

**Università di Trieste**

**Corso di Laurea in Geologia  
A.A. 2023/2024**

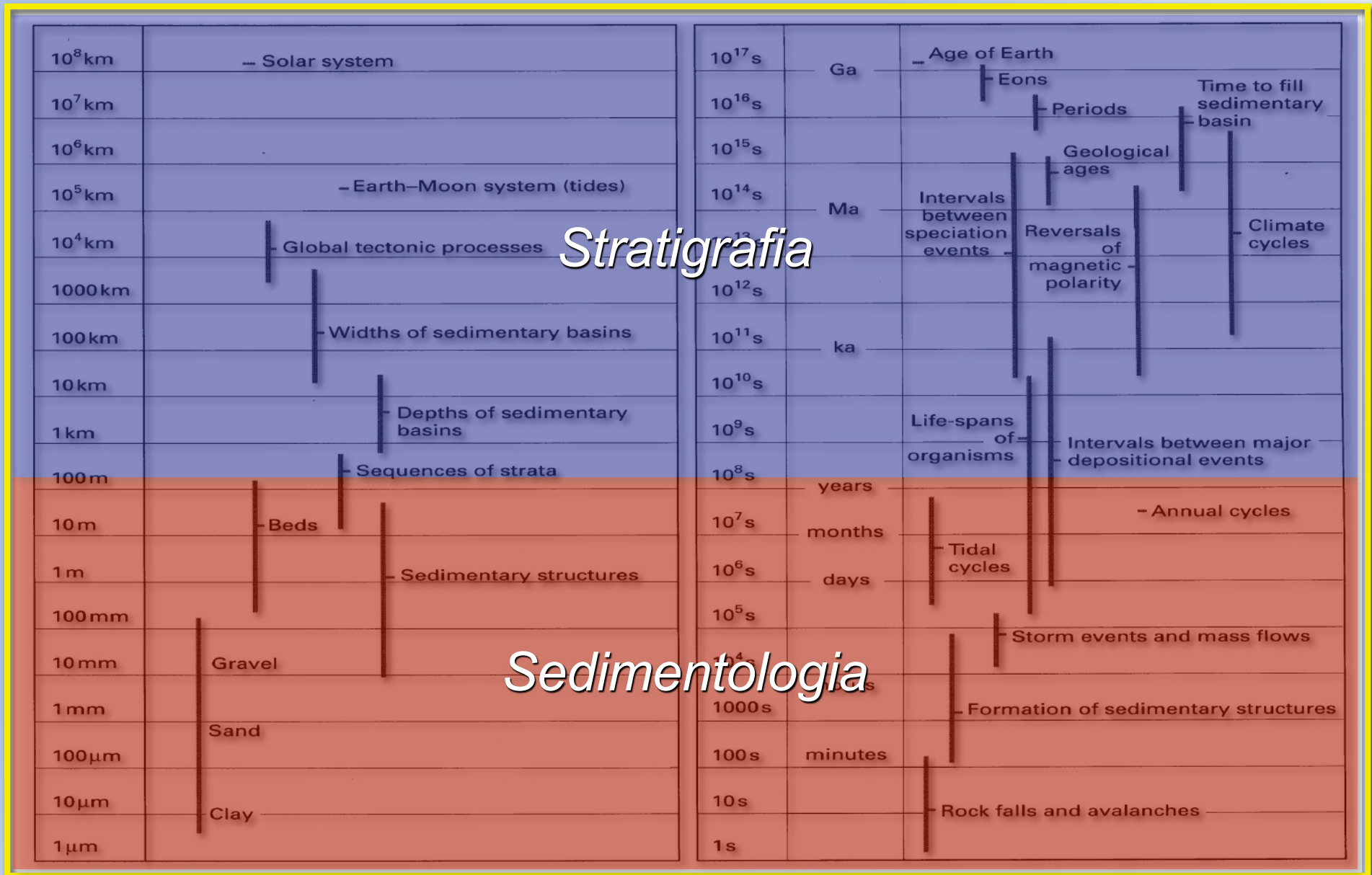
# **Geologia stratigrafica e sedimentologia**

**Prof. Giorgio Fontolan**

**Prof. Carlo Corradini**

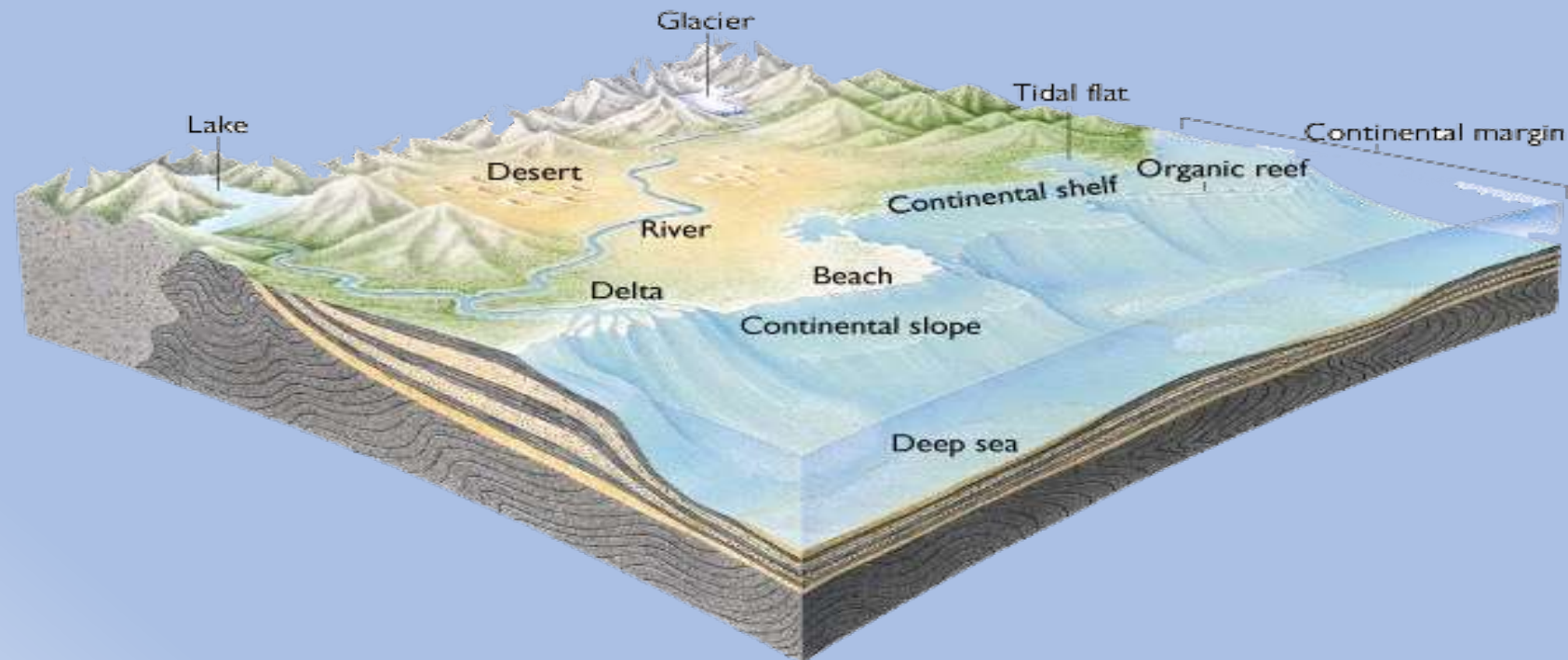
**Prof. Marco Franceschi**

- ***Sedimentologia*** = studio dei processi di formazione, trasporto e deposizione del materiale che si accumula come sedimento in ambienti continentali o marini ed eventualmente andrà a formare rocce sedimentarie.
- ***Stratigrafia*** = studio delle rocce al fine di determinare l'ordine e la successione degli eventi che si sono succeduti nella storia della Terra.



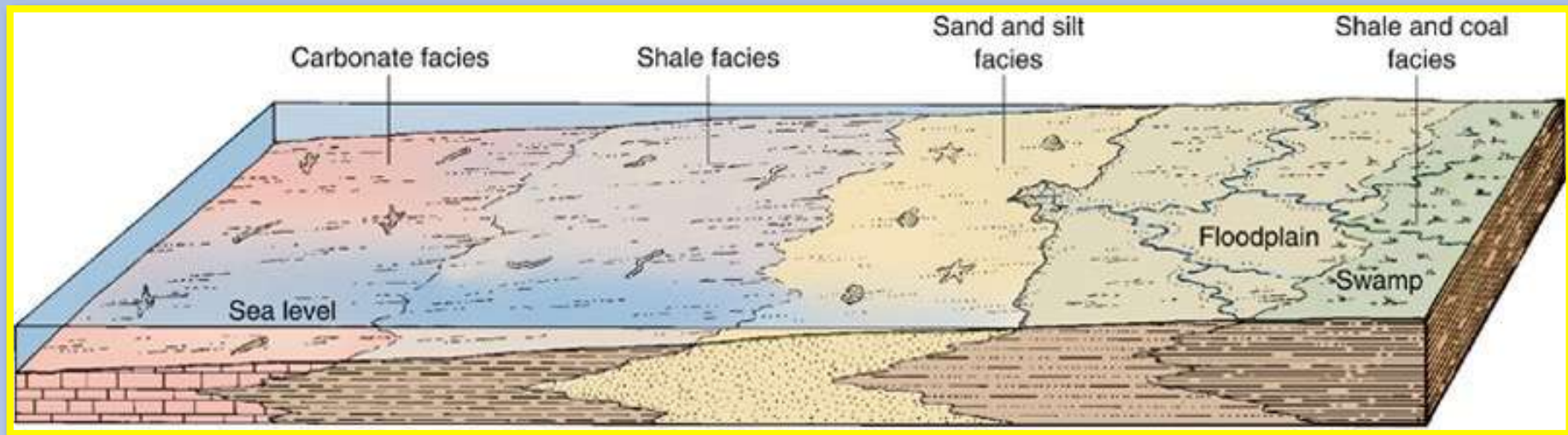
## Scale spaziali e Temporali

- La **sedimentologia** si occupa principalmente di facies e ambienti deposizionali (come si sono formati i sedimenti/rocce sedimentarie?)



