

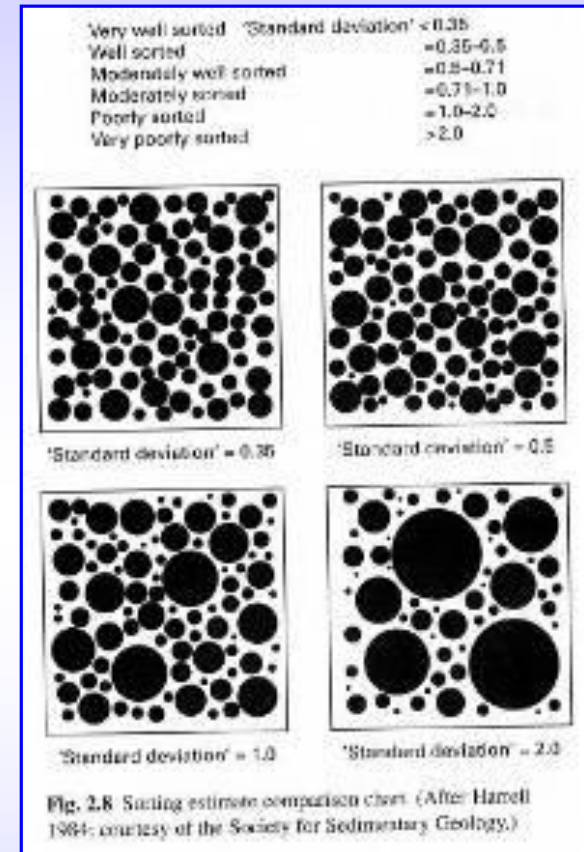
## Passiamo alle rocce clastiche NON sciolte



Si studiano in affioramento...(stratificazione, strutture sedimentarie..)

# Ma anche in laboratorio: le arenarie:

- Si studiano in sezione sottile, al microscopio ottico
- Si descrive la granulometria (dati concettualmente diversi da quelli dei sedimenti sciolti): granuli, matrice (granuletti + piccoli) + cemento calcareo (cristalli). Si stimano le quantità di granuli e matrice
- Si identifica **la mineralogia dei soli granuli**. I minerali più frequenti sono quarzo e feldspati. Molto frequenti anche i frammenti di roccia (calcari, dolomie)



# Classificazione delle arenarie

- In una sezione sottile di arenaria si possono distinguere: granuli, matrice e cemento
- I granuli sono «grandi» (dimensioni delle sabbie), la matrice è fatta da granuli più piccoli (silt), il cemento è composto da cristalli di precipitazione chimica
- E' possibile riconoscere i minerali dei granuli, non quelli della matrice
- **La classificazione delle arenarie è basata sui rapporti quantitativi tra granuli e matrice e sulla mineralogia dei granuli**
- Classificare le argille significa valutarne la maturità e, in ultima analisi, ottenere informazione sull'ambiente di formazione e sui processi geologici

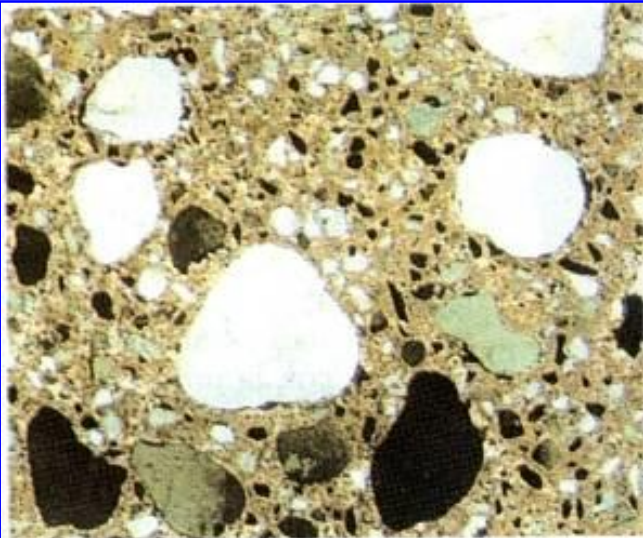
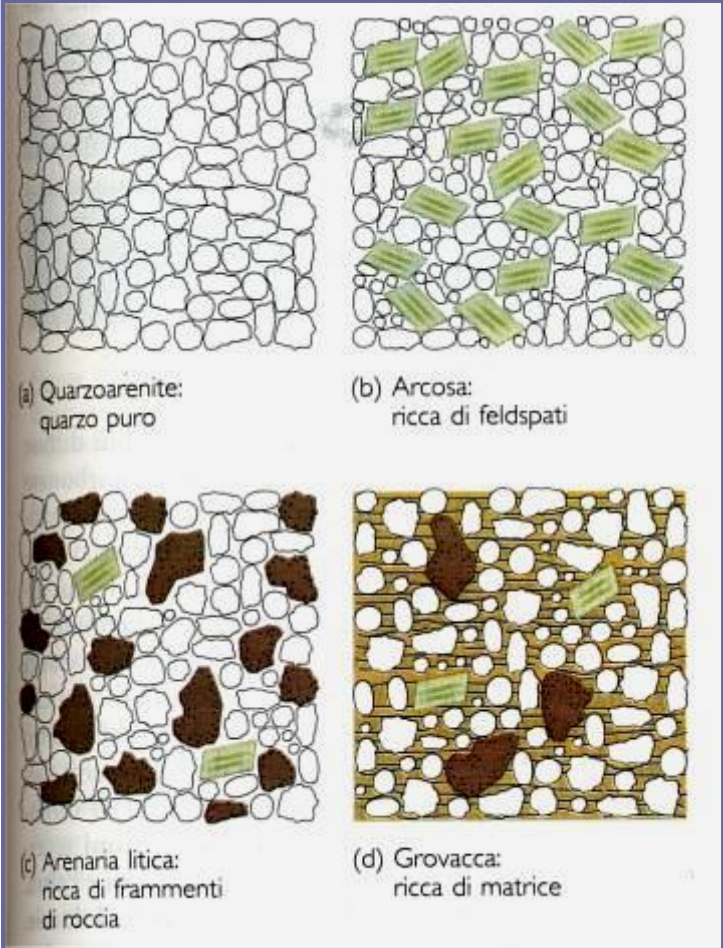
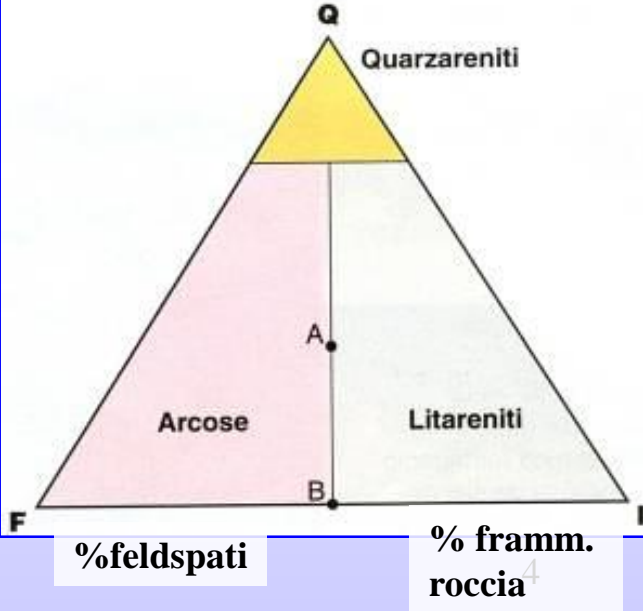


Figura 6.11. Sezione di arenaria al microscopio. Sono visibili i granuli dell'originaria sabbia e il cemento carbonatico che li unisce.

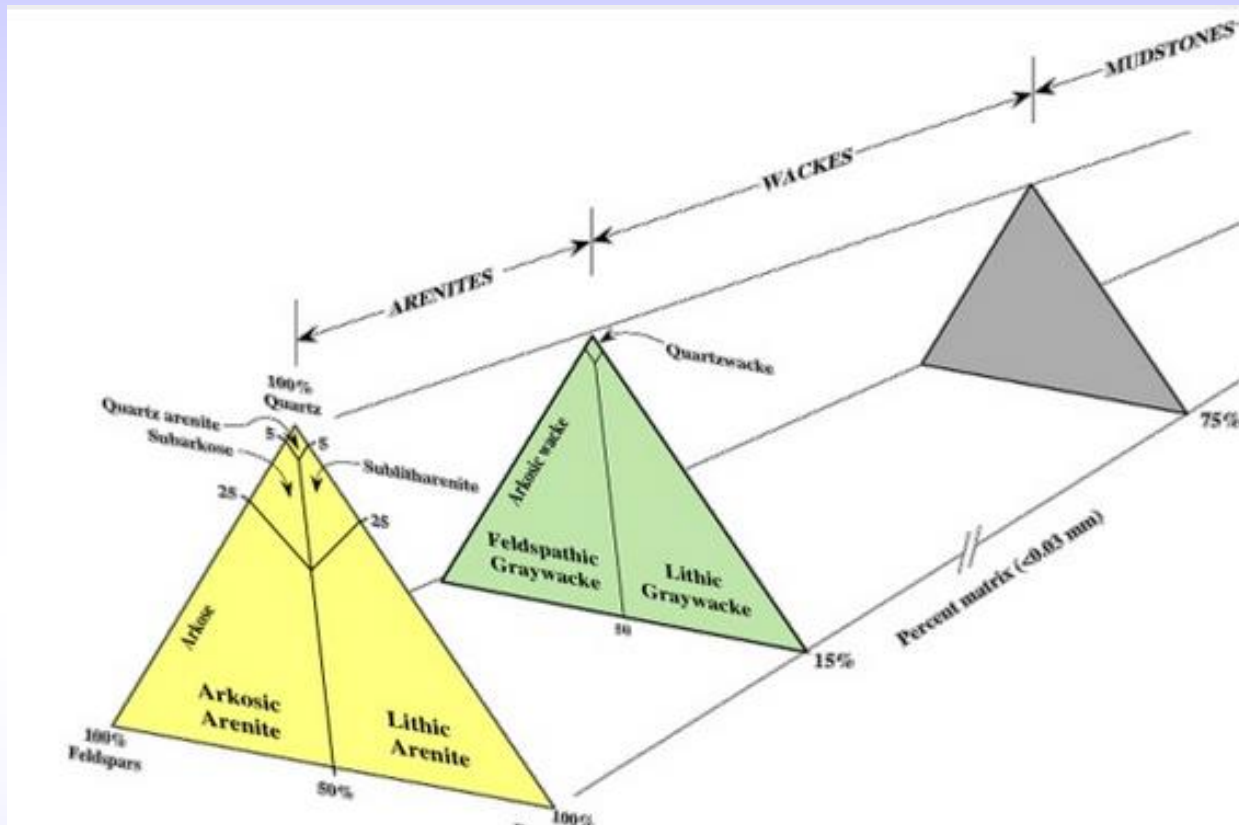
% quarzo



- **granuli** ( $2 \text{ mm} < \varnothing < 0.063 \text{ mm}$ ),
- **matrice** (granuli più piccoli),
- **cemento** (precipitazione chimica durante la diagenesi)

Se i frammenti di roccia sono «calcare» → calcareniti

# «Toblerone Plot»



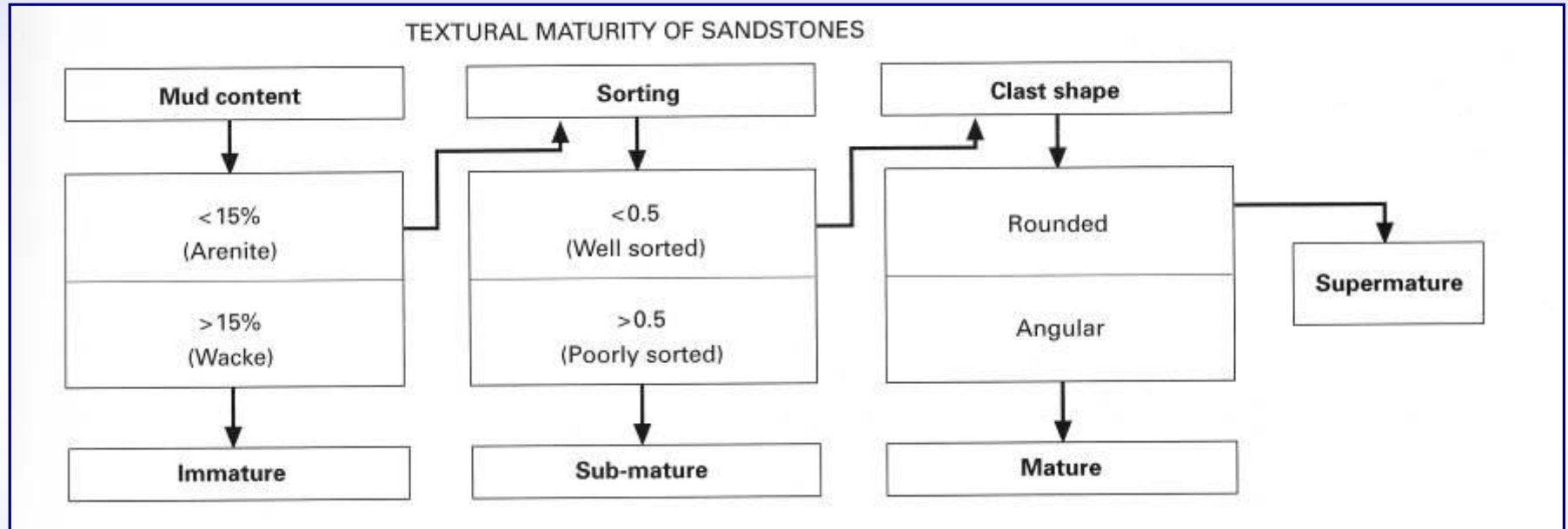
Solo granuli, matrice  $< 15$  %: arenarie (o areniti) vere e proprie  
Matrice tra 15 e 75: ancora arenarie o meglio grovacche (greywackes)  
Se prevale la matrice (Granuli  $< 25$  %): mudrock

# Maturità delle arenarie

Rapporti granuli/  
matrice

Classazione  
dei granuli

Arrotondamento  
clasti



Mud content: contenuto in matrice

NB più un'arenaria è matura più è porosa  
(geologia del petrolio)

# Composizione e provenienza

- Se prevalgono i **frammenti di roccia** (selce, siltiti, argilliti, ardesie, scisti, rioliti, andesiti): provenienza supracrostale, per alterazione di lave, r. metamorfiche di basso grado, sedimentarie. Archi vulcanici
- se prevalgono i **feldspati**: provenienza da rocce profonde, plutoniche, in aree a forte sollevamento
- se prevale il **quarzo**: Arenaria matura: da rocce molto antiche, molto alterate o con una lunga storia geologica. Aree di provenienza: aree continentali, catene montuose spianate, molto antiche.
- Arenarie supermature. Solo quarzo, granuli ben classati e ben arrotondati. Due cicli sedimentari ?

