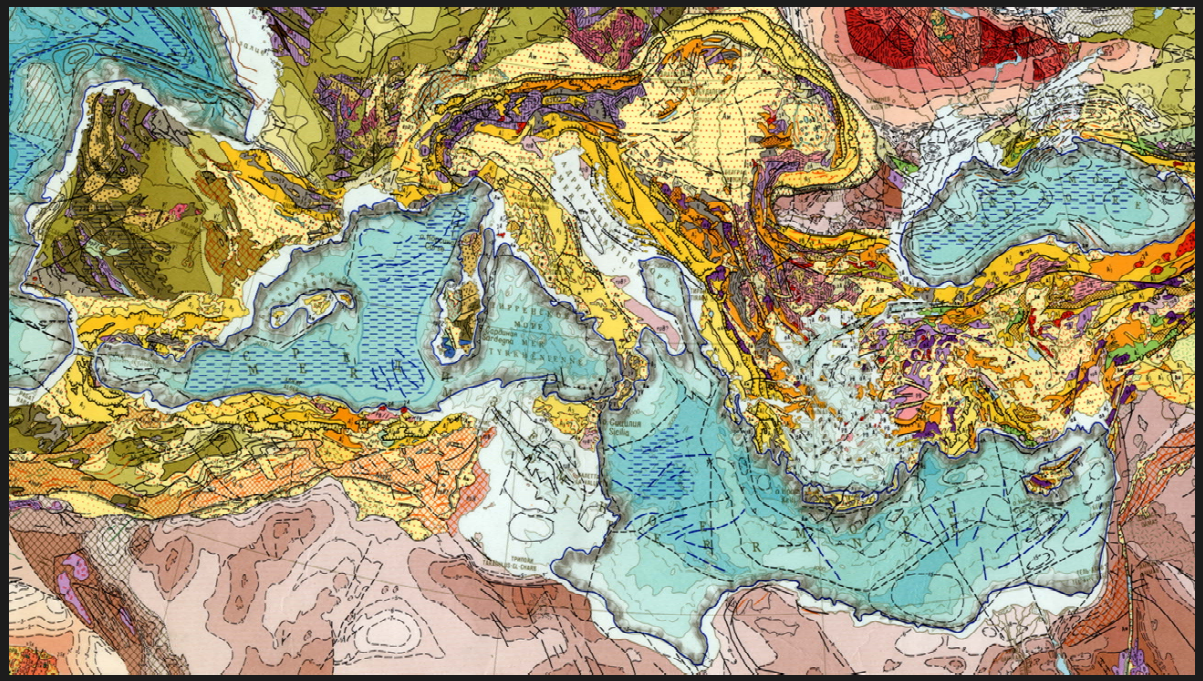
Chiaramente Scienza

9 dicembre 2009

Geologia del Mediterraneo

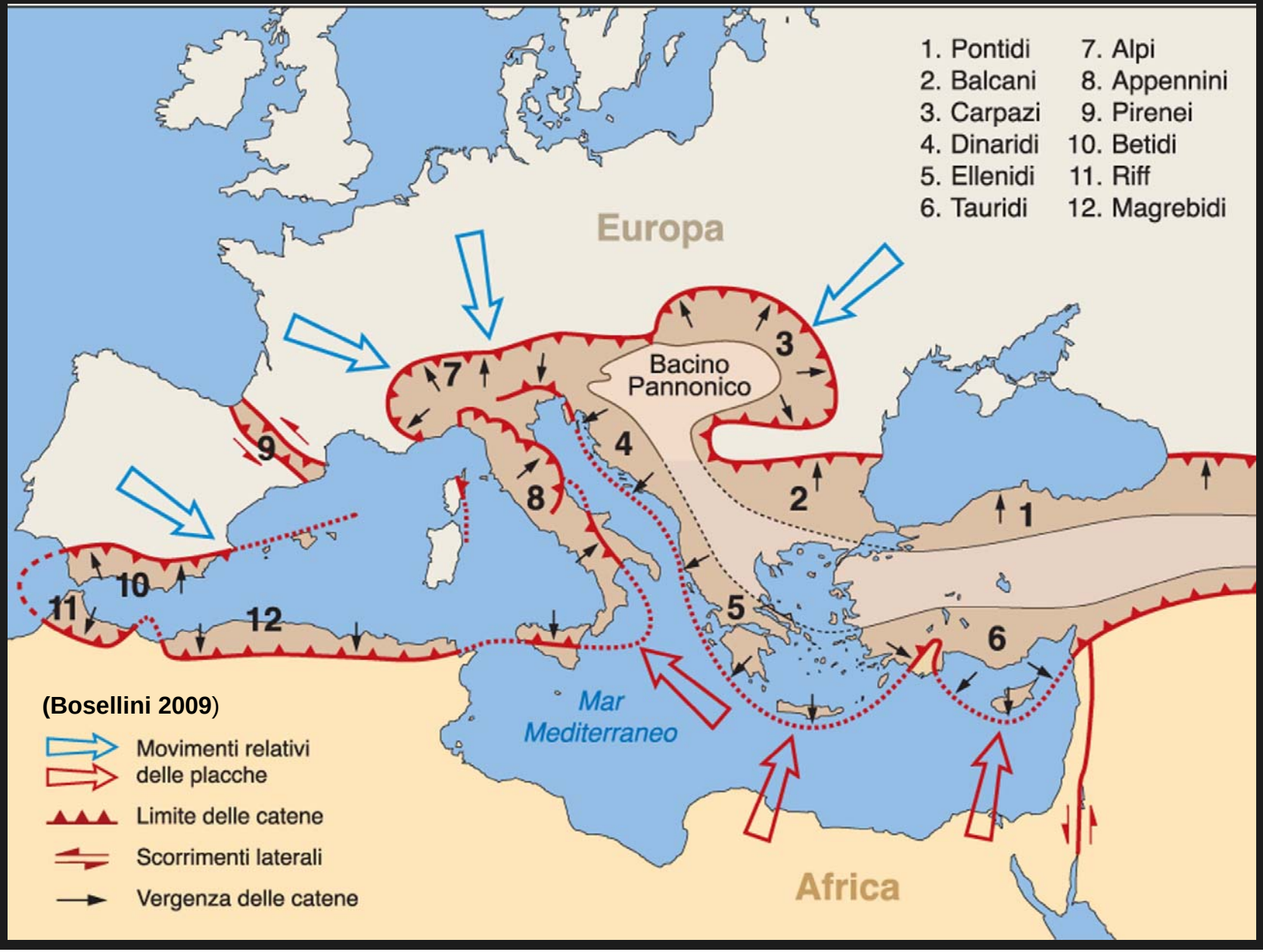


Giorgio V. Dal Piaz

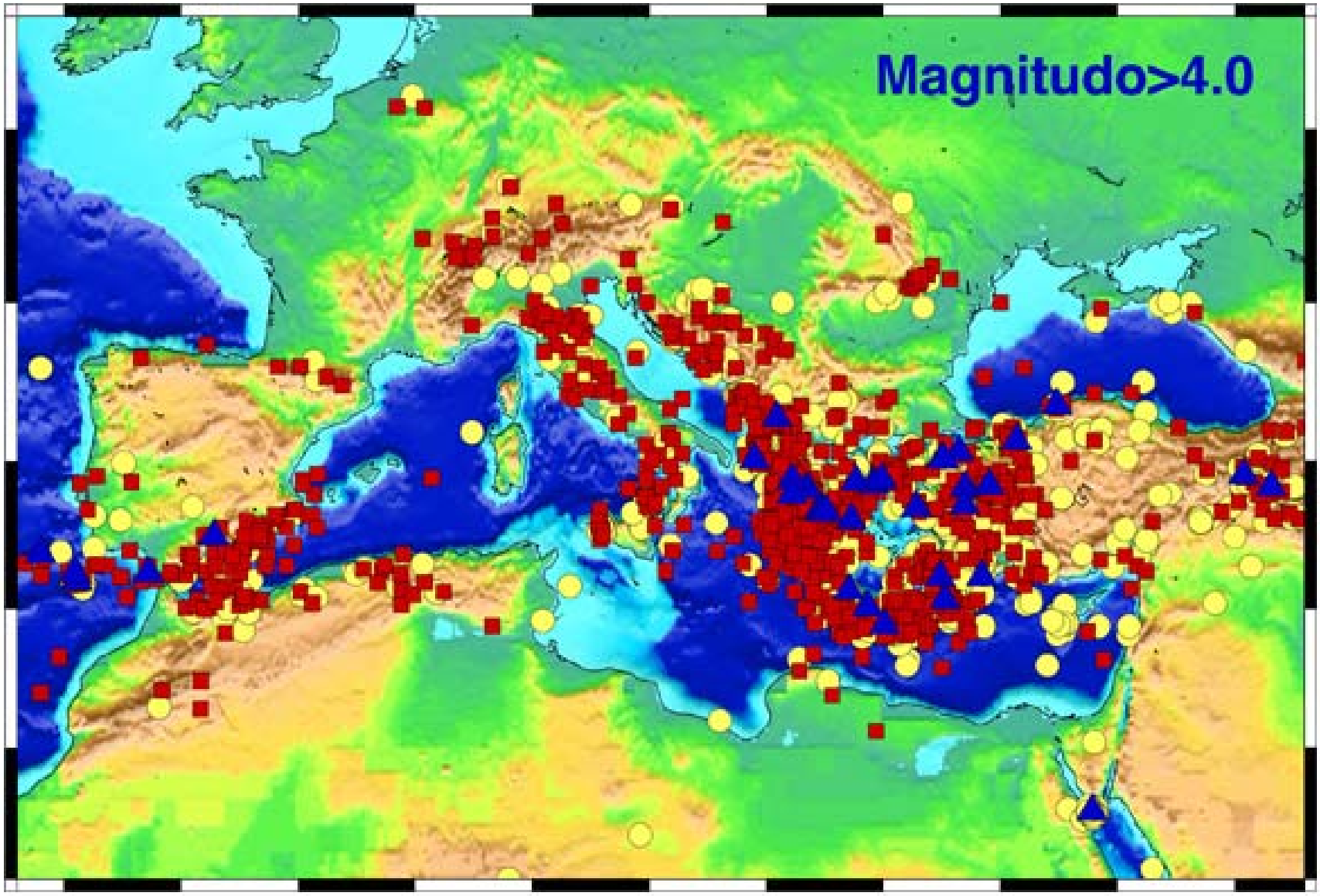
Geologo, S.c.r. dell'Istituto Veneto

CATENE OROGENICHE CIRCUMMEDITERRANEE RECENTI

Sistema collisionale Alpino – Himalaiano : Mesozoico-Attuale



SISMICITA' DEL MEDITERRANEO, UNA REGIONE TURBOLENTA



MEDITERRANEO

Mediterraneus = Mare in mezzo alla Terra, Mare Nostrum

3800 km (E-W), 2.505.000 km^2

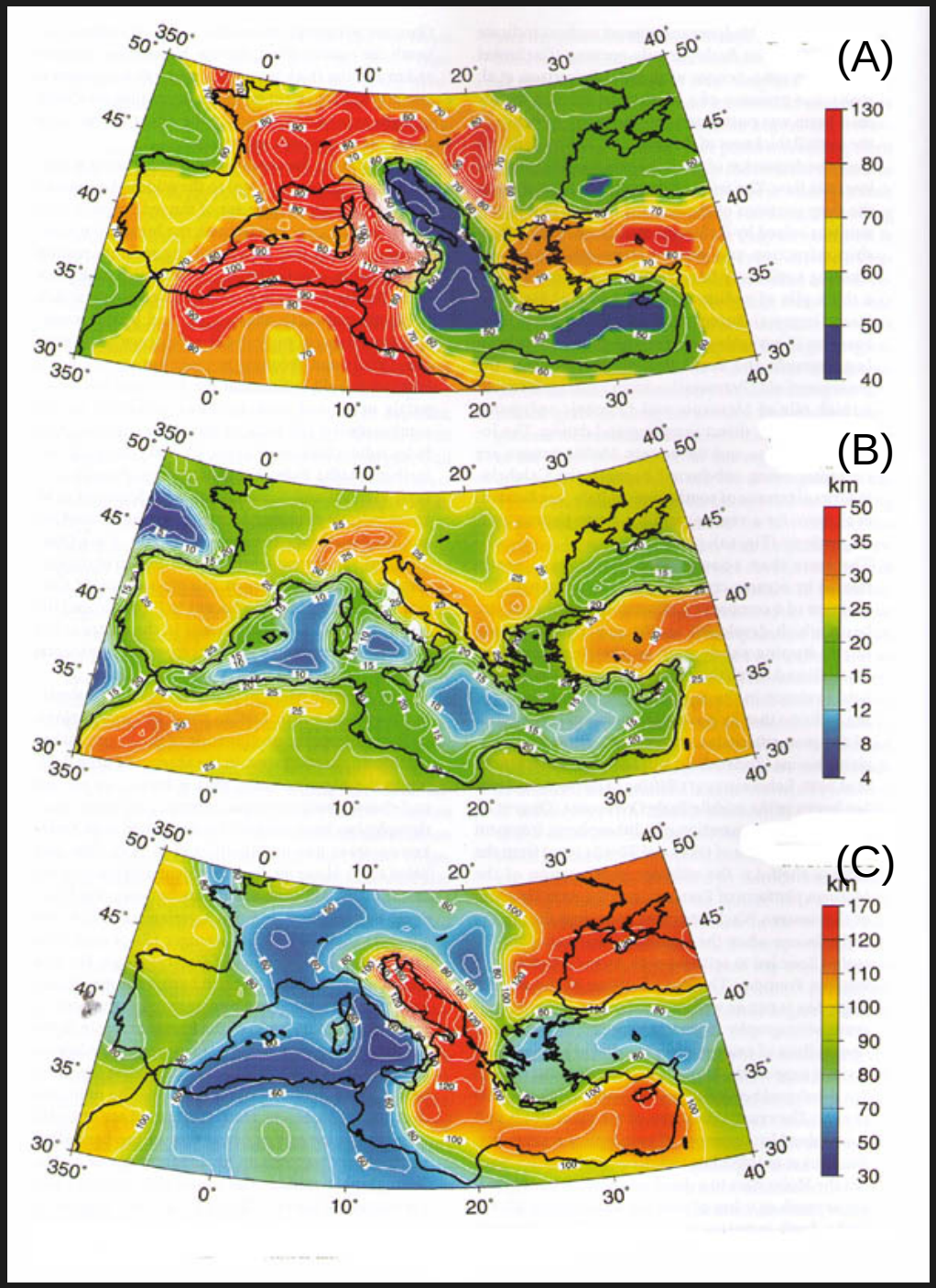
Mediterraneo occidentale: Alboran, Algero-Provenzale-Ligure, Tirreno

Mediterraneo orientale: Adriatico, Ionio, Egeo, Mare di Levante

BATIMETRIA

Blu: bacini profondi di tipo oceanico, max 5020 m Ionio; Celeste: piattaforma continentale, bacini pericontinentali = litosfera oceanica vs litosfera continentale

Vedremo che alcuni sono il residuo della Tetide mesozoica, altri sono più recenti, aperti durante e dopo la collisione continentale alpina



MEDITERRANEO

caratteri fisici e geostrutturali