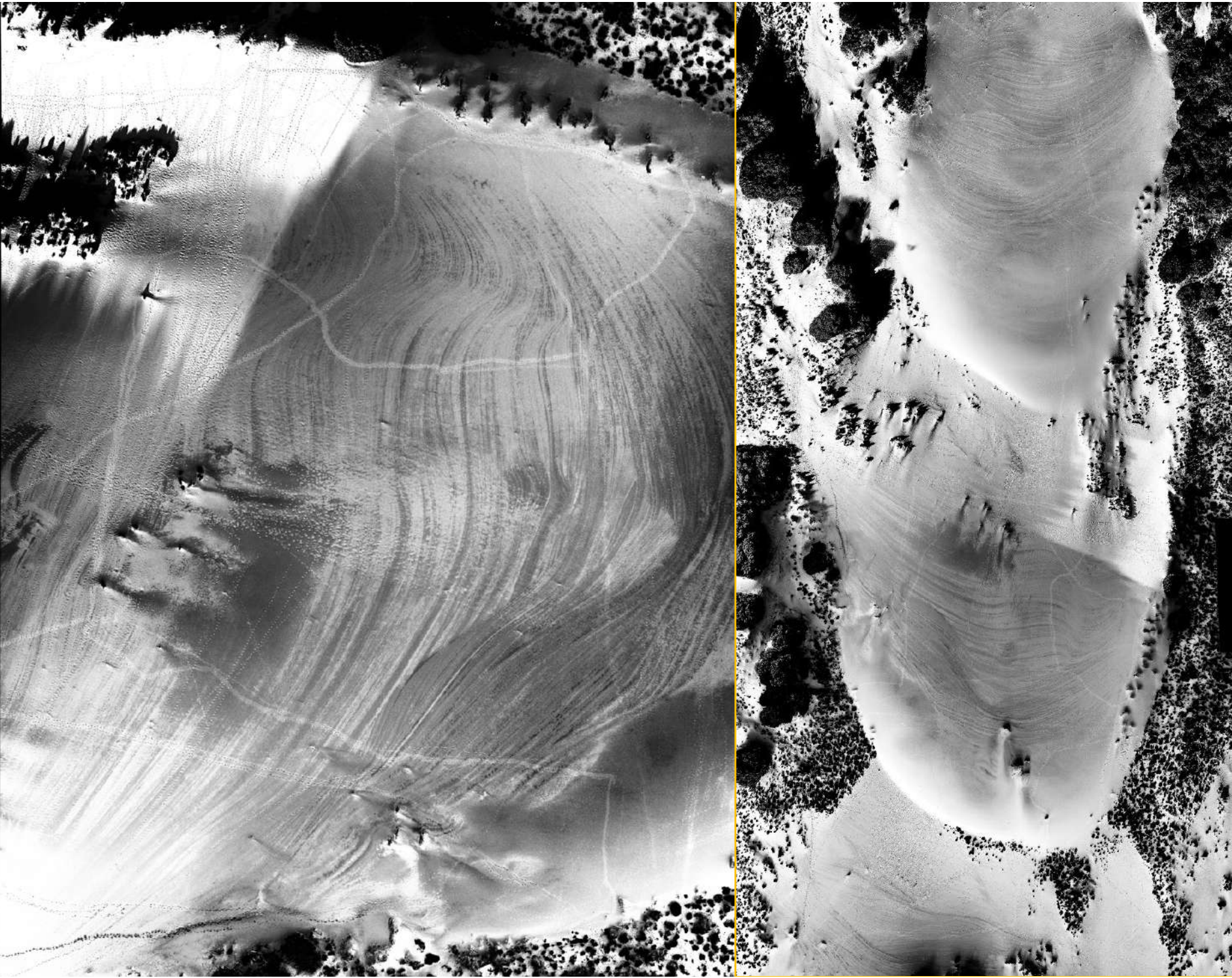
## Scale spaziali e Temporali

- La **sedimentologia** si occupa principalmente di facies ed ambienti deposizionali (come si sono formati i sedimenti/rocce sedimentarie?)

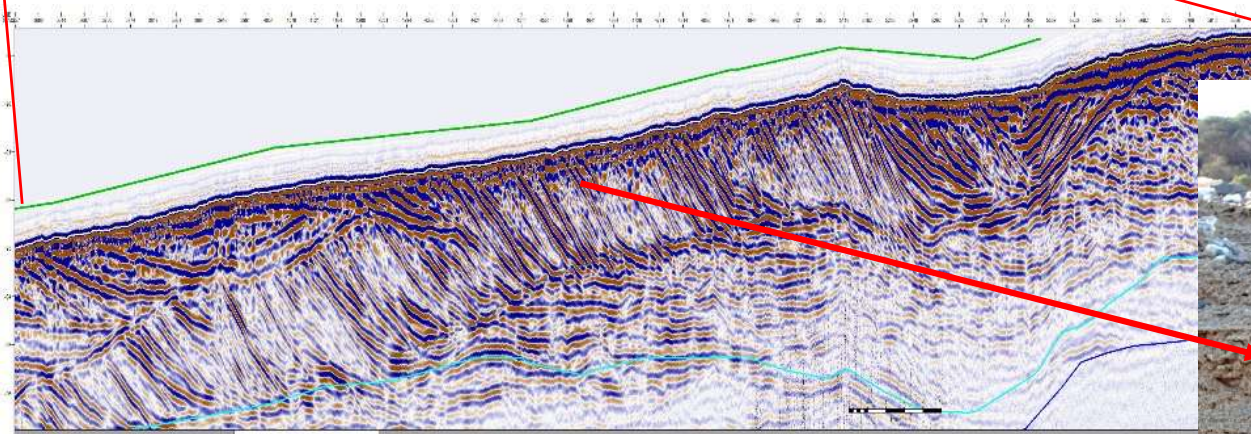
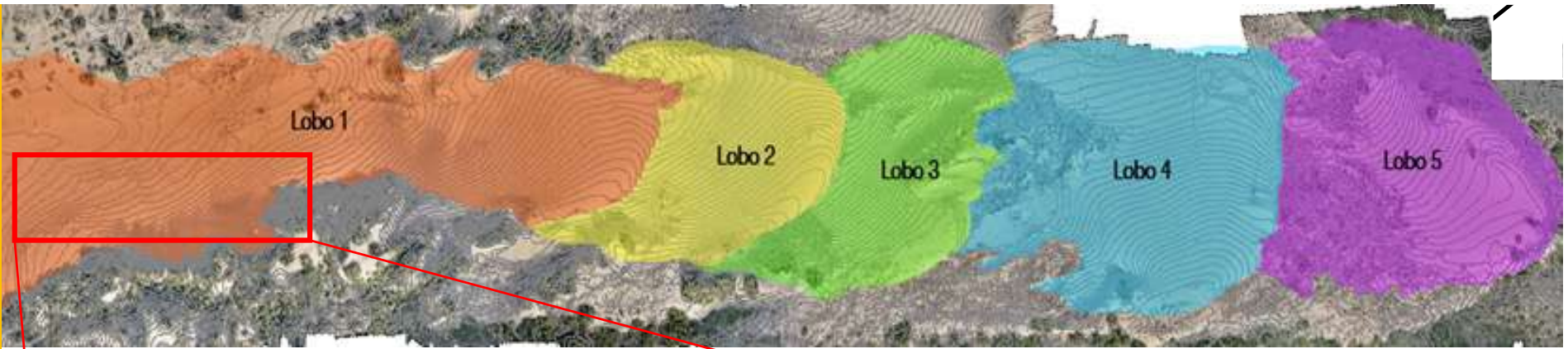




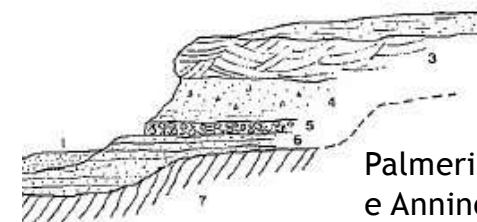
AEOLIAN TRANSGRESSIVE PROCESSES OF A PARABOLIC DUNE, PISCINAS





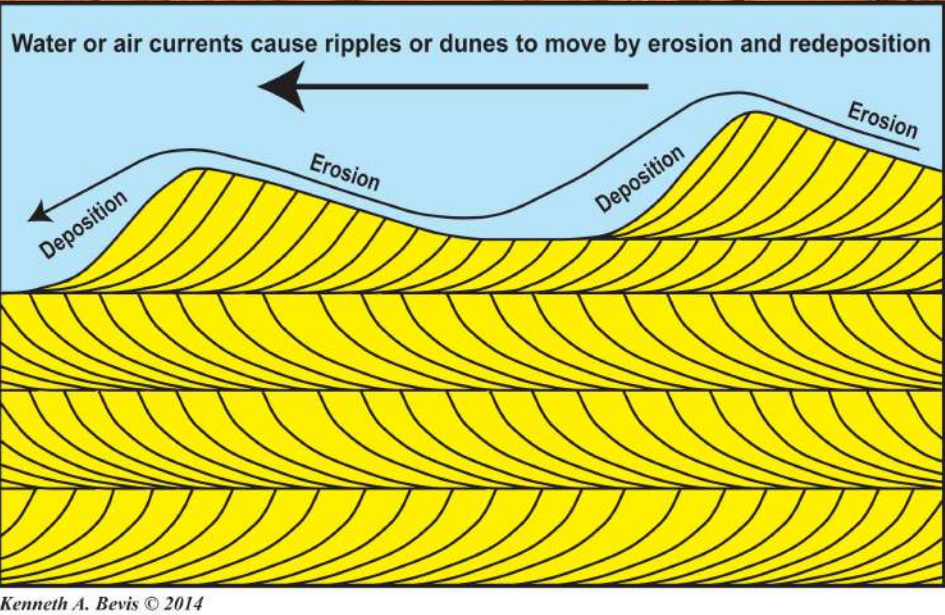
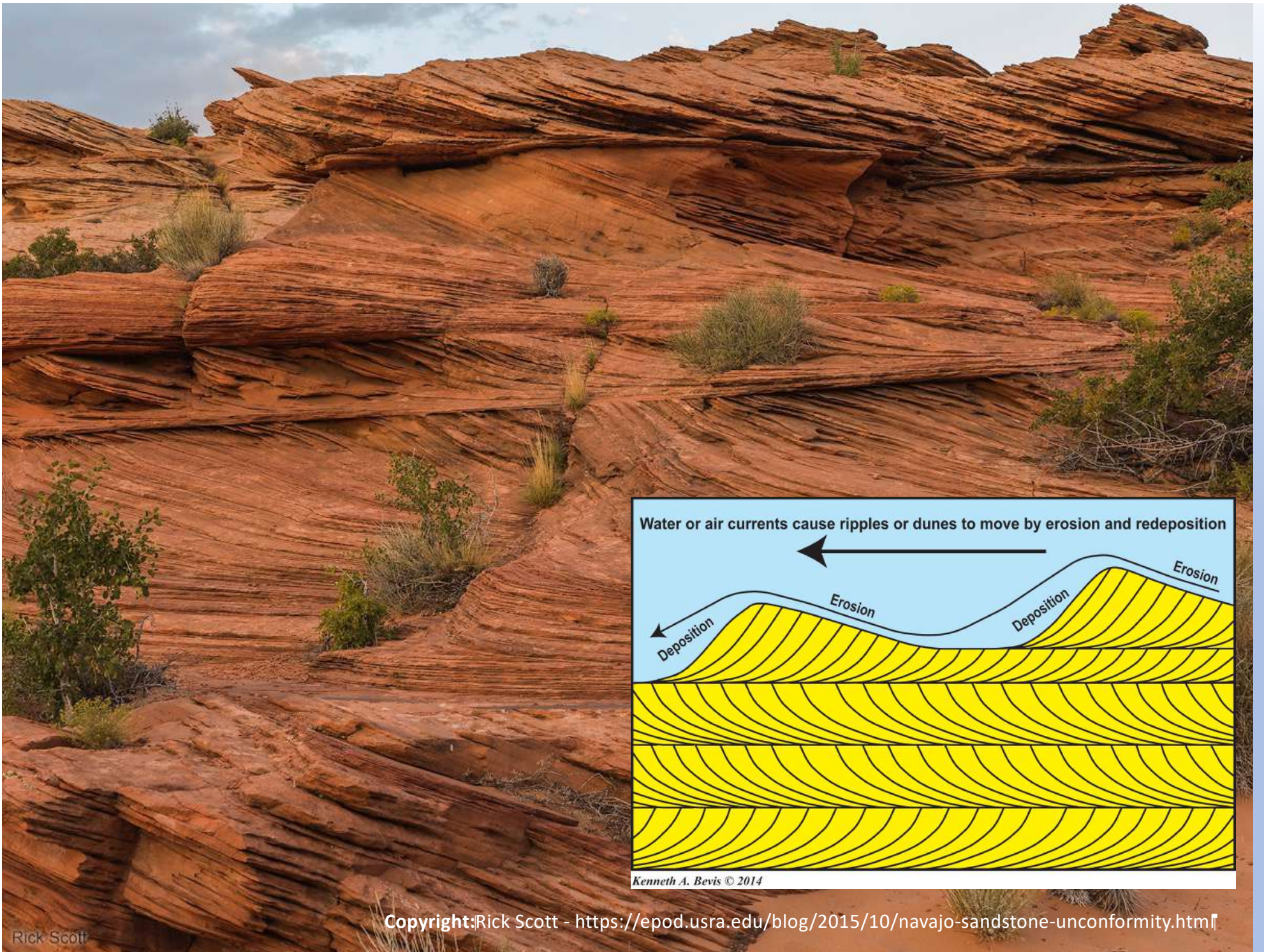


