

Stratigrafia

Stratigrafia

La Stratigrafia studia:

- riconoscimento dei corpi rocciosi
- relazioni spaziali tra loro
- definizione delle unità litostratigrafiche e loro correlazioni
- relazioni tra rocce e unità cronostratigrafiche di riferimento

La Scala dei Tempi

- Concetto di “tempo” in geologia (età della Terra ca. 4,5 miliardi di anni)
- Il tempo trascorso si divide in unità cronologiche (o cronologiche) di vario rango
- A ogni intervallo di tempo corrisponde un nome:
Es. da 205 a 140 Milioni di anni fa: Giurassico

La Scala dei Tempi

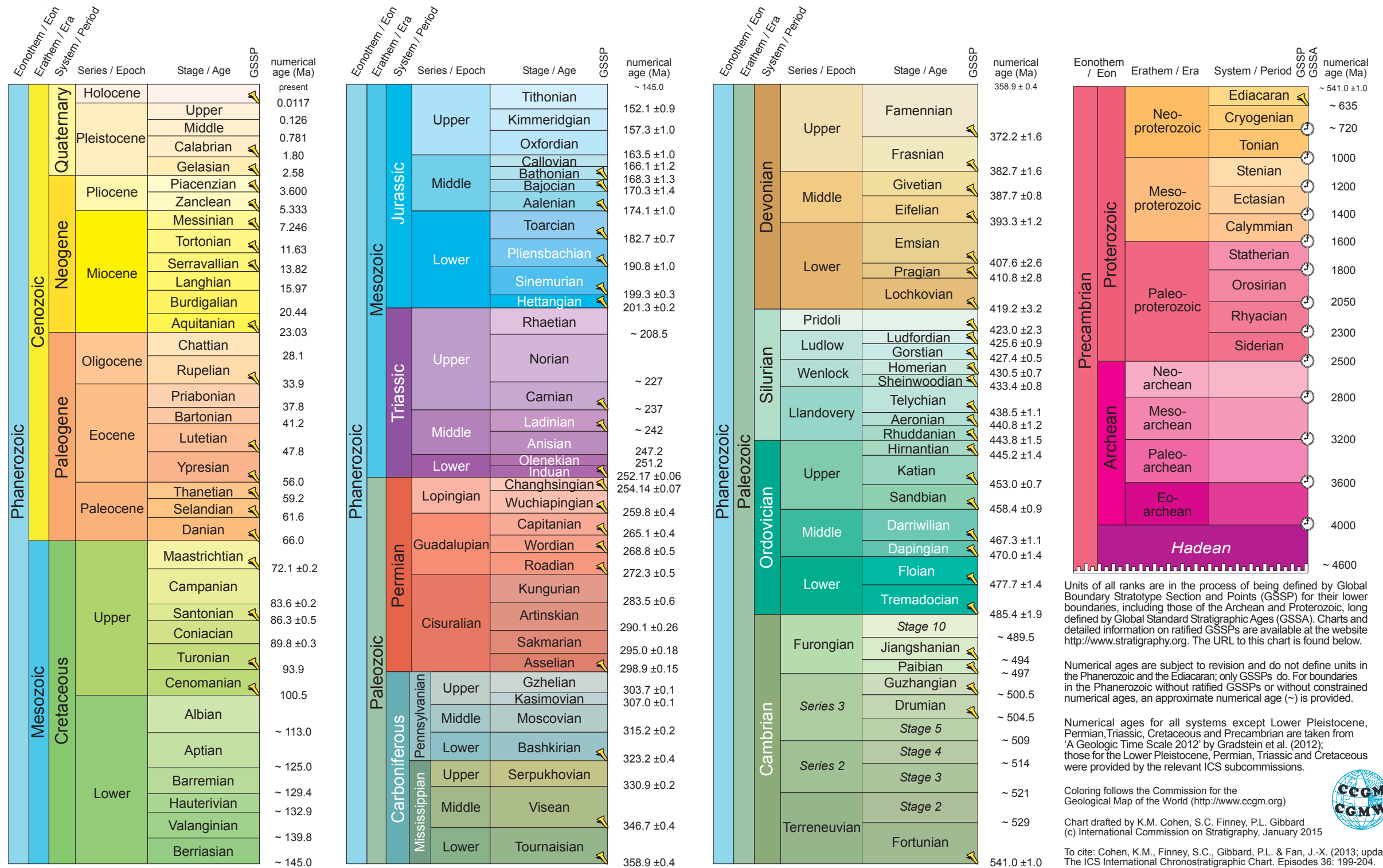


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2015/01



La Scala dei Tempi

EONOTEMA	ERATEMA	PERIODO		Super	EPOCA	SISTEMA	Serie	Sub	Ma	Super	ETÀ	PIANO	Sub	
		Sub	Ma											
		Sub	Ma											
F A N E R O Z O I C O	CENOZOICO	QUATERNARIO	1.64	Q	OLOCENE	(20) PLEISTOCENE	Hol	0.01	Versiliano	Ver				
							Ple ₁	0.124	Tirreniano	Tyr				
							Ple ₂	0.3	Crotoniano	Cro				
							Ple ₃	1	Siciliano	Sic				
							Ple ₄	1.3	Emiliano	Emi				
							Ple ₅	1.64	Calabruiano	Cal				
		NEOGENE	23.5	Ng	PLIOCENE	(19)	Pl ₁	2.4	Piacenziano	Pia				
							Pl ₂	3.5	Zancleano	Zan				
							Pl ₃	4.9	Messiniano	Mes				
							Mio ₁	7.2	Tortoniano	Tor				
							Mio ₂	10	Serravalliano	Srv				
	MIOCENE	23.5	Mio ₃	MIOCENE	(18)	Mio ₃	14.7	Langhiano	Lan					
						Mio ₄	16.2	Burdigaliano	Bur					
						Mio ₅	21	Aquitano	Aqt					
						Oli ₁	29	Chattiano	Chl					
						Oli ₂	34	Rupeliano	Rup					
	MESOZOICO	TERZIARIO	PALEOGENE	66.7	Pg	OLIGOCENE	EOCENE	Eoc ₁	38	Priaboniano	Prb			
								Eoc ₂	42	Bartoniano	Brt			
								Eoc ₃	50	Lutetiano	Lut			
								Eoc ₄	55	Ypresiano	Ypr			
								Pal ₁	60	Thanetiano	Tha			
								Pal ₂	66.7	Daniano	Dan	(18)		
			CRETACICO	- 140	K	SUPERIORE	K ₁	74	Maastrichtiano	Maa				
								83	Campaniano	Cam				
								86	Santoniano	San				
88								Coniaciano	Con					
90								Turoniano	Tur					
97								Cenomaniano	Cen					
112								Albiano	Alb					
125								Aptiano	Apt					
INFERIORE	K ₁	131	Barremiano	Brm										
		- 135	Hauteriviano	Hau										
GIURASSICO	205	J	SUP. (MALM)	J ₁	- 145	Turoniano	Tur	(17)						
					- 150	Kimmeridgiano	Kim							
					- 155	Oxfordiano	Oxf							
					159	Calloviano	Clv							
					170	Bathoniano	Bth							
			MED. (DOGGER)	J ₂	176	Bajociano	Baj							
					180	Anleniano	Anl							
					188	Toarciano	Toa							
					195	Pliensbachiano	Plb	(16)						
					201	Sinemuriano	Sin	(15)						
TRIASSICO	- 250	Tr	SUPERIORE	Tr ₁	210	Retico	Rht	(14)						
					220	Norico	Nor							
					230	Carnico	Crn	(13)						
					240	Ladinico	Lad	(12)						
					250	Anisico	Ani	(11)						
INFERIORE	Tr ₂	250	Scitico	Scy	(10)									

La Scala dei Tempi

- Suddivisioni di diverso rango

Corpo roccioso
deposto nell'intervallo
di tempo

Intervallo di tempo

Unità cronologiche	Unità cronostratigrafiche
Eone	Eonotema
Era	Eratema
Periodo	Sistema
Epoca	Serie
Età	Piano

(es. Giurassico)

(es. Serie miocenica)

Eonothem / Eon	Erathem / Era	System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		⚡	present
			Pleistocene	Upper		0.0117
				Middle		0.126
				Calabrian	⚡	0.781
				Gelasian	⚡	1.80
		Neogene	Pliocene	Piacenzian	⚡	2.58
				Zanclean	⚡	3.600
			Miocene	Messinian	⚡	5.333
				Tortonian	⚡	7.246
				Serravallian	⚡	11.63
				Langhian		13.82
				Burdigalian		15.97
				Aquitania	⚡	20.44
		Paleogene	Oligocene	Chattian		23.03
				Rupelian	⚡	28.1
			Eocene	Priabonian		33.9
				Bartonian		37.8
				Lutetian	⚡	41.2
				Ypresian	⚡	47.8
			Paleocene	Thanetian	⚡	56.0
				Selandian	⚡	59.2
				Danian	⚡	61.6
					⚡	66.0

Unità stratigrafiche

- Unità litostratigrafica: un corpo roccioso definito sulla base di alcuni suoi caratteri litologici (caratteristiche fisiche e chimiche)
- Unità biostratigrafica: un corpo roccioso definito sulla base del suo contenuto fossilifero
- Unità cronostratigrafica: un corpo roccioso definito in base alla sua età
- Unità magnetostratigrafica: un corpo roccioso con le stesse proprietà magnetiche

Litostratigrafia

- Parte della stratigrafia che si occupa della descrizione e nomenclatura delle rocce in base alla litologia e alle relazioni stratigrafiche (o rapporti stratigrafici)

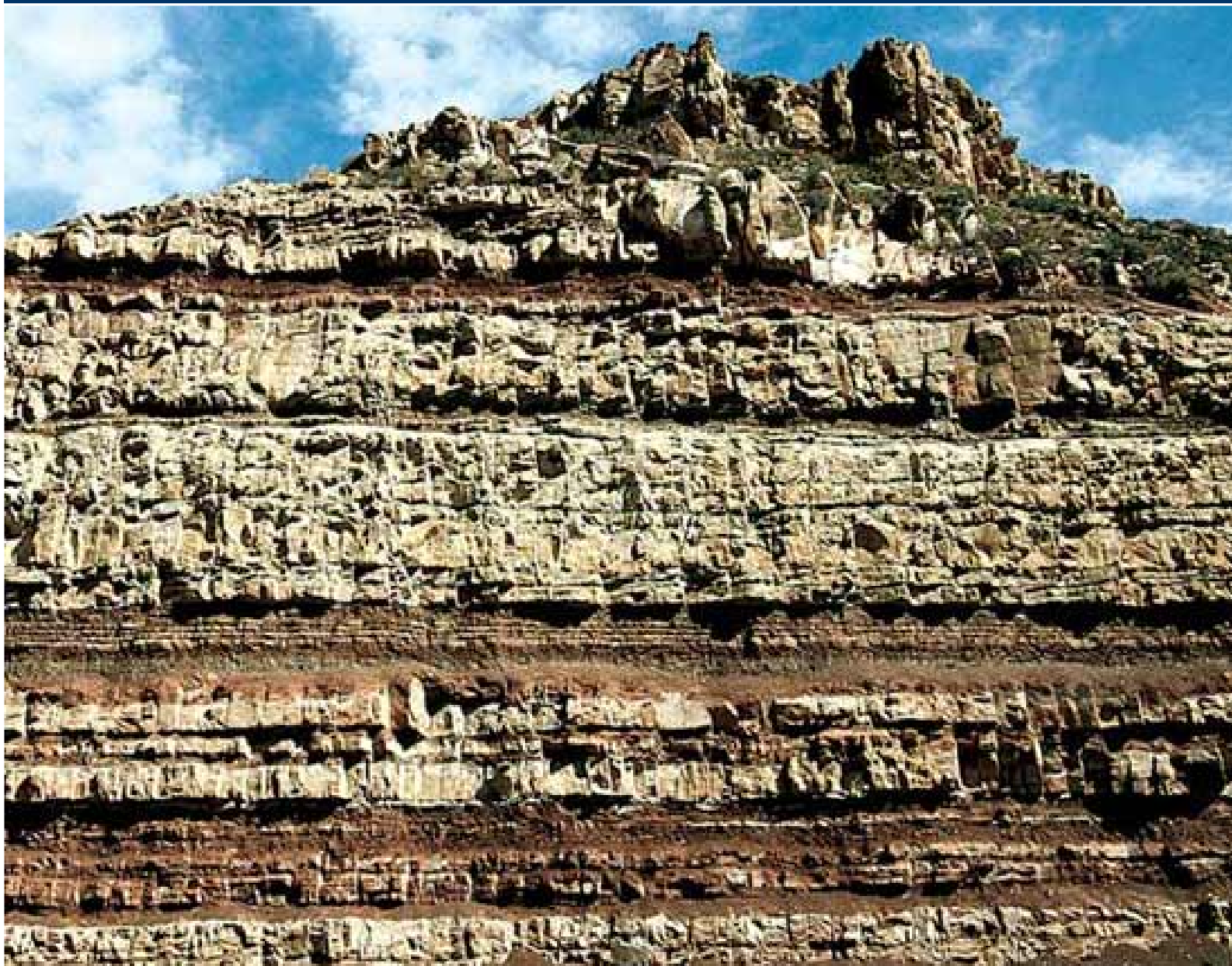
Tipi di rapporti stratigrafici e principi della litostratigrafia:

