

Corso

Geoarcheologia, morfologia e processi formativi

- Prof. Stefano Lugli

Struttura del corso

- Quaternario
- Stratigrafia e sedimentologia
- Ambienti fluviali e di transizione
- Suoli
- Geoarcheologia di Pompei e Ercolano

1. Il Quaternario

-Terziario... Quaternario!
- Era glaciale!




Il Quaternario

- Era glaciale (periodi glaciali e interglaciali)
- Ultimi 800 ka 10 cicli completi rapidi ed ampi (nel Quaternario circa 50 oscillazioni)
- Avanzamento/ritiro dei ghiacci, alternanza di fasi aride e umide
- Complessità di forme morfologiche, di sedimenti, di associazioni biologiche, tra cui quelle antropiche

Ricostruzioni ambientali

- Caratteristiche stratigrafiche → quadro geologico
- Analisi degli indicatori (proxy record) nelle successioni stratigrafiche → ricostruzioni paleoambientali
- Successione degli eventi → quadro cronostratigrafico
- Relazioni tra stratigrafie → correlazioni
- Approccio integrato → sintesi paleoambientale regionale


Problemi

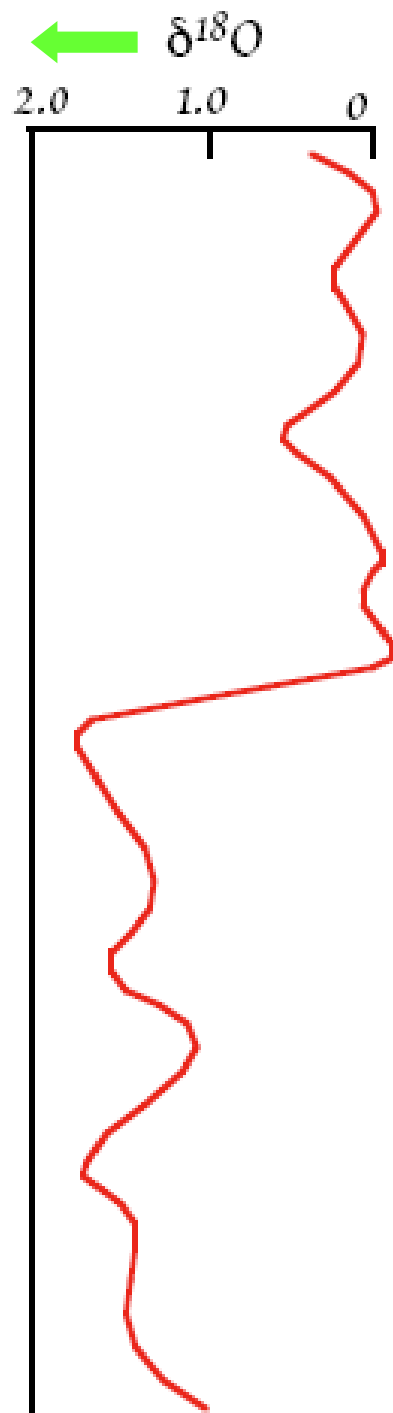
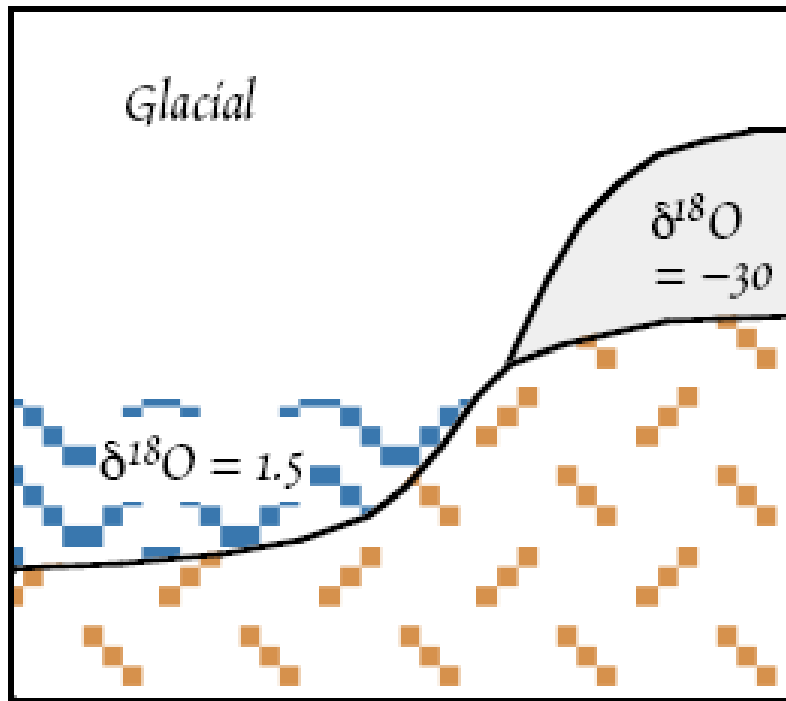
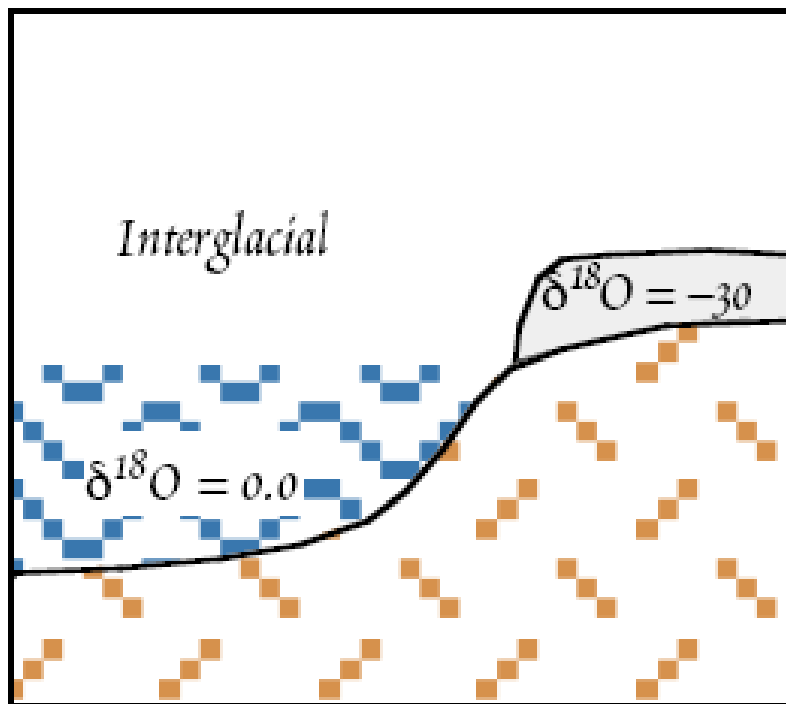
- Documentazione in ambiente continentale è molto frammentaria (scarsità affioramenti, lacune)
- Ciclicità dei cambiamenti climatici ha prodotto simili condizioni e ambienti in tempi diversi 
correlazioni incerte (spesso non possibili datazioni dirette)
- Si procede con studi interdisciplinari: stratigrafia, sedimentologia, botanica, zoologia archeologia, geochimica, ecc.