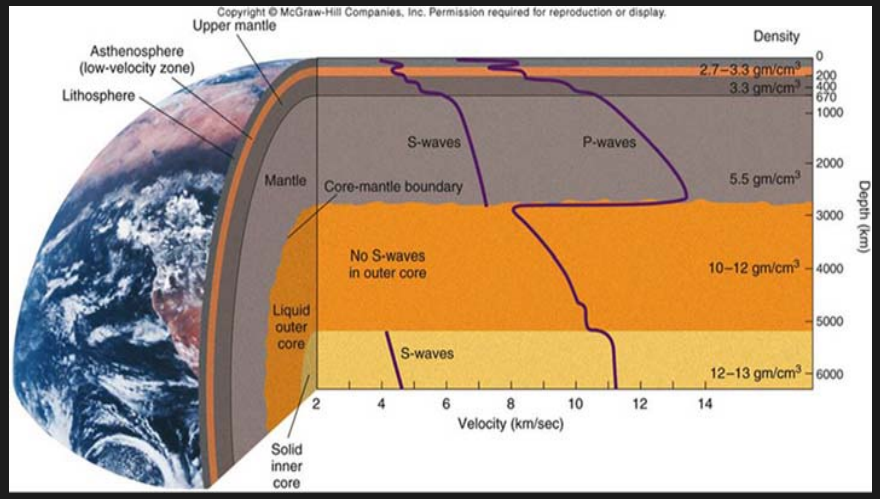
(A) Flusso di calore mW/m^2

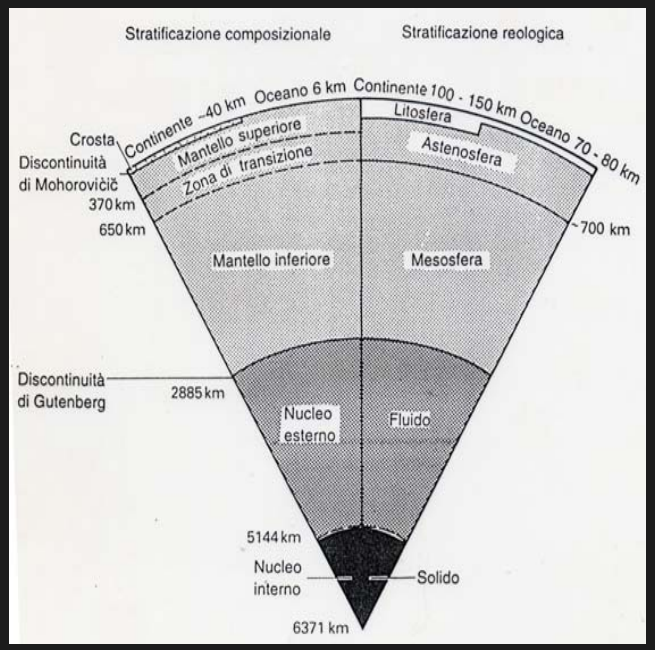
(B) Spessore della crosta terrestre, km

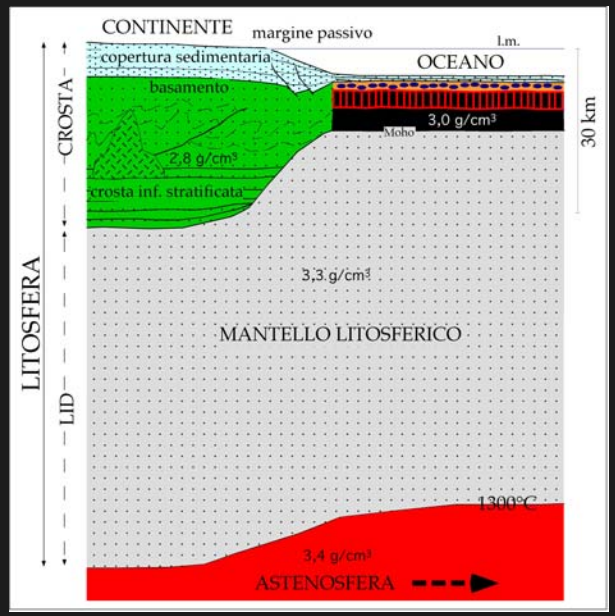
(C) Spessore della litosfera, km

(Jimenez-Munt et al, 2003)

STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA
in base alla propagazione delle onde sismiche P-S







DETTAGLIO DELLA LITOSFERA
involucro esterno rigido

- Crosta oceanica (basaltica) e continentale

- Mantello litosferico (peridotiti rigide)

Scorre sull'Astenosfera = mantello peridotitico "soffice" per la presenza di fuso basaltico (1-25%)

CANALE ASTENOSFERICO

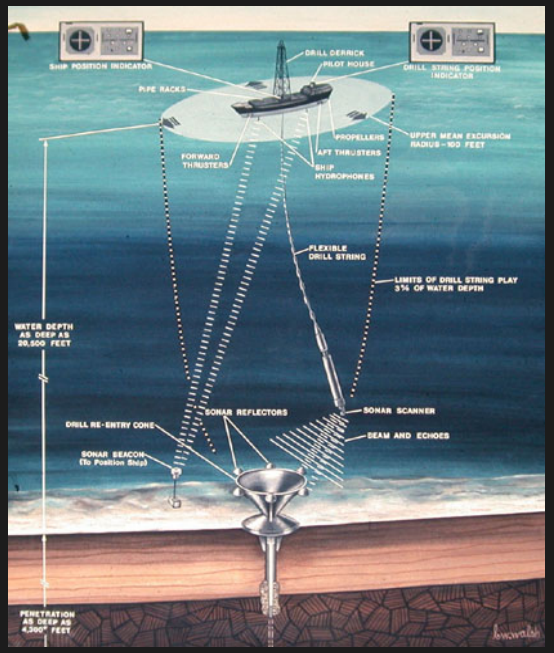
Low Velocity Layer (LVL -Vp)

Tettonica delle Placche: come Venere è nata dal mare

sistematiche ricerche oceanografiche, geofisica e geologia marina

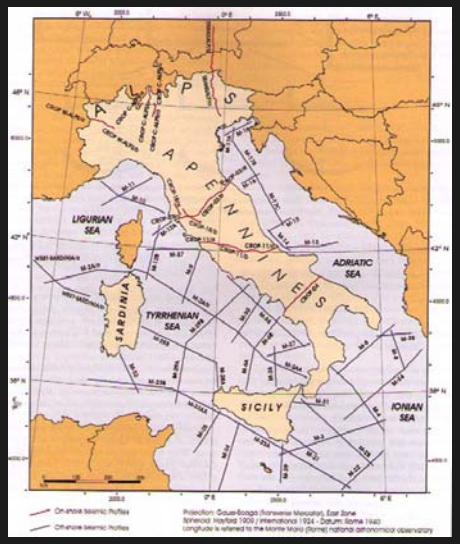
- *batimetria di dettaglio*
- *gravimetria*
- *magnetometria*
- *profili sismici*
- *flusso termico*
- *dragaggi e perforazioni*
- *Ocean Drilling Project*

