

## Trasporto solido fluviale

### Tipi di moto dei fluidi

(a) Laminar flow

(b) Turbulent flow

- Il regime è funzione della viscosità del fluido
- Si ha il passaggio da un regime all'altro in seguito a variazioni di velocità o di profondità
- In genere un corso d'acqua ha regime turbolento

### Il carico solido

Flow surface

Finest clay particles dispersed throughout flow

FLOW

Finer particles temporarily suspended in flow.

Suspended load

BED

Coarsest particles rolled and slid on bottom as bed load

- Si divide in carico sospeso e carico di fondo
- E' funzione della granulometria, della velocità e della pendenza del letto

Corso di formazione in “Analisi e gestione della fascia costiera della Regione Marche”

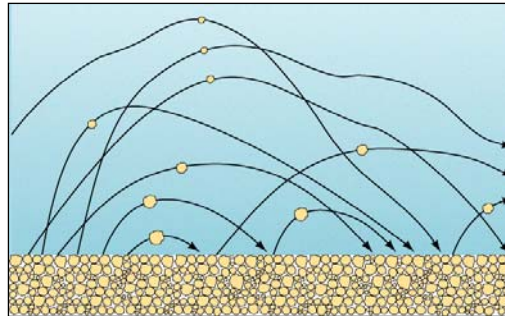
## Lo sforzo di taglio sul fondo

$$\tau = \gamma R S$$

Dove:  $\gamma$  è la densità dell'acqua

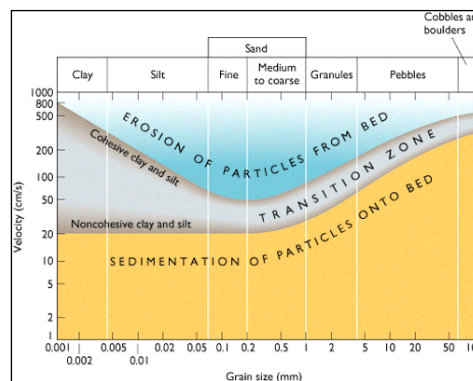
$R$  è il raggio idraulico (il rapporto tra area bagnata della sezione e perimetro bagnato)

$S$  è la pendenza



## Diagramma di Hjulstrom

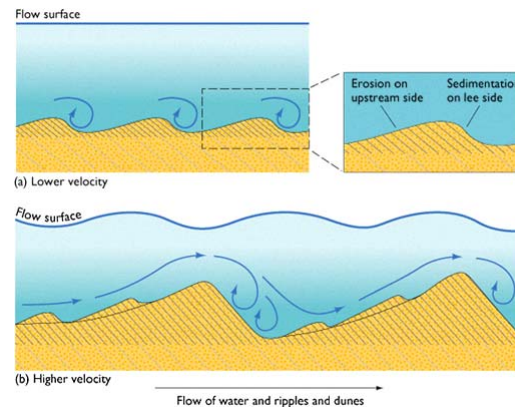
- Soglia di erosione su 10 m di profondità per argilla e silt coesivi
- Soglia di deposizione su 0.10 m di profondità per argilla e silt non coesivi
- Relazione di Lane  $Q_s \approx QS/d_{50}$



**Corso di formazione in “Analisi e gestione della fascia costiera della Regione Marche”**

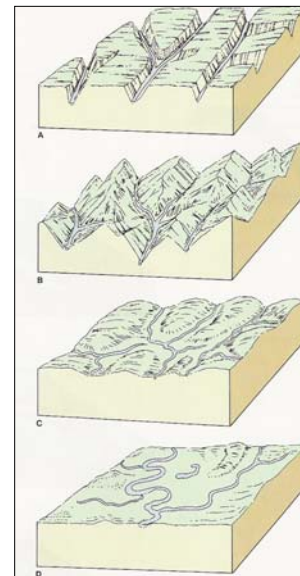
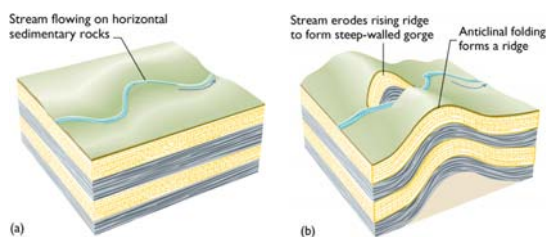
## Forme di fondo