Era glaciale

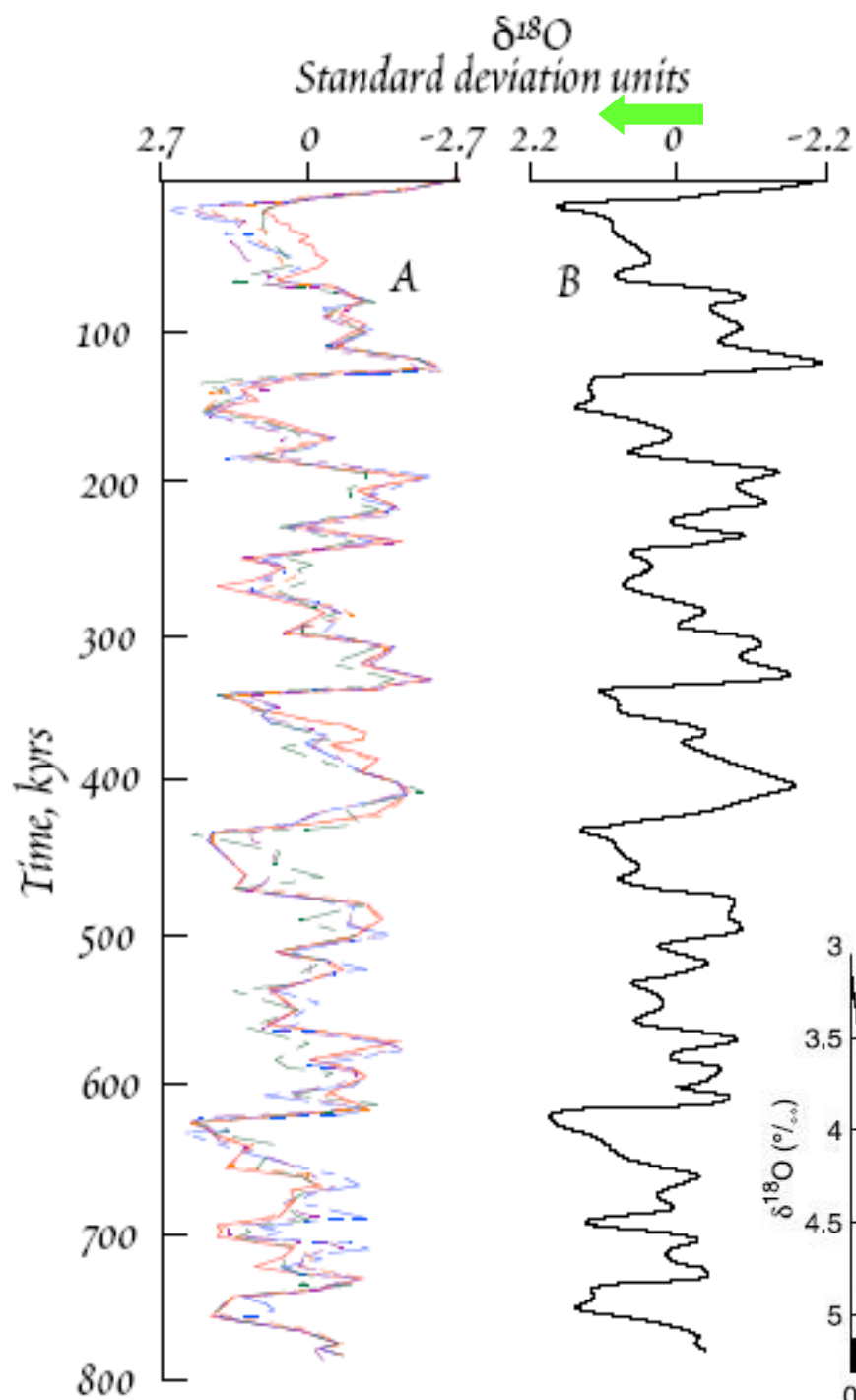
- 5 glaciazioni Donau, Gunz, Mindel, Riss, Wurm
- Teoria glacio-eustatica: variazioni del livello del mare
- Fasi espansione glaciale estensione della tundra a latitudini più basse: zone periglaciali

Studi dei sedimenti quaternari

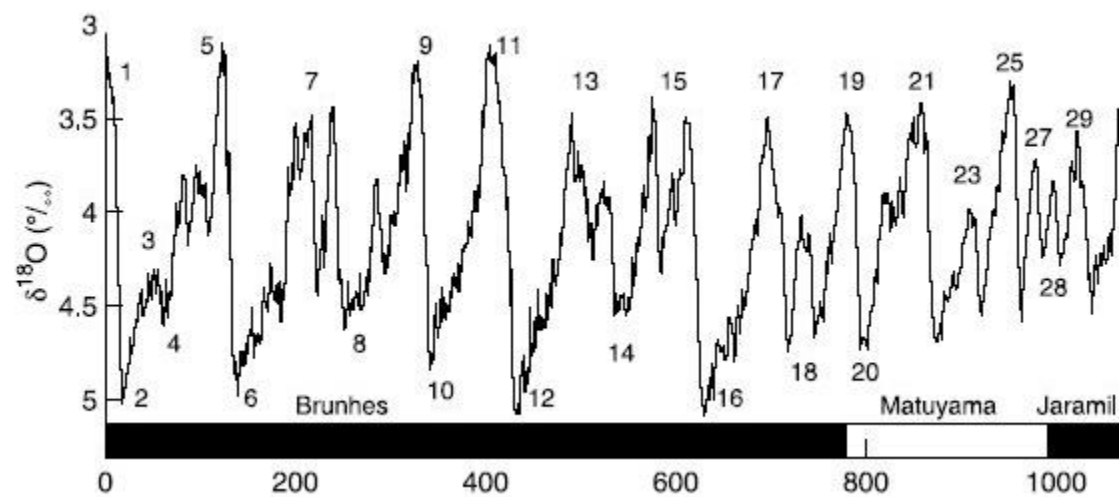
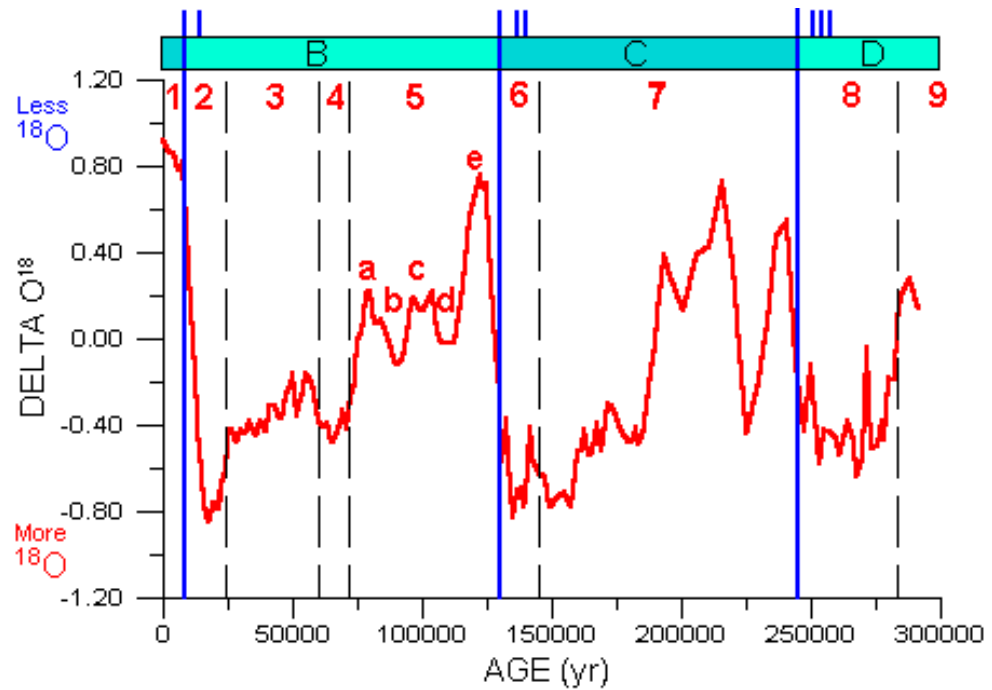
- Analisi sedimentologica e stratigrafica sequenziale
- Perforazioni, indagini paleomagnetiche e sismiche
- Analisi paleontologiche e paleovegetazionali (pollini, dendrocronologia)
- Datazioni assolute (carbonio, amino-stratigrafia, risonanza elettronica, luminescenza, radioisotopi)
- Isotopi ossigeno su microfossili marini (stratigrafia completa, temperatura dell'acqua)
- Perforazioni dei ghiacci polari: condizioni atmosferiche e climatiche del passato (isotopi O  stadi isotopici, gas atmosferici, composti chimici, polvere)
- Modellizzazione della circolazione atmosferica globale (modelli descrittivi e predittivi)