Glomar Challenger



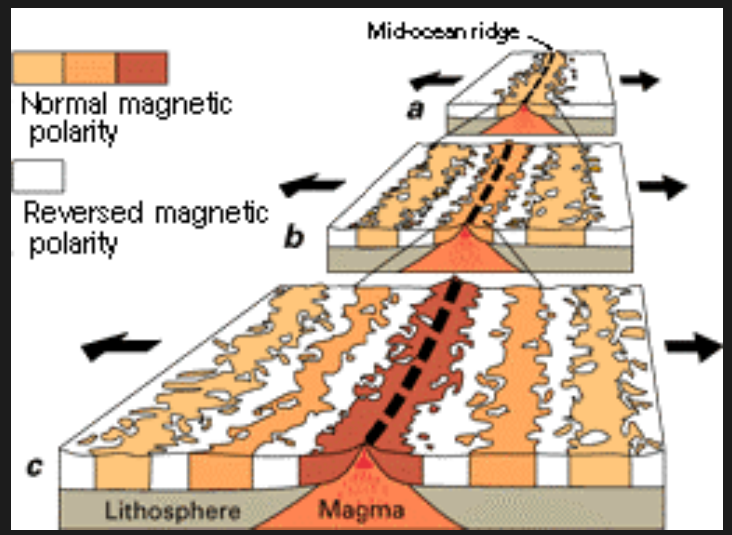
ODP

carotaggio crosta oceanica

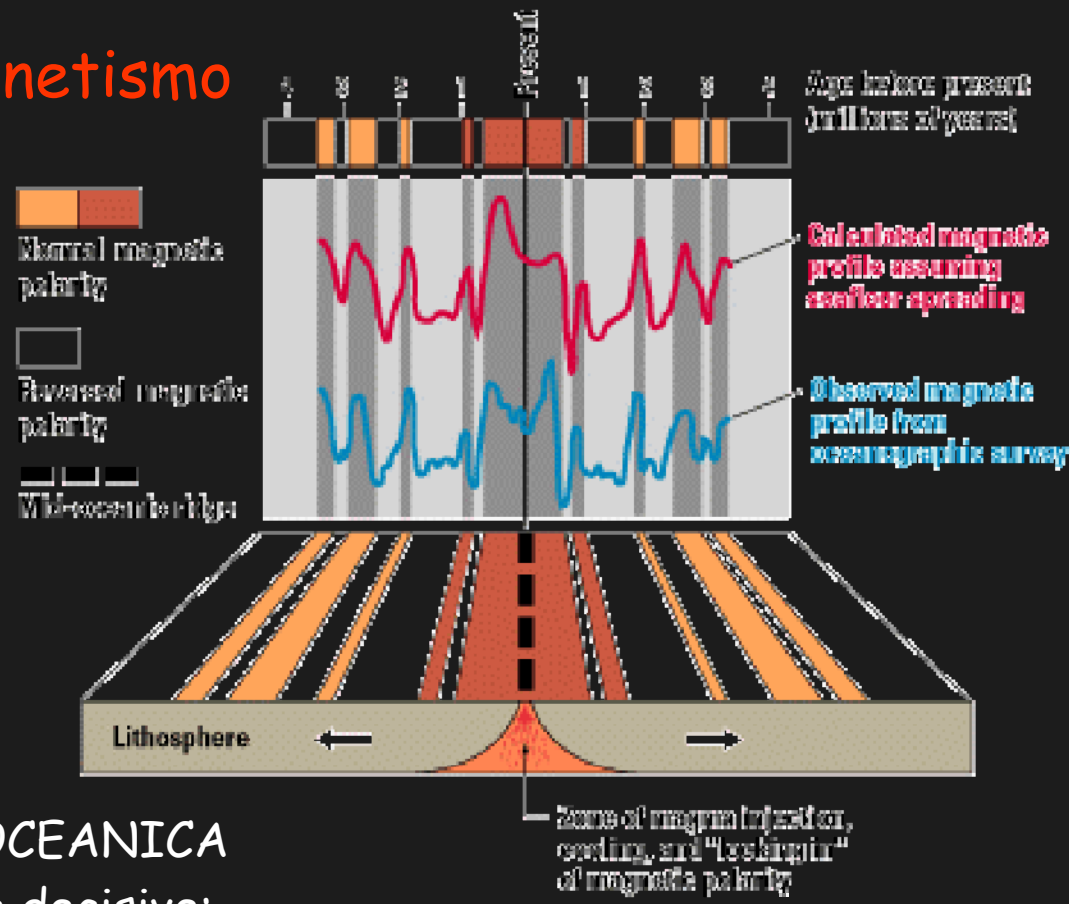


Profili sismici

La rivoluzione del Paleomagnetismo



dorsale medio-oceanica



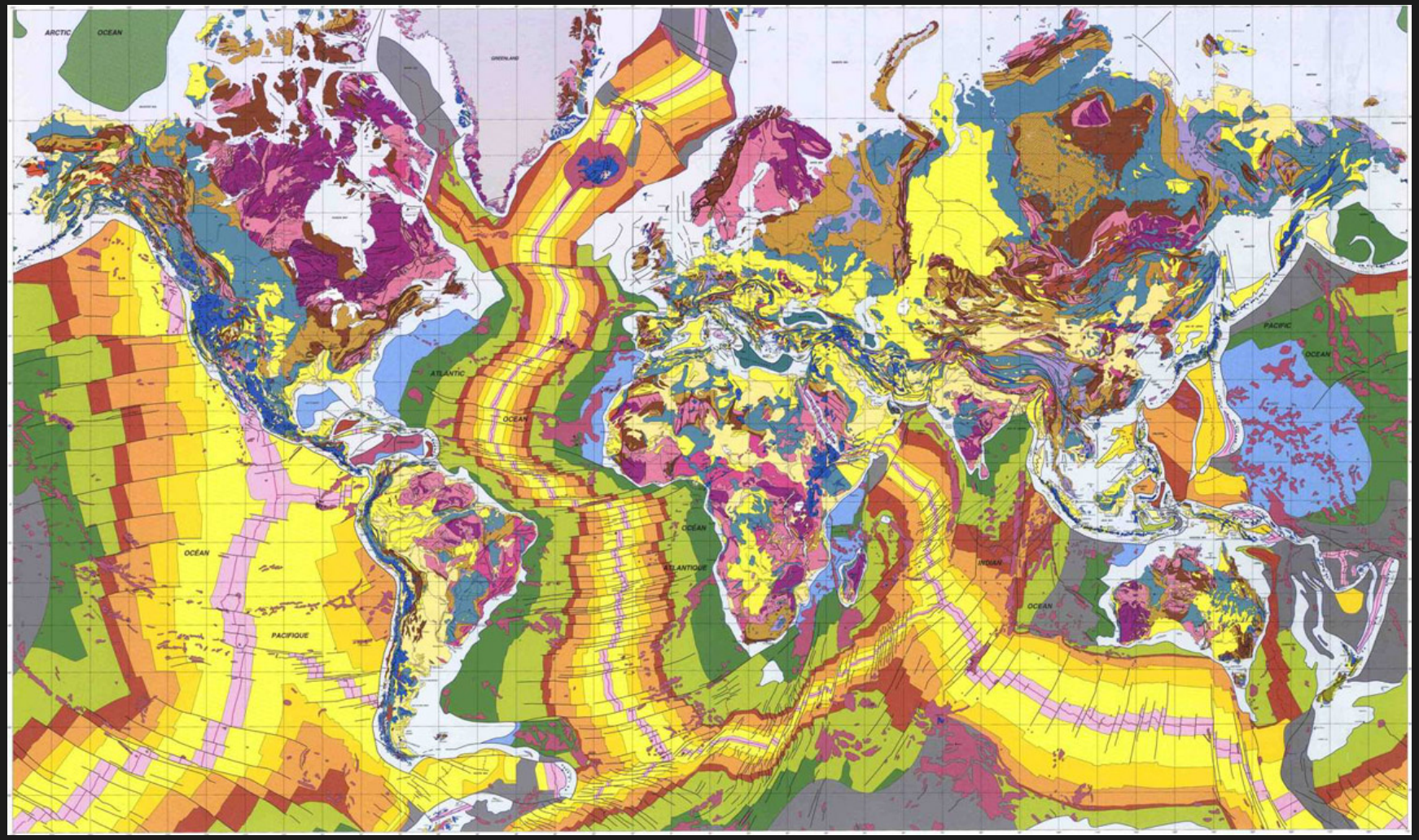
PALEOMAGNETISMO CROSTA OCEANICA
(basalti e sedimenti) – Le scoperte decisive:

• distribuzione simmetrica delle anomalie magnetiche rispetto alla dorsale medio-oceanica

• l'età della crosta oceanica cresce progressivamente spostandosi dall'asse delle dorsali (CMT attuale) verso i margini continentali (max 170 Ma, Giurassico)

→ espansione fondi oceanici – ocean spreading

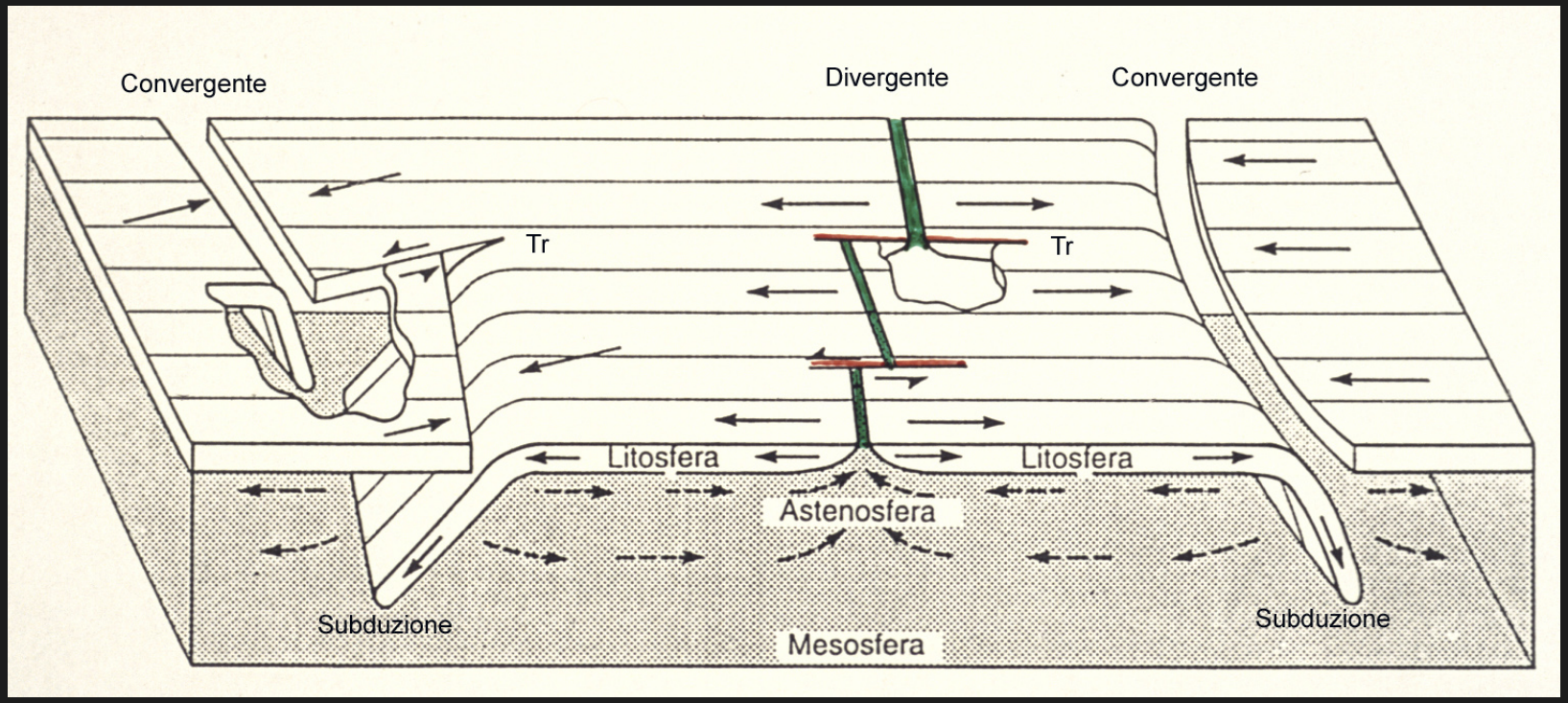
Gli oceani attuali sono molto più giovani dei continenti



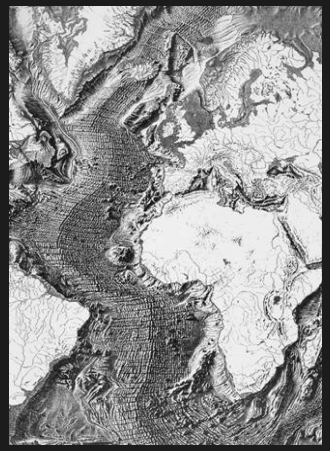
Età della crosta oceanica: max 170 Ma

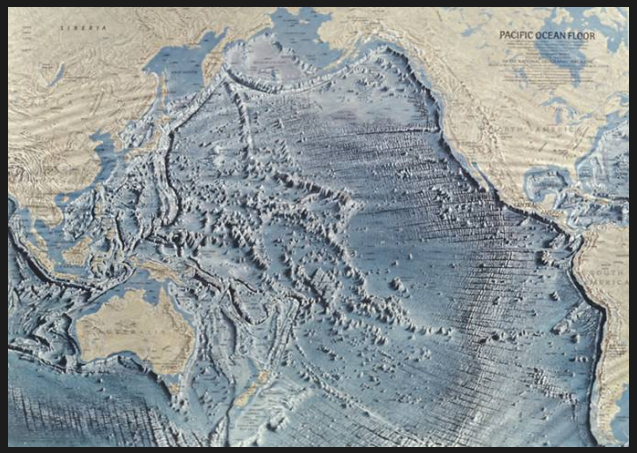
Celeste: Giura medio-sup.; verde scuro: Cretacico inf.; verde chiaro: Cretacico sup.; rosso: Paleocene; arancio: Eocene; giallo scuro: Oligocene; giallo: Miocene; beige: Plio-Quaternario

