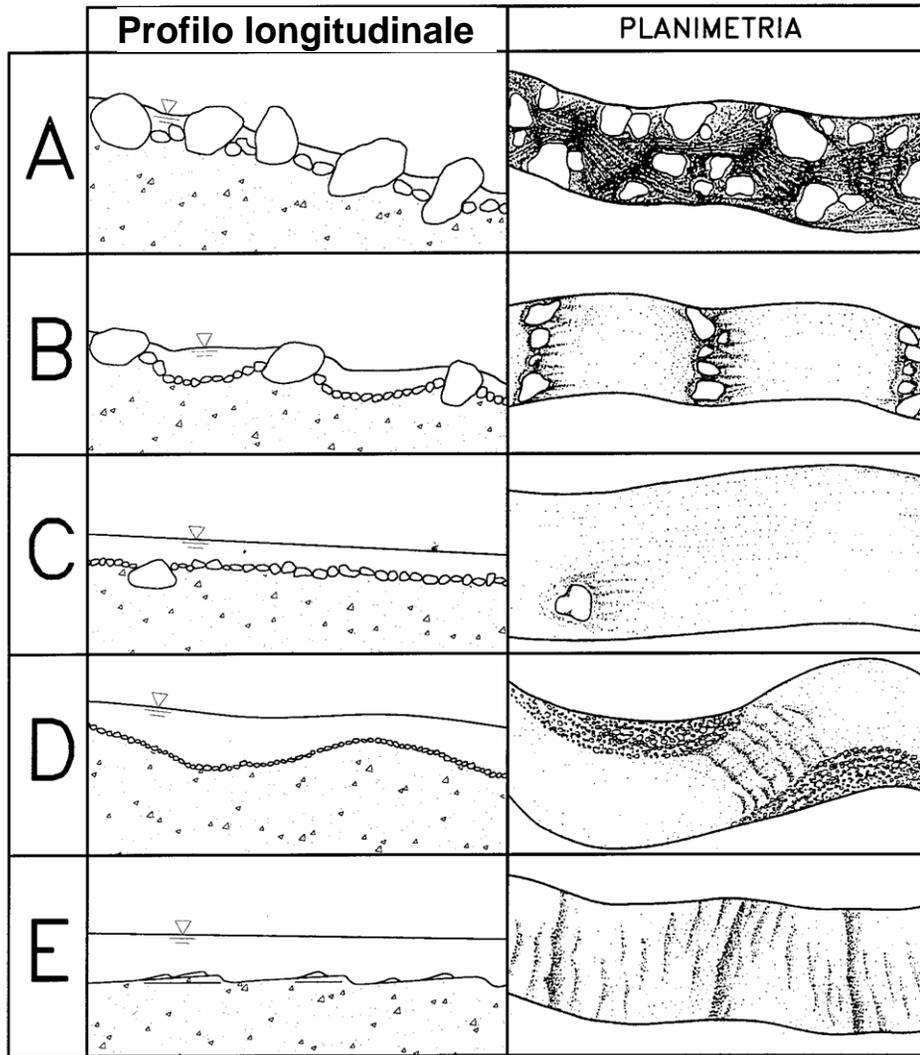
Colluviale



Alluviale

Morfologia a scala di tratto

- Secondo livello, per i tratti alluviali:



Cascade

Step pool

Plane-bed

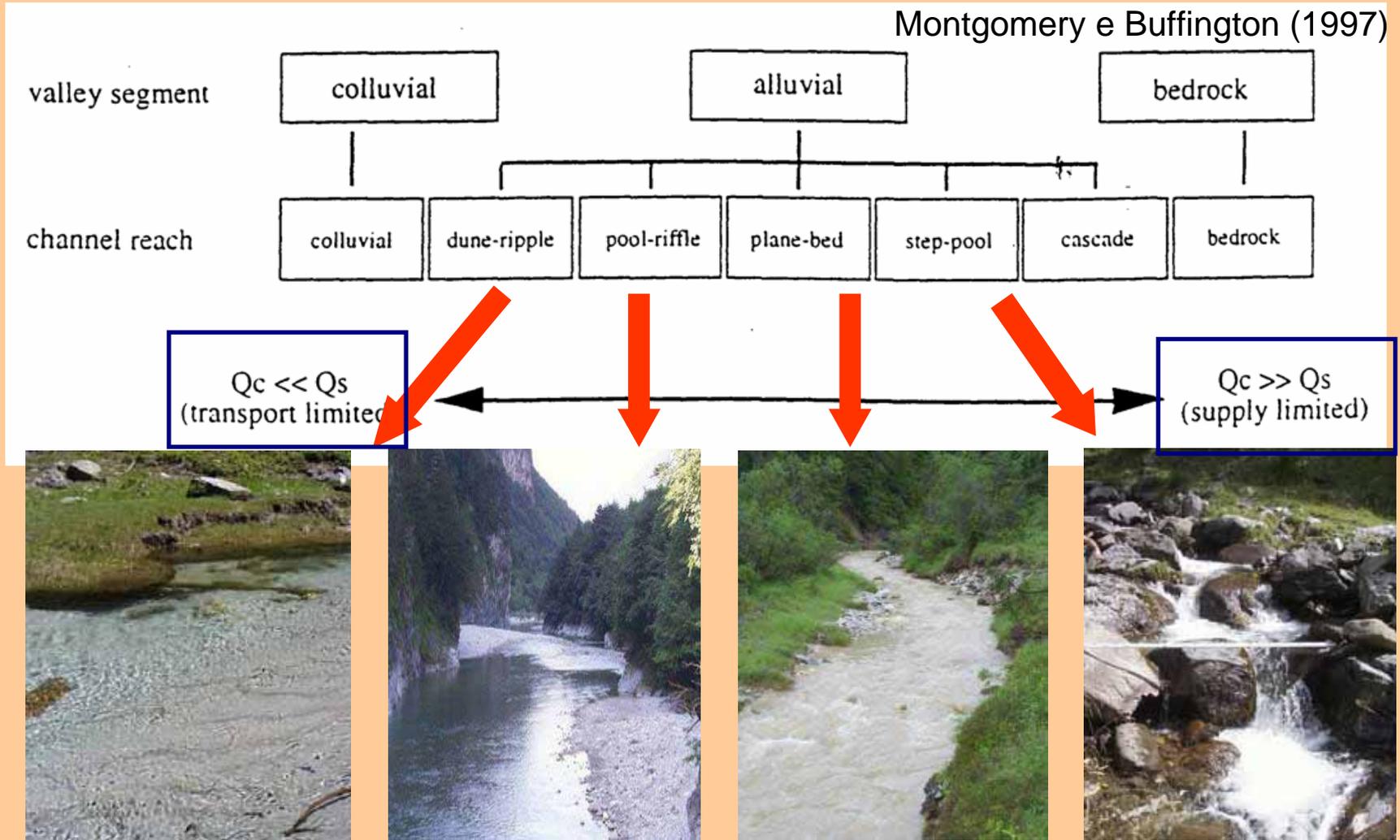
Pool-ripple

Dune-ripple

< Pendenza

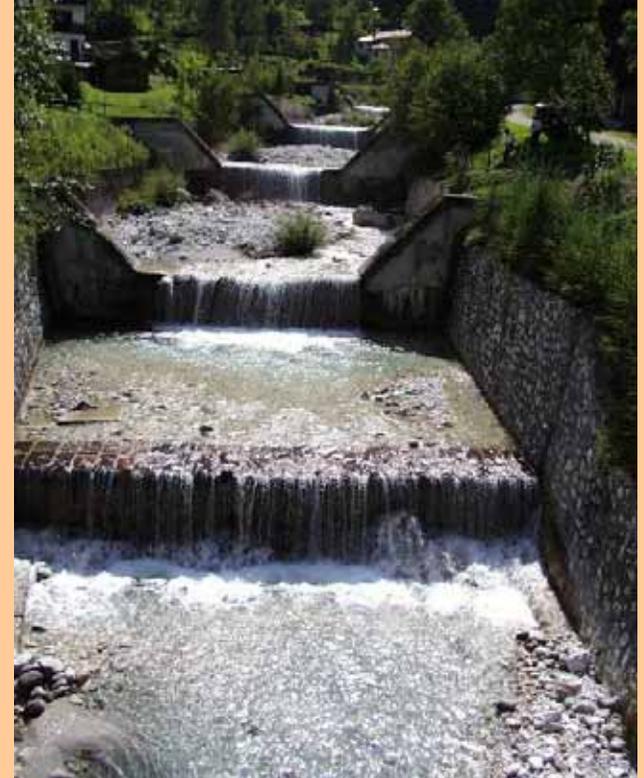
Morfologia a scala di tratto

- Il principio fondante la classificazione è la relazione tra capacità di trasporto Q_c e l'alimentazione solida Q_s :



Morfologia a scala di tratto

- Nel contesto italiano, la classificazione di M&B è stato successivamente modificata ed ampliata da Lenzi et al. (2000)