$$\delta^{18}\text{O} = \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$$



OXYGEN ISOTOPE CHRONOLOGY "MIS" Marine oxygen Isotope Stages



Struttura del Quaternario

- Periodi **glaciali**: fasi fredde di lunga durata con espansione glaciale
- Episodi **stadiali**: episodi freddi di minor durata con espansione glaciale di minor durata
- Periodi **interglaciali**: fasi di lunga durata con temperature medie simili o maggiori a quelle attuali (e Olocene)
- Episodi **interstadiali**: episodi temperati di relativo riscaldamento in una fase di generale raffreddamento con temperature che non raggiunsero quelle attuali



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



eonothem	eon	erathem	era	system	period	series	epoch	stage	age	Ma	GSSP	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary*						Holocene		0.0117		
								Upper		0.126		
									Pleistocene	"Ionian"	0.781	
								Pliocene			1.806	
											2.588	
								Neogene	Miocene			3.600
				5.332								
				7.246								
		Oligocene			11.608							
					13.82							
					15.97							
		Paleogene	Eocene			20.43						
					23.03							
					28.4 ± 0.1							
					33.9 ± 0.1							
					37.2 ± 0.1							
					40.4 ± 0.2							
	Paleocene				48.6 ± 0.2							
					55.8 ± 0.2							
					58.7 ± 0.2							
					~ 61.1							
					65.5 ± 0.3							
					70.6 ± 0.6							
	Mesozoic	Cretaceous	Upper			83.5 ± 0.7						
					85.8 ± 0.7							
					~ 88.6							
Lower					93.6 ± 0.8							
					99.6 ± 0.9							
					112.0 ± 1.0							
Jurassic		Upper			125.0 ± 1.0							
					130.0 ± 1.5							
					~ 133.9							
		Middle			140.2 ± 3.0							
					145.5 ± 4.0							
					145.5 ± 4.0							

eonothem	eon	erathem	era	system	period	series	epoch	stage	age	Ma	GSSP	
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic						Tithonian		145.5 ± 4.0		
								Upper		150.8 ± 4.0		
											~ 155.6	
								Middle			161.2 ± 4.0	
											164.7 ± 4.0	
								Lower			167.7 ± 3.5	
				171.6 ± 3.0								
				175.6 ± 2.0								
				183.0 ± 1.5								
				189.6 ± 1.5								
				196.5 ± 1.0								
		Paleozoic	Triassic	Upper			199.6 ± 0.6					
						203.6 ± 1.5						
						216.5 ± 2.0						
	Middle					~ 228.7						
						237.0 ± 2.0						
						~ 245.9						
	Lower				~ 249.5							
					251.0 ± 0.4							
					253.8 ± 0.7							
			Permian	Lopingian			260.4 ± 0.7					
							265.8 ± 0.7					
							268.0 ± 0.7					
	Guadalupian				270.6 ± 0.7							
				275.6 ± 0.7								
				284.4 ± 0.7								
Carboniferous	Cisuralian			294.6 ± 0.8								
				299.0 ± 0.8								
				303.4 ± 0.9								
	Pennsylvanian			307.2 ± 1.0								
				311.7 ± 1.1								
				318.1 ± 1.3								
Paleoproterozoic	Misisippian	Upper			328.3 ± 1.6							
					345.3 ± 2.1							
					359.2 ± 2.5							

eonothem	eon	erathem	era	system	period	series	epoch	stage	age	Ma	GSSP	
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian						Famennian		359.2 ± 2.5		
								Upper		374.5 ± 2.6		
											385.3 ± 2.6	
								Middle			391.8 ± 2.7	
											397.5 ± 2.7	
								Lower			407.0 ± 2.8	
				411.2 ± 2.8								
				416.0 ± 2.8								
				418.7 ± 2.7								
		Silurian	Ludlow			421.3 ± 2.6						
						422.9 ± 2.5						
						426.2 ± 2.4						
	Wenlock				428.2 ± 2.3							
					436.0 ± 1.9							
					439.0 ± 1.8							
	Ordovician	Upper			443.7 ± 1.5							
					445.6 ± 1.5							
					455.8 ± 1.6							
		Middle			460.9 ± 1.6							
					468.1 ± 1.6							
					471.8 ± 1.6							
	Cambrian	Lower			478.6 ± 1.7							
					488.3 ± 1.7							
					~ 492*							
Furongian				~ 496*								
				~ 499								
				~ 503								
Precambrian	Series 3			~ 506.5								
				~ 510*								
				~ 515*								
	Series 2			~ 521*								
				~ 528*								
				542.0 ± 1.0								

This chart was drafted by Gabi Ogg, Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions.
Copyright © 2008 International Commission on Stratigraphy

eonothem	eon	erathem	era	system	period	age	Ma	GSSP	GSSA	
Proterozoic	Neoproterozoic					Ediacaran	542			
						Cryogenian		~ 635		
									850	
						Mesoproterozoic			1000	
									1200	
									1400	
			1600							
	Paleoproterozoic			1800						
				2050						
				2300						
				2500						
		Archean	Neoproterozoic			2800				
					3200					
				3600						
Eoarchean				4000						
				~ 4800						
				~ 4800						

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Standard Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) and 'The Concise Geologic Time Scale' by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (in press)

* The status of the Quaternary is not yet decided. Its base may be assigned as the base of the Gelasian and extend the base of the Pleistocene to 2.6 Ma. The "Tertiary" comprises the Paleogene and Neogene and has no official rank.



