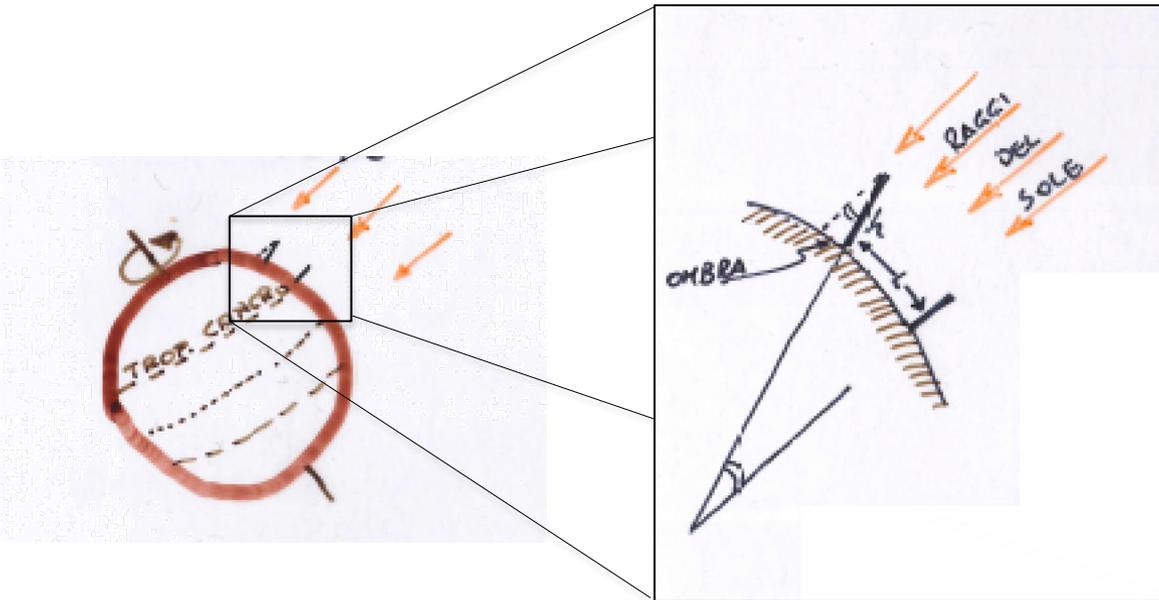




Geofisica e struttura interna della Terra

Nel 256 a.C. Eratostene calcola la circonferenza terrestre con un errore del 15%



In realtà la distribuzione delle masse non è omogenea e la terra a lungo termine si comporta come un fluido.

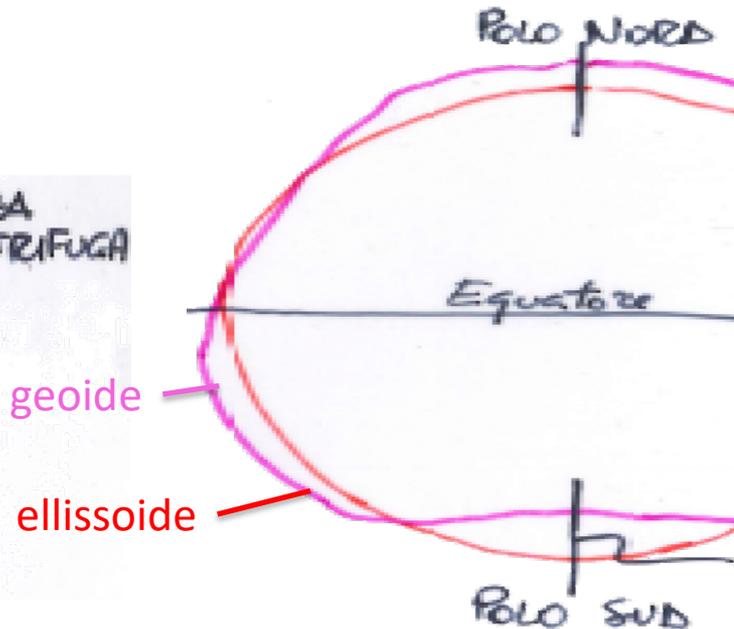
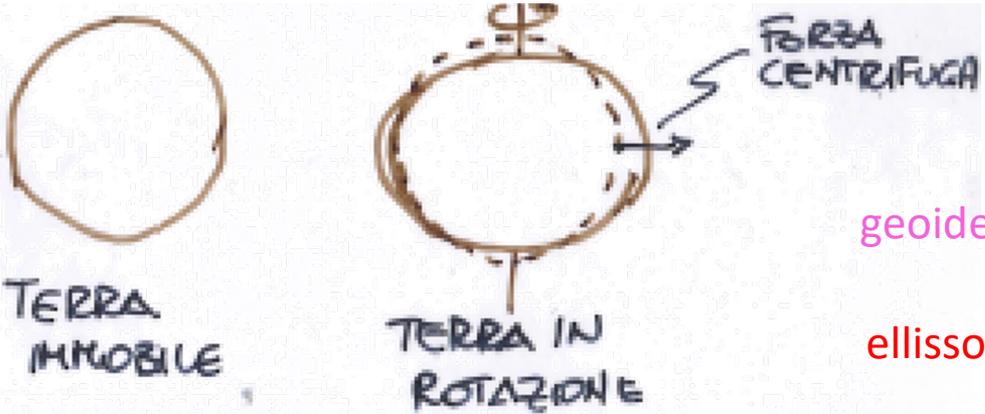
Quindi la forma della Terra non è nemmeno quella dell'ellissoide di rotazione ma è quella del geode, una forma non simmetrica, perpendicolare in ogni punto al filo a piombo. E' la forma che la terra avrebbe se fosse tutta coperta di acqua.

Forma "a pera" con un rigonfiamento di alcune decine di metri al polo nord e due nell'emisfero australe