- Sovrapposizione
- Orizzontalità originaria
- Principio della continuità laterale
- Discordanze
- Relazioni di intersezione
- Principio di inclusione

Sovrapposizione

- Le rocce in alto sono più giovani di quelle in basso

Principio di originaria **sovrapposizione**



Strati giovani



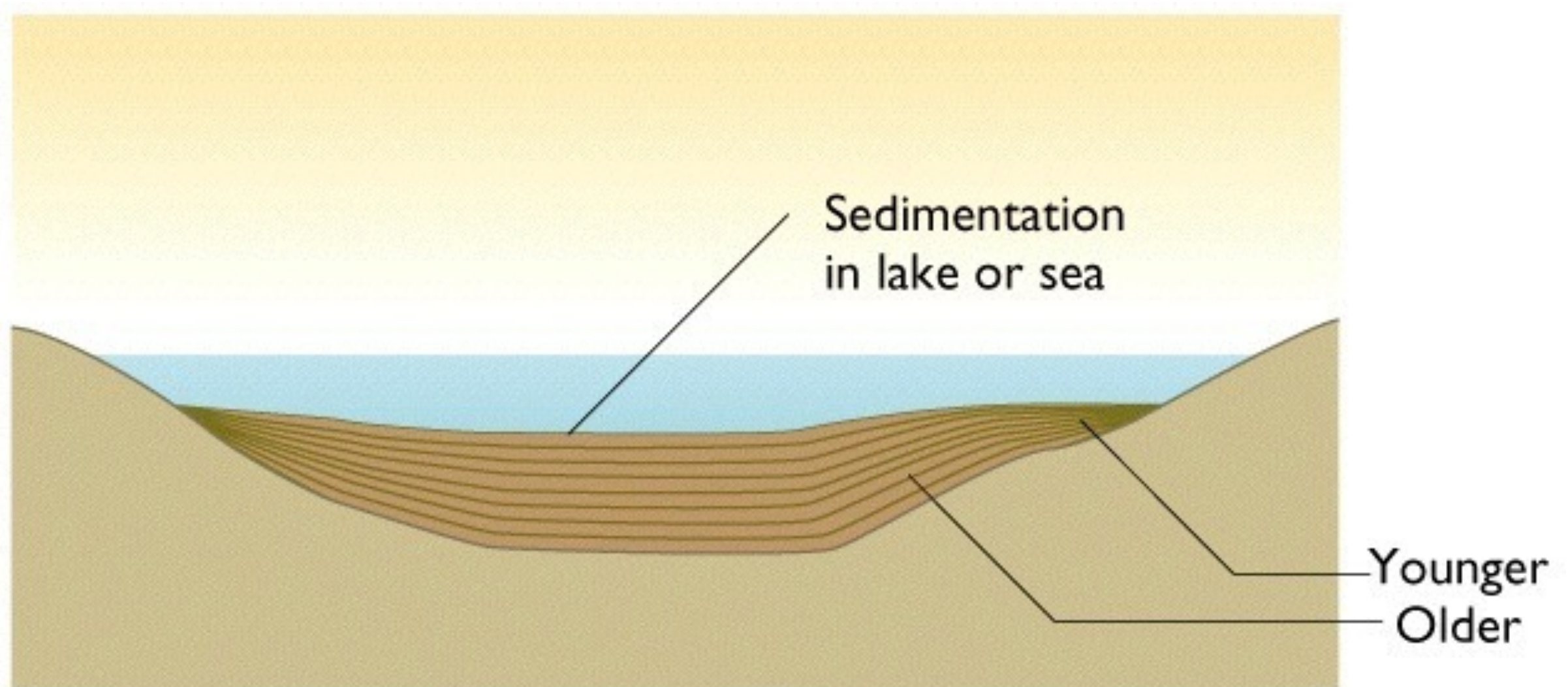
Strati vecchi

Orizzontalità originaria

- Le rocce sedimentarie si depositano orizzontalmente
- Inclinate in casi particolari



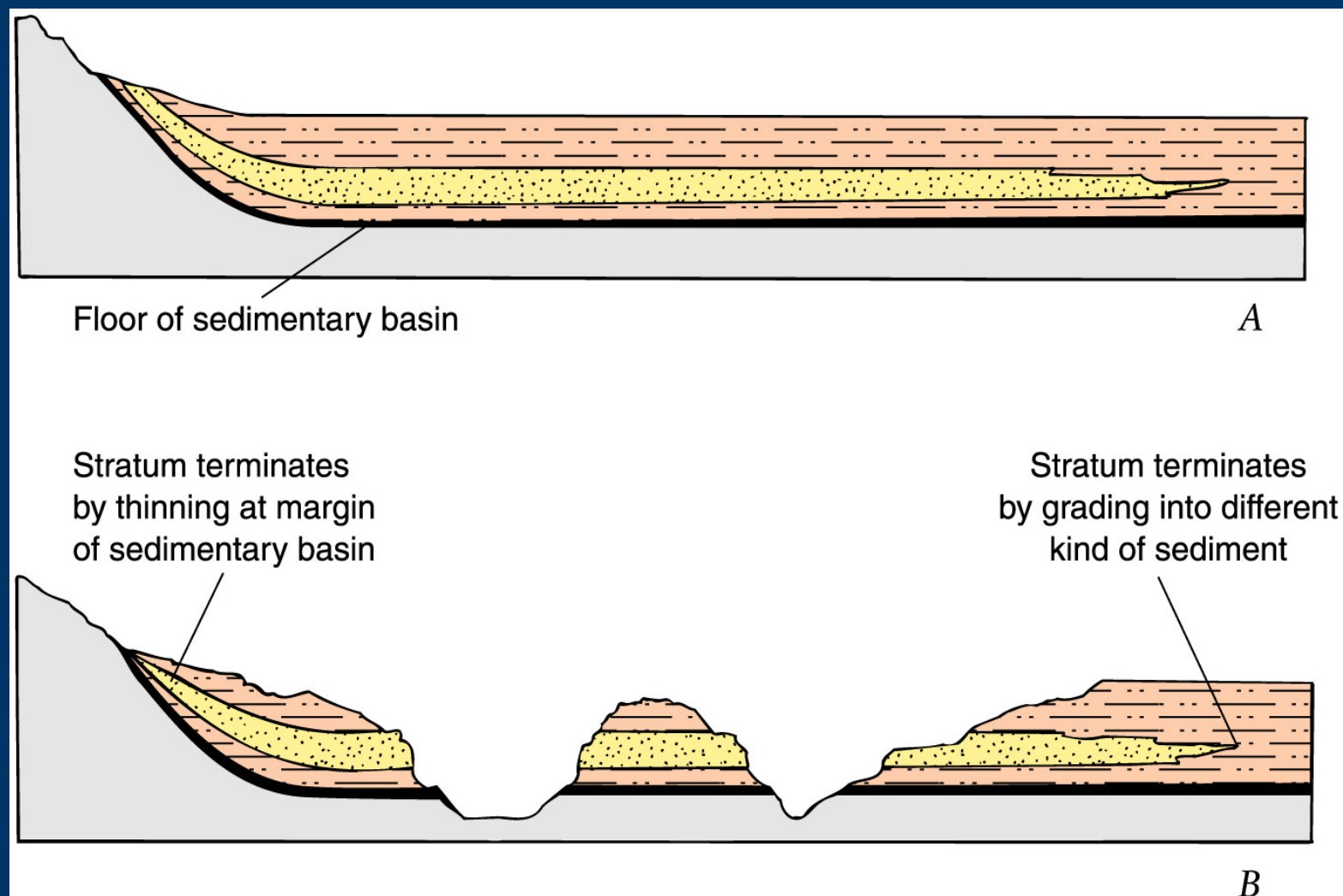
Orizzontalità originaria



Continuità laterale

Principio di originaria continuità laterale

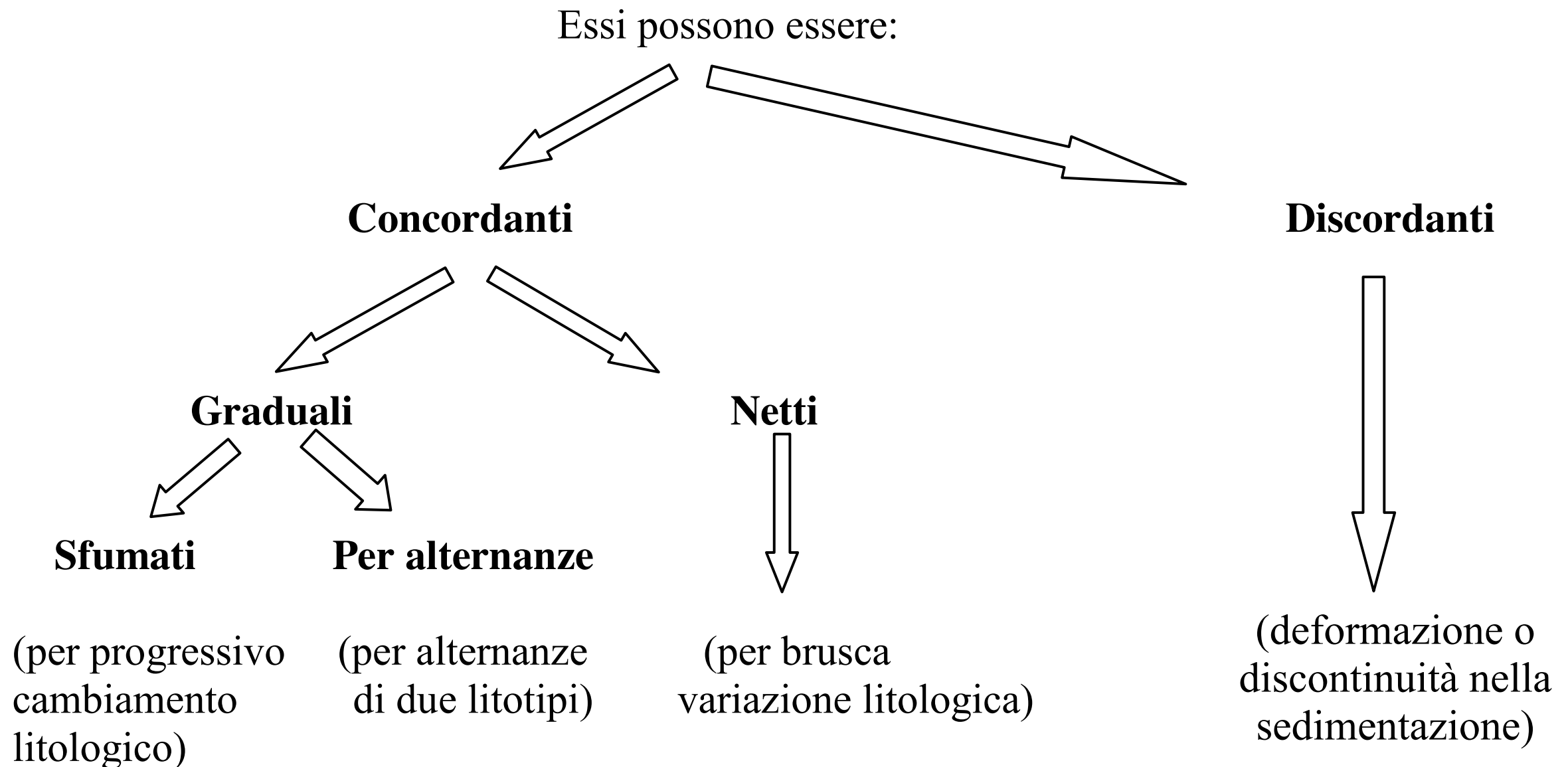
all'atto della formazione, gli strati si estendono in tutte le direzioni fino a ridursi ad uno spessore nullo o a terminare contro i bordi del bacino di deposizione. L'originaria continuità laterale degli strati è spesso persa per erosione e/o tettonica (faglie).