INTE

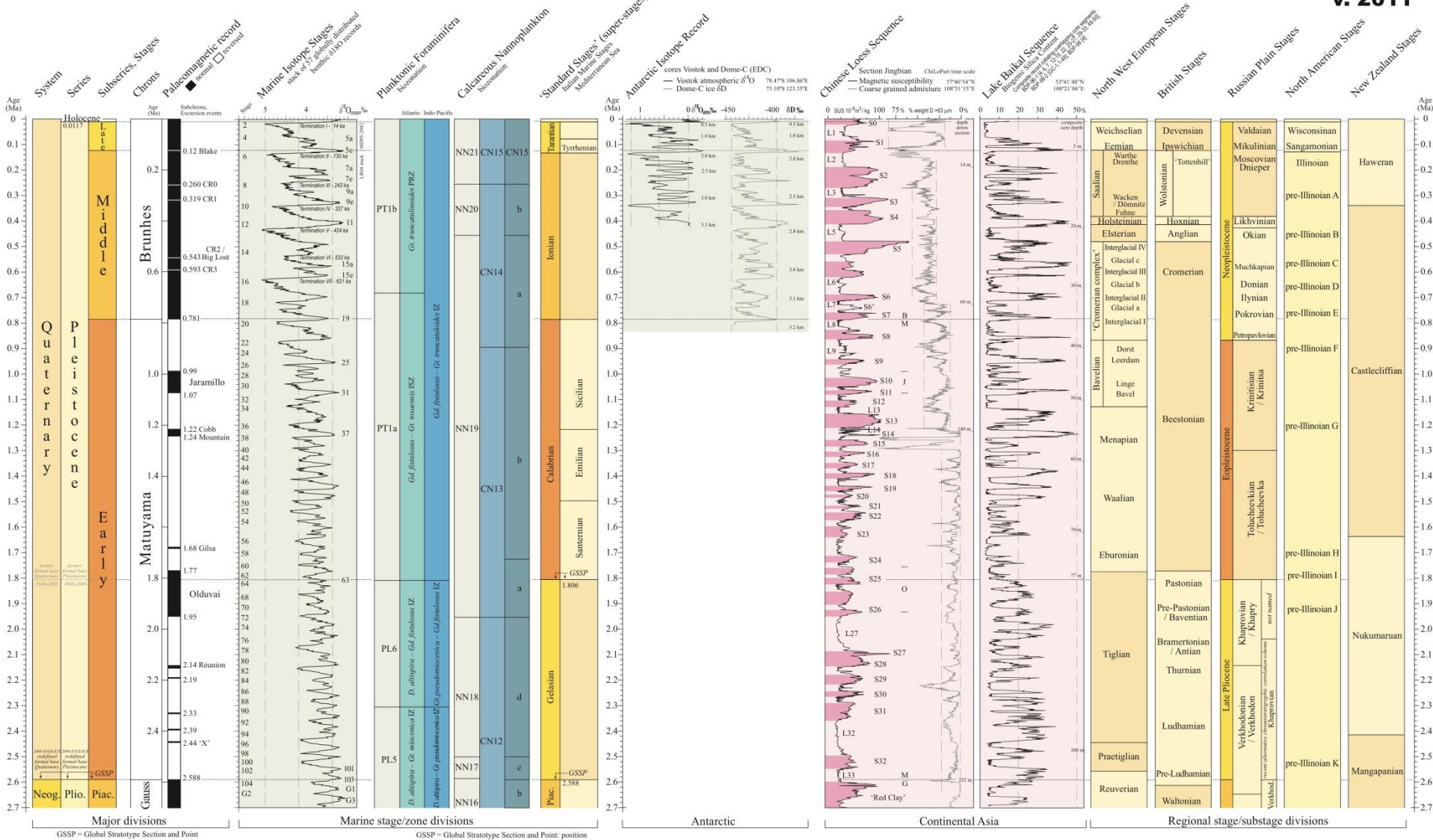
Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma
C CENOZOIC	CENOZOIC	Quaternary *	Holocene		0.0117
			Pleistocene	Upper	0.126
				"Ionian"	0.781
				Calabrian	1.806
				Gelasian	2.588
		Pliocene	Piacenzian	3.600	
			Zanclean	5.332	
		Neogene	Miocene	Messinian	7.246
				Tortonian	11.608
				Serravallian	13.82
				Langhian	15.97
				Burdigalian	20.43
				Aquitanian	23.03

