

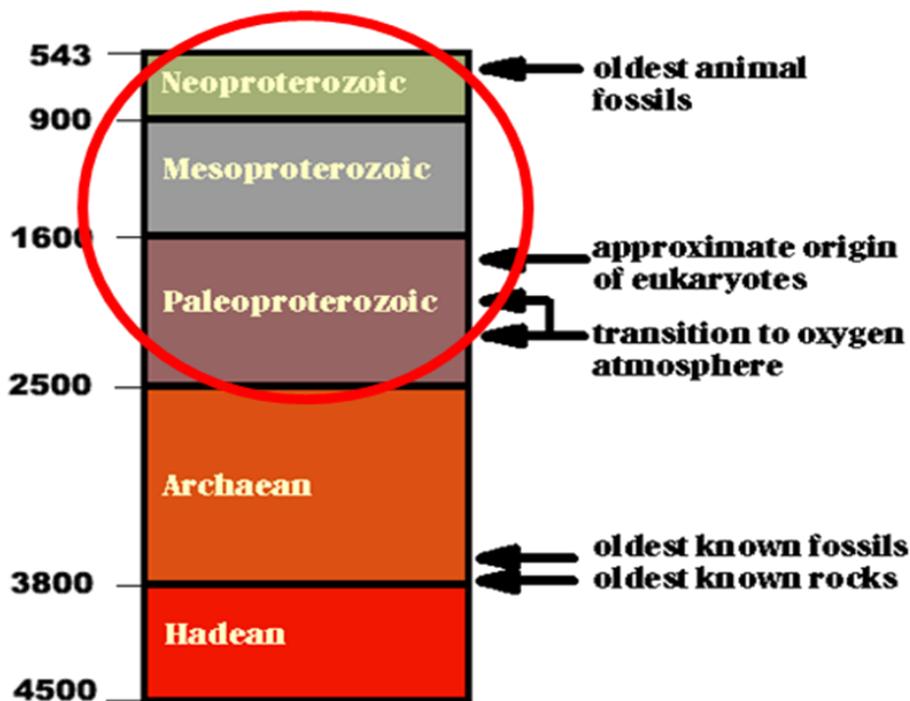
GEOLOGIA STORICA: sintetica storia della Terra

La nascita del sistema solare si fa risalire a 4,6 Ga. Dopo il lasso temporale che va dalle origini a 4 Ga, chiamato tempo Pregeologico, il successivo tempo geologico viene suddiviso in due grandi intervalli di tempo chiamati "eoni": l'eone Precambriano (suddiviso in Adeano, Archeano e Proterozoico), da 4 Ga a 542 Ma, e l'eone Fanerozoico, che comprende gli ultimi 540 Ma e che vede l'esplosione della vita sul nostro pianeta.

EONE PRECAMBRICO

Elementi caratterizzanti

- Nelle rocce i fossili non ci sono o sono rari
- Le rocce sono soprattutto ignee
- Gli animali mancano di parti dure



Le rocce di età **adeana** sono estremamente rare, affiorano esclusivamente in Groenlandia occidentale, in Canada nordoccidentale e in Australia occidentale. Nell'**Archeano** inferiore nascono le stromatoliti, (rocce del Sud Africa e dell'Australia occidentale) Nel **Proterozoico** aumenta l'ossigeno nell'atmosfera e aumentano considerevolmente le

forme di vita complesse (alla fine prime forme fossili –organismi pluricellulari; primi animali – FAUNA di EDIACARA); inoltre la terra subì le più intense glaciazioni conosciute (**Snowball Earth** o Terra a palla di neve).

Peleogeografia precambrica

Le ricostruzioni pre-paleozoiche dell'assetto paleogeografico sono tutte piuttosto approssimative. Nell'arco di miliardi di anni il movimento delle zolle ha prodotto nuove configurazioni delle terre emerse come pure nuove catene montuose.

Il primo supercontinente di cui si abbia conoscenza è stato la **VAALBARA**. Si formò da protocontinenti diventando supercontinente 3,1 miliardi di anni fa (3,1 Ga) e si scisse in altri continenti ~2,8 miliardi di anni fa.

Successivamente si sono formati altri supercontinenti e circa un miliardo di anni fa si ha la formazione del supercontinente **RODINIA** (nell'area dell'equatore) che si frantuma circa 650 milioni di anni fa in 8 o più parti.



Schema della distribuzione dei principali blocchi che costituivano il supercontinente di Rodinia. La ricostruzione di Rodinia è basata sulla presenza nei diversi continenti di rocce della stessa età ed appartenenti alle catene orogeniche comprese fra 1100 e 1300 milioni di anni

EONE FANEROZOICO

L'eone Fanerozoico rappresenta il tempo durante il quale compare e scompare un gran numero di forme viventi. Il Fanerozoico è diviso in tre Ere: **Paleozoico**, **Mesozoico** e **Cenozoico**.

ERA PALEOZOICA

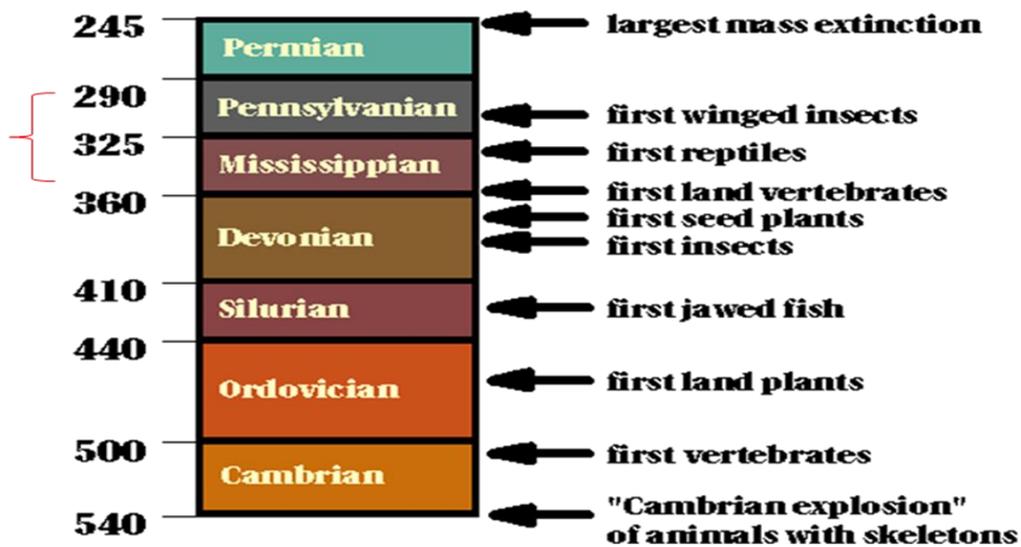
Il Paleozoico, noto anche come **Era Primaria**, si estende da circa 542 a 252 milioni di anni fa. Il Paleozoico terminò con la più grande estinzione della storia, l'estinzione del Permiano-Triassico, i cui effetti furono talmente devastanti che passarono circa 30 milioni di anni prima che la vita potesse riprendere nuovamente.

Il Paleozoico viene suddiviso in 7 periodi che diventano 6 per i geologi europei che associano il Mississippiano e il Pennsylvaniano in un unico periodo detto Carbonifero.

Durante il Paleozoico si ebbe, ed è ancora in corso, un complesso movimento delle masse continentali, a seguito della tettonica delle placche. Dalla frammentazione dell'antichissimo supercontinente precambriano denominato Rodinia, si arrivò, durante il Permiano-Triassico ad una nuova unione delle masse emerse in un supercontinente denominato **Pangea** che si divise poi nuovamente per dare origine alle attuali masse continentali.

Nello schema sottostante vengono riassunte le principali tappe dell'evoluzione della Terra durante questa era.

c
a
r
b
o
n
i
f
e
r
o



Periodo CAMBRIANO (542-490 Ma)

Un grandissimo numero di specie viventi, progenitrici delle attuali, apparvero simultaneamente all'inizio di questo periodo: il fenomeno è noto come "esplosione cambriana", in quanto in un tempo relativamente breve compare una enorme diversificazione di forme viventi. Durante il Cambriano non era ancora sviluppata la vita sulla terraferma, ma ce n'era moltissima nell'acqua, in particolare: brachiopodi, meduse, spugne, trilobiti ecc. Nascono le forme a guscio duro.

Paleogeografia



Come detto, geologicamente il Paleozoico inizia poco dopo la disgregazione del supercontinente Rodinia, alla fine di un'era glaciale globale. Durante il Cambriano le terre emerse furono disperse in un gran numero di continenti relativamente piccoli. Gli oceani nel periodo Cambriano sembrano essere diffusi, ma poco profondi. Si crede che il clima durante il Cambriano fosse notevolmente più caldo che nei periodi immediatamente precedenti, in quanto erano oramai finite le ere glaciali globali. La deriva continentale avvenuta nel Cambriano è molto complessa.