La litosfera è suddivisa in grandi frammenti detti "placche litosferiche"
loro confini = margini di placca



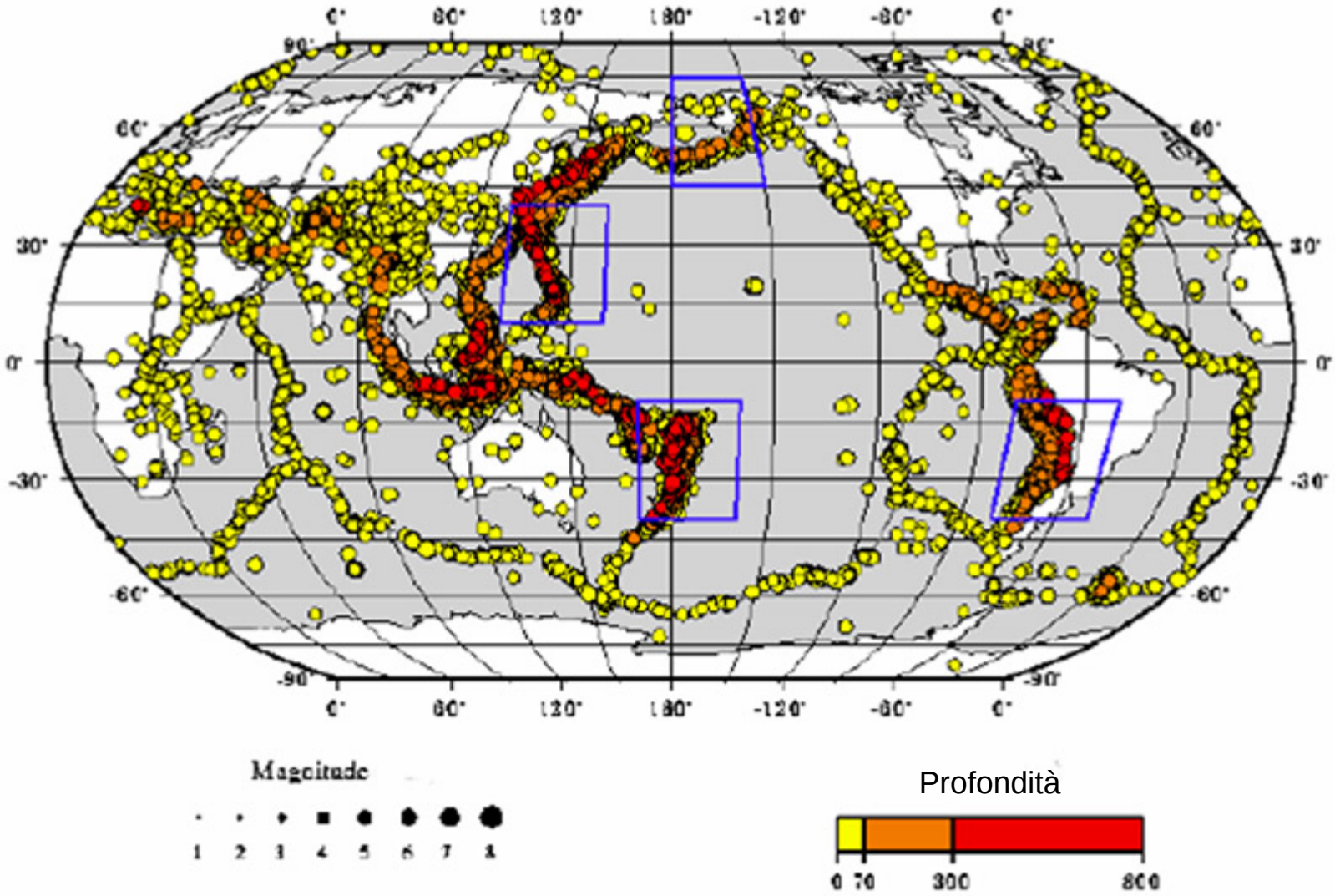
Margini placca: divergenti (costruttivi), convergenti (distruttivi), trascorrenti (Tr)





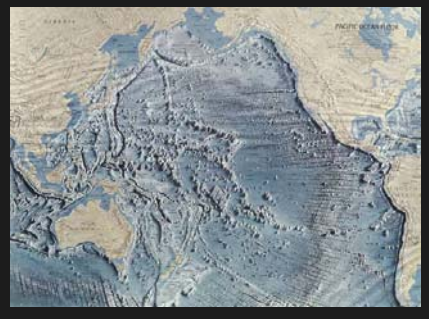
SISMICITA' E MARGINI DI PLACCA

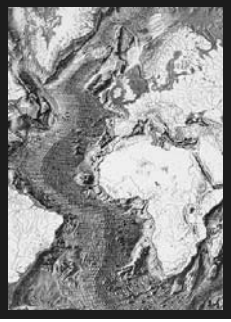
Il 95% dell'energia sismica è liberata dai margini convergenti



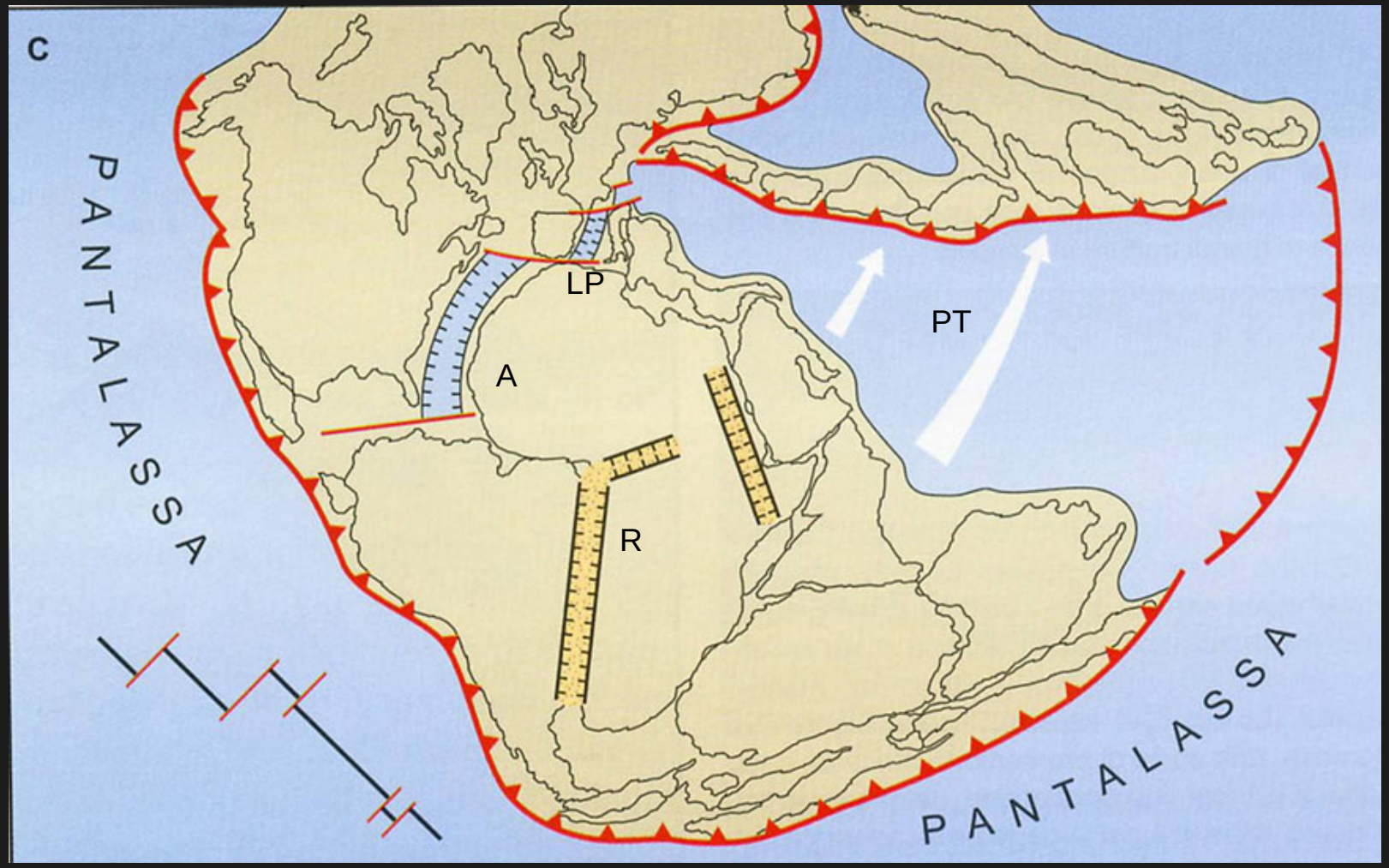
IL MOSAICO ATTUALEDELLE PLACCHE

linee nere: margini convergenti, con triangoli verso la placca superiore





Frammentazione della Pangea – Giurassico superiore



Apertura Atlantico centrale (A) e bacino Ligure-Piemontese (LP, Tetide occidentale), celeste.
Rifting continentale (R) nel futuro Atlantico meridionale, giallo (R), si aprirà nel Cretacico.
La Paleotetide (PT, permo-triassica) si chiude in subduzione (frecce) verso Nord.)

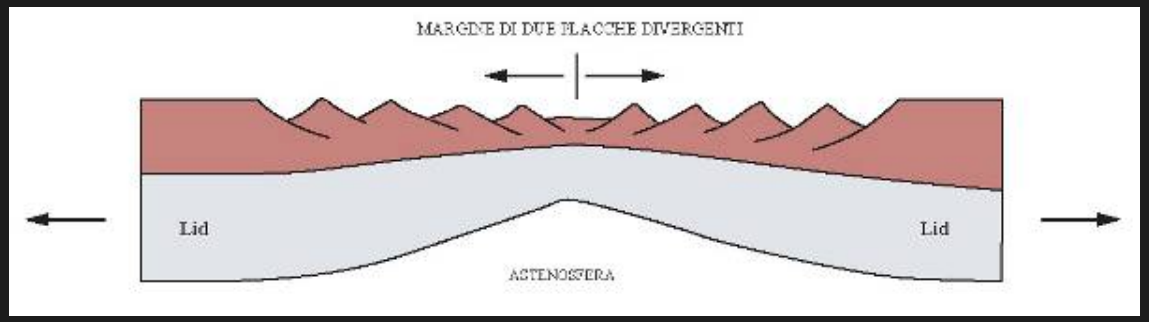
Margini divergenti: evoluzione paleostrutturale della Tetide

il bacino oceanico ed i margini continentali da cui è sorta la catena alpina

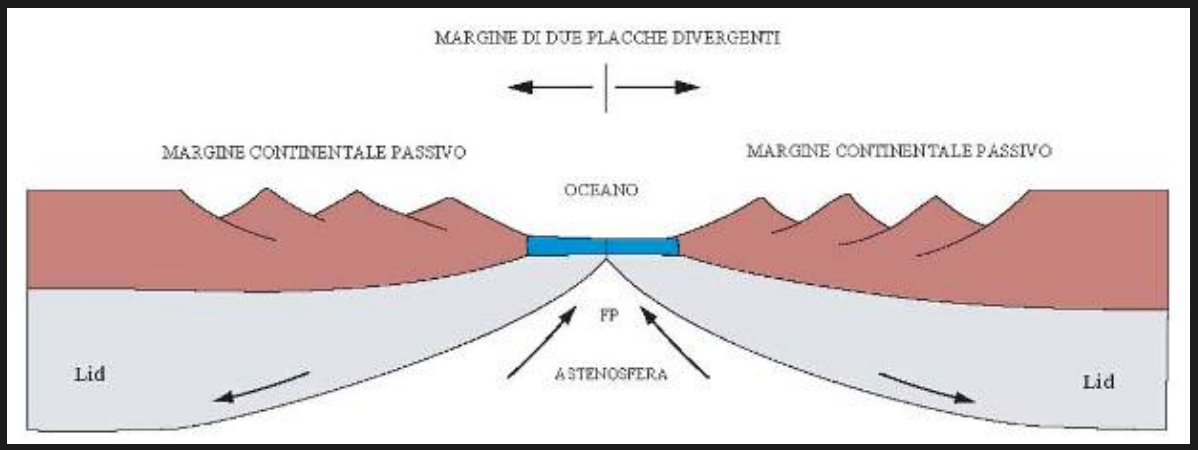
DAL CONTINENTAL RIFTING ALLO SPREADING OCEAN