# Stratificazione

R. carbonatiche, Prealpi  
carniche, Frisanco (FVG)



r. clastica (arenarie +  
marne), Valle del Savio,  
Appennino romagnolo







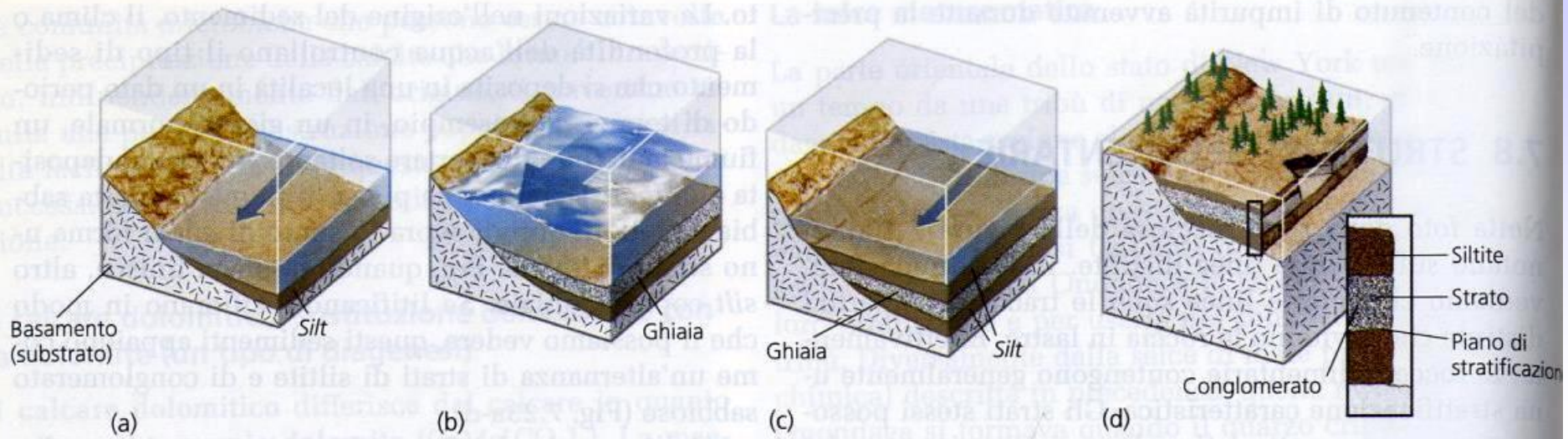
# Calcari Carso monfalconese

\

# Strato

- *Struttura primaria fondamentale delle rocce sedimentarie,*
- grande estensione areale, spessore (potenza) variabile, ma sempre molto ridotto rispetto all'estensione
- parallelo ad altri strati e parallelo alla superficie di deposizione (
- separato dagli altri strati da superfici fisiche (giunti di strato)
- E' IL PRODOTTO DI UN PROCESSO DI SEDIMENTAZIONE RITENUTO COSTANTE NEL TEMPO (???) in qualche testo potreste trovare: il risultato di un unico episodio sedimentario

# Chiaro se gli strati contigui sono diversi. Esempio:



**Figura 7.23** La stratificazione risulta da cambiamenti dell'ambiente deposizionale. (a) Durante il flusso normale (portata media) del fiume, si deposita uno strato di *silt*.

(b) Durante una piena, l'acqua turbolenta trasporta uno strato di sabbia grossolana e ghiaia. (c) Quando il fiume torna alla normalità, si deposita un altro strato di *silt*.

(d) In seguito, dopo la litificazione, il sollevamento e l'esposizione, il geologo vede tutto ciò come strati successivi (sovrapposti) in un affioramento.

Ma se due strati contigui sono litologicamente uguali:

- Piccole differenze dimensionali, poco visibili
- differenze nel tasso di sedimentazione

Oppure ??

- effetto della diagenesi, della compattazione

# Dimensione (potenza) degli strati

- Megastrati:  $> 10$  m
- strati molto spessi: 1-10 metri
- strati spessi: 30 cm - 1 metro
- strati medi: 10 -30 cm
- strati sottili: 3 - 10 cm
- strati molto sottili:  $< 3$  cm



lamine

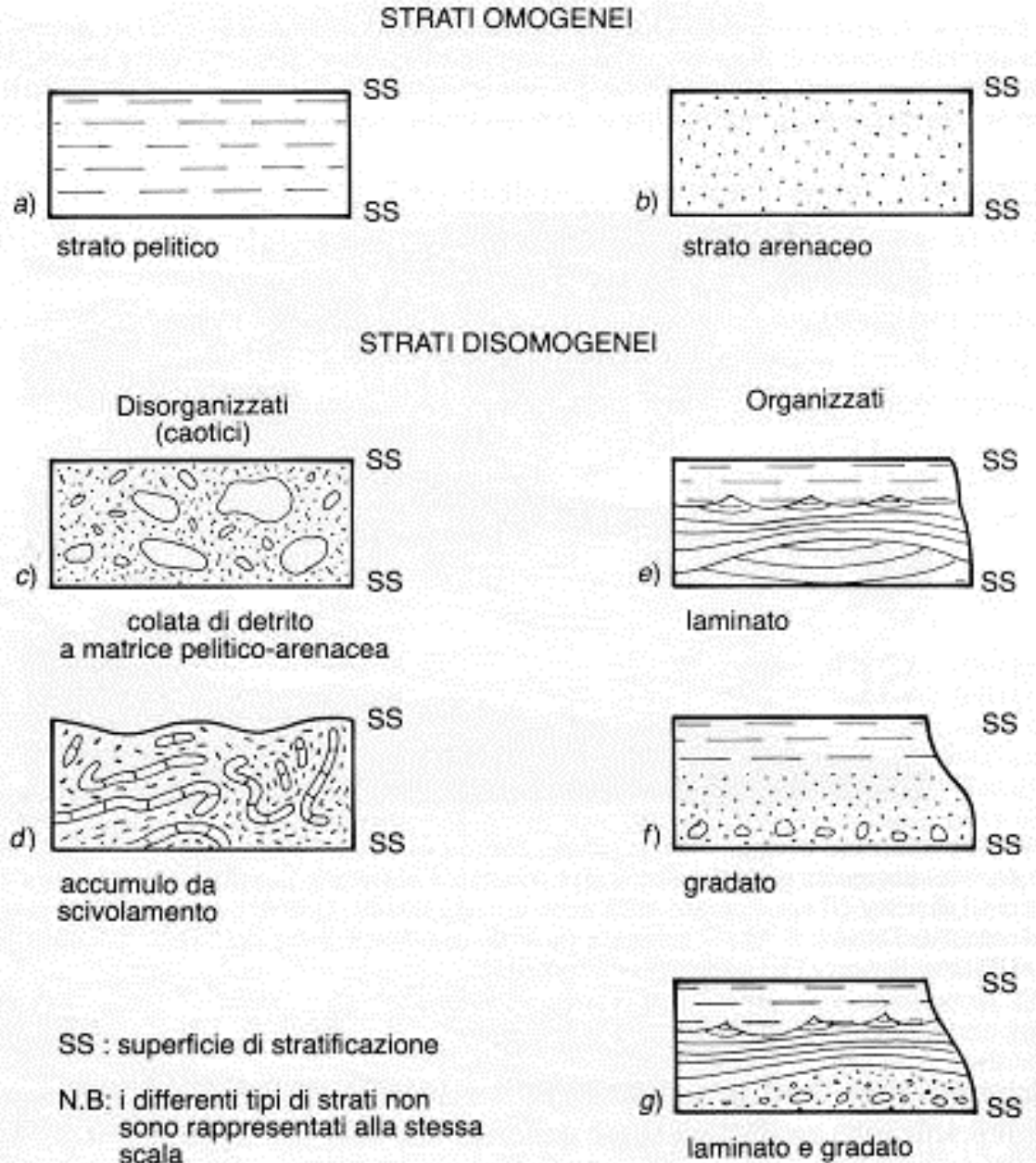
Tra uno strato e l'altro c'è uno spazio..tra una lamina e l'altra no..

Strati omogenei e non omogenei

# Tipi di strato

Frana o morena

Frana

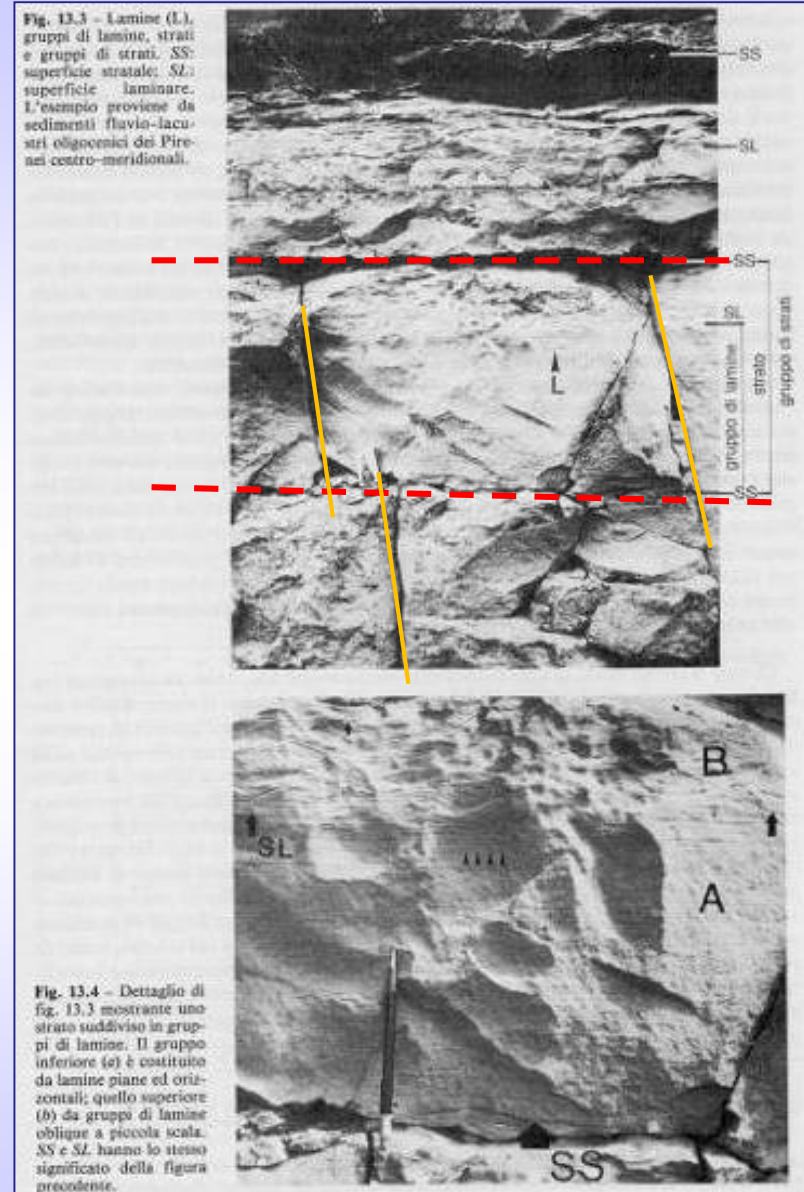


# Strati organizzati

## Strati e lamine



NB principalmente in rocce sedimentarie clastiche a grana medio fine e in alcune Rocce carbonatiche



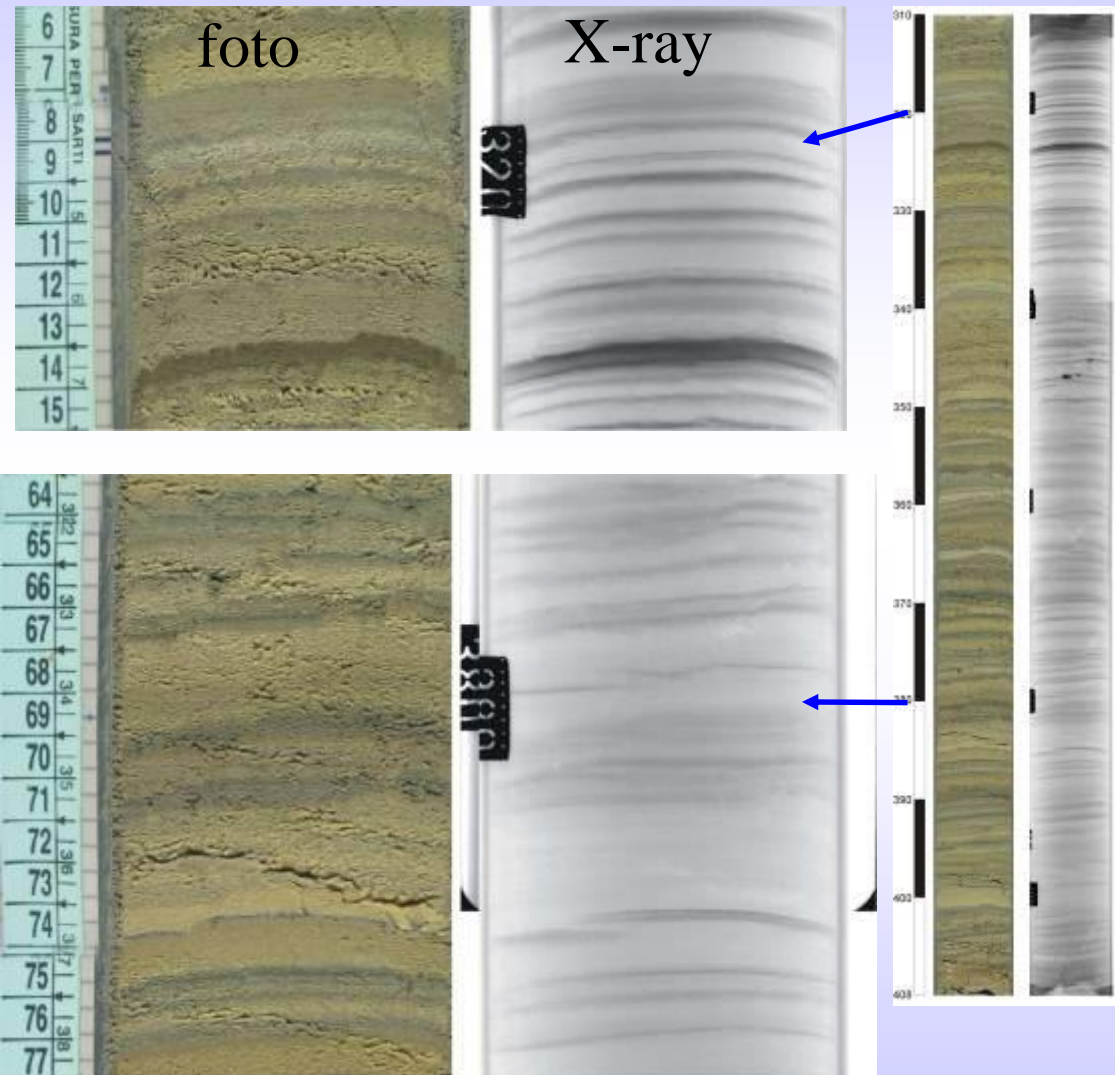
# Esempio di deposito *attuale* laminato

Antartide: campione del  
fondale attuale nei pressi  
di Cape Hallett

Lamina scure: +  
detritiche (Qz, minerali)  
Lamine chiare: diatomee  
(alghe a guscio siliceo)