- In particolare, si è introdotta la categoria di tratto “sistemato”, dove non si riconosce nessuna morfologia naturale



Morfologia a scala di tratto

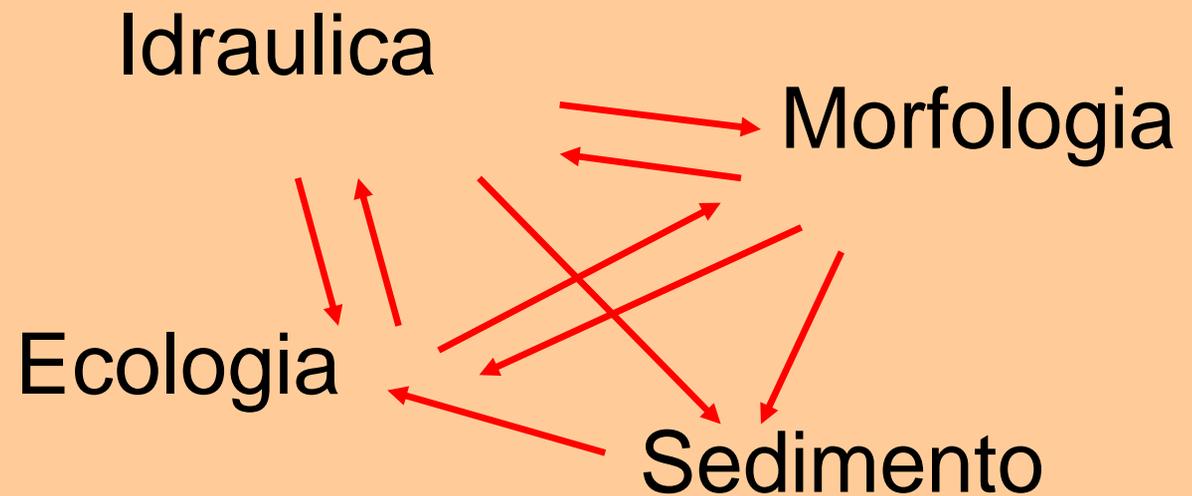
- Infine. M&B hanno introdotto il concetto di morfologie “imposte”
- Presenza di una tipologia al di fuori del suo intervallo “tipico” di pendenza media dell'alveo



- In natura, questo avviene frequentemente ad opera di ostacoli più o meno stabili derivanti da versanti e sponde: accumuli di frana, conoidi, morene, materiale legnoso

