



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -



Guida all'escursione didattica MUSE - Nago-Torbole 14/12/2019

Progetto PLS 2019
Corso di Laurea in Scienze Geologiche



Responsabile del Progetto PLS GEOLOGIA -Ferrara:
Prof. Michele Morsilli

Guida realizzata da:

Dott.ssa Maria Michail,

Dott.ssa Gabriella Del Viscio,

Dott. Nicola Fullin

IL PROGETTO PLS

Il **progetto PLS - “Piano Lauree Scientifiche”**, istituito nel 2004 dal MIUR in occasione della Conferenza dei Presidi di Scienze e Tecnologie e di Confindustria, è un piano di intervento nazionale che si pone lo scopo di avvicinare gli studenti alle discipline scientifiche mediante un approccio sperimentale in laboratorio.

L’Università di Ferrara partecipa attivamente nel Piano Nazionale Lauree Scientifiche e nei Corsi di Laurea in Chimica, Fisica, Matematica, Statistica, Geologia, Biologia, Scienze Naturali e Biotecnologie viene svolto un orientamento mirato che consiste in attività didattiche per gli studenti svolte in laboratori scolastici e universitari e in corsi di aggiornamento/approfondimento per gli Insegnanti delle Scuole Secondarie di secondo grado.

Il Corso di Laurea in Scienze Geologiche, con l’obiettivo principale di contribuire alla riduzione dell’abbandono degli studi al primo anno dell’Università, ha previsto una serie di nuove attività di integrazione delle nozioni teoriche con l’esperienza pratica. In particolare, l’Escursione Didattica di oggi è stata realizzata per fornire una panoramica delle tematiche geologiche trattate dal Corso di Laurea direttamente sul campo. Gli studenti ed i loro Insegnanti prenderanno parte ad un’attività geologica sul terreno nella quale avranno la possibilità di migliorare la conoscenza e la percezione della Geologia.



INDICE

1. Itinerario dell'Escursione	p. 3
2. Cenni di Geologia e Geomorfologia dell'area	p. 7
3. Formazioni geologiche	p. 13
4. Glossario	p. 17
5. Bibliografia	p. 18
6. Esercizi	p. 19
7. Appendice	p. 23
<i>Carta geologica dell'area</i>	
<i>Profilo geologico dell'area</i>	
<i>Scala dei tempi geologici</i>	

1. ITINERARIO DELL'ESCURSIONE

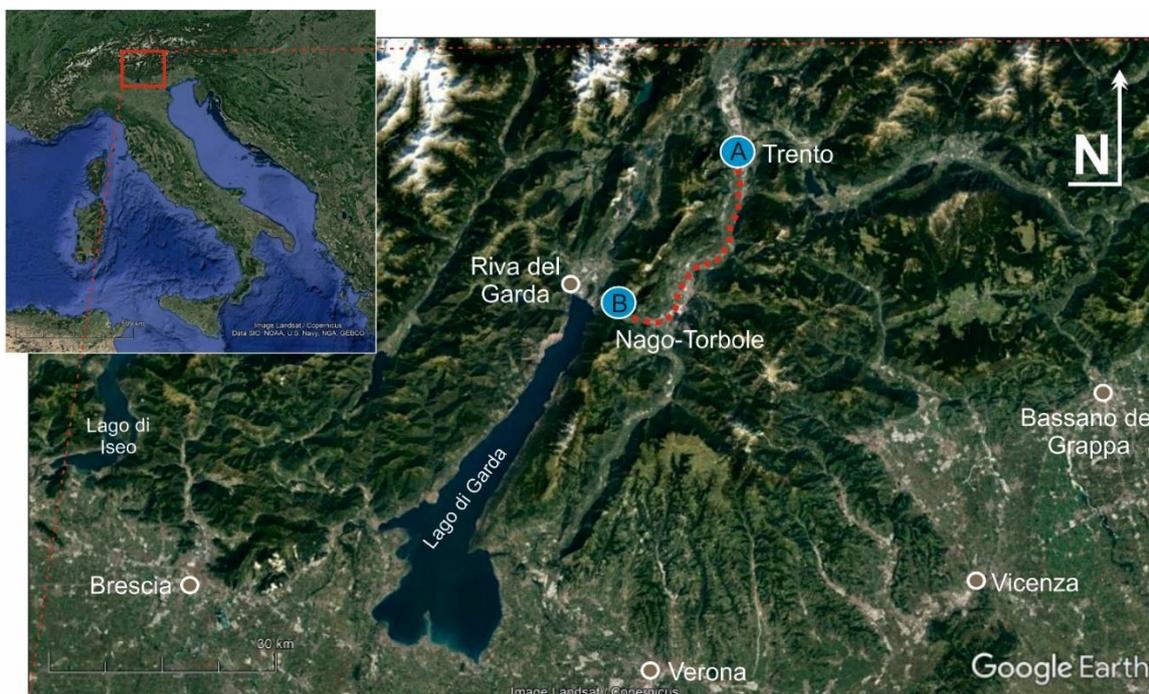


Fig. 1. Mappa delle tappe del programma (posizione A: Il Muse - Museo Delle Scienze, Trento e posizione B: Nago - Torbole, Lago di Garda).

A) Il Muse - Museo Delle Scienze (Trento)

La prima fermata prevista per la giornata di oggi è il Museo delle Scienze (MUSE), un ente strumentale della Provincia Autonoma di Trento (Fig. 2). Il suo scopo è quello di permettere di interpretare la natura a partire dal paesaggio montano attraverso gli occhi, gli strumenti e le domande della ricerca scientifica.

Le radici del Museo delle Scienze si confondono con le antiche raccolte di notabili trentini che alla fine del '700 arricchivano di oggetti naturalistici il museo storico-artistico presso il Municipio della città. Nel 1922 viene fondato il Museo Civico di Storia Naturale di Trento, all'ultimo piano del palazzo di via Verdi, oggi sede della Facoltà di sociologia dell'Università di Trento. Il nuovo MUSE – Museo delle Scienze apre al pubblico la sua nuova sede all'interno dell'area di riqualificazione urbana del Quartiere Le Albere, il 27 luglio 2013. Il Museo si amplia inglobando realtà legate alla sede di Trento ma ubicate sul territorio, in luoghi di elevato interesse naturale e turistico.

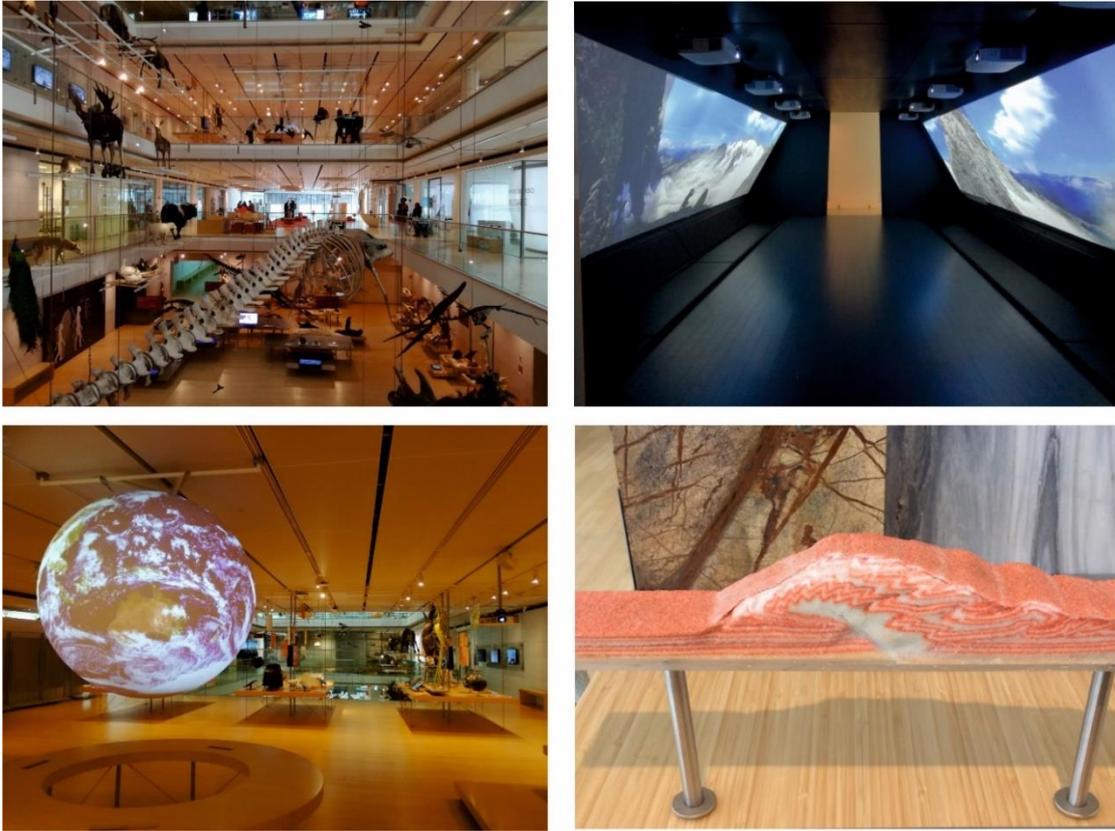


Fig. 2. Fotografie del Museo delle Scienze (MUSE) di Trento

B) Nago - Torbole (Lago di Garda)



Fig. 3. Vista panoramica sul Monte Brione e sul Lago di Garda dalla località di Nago-Torbole.