Verso la fine del periodo si avevano probabilmente tre blocchi continentali nell'emisfero boreale: Asia (Siberia), America settentrionale (Laurentia), Europa (Baltica), e un unico grande

continente nell'emisfero australe, il **Gondwana** (Africa, America meridionale, Australia, Antartide, India).

Le più antiche rocce presenti in Italia risalgono al Cambriano e affiorano principalmente in poche regioni della Sardegna meridionale (Iglesiente, Sulcis, Sarrabus).

Periodo ORDOVICIANO (490-434 Ma)

I sedimenti dell' Ordoviciano contengono abbondanti fossili, in particolare trilobiti, brachiopodi, cefalopodi, crinoidi, graptoliti, coralli: i generi della fauna marina in pratica si quadruplicarono, dando vita al 12% di tutta la fauna marina conosciuta del Fanerozoico. Le prime piante colonizzarono la terra emersa. In talune regioni i sedimenti ordoviciani contengono giacimenti di idrocarburi. L'Ordoviciano iniziò con un evento minore di estinzione circa 490 milioni di anni fa. La fine dell'Ordoviciano, 434 milioni di anni fa, coincide con uno dei maggiori eventi di **estinzione di massa**, che portò alla scomparsa di circa il 60% dei generi di animali marini. Durante l'Ordoviciano il livello marino fu elevato (**l'ingressione marina – TRASGRESSIONE** - in tutto il mondo fu una delle maggiori mai registrate). L'inizio dell'Ordoviciano è ritenuto essere un periodo caldo, almeno ai tropici, mentre nella parte conclusiva i ghiacci furono largamente estesi.

Ed è proprio alle **glaciazioni** che è imputata la causa principale dell'estinzione di massa che coinvolse la popolazione marina: a causa delle glaciazioni il livello marino si abbassò drasticamente causando l'estinzione di molte specie marine. Depositi glaciali di questo periodo sono stati trovati nel deserto del Sahara. Si pensa che, a causa della deriva dei continenti, il supercontinente Gondwana transitando vicino al Polo Sud abbia causato una prolungata glaciazione. Gli impulsi glaciali furono almeno due, separati da 500.000-1.000.000 di anni durante i quali il livello del mare risalì rapidamente. Comunque più probabilmente le estinzioni sono dovute a diverse concause.

Paleogeografia e orogenesi



Nell'Ordoviciano i continenti meridionali erano uniti in un singolo super-continente chiamato Gondwana. All'inizio del periodo il Gondwana si trovava ad una latitudine equatoriale per poi migrare man mano verso il Polo Sud. Durante l'Ordoviciano il Gondwana fu estesamente coperto da mari poco profondi che favorirono la crescita di organismi che fissavano il carbonato di calcio nei loro gusci (conchiglie).

Un rilevante episodio di sollevamento fu l'Orogenesi Taconiana, una fase **dell'orogenesi Caledoniana**, che era già in corso durante il Cambriano. Questa orogenesi è dovuta allo scontro fra 2 continenti: Baltica e Laurentia. Iniziò così a formarsi la catena dei Monti Appalachi. Alla fine dell'Ordoviciano superiore le emissioni vulcaniche si fermarono. Nel frattempo il Gondwana si era spostato verso il Polo sud e si era ricoperto di ghiaccio.

I terreni ordoviciani in Italia non sono molto diffusi. Sono rappresentati solo in Sardegna (metaconglomerati a matrice argillosa, detti "puddinghe", nella zona costiera dell'Iglesiente) e nelle Alpi Carniche (calcari marnosi, in quota).

Periodo SILURIANO (443-417 Ma)

Dopo le estinzioni di massa della fine dell'Ordoviciano, molti dei taxa che erano stati quasi decimati, ripresero l'espansione. Il clima caldo e umido favorì lo sviluppo della vita marina. Fecero la loro prima comparsa le barriere coralline, costruite dai coralli Tabulati e dai tetra coralli, entrambi ora estinti. I pesci conobbero una grande espansione e differenziazione; comparvero i primi pesci ossei. Le Trilobiti, anche se non estinte non recuperarono più i livelli precedenti, mentre si assistette alla grande espansione di brachiopodi, gasteropodi, briozoi, crinoidi, acritarchi e **graptoliti**. In particolare questi ultimi, pressoché estinti alla fine dell'Ordoviciano, passarono da 12 a circa 60 specie durante i primi cinque milioni di anni del Siluriano. Da registrare anche la conquista delle terre emerse da parte di miriapodi e scorpioni, questi ultimi derivati dagli scorpioni marini.

Il Siluriano fu il primo periodo di cui abbiamo macrofossili di grandi bioti terrestri, che formarono distese di muschi sul bordo di laghi e corsi d'acqua. In questo periodo anche i primi esemplari di fossili di piante terrestri con tessuti in grado di trasportare il nutrimento.

Paleogeografia



Durante il Siluriano, il Gondwana continuò il suo lento spostamento verso sud, anche se le calotte di ghiaccio furono meno estese che durante l'ultima glaciazione Ordoviciano, tanto che la fusione delle calotte ghiacciate contribuì all'innalzamento del livello dei mari, come è testimoniato dal fatto che i sedimenti del Siluriano si sono sovrapposti a quelli erosi dell'Ordoviciano.

I continenti del Gondwana rimasero uniti tra loro, mentre altri cratoni (Laurentia e Baltica) si spostarono verso l'equatore iniziando la formazione del supercontinente chiamato **Laurussia (o Euramerica)** che stazionava nell'emisfero Boreale. Questo unico blocco euro-nordamericano è

detto anche il "**continente delle arenarie rosse antiche**" (che avrà la sua massima espansione nel Devoniano causa lo smantellamento della catena caledoniana) in quanto in questo periodo iniziano a depositarsi nell'area un potente strato di sabbie rosse. Quando la proto-Europa (Baltica) entrò in collisione con il Nord America (Laurenzia), la forza esercitata dall'urto provocò il corrugamento dei sedimenti costieri che si erano accumulati a partire dal Cambriano al largo delle coste orientali del Nord America e occidentali dell'Europa. Questo evento, noto come **orogenesi caledoniana**, portò alla formazione di una lunga catena montuosa i cui resti si ritrovano oggi in Scandinavia, in Gran Bretagna e nella regione degli Appalachi in Nord America. Sono presenti ancora tracce di questa antica catena montuosa nell'Europa Centrale, che subì la successiva orogenesi ercinica. In seguito alla collisione del blocco europeo con quello nord-americano si chiude, alla fine del siluriano, il paleo-oceano atlantico (Giapeto) esistente tra questi due continenti. Rimane il vasto oceano della Pantalassa che ricopriva gran parte dell'emisfero Nord, attorniato da altri oceani minori. Alla fine del Siluriano i livelli marini ricominciarono a scendere lasciando come tracce ampi bacini evaporitici e le neonate catene montuose iniziarono a subire i processi di erosione.

Rocce risalenti al Siluriano sono presenti in Italia principalmente in Sardegna e nelle Alpi Carniche. Queste formazioni, di origine marina, contengono molti fossili di invertebrati come i graptoliti, animali che vivevano in colonie sospese nell'acqua, e i nautiloidi, molluschi cefalopodi dotati di conchiglia la cui lunghezza poteva arrivare ad alcuni metri.

Periodo DEVONIANO (417-354 Ma)

Il Devoniano fu un periodo relativamente caldo e probabilmente privo di ghiacciai. Le condizioni climatiche influenzarono anche lo sviluppo della vita nelle scogliere marine. Il riscaldamento del tardo Devoniano può aver contribuito all'estinzione degli stromatoporoidi, importanti costruttori dell'Ordoviciano.

In questo periodo detto anche "Età dei pesci", tra gli artropodi, compaiono gli insetti (prime forme documentate di vita animale terrestre), mentre iniziano a declinare in modo più definitivo le trilobiti. Sulla terraferma si sviluppano, fra le altre, anche felci e conifere.

Alla fine del Devoniano scomparve circa il 60% delle specie allora viventi, estinzione che alcuni studiosi attribuiscono, come quella dei dinosauri nel Cretaceo, all'impatto di un asteroide con la Terra. Recenti studi tendono a definire questa estinzione come una "crisi di biodiversità".