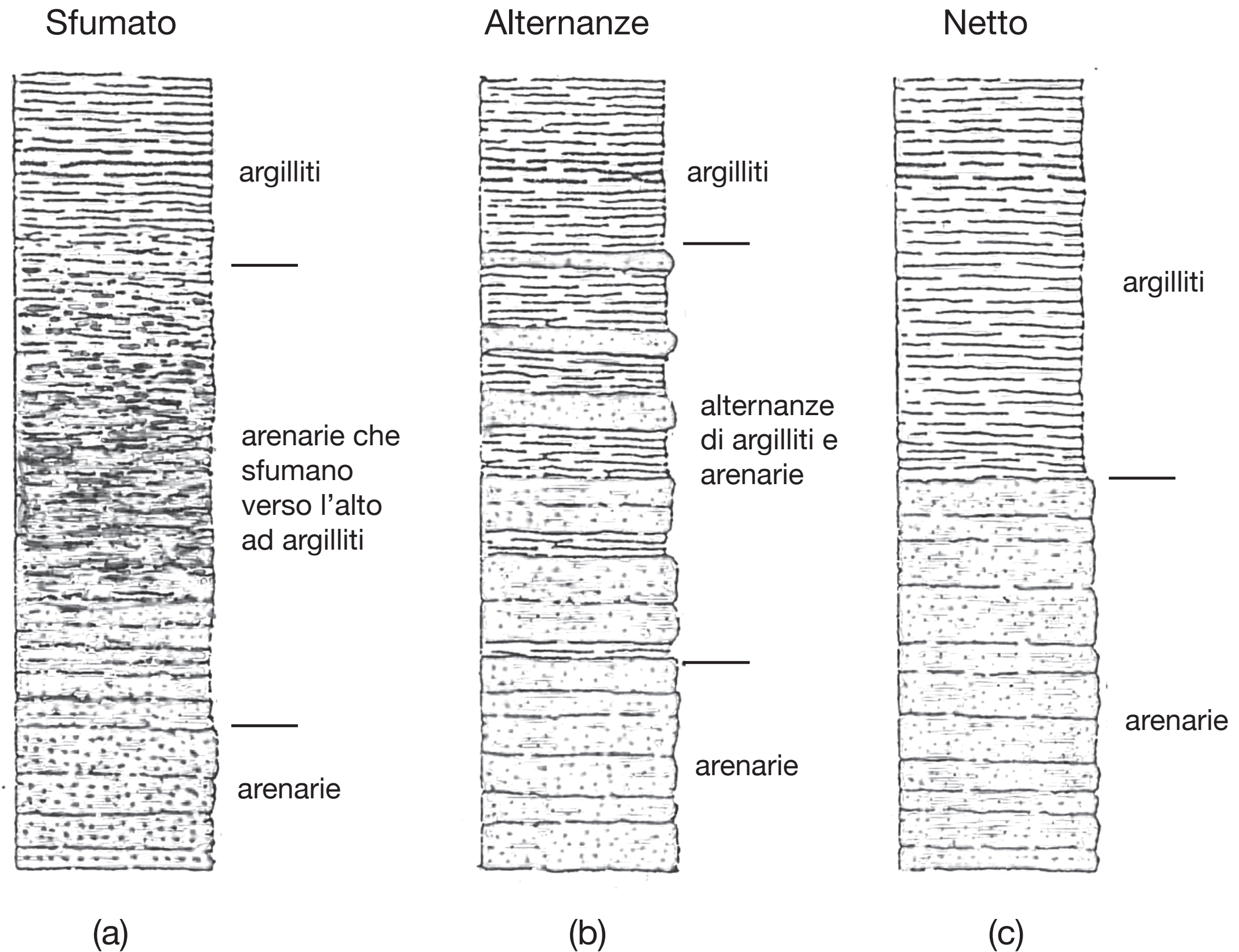
Continuità laterale



Passaggi stratigrafici verticali



Passaggi stratigrafici verticali



Discordanze

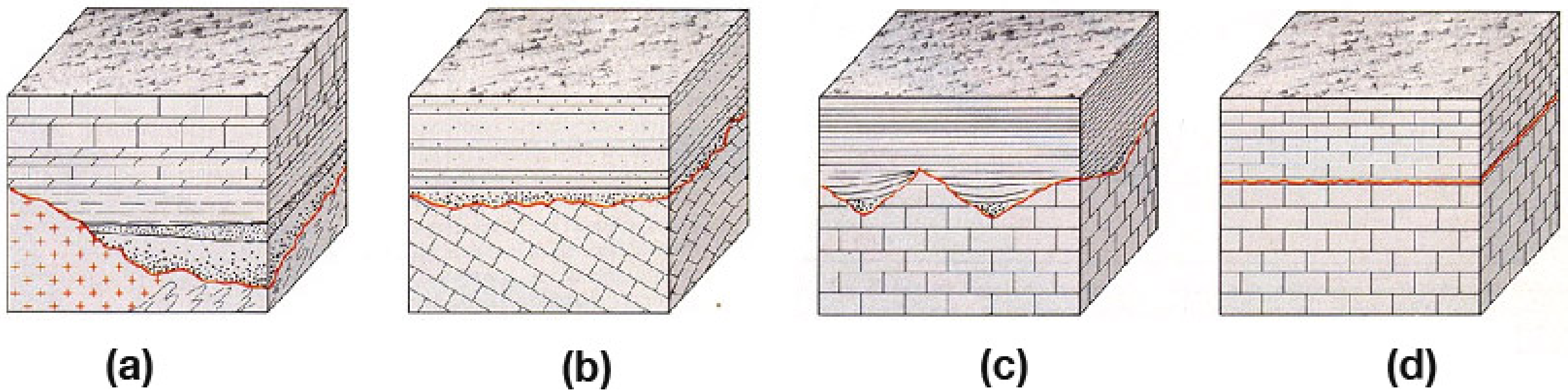


Figura 7.3 Tipi di discordanze. (a) Nonconcordanza. (b) Discordanza angolare. (c) Disconformità. (d) paraconcordanza

Discordanze



Principio di intersezione

Un evento che interrompe una roccia tagliandola trasversalmente (intersecandola) è più giovane della roccia tagliata. Gli eventi possono essere: paraconcordanze, discordanze angolari, intrusioni magmatiche e faglie.



Faglia (giovane)
che taglia una
sequenza sedimentaria
(vecchia)

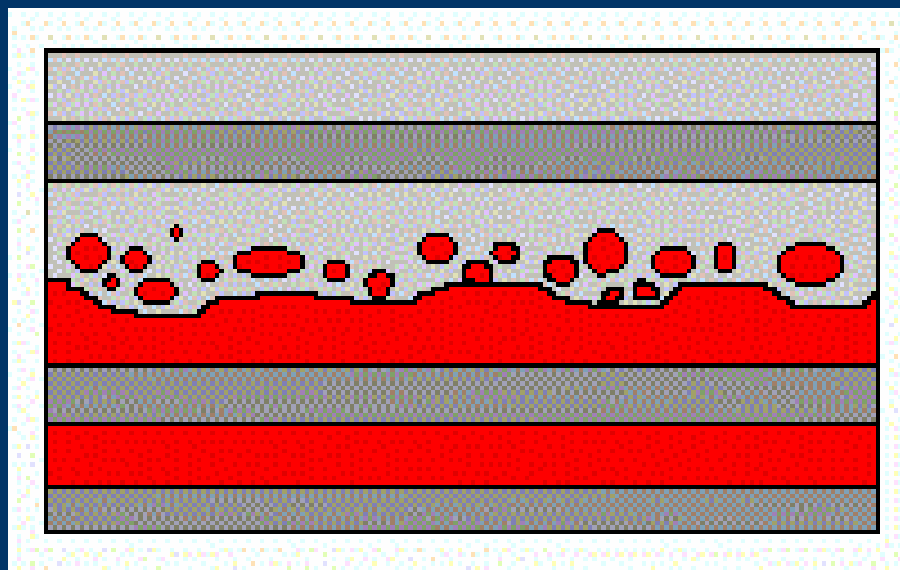
Principio di intersezione

Se entro una serie di strati si incontra un livello litologico che interseca gli altri, quest' ultimo è sicuramente più giovane della serie di strati attraversati (esempio [dicco](#))