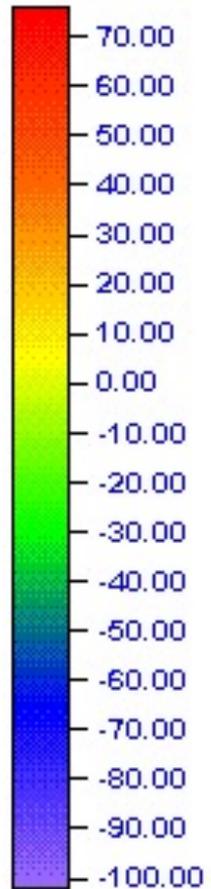
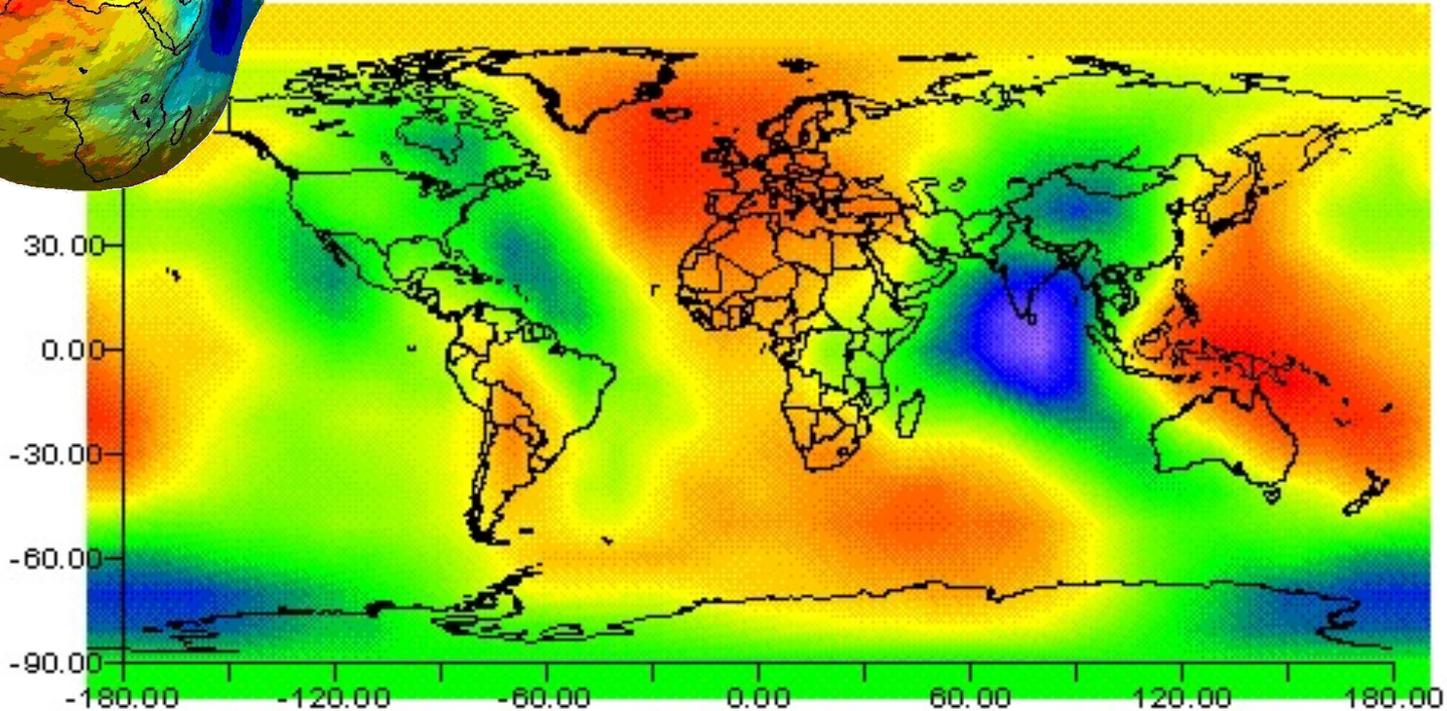
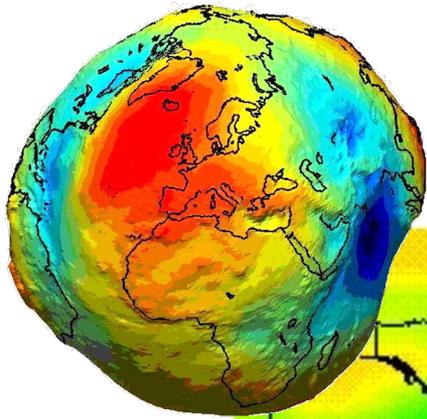
Conoscendo una distanza e misurando l'ombra del secondo punto quando nel primo il sole è allo zenith, mi ricavo l'angolo e calcolo la circonferenza

$$L : \text{angolo misurato} = \text{circonferenza} : 360^\circ$$

Nel 1600 Newton ipotizza per la Terra una forma di ellissoide schiacciato ai poli a causa della rotazione



WGS-84 Geoid Height



Meters

Differenza (in metri) tra la quota del geoid e quella dell'ellissoide di rotazione

Peter H. Dana 11/05/95

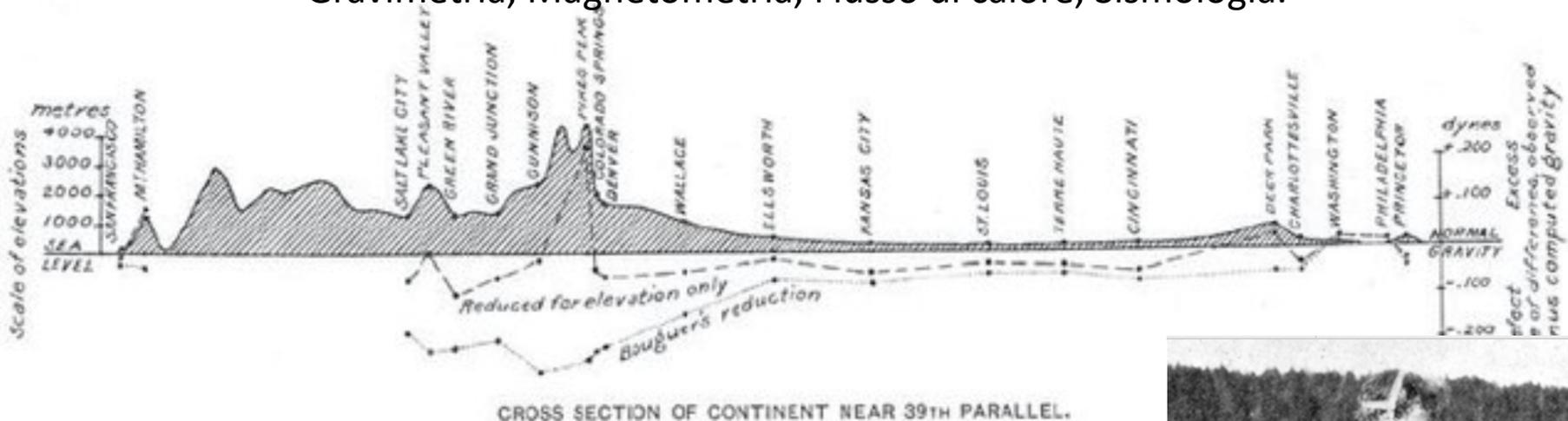
La scienza che studia la forma della terra è la GEODESIA
(prima essenzialmente con misure gravimetriche e triangolazioni, oggi con il GPS)

La circonferenza terrestre (media) è 40.000km.

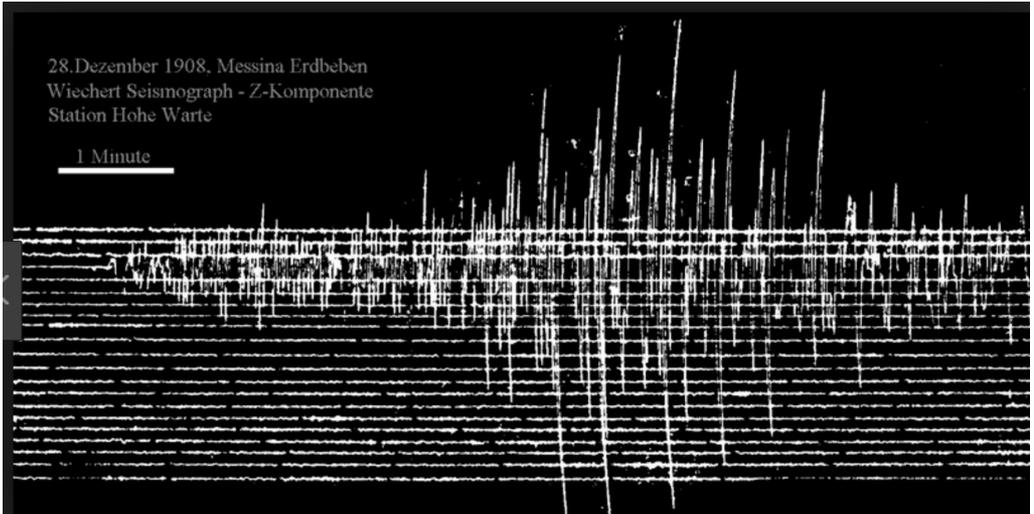
Il metro è la quarantamilionesima parte della circonferenza terrestre

La geofisica è l'utilizzo delle discipline fisiche per studiare la sottosuperficie.
 Nell'800 e la prima parte del '900 le principali informazioni geologiche sono venute da queste discipline che sono usate ancora oggi.