La seconda fermata verrà effettuata nei pressi del Lago di Garda, nella località di Nago. Il Lago di Garda, il più grande d'Italia, si trova tra le Alpi a Nord e la Pianura Padana a Sud. Il Nord del Lago appartiene alla regione Trentino-Alto Adige, la parte Ovest alla Lombardia e quella Est al Veneto. La località di Nago-Torbole, in provincia di Trento, è rinomata per la spettacolare vista panoramica su parte degli strati rocciosi delle Alpi Meridionali descritti in questa Guida (Fig. 3).

Per poter comprendere meglio ciò che vedremo oggi bisogna premettere che nel passato (geologico) l'Italia non aveva la forma e la posizione geografica che oggi conosciamo. Tornando indietro nel tempo a 250 milioni di anni fa, così come per buona parte dei successivi 200 milioni di anni, la Catena Alpina e gli Appennini non si erano ancora creati. In questo lungo intervallo di tempo le aree che formano l'attuale Italia erano occupate da un mare poco profondo, con pochissime porzioni di terra emersa e con un clima tropicale, come le attuali Isole Bahamas dell'America Centrale (Fig. 4A).

Le Isole Bahamas sono infatti un moderno esempio di **piattaforma carbonatica** ossia di un ambiente marino poco profondo in cui il clima caldo favorisce la produzione di sedimenti carbonatici (a base di carbonato di calcio, CaCO_3), spesso bordati da organismi costruttori come i coralli. Questi sedimenti vengono compattati e cementati nel corso del tempo e si trasformano in **rocce carbonatiche** la cui composizione testimonia l'ambiente sedimentario di formazione.

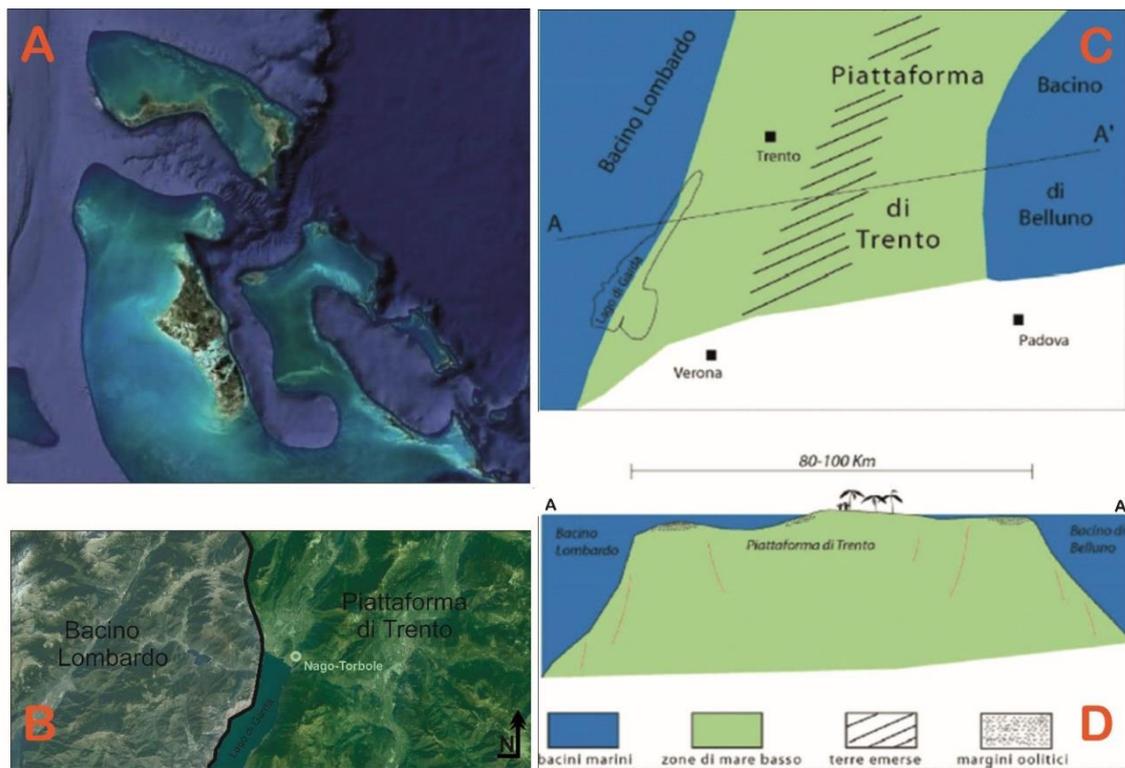


Fig. 4. A) Le Isole Bahamas nell'America Centrale. Le zone più chiare sono le aree di mare basso della piattaforma carbonatica, circondate da zone bacinali più profonde, in blu scuro; B) L'antica Piattaforma di Trento limitata ad Ovest dal Bacino Lombardo. C) Rappresentazione della Piattaforma di Trento e dei due Bacini adiacenti; D) Sezione trasversale (A-A') della Piattaforma e dei Bacini.

Nelle piattaforme carbonatiche, le zone di mare poco profondo sono generalmente circondate o alternate a zone di bacino più profonde, spesso create a causa di

(faglie*) che sollevano o ribassano porzioni e blocchi di crosta terrestre. Un esempio è dato proprio dalla Piattaforma di Trento (Fig. 4B) che nel Giurassico inferiore diventa un'ampia area di mare basso o piattaforma, limitata lateralmente da due aree di mare molto profondo, il Bacino di Belluno ad Est e il Bacino Lombardo ad Ovest (Fig. 4C e D).

Le rocce carbonatiche depositate sulla Piattaforma di Trento oggi affiorano come spettacolari gruppi montuosi (vedi Esercizio 1) grazie alla recente storia geologica dell'Italia che ha portato al sollevamento della Catena Alpina. La località di Nago-Torbole, oggetto della nostra Escursione Didattica, è situata in prossimità del confine tra la Piattaforma di Trento e l'adiacente Bacino Lombardo, separati da un'importante faglia, detta **Linea Ballino-Garda** (Fig. 5).

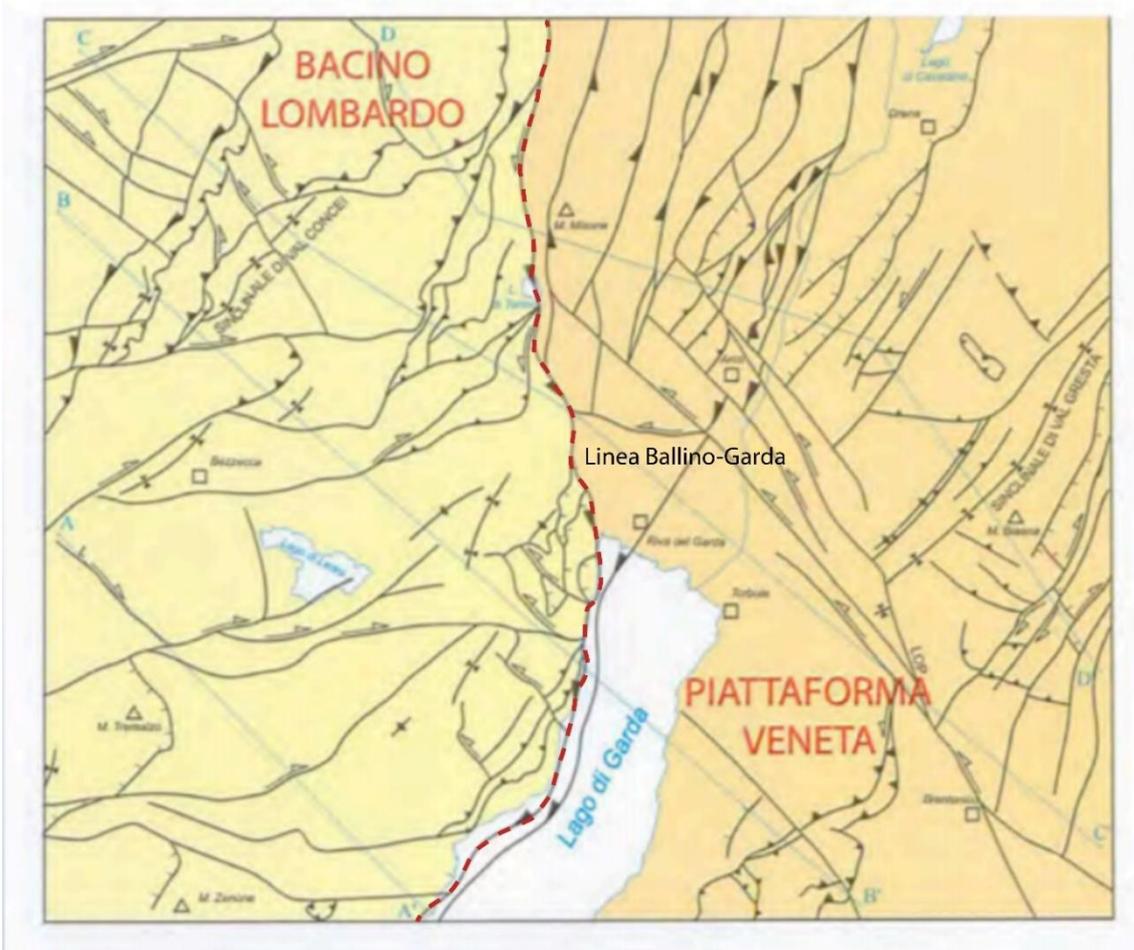


Fig. 5. Mappa della Piattaforma di Trento (o Piattaforma Veneta) e del Bacino Lombardo, separati dalla Linea Ballino-Garda, un'importante faglia che attraversa il Lago di Garda.