Esempio di stratificazione incrociata nella grande duna di Piscinas

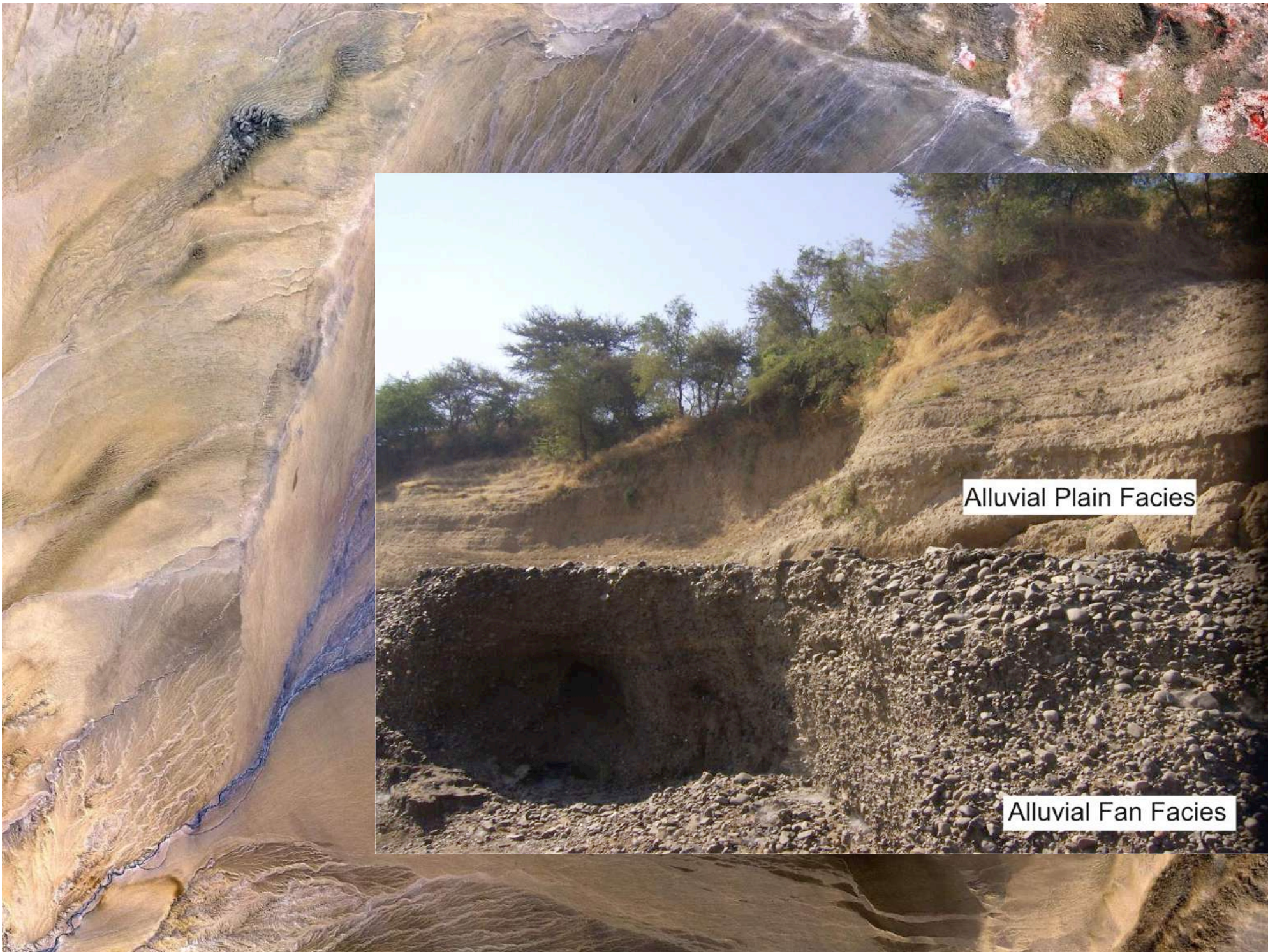


Palmerini e Ulzega (1969)  
e Annino et al. (2000)





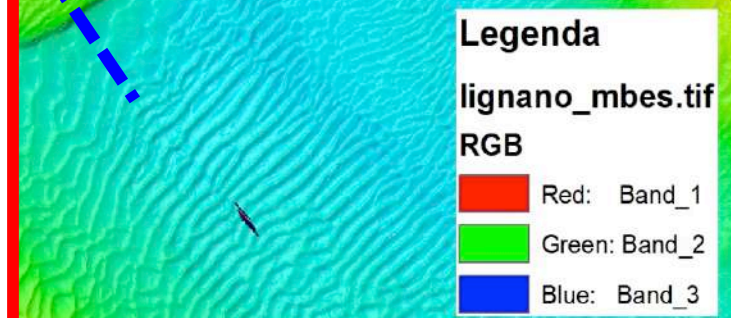
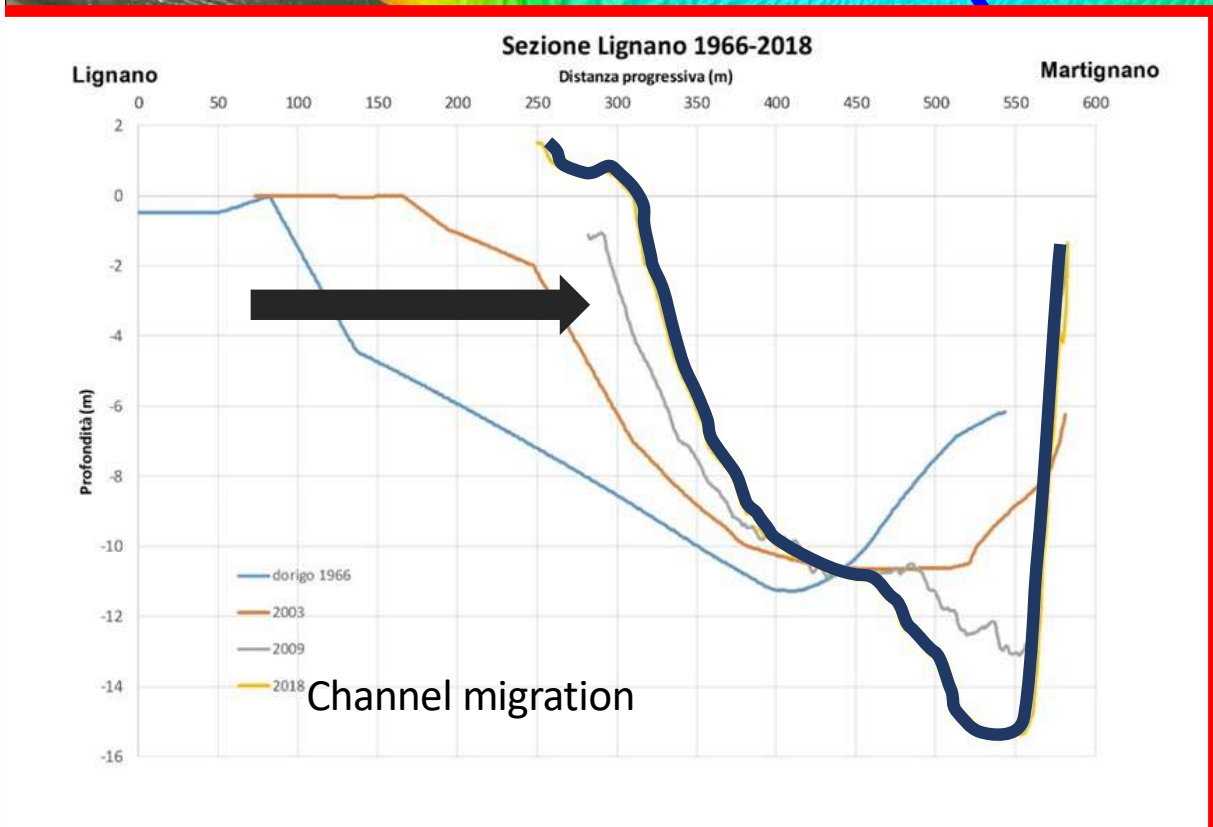
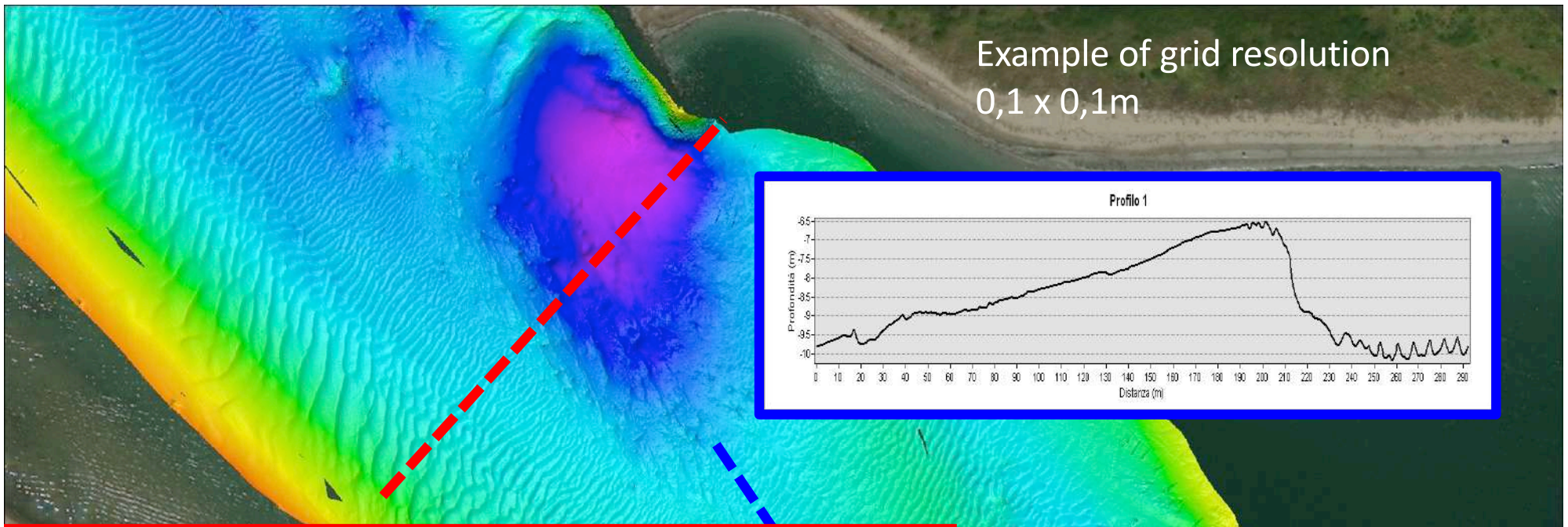