Gravimetria, Magnetometria, Flusso di calore, Sismologia.



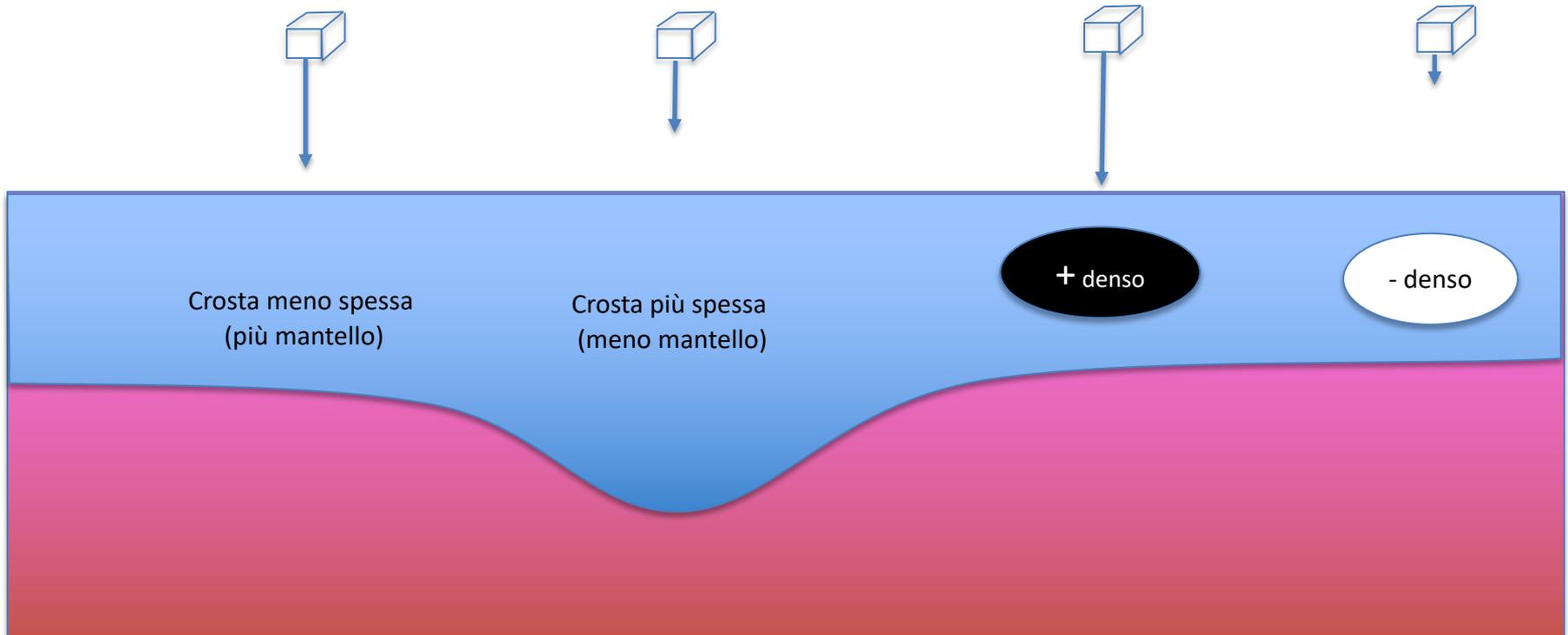
CROSS SECTION OF CONTINENT NEAR 39TH PARALLEL.
 Observed minus computed gravity, with reduction to sea level made by Bouguer's formula, shown thus ————
 Same, with correction for elevation only, shown thus - - - - -

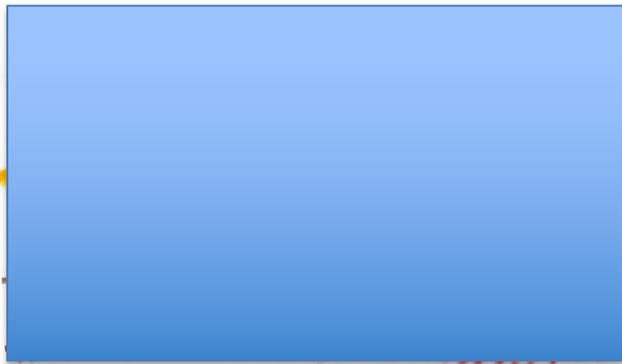


GRAVIMETRIA

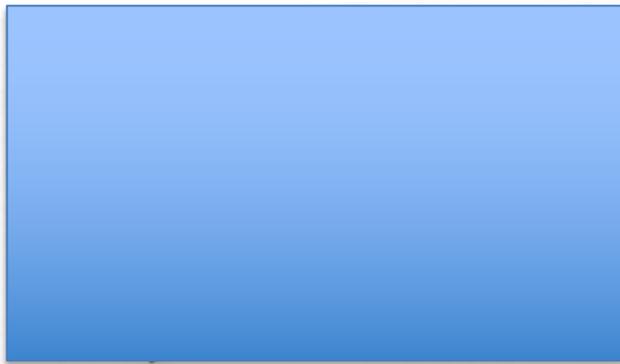
L'attrazione di gravità dipende dalla quantità di massa tra il corpo e il centro della terra:
quindi dalla densità delle rocce.

Nucleo e mantello si considerano omogenei quindi variazioni nell'attrazione di gravità
sono dovute a disomogeneità nello spessore o nella struttura della crosta