- Ripples e dune a seconda della scala
- Migrazione sottocorrente
- Stratificazione incrociata a 30-45°
- La forma e la velocità di migrazione delle forme di fondo variano a secondo della velocità della corrente



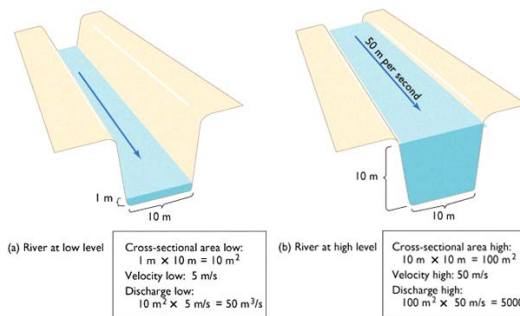
## Evoluzione del paesaggio

- Dipende dall'angolo dei versanti
- Dipende quindi dal tipo di materiali e dall'erodibilità dei suoli
- Dipende dalle caratteristiche dei suoli (granulometria, mineralogia, presenza di vegetazione, tasso di precipitazione)



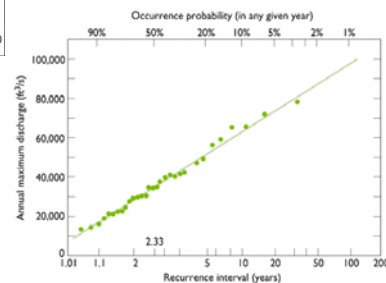
**Corso di formazione in “Analisi e gestione della fascia costiera della Regione Marche”**

## Portata di magra e portata di piena



**Portata = area  
della sezione  
trasversale x la  
velocità**

Quindi se conosciamo il livello  
su una sezione calibrata  
possiamo sapere la portata  
(stazioni idrometriche)



## Correntometri

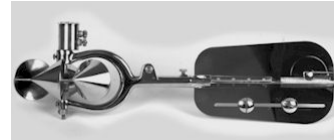
- Forniscono la velocità dei filetti d'acqua, dalla quale si può ottenere in maniera molto semplice, dopo avere effettuato misure lungo tutta la sezione bagnata, il valore della portata liquida.
- Esistono correntometri manuali, per le misure in piccoli corsi d'acqua, per lo più torrenti di montagna, e correntometri per la misura da ponte, teleferica o barca, per corsi d'acqua di maggiore portata.



**Corso di formazione in “Analisi e gestione della fascia costiera della Regione Marche”**

## Modello Rickley 6200, USGS specifiche

- Esso viene calato in acqua dall'alto, grazie all'utilizzo di un carrello mobile apposito, dotato di braccio e argano. Il raggio d'azione del correntometro varia da 0.03 a 7.6 m/s.
- Al correntometro vengono collegati appositi pesi, dalla forma molto affusolata, per minimizzare la resistenza al flusso dell'acqua. Essendo solitamente più lunghi del correntometro, lo proteggono da eventuali urti con le pile dei ponti e/o detriti trasportati dal corso d'acqua.



## Campionatori del carico sedimentario

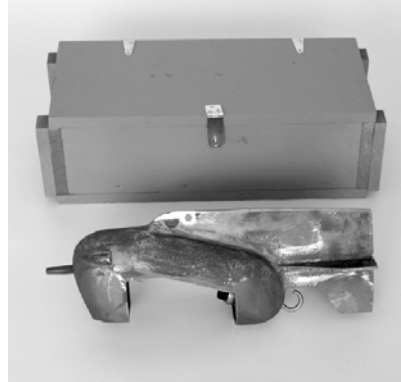
- La misura e la stima del trasporto solido di un corso d'acqua è cosa ben più complessa che la valutazione delle portate liquide. La distribuzione dei sedimenti in un corso d'acqua naturale varia dal pelo libero al letto e, in una sezione trasversale, da una sponda all'altra.
- Generalmente, si passa da un minimo in superficie, ad un massimo in prossimità del letto. Questa stima viene effettuata attraverso l'utilizzo di appositi campionatori di sedimento.
- Questi si suddividono in campionatori per il sedimento trasportato al fondo (Bedload Samplers) ed in campionatori per il trasporto in sospensione (Depth Integrating Samplers)