(*): la definizione di questa parola si trova nel glossario, a fine Guida!

2. CENNI DI GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Dal punto di vista geologico la nostra area di interesse appartiene al dominio paleogeografico delle **Alpi Meridionali** (Fig. 6), ovvero quella parte della Catena Alpina delimitata a Nord dalla Linea Insubrica e a sud dall'Avampaese Padano. Le Alpi Meridionali hanno una vergenza a Sud, come conseguenza della tettonica più recente che ha portato al sollevamento dell'intero sistema montuoso Alpino.

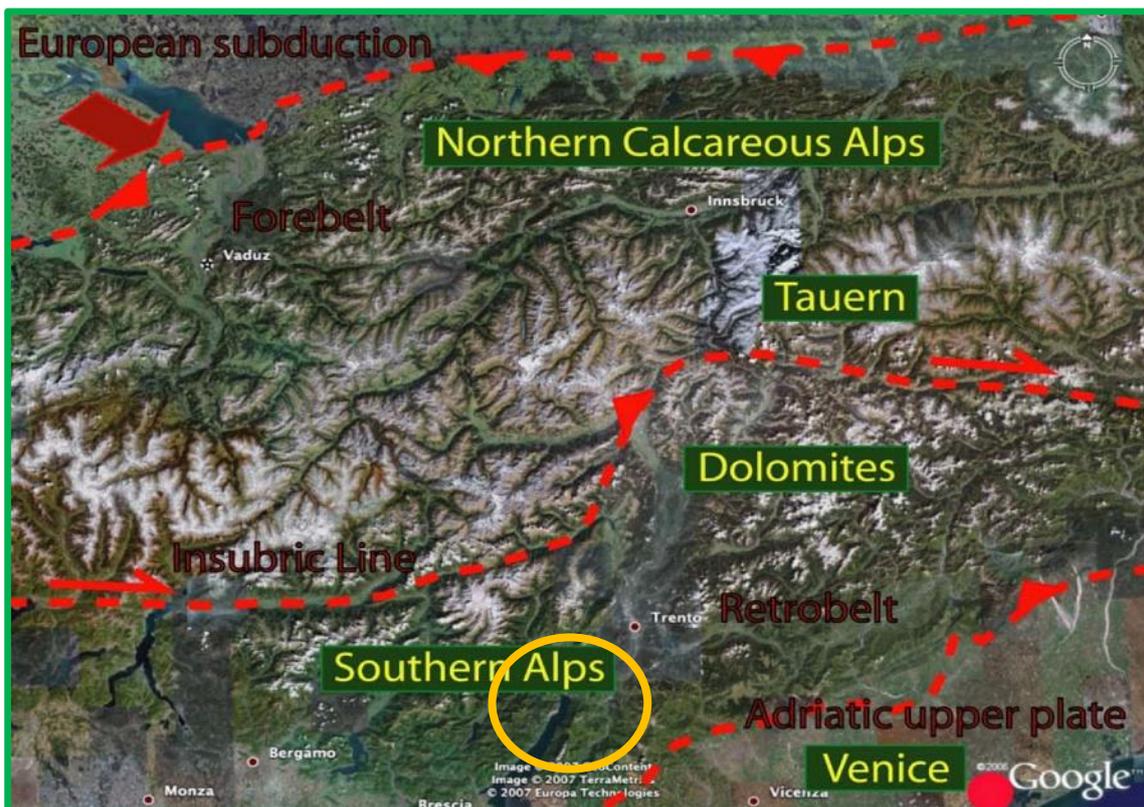


Fig. 6. Geologia semplificata delle Alpi (Doglioni & Carminati, 2008); la nostra area di interesse è cerchiata in giallo.

Per capire come le Alpi Meridionali abbiano raggiunto la configurazione attuale è necessario fare un salto nel passato. Circa 300 milioni di anni fa la Terra si presentava molto diversa da come la conosciamo oggi: era possibile distinguere un supercontinente, la Pangea, e un gigantesco mare a contorno della terra emersa, detto Pantalassa.

Le attuali Alpi Meridionali si trovavano in quel momento nel promontorio di Adria, che era la propaggine più settentrionale della placca africana, a ridosso dell'antico Golfo della Tetide, un antico oceano oggi scomparso (Fig. 7).

A partire da circa 300 milioni di anni fa (Permiano, vedi *Scala dei Tempi Geologici alla fine di questo paragrafo*), il supercontinente Pangea inizia la sua lenta fase di separazione attraverso un processo di assottigliamento crostale detto **rifting**, che porterà alla separazione in due grandi placche (Eurasia e Gondwana) con la

formazione dell'Oceano Atlantico Centrale e di un altro ramo oceanico nell'area mediterranea, chiamato Tetide Alpina o Oceano Ligure Piemontese.

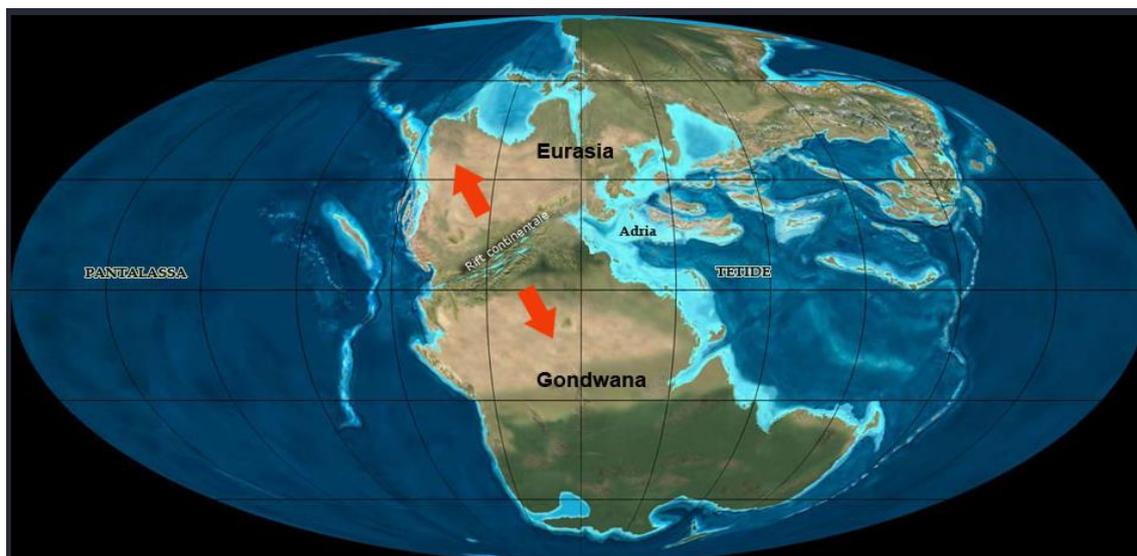


Fig. 7. Rappresentazione della Pangea nel Periodo Triassico, con l'inizio dell'allontanamento delle placche Eurasia e Gondwana.

Circa 250 milioni di anni fa (all'inizio del Triassico) sul promontorio di Adria, su cui si accumuleranno le rocce sedimentarie che costituiscono la nostra Penisola, iniziano a svilupparsi piattaforme carbonatiche che si uniscono progressivamente culminando, alla fine del Triassico, in un'unica piattaforma di mare poco profondo interessata da cicli di marea (Fig. 8A). Inizia proprio in questo intervallo di tempo la deposizione di sedimenti carbonatici che oggi costituiscono gran parte delle rocce presenti sulle cime delle Dolomiti (Dolomia Principale) e in numerose altre zone dell'Italia.

Durante il Giurassico inferiore, circa 180 milioni di anni fa, la parte settentrionale del promontorio Adriatico subisce un intenso processo di distensione crostale ("stiramento") e l'estesa piattaforma carbonatica che era presente nel Triassico e in parte del Giurassico basale viene suddivisa in blocchi isolati e bacini profondi, chiamati rispettivamente da Ovest ad Est *Bacino Lombardo*, *Piattaforma di Trento*, *Bacino di Belluno* e *Piattaforma Friulana* (Fig. 9). Questo processo di *rifting* porta alla formazione di un "margine continentale passivo" nel momento in cui la lacerazione della crosta continentale dovuta all'allontanamento tra le placche di Eurasia e Gondwana provoca l'apertura di un antico oceano, conosciuto come Oceano Ligure Piemontese o Tetide Alpina (fase di *drifting*).

La Piattaforma di Trento, a differenza delle aree adiacenti, rimane per la prima parte del Giurassico come un'area di mare basso isolata (Fig. 8B), nella quale continua la produzione di sedimenti carbonatici (i cosiddetti *Calcarei Grigi*). Dopodiché "sprofonda" leggermente diventando un "altopiano" sottomarino (*plateau pelagico*) (Fig. 8C); questo sprofondamento è testimoniato dalla deposizione sul tetto della piattaforma dei sedimenti carbonatici pelagici del Rosso Ammonitico Veronese.