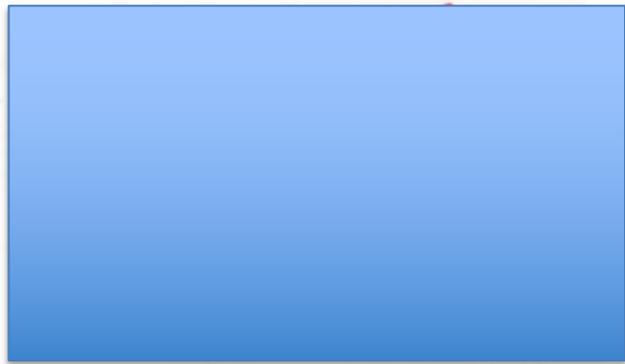




DORSALE OCEANICA



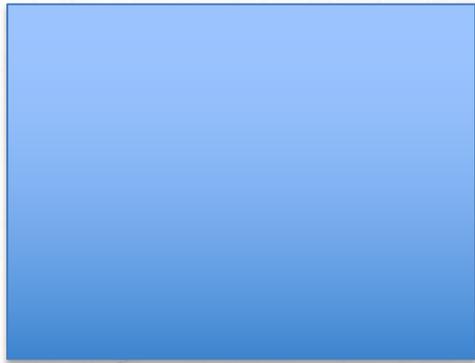
CATENA MONTUOSA



MARGINE CONTINENTALE

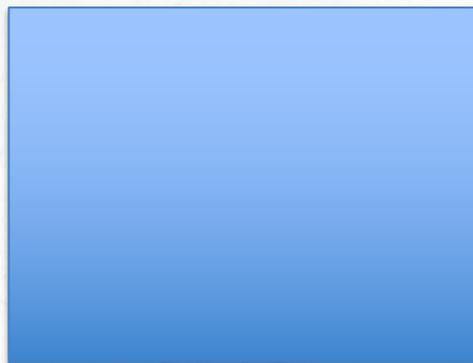
100 KM

ANOMALIE A SCALA REGIONALE



FILONE

100 M



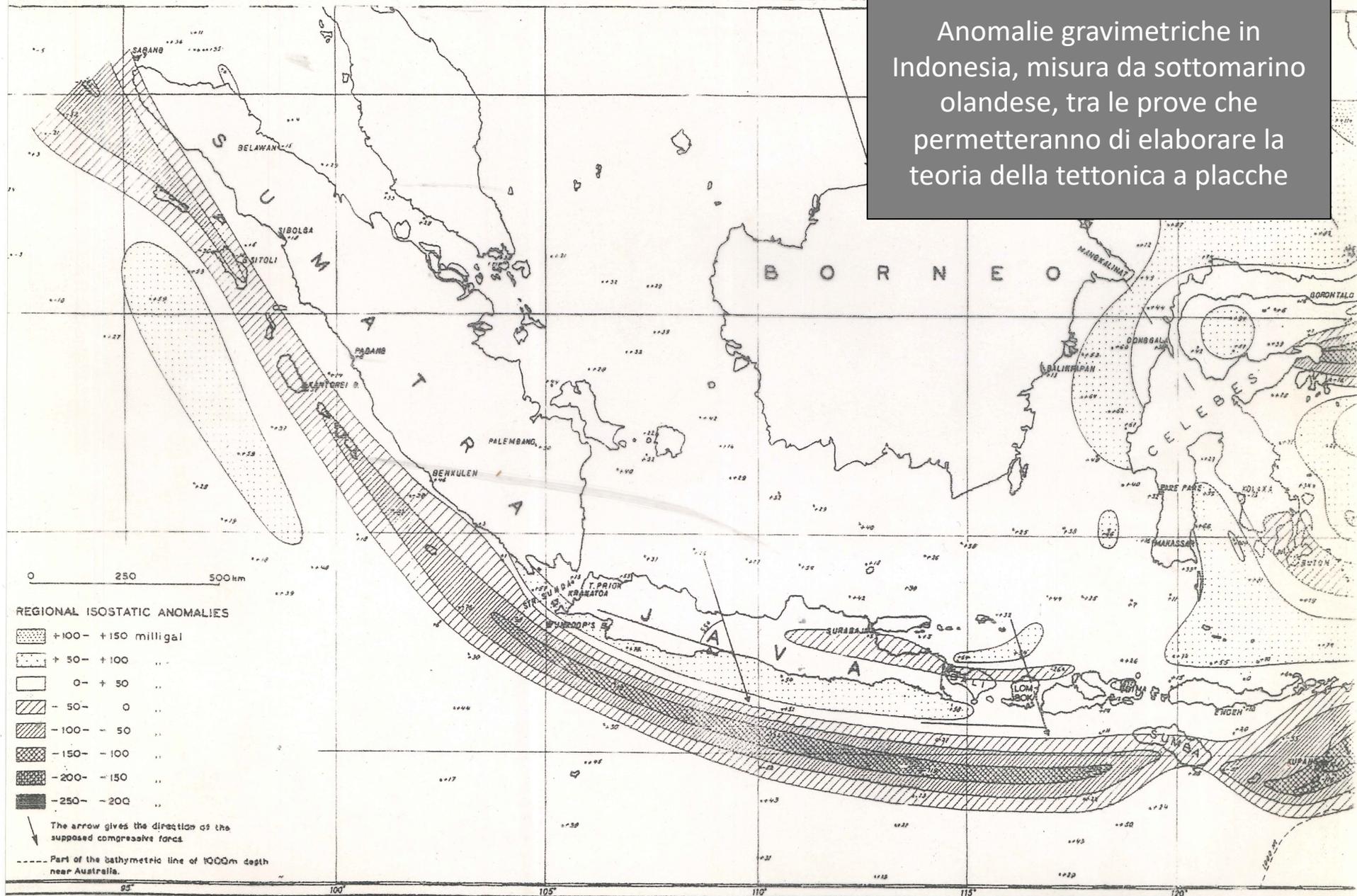
GROTTA



FAGLIA O CONTATTO TETTONICO

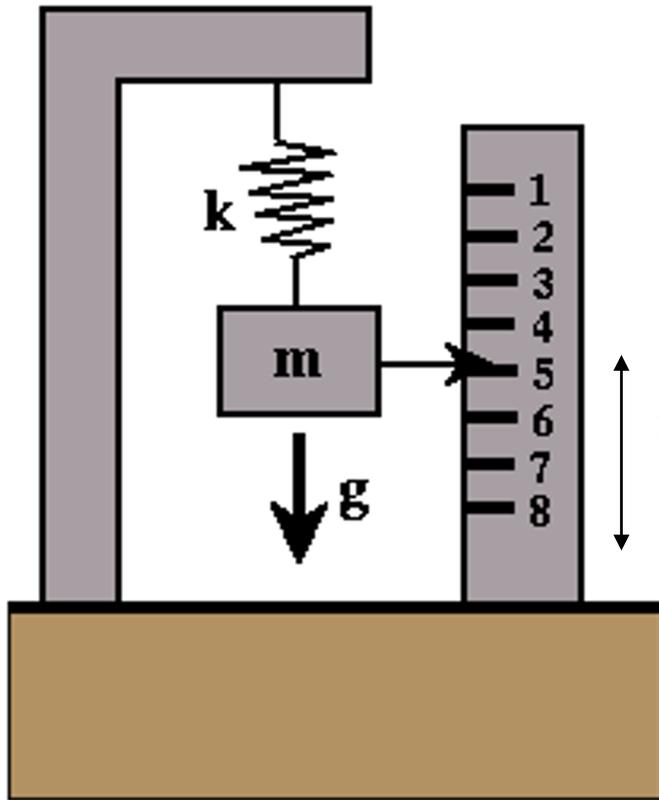
ANOMALIE A SCALA LOCALE

Anomalie gravimetriche in Indonesia, misura da sottomarino olandese, tra le prove che permetteranno di elaborare la teoria della tettonica a placche



MAP 10C-2. Regional isostatic gravity anomalies of Indonesian Archipelago. ($T = 30$ km, $R = 174.3$ km.)

Anomalie gravimetriche

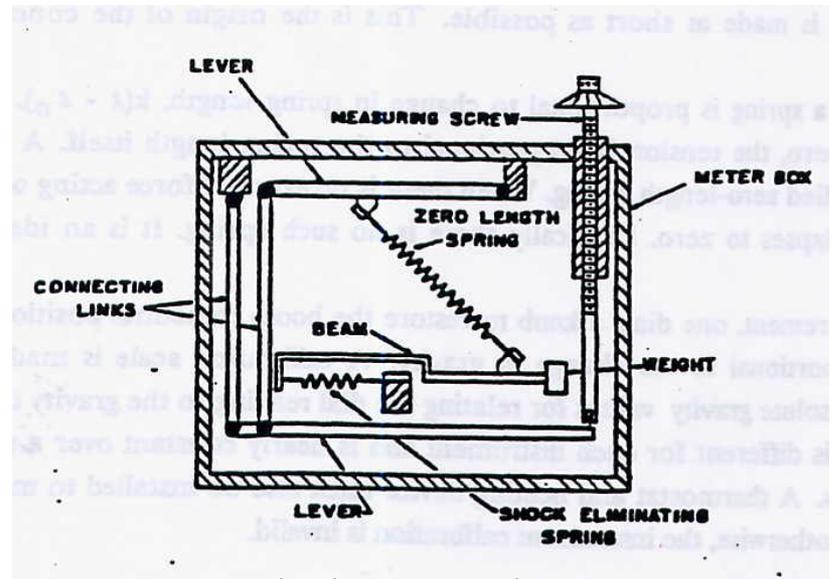


Schema di gravimetro
 (precisione sino a +/-0.01 mgal)
 Terra 980.000 mgal,
 misuro 1 centomillesimo !!!!