estensione ed assottigliamento crostale - espansione oceanica

litosfera continentale normale



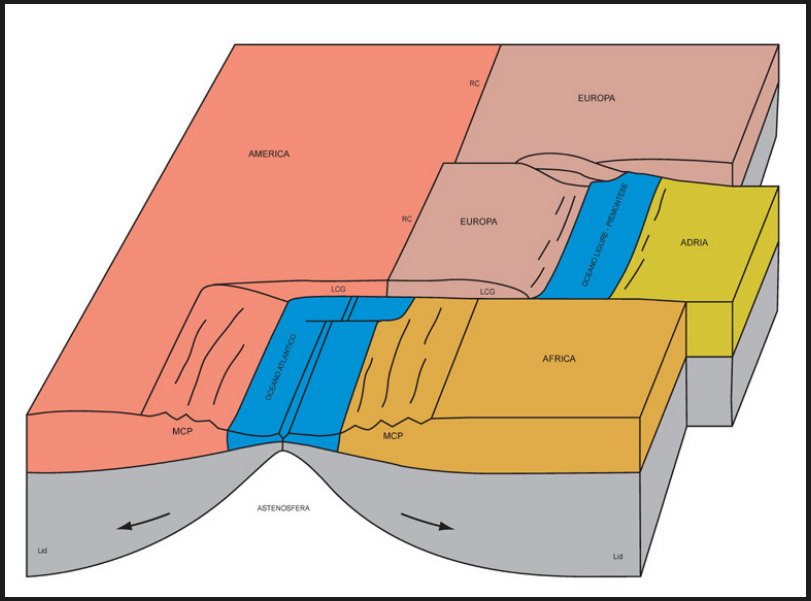
rifting continentale



espansione oceanica

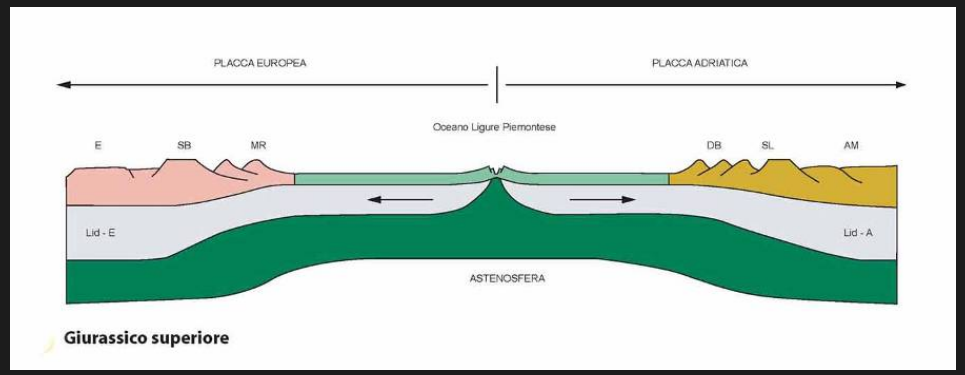
Apertura della Tetide W
"protomediterraneo"
Giurassico superiore

Atlantico centrale ed oceano Ligure-Piemontese (Tetide W) tra Europa e Africa



Modello 3D

Sezione del bacino Ligure-Piemontese (Tetide W) con i margini continentali passivi europeo ed africano (margine divergente Europa - Africa)



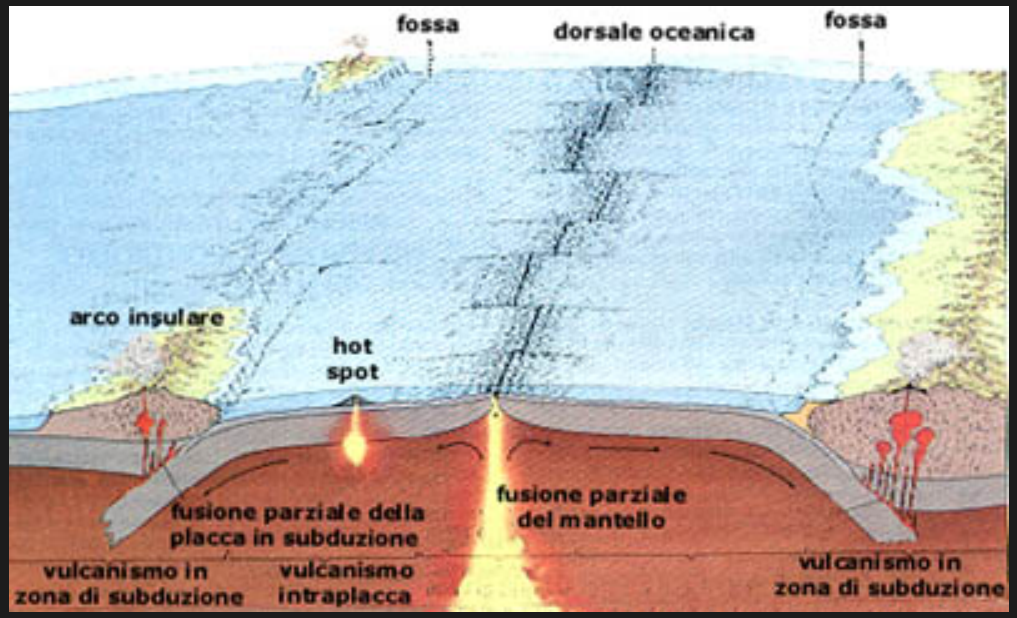
Margine continentale Europeo: Pennidico (MR-SB), Elvetico (E)

Crosta oceanica: verde chiaro, spessa circa 1/4 di quella continentale

Margine continentale Africano: Austroalpinp (DB-SL), Alpi Meridionali (AM)

Lid: mantello litosferico (celeste) europeo (E) ed africano (A)

Canale astenosferico (verde scuro)



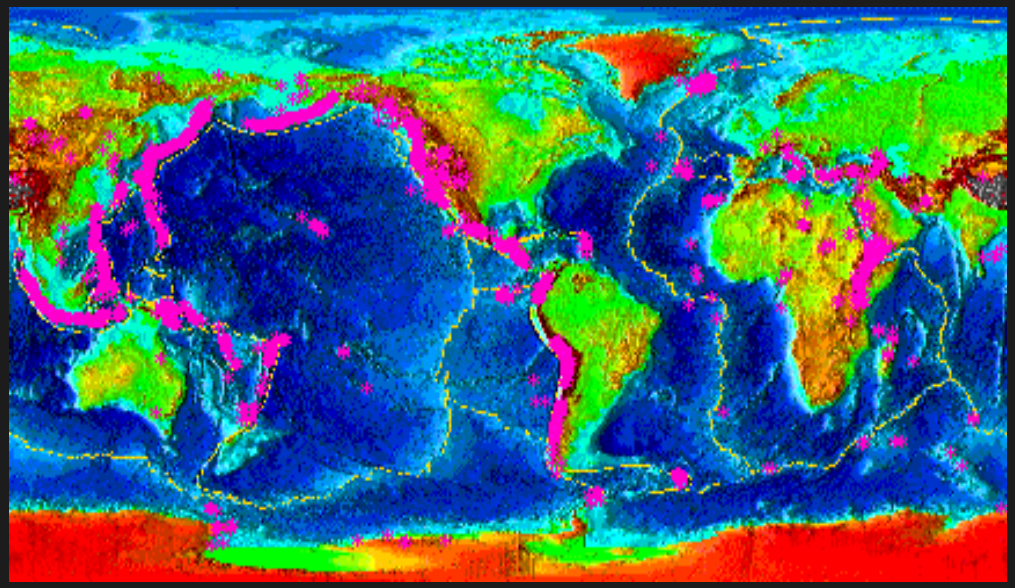
Margini di placca

- Divergenti: dorsali medio-oceaniche, rift continentali

- Convergenti: fosse (trench) – archi vulcanici, sismicità

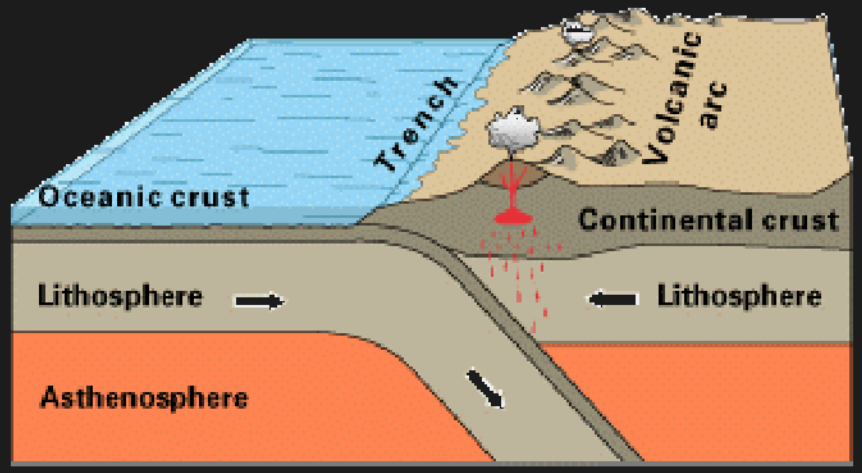
La litosfera si accresce nei margini divergenti (costruttivi, in espansione)
e si consuma in profondità (subduzione) nei margini convergenti.

la Terra non si espande



MARGINI CONVERGENTI

struttura asimmetrica:
placca inferiore oceanica
in subduzione (incl. 15-75°)
sotto placca superiore
continentale (1) od oceanica (2)



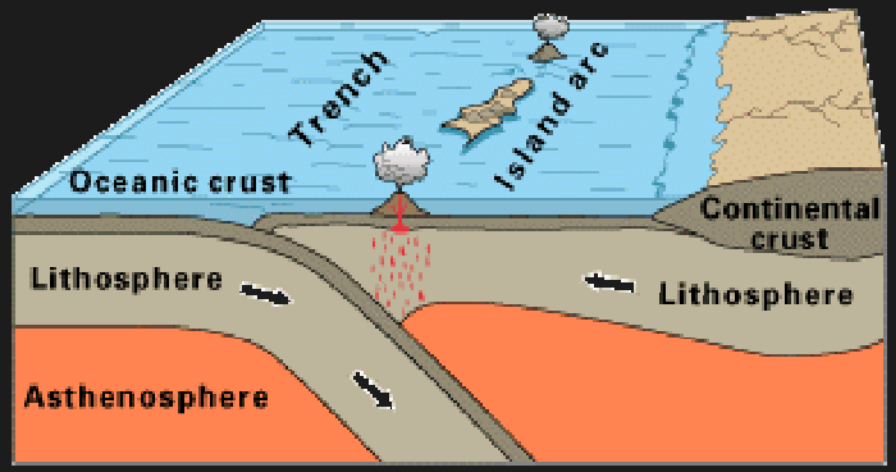
Oceanic-continental convergence

(1) TIPO PACIFICO ORIENTALE

oceano vs continente

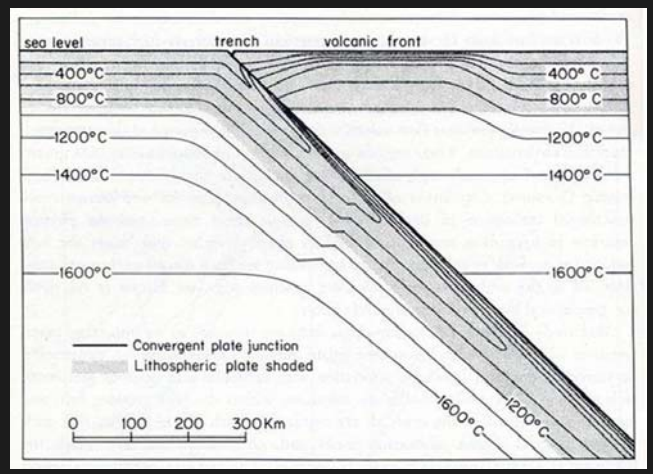
(2) TIPO PACIFICO OCCIDENTALE

oceano vs oceano



Oceanic-oceanic convergence

MODELLO TERMICO



Depressione delle isoterme prodotta dalla subduzione di litosfera oceanica fredda
Regime termico 5-7°C/km