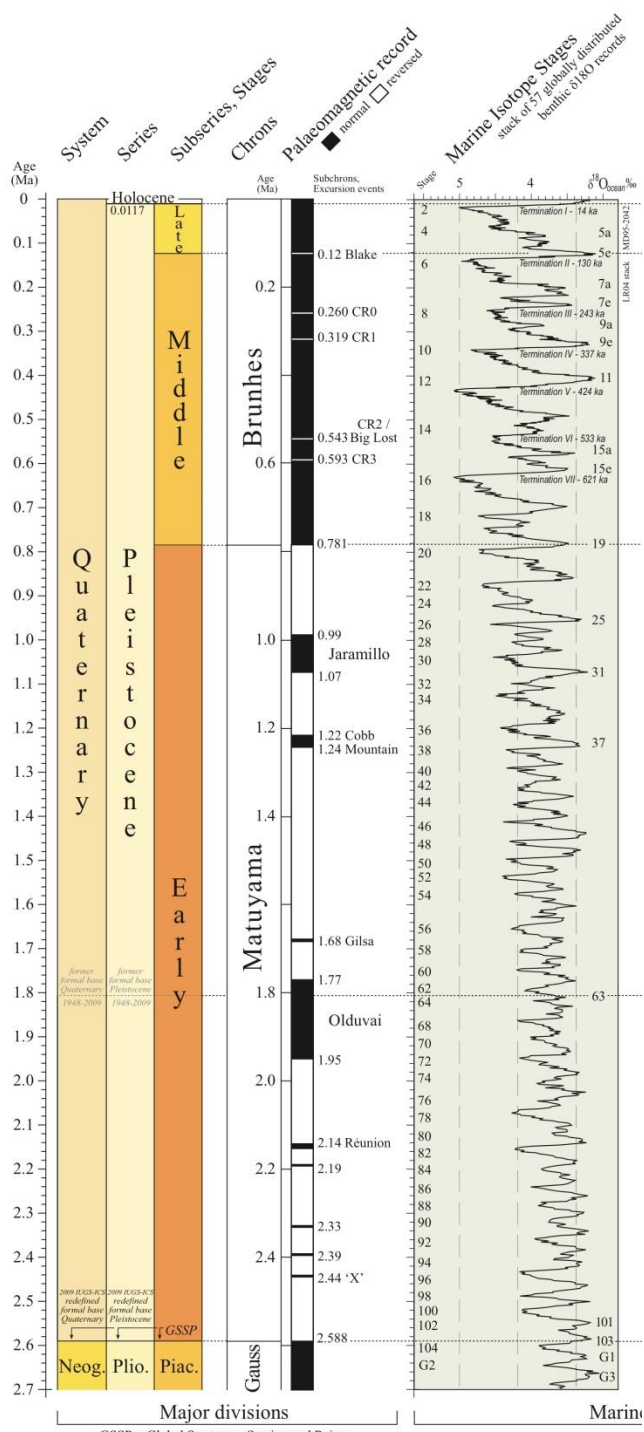


INTE

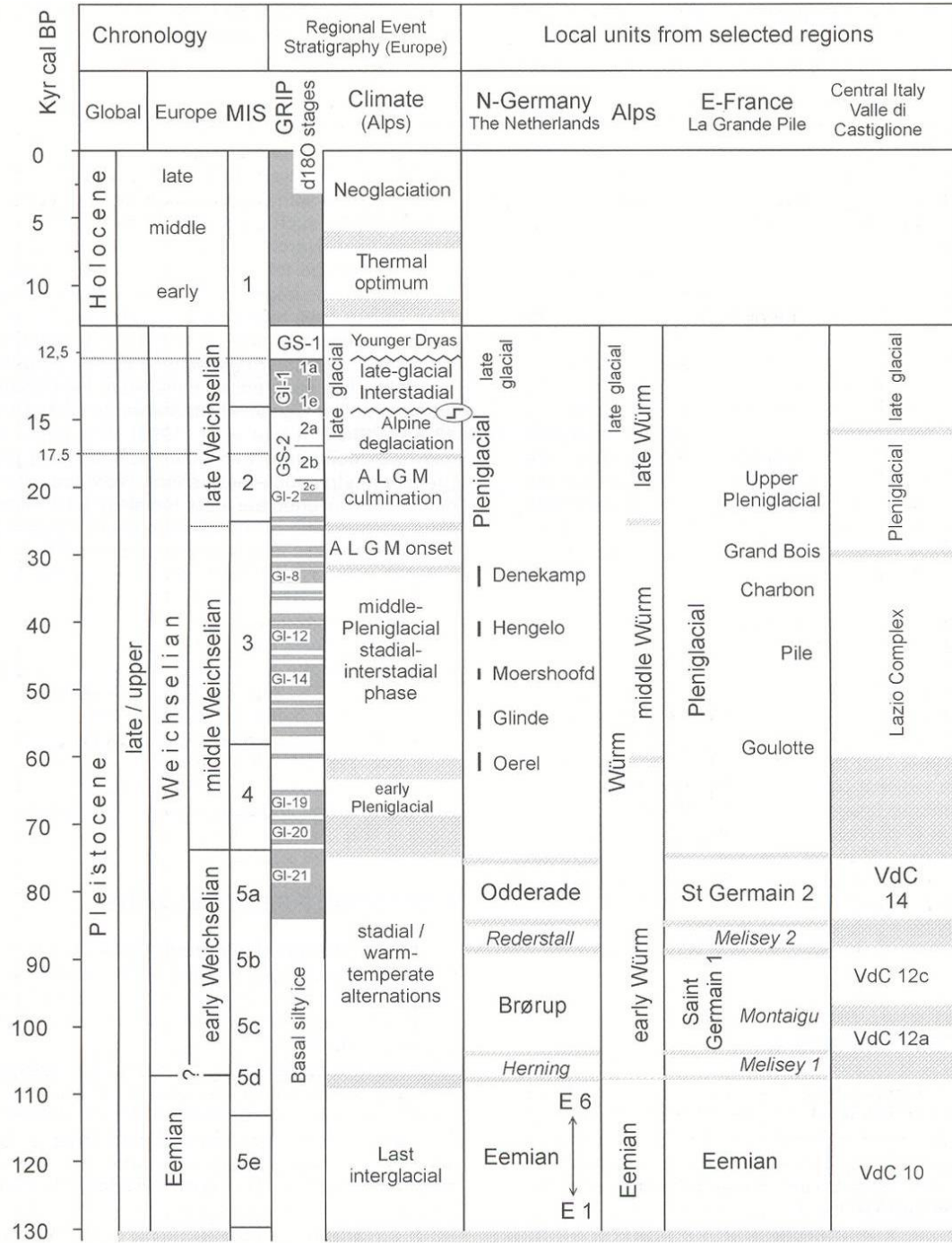
Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma
C CENOZOIC	CENOZOIC	Quaternary	Holocene		0.0117
			Pleistocene	Upper	0.126
				"Ionian"	0.781
				Calabrian	1.806
				Gelasian	2.588
		Pliocene	Piacenzian	3.600	
			Zanclean	5.332	
		Neogene	Miocene	Messinian	7.246
				Tortonian	11.608
				Serravallian	13.82
				Langhian	15.97
				Burdigalian	20.43
				Aquitanian	23.03

Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years v. 2011



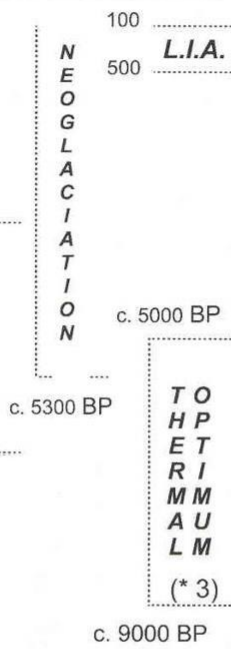


GSSP = Global Stratotype Section and Point



Diachronic limit
 Poorly dated limit
 Partially coeval events

S e r i e s	S t A g e	INFORMAL SUBDIVISIONS (*1)	<i>climato- stratigraphic subdivisions (*1)</i>	CHRONO ZONES (Holocene only)	Conventional age ¹⁴ C yr BP	Calibrated age cal ¹⁴ C BP (*2)	Varve chronology from German and Polish lakes (Litt et al., 2001)								
					Mangerud et al., 1974, 82; Litt et al., 2001	Stuiver et al., 1998									
H O L O C E N E		LATE	N E O G L A C I A T I O N	Subatlantic	2500	2728-2476									
								MIDDLE	L.I.A.	Subboreal	5000	5728 5657-5828			
														EARLY	T O H P E T R I M M A U L M
								Preboreal	9000	10.189 9944 - 10.004					
												P L E I S T O C E N E	W ü r m = Weichselian	L a t e g l a c i a l	Younger Dryas (* 4)
								"late glacial interstadial"	c. 10.700	12.840 12.896 - 12.644	12.650-12.680				
"early late glacial"	c. 12.300	14.289 15.416 - 14.101	14.450												
				Last Glacial Maximum (Alps)	c. 15.500										