$F = m \times a$

$F = G \frac{m \times M}{R^2}$

Massa del corpo da misurare
 Massa della Terra



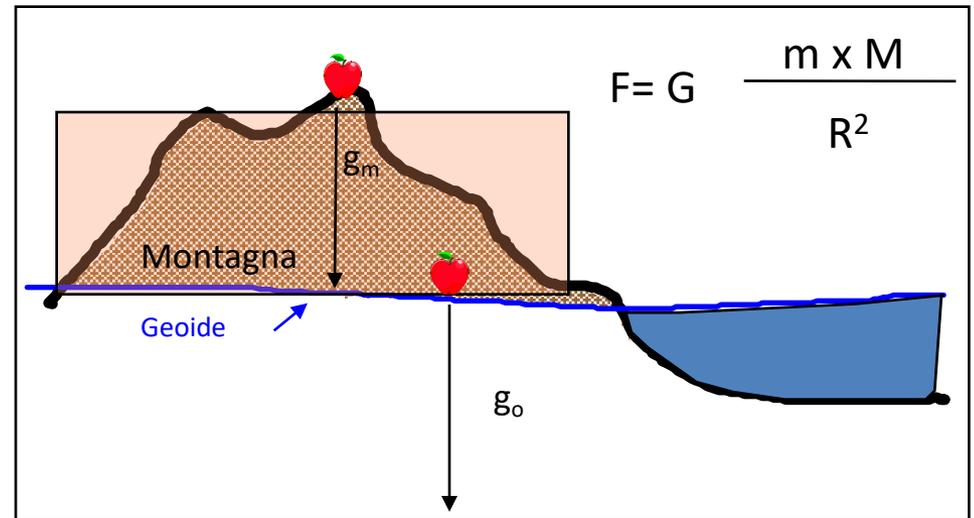
Anomalie di gravità

g_{misurata} deve essere corretta per tutti i fattori che possono influenzare la misura:

- Latitudine (forma e rotazione)
- Marea
- Aria libera (Faye)
- Topografia
- Bouguer

Ciò che resta dopo tutte le correzioni è l'anomalia di Bouguer o del piastrone: è come se tutta la Terra fosse coperta da un piastrone a quota e densità costante.

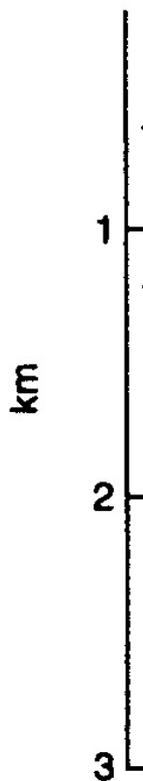
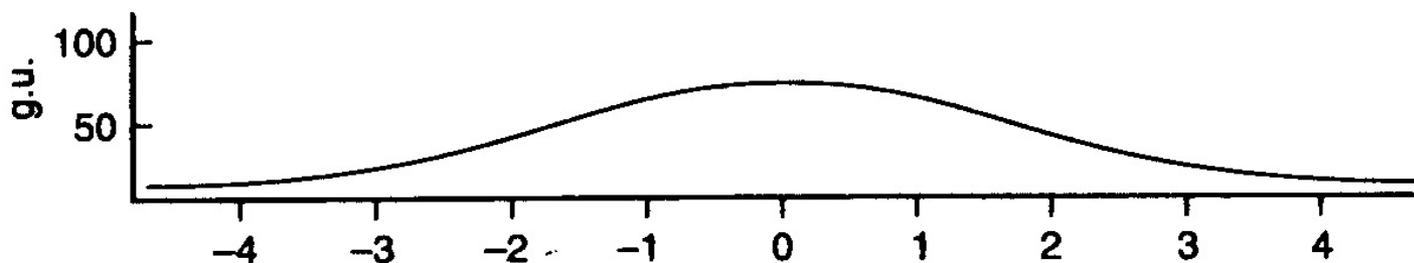
Tutte le differenze che restano dipendono da disomogeneità in sottosuperficie



In geofisica un problema molto importante è quello dell'inversione del dato geofisico:

Data una certa anomalia misurata, qual è la causa che la genera?

Ad uno stesso effetto in superficie possono corrispondere più geometrie della sottosuperficie