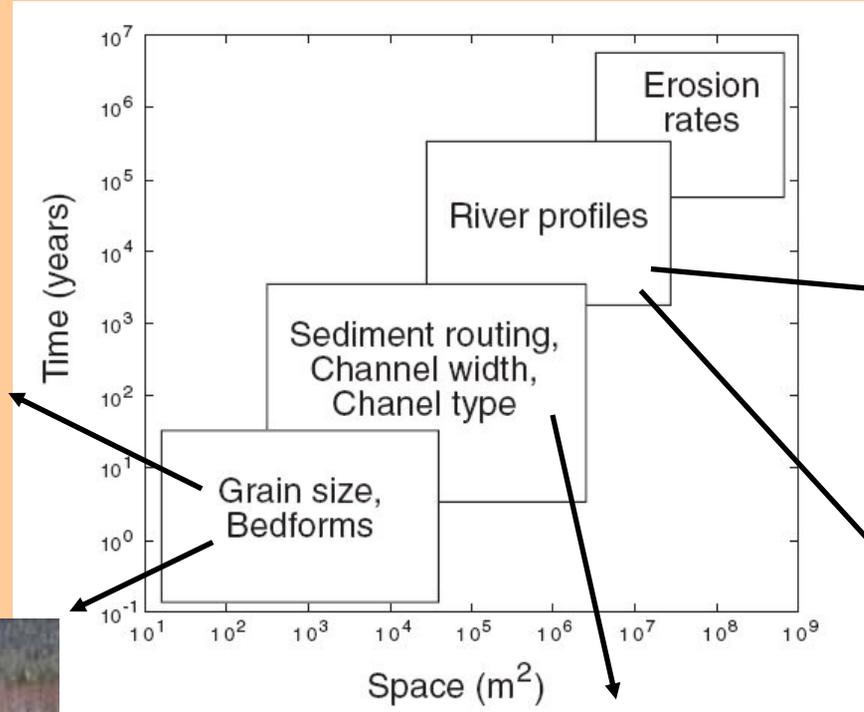
L'importanza del materiale legnoso

- Il materiale legnoso di grandi dimensioni (LW, *large wood*) svolge una funzione morfodinamica ed ecologica fondamentale nei torrenti montani



L'importanza del materiale legnoso

- Presenta vari effetti morfologici, su ampie scale spaziali e temporali



L'importanza del materiale legnoso

- La maggior parte del LW nei torrenti montani viene reclutata dai versanti (frane, colate) o tramite mortalità episodica (schianti vento e neve)



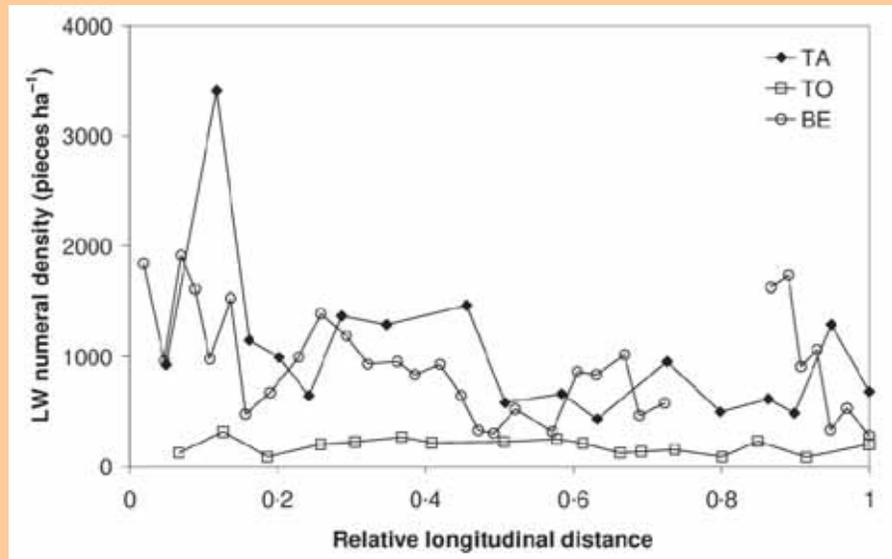
- Durante eventi di piena ordinari, soltanto pochi tronchi vengono mobilizzati (<5-10%) e per brevi distanze

- Soltanto con eventi “eccezionali” (TR > 20-50 anni) si osserva un trasporto notevole di LW, con moto congestionato



L'importanza del materiale legnoso

- La distribuzione del LW lungo il reticolo idrografico montano è altamente irregolare, anche in bacini naturali