Principio di inclusione

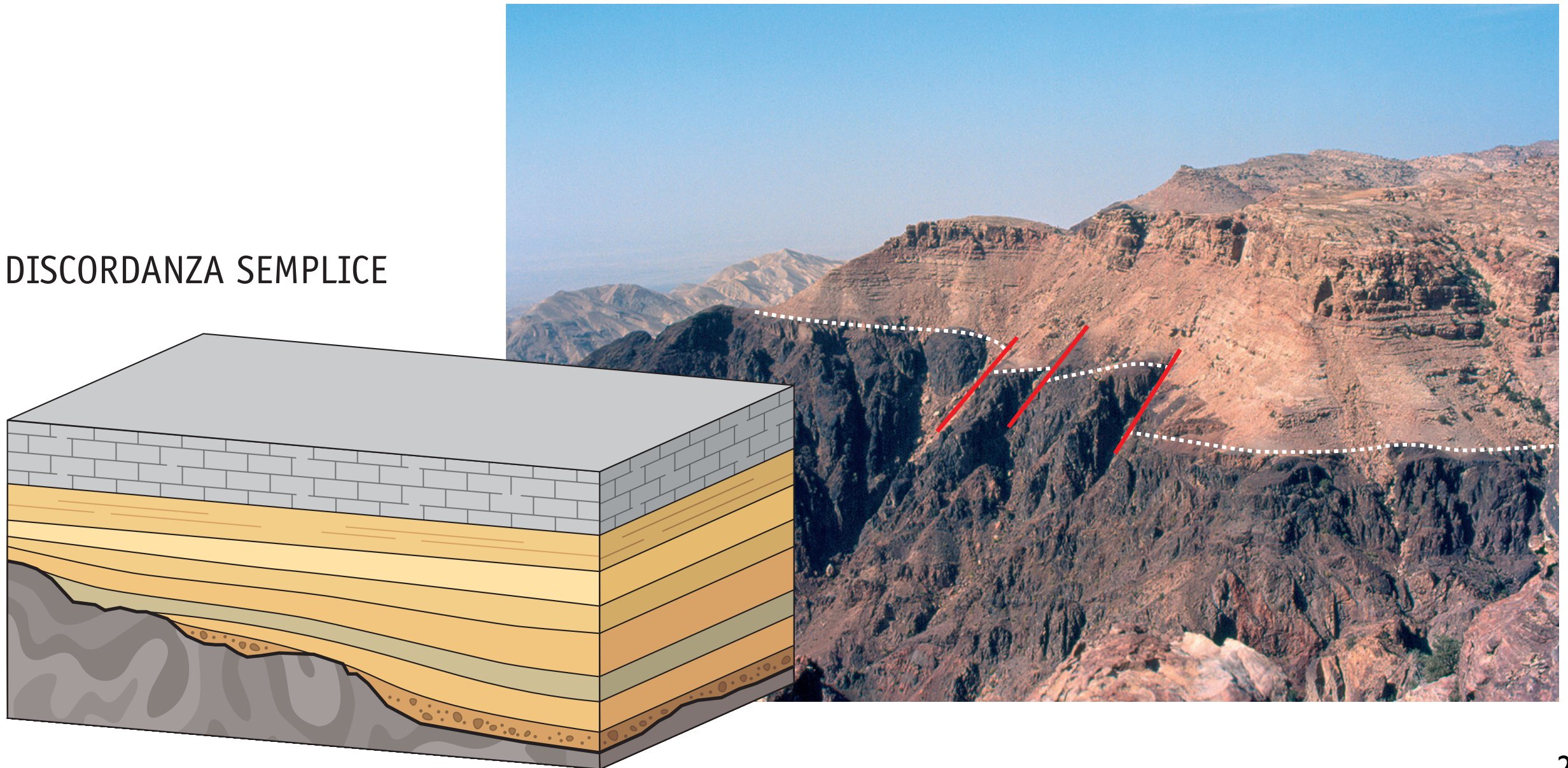
una roccia inclusa in un'altra è più vecchia della roccia includente.



Unità litostratigrafiche

- Successioni di rocce aventi comuni caratteri litologici (colore, composizione, granulometria, spessore strati, ecc.)
- gerarchia: Gruppo - Formazione - Membro - Strato

DISCORDANZA SEMPLICE

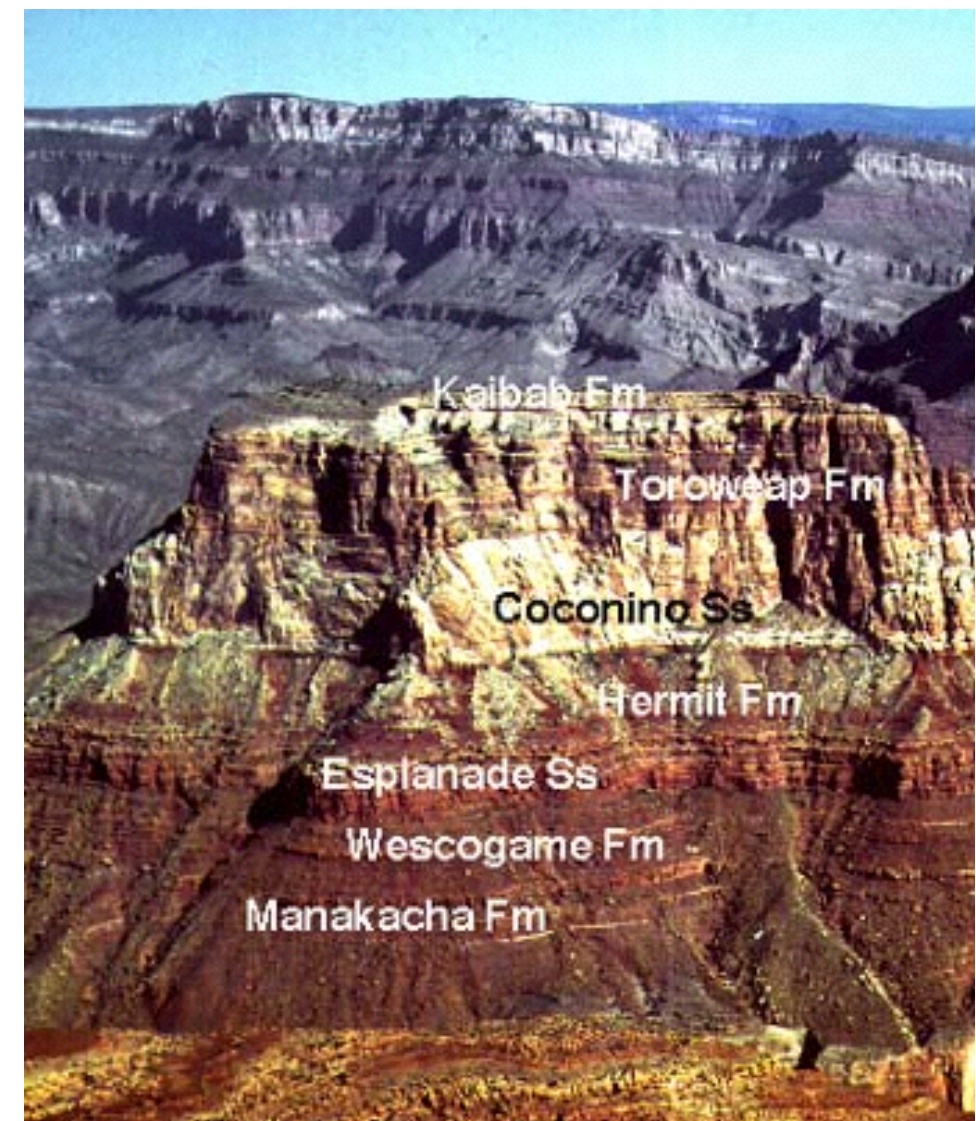


Formazione

- Unità litostratigrafica fondamentale.
- Deve essere definita dai caratteri litologici e deve essere distinguibile da rocce adiacenti
- Cartografabile a scala 1:25.000

Per definire una Formazione:

- caratteri litologici descrittivi
- stratotipo
- natura limiti tetto e letto
- un nome