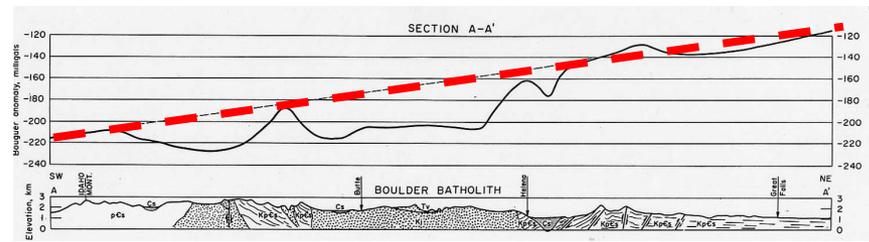
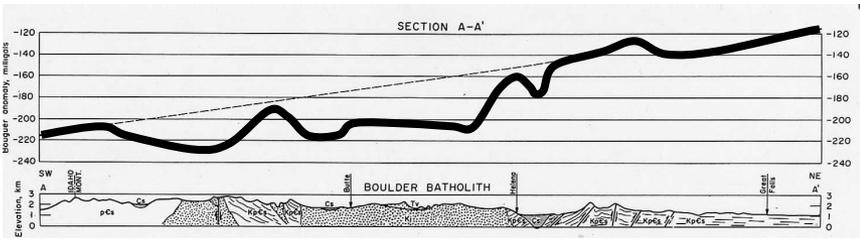
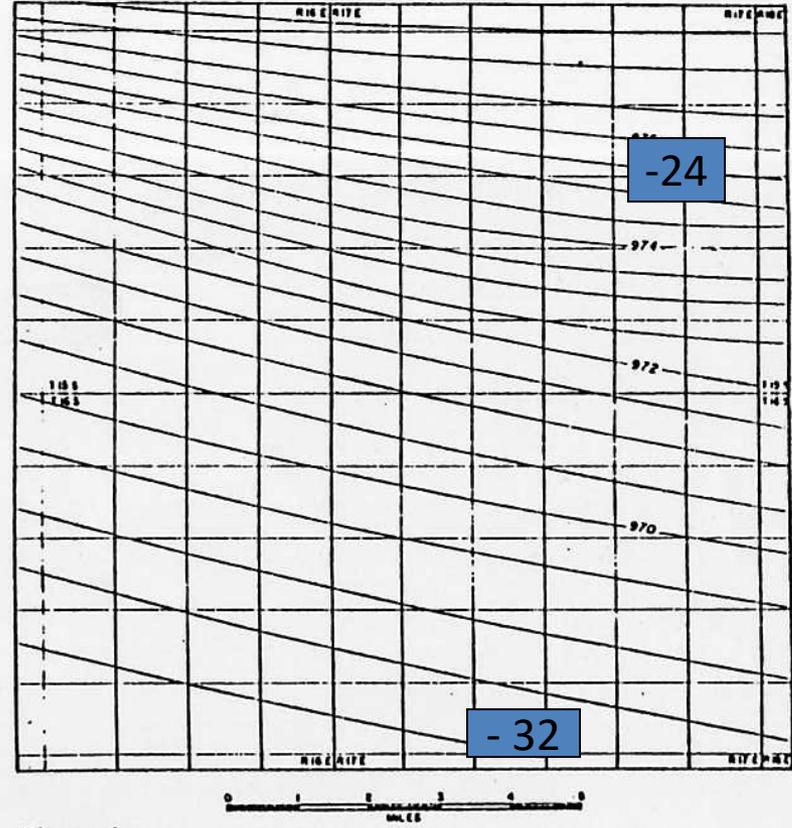
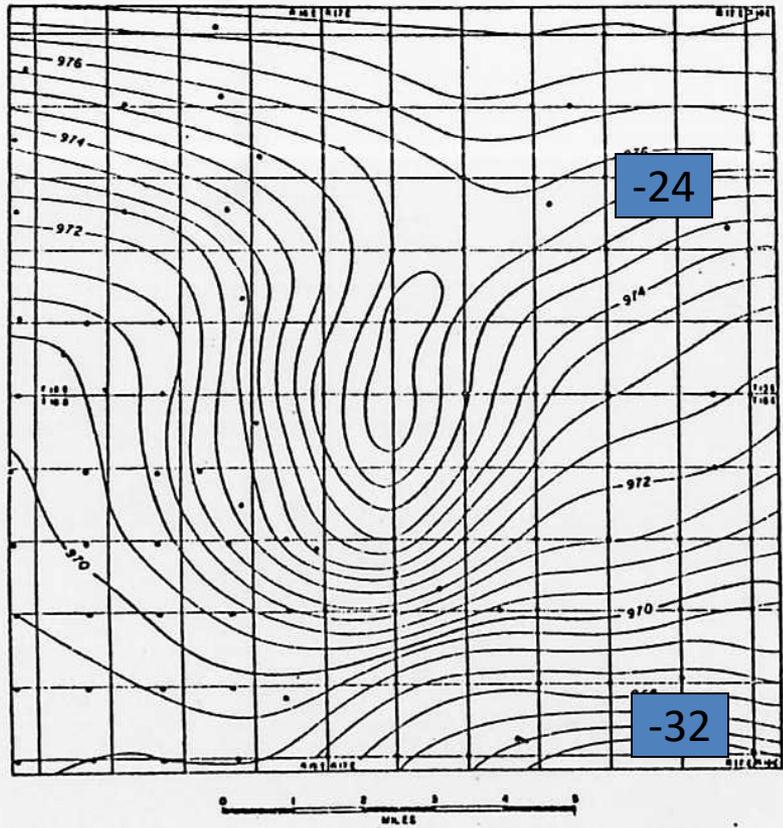
$$F = G \frac{m \times M}{R^2}$$

L'analisi della frequenza spaziale permette di discriminare tra cause superficiali e cause profonde (spessore della crosta).

Si può definire un'anomalia regionale e un'anomalia residua

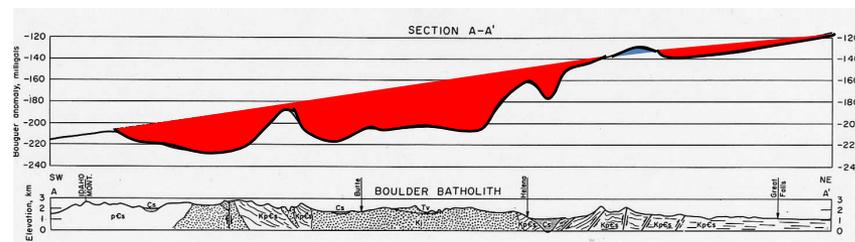
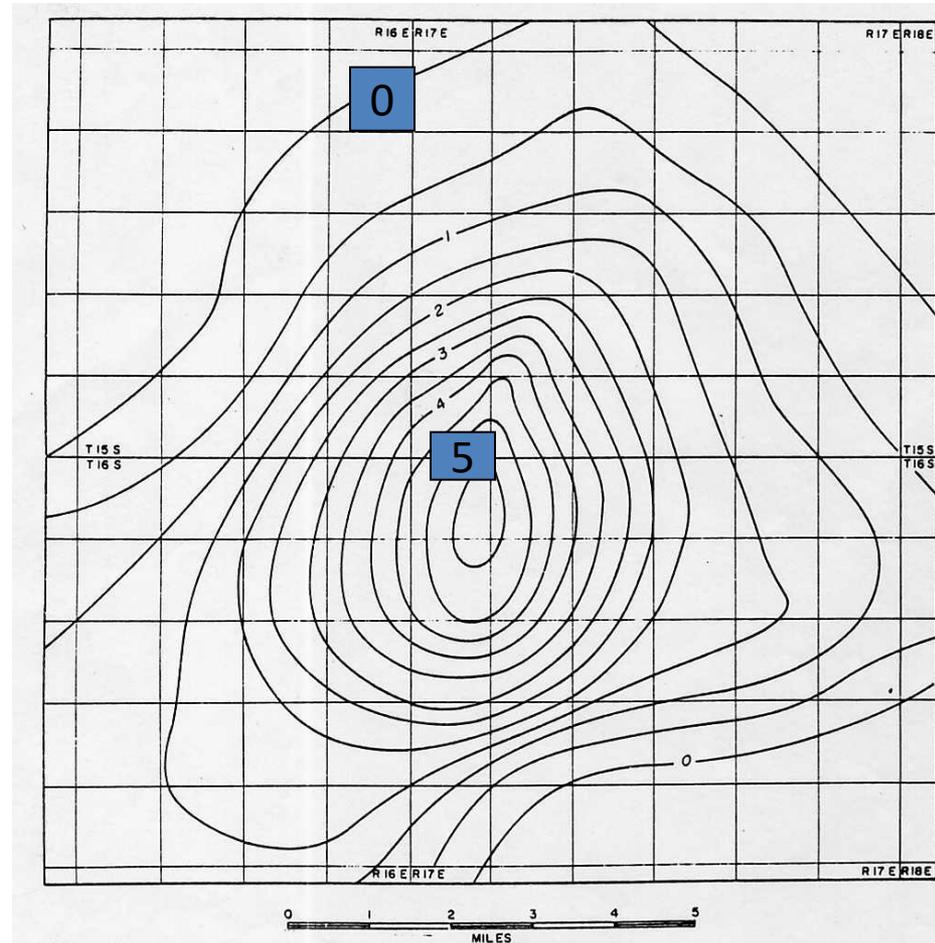
ANOMALIA REGISTRATA