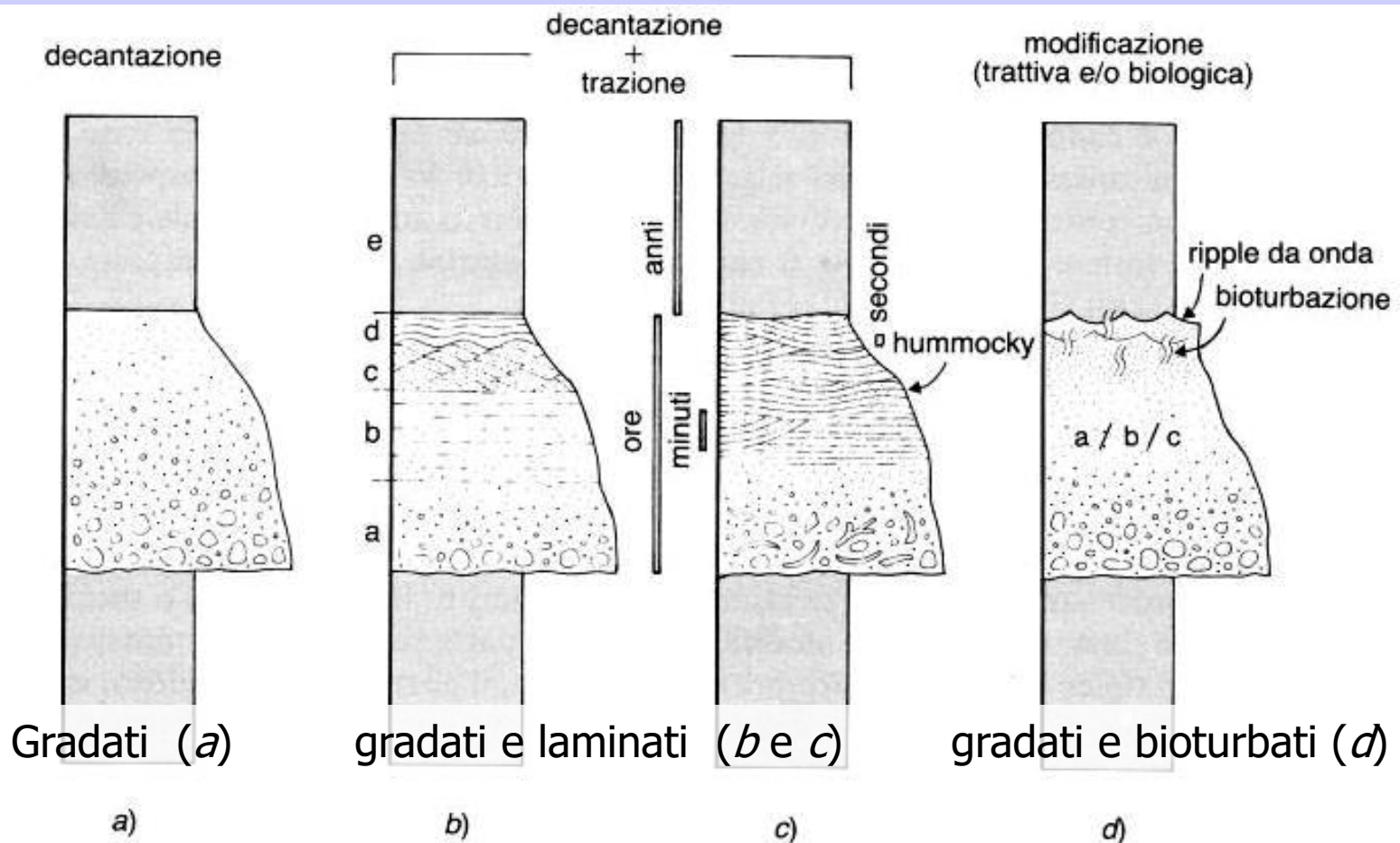
Varve (ogni coppia  
chiaro scuro un anno)  
stagionali ?

Circa 10.000 anni fa





# Strati organizzati



**Fig. 10.2** – Alcune varietà di strato gradato. In (a) la decantazione è così rapida e massiccia da impedire del tutto la trazione sul fondo, benché questo sia soggetto a  $\tau$  da parte del flusso decelerante; oppure di caduta balistica, particellare, ma in tal caso il deposito è piroclastico. In (b) la decantazione, dapprima massiva come in (a), rallenta fino a permettere la trazione (v. *ripple* rampicanti, la cui asimmetria indica corrente, anche se non di quale tipo: torbida, rotta fluviale, tempesta). In (c) le strutture dicono che è il moto ondoso che diminuisce dopo un picco di tempesta. In (d) lo strato «catastrofitico» (può essere uno qualsiasi dei precedenti) mostra a tetto strutture di *modificazione* formate in regime normale. Le scale del tempo sono indicative. (Colonnina (c) da Dott 1983.)

Gli strati organizzati contengono **strutture sedimentarie**, altre strutture sedimentarie si formano in corrispondenza dei piani di strato

- Stratificazione gradata: *decantazione frazionata in un corrente che decelera*
- Stratificazione incrociata o a festoni (ripple mark, dune): *correnti trattive da onda, e non solo..*
- bioturbazioni: *effetto degli organismi*
- Strutture di carico: *al contatto tra strati con litologie differenti. Litologie differenti implicano un diverso peso per unità di volume*

***Le strutture sedimentarie danno informazioni sulla caratteristiche dell'ambiente di formazione, delle correnti che hanno agito al momento delle deposizione***

Trieste,  
Muggia,  
Cividale,  
Colli Orientali,  
prealpi carniche.



Il Flysch: roccia composta da una successione ritmica di 2 litologie : **arenarie** e **marne**

Le arenarie presentano spesso gradazione e laminazione  
Sequenza (di rocce) post orogenetica

# Marne, calcari marnosi, ecc

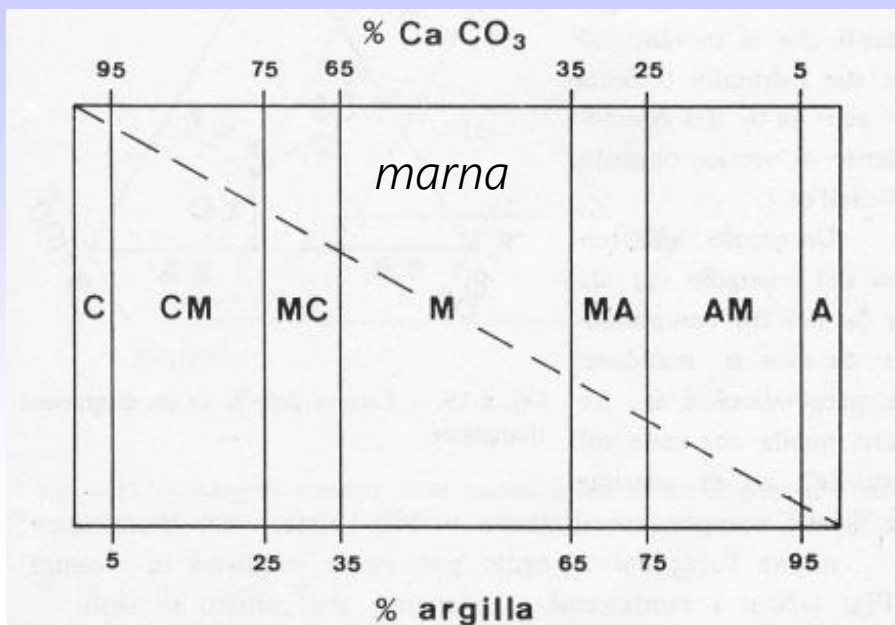


Fig. 1.18. — Diagramma rettangolare o binario. Campo di variabilità e di miscela: calcare-argilla.

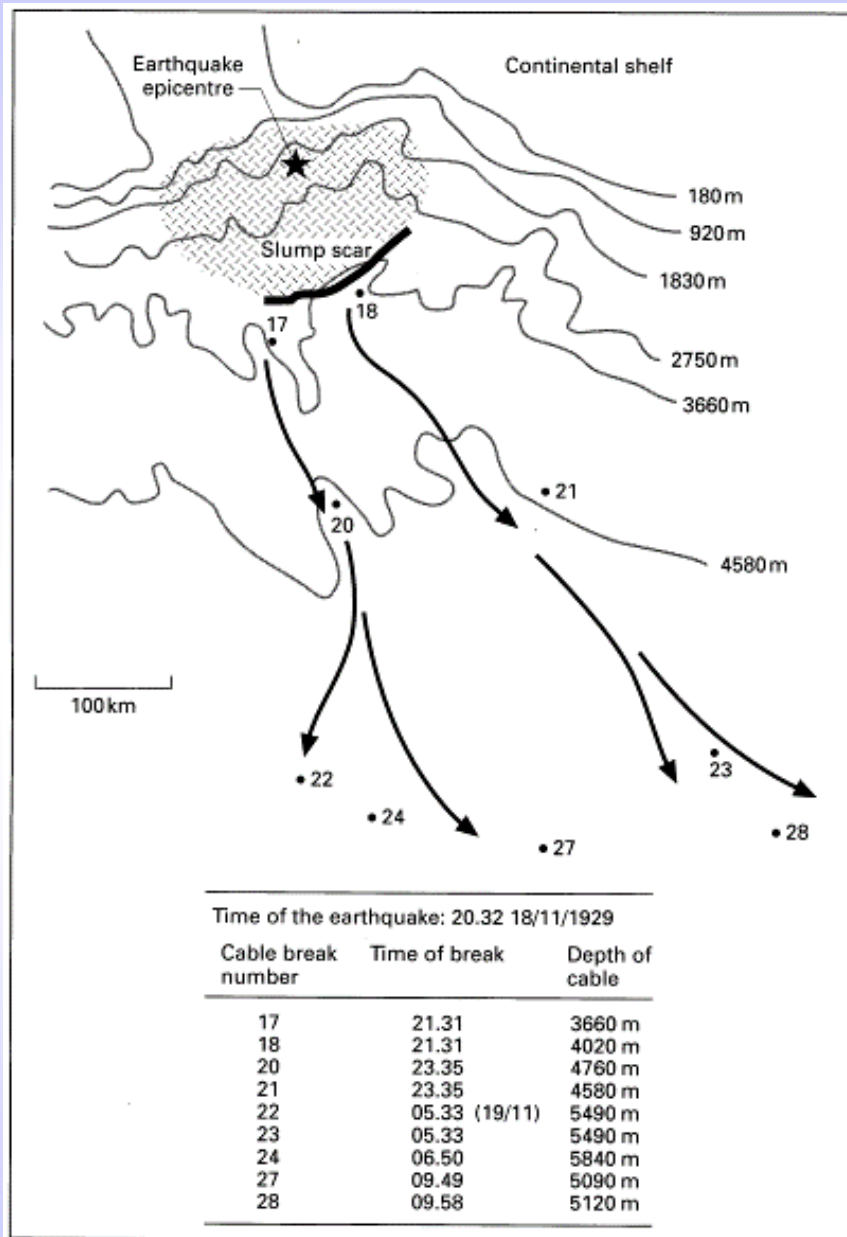
C: calcare; CM: calcare marnoso (argilloso); MC: marna calcarea; M: marna; MA: marna argillosa; AM: argilla marnosa (calcarea); A: argillite...



Marna: roccia clastica a grana fine, a composizione mineralogica mista: frazione calcarea bioclastica e frazione detritica fine (argilla = Qz e minerali argillosi) in proporzioni variabili, ma simili

# Come si forma il flysch...

## *Le correnti di torbidità - I*



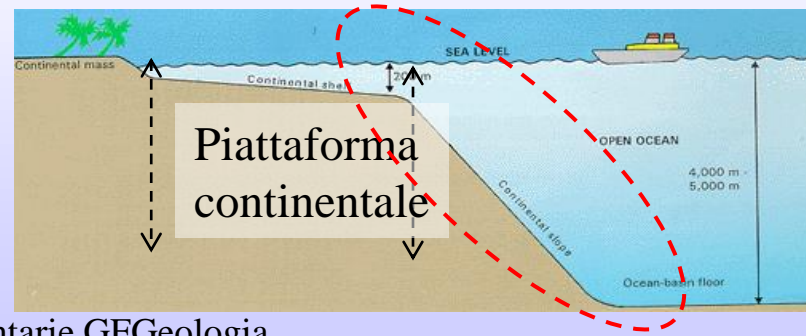
Banco di Terra Nova  
(Atlantico settentrionale)

Rottura cavi dopo un terremoto..perchè ?

Velocità max lungo la scarpata\_ 100 km/h;

Velocità sulla piana abissale a 500 km di distanza: 20 km/h

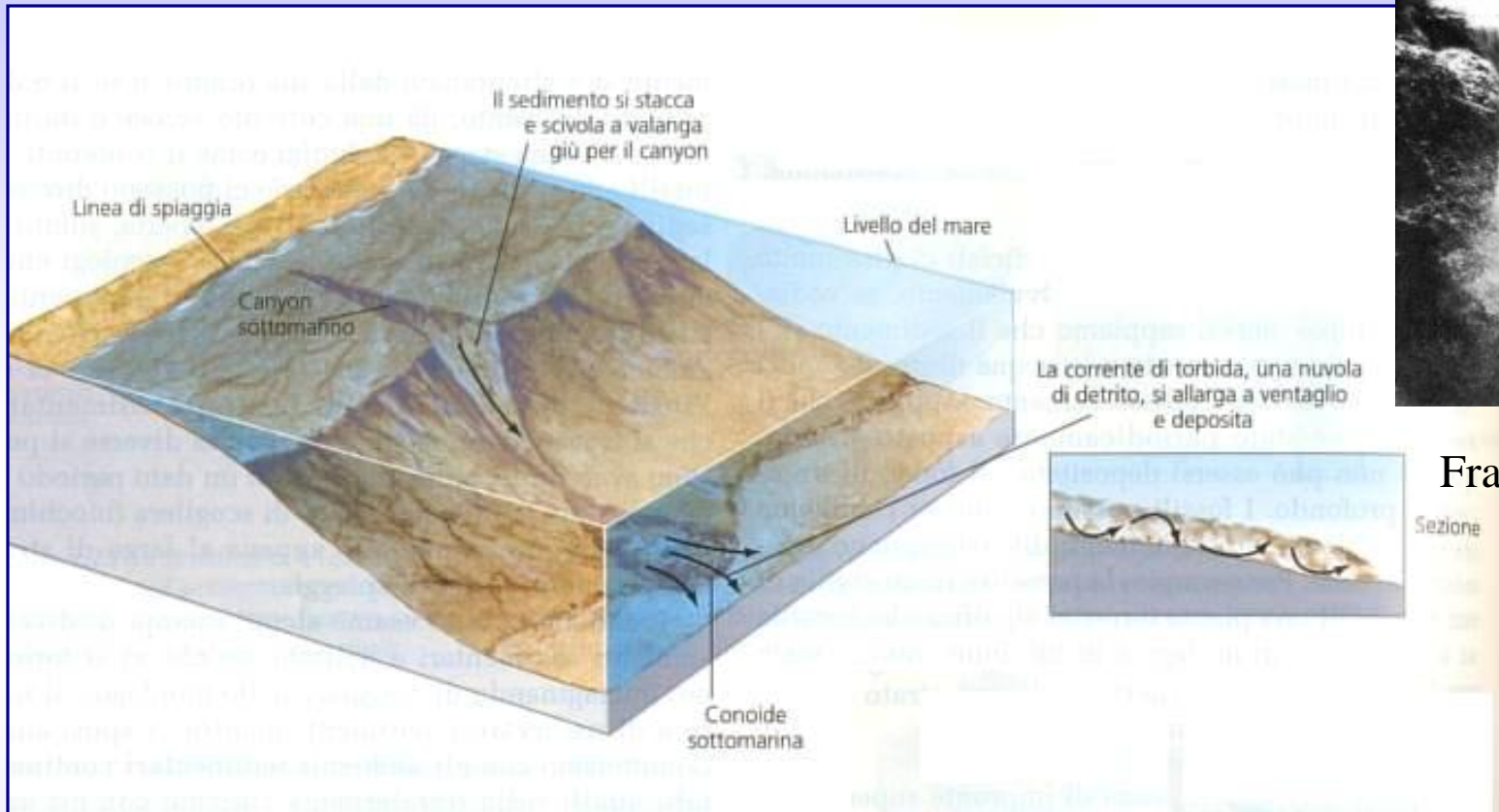
NB interpretazione degli anni '30 del secolo scorso..