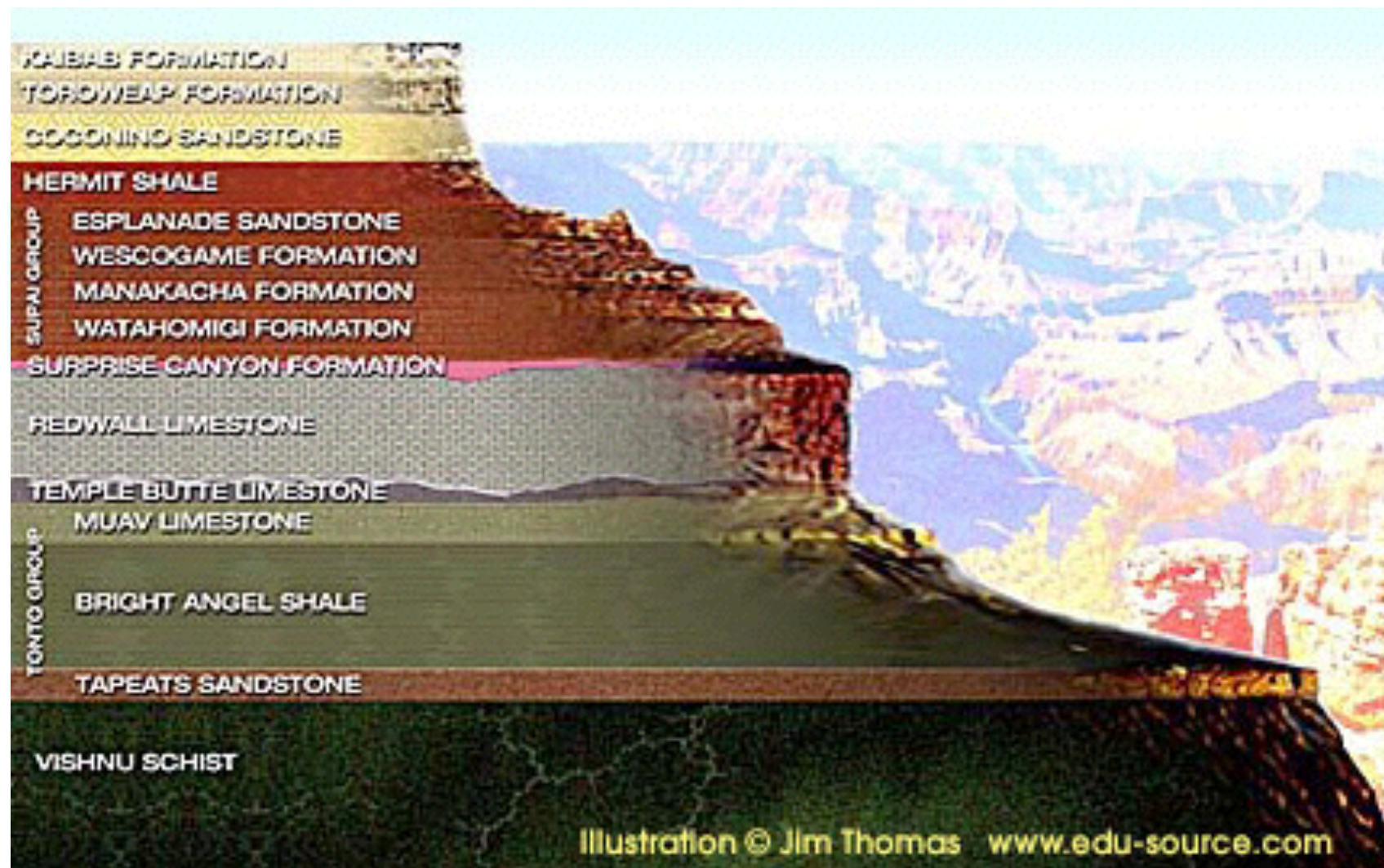
Membro

- Parte di una formazione geologica

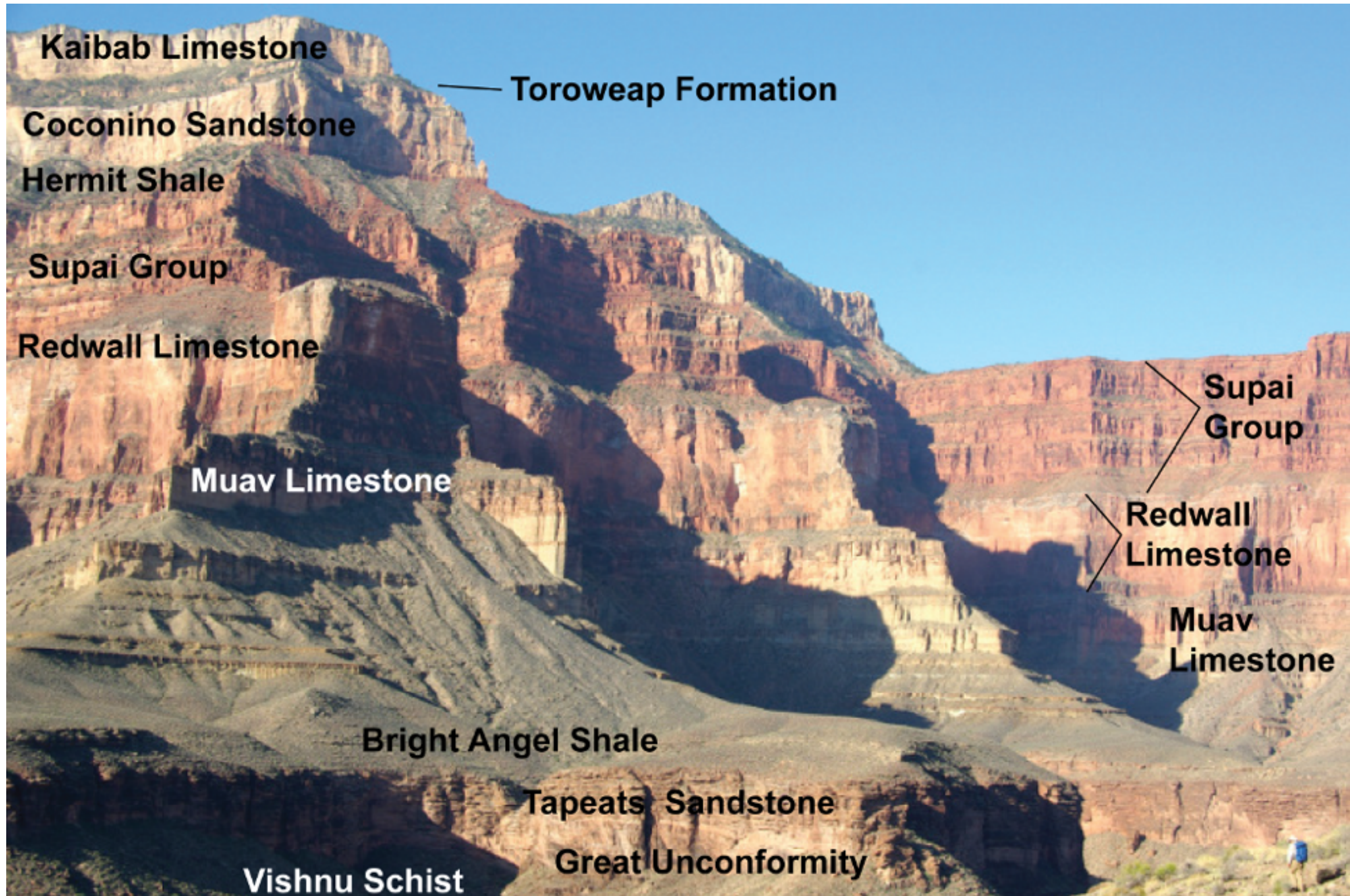


Gruppo

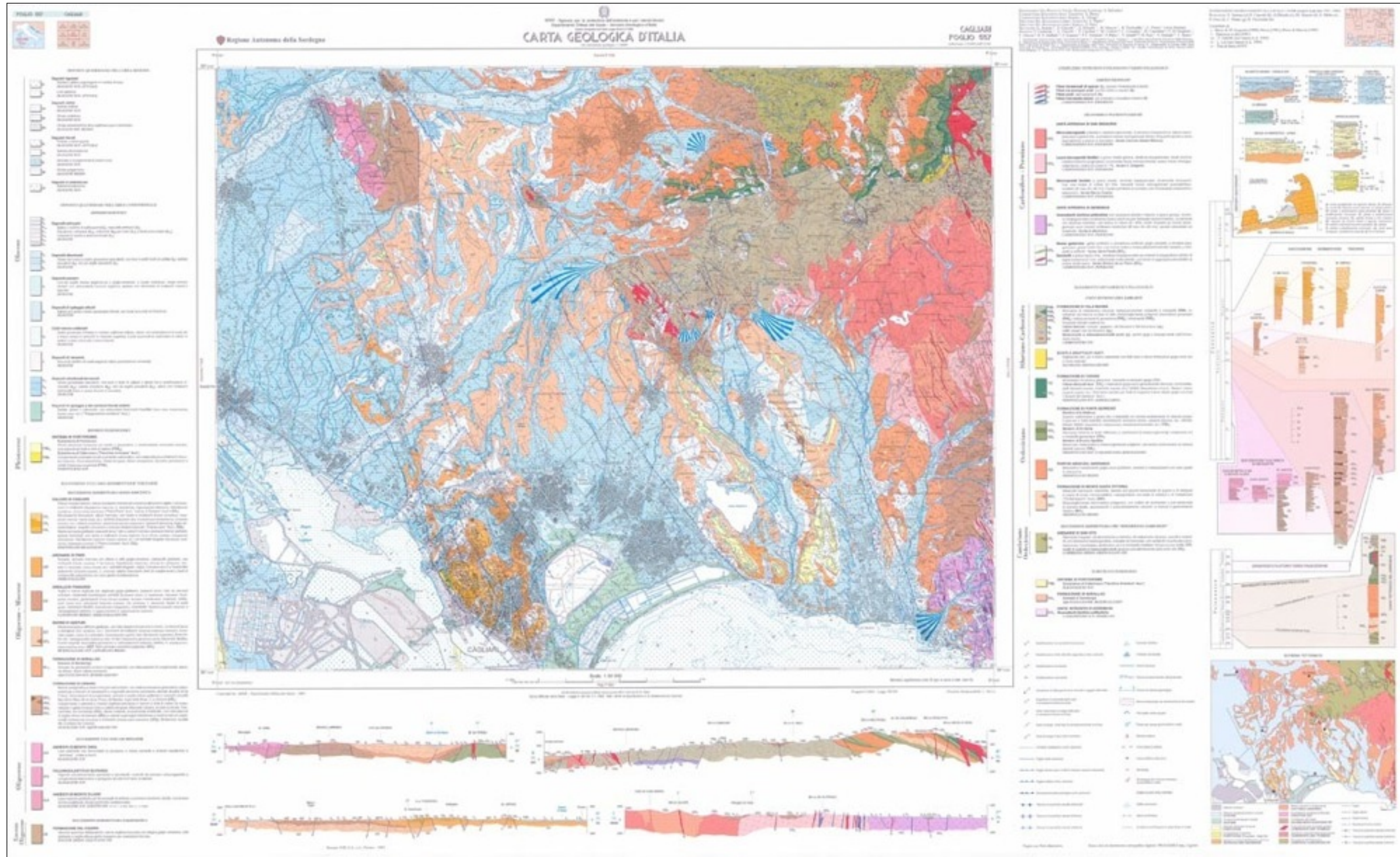
- Insieme di formazioni



Formazione



Litostratigrafia e carte geologiche



Litostratigrafia e carte geologiche

SUCCESSIONI VULCANO-SEDIMENTARIE TERZIARIE

SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA

CALCARI DI CAGLIARI

Calcarei massivi bianchi, calcari bioclastici biohermali e biostromali ricchi in alghe (*"Lithothamnium"*) e molluschi (*Aequipeecten macrois*, *A. submaivinae*, *Gigantopecten latissimus*, *Flabellipecten caralitani*, *Ostrea edulis lamellosa*) (*"Pietra Forte"* Auct., *"calcarei di Bonaria"* Auct.) (CGI₁). Biocalcareni biancastre, talora marnose, con faune a molluschi (*Pecten benedictus*, *Aequipeecten macrois*, *Paphia vetula*, etc.), echinidi (*Clypeaster altus*, *Echinolampas hemisphaericus*, *Schizaster eunotus*, etc.), briozoi, crostacei, pesci (*Carcharodon megalodon*); frequenti slumping, faglie sin-sedimentarie, superfici d'erosione e breccie intraformazionali (*"Tramezzario"* Auct.) (CGI₂). Marna arenacea giallastre passanti verso l'alto a calcari marnoso-arenacei bianco-giallastri, spesso bioturbati, con faune a molluschi (*Conus dujardini*, *Ficus (Ficus) conditus*, *Aequipeecten submaivinae*, *Flabellipecten solerum*, *Astraea carinata*, etc.) ed echinidi irregolari (*Schizaster sardiniensis*, *Spatangus corsicus*). (*"Pietra Cantone"* Auct.) (CGI₃).
TORTONIANO-MESSINIANO?

ARENARIE DI PIRRI

Arenarie, arenarie marnose e/o siltose e siltiti grigio-verdastre, calcareniti giallastre, con molluschi (*Pecten revolutus*, *P. benedictus*, *Flabellipecten fraterculus*, *Anomia (A.) ephippium*, *Turritella (T.) tricarinata*, *Conus mercati*, etc.), echinidi irregolari, alghe (*"Lithothamnium"*) e foraminiferi planctonici (*Orbulina suturalis*, *O. universa*); sabbie biancastre, lenti di conglomerati a clasti di metamorfiti paleozoiche con vario grado di elaborazione.
SERRAVALLIANO

ARGILLE DI FANGARIO

Argille e marna argillose e/o sabbiose grigio-giallastre, passanti verso l'alto ad arenarie marnose, contenenti brachiopodi, echinidi (*Schizaster desori*, *S. sardiniensis*, *Hemaster (Trachyster) lovisato*), gasteropodi (*Ficus (Ficus) conditus*, *Xenofora infundibulum*), crostacei, cefalopodi (*Aturia aluni*), pteropodi (*Vaginella austriaca*, *Clio cavalliana*, *C. distefano*), bivalvi in sottili gusci, frammenti ittiolitici (*Carcharodon megalodon*), foraminiferi (*Orbulina suturalis* subzone) e nannoplanton (MN5b: *H. walberdorffensis*-*S. heteromorphus* subzone).
LANGHIANO MEDIO-SERRAVALLIANO INF.

MARNE DI GESTURI

Marna arenacea e siltitiche giallastre, con intercalazioni di arenarie e calcari, contenenti faune a pteropodi (*Clio caralitana*, etc.), frammenti di molluschi (*Solemya (solemya) doderleini*, *Ostrea neglecta*, *Lucina (L.) orbicularis*, *Amussiopecten ugolini*, *Abra (Syndamya) longicauda*), foraminiferi (N7: *Globigerinoides bisulcus* zone, N7-N8: *Præorbulina glomerata* zone), frammenti ittiolitici, frustoli vegetali, foraminiferi planctonici e nannoplanton calcareo (MN4a: *H. ampliperta*-*S. heteromorphus* zone) (GST). Tuffi pomiceo-cineritiche grigiastre (GST₂).
BURDIGALIANO SUP.-LANGHIANO MEDIO

FORMAZIONE DI NURALLAO

Arenarie di Serralunga
Arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di conglomerati, arenarie siltose, marna siltoso-arenacea.
AQUITANIANO SUP.-BURDIGALIANO?

FORMAZIONE DI USSANA

Breccie poligeniche a clasti e blocchi eterometrici, con matrice arenacea grossolana clasto-sostenuta e blocchi di metamorfiti e magmatiti erciniche variamente alterate (località M.Sa Frissa); intercalazioni di conglomerati, arenarie e argille siltose giallastre e rossastre (località Bau Serra Resu, B.cu de su Procu, M.Nieddu, V.gio delle Rose, C.ru Dottori) (USS₁). Conglomerati e arenarie a matrice argilloso-arenacea in banchi e lenti di colore da rosso-violaceo a giallo ocraceo mista a sabbie fini grigie (Monastir-Ussana: località Is Serras, Francischetti, Sa Cenobida) (USS₂); facies massive, scarsamente stratificate, con intercalazioni di argille siltose ed arenarie (USS₃) e calcari organogeni biohermali e biostromali con alghe, coralli (*Tarbelastrea chevalieri*) e molluschi (*Ostrea edulis lamellosa*) (USS₄). (Dolianova: località Riu Ciandara-Sa Colonia).
OLIGOCENE SUP.-AQUITANIANO INF.