(USGS)

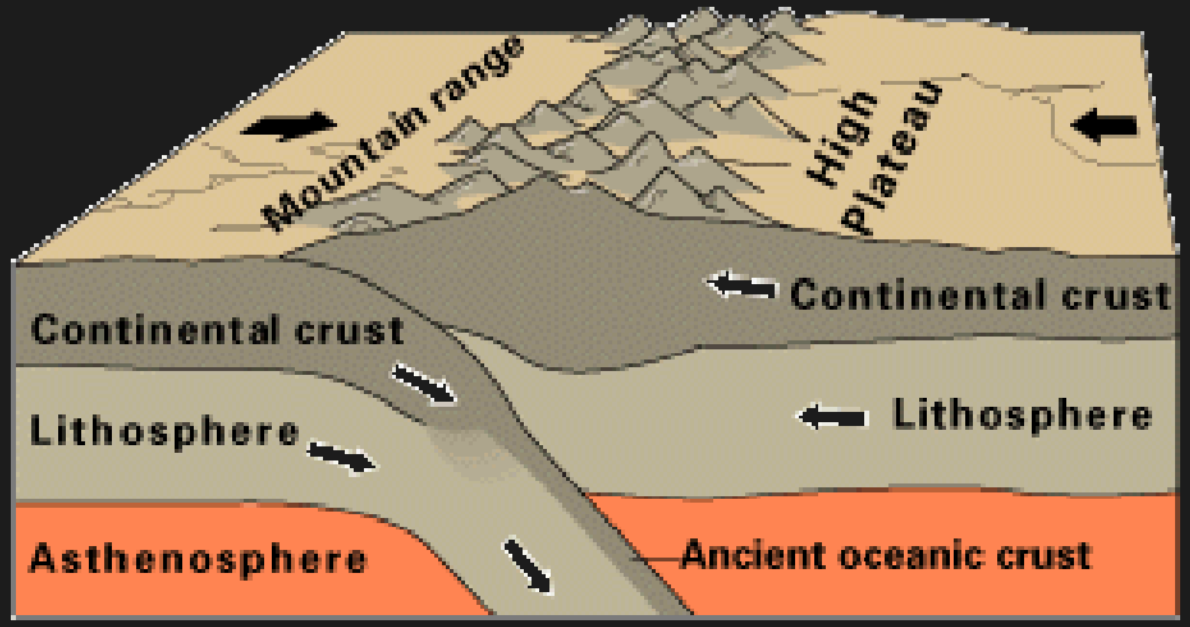
MARGINI COLLISIONALI

continente - continente

sistema tettonico Alpino-Himalaiano

Nel Cretacico, mentre l'Atlantico continua ad espandersi, nella Tetide si sviluppa un margine convergente che porta alla chiusura dell'oceano ed alla collisione continentale

CARATTERI DI UNA CATENA DI COLLISIONE CONTINENTALE



Continental-continental convergence

(USGS
)

Ispessimento crostale

Sutura ofiolitica

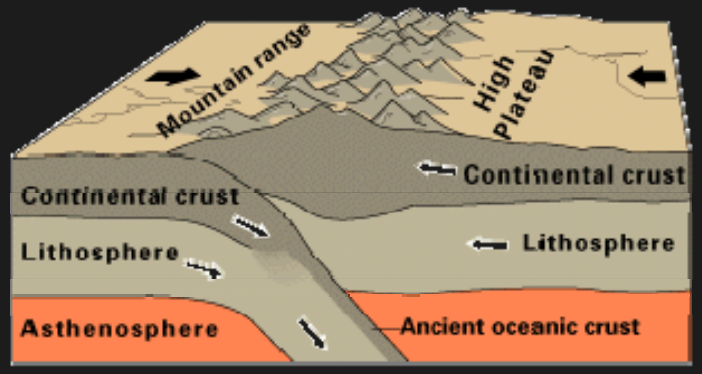
Metamorfismo bimodale

Magmatismo di arco e/o post-collisionale relativamente scarso
(calc-alcalino – lamproyitico)

Forte sismicità

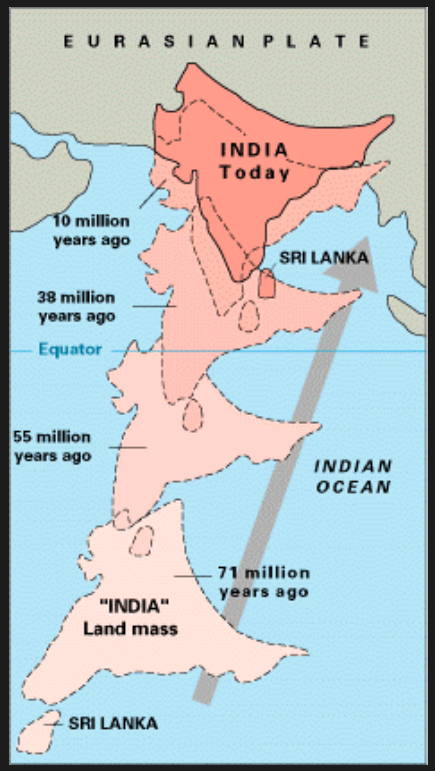
Himalaya

catena di collisione tra il continente euroasiatico (placca superiore) ed il continente indiano

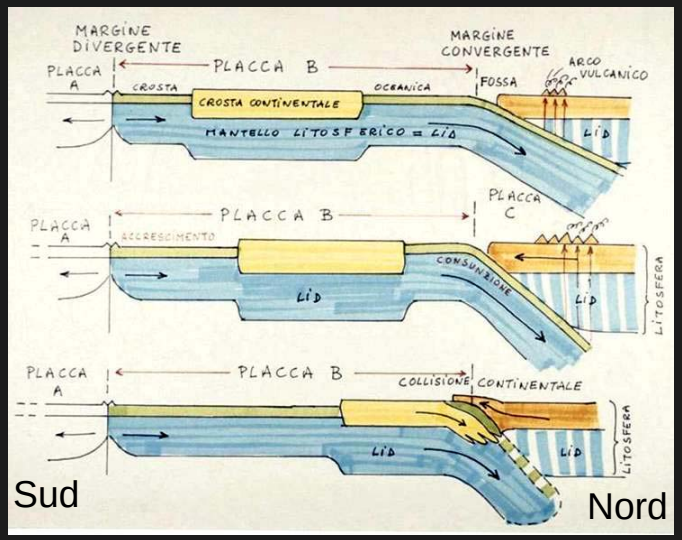


Continental-continental convergence

La placca inferiore, che conteneva il continente indiano, si accresce a sud (espansione della dorsale oceanica antartica) e si consuma a nord in subduzione (progressiva chiusura della Tetide); la collisione continentale inizia nell'Eocene (~ 45 Ma) ed è tuttora attiva (sismicità)



EVOLUZIONE CINEMATICA



Placca A: Antartica
in espansione

Placca B: Indiana
in consunzione (subduzione) a Nord

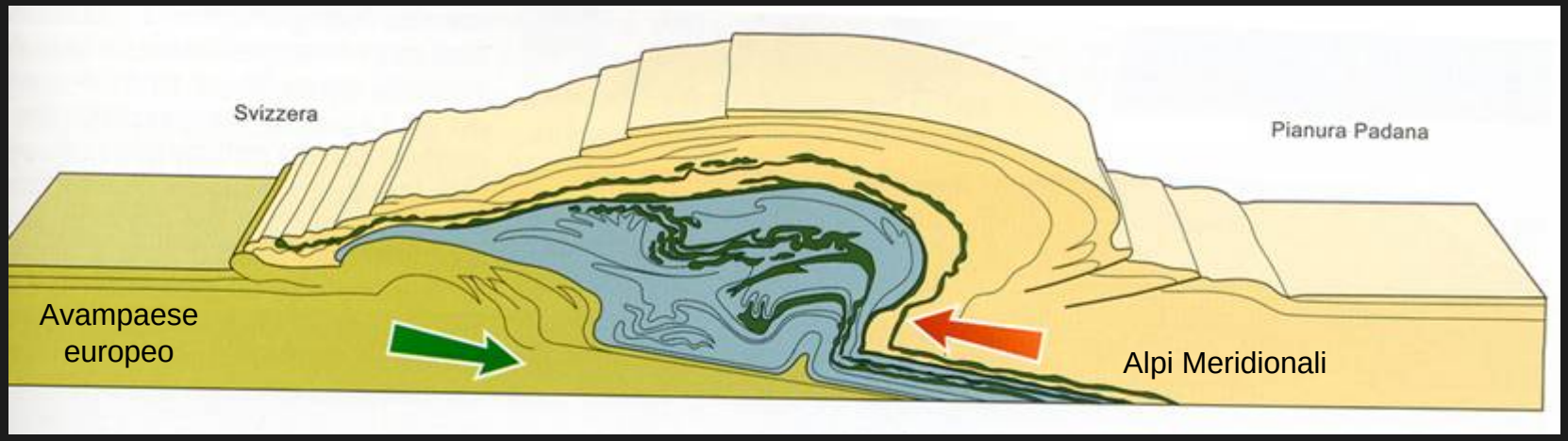
Placca C: Euroasiatica

<u>notare il ruolo passivo del continente indiano entro la placca omonima</u>

(NO deriva di Wegener)

Spaccato crostale delle Alpi (Argand, 1911-16)
zona classica per la teoria delle falde di ricoprimento

proiezione laterale (E -> W) delle unità africane (Austroalpino delle Alpi orientali, beige) sopra la Zona Pennidica



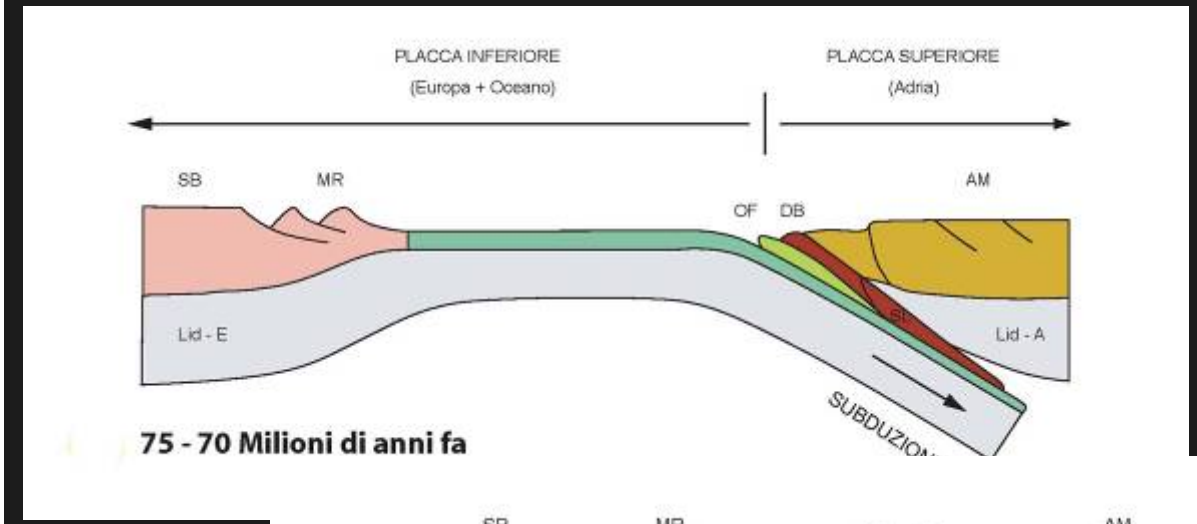
Elvetico

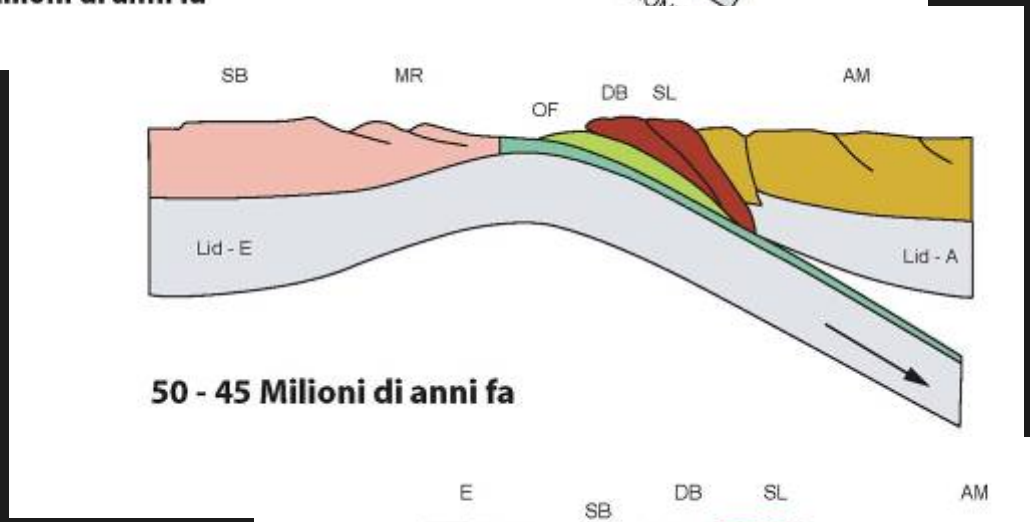
Zona Pennidica: falde derivate dal margine continentale europeo (celeste) e successioni ofiolitiche (verde) derivate dalla sutura dell'oceano giurassico (Tetide occidentale)