## Correnti di torbidità –II strati risedimentati



Frana sottomarina



accumulo sedimenti sulla piattaforma → terremoto, tempesta, piena fluviale eccezionale → frana → materiale in sospensione → corrente di torbidità

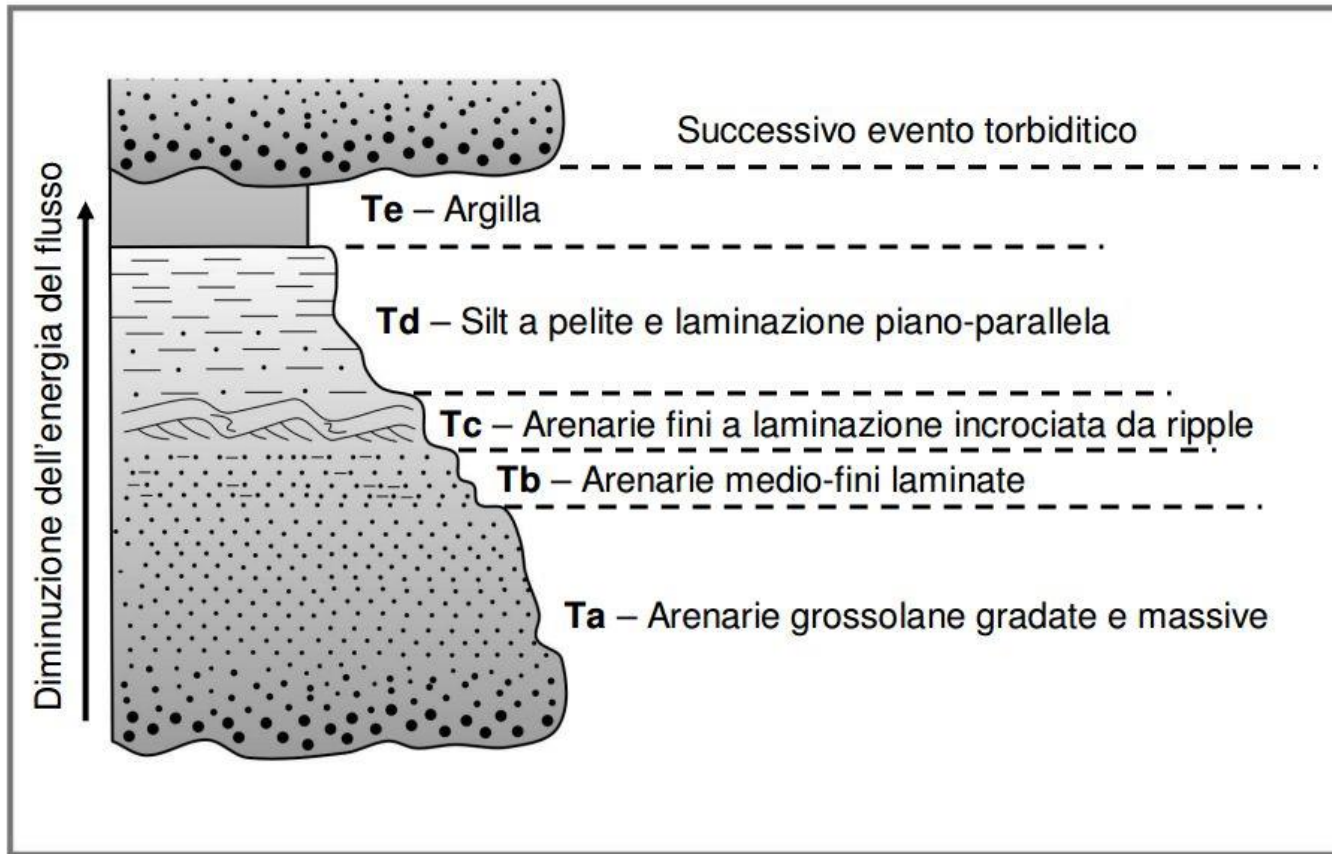
Importante: sulla terraferma c'è/c'era una catena montuosa in  
formazione

*La corrente di torbida quando  
arriva sulla piana abissale  
rallenta..perchè ? (2 motivi..)*

*e la diminuzione di velocità  
che effetto ha ??*

# Ogni evento torbiditico genera uno strato..speciale...con strutture interne

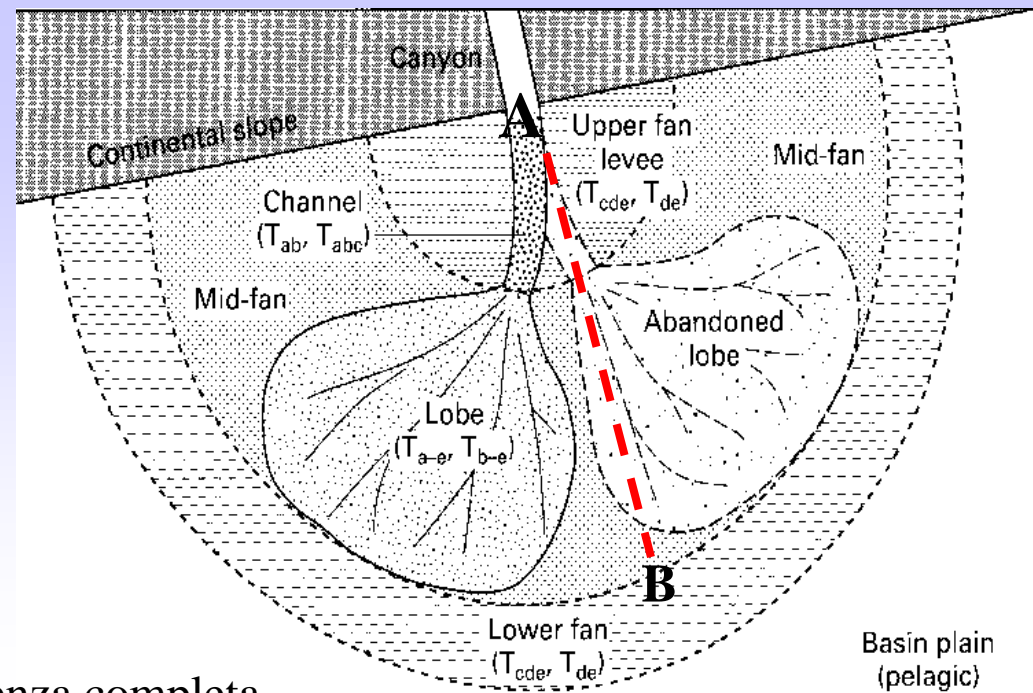
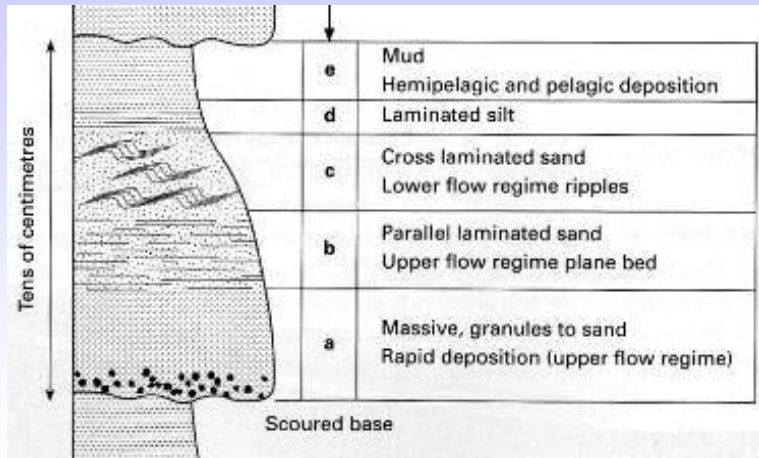
**La Sequenza di Bouma** (Alfred H. Bouma, geologo olandese..)



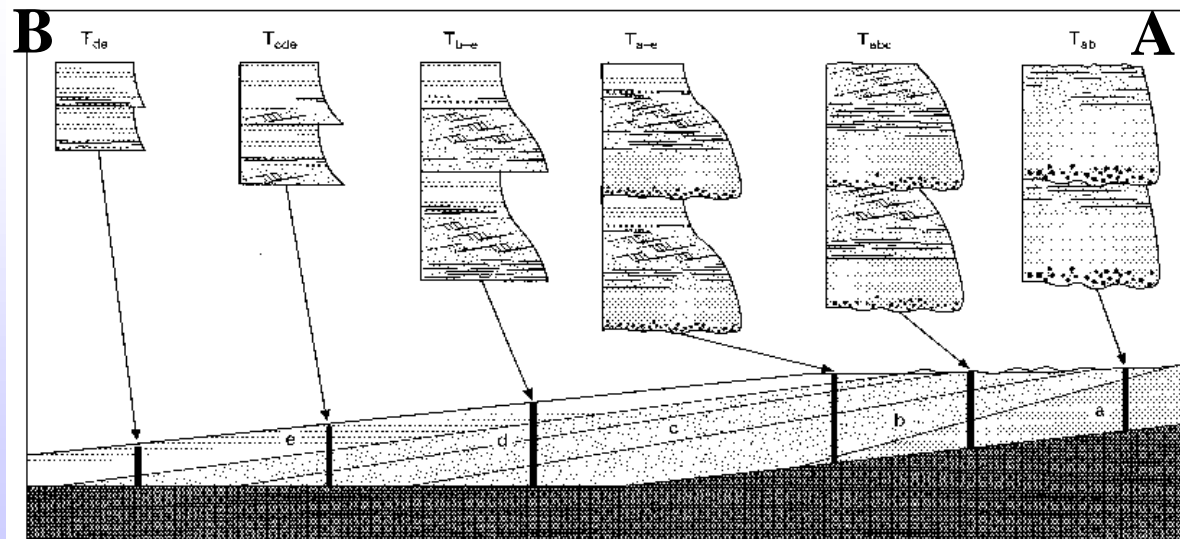
Veramente molto raro trovare la sequenza completa...Ta-Te



# Correnti di torbidità - III



Sequenza completa di Bouma



Lamine *d-e* e *c-e* (sedimenti fini, laminati) : ambiente distale (verso la piana Abissale)

Lamine *a-b* e *a-c* (strato gradato, sabbie laminate: ambiente prossimale (verso la scarpata continentale)

# Tra una torbidite e l'altra..normale sedimentazione di mare profondo

**Strato emipelagico:**  
**sedimentazione di bacino profondo: Marne con foraminiferi planctonici**

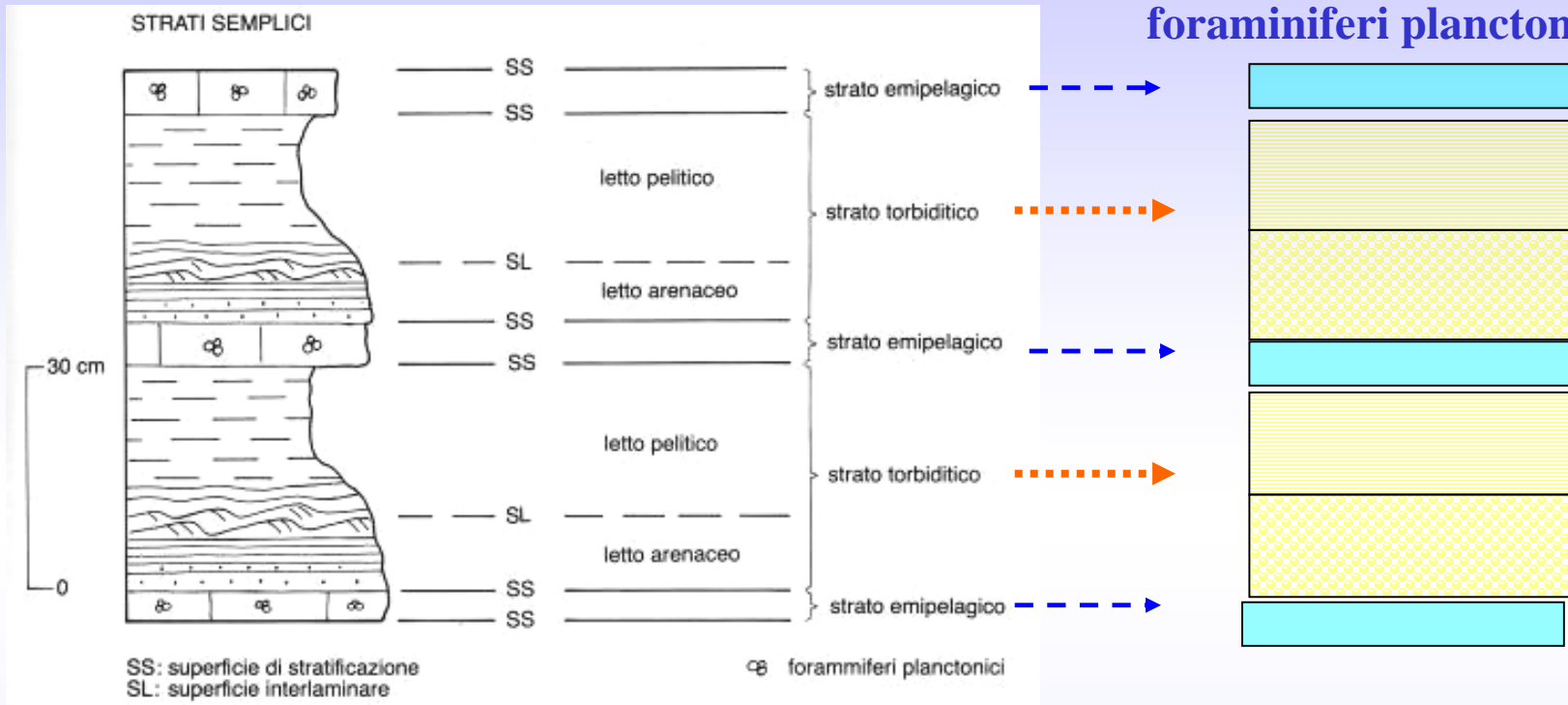


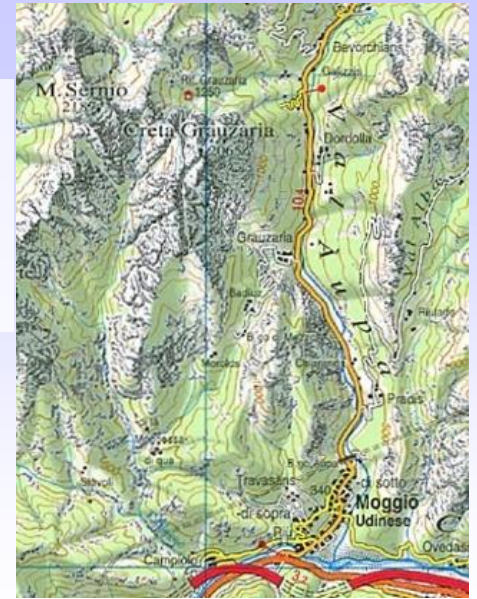
Fig. 13.5 - Esempi di strati semplici rappresentati da torbiditi bacinali alternanti con depositi emipelagici. Si noti la differenza tra strato e letto. Si veda il testo per il significato di questo tipo di strati.