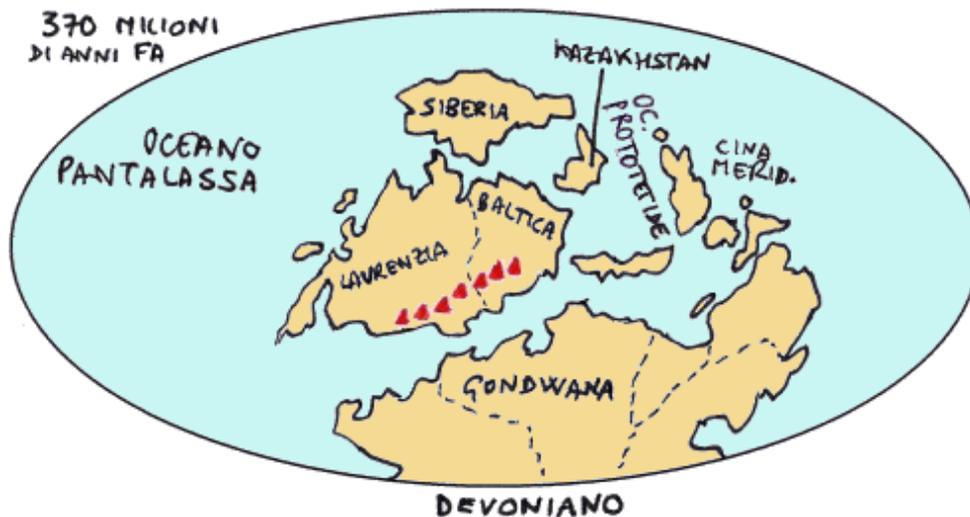
Paleogeografia

La paleogeografia del Devoniano è dominata dal supercontinente Gondwana nell'emisfero meridionale, dal continente Siberia al nord e dal piccolo supercontinente Euramerica (Laurussia) al centro.

Nel supercontinente Euramerica il Devoniano è rappresentato dai depositi continentali delle «old red sandstones» o arenarie rosse antiche, diffusi depositi continentali.

Il Gondwana continua a muoversi verso l'Euramerica e verso la fine del Devoniano collidono: l'enorme placca che trasportava il continente di Gondwana cominciò ad immergersi sotto l'Euramerica, dando origine ad una fossa di subduzione ed alla crescita di un arco insulare vulcanico.

In Italia tracce di questo periodo si rinvencono nelle Alpi Carniche, dove è stata trovata una vasta gamma di invertebrati (celenterati, brachiopodi, trilobiti) e in Sardegna, dove sono stati rinvenuti tentaculiti ed ammoniti.



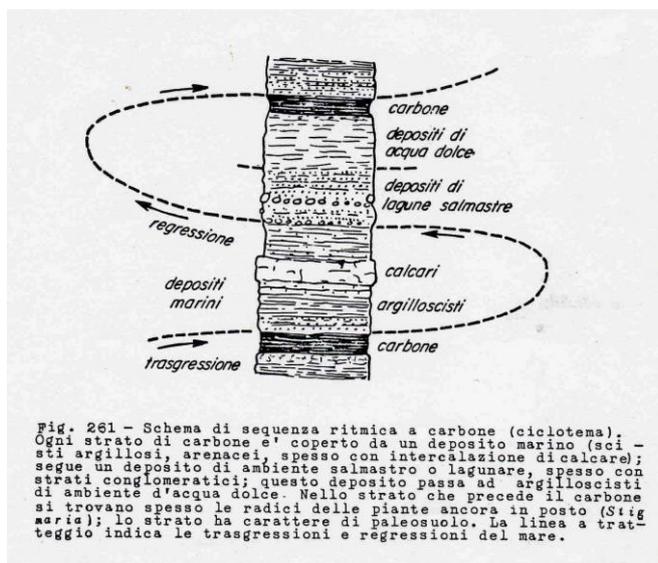
Periodo CARBONIFERO (354-290 Ma)

Il carbonifero è così chiamato perché nei terreni formati in questo periodo i carboni fossili sono molti diffusi e molto abbondanti, in conseguenza del grande sviluppo delle foreste.

La fauna marina è molto diversificata. Si ha un grosso sviluppo dei foraminiferi, soprattutto fusuline (i fusulinidi sono foraminiferi caratterizzanti i depositi marini del Carbonifero - Permiano, di cui sono ottimi fossili guida). Sulla terraferma erano presenti grandi artropodi (gigantismo): scorpionidi, aracnidi, miriapodi e insetti (le grosse dimensioni erano FORSE dovute alla elevatissima percentuale di ossigeno in quel periodo).

La flora del carbonifero divenne estremamente ricca e vigorosa.

Una buona parte delle terre emerse si trovava nella fascia compresa tra i tropici: in tale zona dominavano condizioni climatiche miti e umide che favorirono la formazione di grandi ambienti lagunari nei quali si sviluppò una flora rigogliosa. Ma, col passare dei millenni, in molte paludi il livello dell'acqua crebbe lentamente, forse perché il suolo sprofondava. Successivamente i mari si espansero e le foreste furono in gran parte sommerse; fossilizzandosi, i tronchi di quelle immense felci alte fino a 40 metri diedero origine a vastissimi **giacimenti di carbon fossile** (giacimenti di antracite e litantrace).



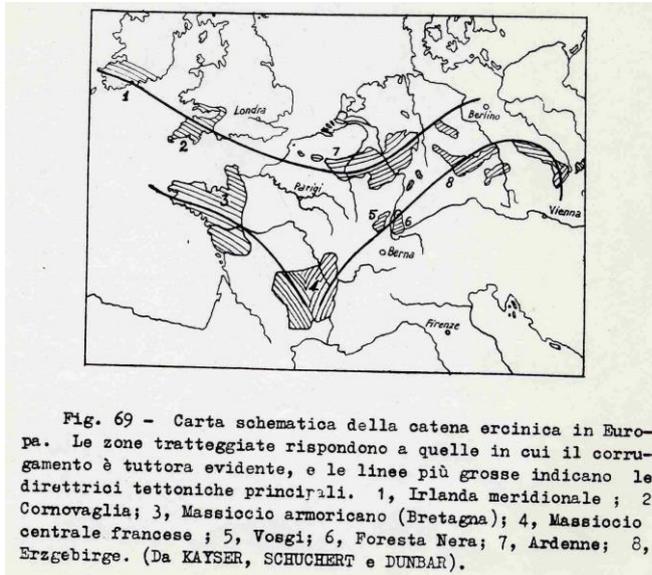
In tutti i depositi si presentano letti di carbone alternati ritmicamente a banchi sterili che formano serie di **ciclotemi** (**ciclotema**= sequenze stratigrafiche cicliche di sedimenti marini e marino-marginali o non-marini. In questo caso si tratta di sequenze ritmiche a carbone).

Le zone polari (Antartide e zone contigue) erano interessate da estesi ghiacciai.

Paleogeografia - tettonica

Continua la collisione fra Gondwana e Euramerica che forma/continua a formare una serie di catene montuose (gli Appalacchi, le Montagne Erciniche in Inghilterra) e la collisione fra Siberia ed Europa porta alla formazione degli Urali. Il continente delle arenarie

rosse antiche che si salda al Gondwana e inizia a dare origine ad un nuovo grande supercontinente chiamato **Pangea**. E' questo il periodo dell'**orogenesi ercinica** che solleva, in Europa, catene montuose tra cui quelle dell'Europa centro-occidentale (es.: Ardenne e Massiccio Centrale francese).



L'**orogenesi ercinica**, con fase parossistica 290 milioni di anni fa si pone tra il Carbonifero e il Permico. Sono state riconosciute 4 fasi e ha interessato due direttrici tettoniche (fig 69). Le pieghe erciniche sono orientate NW-SE (**branca Armoricana**) e NE-SW (**branca Varisica**). Essa ha lasciato immense tracce su tutti i continenti: in Europa, dall'Inghilterra alla Boemia riprendendo parte delle zone già interessate dall'orogenesi precedente (la Caledoniana), nei monti Urali, in tutta l'Asia centro-orientale, nell'America nord-orientale, nell'Africa del Sud, nell'Australia orientale e in Antartide. Anch'essa venne accompagnata da manifestazioni

magmatiche grandiose con importanti intrusioni granitiche come quelle dell'Europa centrale e dei massicci elvetici delle Alpi. In Italia l'orogenesi ercinica ha lasciato tracce vistose soprattutto nel massiccio sardo-corso.

Il Carbonifero in Italia è presente in Piemonte, Liguria, Val d'Aosta, Lombardia, Alpi Carniche, Toscana, Sardegna e probabilmente in Sicilia con formazioni marine o continentali.

Periodo PERMIANO (290-252 Ma)

La posizione paleogeografica dei continenti durante il Permiano vede le terre emerse riunite in una grande massa continentale chiamata **Pangea**, nella quale possono essere individuati più blocchi continentali che daranno, in epoche successive, Gondwana e Laurasia.

Quando inizia il Permiano le regioni polari erano coperte da spessi strati di ghiaccio. Glaciazioni continuarono a coprire gran parte del territorio della Gondwana, come già successo nel precedente periodo del Carbonifero. Allo stesso tempo i tropici erano coperti da paludose foreste: le lussureggianti foreste del Carbonifero a poco a poco scompaiono e inizia un periodo di siccità.