Alluvial Plain Facies

Alluvial Fan Facies



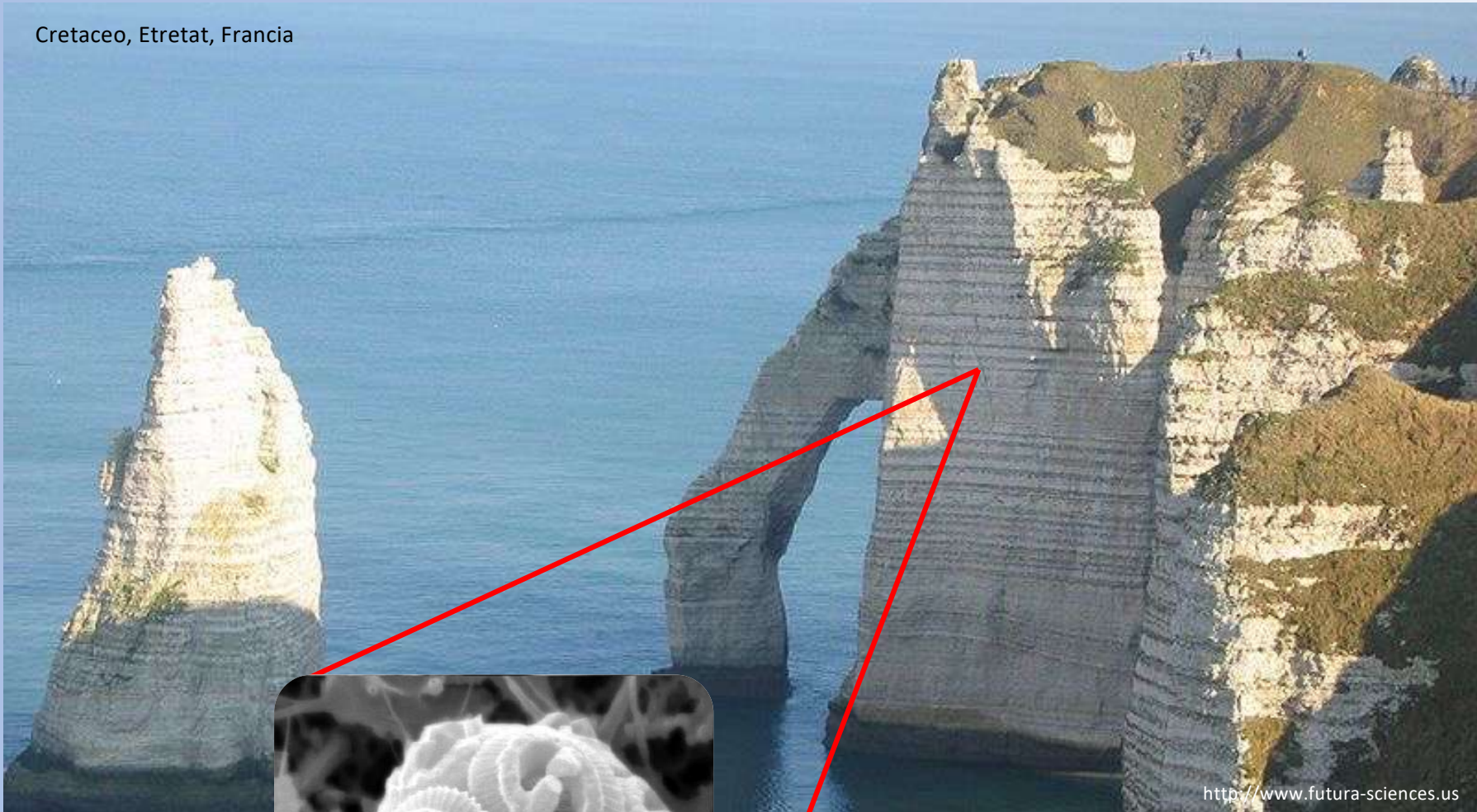






- Esempi di sedimenti carbonatici di acqua bassa attuali e fossili

Cretaceo, Etretat, Francia



<http://www.futura-sciences.us>



- Sedimenti carbonatici di acque profonde



## Scale spaziali e Temporali

- La **stratigrafia** si occupa degli strati a scala maggiore e di ricostruire la storia della Terra (quando e dove i sedimenti/rocce sedimentarie si sono formati?)
- Scopo della stratigrafia è quello di ordinare nel tempo e nello spazio i diversi corpi rocciosi che costituiscono la porzione accessibile della crosta terrestre

**Pyto Lake**  
**Canada**



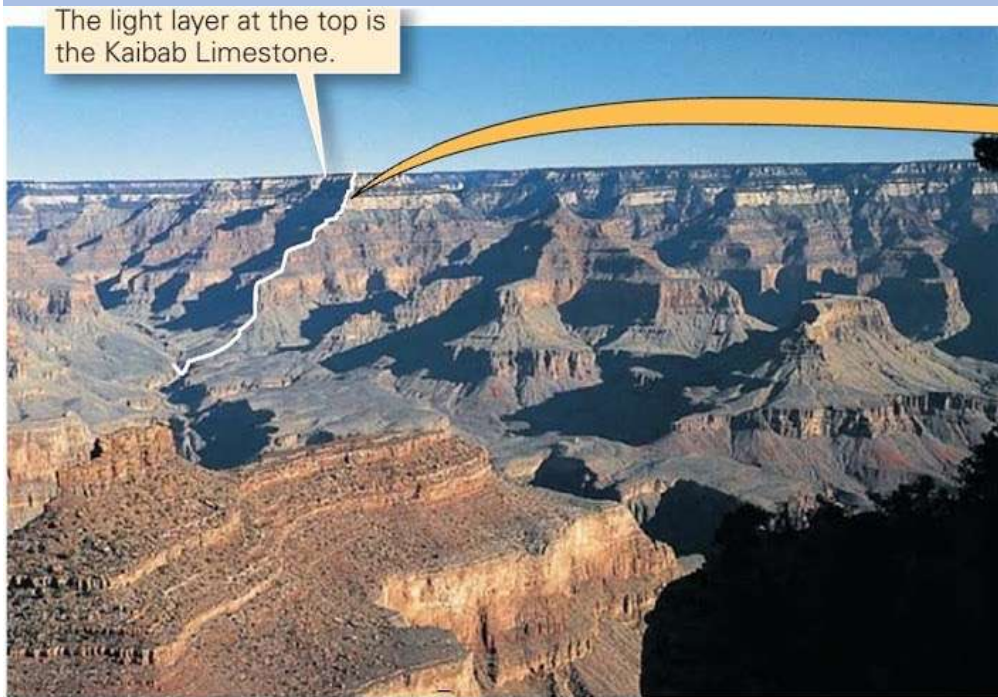


**Grand Canyon**  
**U.S.A.**

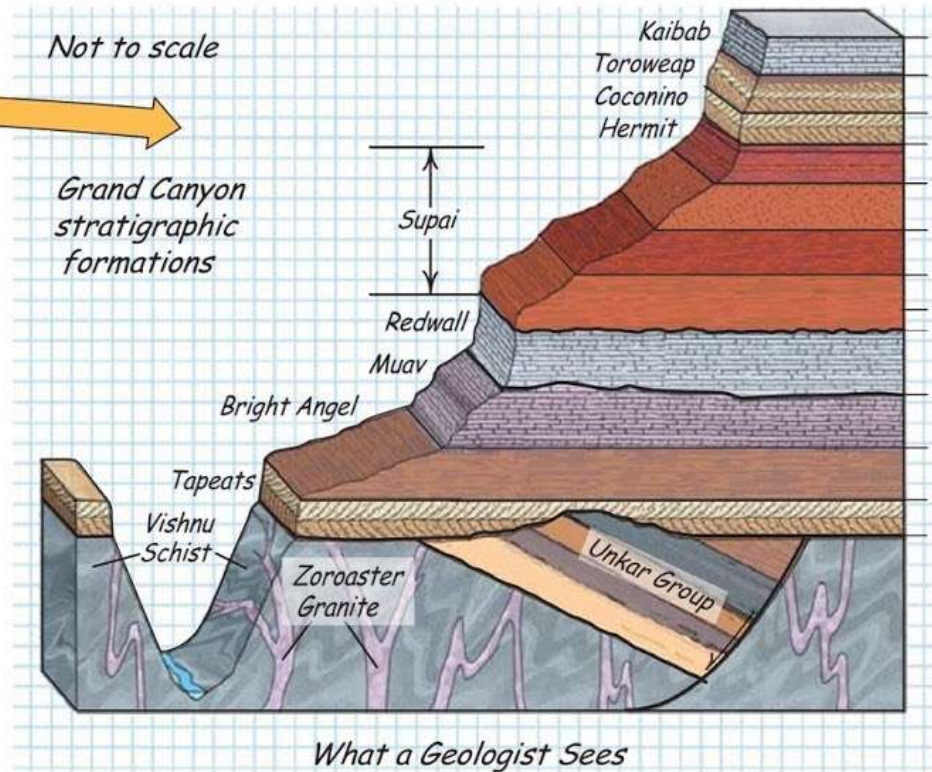




# Scale spaziali e Temporali

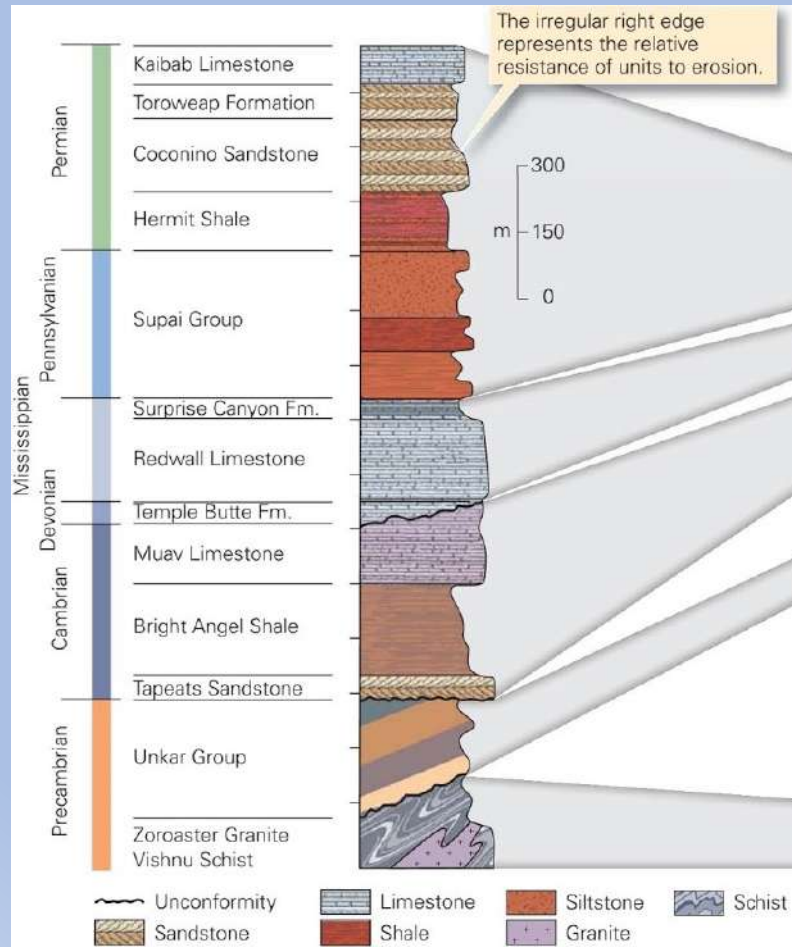


(a) The walls of the Grand Canyon expose several formations. The distant cliff face (highlighted with white lines) exposes several formations, indicated in the sketch on the right.