**Corso di formazione in “Analisi e gestione della fascia costiera della Regione Marche”**

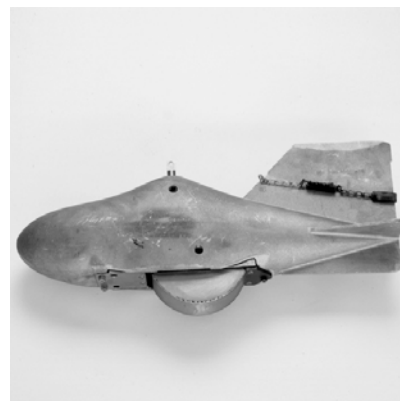
- Questo è un campionatore di medio peso, per i sedimenti trasportati in sospensione.
- Pesa 11 kg ed è lungo circa 43 cm.
- Durante le operazioni di campionamento, lo strumento viene immerso in acqua in posizione orizzontale, con il beccuccio, che cattura il sedimento, orientato contro corrente.
- Dal pelo libero si abbassa con velocità uniforme verso il fondo, dal quale, una volta raggiunto, si solleva per riportarlo in superficie. Non è importante che la velocità di risalita sia uguale a quella di discesa, ma è molto importante che, per ciascun tratto, la velocità rimanga il più possibile costante.
- Il campionatore continua a catturare sedimento anche durante la fase ascendente. Mentre il sedimento viene catturato, l'aria compressa all'interno del contenitore esercita una pressione tale da bilanciare la pressione idrostatica, in maniera tale che la velocità di afflusso sia paragonabile alla velocità della corrente del corso d'acqua.

## Modello US DH-76



## Modello US BMH-60

- Questo è un campionatore di 13.6 kg, utilizzato per catturare i sedimenti dal fondo di fiumi, laghi e bacini artificiali.
- Il corpo dello strumento è di alluminio, è equipaggiato con pinne e coda ed è approssimativamente lungo 56 cm. Una volta calato sul fondo, una sorta di cucchiaio, che si trova nella pancia dello strumento, chiudendosi di scatto, intrappola una porzione di sedimento del letto fluviale.
- Una particolare guarnizione impedisce la perdita e la contaminazione del sedimento catturato, durante al fase di recupero.
- Il peso modesto costituisce una limitazione nell'uso dello strumento, adatto a corsi d'acqua tranquilli, con sedimenti moderatamente compattati.





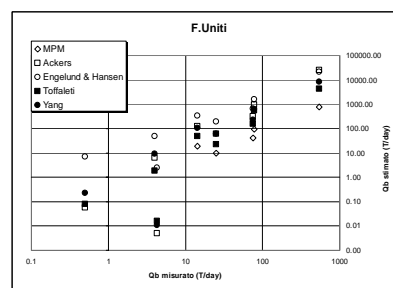
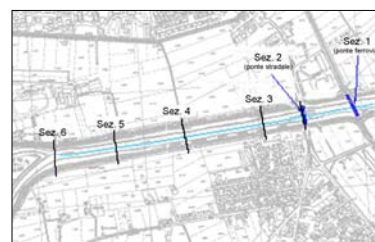
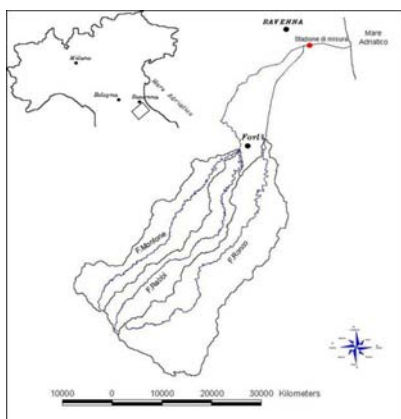
Corso di formazione in “Analisi e gestione della fascia costiera della Regione Marche”

## Modello Helley-Smith

- Questo campionario, del peso di 29.5 kg, viene utilizzato per la cattura del carico di fondo di un corso d'acqua.
- E' dotato di una coda a pinna di pesce, che gli permette di stabilizzarsi lungo la direzione del flusso e di un collare scorrevole che permette allo strumento di bilanciarsi in funzione delle condizioni della corrente.
- E' un ottimo strumento perché permette di catturare non solo il sedimento che rotola lungo il letto, ma anche quelle particelle che vengono trasportate per saltazione, e che quindi per alcuni tratti, non troppo lunghi, perdono il contatto con il fondo.



## Misure sui Fiumi Uniti (RA)



Rapporto tra trasporto al fondo misurato e stimato con varie formule di letteratura presenti in HEC-RAS