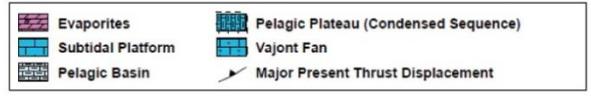
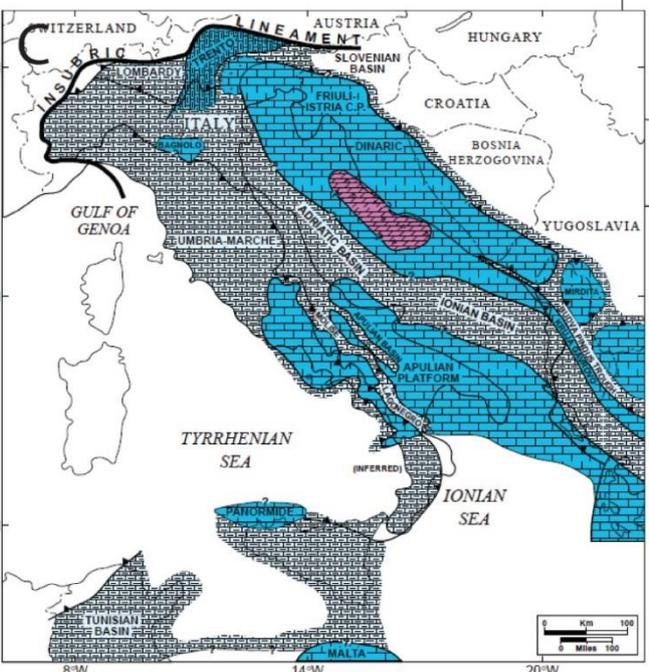
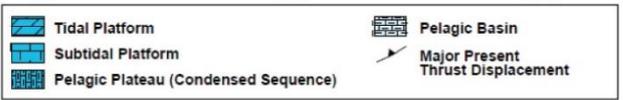
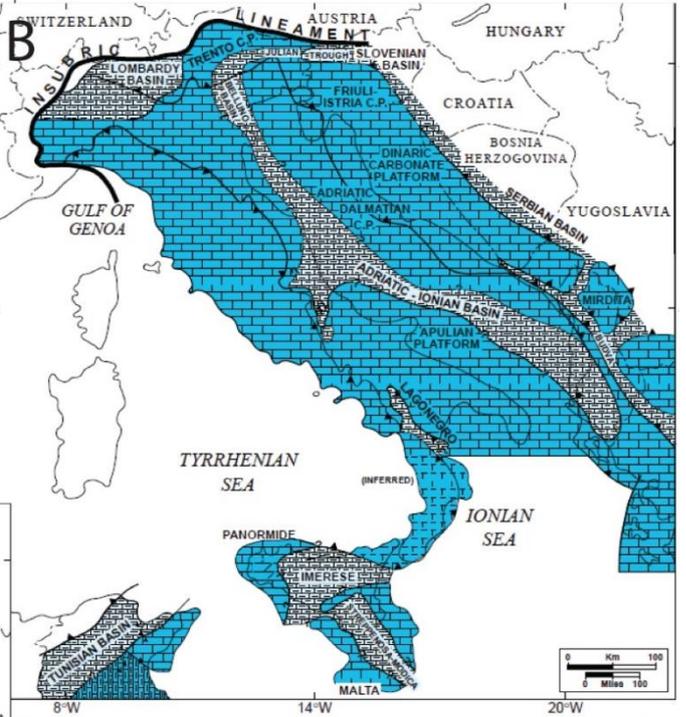
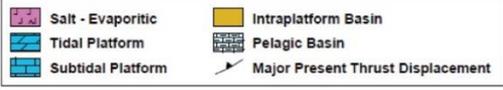
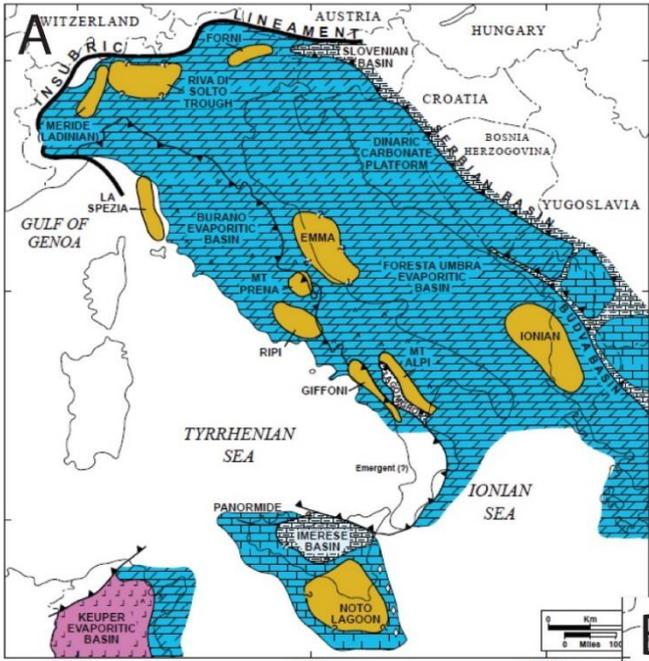


Fig. 8. Distribuzione delle aree (e relative rocce) di piattaforma carbonatica in Italia durante il Periodo Triassico superiore (A), Giurassico inferiore (B) e Giurassico superiore – Cretaceo inferiore (C) (Zappaterra, 1994).

Le condizioni sedimentarie del Plateau di Trento rimangono piuttosto invariate fino al Cretaceo, testimoniate dai sedimenti pelagici della Maiolica e della Scaglia.

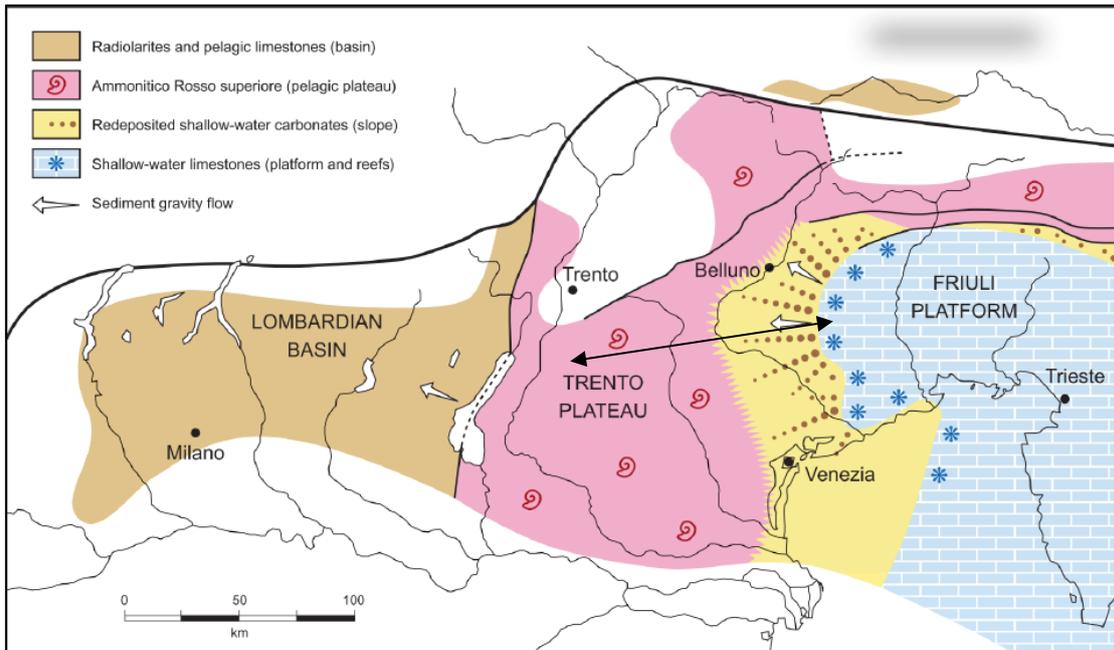


Fig. 9. Rappresentazione dei domini paleogeografici del Giurassico nell'Italia nord-orientale (Bosellini, 2004).

Intanto, a grande scala, le Placche Europea ed Africana iniziano ad avvicinarsi, in un movimento che porterà alla creazione delle Alpi così come le conosciamo oggi. La progressiva collisione tra le due Placche produce, circa 50 milioni di anni fa (nell'Eocene), un risollevarsi di una porzione del Plateau di Trento che prende il nome di Lessini Shelf (*) (Fig. 10) e in cui si depositano nuovamente sedimenti carbonatici di acque basse (come i Calcari di Nago).

Nell'Oligocene, la Placca Africana e quella Europea collidono definitivamente portando alla formazione delle Alpi Meridionali come risultato del progressivo accavallamento delle successioni stratigrafiche verso Sud, nell'attuale area occupata dalla Pianura Padana.