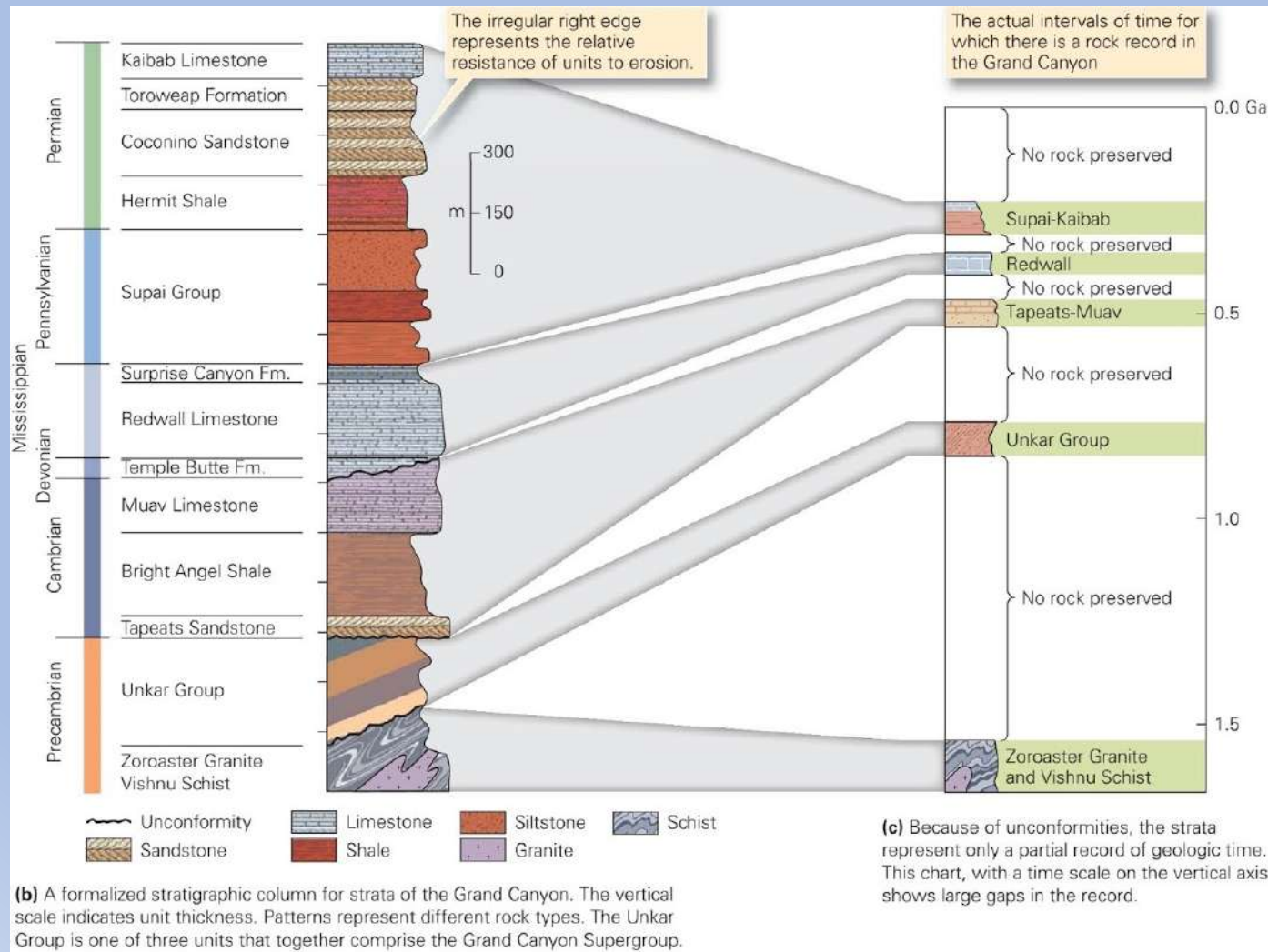


# Scale spaziali e Temporali



(b) A formalized stratigraphic column for strata of the Grand Canyon. The vertical scale indicates unit thickness. Patterns represent different rock types. The Unkar Group is one of three units that together comprise the Grand Canyon Supergroup.

# Scale spaziali e Temporali



**Il record stratigrafico è quasi sempre molto incompleto a causa del limitato potenziale di preservazione, che diminuisce con l'aumento delle scale temporali.**





## SCALA CRONOSTRATIGRAFICA INTERNAZIONALE

www.stratigraphy.org

Commissione Internazionale di Stratigrafia (ICS)

v 2022/02



Epocema / Eone Eratema / Era Sistema / Periodo	Serie / Epoca	Piano / Età	GSSP	Età numerica (Ma)		
Fanerozoico	Quaternario	Olocene		presente		
			Meghaliano	0,0042		
			Nordgrigiano	0,0002		
			Groenlandiano	0,0117		
			Superiore	0,129		
			Chibaniano	0,774		
		Pleistocene		Calabrianiano	1,80	
				Gelasiano	2,58	
				Zancleano	3,600	
				Messiniano	5,333	
	Pliocene		Tortoniano	7,246		
			Serravalliano	11,63		
			Langhiano	13,82		
	Neogene	Miocene	Burdigaliano	15,97		
				Burdigaliano	20,44	
				Aquitano	23,03	
		Oligocene		Cattiano	27,82	
				Rupeliano	33,9	
			Eocene		Priaboniano	37,71
					Bartoniano	41,2
					Luteziano	47,8
			Paleocene		Ypresiano	56,0
					Thanetiano	59,2
		Selandiano		61,6		
		Daniano		66,0		
		Maastrichtiano		72,1 ± 0,2		
		Campaniano		83,6 ± 0,2		
	Paleogene	Superiore	Santoniano	86,3 ± 0,5		
Coniaciano			89,8 ± 0,3			
Turoniano			93,9			
Cenomaniano			100,5			
Inferiore			Albiano	~ 113,0		
			Aptiano	~ 121,4		
			Barremiano	~ 129,4		
			Hauteriviano	~ 132,6		
			Valanginiano	~ 139,8		
			Berriasiano	~ 145,0		

Epocema / Eone Eratema / Era Sistema / Periodo	Serie / Epoca	Piano / Età	GSSP	Età numerica (Ma)	
Fanerozoico	Giurassico	Titoniano		152,1 ± 0,9	
			Kimmeridgiano	157,3 ± 1,0	
		Superiore		Oxfordiano	163,5 ± 1,0
				Calloviano	166,1 ± 1,2
				Bathoniano	168,3 ± 1,3
				Bajociano	170,3 ± 1,4
		Medio		Aaleniano	174,1 ± 1,0
				Toarciano	182,7 ± 0,7
				Pliensbachiano	190,8 ± 1,0
		Inferiore		Sinemuriano	199,3 ± 0,3
			Hettangiano	201,3 ± 0,2	
			Retico	~ 208,5	
	Triassico		Superiore	Norico	~ 227
				Carnico	~ 237
			Medio	Ladinico	~ 242
	Inferiore		Anisico	247,2	
			Olenekiano	251,2	
	Mesozoico	Permiano	Induano	251,902 ± 0,024	
				Changhsingiano	254,14 ± 0,07
				Wuchiapingiano	259,51 ± 0,21
				Lopingiano	259,51 ± 0,21
		Cisuraliano		Capitaniano	264,28 ± 0,16
				Wordiano	266,9 ± 0,4
				Roadiano	273,01 ± 0,14
				Kunguriano	283,5 ± 0,6
				Artinskiano	290,1 ± 0,26
				Sakmariano	293,52 ± 0,17
	Paleozoico	Carbonifero	Asseliano	298,9 ± 0,15	
			Gzheliano	303,7 ± 0,1	
			Kasimoviano	307,0 ± 0,1	
			Moscoviano	315,2 ± 0,2	
Pennsylvaniano			Bashkiriano	323,2 ± 0,4	
			Serpukhoviano	330,9 ± 0,2	
			Viseano	346,7 ± 0,4	
			Toumaisiano	358,9 ± 0,4	

Epocema / Eone Eratema / Era Sistema / Periodo	Serie / Epoca	Piano / Età	GSSP	Età numerica (Ma)	
Fanerozoico	Devoniano	Famenniano		372,2 ± 1,6	
			Frasniano	382,7 ± 1,6	
		Medio		Givetiano	387,7 ± 0,8
				Eifeliano	393,3 ± 1,2
				Emsiano	407,6 ± 2,6
		Inferiore		Pragian	410,8 ± 2,8
				Lochkoviano	419,2 ± 3,2
				Pridoli	423,0 ± 2,3
				Ludlow	425,6 ± 0,9
		Siluriano	Wenlock	Gorstiano	427,4 ± 0,5
	Homeriano			430,5 ± 0,7	
	Sheinwoodiano			433,4 ± 0,8	
	Llandoveryano			Telychiano	438,5 ± 1,1
				Aeroniano	440,8 ± 1,2
				Rhuddanian	443,8 ± 1,5
	Paleozoico	Ordoviciano	Himantiano	445,2 ± 1,4	
				Katiano	453,0 ± 0,7
				Sandbian	458,4 ± 0,9
				Darriwiliano	467,3 ± 1,1
		Medio		Dapingiano	470,0 ± 1,4
				Floiano	477,7 ± 1,4
		Cambriano		Tremadociano	485,4 ± 1,9
				Piano 10	~ 489,5
				Jiangshaniano	~ 494
				Paibiano	~ 497
			Guzhangiano	~ 500,5	
			Drumiano	~ 504,5	
	Paleozoico	Miaolingiano		Wuliuano	~ 509
			Piano 4	~ 514	
			Piano 3	~ 521	
Serie 2			Piano 2	~ 529	
			Piano 1	~ 538,8 ± 0,2	
			Fortuniano	~ 538,8 ± 0,2	

Epocema / Eone Eratema / Era Sistema / Periodo	Serie / Epoca	Piano / Età	GSSP	Età numerica (Ma)
Proterozoico	Neoproterozoico	Ediacarano		~ 635
			Criogeniano	~ 720
			Toniano	1000
			Steniano	1200
	Mesoproterozoico		Ectasian	1400
			Calymmiano	1600
			Statheriano	1800
			Orosiriano	2050
	Paleoproterozoico		Riaciano	2300
			Sideriano	2500
			Neoarcheano	2800
			Mesoarcheano	3200
			Paleoarcheano	3600
			Eoarcheano	4000
Adeano				~ 4600

Le unità stratigrafiche del Fanerozoico e dell'Ediacarano, sono state o sono in procinto di essere definite da GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) tramite il loro limite inferiore. Le unità con età > 1000 Ma, ovvero quelle dell'Archeano e del Proterozoico, sono al momento definite da GSSA (Global Stratigraphic Standard Ages). I nomi in corsivo identificano le unità informali, mentre le non ancora definite sono indicate con il nome generico del proprio rango. Schemi aggiornati e informazioni dettagliate sui GSSP ratificati sono disponibili sul sito web <http://www.stratigraphy.org>. Le datazioni numeriche sono oggetto di revisione e, a differenza dei GSSP, non definiscono unità nel Fanerozoico e nell'Ediacarano. Per le unità del Fanerozoico non definite da GSSP o senza un'età precisa, viene indicata un'età numerica approssimata (~). Le età numeriche per tutti i sistemi eccetto che per il Quaternario, il Paleogene superiore, il Cretaceo, il Triassico, il Permiano, il Cambriano e il Precambriano sono prese da "A Geologic Time Scale 2012" di Gradstein et al. (2012), quelle per il Quaternario, il Paleogene superiore, il Cretaceo, il Triassico, il Permiano, il Cambriano e il Precambriano sono state fornite dalle relative sottocommissioni della ICS.