2728-2476

5728
5657-5828

8776-9004

10.189
9944 - 10.004

11.268 - 11.553

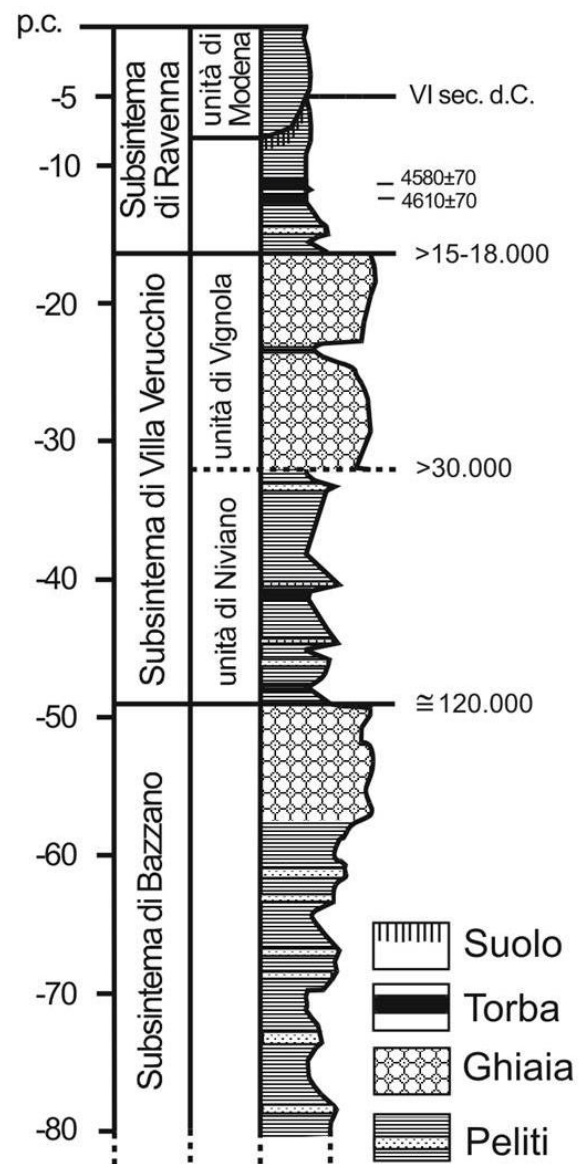
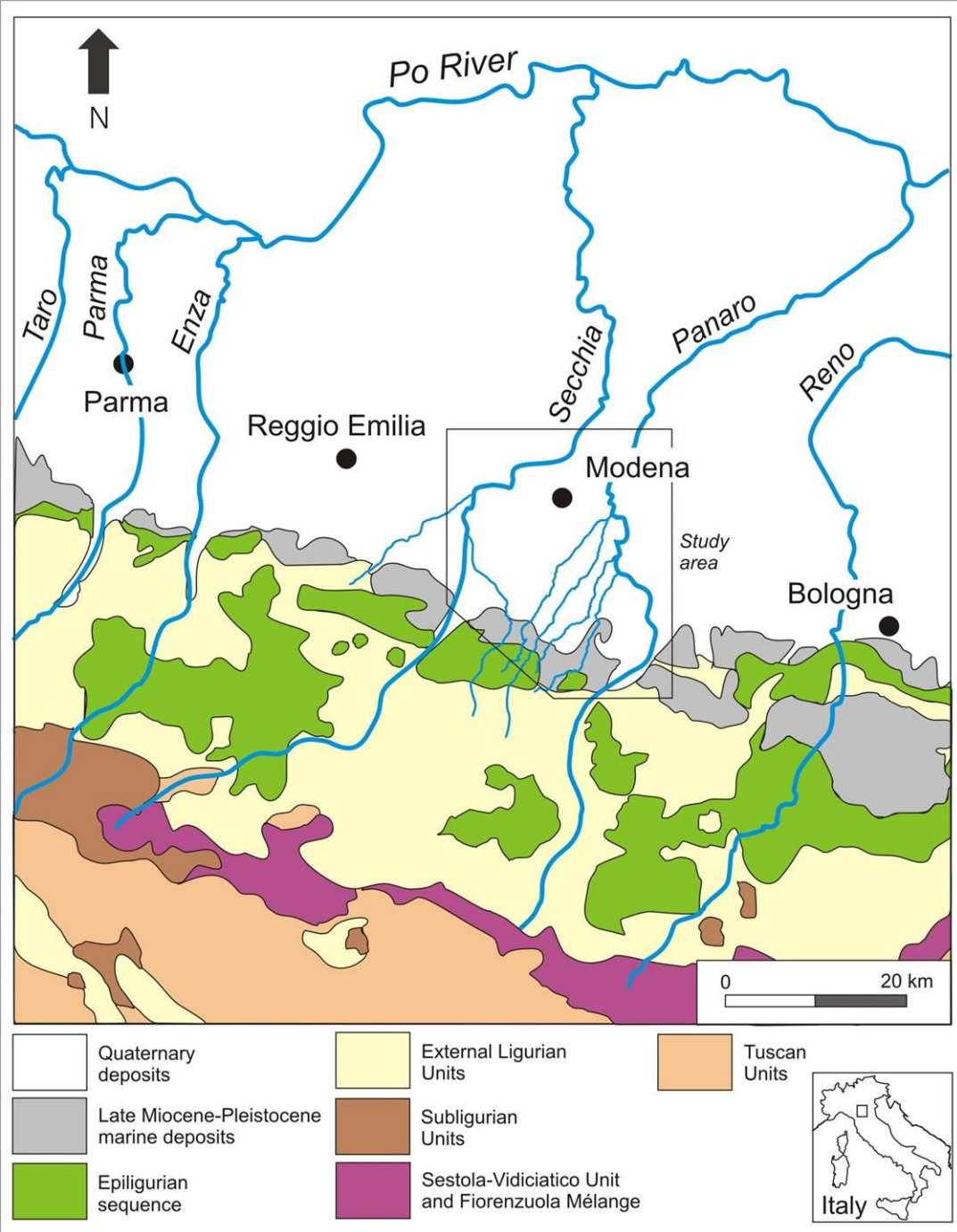
12.840
12.896 - 12.644