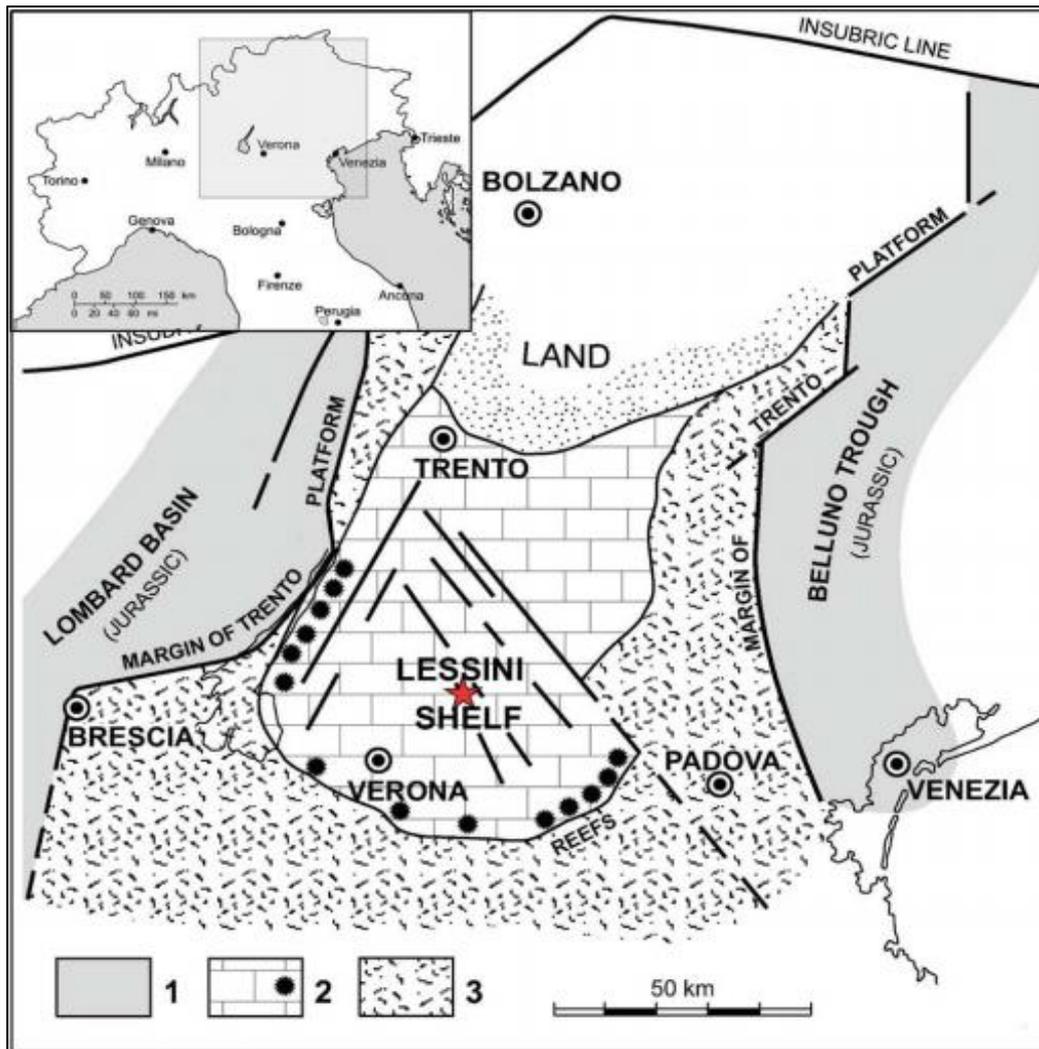


Fig. 10. Rappresentazione schematica del Lessini Shelf dell'Eocene. I rettangoli in basso corrispondono a: 1) sedimenti di bacino profondo, 2) sedimenti di mare basso e 3) sedimenti di bacino profondo depositati sopra quelli di mare basso della precedente Piattaforma di Trento (Trevisani, 2014).

Ciò che vediamo oggi è quindi il risultato della storia geologica dell'area, unita alle più recenti glaciazioni e fenomeni di erosione che hanno modellato il paesaggio. Durante le ultime centinaia di migliaia di anni, nel Pleistocene, si sono verificate diverse glaciazioni sulla Terra (l'ultima delle quali terminata circa 12.000 anni fa) e anche nella nostra area di interesse si erano sviluppati dei ghiacciai, spessi anche fino ad un chilometro (Fig. 11); questi ghiacciai scendevano fino a valle come delle vere e proprie lingue (Fig. 12), sviluppando l'attuale forma ad "U" delle valli stesse e depositando sui fianchi e sul fronte ingenti accumuli di sedimenti glaciali, chiamati depositi morenici (*).

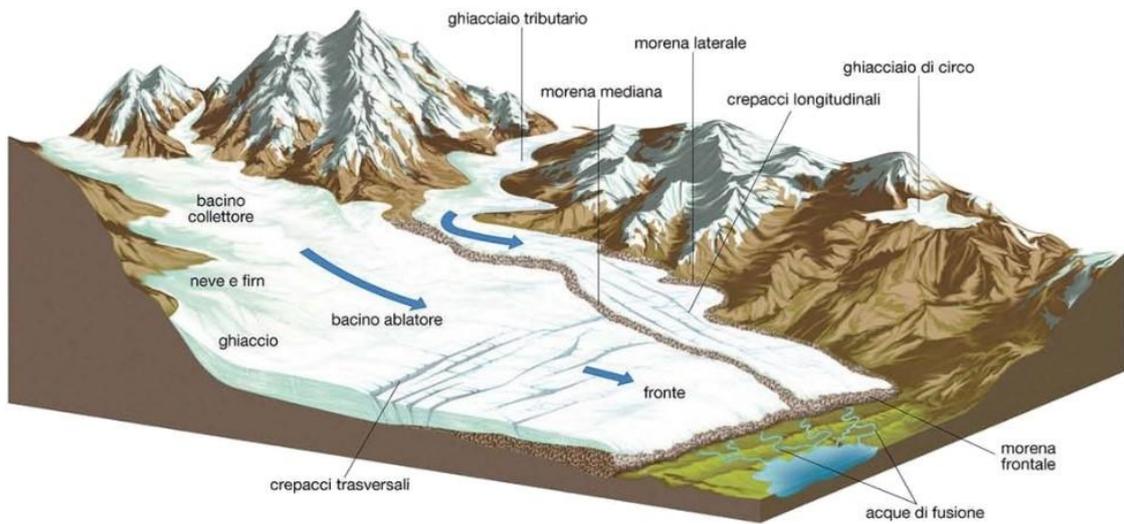


Fig. 11. Semplice rappresentazione di un tipico ambiente glaciale



Fig. 12. Rappresentazione della massima estensione del Ghiacciaio del Garda nell'ultima era glaciale.

3. FORMAZIONI GEOLOGICHE

Una **formazione geologica** è un insieme di strati di roccia con caratteristiche simili (es. litologia, tipi di fossili), tali da renderli riconoscibili rispetto ad altre rocce poste superiormente, inferiormente o lateralmente.

Le formazioni geologiche che si depositano nella nostra zona di interesse dal Triassico superiore all'Oligocene sono composte da rocce carbonatiche di mare basso o di mare profondo, ognuna con dei caratteristici fossili.

- **Dolomia Principale**

La Dolomia Principale è una formazione composta da **dolomie (*)**, rocce carbonatiche grigio-chiare organizzate in banchi massicci e spesso mal stratificati. Queste rocce si sono formate in ampie piane di marea, nelle quali l'acqua di mare entrava ed usciva ritmicamente depositando grandi quantità di sedimenti carbonatici. I sedimenti, a causa del clima tropicale nella piattaforma carbonatica a quel tempo, venivano subito dolomitizzati. La Dolomia Principale è ricca di fossili di mare basso come, ad esempio, i bivalvi *Megalodon* (Fig. 14).



Fig. 13. Esempio fossile di uno dei bivalvi *Megalodon* presenti all'interno della Dolomia Principale.



Fig.14. Insieme di esemplari dei bivalvi fossili *Lithiotis* ritrovabili all'interno della Formazione di Rotzo.

- **Gruppo dei Calcari Grigi**

Il Gruppo dei Calcari Grigi (Fig. 15) è costituito da un insieme di formazioni geologiche (Formazione di Monte Zugna, Calcare Oolitico di Loppio e Formazione di Rotzo) di **rocce carbonatiche di mare basso** depositate in diversi sub-ambienti della piattaforma carbonatica. Nella Formazione di Monte Zugna si alternano dolomie a rocce carbonatiche ben stratificate, formate in zone di piana di marea e di adiacente laguna; il Calcare Oolitico di Loppio è composto da rocce carbonatiche più cementate e disposte in spessi strati, depositate in un ambiente a più alta energia, nelle zone prossime al margine della piattaforma. La Formazione di Rotzo è invece composta da rocce carbonatiche di ambiente lagunare, ossia un'area

tranquilla in cui si deposita soprattutto sedimento fine. La Formazione è ricca di fossili tra cui, ad esempio, i bivalvi *Lithiotis* (Fig. 14).