I colori seguono le indicazioni della Commission for the Geological Map of the World ([www.ccgmg.org](http://www.ccgmg.org))

Carta redatta da K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, N. Car (c) International Commission on Stratigraphy, Febbraio 2022

Da citare: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013, aggiornato) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 198-204

Traduzione a cura della Commissione Italiana di Stratigrafia

# Programma del corso

## Modulo **SEDIMENTOLOGIA** (4 CFU – docente **Giorgio Fontolan**)

- *Proprietà tessiturali dei sedimenti.*

Introduzione. Granulometria, classificazioni, forma (rotondità, sfericità), porosità, permeabilità  
Esercitazione su dati granulometrici.

- *Meccanica dei fluidi: erosione, trasporto e deposizione dei sedimenti*

Flussi unidirezionali, flussi gravitativi, modalità di trasporto

- *Strutture sedimentarie*

Bedforms e stratificazione da flussi unidirezionali e da flussi oscillatori

Altre tipologie di strutture sedimentarie (chimiche, deformative, da carico)

- *Ambienti sedimentari*

Esempi di ambienti sedimentari continentali (fluviale, glaciale, eolico, lacustre) e marini (costiero e profondo), con relative facies e palinsesti deposizionali

**METODI DIDATTICI:** Lezioni frontali ed esercitazioni; escursioni



# Programma del corso

Modulo **SEDIMENTOLOGIA DEI CARBONATI (1 CFU – docente Marco Franceschi)**

- *Introduzione al riconoscimento e studio dei sedimenti carbonatici.*

Principali tipi di rocce carbonatiche e ambienti in cui esse si formano. Principi di classificazione. Come si osservano le rocce carbonatiche. Carbonati nel tempo geologico.

**METODI DIDATTICI:** Lezioni frontali ed esercitazioni; escursioni

# Programma del corso

## Modulo **GEOLOGIA STRATIGRAFICA (4 CFU – docente Carlo Corradini)**

### *Introduzione alla stratigrafia*

Cenni storici. Definizioni. I principi di Stenone. Discontinuità. Concetto di successione faunistica. Datazioni relative e la costruzione della scala del tempo geologico. La “International Commission on Stratigraphy”: funzioni e metodi.

### *Principi di classificazione stratigrafica*

Il Codice Internazionale di Stratigrafia. Categorie stratigrafiche; procedure stratigrafiche; stratotipi. Unità litostratigrafiche. Unità biostratigrafiche. Unità cronostratigrafiche e geocronologiche. Metodi geocronologici e datazioni. Magnetostratigrafia. Stratigrafia isotopica.

### *Stratigrafia sequenziale (cenni).*

**METODI DIDATTICI:** Lezioni frontali ed esercitazioni; escursioni



## Programma delle escursioni

Calendario previsto  
(nelle giornate di giovedì o venerdì)

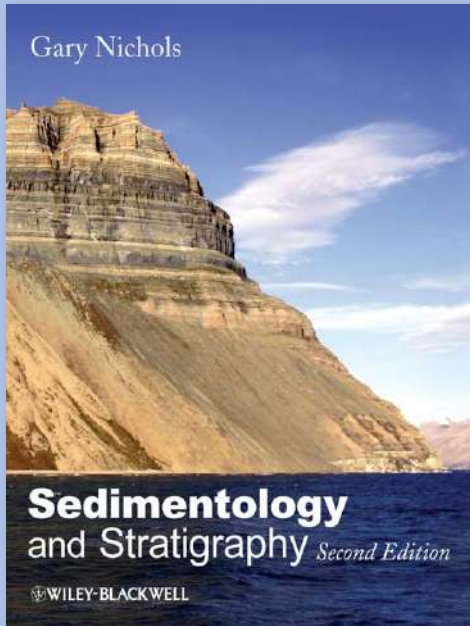
- *Wartsila - Val Rosandra* (20 ottobre)
- *Vallevecchia* (26 ottobre)
- *Prosecco* (9 novembre)
- *M. Matajur* (24 novembre)
- *Gemona - Ospedaletto* (30 novembre)

**N.B. Le date potrebbero subire modifiche a seconda delle condizioni meteorologiche.**

Saranno fornite indicazioni specifiche e dettagli organizzativi nelle giornate antecedenti all'uscita



## Testi consigliati



Nichols G., 1999. Sedimentology and Stratigraphy. Blackwell, Oxford, 355 pp. ISBN 0-632-03578-1

Wezel C.F., 2004. Compulsare gli archivi storici della Terra. Una introduzione alla stratigrafia come scienza integrata. Boringhieri, 237 pp. ISBN 8833957357



Murphy M.A. & Salvador A., 1999. International Stratigraphic Guide - An abridged version. *Episodes*, 22: 255-272.



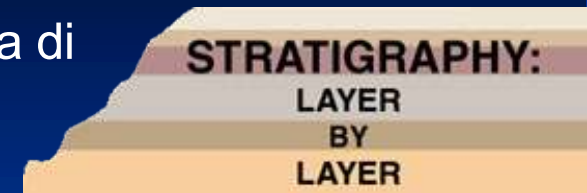
**ICS timescale**  
App per Android

**APPUNTI, DISPENSE** (su alcuni argomenti), **PowerPoint** delle lezioni



- Che cosa è la **Geologia Stratigrafica**?

E' quella sub-disciplina delle Scienze della terra che si occupa di descrivere, catalogare ed interpretare tutti i corpi geologici di natura sedimentaria (e non solo...).



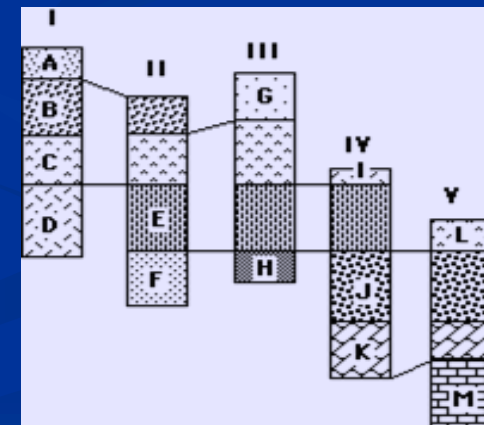
- Come si descrivono e catalogano i **Corpi Sedimentari**?

Sulla base dei caratteri fisici delle rocce, osservandone la litologia, la loro organizzazione fisica (strati), il loro spessore, il loro contenuto in fossili, ecc..



- Come si interpretano i **Corpi Sedimentari**?

L'insieme dei caratteri osservati in affioramento, o dedotti da specifiche analisi di laboratorio, permettono di attribuire loro un significato paleo-ambientale, riferendoli ad un determinato contesto geologico dinamico (subsidenza, variazioni del livello del mare, quantità di sedimenti, clima, ...)



# PRINCIPI BASE DELLA STRATIGRAFIA

## 1) Principio dell'Attualismo

I processi che si attuano oggi sono le chiavi per l'interpretazione dei processi che sono avvenuti nel passato.

## 2) Principio di Sovrapposizione Stratigrafica

In una successione stratigrafica i livelli più alti sono via via più recenti di quelli più bassi.

## 3) Principio di Continuità

Ogni singolo corpo sedimentario o strato continuo lateralmente è coevo (ha la stessa età) in ogni suo punto.

## 4) Principio di Identità Paleontologica

Un insieme di strati caratterizzati dagli stessi fossili ha la stessa età, indipendentemente dalla litologia.



## 1) Principio dell'Attualismo

I processi che si attuano oggi sono le chiavi per l'interpretazione dei processi che sono avvenuti nel passato.



## 1) Principio dell'Attualismo

I processi che si attuano oggi sono le chiavi per l'interpretazione dei processi che sono avvenuti nel passato.

Sistema Fluviale a Canali Intrecciati (*Braided*) attuale



Sistema analogo del passato (fossile)