**Negli strati torbiditici invece faune..spiazzate ovvero faune di ambiente litorale portate nell'ambiente di mare profondo...**

**NB diversa velocità di sedimentazione: ore-giorni (torbiditi) contro migliaia di anni (emipelagiti)**



# Torbiditi d'Aupa, Triassico medio, 220 ma



Impronte ???  
Forse anche mare basso  
Aree di delta fluviale ?



Areniti e peliti fini grigio scure torbiditiche in strati dm-cm, localmente in facies anchimetamorfica (debole metamorfismo)



Stessa tipo roccia, età diverse

2020-2021

Formazione del Hochwipfel, Carbonifero sup., 285-300 ma sopra Ugovizza (osteria del Camoscio)

2020-2021 GFGeologia

# Altri esempi di strati gradati

Arenaria medio-fine



Arenaria grossolana



Conglomerato



Roccia: Flysch presso da diga di Crois (Valle del Torre). Eocene medio (40-45 Ma)



# Strato gradato e laminato



Formazione di Val Dolce (Passo Cason di Lanza) :  
Permiano inf. (280-290 Ma)

Corrente veloce, che progressivamente rallenta

# Arenarie con solo laminazioni ondulate e incrociate



In questo caso il processo di formazione è diverso





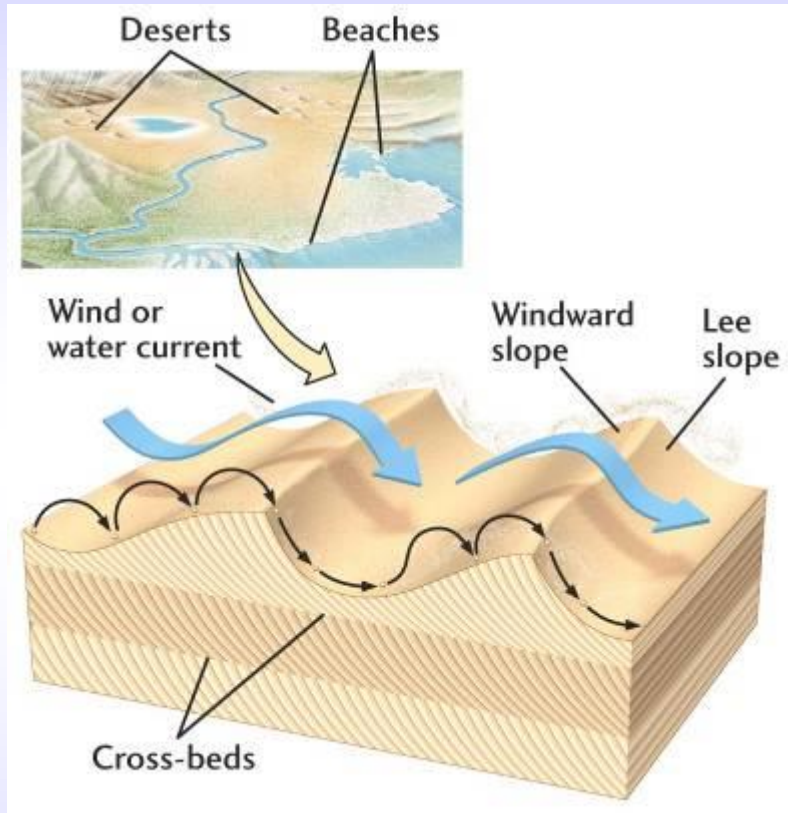
2020-2021





Spiaggia di Grado in bassa marea (1995 ?)

# Stratificazione incrociata e Ripple



## Onde e correnti

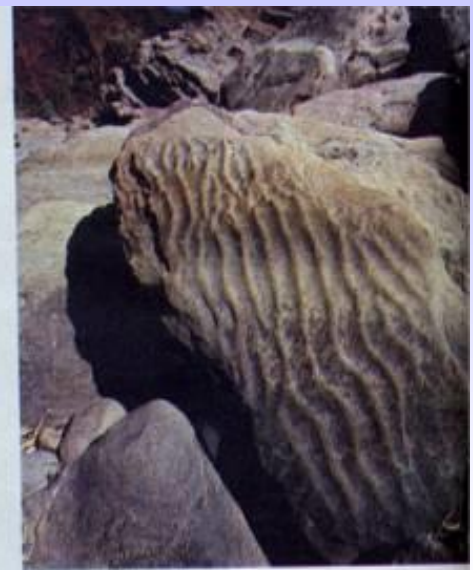


Figura 7.10. *Ripple* in una sabbia recente su una spiaggia (a sinistra) e un'antica arenaria con *ripple* fossili. A sinistra: Raymond Siever; a destra: Reg Morrison/Auscape.

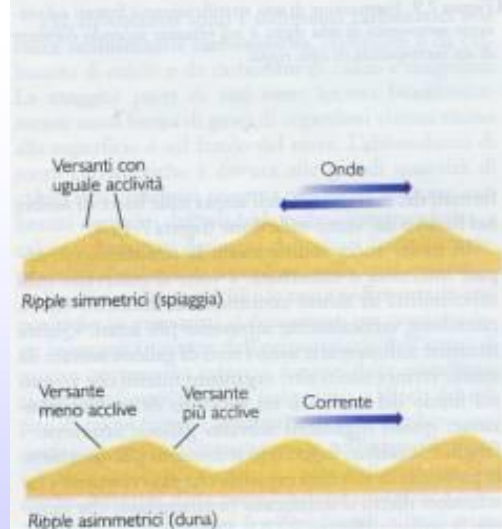
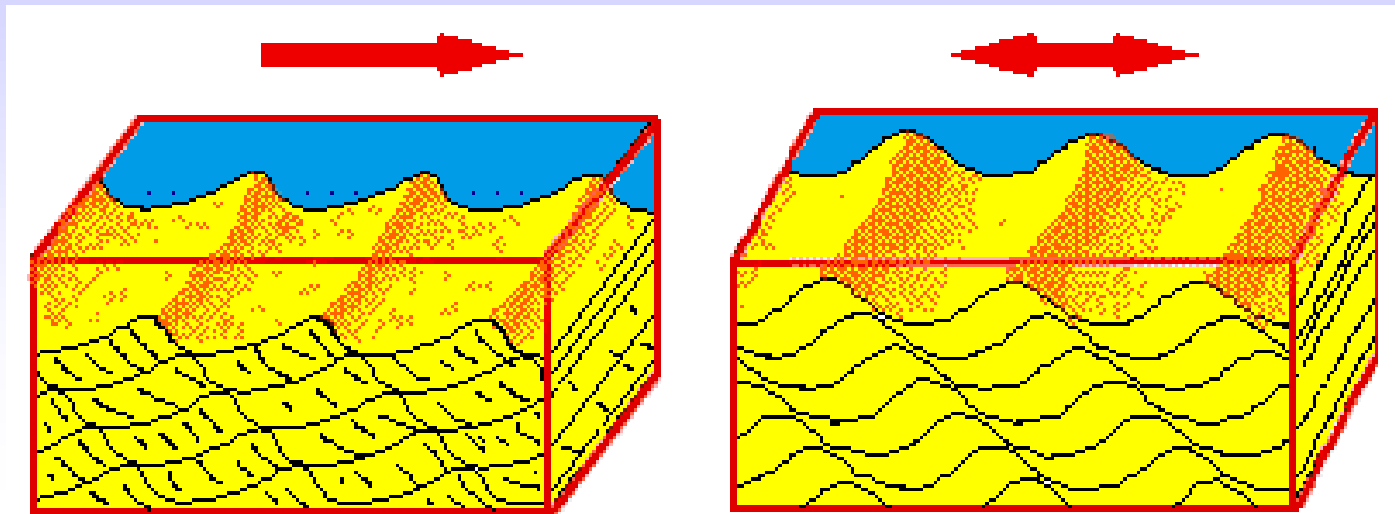


Figura 7.12. Bioturbazioni. Tracce lasciate presumibilmente da trilobiti nelle argilliti del Cambriano medio del Mont (USA). Chip Clark.

costituite da un'alternanza di arenarie, argilliti e altri tipi di rocce sedimentarie. La natura di queste sequenze sedimentarie aiuta i geologi a ricostruire come furono depositati tutti i sedimenti. Spesso i fiumi...

# Se scavo nella sabbia...



**Current Ripples**

Ripple asimmetrici

**Wave Ripples**

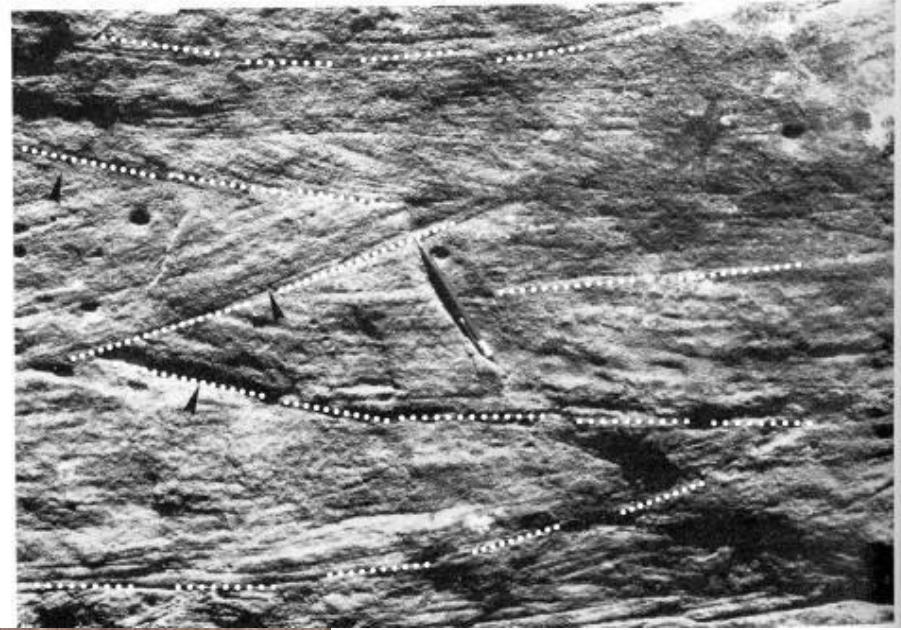
ripple simmetrici

Trovo..stratificazione incrociata

Se un'arenaria presenta stratificazione incrociata vuol dire che si è depositata in un ambiente in cui si erano formati ripple  
Con correnti al fondo con effetto trattivo: trasporto..