CGI₁
CGI₂
CGI₃

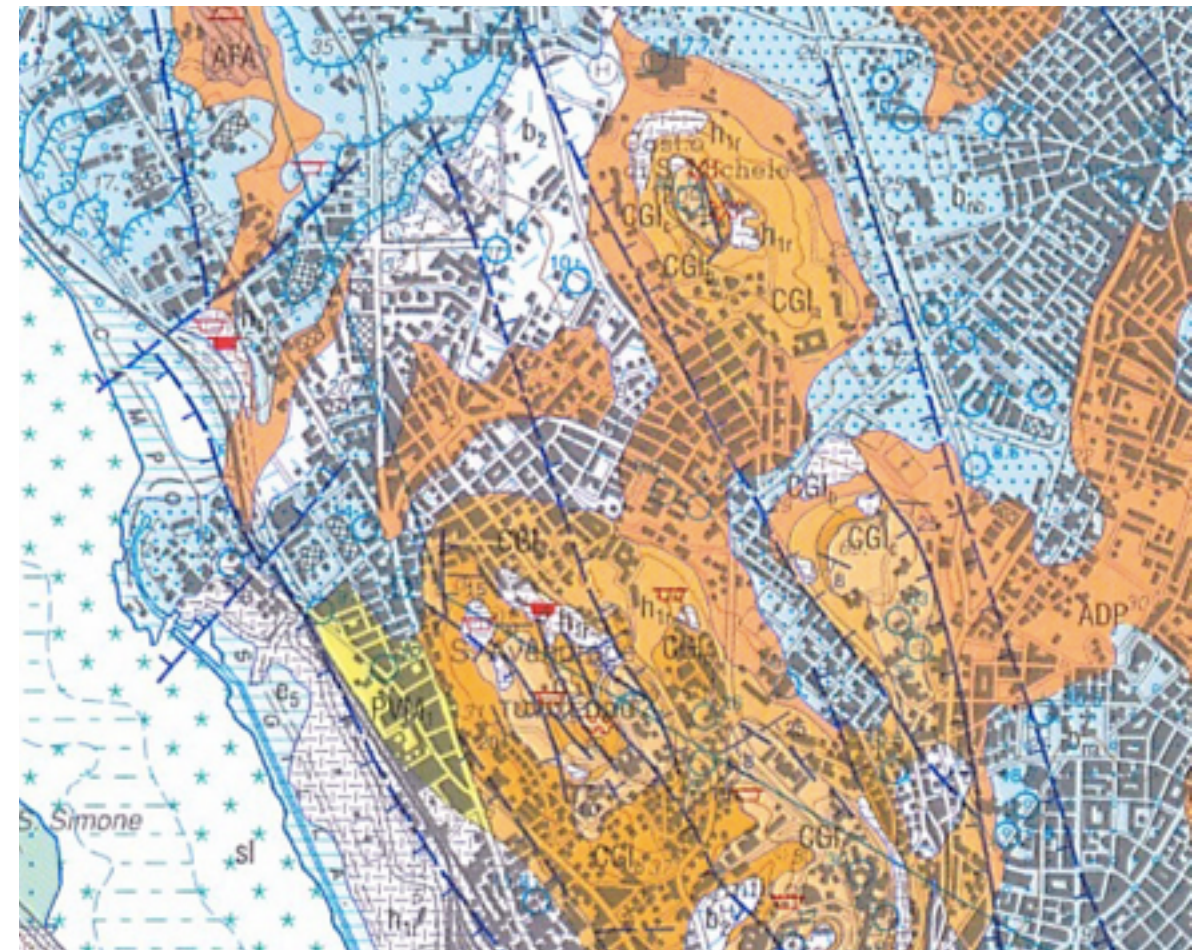
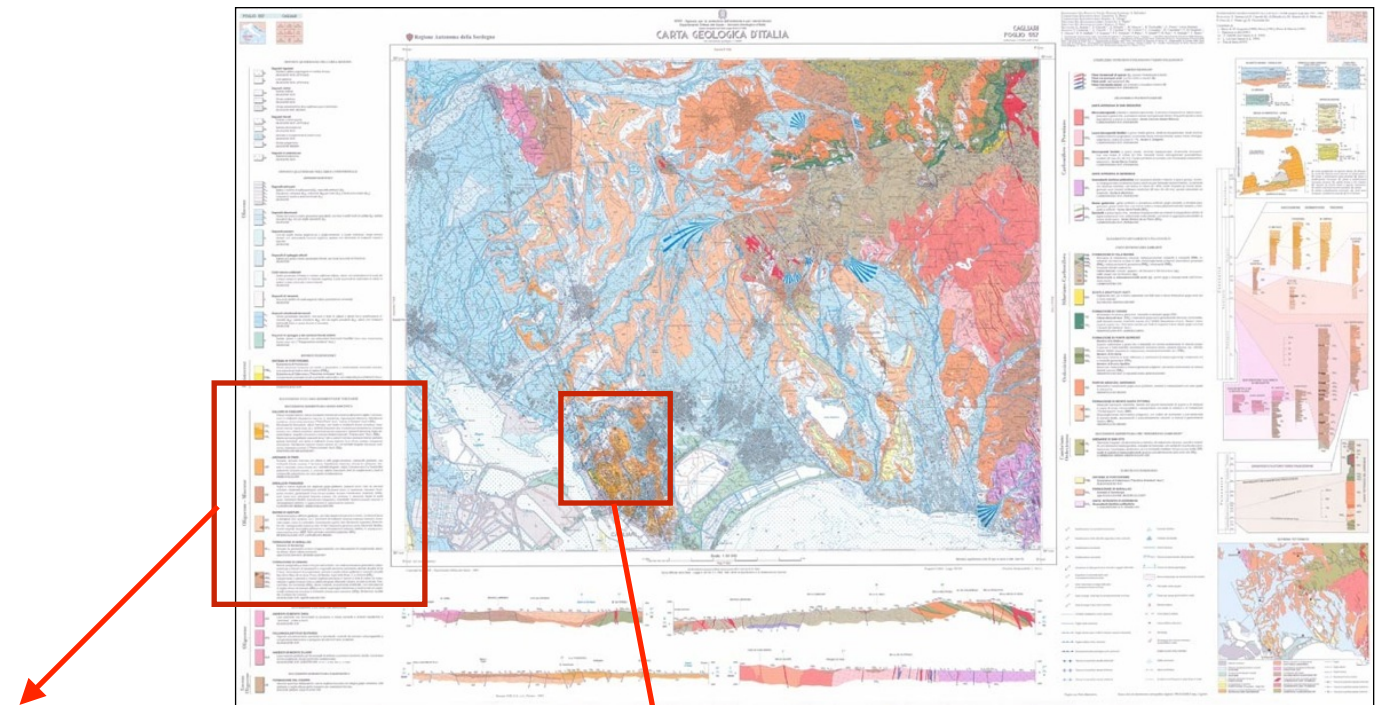
ADP

AFA

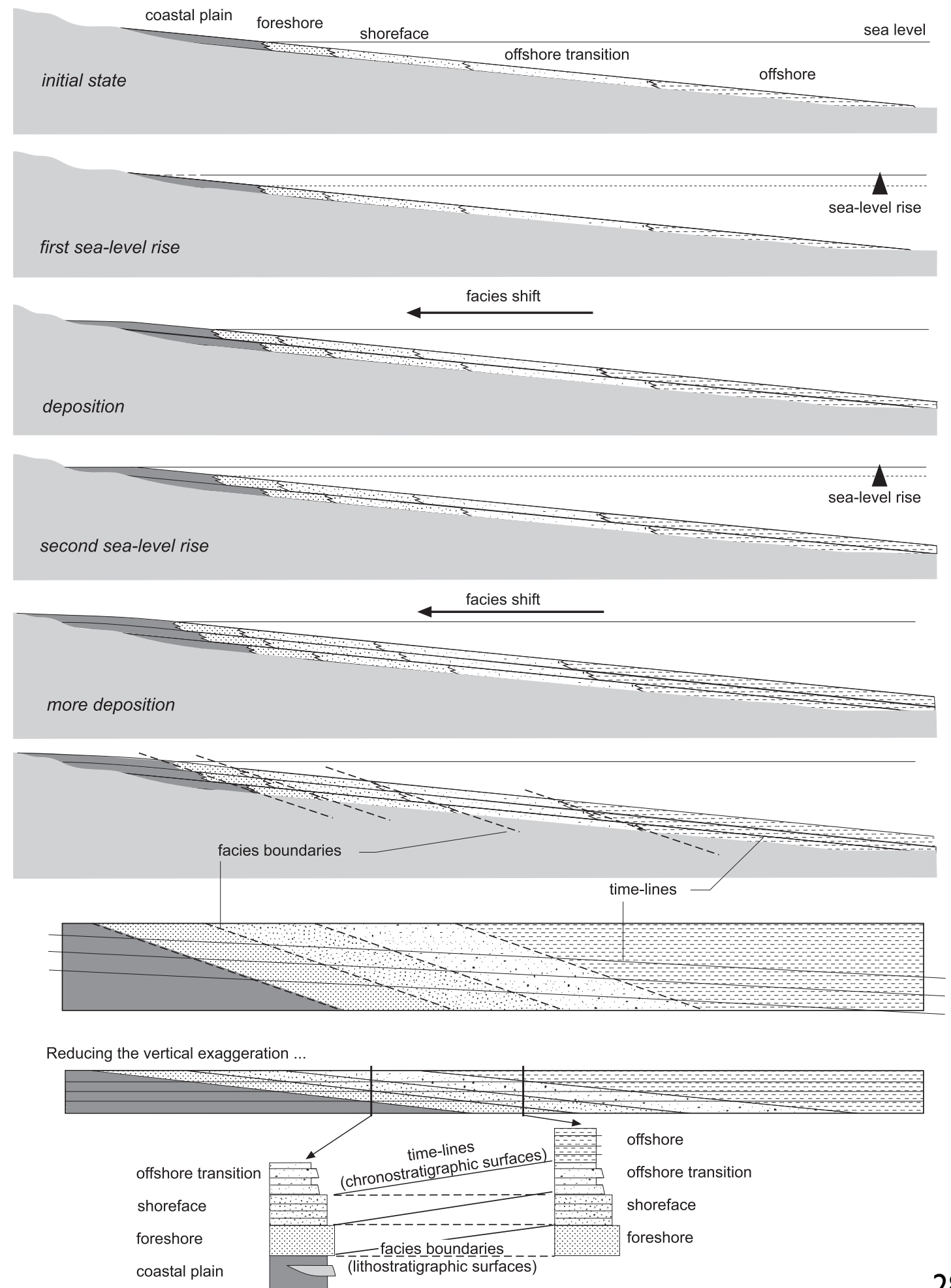
GST
GST₂

NLL₂

USS₁
USS₂
USS₃
USS₄



Litostratigrafia, ambienti sedimentari, correlazioni



Biostratigrafia

- La biostratigrafia è quella branca della Stratigrafia che, integrata, consente la datazione e correlazione fra unità litostratigrafiche o di altro tipo, anche distanti.
- Le unità biostratigrafiche sono basate sul contenuto in fossili contemporanei con la sedimentazione.
- Un'unità biostratigrafica è data da un insieme di strati caratterizzati da un determinato contenuto fossilifero.