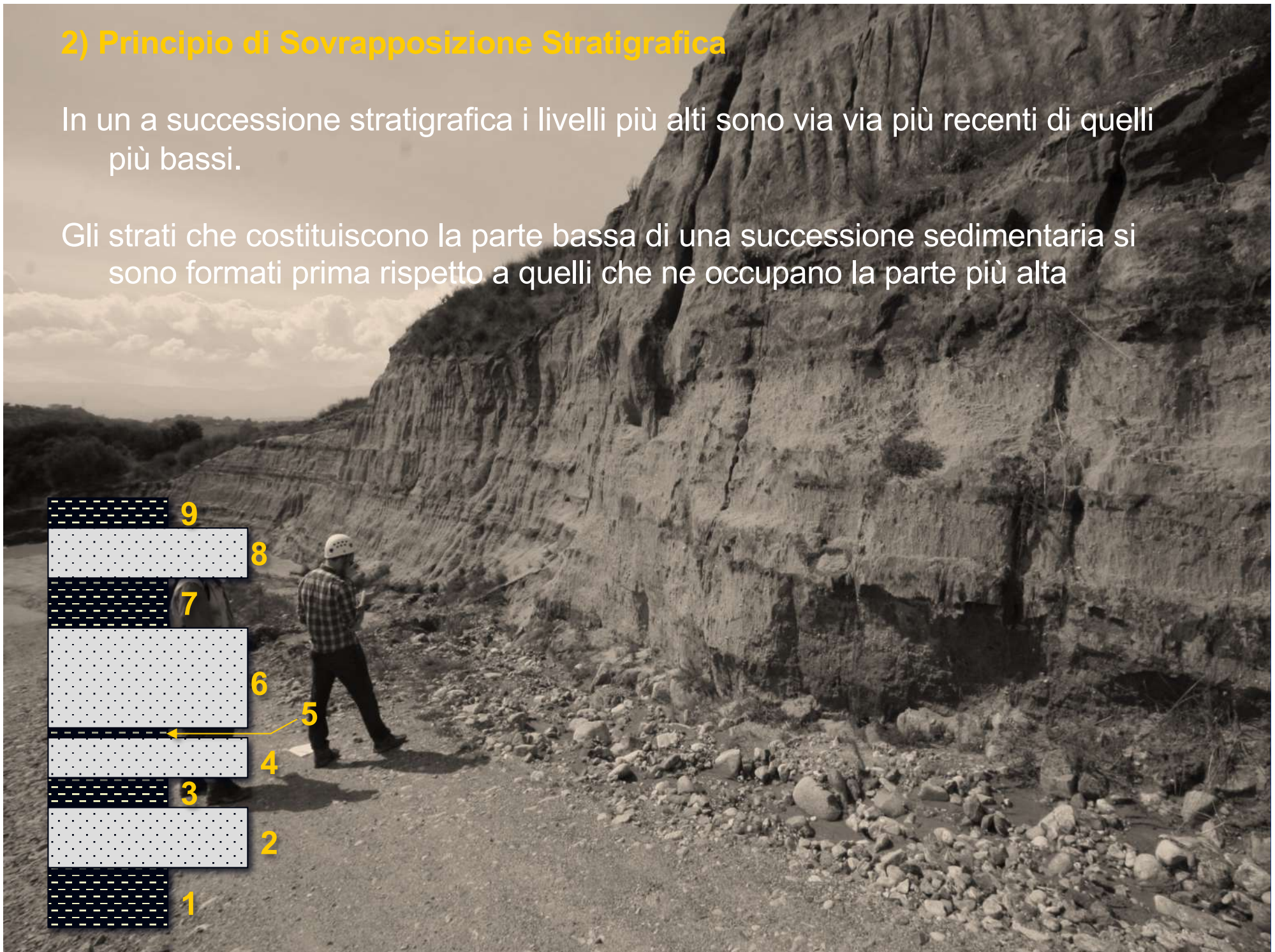




## 2) Principio di Sovrapposizione Stratigrafica

In una successione stratigrafica i livelli più alti sono via via più recenti di quelli più bassi.

Gli strati che costituiscono la parte bassa di una successione sedimentaria si sono formati prima rispetto a quelli che ne occupano la parte più alta



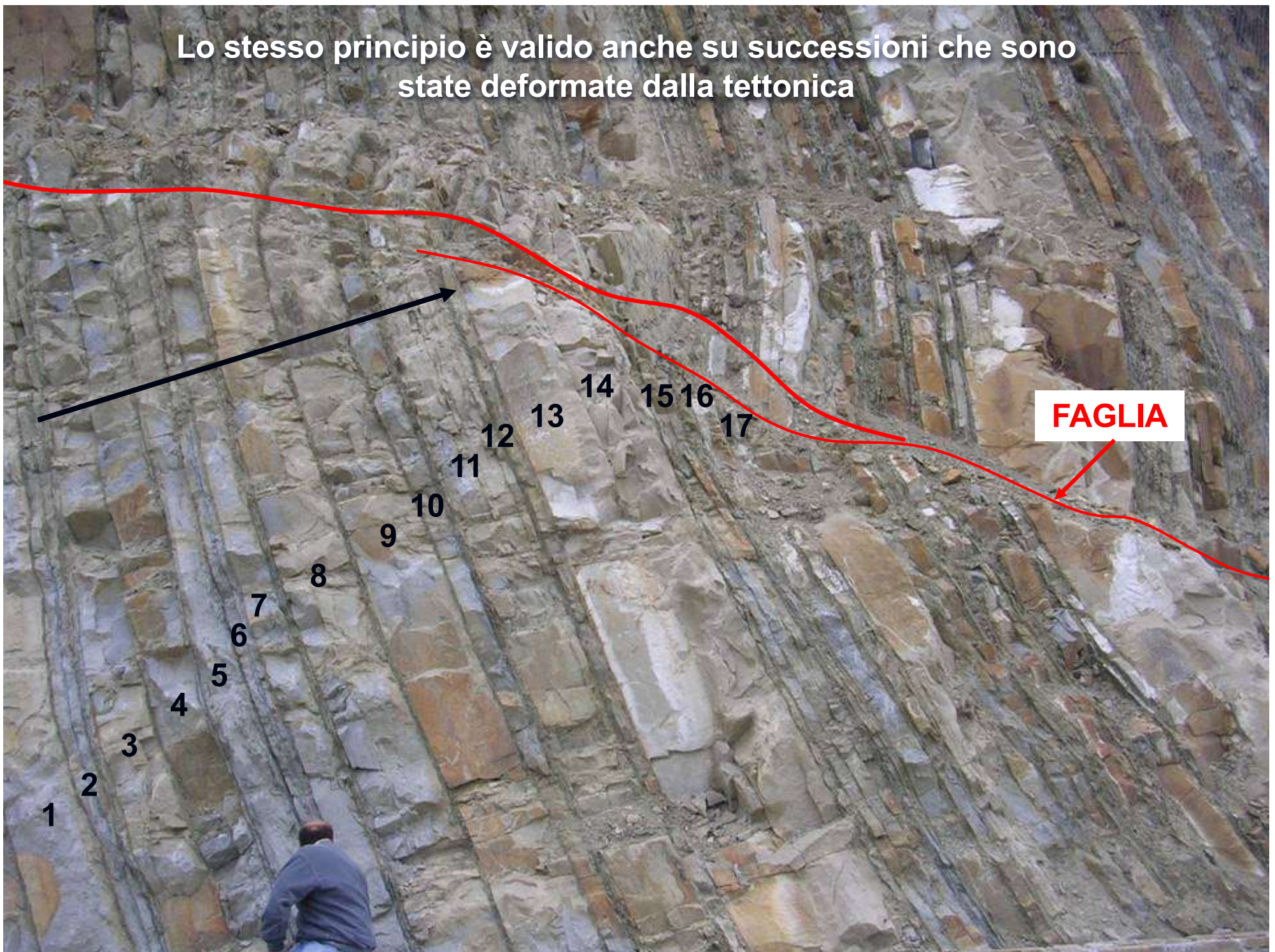


Lo stesso principio è valido anche su successioni che sono state deformate dalla tettonica





Lo stesso principio è valido anche su successioni che sono state deformate dalla tettonica



**FAGLIA**



### 3) Principio di Continuità

Ogni singolo corpo sedimentario o strato è continuo lateralmente ed è coevo (ha la stessa età) in ogni suo punto.



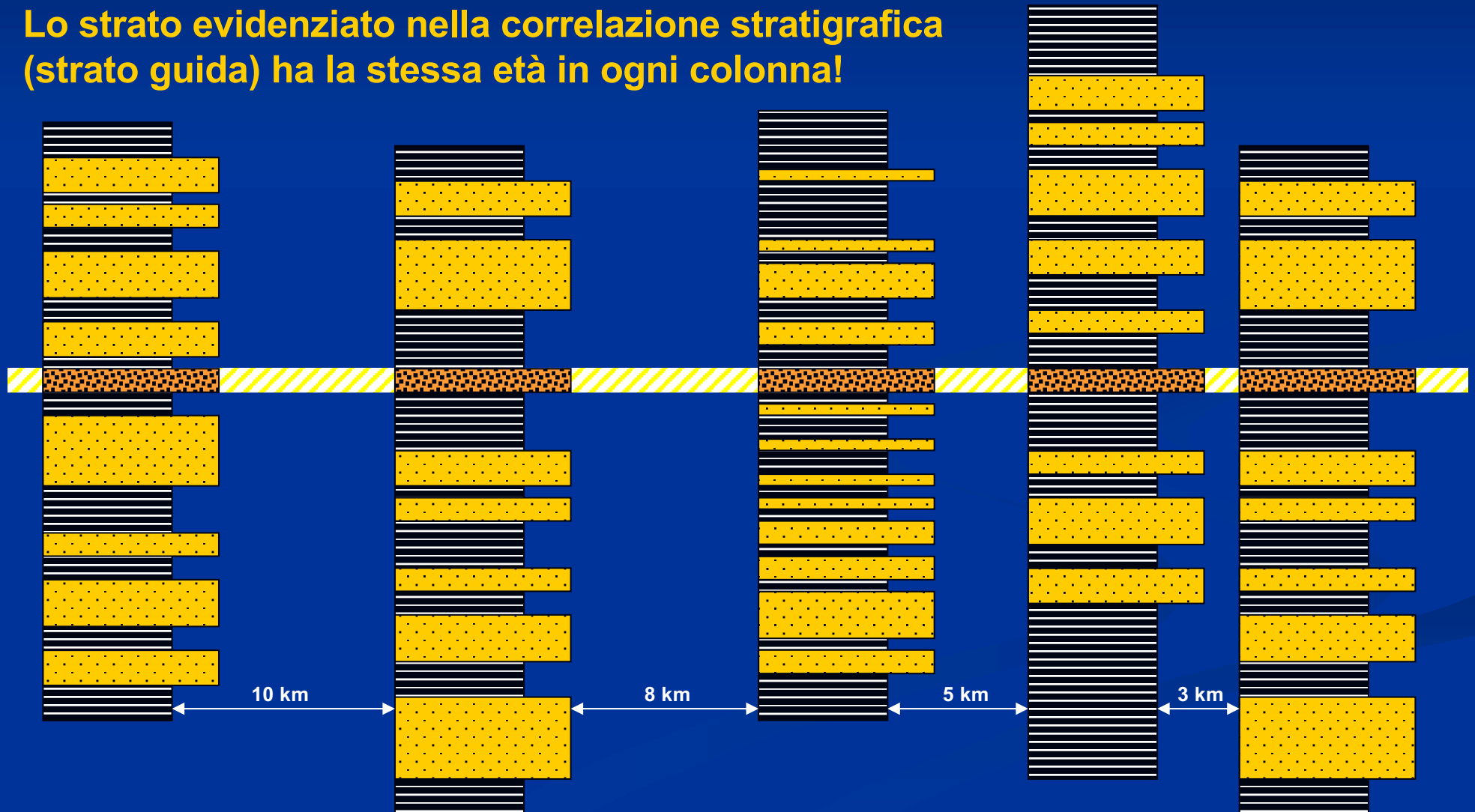
**Ogni punto indicato dalle frecce all'interno del medesimo strato ha la stessa età, si è formato cioè nello stesso istante geologico!**



### 3) Principio di Continuità

Questo principio è molto utile soprattutto quando si devono correlare successioni stratigrafiche anche molto distanti tra di esse.

**Lo strato evidenziato nella correlazione stratigrafica (strato guida) ha la stessa età in ogni colonna!**



### 3) Principio di Continuità

Questo principio è molto utile soprattutto quando si devono correlare successioni stratigrafiche anche molto distanti tra di esse.

**L'esempio dello strato guida più studiato d'Italia: il LIVELLO BONARELLI**



“Ogni singolo corpo sedimentario o strato continuo lateralmente è coevo (ha la stessa età) in ogni suo punto.”