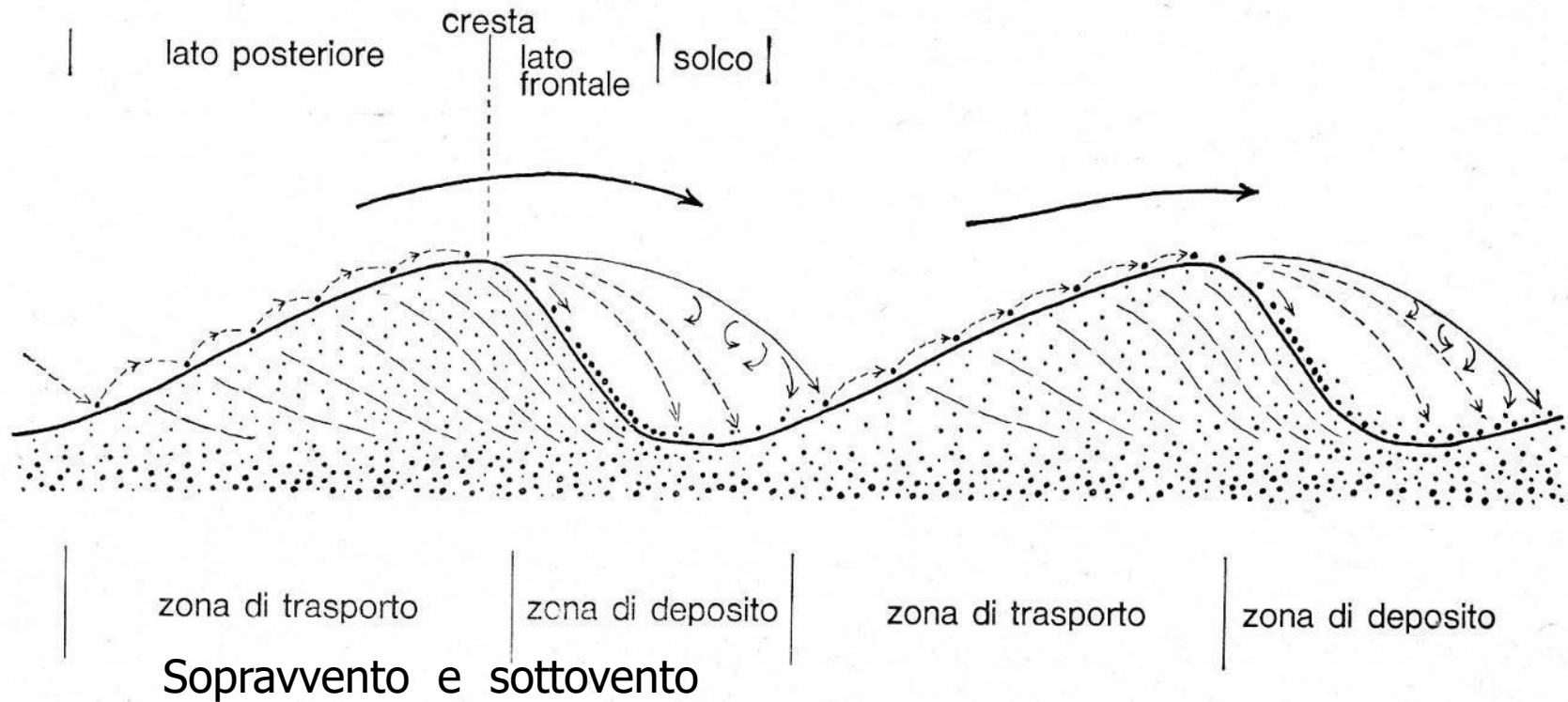
Strat. incrociata a piccola scala

Arenarie delle Val Gardena  
(Permiano sup. 260-255  
Ma) a Passo Rolle



Lamine troncate

# Anche in ambiente desertico



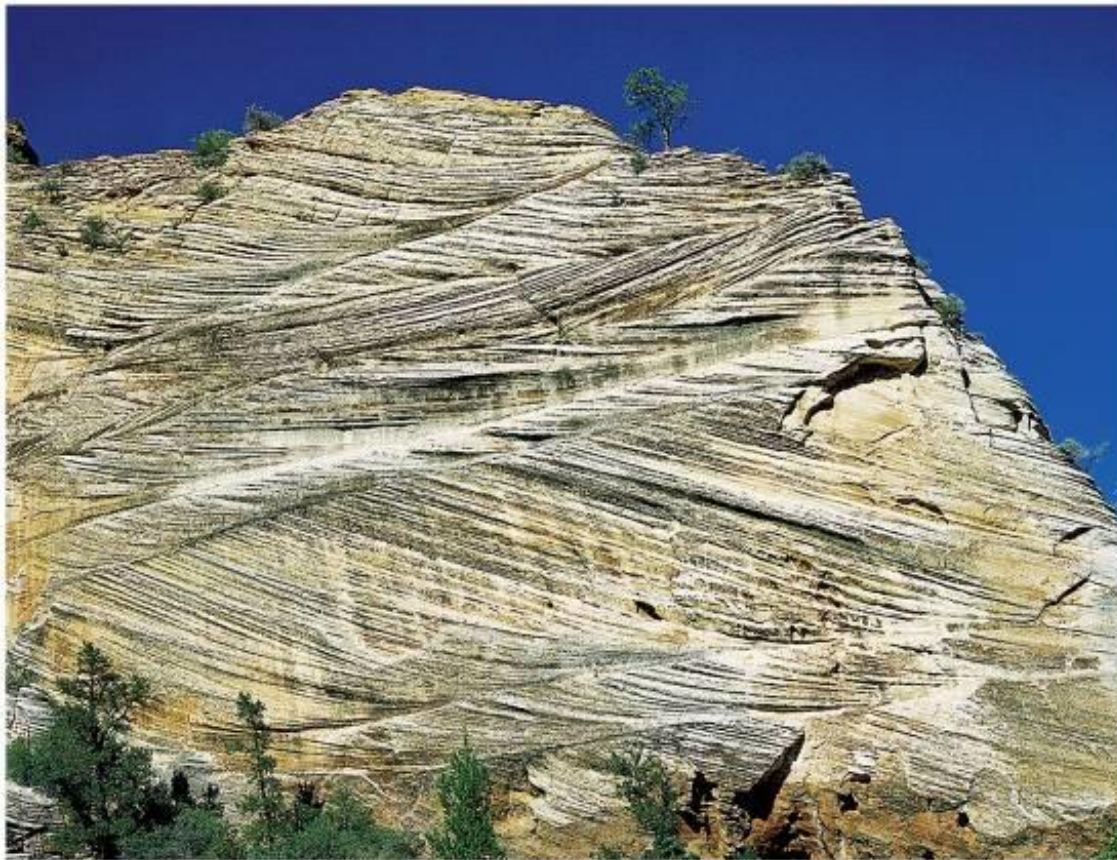
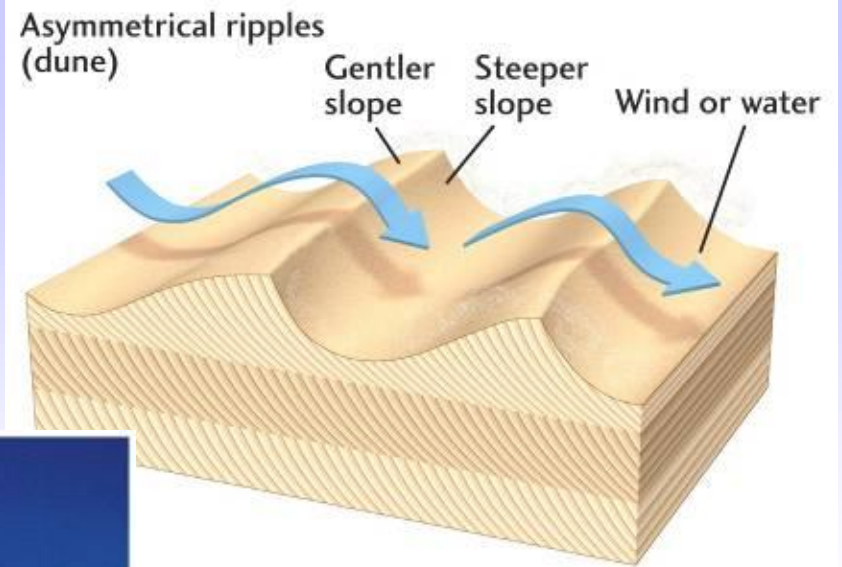
*Migrazione delle dune e stratificazione incrociata.*



Dune eoliche  
Notare i ripple sulla  
superficie sopravvento



# Strat. incrociata a grande scala



Ambiente desertico  
Trasporto eolico.

Antelope Canyon, Arizona  
Navajo Sandstones, Trias sup. Jura inf





# Tempestiti (storm layer)

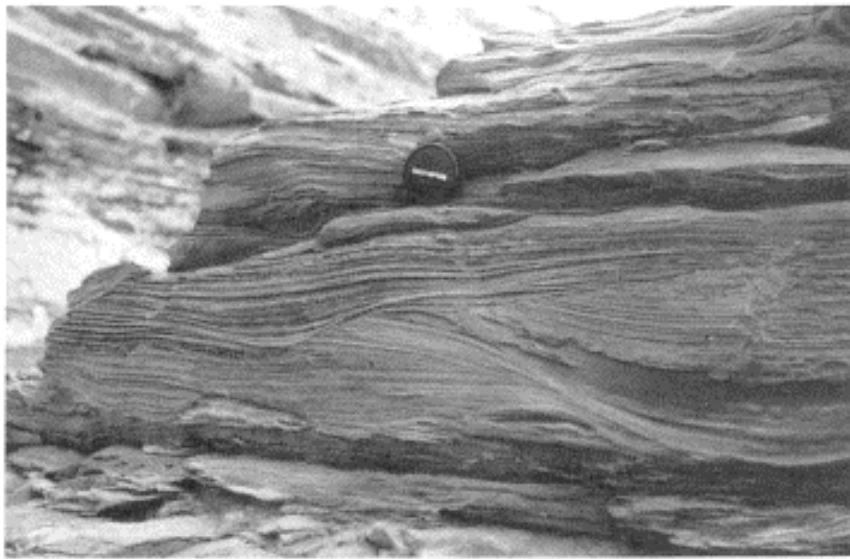
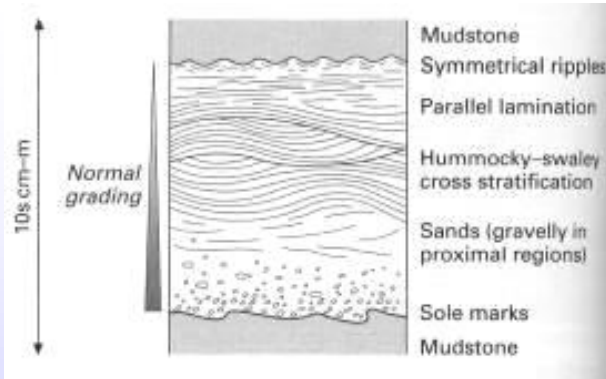


Fig. 11.10 Hummocky cross stratification (HCS) in fine-grained sandstone beds, Carboniferous, Northumberland, England. The convex-up surfaces are characteristic of HCS.



Onde +  
correnti



*Strato di tempesta*

*Sedimentazione normale*

*Strato di tempesta*

*Sedimentazione normale*

La tempestiti sono caratterizzate da laminazione ondulata (hummocky)

Formazione di Werfen:

# Fratture da disseccamento: emersione

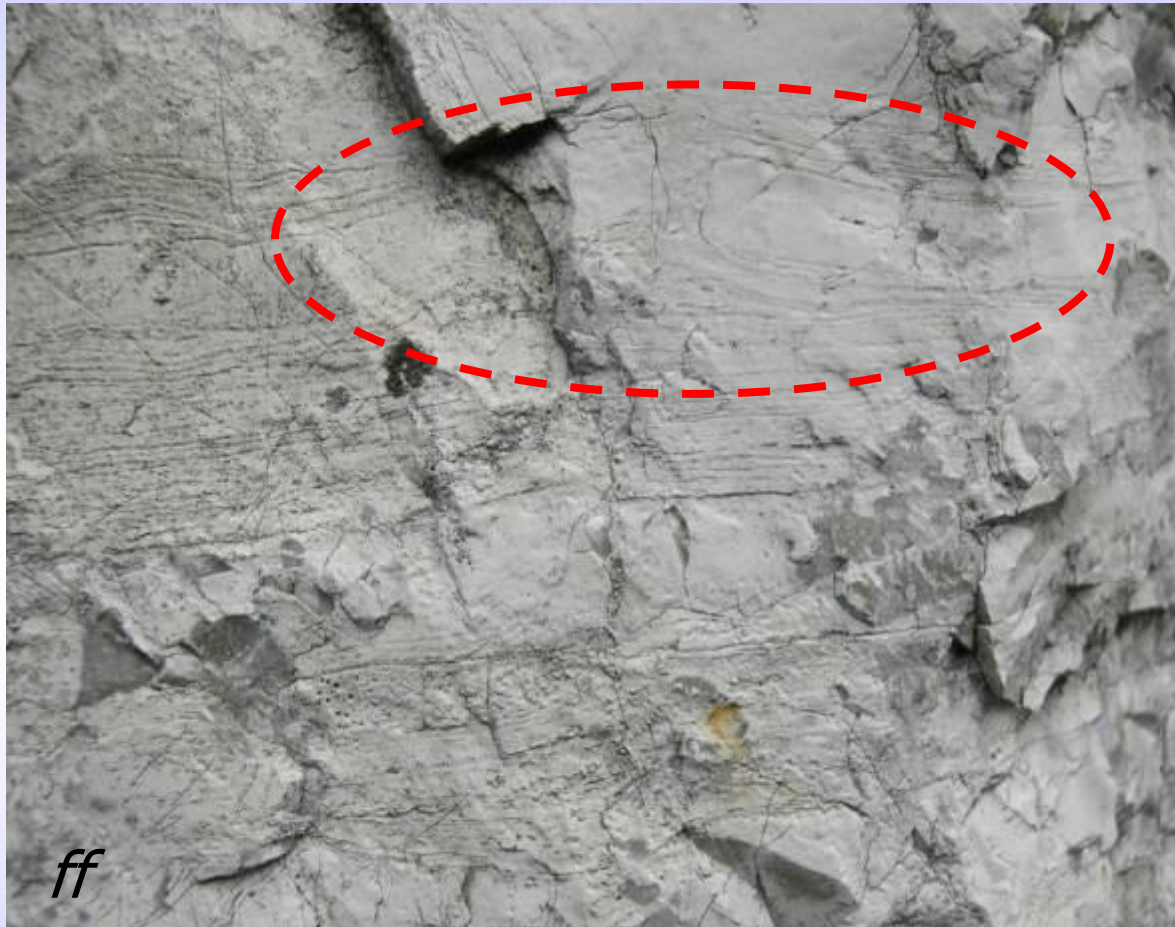


Fig. 4.29 Desiccation cracks formed in mud deposited in a small pond which has dried out.



Val Rio Resartico,  
Val Resia, FVG

Dolomia principale (Triassico sup.: 210-220 Ma)  
(Canale d'Agordo): ambiente peritidale

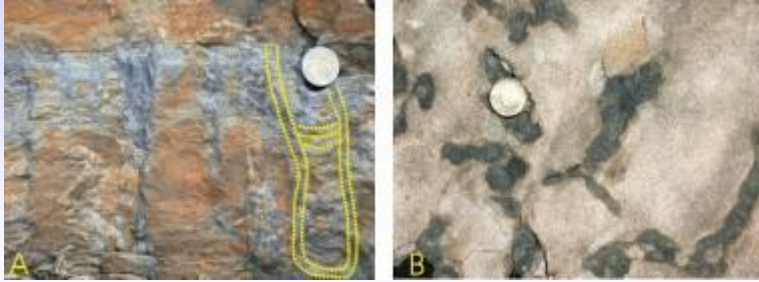
# Strutture inter-facciali: controimpronte di erosione prodotte da vortici: flute cast



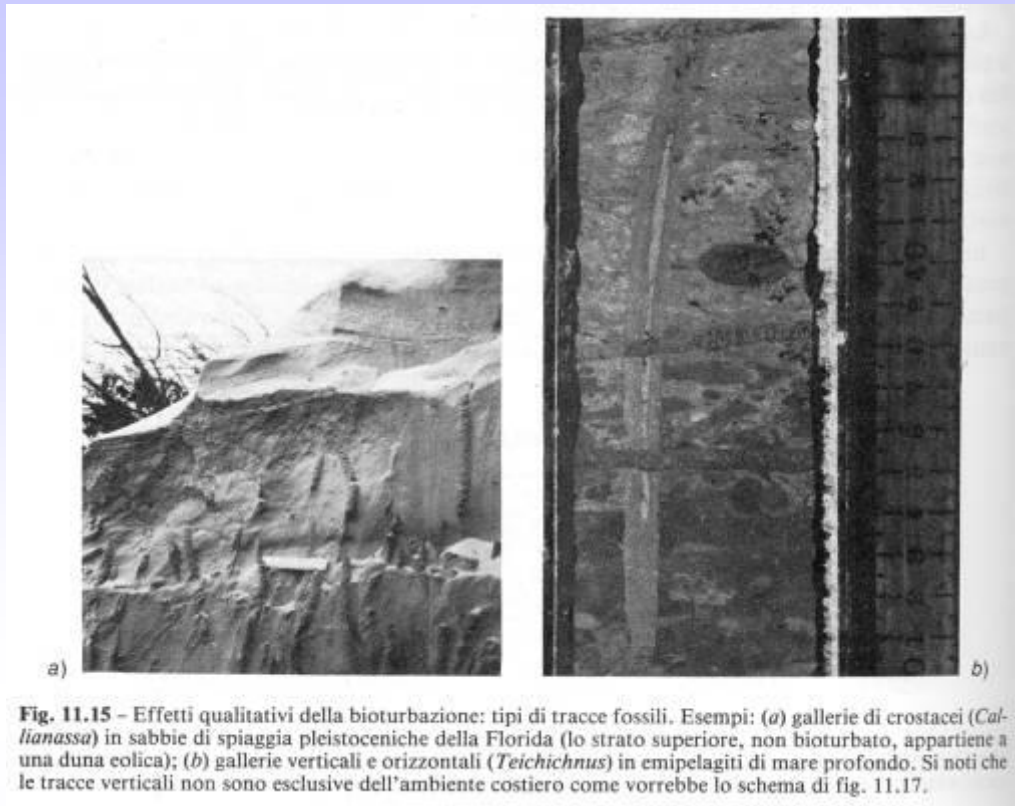
# Strutture inter-facciali: controimpronte da trascinamento di oggetti: groove cast



# Bioturbazione



*Gli organismi distruggono eventuali strutture sedimentarie precedenti e rimescolano il sedimento*



fango

sabbia



Fig. 160 - Affascinante pista di limivoro (letteralmente “divoratore di fango”) del Permiano inf. Fu fotografata nel 1960 da Raimondo Selli, geologo dell’ateneo bolognese e allievo di Michele Gortani. Ad essi si devono le indagini geologiche più accurate ed innovative condotte nell’area carnica tra gli anni ‘20 e ‘60. I loro studi gettarono le basi della moderna cartografia e dell’analisi stratigrafica delle Alpi orientali. Ripiani di Lanza (Alpi Carniche, UD).