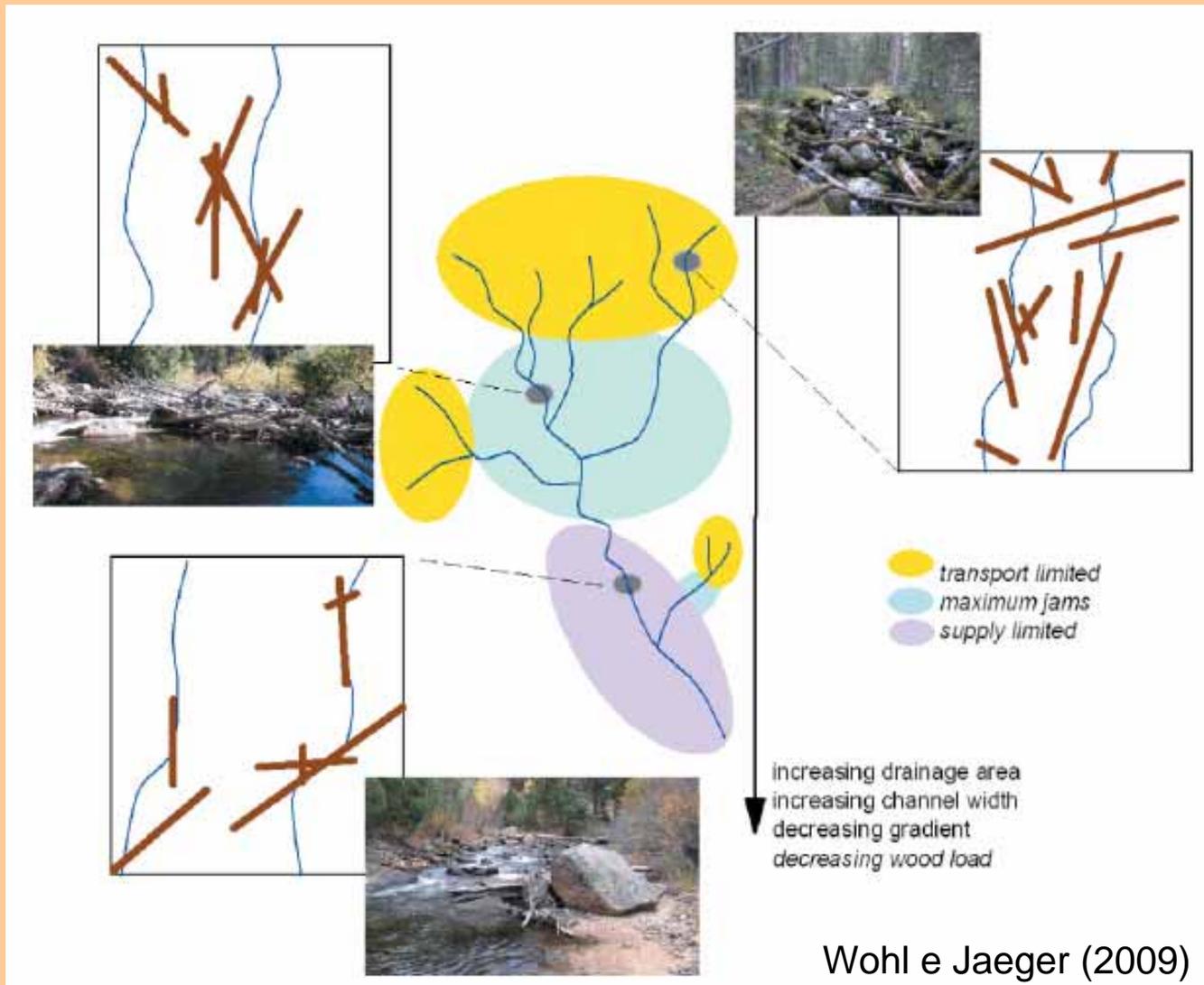
- Il rapporto larghezza alveo/ lunghezza tronco governa mobilità e quantità di LW

- Rilevanza dei siti di alimentazione



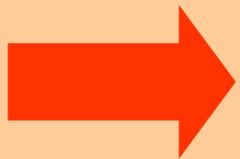
L'importanza del materiale legnoso

- Modello concettuale proposto recentemente per il Colorado:



Pressioni antropiche: quale naturalità ?

- In Europa non esiste ormai nessun bacino montano che possa essere di riferimento per le condizioni “naturali”
- I bacini montani delle regioni temperate erano caratterizzati fino al XV – XVI secolo da:
 - Copertura forestale quasi totale (sotto il limite del bosco)
 - Piante di grandi dimensioni (diametri > 1m, altezze > 40 m)
 - Alvei e versanti non sistemati



I torrenti si presentavano con abbondante materiale legnoso in alveo (anche stabile) ed elevata complessità morfologica

Pressioni antropiche: quale naturalità ?