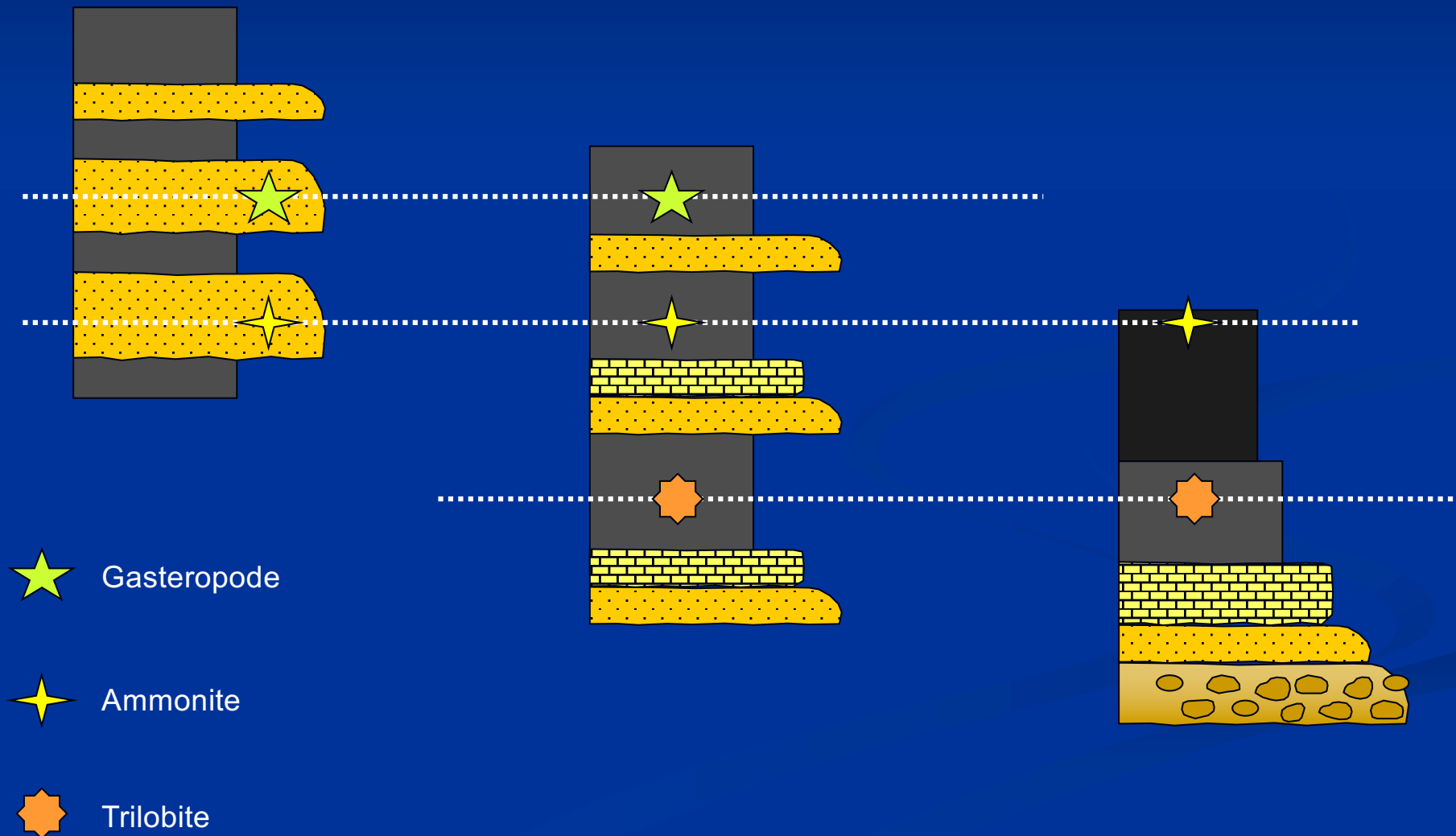
# L'esempio del LIVELLO BONARELLI in Basilicata (Campomaggiore)





## 4) Principio di Identità Paleontologica

Un insieme di strati caratterizzati dagli stessi fossili ha la stessa età, indipendentemente dalla litologia.





- Che cosa è la **Sedimentologia**?

E' quella sub-disciplina delle Scienze della Terra che si occupa di descrivere, catalogare ed interpretare tutti i *processi* che avvengono nell'Attuale e sono avvenuti nel passato, in base alla loro registrazione sedimentaria.

- In che termini?

Descrivendo le geometrie dei corpi sedimentari a grande, media e piccola scala, descrivendo le strutture sedimentarie e le associazioni di strutture, catalogando le facies sedimentarie e le loro associazioni, considerando il contenuto fossilifero dei sedimenti.

- A che cosa ci serve la **Sedimentologia**?

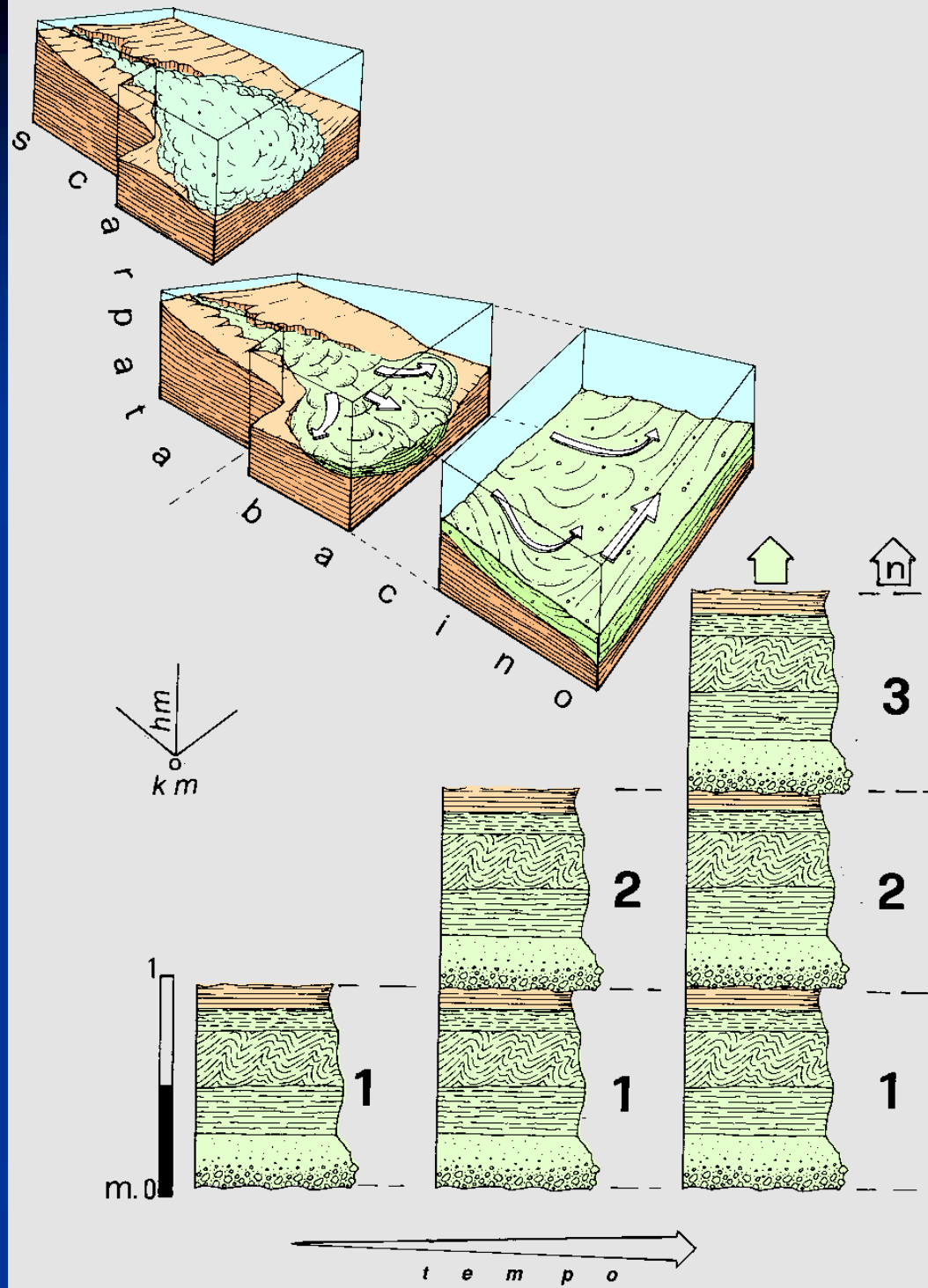
La descrizione dei caratteri sedimentologici di un corpo sedimentario ci serve a comprendere i **PROCESSI FISICI** che caratterizzano gli ambienti sedimentari (componenti, questi ultimi, dei *sistemi deposizionali*)



## Facciamo un esempio ...

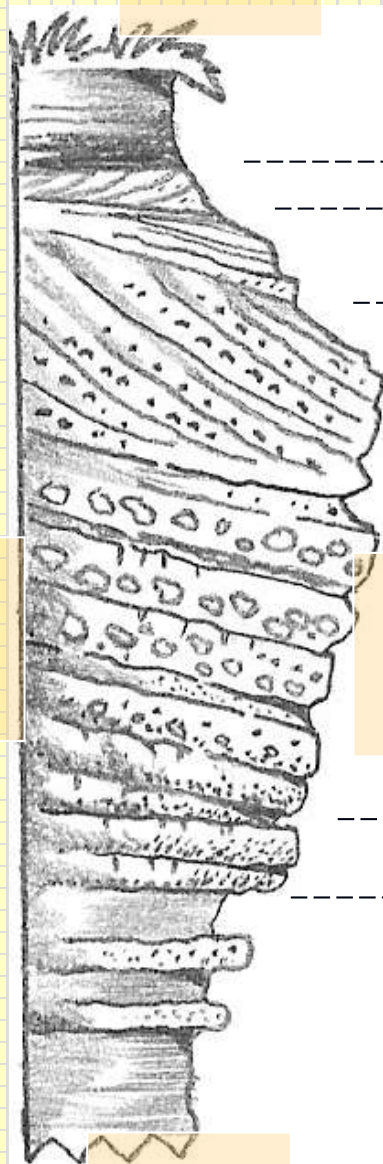
I tre passaggi fondamentali che devono esser fatti quando si effettua un'analisi sedimentologica sono:

- 1) L'osservazione delle rocce nel loro contesto geologico a diversa scala; questo dipende dalla scelta degli affioramenti più significativi e completi.
- 2) La loro descrizione in termini stratigrafici (*logging*), in differenti punti, in modo tale da avere un quadro stratigrafico il più completo possibile delle rocce che si intende studiare.
- 3) L'interpretazione; riferire cioè l'insieme dei dati stratigrafico-sedimentologici ad un 'contesto geologico' di origine (*sistema deposizionale*).





# Facciamo un altro esempio ...



## DESCRIZIONE DEI LITOTIPI

argille e silt ricchi di resti vegetali

sabbie fini a strat. incrociata

sabbie grossolane a strat. incrociata

ghiaie clinostratificate con resti di fossili

strati ghiaiosi foreset ricche di resti fossili

strati ghiaioso-sabbiosi bottomset

argille distali

## INTERPRETAZIONE

ambiente palustre

duneto eolico

Spiaggia (battigia)

Spiaggia di fronte  
deltizio (porzione  
sommersa)

Scarpata deltizia

pie' del delta (prodelta)

bacino



DESCRIZIONE DEI LITOTIPI	INTERPRETAZIONI
argille e silt ricchi di resti vegetali	E ambiente palustre duneto eolico
sabbie fini a strat. incrociata	C spiaggia (battigia)
sabbie grossolane a strat. incrociata	D spiaggia di fronte deltizio (porzione sommersa)
ghiaie clinostratificate con resti di fossili	E scarpata deltizia
strati ghiaiosi foreset ricche di resti fossili	F piede del delta (prodelta)
strati ghiaioso-sabbiosi	G bacino
bottomset argille distali	

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G

# FACIES