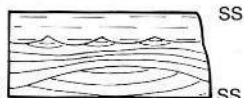
Piste di un organismo denominato *Zoophicos* (probabilmente viveva a profondità  $> 200$  m) presso Passo Cason di Lanza, tra Paularo e e Pontebba

**NB: tracce: bioturbazione o fossili ??**

STRATI DISOMOGENEI

Disorganizzati (caotici)

Organizzati



colata di detriti a matrice pelitico-arenacea

laminato



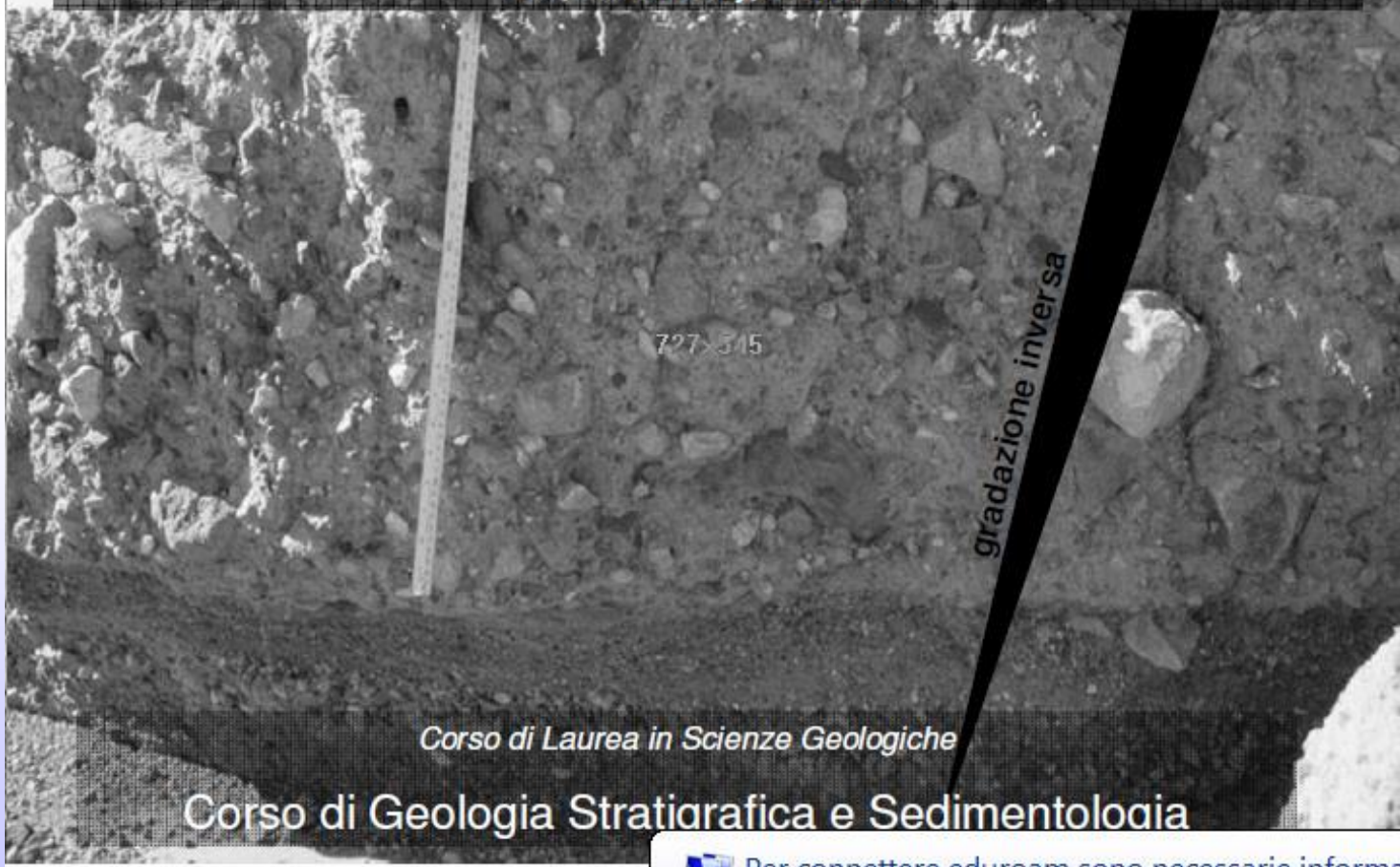
accumulo da scivolamento

SS : superficie di stratificazione

N.B: i differenti tipi di strati non sono rappresentati alla stessa scala

# Alternativa: deposito glaciale, morena

**Depositi di DEBRIS FLOW.** Questo tipo di strato non ha una base erosiva, è privo di strutture sedimentarie (massivo), e costituito da sedimento mal cernito organizzato secondo una gradazione inversa (la granulometria dei clasti aumenta verso l'alto). Tale deposito è tipico di un flusso di detrito (debris flow) dotato di un elevato grado di coesione. *Coffin Canyon Fan, Death Valley, California.*



Corso di Laurea in Scienze Geologiche

Corso di Geologia Stratigrafica e Sedimentologia



*Strati disorganizzati caotici*  
frana – colata detrititca  
Faedis (Ud)

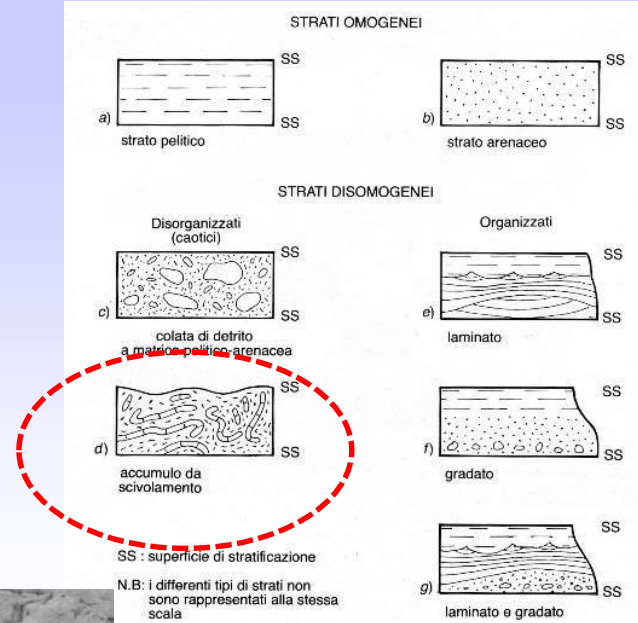
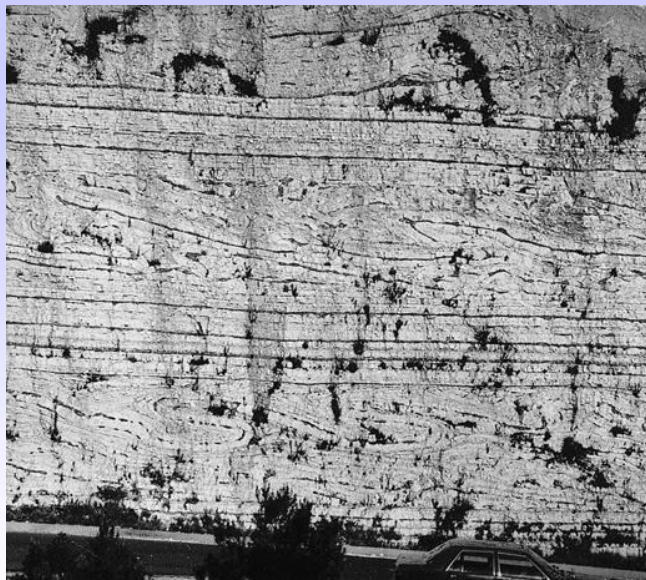


*Strati disorganizzati caotici:*  
morena (glaciale)  
Zona del lago di Garda





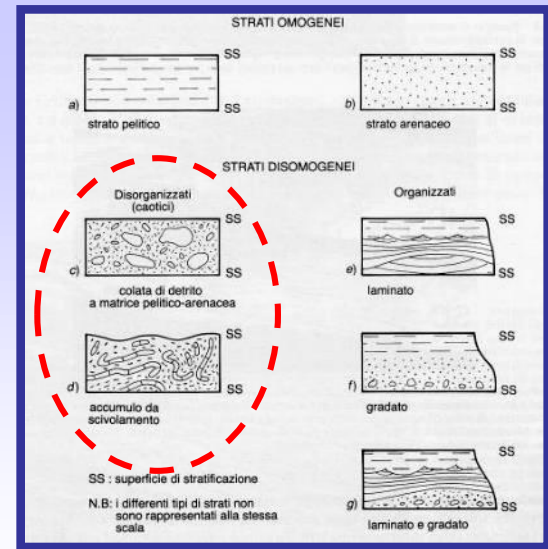
# Frane sottomarine (slump o slumping)



## Strati Semi consolidati

**SLUMPS.** I depositi di *slump* si riconoscono per il fatto che sono costituiti da strati plasticamente deformati compresi, alla base ed al tetto, tra strati della stessa litologia ma indeformati. Uno *slump* si forma per progressivo distacco gravitativo, scivolamento ed accumulo di pacchi di strati in condizioni idroplastiche, lungo pendii sottomarini anche molto blandi (Fm della Scaglia, Cretaceo sup., Gargano, Puglia).

# Frane sottomarine:



Parete di fronte alla  
Diga del Vajont



# Cava di Vernasso ( a N di Cividale)



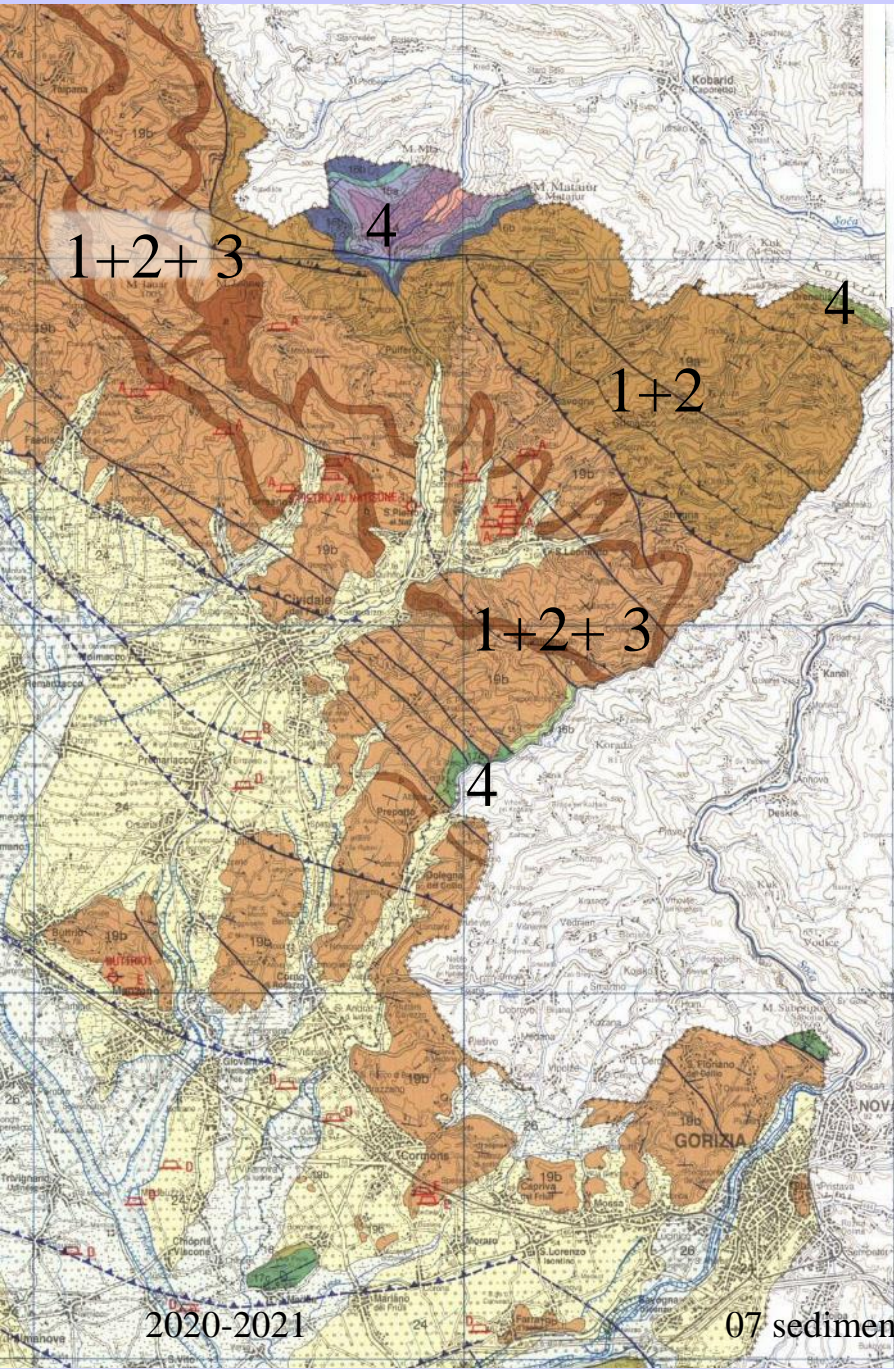


19b  
b  
a

Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (*Flysch del Grivò*: a - *Megastrato del M. Ioanaz*; b - *M. di Vernasso*; *Flysch di Clauf*); alternanza di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (*Flysch di Cormons*, *Flysch di Clauzetto*, "*Flysch di Trieste*"); depositi di bacino. *Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds* (a, b); *alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.*

19a

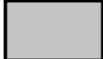

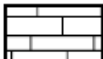

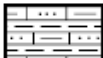





Calcsiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed areniti nella parte superiore (*Membro di Drenchia*, *Flysch di Ucceà*); calcareniti con breccie e calcilutiti (*Flysch di Clodig*, *Flysch di M. Brieka*); alternanze arenaceo-pelitiche, con spessi orizzonti di breccia (*Flysch dello Iudrio*) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (*Flysch di Calla*); arenarie con orizzonti calciclastici (*Flysch di Masarolis*); depositi di bacino. *Grey-blackish calcisiltites, with breccia beds and sandstone intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretacico sup. - Paleocene p.p.*