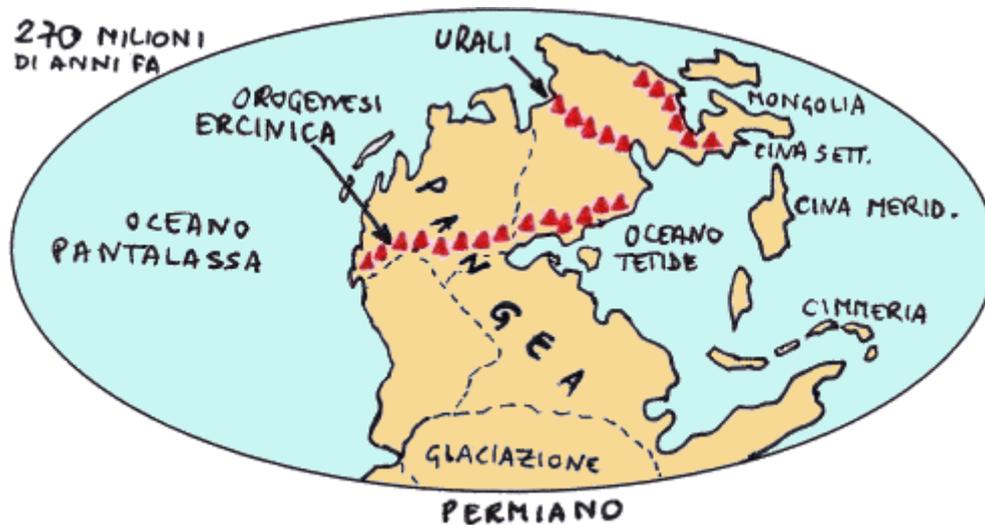
Verso la metà del periodo infatti il clima divenne più caldo e mite, i ghiacciai si ritirarono, e l'interno dei continenti divenne più secco. Il Permiano è caratterizzato da una diffusa **fase regressiva** (causa sollevamento catene erciniche) (in Germania, però, per es, il Permiano è trasgressivo). Gran parte dell'interno della Pangea era probabilmente arido, con grandi fluttuazioni stagionali (stagioni da umide a secche), a causa della perdita degli effetti di moderazione delle zone vicine all'acqua. Deposizione delle **arenarie rosse recenti** (depositati continentali; Arenarie delle Val Gardena). Questa tendenza a diventare più secco continuò fino alla fine del Permiano, con l'alternarsi di periodi più caldi e più freddi.

Il Permiano fu caratterizzato da grandi cambiamenti biologici e da un'abbondanza di forme di vita estremamente specializzate e diversificate.

Paleogeografia

Il blocco continentale europeo si formò in seguito all'orogenesi ercinica che trasformò l'Europa, alla fine del Carbonifero, in un'area debolmente montuosa, isostaticamente instabile, sede di movimenti verticali e vulcanismo postorogenetico. Nelle depressioni intramontane si formarono

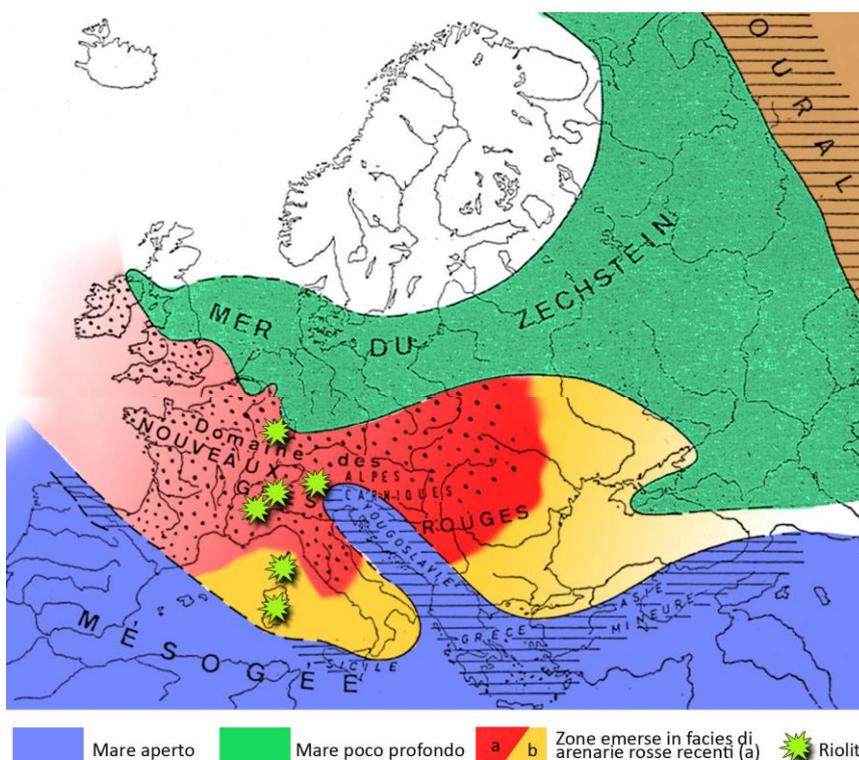
depositi alluvionali e, con l'inaridimento del clima, **depositi di arenarie rosse recenti (Arenarie della Val Gardena)**. Il blocco continentale americano presenta una storia evolutiva simile a quella dell'Europa e, nel Permiano, era completamente unito ad essa, così da rappresentare un suo prolungamento verso ovest. Il bacino americano occidentale, corrispondente alla linea di costa occidentale dell'attuale Nord America, era completamente sommerso dal mare (dall'Alaska alla California).



Il blocco continentale corrispondente all'attuale Asia si estendeva ad est dell'Europa e combaciava superiormente ad essa con l'America settentrionale.

A meridione dell'Asia si apriva un vasto mare, esteso dal Giappone all'Italia, chiamato **Tetide**, enorme bacino caratterizzato da molteplici situazioni paleogeografico-strutturali, che trova riscontro in successioni stratigrafiche estremamente diversificate da regione a regione. Al sud di questo ammasso di terre, in collegamento diretto con il blocco americano settentrionale, si trovano le terre che daranno il Gondwana e, successivamente, America meridionale, Africa, India, Antartide, Australia.

In Italia, il Permiano è presente in tutto l'arco alpino (resti di pesci in Val Gardena) con terreni vulcanici (piattaforma porfirica atesina) e sedimentari di origine marina e continentale (arenarie rosse della Val Gardena), oltre che in Toscana, Sicilia e Sardegna.



Nel Permiano superiore si forma il **mare dello Zechstein**, un bacino poco profondo che si comportava come una immensa salina dovuta a condizioni climatiche molto calde e molto secche.

Si estendeva dalla Groenlandia alla Polonia (attenzione: l'Oceano Atlantico non si era ancora aperto!), passando per Inghilterra, Mare del Nord e Germania Settentrionale (sviluppo di facies evaporitiche).

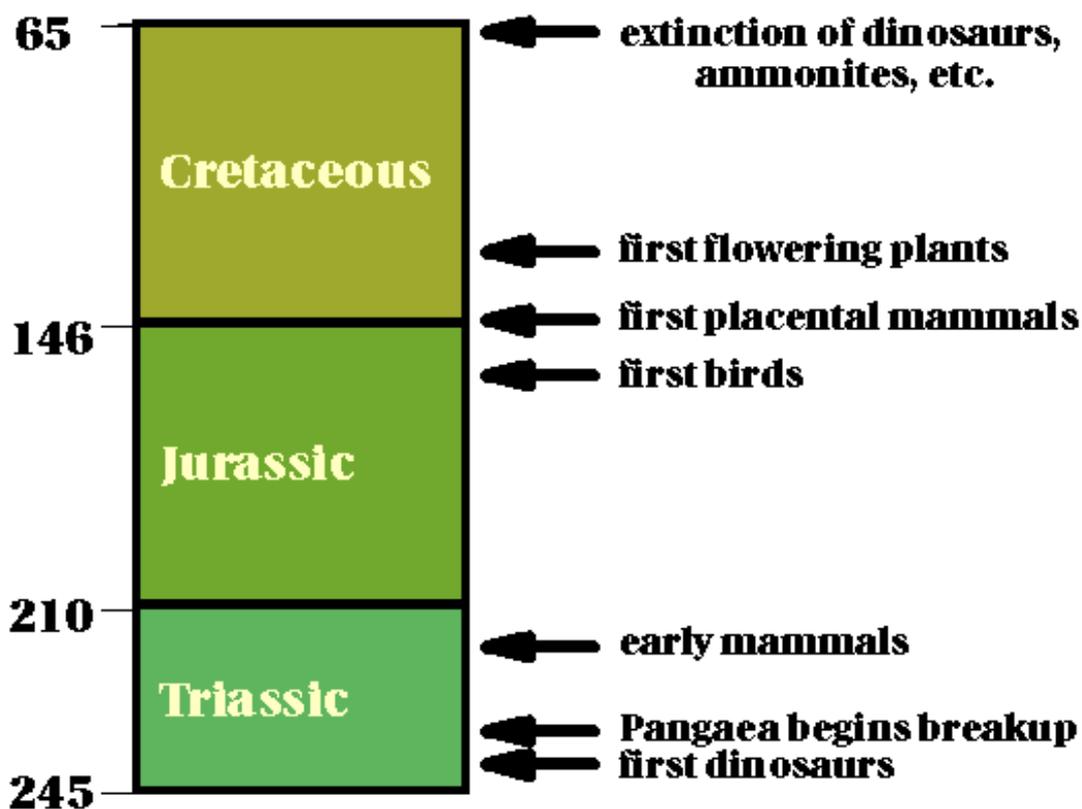
In Italia nord-orientale si deposita una facies calcareo-dolomitica (dolomie cariate, marne gessifere, gessi, calcari marnosi....) (**Fm a Bellerophon**, sopra le Arenarie di Val Gardena).