Successivamente:

- Rimozione ostacoli (accumuli legno, massi) e rilascio di “ondate” per fluitare legname
- Disboscamento versanti e piana inondabile



- Costruzione prime briglie (serre) di trattenuta e di consolidante (legname e massi)
- Stabilizzazione frane



Pressioni antropiche: quale naturalità ?

Attualmente:

- Sezioni geometriche ed opere trasversali alterano profondamente la morfologia naturale.



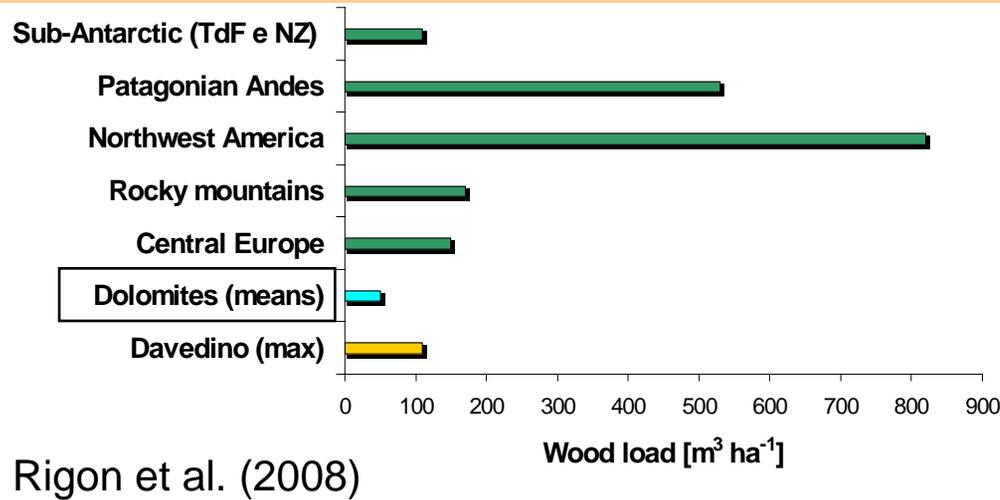
- Piane inondabili e conoidi sono occupate da zone residenziali ed infrastrutture viarie (rischio !!)

- Briglie di trattenuta e serbatoi idroelettrici interrompono ed alterano il flusso di acqua, sedimento e legno



Pressioni antropiche: quale naturalità ?

- La rimozione periodica ed il taglio della vegetazione riparia riducono il LW presente in alveo