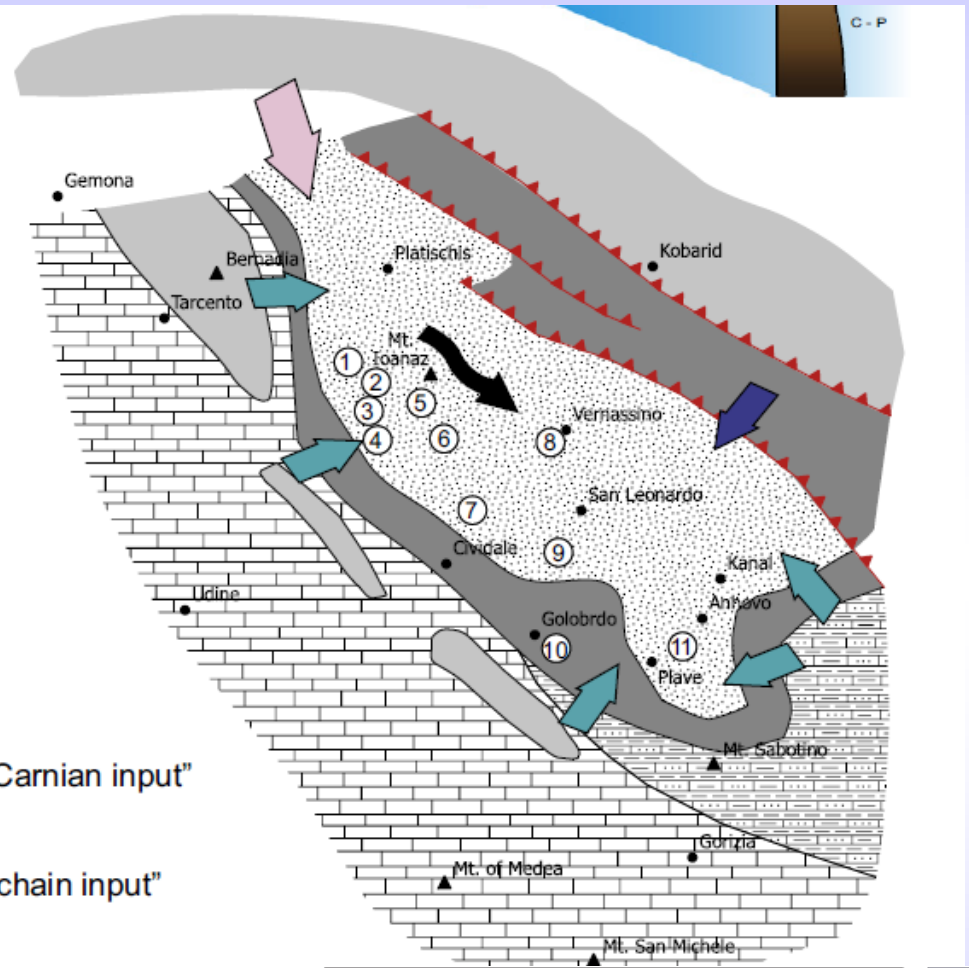


1. Marne (CaCO<sub>3</sub> + min. argillosi)
2. Arenarie
3. Conglomerati, **conglomerati calcarei megastrati** (solo 2 in carta, 25 per Feruglio)
4. Calcari (con i fossili)

F  
l  
y  
s  
c  
h

# Tra 30 e 60 milioni di anni fa le valli del Natisone erano un mare profondo

- C**
-  Emerged or emerging lands
  -  Slope (marls, TBT and MTDs)
  -  Carbonate platform
  -  Basin (turbidites and MTDs)
  -  Carbonate platform with clastic input
  -  Dinaric thrust
  -  Carbonate detritus "Friulan input"
  -  Siliciclastic and carbonate detritus "Alpine-Carnian input"
  -  Siliciclastic and carbonate detritus "wedge-chain input"
  -  Axial, along basin sedimentary transport



TBT?

MTD: Mass transport deposits

2020-2021

07 sedimentarie GFGGeologia



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Geology

Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/margeo](http://www.elsevier.com/locate/margeo)



The carbonate mass transport deposits of the Paleogene Friuli Basin (Italy/Slovenia): Internal anatomy and inferred genetic processes

K. Ogata<sup>a,b</sup>, Ž. Pogačnik<sup>b</sup>, G.A. Pini<sup>c</sup>, G. Tunis<sup>d</sup>, A. Festa<sup>d</sup>, A. Camerlenghi<sup>e</sup>, M. Rebecco<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Department of Arctic Geology, University Centre in Svalbard, P.O. Box 156, 5717 Longyearbyen, Norway

<sup>b</sup> Sibirsk Arhivo, Building Mineralog, Jadr. Sred. Cn., Anžurov 1, 52100 Trieste, Slovenia

<sup>c</sup> Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università di Trieste, 34129 Trieste, Italy

<sup>d</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, 10125 Torino, Italy

<sup>e</sup> Department of Geophysics and Marine Geology, Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (IOG-IGOS), 34100 Trieste, Italy

<sup>f</sup> Development of Technology and Marine Research (DTMR), Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (IOG-IGOS), 34100 Trieste, Italy



# Le valli del Natisone

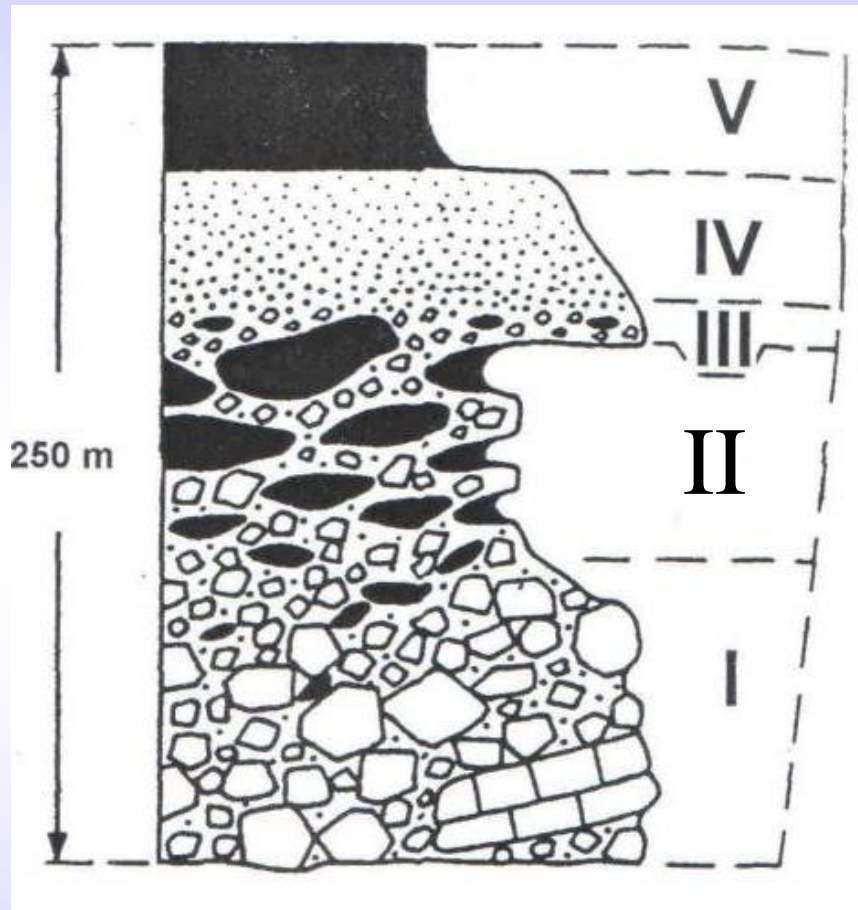
- A nord e a nord est montagne, le Alpi e le Dinaridi emerse, fuori dall'acqua
- A sud-ovest una piattaforma carbonatica (Golfo Persico, Bahamas, barriera corallina australiana) profonda poche decine di metri da cui precipitavano torbiditi carbonatiche
- In mezzo un bacino profondo: il bacino Giulio o bacino di Tomino
- Da nord e nord est precipitavano frane e **torbiditi**

Cava di Vernasso (Cividale)  
**megastrato di 245 m** all'interno di **Flysch di Grivò**, spessore 1400-1600 metri:  
gigantesca frana sottomarina + altri  
megastrati + flysch "normale)



Età: Paleocene sup.  
- Eocene inf.  
(50-58 ma)

# il megastrato di Vernasso è divisibile in



V 30 m marne

IV 35 m Calcarenite

III 25 m Calcirudite gradata

II 85 m Megabreccia con flysch

I 55 m Megabreccia con olistoliti  
Calcarei e brandelli di flysch

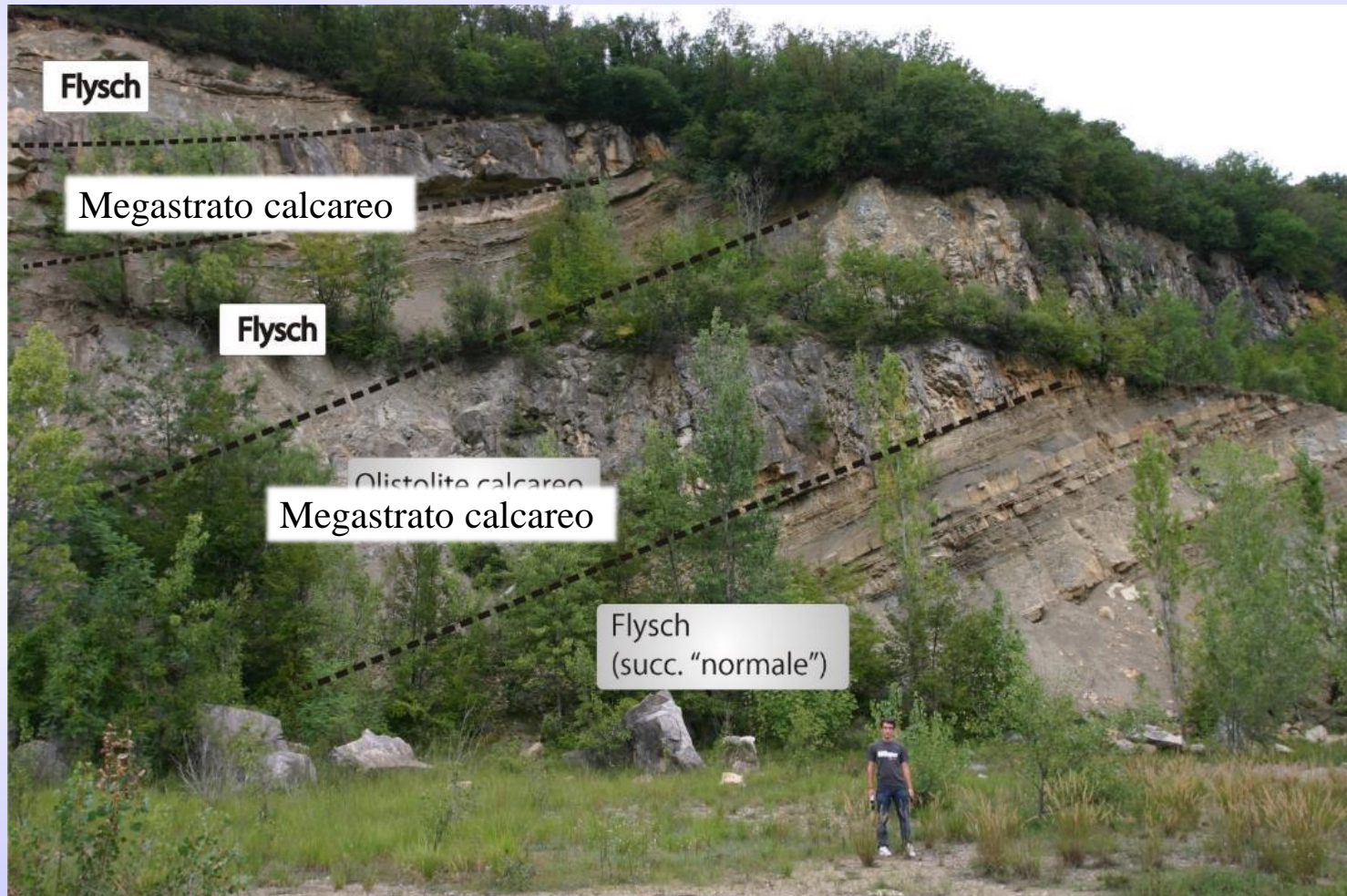
Megastrato complesso: I e II corpo di frana, III-V torbidite  
≠ dalle torbiditi «normali»



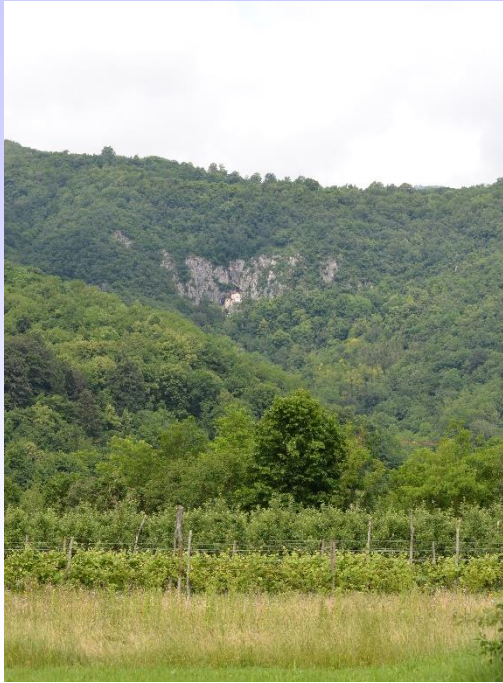


Il megastrato è diviso in 5 unità a granulometrie decrescenti  
All'interno dell'unità 1 (più bassa) blocchi con volume max  $40.000 \text{ m}^3$   
(esempio  $40 \times 40 \times 30 \text{ m}$ ). L'unità 5 (più alta) è una marna.

# Sopra il megastrato di Vernasso.. altri megastrati

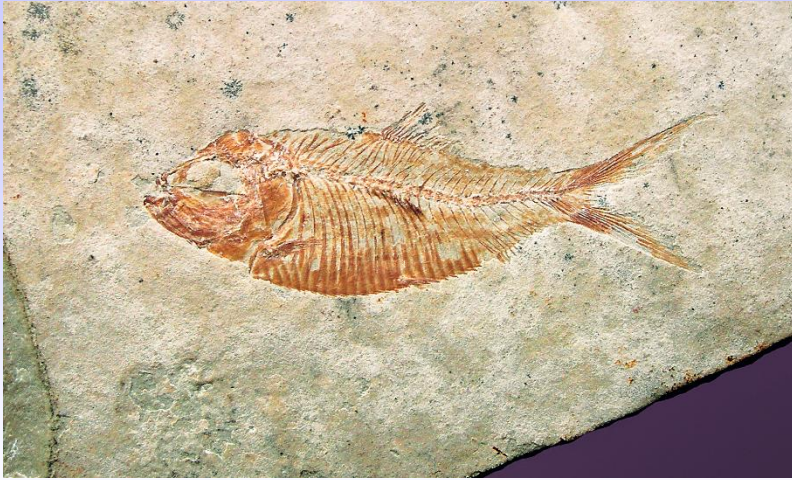


# San Giovanni d'Antro megastrato del Monte Ioanaz (170 m)



Megabreccia alla base del  
megastrato: sopra il martello  
Olistolite (frammento di flysch)

# Fossili nei blocchi calcarei



*Flysch e frane sottomarine.  
Proposte per una didattica sul terreno nel Cividalese*

FURIO FINOCCHIARO\*

Dipartimento di Matematica e Geoscienze  
Università di Trieste  
*finofu@units.it*

MICHELE STOPPA\*\*

Dipartimento di Matematica e Geoscienze  
Università di Trieste  
*mstoppa@units.it*

SUNTO

*Il contributo intende ribadire l'importanza che le attività didattiche sul terreno assumono ai fini di un apprendimento efficace delle Geoscienze. Dopo un necessario inquadramento sulle caratteristiche geologiche della subregione cividalese (Friuli Venezia Giulia, Italia), viene pertanto delineata una proposta didattica che, privilegiando un approccio di tipo euristico, consenta agli studenti delle Scuole secondarie di secondo grado, di scoprire in cosa consistano le attività del geologo.*

<https://www.openstarts.units.it/handle/10077/13948>