N.B. Trattata in dettaglio nel corso di Paleontologia

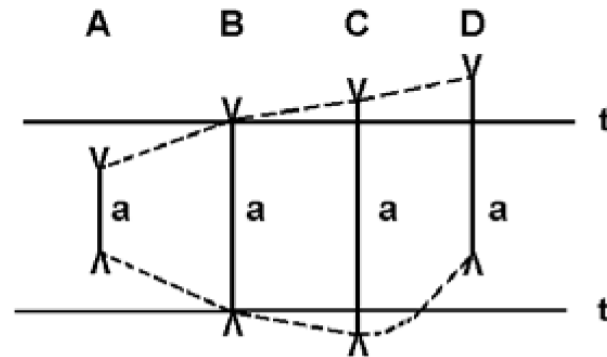
Biostratigrafia

- L'unità biostratigrafica fondamentale è la zona biostratigrafica o biozona.
- La biozona è definita dal nome del fossile o dell'associazione di fossili che la caratterizzano (fossile indice o fossile guida)
- I migliori fossili guida devono essere organismi:
 - 1) vissuti per breve tempo
 - 2) ampia distribuzione areale
 - 3) rapida diffusione geografica
 - 4) poco sensibili alle variazioni climatiche
 - 5) pelagici
- L'identificazione di una biozona è basata sul riconoscimento di due bioeventi, a tetto e a letto (es. comparsa e scomparsa di specie fossili)

Biostratigrafia: biozone

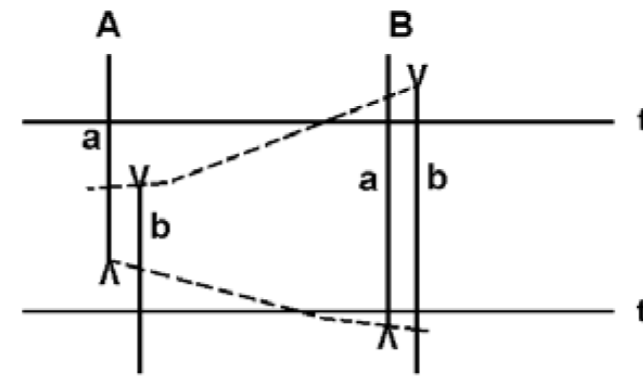
b. distribuzione totale

I



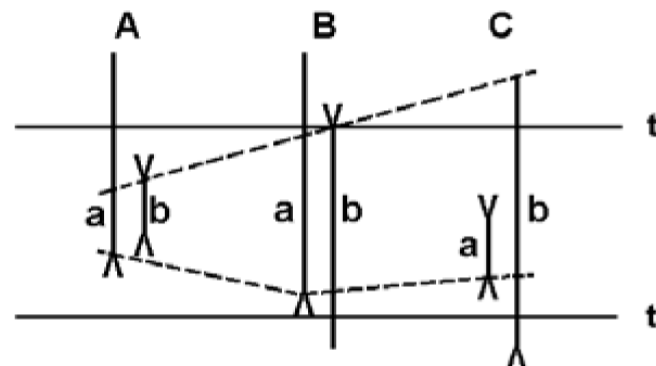
II

b. distribuzione concomitante



III

b. di intervallo



IV

b. di associazione

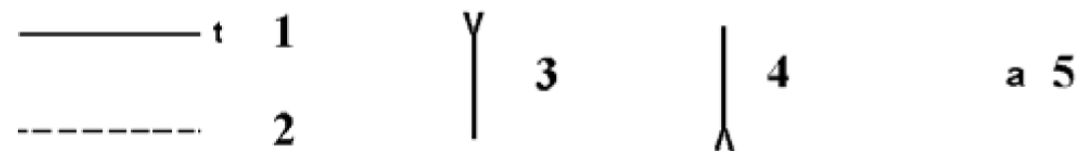
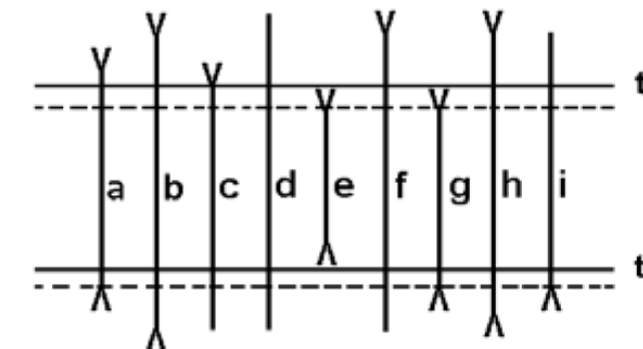
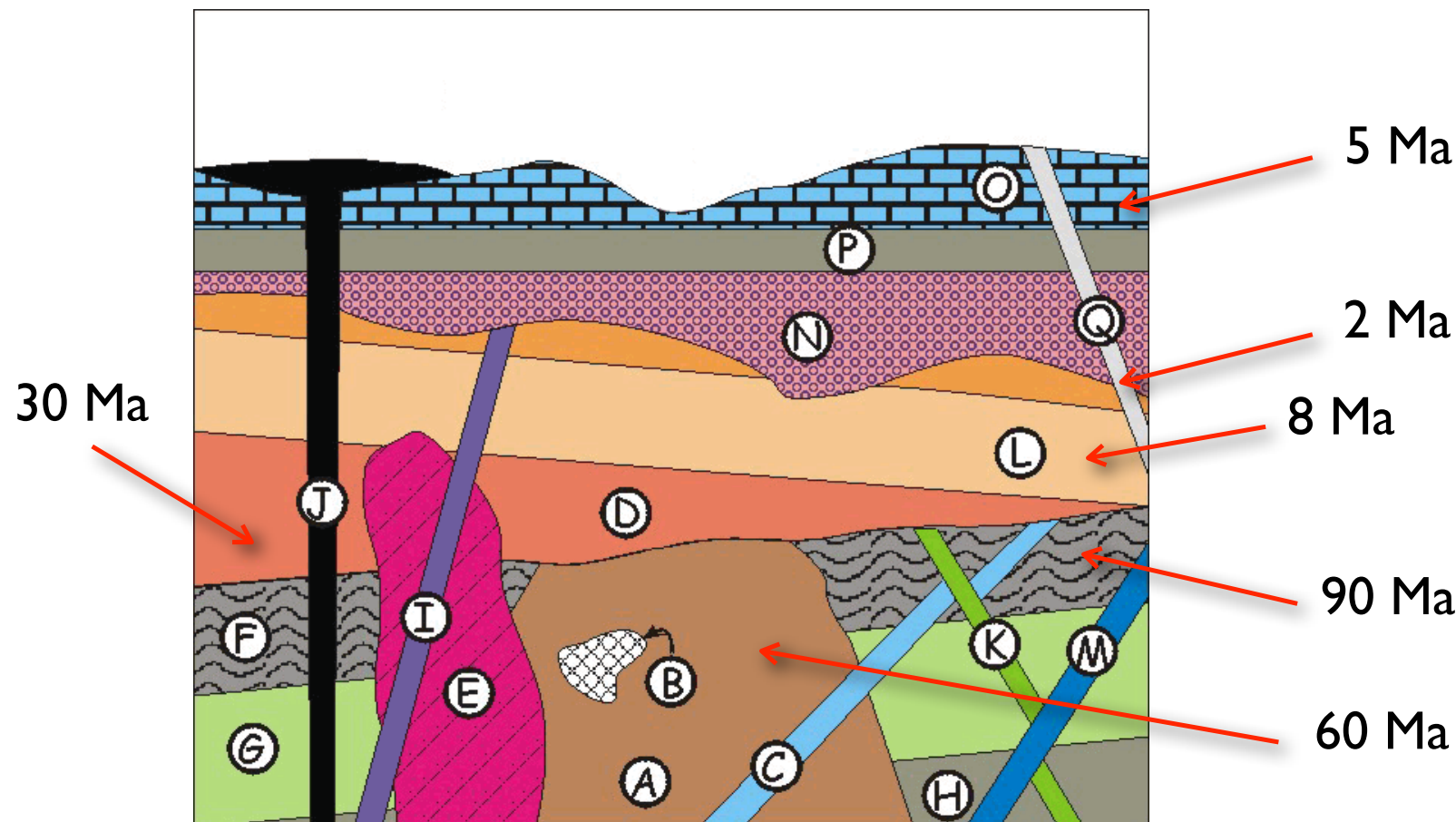


Figura 8.1 Diversi tipi di biozone. I. Biozona di distribuzione totale del fossile indice a nelle sezioni stratigrafiche A-D. II. Biozona di distribuzione concomitante degli indici a e b nelle due sezioni stratigrafiche A e B. III. Biozona di intervallo, compresa tra la prima comparsa dell'indice a e la scomparsa dell'indice b nelle sezioni A-C. IV. Biozona di associazione. In un complesso di indici a distribuzione assai diversificati, alcune specie hanno distribuzione locale. Per tutti gli schemi: 1 = linea tempo; 2 = limite della biozona; 3 = ultima presenza documentata nella sezione; 4 = prima comparsa documentata nella sezione; 5 = specie indice.

Datazioni assolute

- I metodi di datazione assoluta permettono di attribuire una determinata età alle rocce e ai fossili:

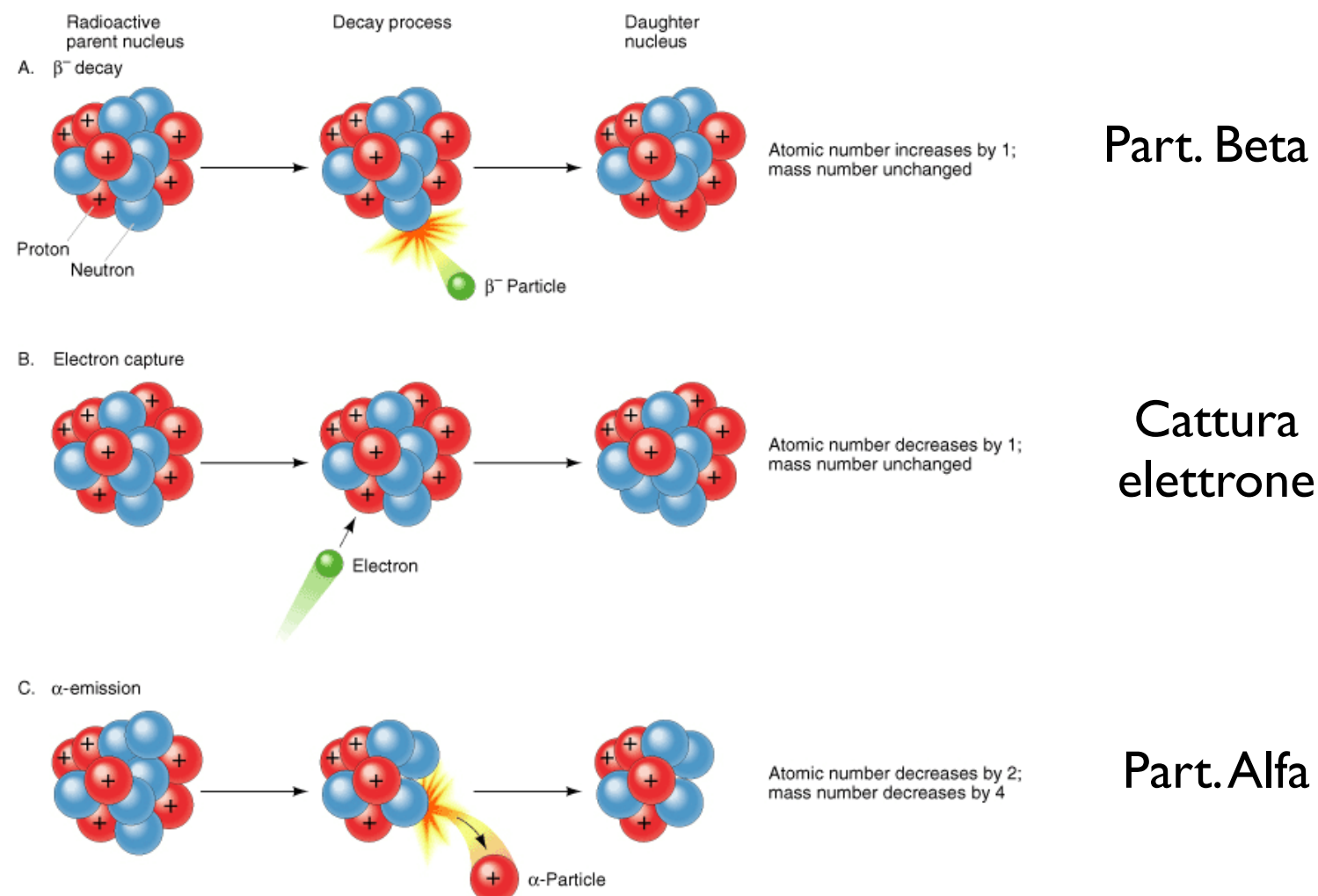
- 1) Metodi radiometrici
- 2) Magnetostratigrafia



Eonothem / Eon	Erathem / Era	System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		⚡	present
				Upper		0.0117
				Middle		0.126
			Pleistocene	Calabrian	⚡	0.781
				Gelasian	⚡	1.80
		Neogene		Piacenzian	⚡	2.58
			Pliocene	Zanclean	⚡	3.600
				Messinian	⚡	5.333
				Tortonian	⚡	7.246
				Serravallian	⚡	11.63
		Paleogene		Langhian	⚡	13.82
				Burdigalian	⚡	15.97
				Aquitanian	⚡	20.44
				Chattian	⚡	23.03
			Oligocene	Rupelian	⚡	28.1
				Priabonian	⚡	33.9
				Bartonian	⚡	37.8
				Lutetian	⚡	41.2
				Ypresian	⚡	47.8
				Thanetian	⚡	56.0
		Paleocene		Selandian	⚡	59.2
				Danian	⚡	61.6
					⚡	66.0

Metodi radiometrici - Geocronologia

- Basata sul regolare decadimento radioattivo di alcuni elementi chimici nei minerali
- Elementi radioattivi (instabili) decadono a elementi non radioattivi (stabili).
- Il tasso di decadimento è costante e conosciuto.