La distinzione fra Paleozoico e Mesozoico è legata alla più grande estinzione di massa subita dalla vita sulla Terra: alla fine del Permiano si è verificata la più drammatica **estinzione di massa** della storia della Terra, una crisi biologica che ha interessato un gran numero di organismi, soprattutto marini, ma anche quelli terrestri: scomparvero il 96% delle specie marine ed il 70% dei vertebrati terrestri. La causa di questa grande crisi è ancora dibattuta e per essa sono state proposte varie spiegazioni dall'aumento della radiazione cosmica, a quello della salinità, l'inversione del campo magnetico terrestre, caduta di un asteroide, cambio della composizione atmosferica (diminuzione dell'ossigeno, rilascio di gas velenosi,...) dovute alle massicce eruzioni vulcaniche e/o ai depositi evaporitici.

PS: nella regione FVG il Permo-Carbonifero è ben rappresentato, per es nella zona di Pontebba dove la successione prevede alternanze di depositi continentali, deltizi e di mare da basso a limitatamente profondo con facies terrigene o carbonatiche.

ERA MESOZOICA

Nello schema sottostante viene riportata la stratigrafia e le principali tappe dell'Era Mesozoica



Il Mesozoico corrisponde ad una fase di prevalente sommersione, con emersioni locali e parziali. Tale Era segna anche l'inizio della storia geologica del nostro Paese.

La ricchezza di informazioni che rocce e fossili permette di suddividere questa e le Ere successive in modo particolarmente articolato. Ciò è dovuto solamente ad una conoscenza più approfondita e più dettagliata dei tempi post-permiani, tendenza che si accentuerà sempre di più verso il Quaternario.

Periodo TRIASSICO (252-206 Ma)

Il Trias viene suddiviso in tre piani: **Trias inferiore, medio e superiore**. Buona parte del sistema alpino (penisola italiana, Sicilia, Balcani, Grecia ecc) presenta un Trias prevalentemente marino, di mare non molto profondo: trasgressivo (a pulsazioni) e subsidenza.

Trias superiore	RETICO
	NORICO
	CARNICO
Trias medio	LADINICO
	ANISICO
Trias inferiore	WERFENIANO
	SCITICO

Si parla di **facies alpina** ed è sviluppata soprattutto nelle Alpi meridionali (Veneto, Trentino Alto Adige meridionale – regione dolomitica- Prealpi lombarde). La nomenclatura stratigrafica della facies alpina prevede lo schema a lato. I limiti fra i vari piani sono su base paleontologica.

Questo schema è stato elaborato per la maggior parte nella regione alpina (e in gran parte in territorio italiano), dove la prevalenza delle facies marine e la ricchezza di fossili diagnostici dal punto di vista biostratigrafico

permettevano una buona datazione e buone possibilità di correlazione con altre aree a livello europeo e mondiale.

L'estinzione alla fine del Permiano segna profondamente tutto il Triassico che viene visto generalmente come un periodo di riorganizzazione e riconquista della biosfera. Il Triassico inferiore è il tempo in cui le forme sopravvissute ricolonizzano la Terra.

La ripresa della differenziazione biologica dopo la crisi del limite permo-triassico, già avviata nel Trias inferiore, si fa esplosiva. La **fauna continentale** vede la comparsa nel Carnico superiore dei primi dinosauri. Nei **mari** compaiono i primi rettili marini (ittiosauri). Si sviluppano Ammoniti e Belemniti. Nell'Anisico (Trias medio) riacquistano vigore le comunità di piattaforma carbonatica (scomparse con la grande crisi biologica alla fine del Permiano): ricompaiono fra l'altro i coralli, che danno un contributo significativo alla sedimentazione con la formazione di **piattaforme e scogliere biocostruite**. Nello stesso periodo le comunità a bivalvi conoscono una nuova espansione con forme sia di mare basso (i megalodonti, strettamente legati all'ambiente di piattaforma carbonatica, sono una delle forme caratteristiche del Triassico italiano) che pelagiche (forme a conchiglia sottile, forse planctoniche, come *Daonella*). La flora è ancora di tipo primitivo. Secondo i fossili rinvenuti in varie località, il clima di quest'epoca era molto arido e desertico.

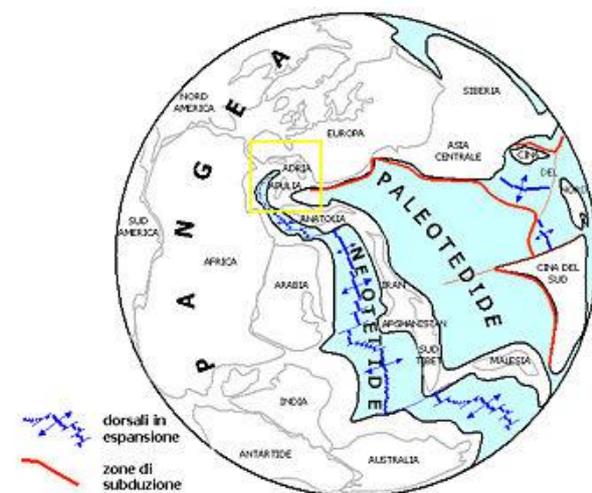
La presenza di rocce effusive e piroclastiche testimonia che il periodo fu caratterizzato da un'intensa attività vulcanica soprattutto nel Trias medio (zona dolomitica: Predazzo, Alpe di Siusi: tufi, lave).

Verso la fine del Triassico, una **nuova crisi biologica** probabilmente correlata con variazioni climatiche a seguito della progressiva frammentazione del supercontinente Pangea e dell'aumento dell'attività vulcanica a scala globale, portò all'estinzione moltissime specie viventi, di antichi rettili e anfibi, nonché di dinosauri: solo i più forti riuscirono a sopravvivere, quelli che meglio si adattarono all'ambiente e al clima.

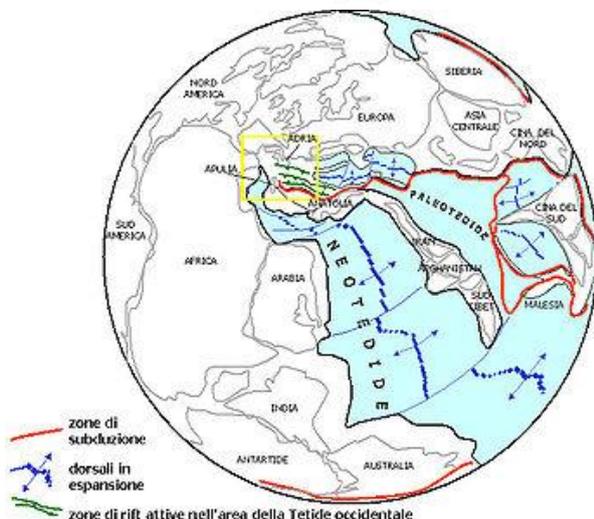
Paleogeografia



Durante il Triassico la Terra era ancora riunita in un unico grande supercontinente, detto **Pangea**. Il golfo al centro della Pangea era la **Tetide** (o **Mesogeo**) mentre l'oceano che circondava il tutto viene chiamato **Panthalassa**. Alcune grosse isole (in realtà placche litosferiche di crosta continentale, ma di dimensioni tali da non essere considerate un continente) erano presenti al centro della Tetide: queste placche, iniziate a separare dal supercontinente nel Carbonifero, costituiranno nel Triassico il **continente cimmerico** e, all'inizio del Trias, porteranno la Tetide (Paleotetide) a iniziare a chiudersi determinando l'espansione della **Neotetide**.