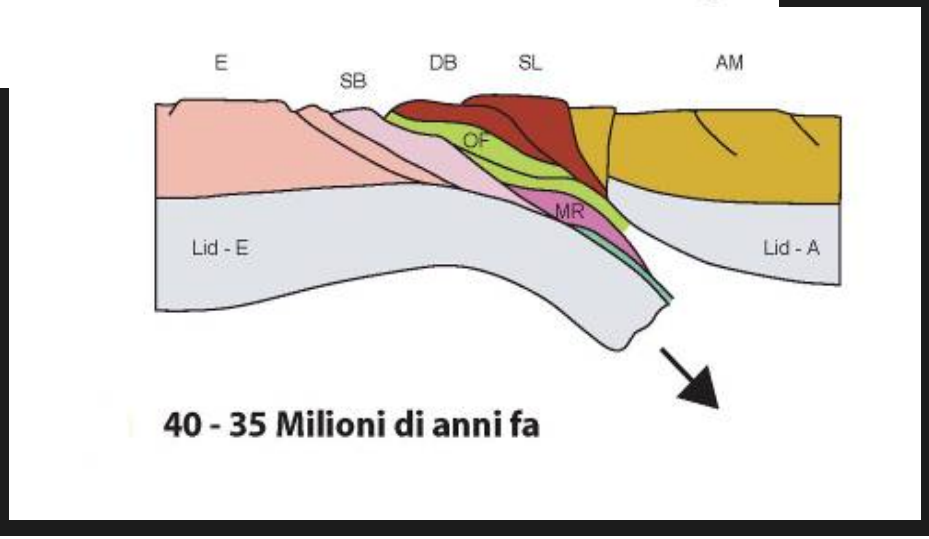
NB : campo di sforzi, struttura asimmetrica, retroflessione "radici" e traslazione (vergenza) verso sud delle unità sudalpine (Alpi Meridionali)

Le Alpi

evoluzione cinematica convergente

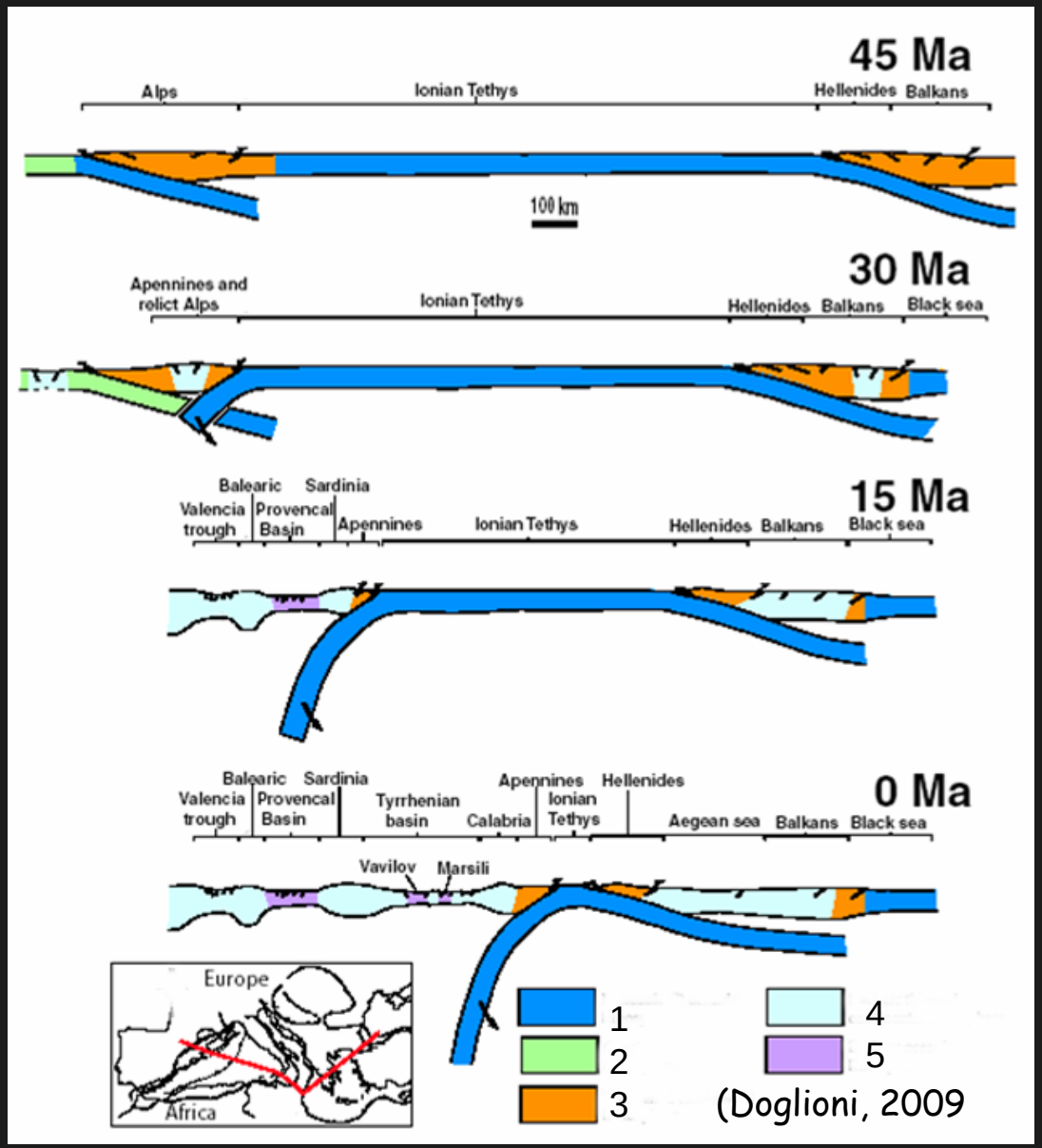






Progressiva chiusura (subduzione) dell'oceano Ligure-Piemontese e collisione continentale Europa/Africa

EVOLUZIONE DEL MEDITERRANEO CENTRO-ORIENTALE
dalla chiusura del bacino oceanico Ligure-Piemontese (45 Ma) ad oggi



45 Ma: inizio fase collisionale Alpi convergenza di tipo andino in Ellenidi e Balcanidi

30 Ma: fine subduzione alpina inizio subduzione Appennini

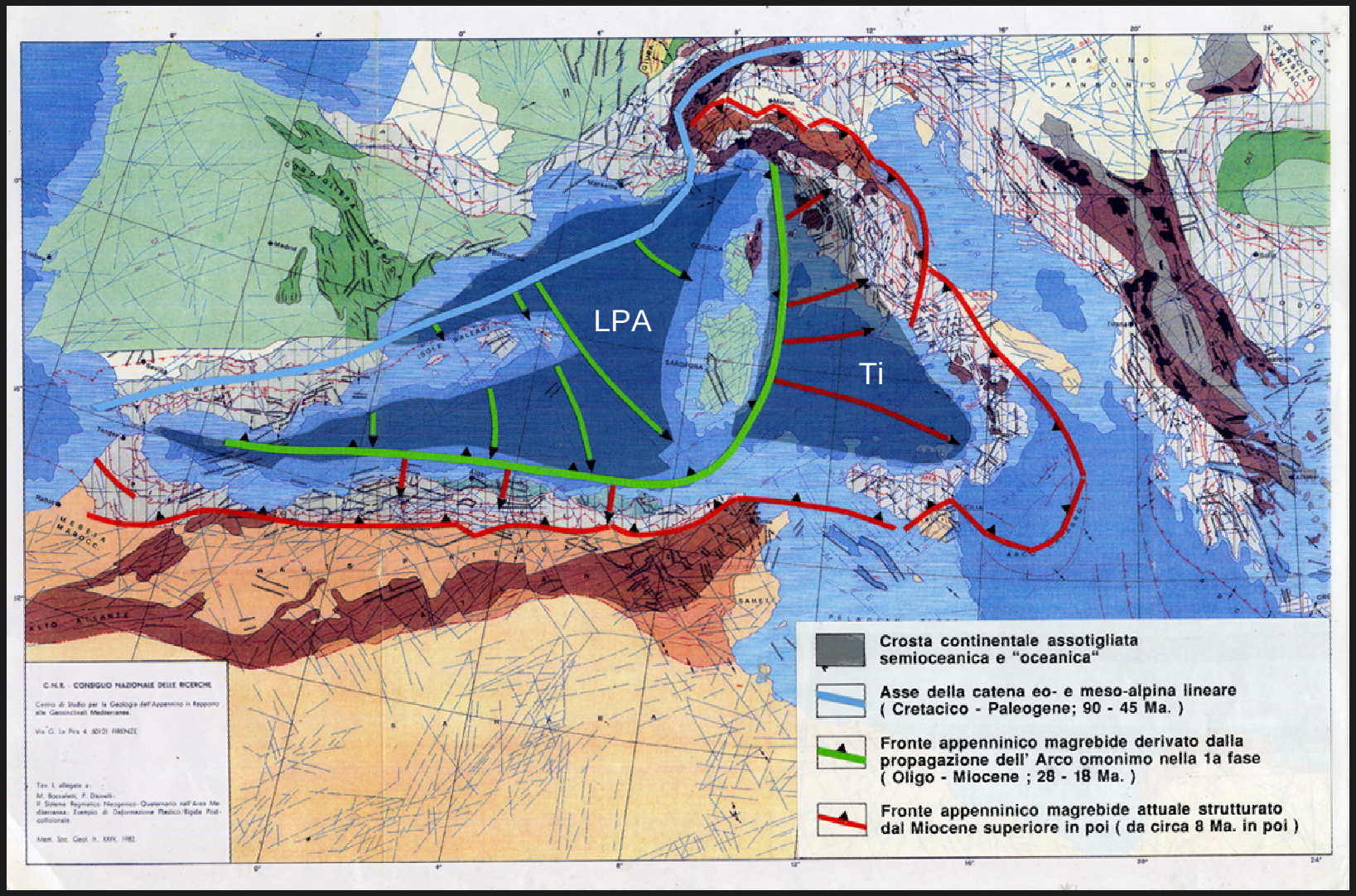
15 Ma: bacini retro-arco Provenzale ed Egeo

5-0 Ma: bacino retro-arco Tirreno

1) Litosfera oceanica mesozoica ?
2) Litosfera continentale europea
3) Litosfera continentale ispessita
4) Litosfera continentale sottile di retro-arco
5) Litosfera oceanica di retro-arco