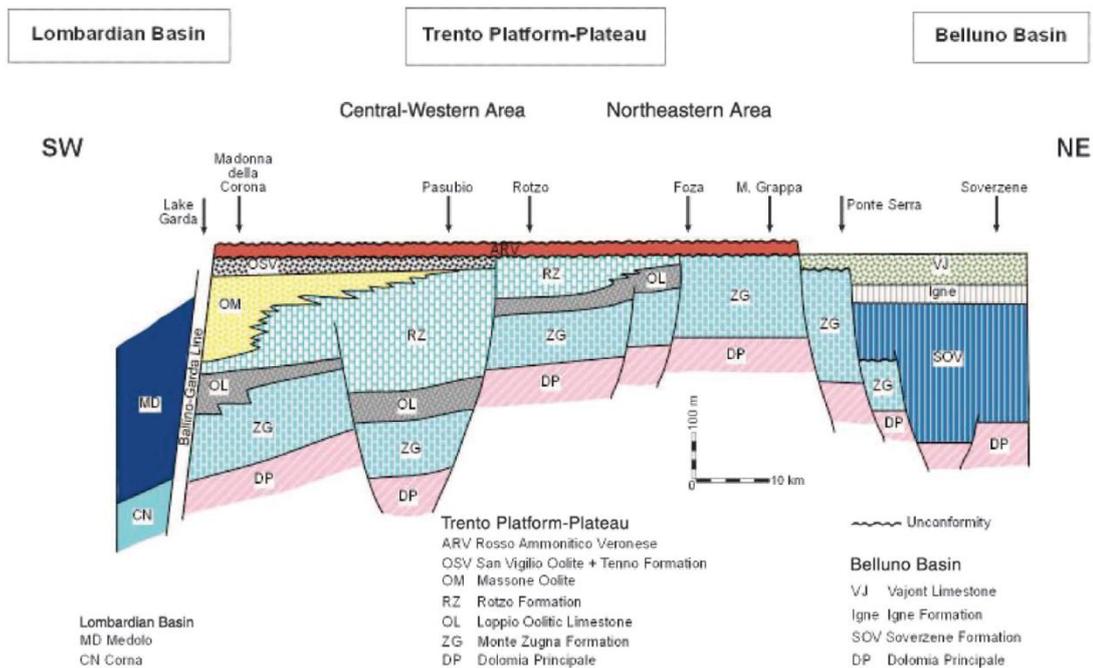


Fig. 15. Schema stratigrafico di un transetto tra il Bacino Lombardo, la Piattaforma di Trento e il Bacino di Belluno (Masetti et al., 2012) in cui è possibile vedere la disposizione nel sottosuolo della Dolomia Principale, del Gruppo dei Calcari Grigi e del Rosso Ammonitico Veronese.

- **Rosso Ammonitico Veronese**

Il Rosso Ammonitico Veronese è una formazione geologica composta da **rocce carbonatiche di mare profondo** formate sul Plateau di Trento, un altopiano pelagico in cui si depositavano sedimenti carbonatici molto fini. Queste rocce affiorano mal stratificate e con un aspetto nodulare; hanno un colore rosso-rosato e sono caratterizzate dalla presenza di particolari fossili, le Ammoniti (Fig. 16).

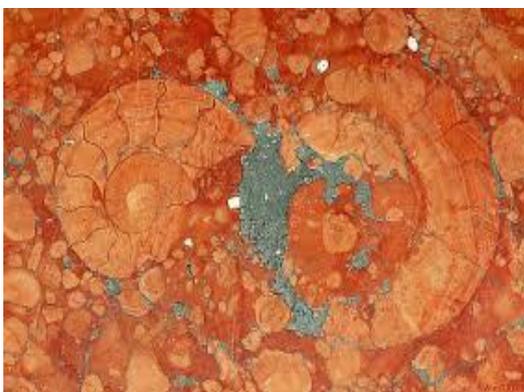


Fig. 16. Classico esempio del famoso Rosso Ammonitico Veronese, in cui sono ben visibili l'aspetto nodulare della roccia e due esemplari dei cefalopodi Ammoniti.

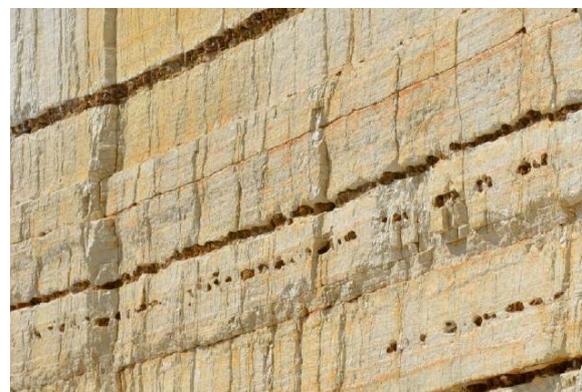


Fig. 17. Affioramento della Maiolica in bianchi e sottili strati (Promontorio del Gargano).

- **Maiolica (o Biancone) e Scaglia**

Anche le Formazioni geologiche della Maiolica e della Scaglia sono composte da **rocce carbonatiche di mare profondo**. La Maiolica (Fig. 17) è formata da rocce bianche ben stratificate ricche in noduli e strati sottili di selce. La Scaglia si presenta generalmente ben stratificata, con un colore rosato o rosso. La finissima grana di queste rocce è composta da microscopici fossili soprattutto di nano-plancton calcareo.

- **Calcere di Torbole, vulcaniti e Calcere di Nago**

Il Calcere di Torbole e il Calcere di Nago sono delle formazioni geologiche costituite, nuovamente, da **rocce carbonatiche di mare basso**. Affiorano in strati metrici dal colore grigio chiaro e sono ricche di fossili di come bivalvi, gasteropodi e *Nummuliti* (Fig. 18).

Il Calcere di Torbole e il successivo Calcere di Nago sono divisi da degli strati di vulcaniti, testimoni di una fase di intensa attività magmatica che ha interessato il Lessini Shelf durante l'Eocene medio.



Fig. 18. Esemplici di Nummuliti, piccoli organismi (foraminiferi) simili a monetine, molto comuni nel Calcere di Nago e in moltissime altre rocce carbonatiche dell'Eocene medio e superiore



Fig. 19. Esemplice di Rodolite, un'alga rossa fossile presente in abbondanza nel Calcere di Linfano.

- **Marne di Bolognano, Calcere di Linfano e Formazione di Monte Brione**

Al di sopra del Calcere di Nago si alternano rocce carbonatiche di mare basso e di mare più profondo a causa di innalzamenti ed abbassamenti del livello del mare che interessano la piattaforma durante il Miocene. Le Marne (*) di Bolognano sono rocce carbonatiche di ambiente marino più profondo e si presentano con un colore grigio scuro, mal stratificate; sono ricche di microfossili pelagici. Il Calcere di Linfano è composto da **rocce carbonatiche di mare basso** a grana più grossolana e meglio stratificate; la formazione è ricca di caratteristici fossili come le alghe *Rodoliti* (Fig. 19). La Formazione di Monte Brione è composta da **rocce**

carbonatiche di mare profondo alternate ad **arenarie (*)**. Queste rocce affiorano con colore grigio-verde e in spessi strati, alternate a più sottili livelli argillosi.

Nella Fig. 20 è possibile vedere come le formazioni geologiche sopradescritte siano disposte nel sottosuolo nella nostra area di interesse.

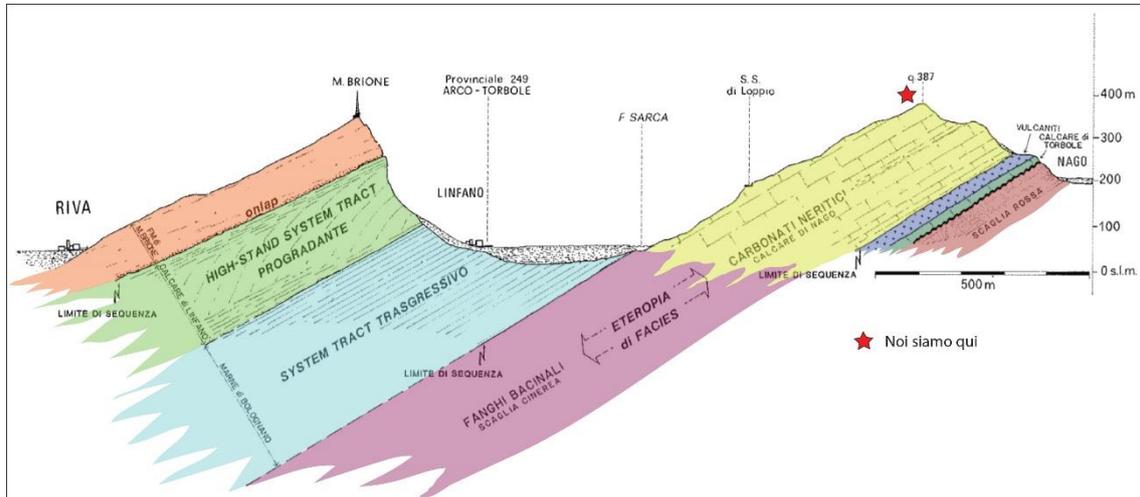


Fig. 20. Sezione geologica della nostra area di interesse che mostra come siano disposte nel sottosuolo le formazioni geologiche dell'area di Nago-Torbole (modificata da: Luciani, 1989).