14.289
15.416 - 14.101

11.480-11.590

12.650-12.680

14.450







Aprile 2004

Ottobre 2005



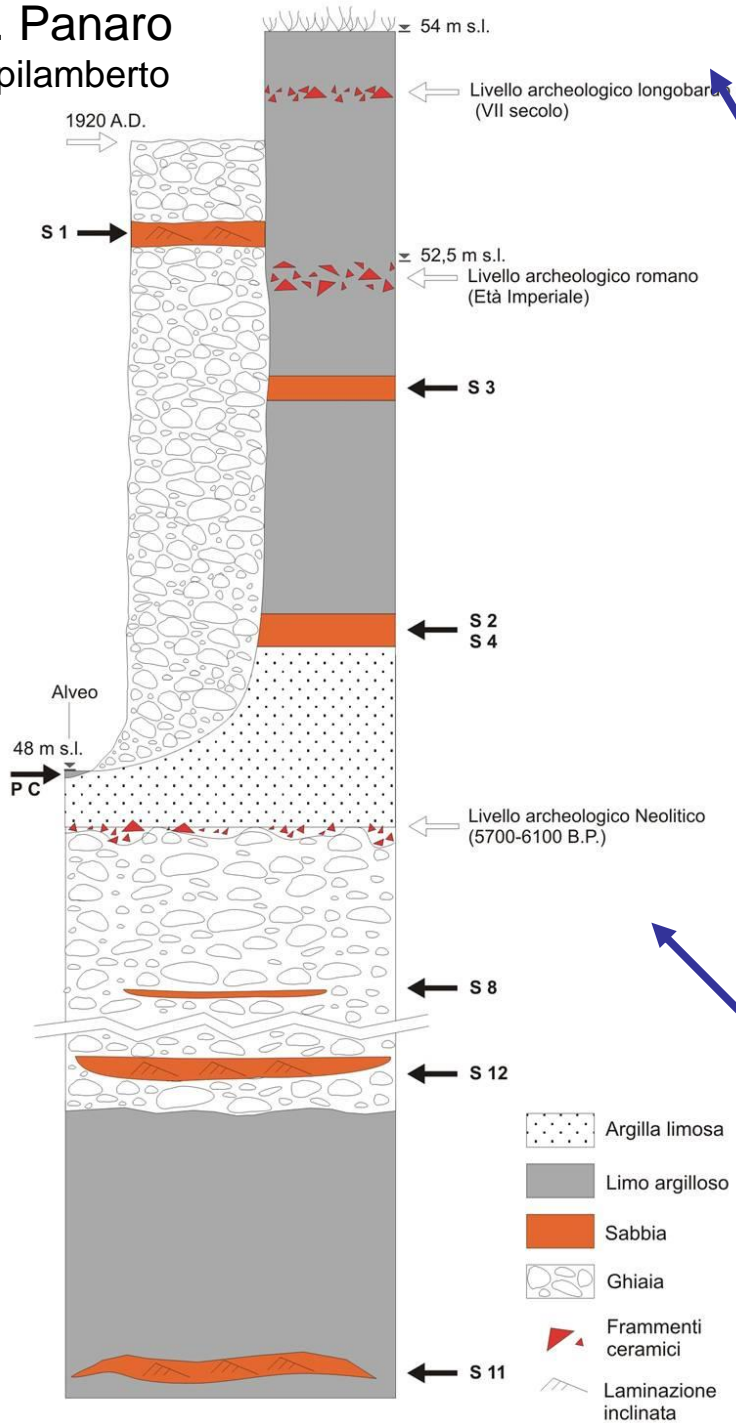
*Fiume Secchia
Campogalliano*

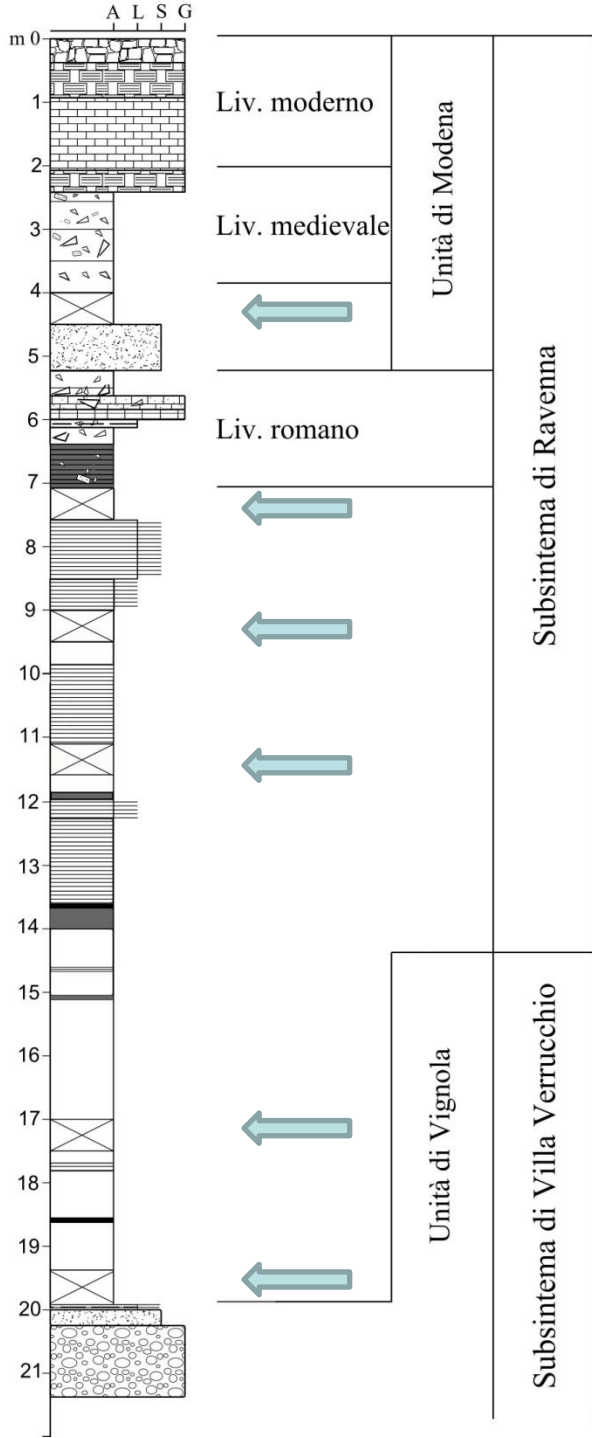




centimeters
www.sepm.org
Society for Sedimentary Geology
SEPM
inches

F. Panaro Spilamberto





Legenda

-  Torba
-  Argilla organica
-  Argilla
-  Limo
-  Sabbia
-  Ghiaia
-  Laminazione
-  Materiale lapideo
-  Laterizio
-  Conglomerato cementizio
-  Malta
-  Frammenti di laterizi
-  Frammenti di malte

Argentino, 2013



Legenda

Argilla



Limo



Sabbia



Ghiaia



Materiale lapideo



Laterizio



Conglomerato cementizio



Malta



Torba



Argilla organica



Tracce di carbone



Frammenti di laterizi



Gasteropodi



Calcinelli



Resti vegetali



Frammenti di malte



Screziature



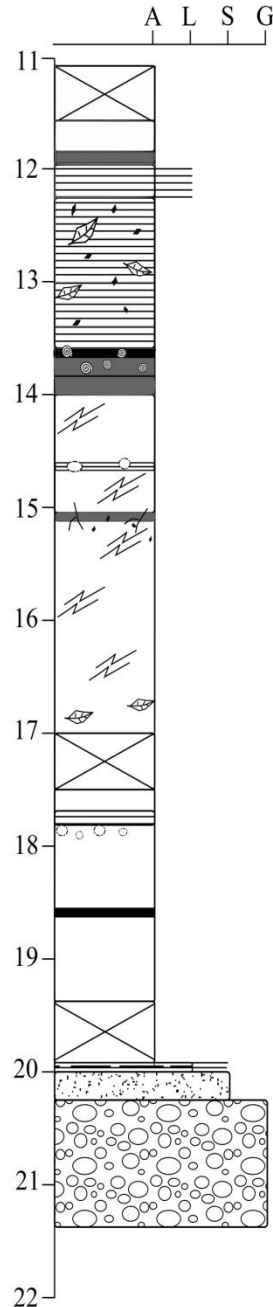
Ciottoli



Laminazione



Radici



C4

Argilla

Colore 2.5y 3.1 very dark grey
Argilla torbosa grigio scura da 11,81 m a 11,93 m
Laminazione Argilla/Limo da 11,93 m a 12,25 m

Argilla limosa

Colore 2.5y 4.1 dark reddish grey; sono presenti resti vegetali e frequenti tracce di carbone millimetriche. Si trovano lamine di argilla più scura ricca in sostanza organica fino a 13,25 m

Argilla limosa con lamine organiche

Colore 2.5y 4.1 dark reddish grey; tracce di carbone millimetriche
Torba con resti di gasteropodi da 13,66 m a 13,69 m

Argilla torbosa nera con frammenti di gasteropodi da 13,69 m a 13,81 m

Argilla nera omogenea, priva di resti organici macroscopici da 13,81 m a 14 m

Argilla limosa screziata (screziature distanziate tra loro di 10 cm circa) da 14 m a 15 m
Colore 2.5y 3.1 very dark grey

Lamine di argilla più scura con presenza di calcinelli millimetrici da 14,60 m a 14,68 m

Argilla screziata con tracce poco diffuse di carbone (concentrate tra 15 m e 15,25 m)
Livello d'argilla organica tra 15,04 m e 15,06 m; presenza di radici