EVOLUZIONE POST-COLLISIONALE DEL MEDITERRANEO

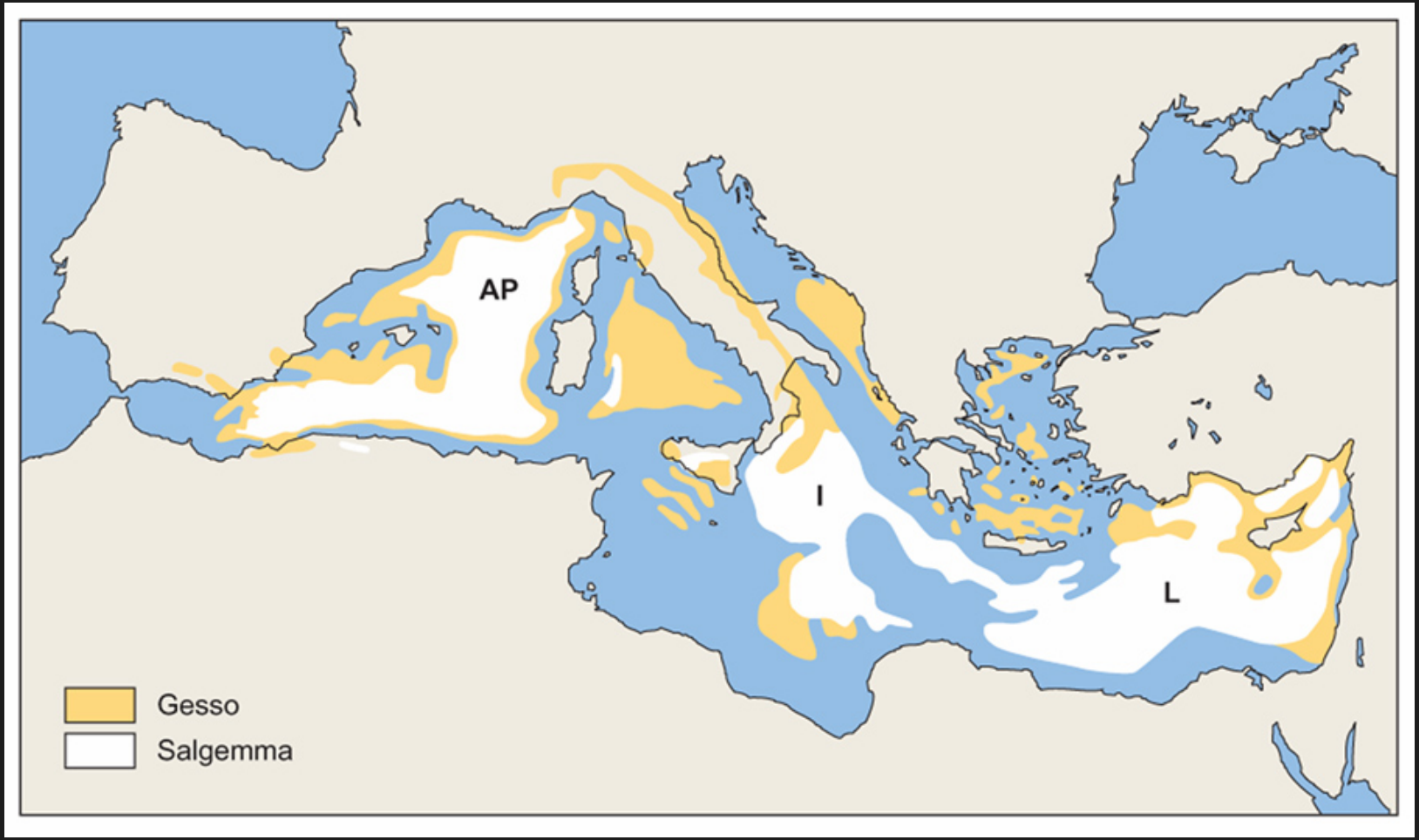
Oligocene - Attuale (30 - 0 Ma) : nuovi bacini oceanici



Apertura dei bacini con litosfera oceanica Ligure-Provenzale-Algerino (LPA) e Tirrenico (Ti)
Affondamento della catena alpina a sud della costa ligure, preservata in Corsica e in Calabria
Subduzione dell'Adriatico, sviluppo e migrazione degli Appennini

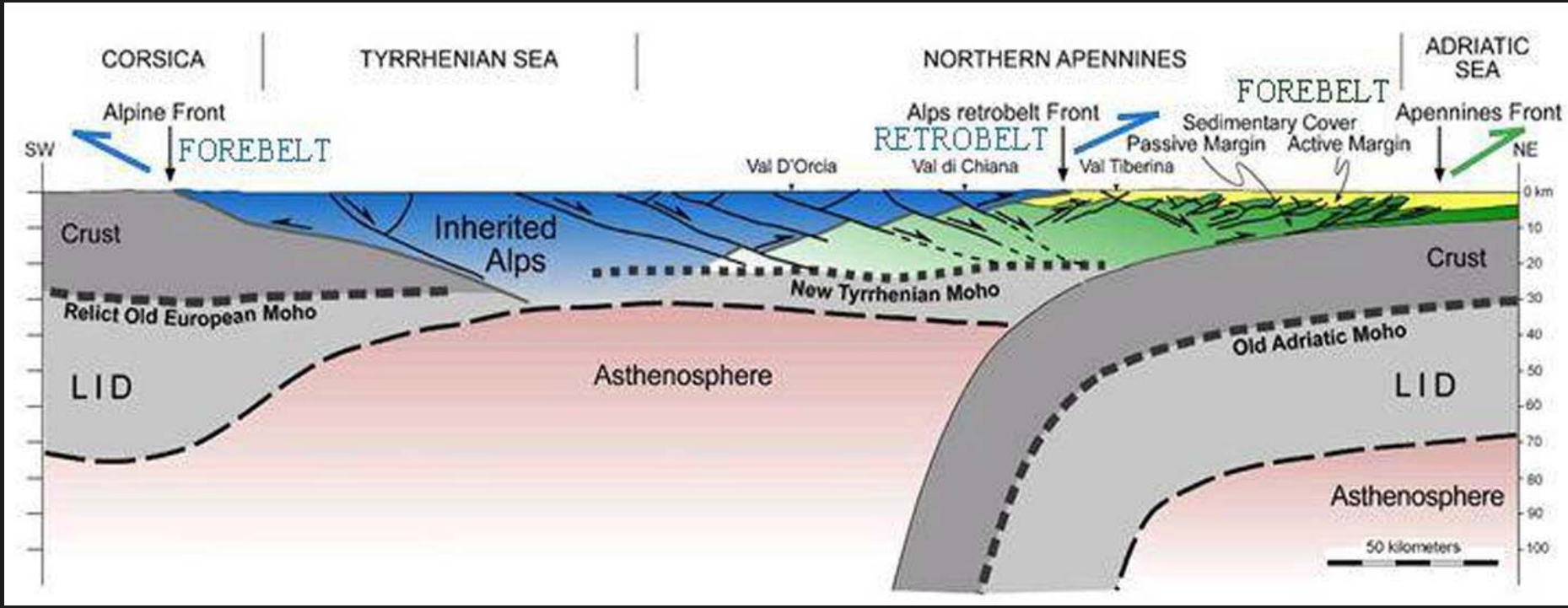
La crisi di salinità del Messiniano

Miocene Sup. (5.9 - 5.3 Ma)



Effimera chiusura dello "stretto di Gibilterra" per abbassamento del livello marino (glaciazione) e/o cause tettoniche, forte evaporazione del Mediterraneo, estesi depositi di gesso e salgemma (Bosellini, 2009; Cavazza & Wezel, 2003, con rif. bibl.)

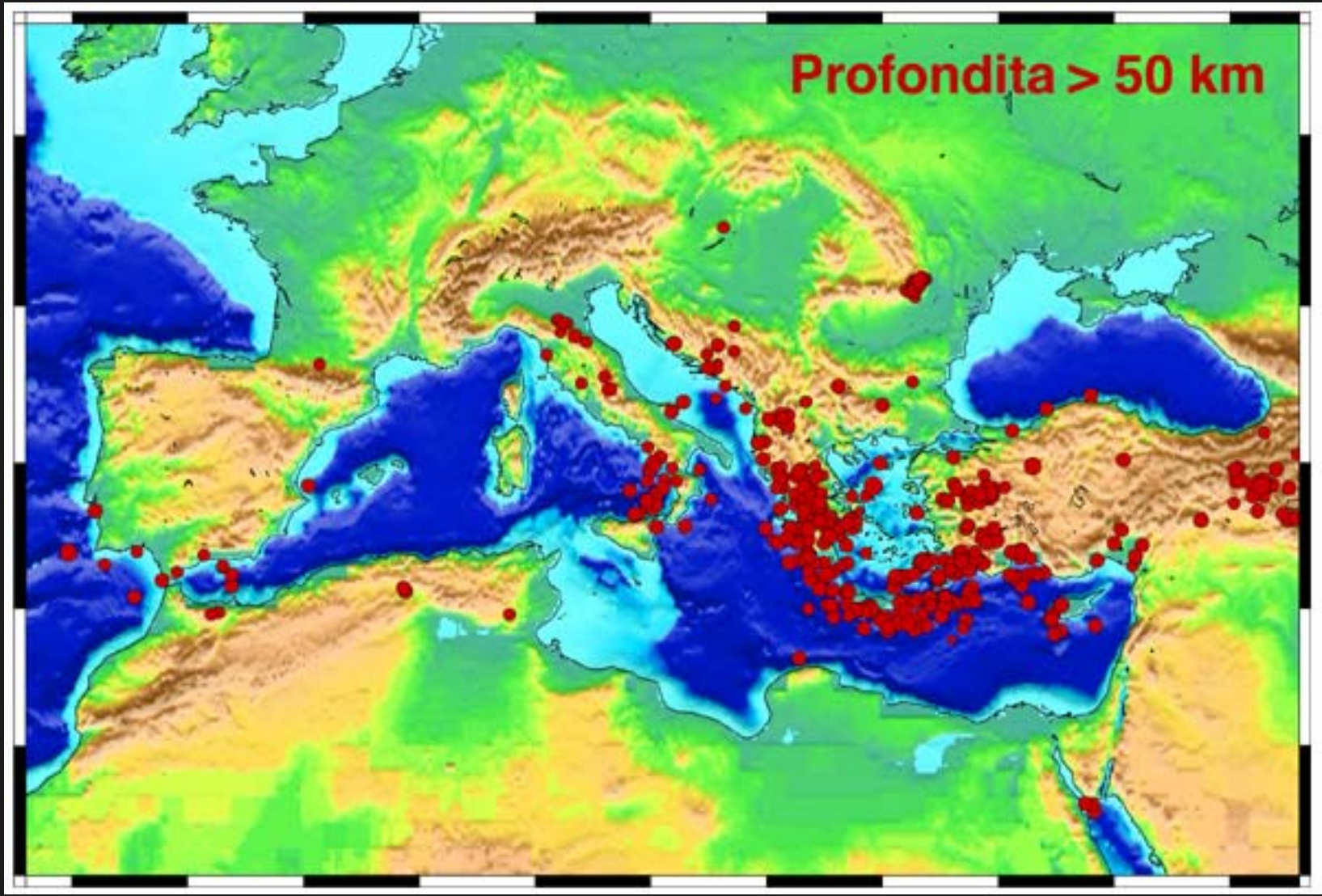
Geotraversa litosferica Corsica – Tirreno - Appennini



La catena post-collisionale neogenica degli Appennini, vergente a NE, sta sopra la litosfera adriatica in subduzione (sismicità), mostra deformazioni compressive alla Fronte e tensionali nel retrocatena, cui fa seguito il bacino oceanico del Tirreno e il microcontinente della Corsica sui cui poggia un piccolo residuo della catena alpina.

(Doglioni, 2005-09)

SISMICITA' DEL MEDITERRANEO
margini convergenti attivi oceano / continente



Margini convergenti con profonda subduzione di litosfera oceanica, arco vulcanico e bacino retro-arco: Arco Calabro-Peloritano, Eolie - Arco Ellenico, Mare Egeo

Vesuvio, eruzione del 1631
colate piroclastiche dal gran cono
Carafa (1632)

La caldera di Santorini
residuo della grande
esplosione 1500 a.C. ca

Stromboli

e la storia continua ……
grazie per l'attenzione