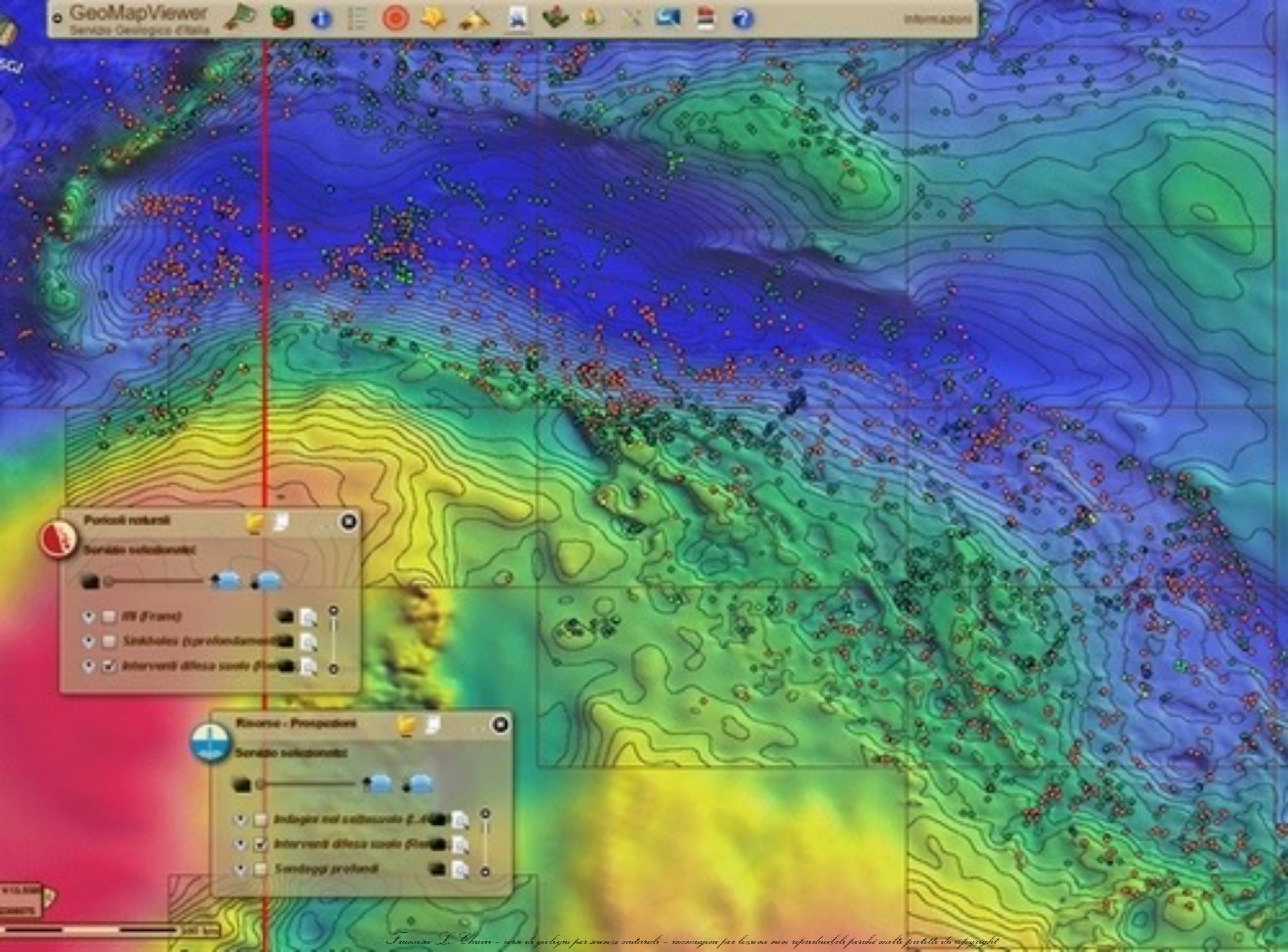
ANOMALIA REGIONALE



L'anomalia residua è ciò che resta quando sottraggo all'anomalia misurata l'anomalia regionale.

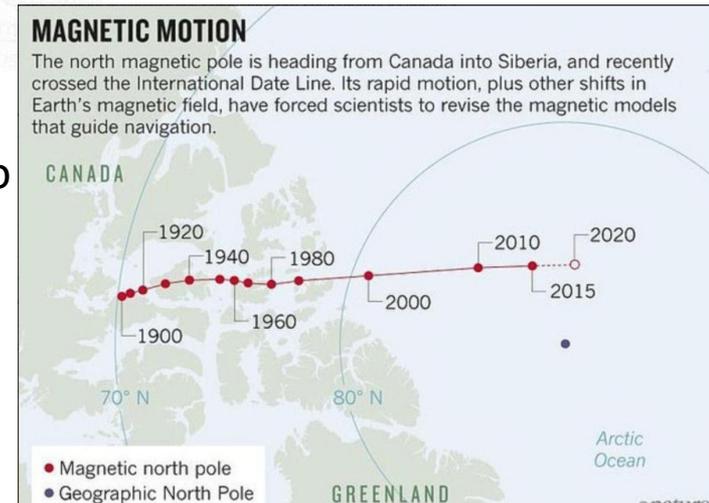
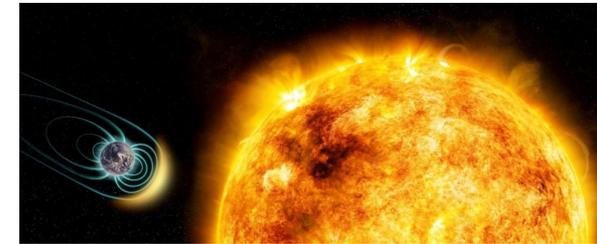
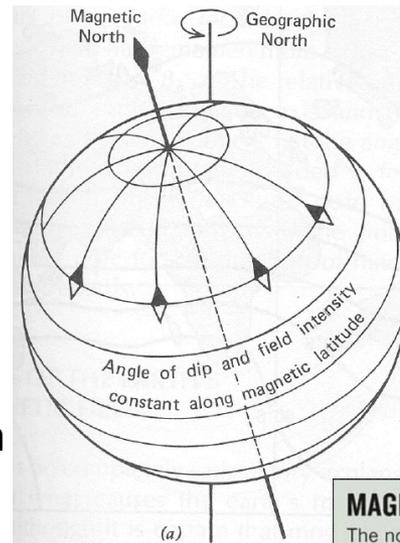
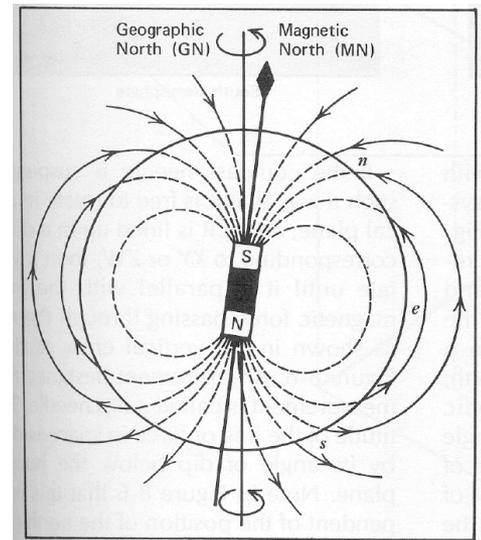
ANOMALIA RESIDUA (di 1° ordine)



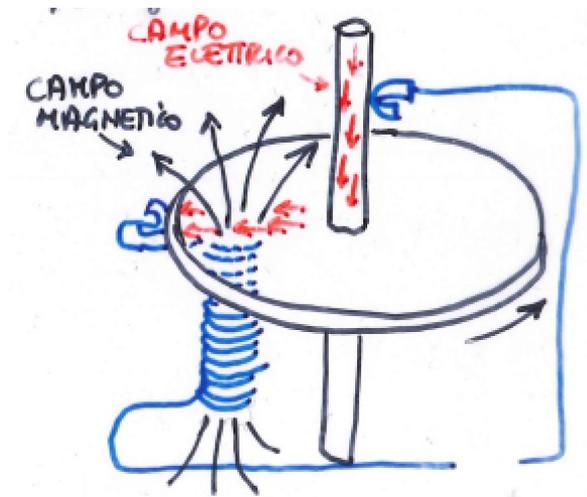


Campo magnetico terrestre

- Il pianeta si comporta come un dipolo magnetico, centrato al centro del pianeta, con linee di forza che escono dal polo sud ed entrano nel polo nord magnetico
- I poli magnetici non coincidono con i poli di rotazione (geografici). Oggi la differenza è di circa 11° (declinazione)
- La posizione dei poli magnetici varia nel tempo (declinazione).
- Attualmente il polo nord magnetico sta andando dal Canada alla Siberia
- La velocità di migrazione è aumentata tantissimo tanto che alcuni studiosi pensano che si possa essere vicini a un'inversione del campo magnetico
- Questo fatto potrebbe avere effetti sull'indebolimento della magnetosfera che ci protegge dai raggi cosmici
- Effetti ecologici importanti perché molti organismi usano il campo magnetico (migrazioni, orientamento)