Nelle figure a lato, viene rappresentata la situazione all'inizio del Triassico. È visibile la presenza di un supercontinente, la Pangea, che comprendeva la maggior parte delle masse continentali odierne, e l'oceano tetideo suddiviso in Neotetide (con crosta oceanica in espansione) e Paleotetide (originatasi nel Paleozoico e ora in fase di chiusura), bordata a nord e a est da zone di subduzione attiva della crosta oceanica sotto la placca continentale euro-asiatica. (Stampfli e Borel, 2002. Modificato).



La situazione al passaggio Ladinico-Carnico è riportata nella figura qui a lato: prosegue l'espansione della Neotetide e le micro-placche cimmeriche si avvicinano al margine settentrionale della Paleotetide, ormai molto ridotta. La subduzione di crosta oceanica al margine occidentale della Paleotetide è probabilmente all'origine di un vulcanismo di arco nell'area delle attuali Alpi Meridionali. Nel settore nord-occidentale della Tetide si individuano nuovi piccoli bacini oceanici in fase di espansione. Un sistema

di rift attivo interessa l'area corrispondente alla micro-placca Adria almeno dal Triassico Medio. (Stampfli e Borel, 2002. Modificato).

Altri gruppi di terre emerse erano prossime all'area che ora è il Canada occidentale. Grazie alla Pangea, tutti gli animali potevano spostarsi in ogni sua parte camminando sempre sulla terraferma; il che spiega la diffusione di fossili di animali di terraferma o di acqua dolce sulle coste di continenti oggi separate tra di loro da migliaia di chilometri di oceano. Solo verso la fine di questo periodo il **Gondwana**, già divenuto la sezione meridionale della Pangea, iniziò a frantumarsi in più blocchi: mentre l'India iniziava il suo viaggio verso nord, il Madagascar restava ancora unito al Sudamerica ed all'Africa. Il continente formato dall'Antartide e dall'Australia, invece, iniziò ad emigrare verso sud.

Il Triassico italiano è rappresentato da importanti affioramenti nelle Prealpi lombarde, Dolomiti, Prealpi carniche, Appennino ligure, Appennino tosco-emiliano, Appennino campano, Appennino lucano (Val d'Agri), monti Peloritani in Sicilia, oltre ad alcune piccole aree della Calabria e della Sardegna.

Periodo GIURASSICO (206-144 Ma)

Il Periodo Giurassico è la maggiore unità della Scala dei tempi geologici ed è uno dei più studiati in quanto particolarmente ricco di fauna.

E' solitamente diviso in **Giurassico inferiore, medio, e superiore**, anche conosciute (spesso in Europa in ambiente alpino) come **Lias, Dogger e Malm**. Questa ultima terminologia è utilizzata più spesso nella nomenclatura anglosassone e fa riferimento ai tempi cronologici. I termini corrispondenti per le rocce (in senso di posizione fisica, nella stratigrafia) sono quindi Giurassico inferiore, medio e superiore. La abbondanza di fauna fossile ha poi consentito una minuta suddivisione del periodo in ben 11 piani.

Durante il Giurassico non si verificano importanti fenomeni orogenetici: solo verso la fine inizia la messa in posto dei batoliti della Cordigliera nord americana. I climi erano caldi, senza nessun segno di ghiacciai. Come nel Triassico, non c'era apparentemente nessuna terra vicina ai poli, e non esisteva alcuna calotta polare estesa. Nell'Europa occidentale estese sequenze marine indicano un tempo in cui gran parte del continente era sommersa sotto mari tropicali (permettendo l'ampio sviluppo delle piattaforme carbonatiche/scogliere).

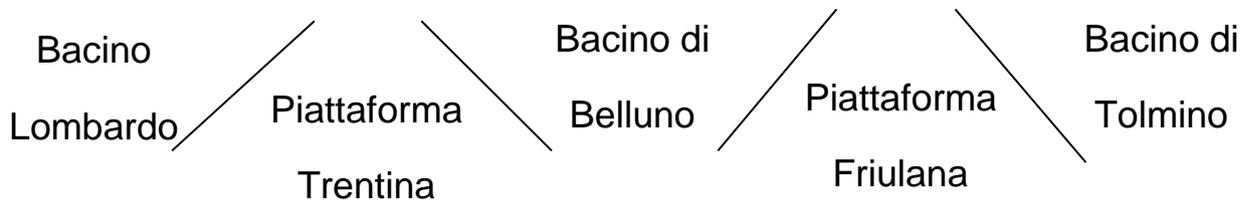
Per quanto riguarda la vita, tra i vertebrati, oltre alla diffusione dei pesci, ci fu il grande sviluppo ed affermazione dei rettili: **i dinosauri** dominano il mondo.

Nel frattempo, dai rettili mammiferi del Permiano e del Triassico derivarono i primi **mammiferi** (animali a sangue caldo di piccole dimensioni che deponevano le uova, ma allattavano i piccoli, come fa oggi l'ornitorinco australiano). Essi iniziarono a diffondersi su tutte le regioni legando la propria vita ad attività quasi esclusivamente notturne. La loro evoluzione continuò, modesta e quasi insignificante, per tutta l'era Mesozoica. Particolare sviluppo e diffusione ebbero molte specie di **insetti**, delle quali alcune forme sono attualmente viventi come le termiti, le api e le formiche. In quest'epoca apparvero, inoltre, le mosche e le zanzare: molte di queste forme si trovano intrappolate nell'ambra.

In mare la vita è molto articolata. Fra i vari, oltre ai già citati pesci, ricordiamo **foraminiferi planctonici** e **calpionellidi**, organismi unicellulari planctonici marini di grande rilevanza stratigrafica, che compaiono nel Giurassico superiore; le **rudiste**, una varietà di bivalvi di ambiente di piattaforma carbonatica, comparsi nel Giurassico superiore, che formavano vere e proprie scogliere bio-costruite; e poi **ammoniti** e **belemniti** (queste ultime tra i più diffusi predatori delle acque marine superficiali) sono particolarmente comuni e ben differenziate.

Paleogeografia

La Pangea continua a smembrarsi. Dalla separazione Eurasia - Nordamerica **ha origine l'Oceano Atlantico (Protoatlantico)** che divide anche il Sudamerica dal continente formato da Africa e Madagascar. L'Antartide, ancora unita all'Australia, continua a spostarsi verso Sud.



Verso la fine del Lias (fase trasgressiva giurassica) la piattaforma Trentina annega e i bacini che la contornano si approfondiscono. Ne consegue che: nel **Bacino lombardo**, ai calcari tipici del Lias segue la deposizione di un sedimento calcareo/calcareo marnoso di colore rosso “**Rosso Ammonitico lombardo**” (Dogger) (sedimento deposto ad una profondità probabilmente superiore ai 200 metri, ma inferiore alla profondità di compensazione dei carbonati), poi dei **calcari ad Aptici** (Malm inferiore) (aptici: strutture opercolari con le quali gli ammonoidi potevano chiudere l'apertura) e quindi della **Maiolica** (passaggio Giura-Creta) (calcari micritici di colore bianco in varie sfumature composti dai frammenti dei gusci calcarei di Nannoplancton. E' una formazione pelagica al di sotto del livello di base dell'azione delle onde di tempesta (probabilmente quindi con profondità superiori ai 200 m).

In **facies veneta**, la **Piattaforma Trentina** appunto annega e viene sommersa da un mare epicontinentale ed ai **Calcari grigi** segue, nel Malm superiore, il “**Rosso Ammonitico veneto**” e quindi il **Biancone** (passaggio Giura-Creta) (Biancone= Maiolica).

Il **Bacino di Belluno** (facies veneta orientale) continua la deposizione di sedimenti di mare profondo (calcari - calcari dolomitici, sedimenti torbiditici).

La **Piattaforma Friulana** non subisce l'annegamento (nel mare nella zona del M.Cavallo ci sono i calcari corallini) e la deposizione di materiale tipico di piattaforma carbonatica proseguirà fino all'Eocene, quando annegherà (deposizione del Flysch)

Periodo CRETACICO (144-65 Ma)

Il periodo Cretacico o Cretaceo deve il nome ai grandi depositi di creta (francese craie, calcare friabile) nei suoi strati superiori dell'Europa Settentrionale, risalenti a questo periodo. Il Cretacico è stato suddiviso due epoche, **Cretacico inferiore e Cretacico superiore**, e dodici piani.

La frantumazione della Pangea porta i continenti ad una posizione molto simile all'attuale. Tuttavia gran parte delle terre rimasero tra loro collegate, per cui ancora per molto tempo fu possibile agli animali compiere grandi **migrazioni** attraverso istmi o bassi fondali.