Metodi radiometrici - Geocronologia

- Noti il tasso di decadimento e la quantità di elementi instabili e stabili, si può calcolare la durata della reazione.

Per calcolare l'età di una roccia si utilizza la seguente relazione:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (9.1)$$

dove N_0 è il numero di atomi iniziali (parent), N è il numero di atomi prodotti dal decadimento (daughter) dopo un periodo t , λ è la costante di decadimento, e vale 2,718 (base dei logaritmi naturali $\ln$). Questa equazione può essere scritta anche:

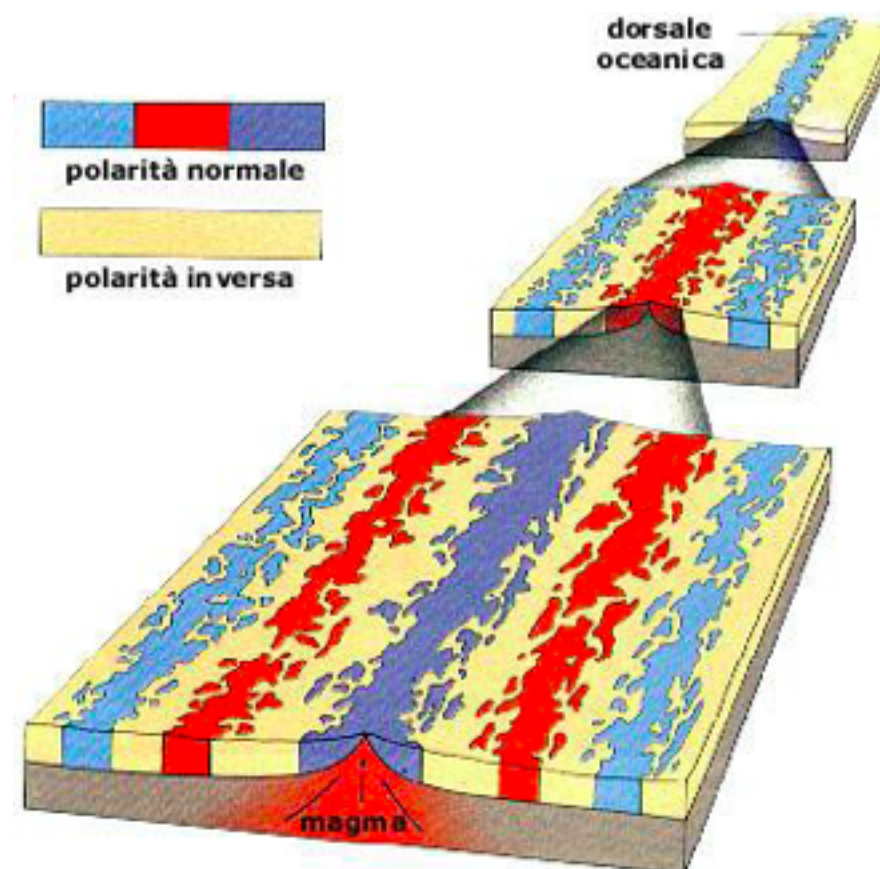
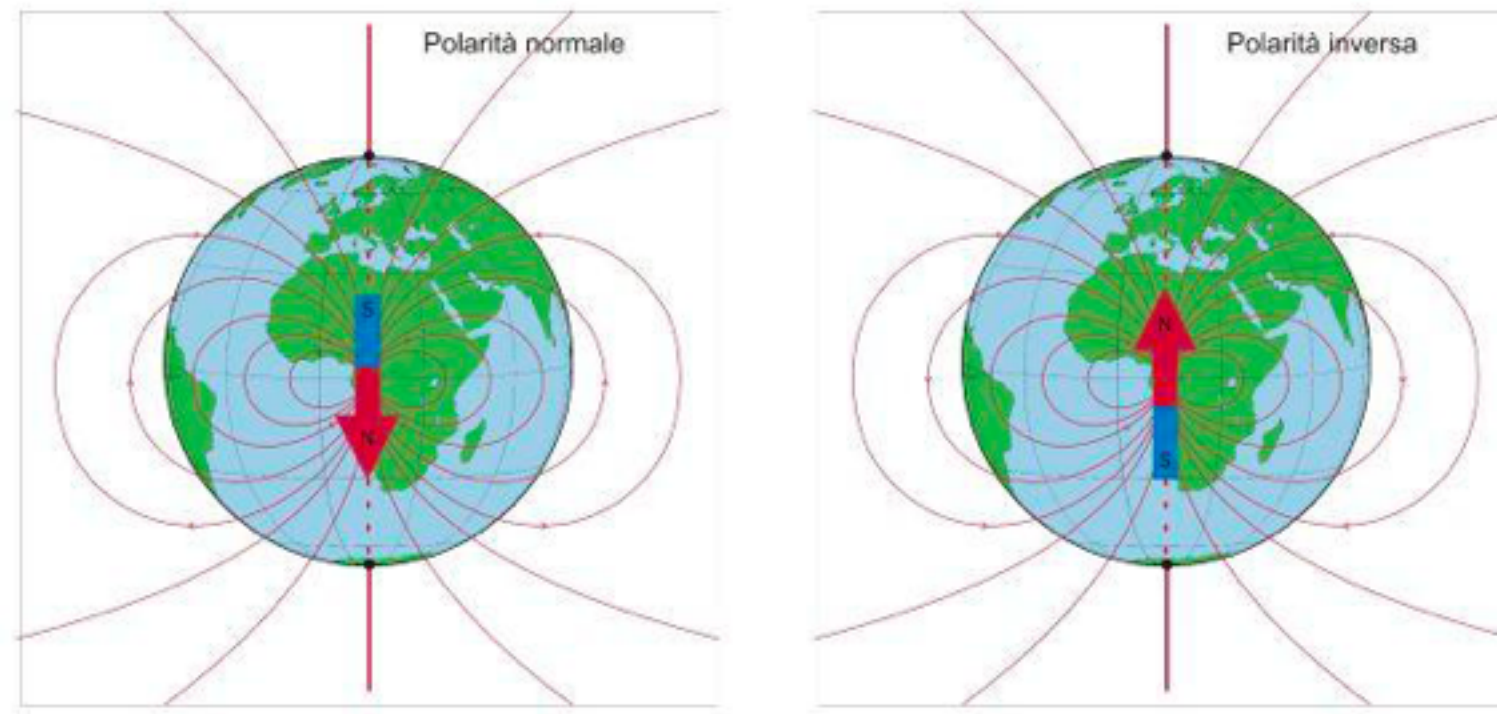
$$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln(N_0/N + 1) \quad (9.2)$$

Metodi radiometrici - Tempi di dimezzamento

- Tempi di dimezzamento per alcuni elementi radioattivi

Parent	half-life (million years)	Daughter	dating range (million years)
^{40}K	1.25×10^3	^{40}Ar	1 to >4500
^{87}Rb	48.8×10^3	^{87}Sr	10 to >4500
^{147}Sm	1.06×10^3	^{143}Nd	>200
^{187}Re	42.0×10^3	^{187}Os	10 to >4500
^{232}Th	14.01×10^3	^{208}Pb	10 to >4500
^{235}U	0.704×10^3	^{207}Pb	10 to >4500
^{238}U	4.468×10^3	^{206}Pb	10 to >4500
^{14}C	5730 yr	^{14}N	<0.07

Magnetostratigrafia



Magnetostratigrafia

Unità magnetostratigrafiche: unità stratigrafiche che definiscono corpi rocciosi in cui variano le proprietà magnetiche.

- La proprietà magnetica più utile in stratigrafia è il cambiamento di verso del vettore della magnetizzazione residua naturale delle rocce, causato dalle inversioni di polarità del campo magnetico terrestre.

Magnetostratigrafia

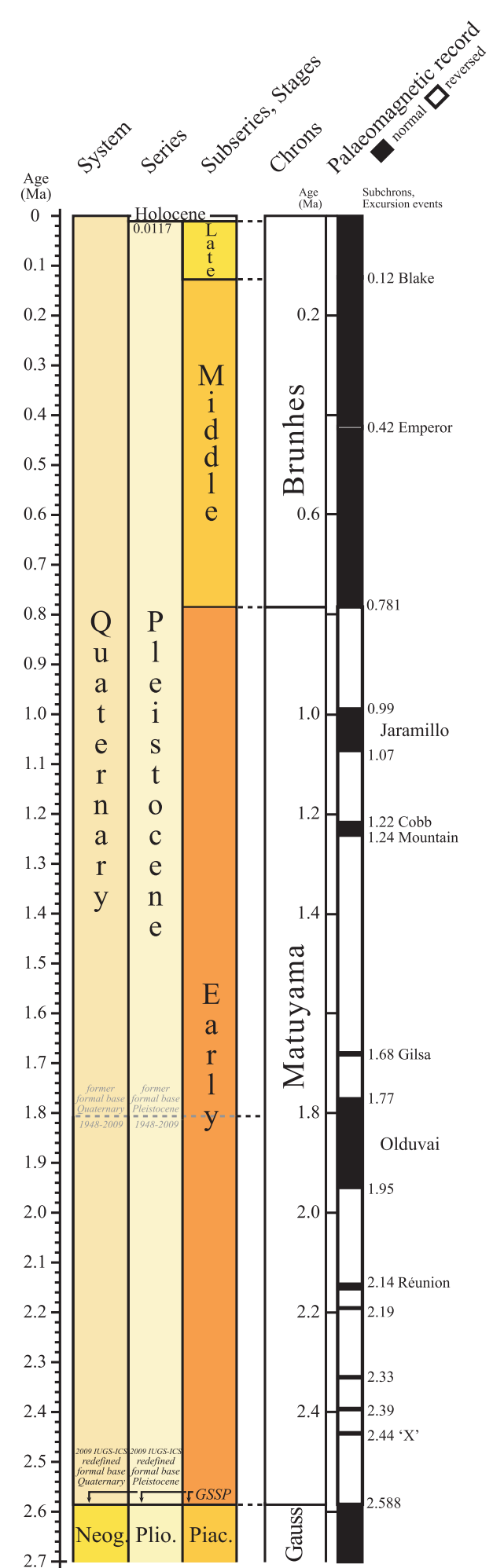


Figura 9.2 Scala dei tempi con stratigrafia magnetica per il Quaternario.