4. GLOSSARIO

<u>Arenaria</u>	Roccia sedimentaria terrigena composta da granuli della dimensione della sabbia. I granuli sono composti da frammenti di altre rocce e da minerali di quarzo e feldspato.
<u>Deposito morenico</u>	Particolare forma di deposito sedimentario, costituito dai detriti erosi dalle montagne e trasportati a valle da un ghiacciaio
<u>Dolomia</u>	Roccia carbonatica formata per precipitazione di cristalli dolomitici (processo di <i>dolomitizzazione</i>) in ambiente di piattaforma carbonatica con clima caldo e tropicale
<u>Faglia</u>	Superficie di discontinuità che si produce in seguito alla rottura di una massa rocciosa, con spostamento relativo dei due blocchi separati. La superficie lungo cui si è verificata la frattura si chiama <i>superficie o piano di faglia</i>
<u>Marna</u>	Roccia sedimentaria terrigena composta da una frazione di sedimento argilloso e da una di sedimento carbonatico
<u>Shelf</u>	Termine inglese per indicare un'area di piattaforma carbonatica caratterizzata da un rilievo topografico più o meno accentuato

5. BIBLIOGRAFIA

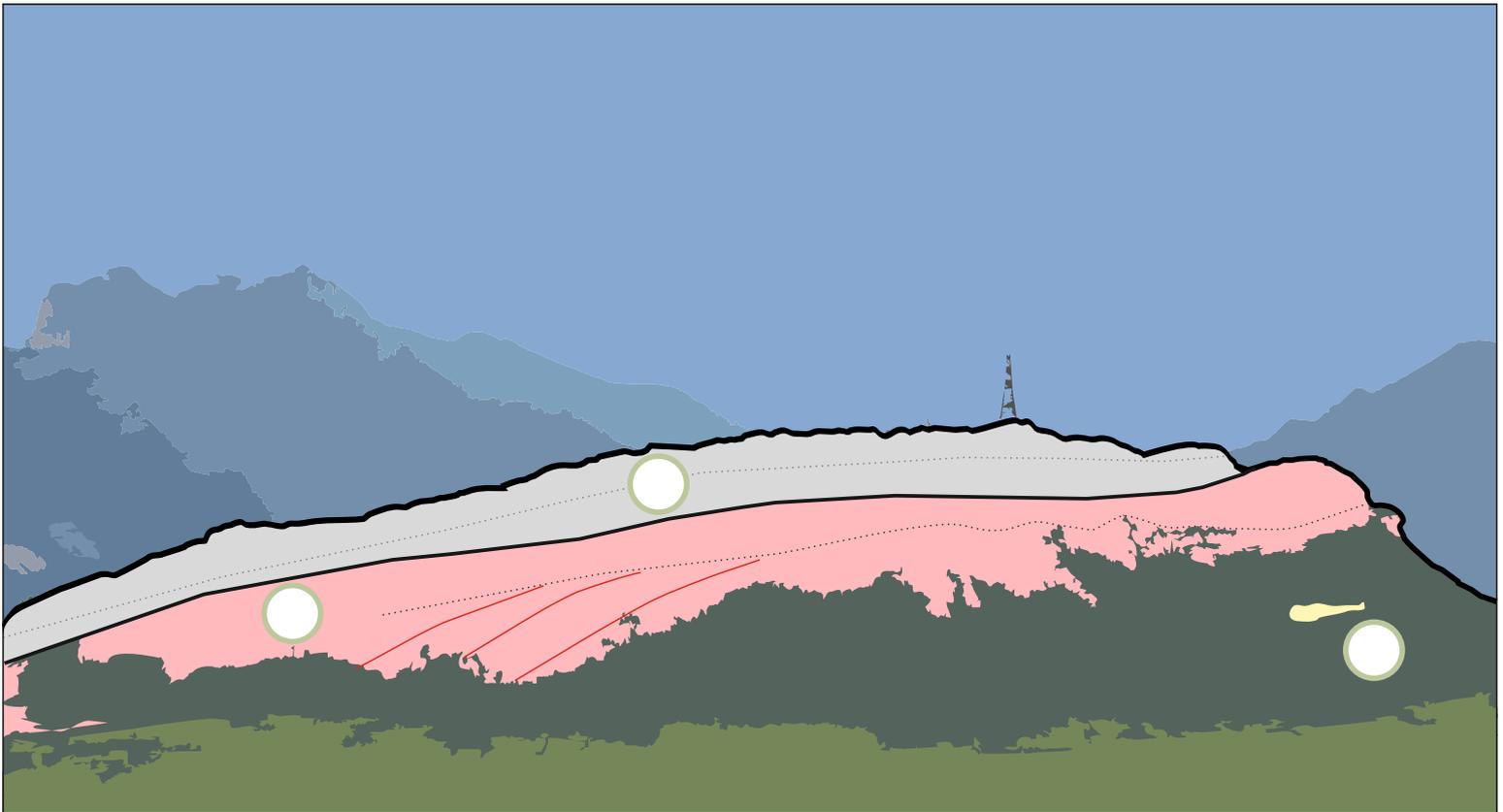
BOSELLINI A., (2004): *The western passive margin of Adria and its carbonate platforms*. Spec. Vol. It. Geol. Soc. for IGC 32, Florence;

DOGLIONI C., CARMINATI E. (2008): *Structural styles and Dolomites field trip*. Mem. Descrittive Carta Geol. D'Italia;

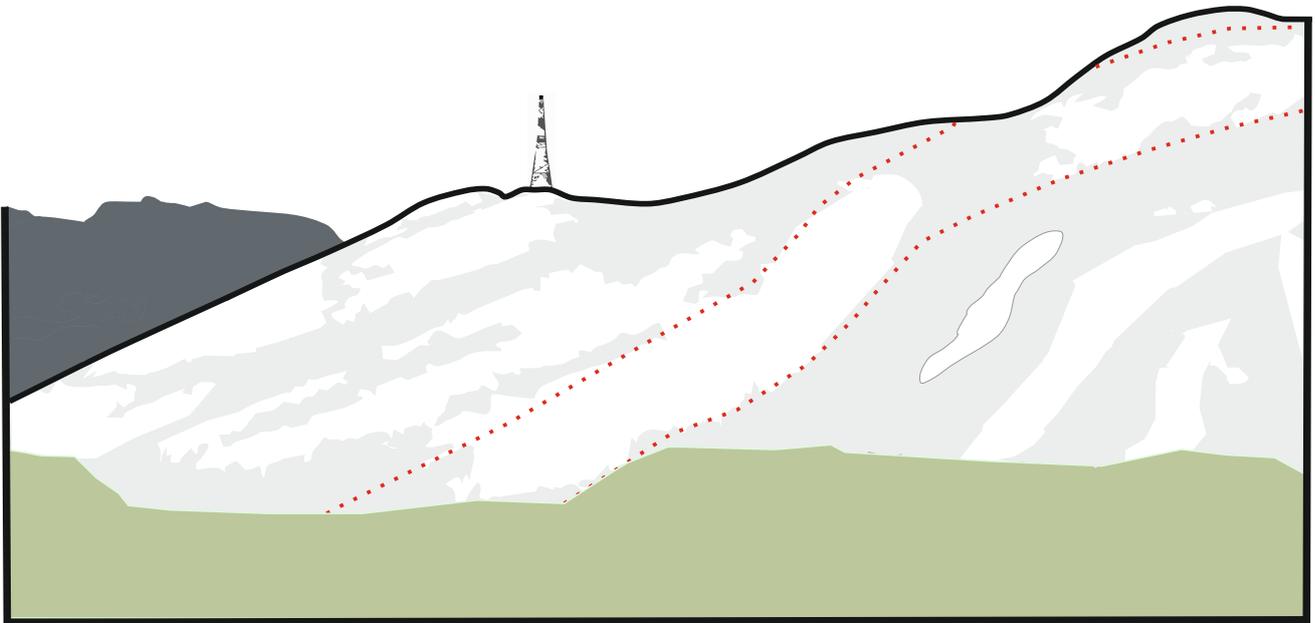
LUCIANI V. (1989): *Stratigrafia sequenziale del Terziario nella Catena del Monte Baldo (province di Verona e Trento)*. Mem. Sc. Geol., 41: 263-351;

TREVISANI E. (2015): *Upper Cretaceous–lower Eocene succession of the Monte Postale and its relationship with the “Pesciara di Bolca” (Lessini Mountains, northern Italy): deposition of a fossil-fish lagerstätte* : *Facies*, v. 61, p. 1–17, doi: 10.1007/s10347-015-0431-y;

ZAPPATERRA E. (1994): *Source-Rock Distribution of the Periadriatic Region*. AAPG Bulletin, 78, 333-354.