Altra caratteristica del periodo è l'**espansione degli oceani** che condizionò la circolazione oceanica e quindi anche quella atmosferica: già prima della fine del Cretacico (drastici cambiamenti di clima sono riconosciuti già nell'Aptiano) le lente modificazioni geografiche diedero inizio ad un sempre più evidente **alternarsi delle stagioni**. In quasi tutto il pianeta predominava un clima caldo e umido, ma nell'Europa Occidentale durante tutto il periodo sono chiaramente riconoscibili una regione mediterranea più calda ed una regione settentrionale più fredda con faune ben differenziate. Per via delle alte temperature, in quasi tutte le regioni della Terra **non esistevano ghiacciai perenni**, per cui le acque dei **mari raggiunsero il massimo livello** di tutta la storia del nostro Pianeta. Gran parte delle terre emerse furono così sommerse da mari epicontinentali. A quei tempi, l'Italia sarebbe apparsa perciò all'incirca come sono oggi le Maldive: né più e né meno come una cintura di piccole isole e di banchi sabbiosi.

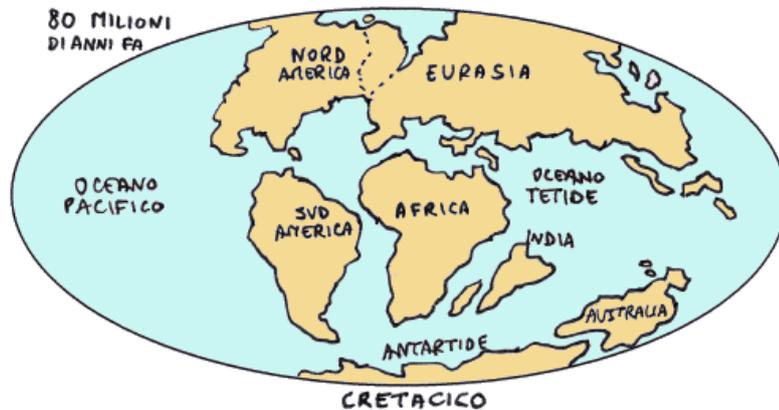
Per quanto riguarda le forme viventi, debuttano le **Angiosperme**, piante a foglie caduche ed in grado di produrre fiori come le querce, i faggi ed i pioppi tuttora esistenti, i quali fornirono nuove fonti di nutrimento per le specie animali. Prima della fine del Mesozoico si erano diffuse

su tutti i continenti, e da allora si sono diffuse praticamente su tutta la Terra, diventando le specie dominanti nel Regno Vegetale.

Nel regno animale, i **vertebrati** raggiunsero una posizione di predominio mai vista, specialmente sulle terre emerse; i **rettili** raggiunsero il loro apogeo, realizzando forme tra le più gigantesche che mai siano vissute sulla faccia della Terra e raggiungendo il massimo grado di specializzazione. I **mammiferi** erano limitati a forme piccole.

Fra gli **invertebrati** giocano un ruolo decisivo le **ammoniti**, estintesi alla fine del periodo. Su questi cefalopodi si basa la biostratigrafia più dettagliata del Cretacico, Altri cefalopodi interessanti sono le **belemniti**, anch'esse nella fase terminale della loro evoluzione. Dopo le ammoniti, i lamellibranchi sono i fossili marini stratigraficamente più importanti. Fra questi ricordiamo le **rudiste**, peculiari degli ambienti di piattaforma carbonatica, in cui formano vere e proprie scogliere organogene o reef.

Paleogeografia



Come detto, caratteristica del Cretacico è l'espansione degli oceani, con conseguente allagamento delle terre emerse. Il Cretacico è compreso fra 2 regressioni, ma nel cretacico si ebbero ripetute trasgressioni fra le quali particolarmente notevole quella del Cenomaniano che interessò tutti i continenti. Suddivise le terre emerse in masse meridionali e masse settentrionali. Il Nordamerica e l'Eurasia continuarono ad allontanarsi (la distanza in quel periodo era la metà di oggi), mentre l'Antartide si avvicinava al Polo Sud e l'Australia si spostava verso nord.

Verso la fine del periodo si verificarono attività orogenetiche ed una notevole attività eruttiva, da cui iniziarono a formarsi le Ande nell'America Meridionale, le Montagne Rocciose nell'America del Nord e le catene montuose dell'Antartide e dell'Asia.

Il Cretacico è presente in molte **regioni italiane** con formazioni quasi esclusivamente marine. Nell'area delle Alpi Meridionali, in particolare Lombardia e veneto, le formazioni tipiche del periodo sono quelle della **Maiolica/Biancone** (Creta inferiore) e della **Scaglia** (Cretacico superiore) (calcari e calcari marnosi ben stratificati, a diversa compattezza e viene solitamente suddivisa in quattro unità, anche se il colore non è costante in tutto lo spessore della singola unità: iniziando dalla unità più antica, scaglia bianca, rossa, variegata, cinerea. La Scaglia è molto diffusa e molto tipica anche in tutto l'Appennino).

La Scaglia è il risultato di un blando "inquinamento" da parte di materiale terrigeno della sedimentazione carbonatica che avveniva nei fondali marini in questo periodo. Questo materiale terrigeno proveniva dall'erosione del rilievo alpino che sta progressivamente innalzandosi, originandosi dal progressivo avvicinamento della placca africana alla placca europea.

Presenti, inoltre (Carso, Appennino meridionale, regione pugliese-garganica), anche calcari di scogliera (costituiti soprattutto da Rudiste).

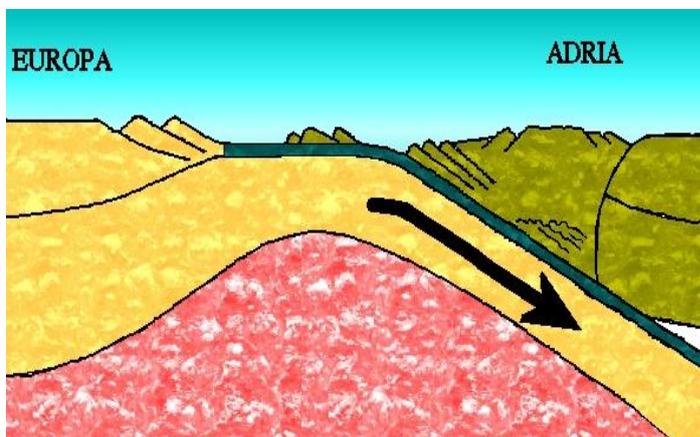
ALPI ed APPENNINI:

Il fenomeno dell'**orogenesi alpino himalayana** è processo complesso di spinte di sollevamento e subduzione delle zolle avvenute nello **scontro fra il cratone africano e quello europeo**. Il risultato di questo enorme scontro sono non solo le Alpi e gli Appennini, ma anche le montagne dell'Atlante in Africa del Nord, i Pirenei in Spagna, i Carpazi, le Api Dinariche e le montagne dei Balcani. E' un movimento che continua ancora. L'orogenesi è responsabile dell'attività sismica e vulcanica delle regioni mediterranee, oltre ad aver creato i profondi bacini del M. Tirreno, delle Baleari e del Mar Ionio rimpicciolendo sempre più il Mar Adriatico.

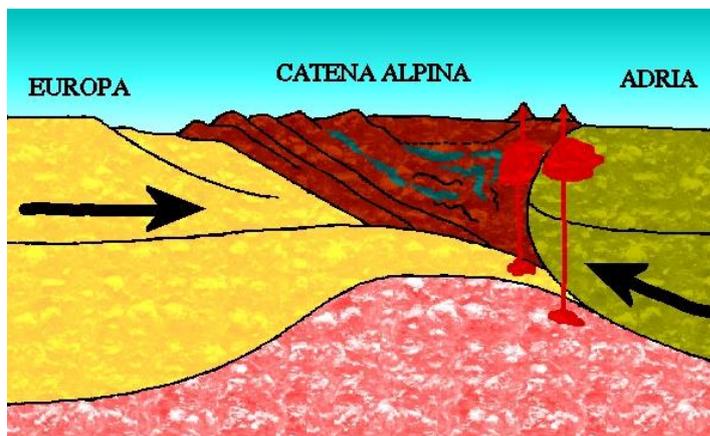


E' nel Cretacico che ha inizio il momento chiave che diede origine al territorio italiano: fu quando il blocco (o cratone) costituito dall'Africa cominciò a muoversi in senso antiorario verso il margine meridionale della Laurasia ed in particolare verso quella porzione che sarebbe in seguito diventata l'attuale Europa.