Argilla limosa. Colore 2.5 y 4.1 dark reddish grey

Screziature marroni-rossicce presenti da 16,10 m a 16,70m

Alla base sono presenti resti vegetali legnosi (di lunghezza inferiore a 3 cm)

C7

Argilla limosa. Colore 2.5y 4.1 dark reddish grey

Lamine di argilla organica da 17,70 m fino 17,85 m; calcinelli concentrati a 17,90 m

Torba

Argilla limosa grigia, più chiara alla base (2.5y 4.2 dark greysh brown - 2.5y 3.1 very dark grey)

C8

Limo argilloso con sottili lamine di sabbia fine-finissima. Presenza di leggere screziature rossastre. Colore 2.5y 5.1 grey

Sabbia medio-fine argillosa. Colore 2.5y 5.1 grey

Ghiaia

Clasti di diametro variabile (0,5- 5 cm)

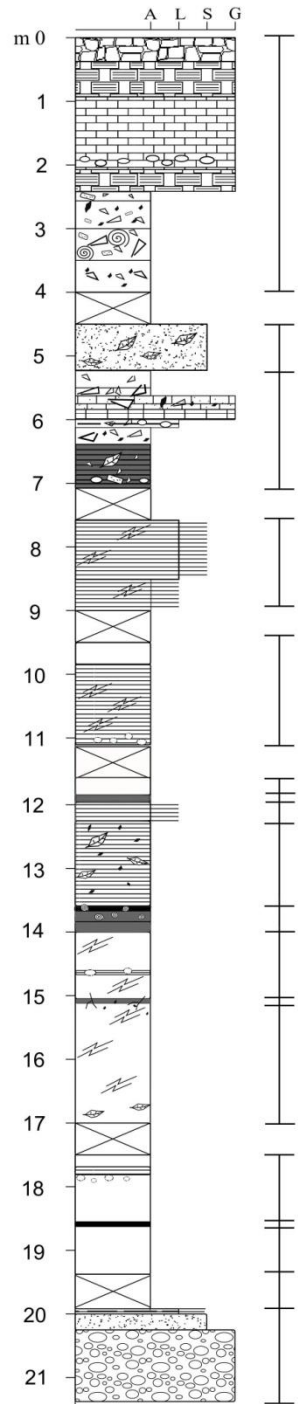
Variazione di colore della matrice: sfumature marrone chiaro alla base tendenti al grigio verso il tetto (2.5y 4.4 olive brown - 2.5y 5.1 grey)



Intervallo 10-15



Intervallo 20-25 m



DEPOSITI ANTROPICI

VENTAGLIO DI ROTTA

DEPOSITI ANTROPICI

ARGINE NATURALE

PIANA INONDABILE

PIANA INONDABILE
PALUDE
ARGINE NATURALE

PIANA INONDABILE

PALUDE

PIANA INONDABILE
PALUDE

PIANA INONDABILE

PIANA INONDABILE
PALUDE
PIANA INONDABILE

CANALE

facies deposizionali



- ❖ Facies di canale
- ❖ Facies di piana inondabile
- ❖ Facies di palude
- ❖ Facies di argine
- ❖ Facies di ventaglio di rotta

Ricostruzione del profilo di sottosuolo

NE

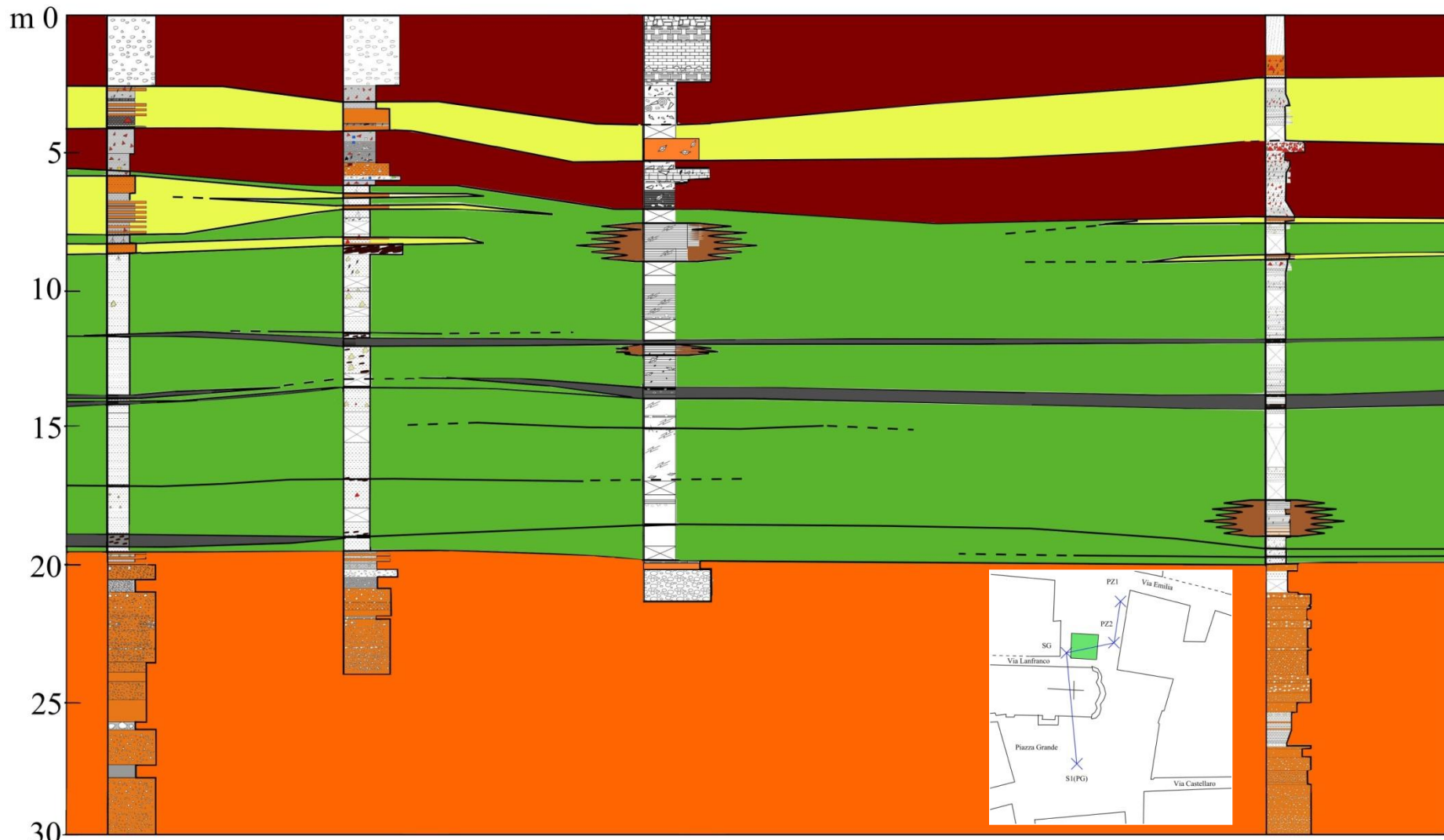
SO

PZ1 (2010)

PZ2 (2010)

SG (2012)

S1(PG) (2008)



10 m

- Depositi antropici
- Rotte fluviali
- Canale
- Piana inondabile
- Argine naturale
- Palude