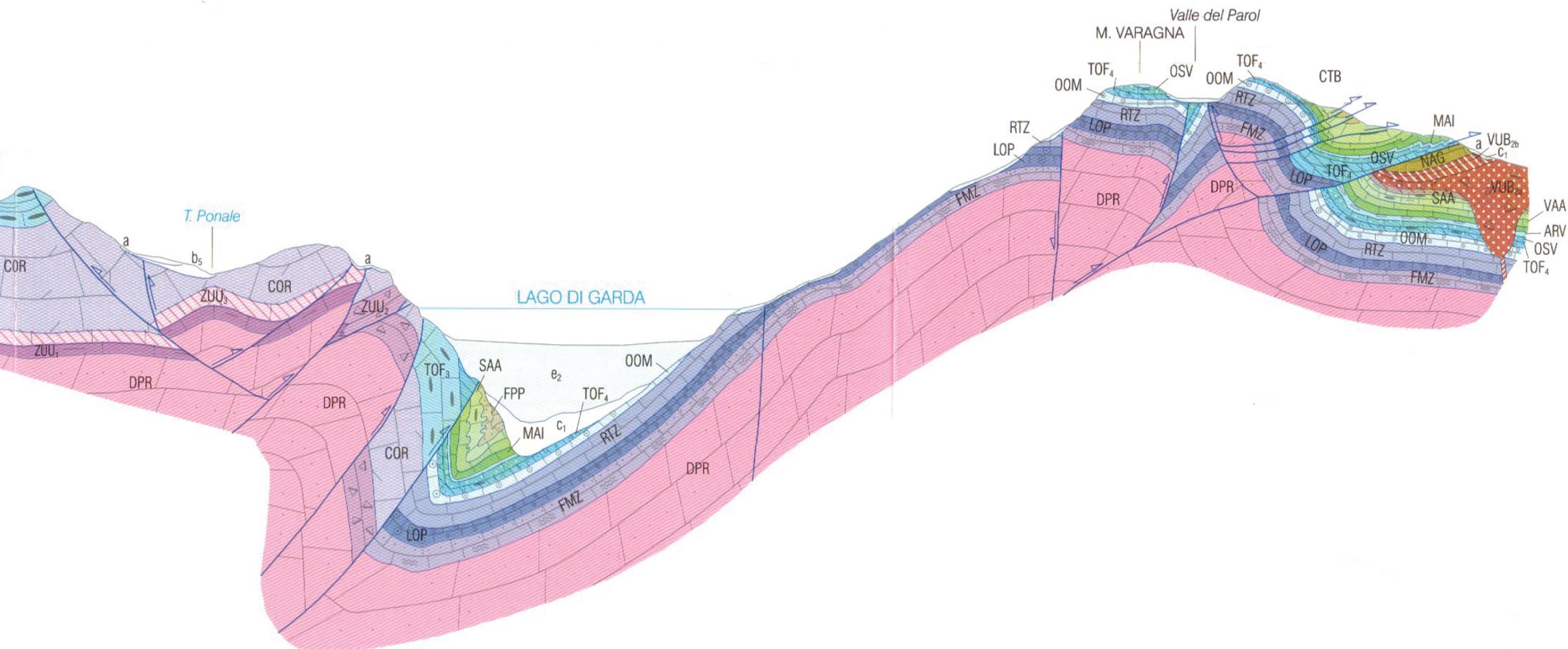
Esercizio 1



Esercizio 2

Nella pagina successiva potete trovare il log stratigrafico-sedimentologico della località





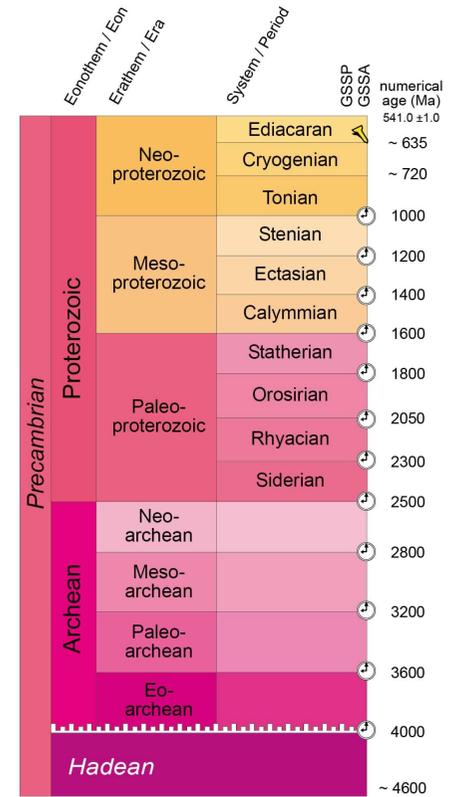
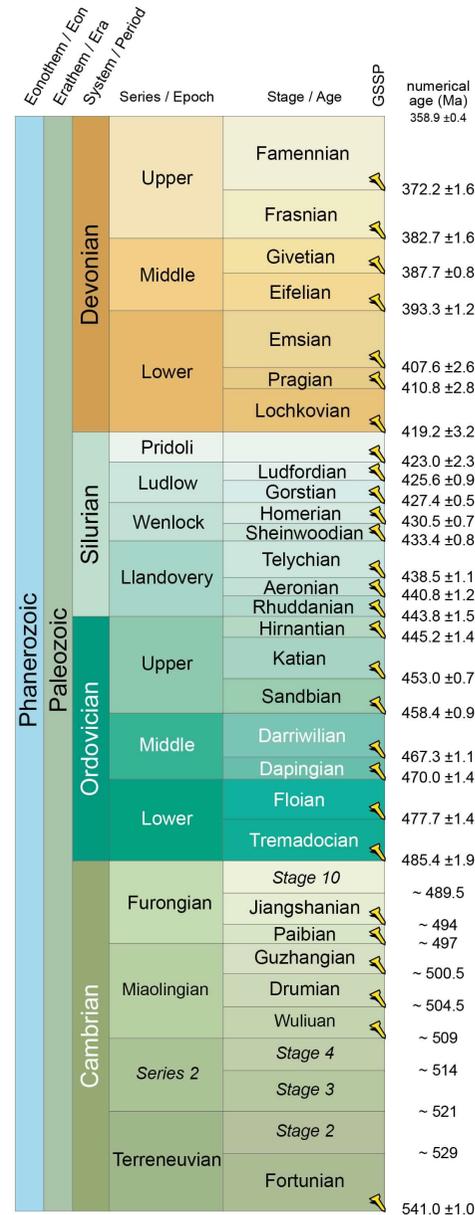
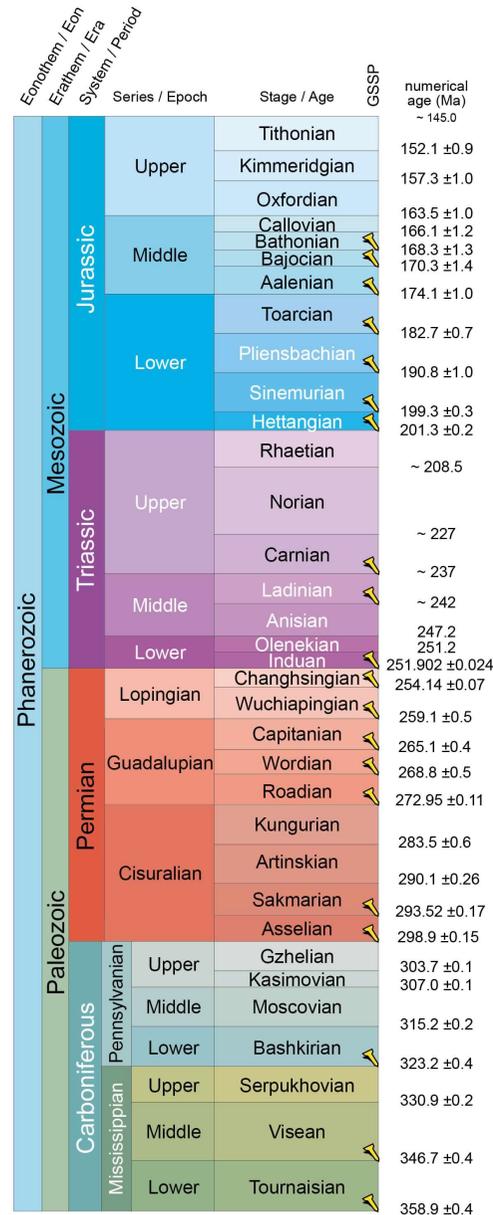
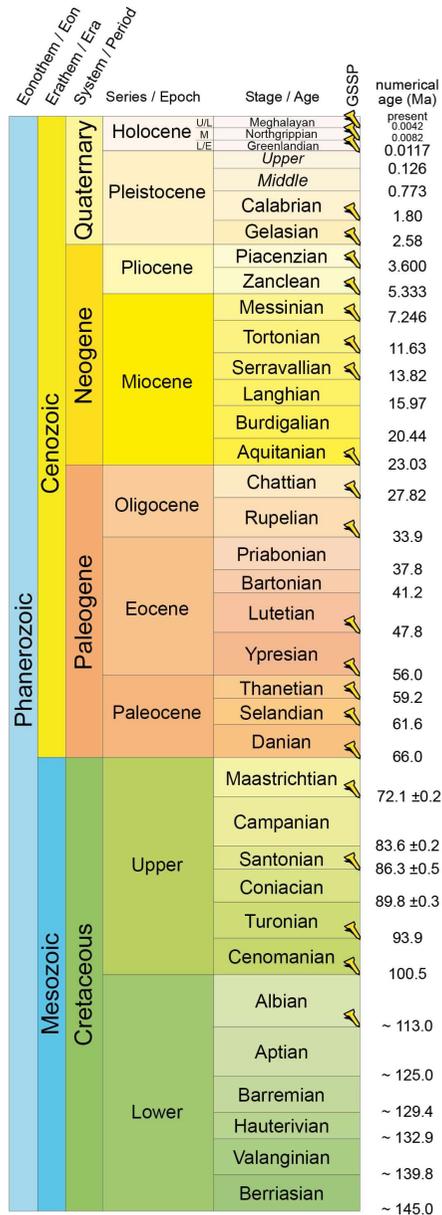


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2019/05



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Versioned charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.ccgw.org)



Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan (c) International Commission on Stratigraphy, May 2019

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013); updated. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2019-05.pdf>