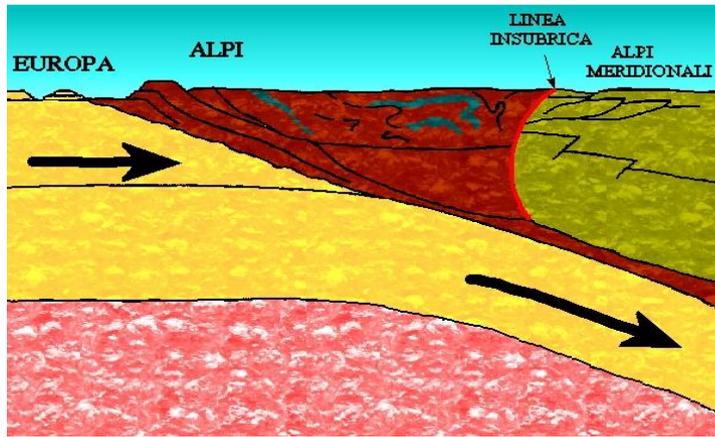
La parte dell'Africa che entra in collisione è una sorta di "promontorio" definito promontorio Adria (o microplacca Adria, o Apula o placca adriatica)



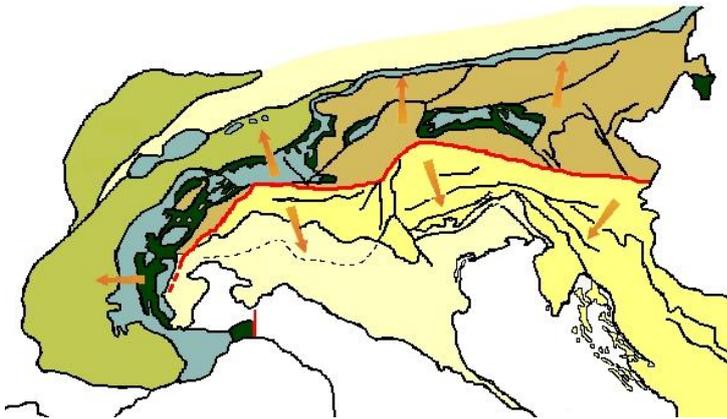
Una porzione di fondo oceanico compreso fra Africa ed Europa (Oceano Ligure-Piemontese) costituito da rocce di origine basaltiche sul quale si sarebbero depositati alcuni strati di sedimenti carbonatici e fossili iniziò a chiudersi ed a sollevarsi. La crosta oceanica, densa e pesante, andò in subduzione al di sotto della crosta continentale africana fino alla totale scomparsa dell'Oceano Ligure-piemontese. Questa fase è detta **EOALPINA**



Una volta consumata la crosta dell'Oceano Ligure-piemontese, la placca europea e africana si trovarono l'una di fronte all'altra e, avendo la medesima densità, iniziarono a subire fortissime deformazioni, sotto l'inarrestabile spinta della rotazione africana: si parla di fase **MESOALPINA** (Eocene-Oligocene Inferiore).



Dall'Oligocene superiore al Miocene (25 Ma) le Alpi assunsero l'attuale struttura a doppia vergenza (fase **NEOALPINA**).



La struttura della catena alpina è definita "**a falde di ricoprimento**" (corpi rocciosi di forma tabulare che hanno subito una dislocazione, dell'ordine di km o decine di km, scorrendo sopra un substrato orizzontale), è complessa e può essere divisa in due settori separati tra loro da un importante lineamento tettonico, **la Linea Insubrica o Lineamento Periadriatico**: questa serie di lunghissime faglie corrono da W verso E lungo tutto l'arco alpino e separano il

dominio Alpino, principalmente costituito da rocce metamorfiche, dal **dominio Sudalpino (o Alpi Meridionali)**, dove le falde sono in gran parte formate da rocce sedimentarie.

La catena alpina ha quindi una struttura particolare, che i geologi chiamano "**a doppia vergenza**", con falde trasportate sia verso N e verso l'avanfossa e l'avampaese europeo, sia verso S e verso l'avanfossa della Pianura Padana e l'avampaese appenninico. I processi erosivi iniziarono subito a modificare il paesaggio della neonata catena producendo un'enorme quantità di sedimenti e detriti che si depositarono ai piedi dei rilievi, nelle avanfosse. Nell'avanfossa meridionale si formò il vasto bacino di sedimentazione che andrà poi a costituire la Pianura Padana. **Il sollevamento della catena alpina è ancora in atto**, anche se ci sono zone in cui avviene più attivamente che in altre (per es nel cuneese, nel bresciano e in Friuli).

Al momento dell'orogenesi alpino himalayana **gli Appennini** costituivano quel tratto di catena montuosa che univa le Alpi alle montagne della Spagna meridionale. La posizione attuale degli Appennini e quindi del territorio italiano dipende dal fatto che questa porzione di terra ha ruotato in senso antiorario facendo perno su quello che oggi è il così detto Golfo Ligure. Nel suo movimento di rotazione il territorio italiano si è portato dietro due grossi blocchi, quello dell'attuale Corsica e quello della Sardegna. Questa rotazione iniziò un po' più tardi rispetto alla nascita delle Alpi, tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore (30-16 Ma): gli Appennini sono quindi più giovani della Alpi. Anche la storia degli Appennini è lunga e complessa. Il movimento del **blocco Sardo-corso** ha avuto due importanti conseguenze:



da una parte ha generato una compressione da W verso E che ha causato la subduzione del margine occidentale della placca Adria sotto al Blocco Sardo-Corso stesso, creando il corrugamento della primitiva catena appenninica e il suo progressivo avvicinamento alle coste della Dalmazia, mentre dall'altra parte ha provocato la progressiva apertura di due profondi bacini oceanici: il **Bacino Provenzale** e il **Mar Tirreno**.



Proprio la progressiva espansione del Mar Tirreno porterà, a partire dal Miocene superiore alla formazione della catena appenninica come la vediamo oggi, con il blocco dell'Arco Calabro che si stacca dalla catena alpina e va a saldarsi alla parte meridionale dell'Appennino.

Il Bacino del Tirreno è il più giovane dei bacini del Mediterraneo e con una profondità di 3600 m è uno dei più profondi: sui suoi fondali in espansione si trovano alcuni dei più importanti vulcani sottomarini del Mediterraneo. La sua apertura, che continua tutt'oggi, sta smembrando la catena appenninica. La continua compressione lungo il margine orientale provoca la formazione di grandi pieghe e spinge gli Appennini contro le coste della Dalmazia con un ritmo di 1 mm/a. Il margine occidentale è interessato da una tettonica distensiva, con formazione di profonde fosse tettoniche (graben) e faglie distensive, che aprono la via alla risalita di magmi e conseguenti fenomeni vulcanici (in Toscana, Lazio, Campania)

PS: descrizione semplificata, tratta principalmente da <http://www.eniscuola.net> **archivio speciali – alpi e appennini**

Il Cretacico si chiude con un'altra grande **crisi biologica** (la seconda in ordine di tempo nel fanerozoico) dell'intera storia della Terra: il 75% degli animali e tutti i vertebrati di peso superiore ai 25 Kg, tra cui i dinosauri, si estinsero in un periodo a cavallo del limite cretaceo/cenozoico, posto a 65 Ma fa.

Vi sono due interpretazioni principali:

- La prima ipotesi è quella **dell'asteroide**, il quale avrebbe investito il pianeta sollevando, per l'impatto, una polvere che avrebbe ricoperto l'intera atmosfera terrestre, con conseguente oscuramento globale e diminuzione di temperatura. La prova sarebbe costituita dall'elevata concentrazione di un elemento chimico, l'iridio, in strati sedimentari la cui età risale al limite suddetto (nell'Appennino si hanno affioramenti relativi,

diffusamente studiati presso Gubbio (**Gola del Bottaccione**), all'interno della formazione chiamata SCAGLIA ROSSA, i cui sedimenti sono stati depositati da 90 a 45 Ma fa. L'iridio è un elemento molto raro nelle rocce della crosta terrestre, così da far pensare a una sua provenienza extraterrestre, dato che meteoriti e asteroidi ne sono abbastanza ricchi. L'anomalia dell'iridio che si ritiene associata all'impatto meteoritico di Chicxulub (Messico) (dove, secondo questa ipotesi, impattò appunto il meteorite)

- L'altra ipotesi suggerisce che l'iridio sia stato immesso nell'atmosfera da una **intensa attività vulcanica globale** durata milioni di anni, insieme ad altre sostanze che avrebbero prodotto gli stessi effetti dell'impatto con un asteroide. La presenza dell'iridio non soltanto nello strato di 65 Ma fa, ma anche in quelli sottostanti, più vecchi, e soprastanti, più giovani, testimonierebbe a favore di tale interpretazione, provando la continuità nel tempo dell'emissione di questo elemento nell'atmosfera.

Vi sono ovviamente altre teorie, interessanti ma sicuramente meno accreditate.

Il passaggio Cretacio-Terziario viene anche identificato con il termine K/T e recentemente è stato datato con la tecnica argon/argon che lo porta a 65.95 milioni di anni +/- 40 000 anni.