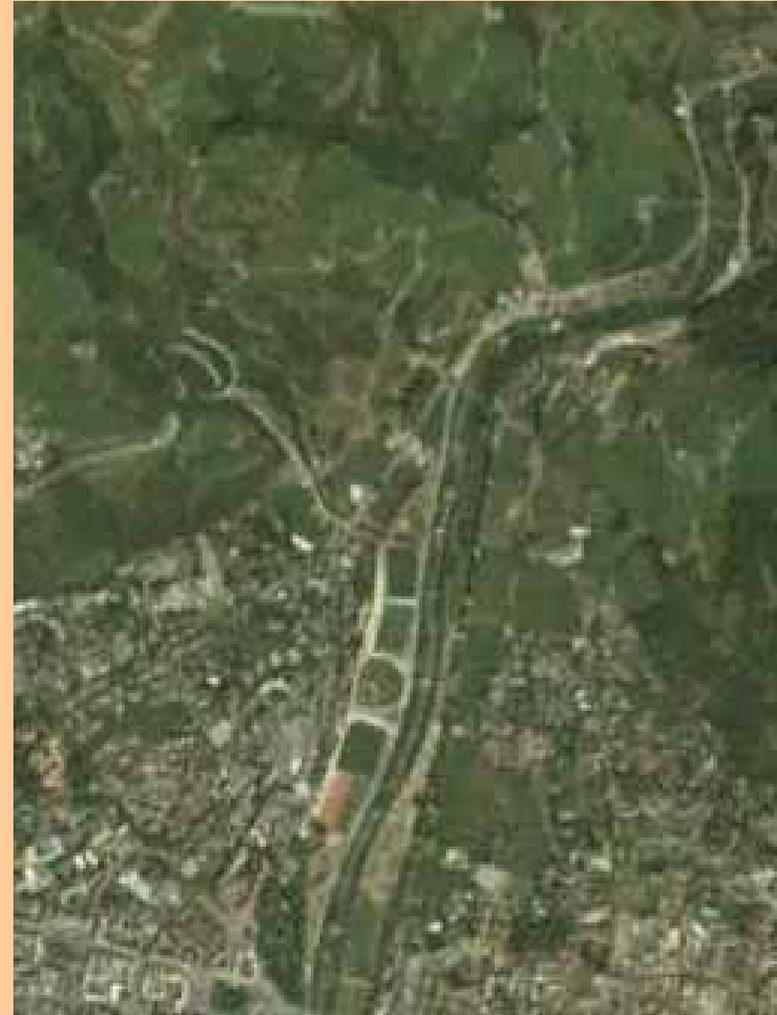


- La sistemazione e la disconnessione dei versanti riduce l'input di sedimento e legno

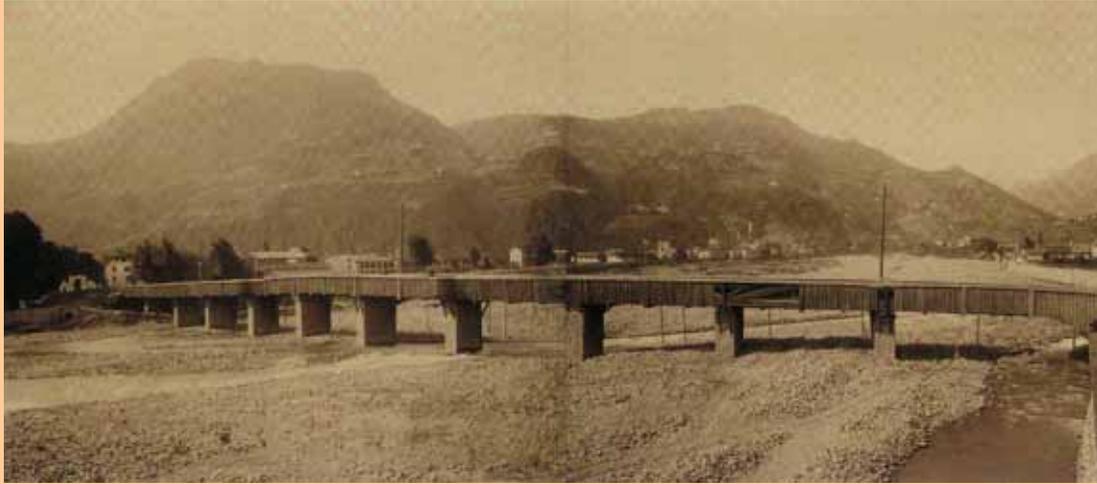
Pressioni antropiche: quale naturalità ?

- Interventi a scala di bacino e di tratto hanno comportato variazioni significative

Il T. Talvera a Bolzano



Pressioni antropiche: quale naturalità ?



(Foto archivio Rip. Opere Idrauliche Prov. Aut. BZ)

Il T. Talvera a Bolzano



Conclusioni

- Molti torrenti italiani evidenziano profonde alterazioni del loro stato morfologico. L'artificializzazione e semplificazione morfologica rappresenta spesso il principale motivo di riduzione del loro stato ecologico
- “Riqualicare” i torrenti nell'ottica WFD significa ripristinare almeno in parte e dove possibile i processi di trasferimento laterale (tra versanti e reticolo) e longitudinale (lungo l'alveo) di sedimento e legno
- Questo dovrà essere perseguito valutando al contempo il rischio idraulico associato al ripristino di tali flussi
- Tale valutazione dovrà essere condotta in armonia con l'implementazione della Direttiva Quadro EU “Flood”
- Fondamentale sarà ridurre la vulnerabilità del territorio