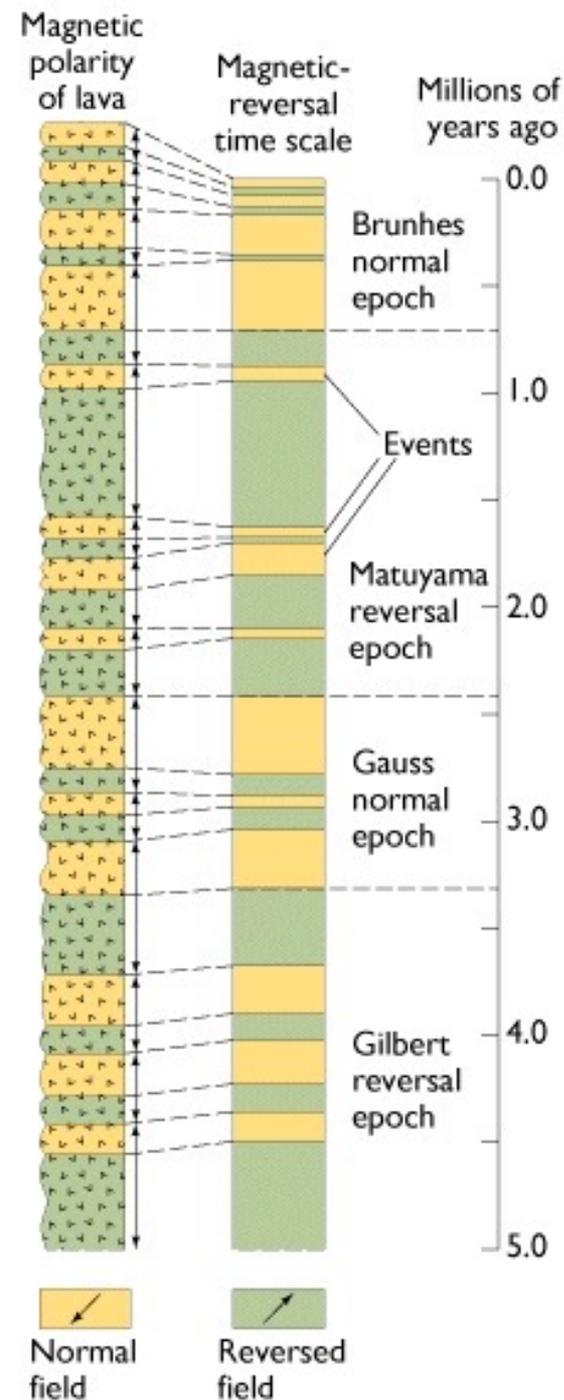


Nella dinamo ad autoeccitazione una bobina di filo conduttore viene fatta ruotare all'interno di un campo magnetico; in tali condizioni, nel conduttore si genera una corrente indotta, che, a sua volta, passando in un circuito, genera e mantiene il campo magnetico entro cui ruota la bobina. Una volta innescata la dinamo (con un magnete esterno), il sistema continua a mantenere attivo il campo magnetico, finché il conduttore viene tenuto in movimento



Questo è il modello più accettato per il campo geomagnetico terrestre. Infatti abbiamo: 1) un nucleo metallico; 2) un nucleo esterno liquido; 3) una fonte di energia che è il calore che mantiene i moti convettivi nel nucleo esterno, in cui le correnti elettriche generano il campo magnetico





Il campo magnetico si inverte con una ciclicità estremamente irregolare di circa un milione di anni. L'inversione del campo magnetico è molto rapida (decine di anni?).

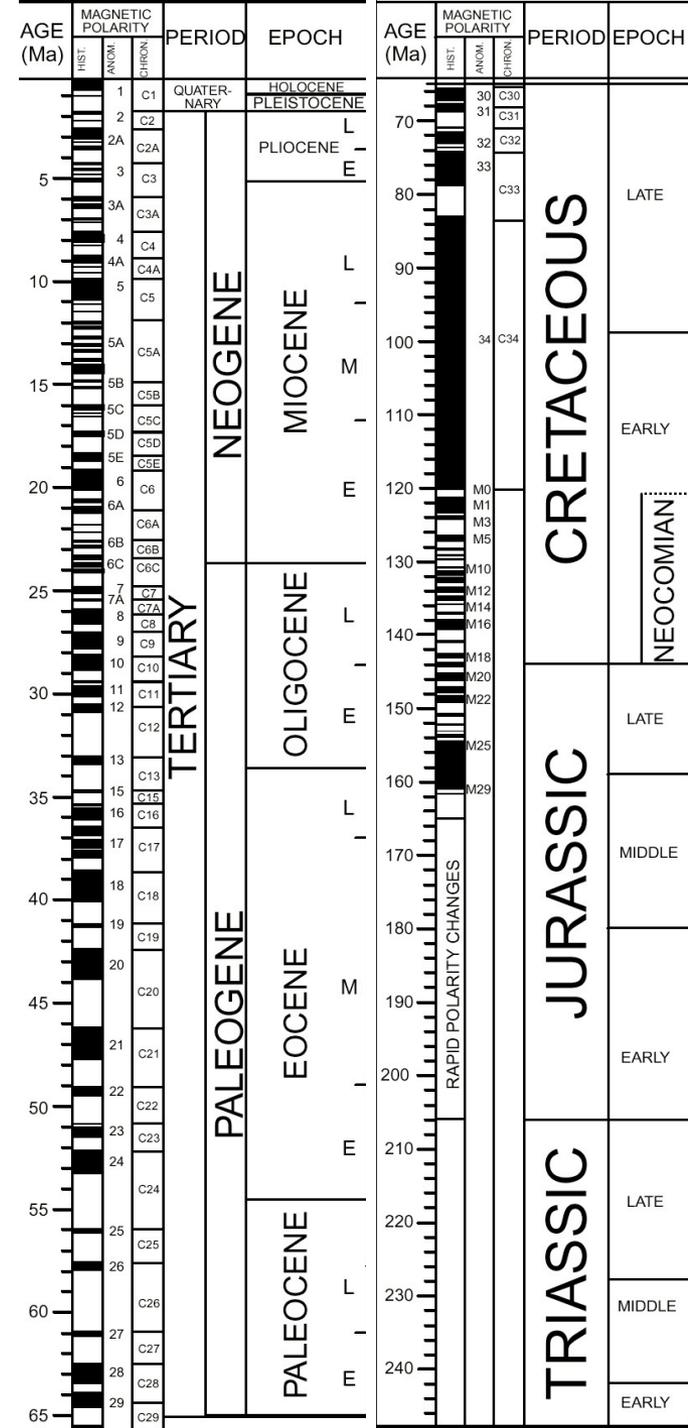
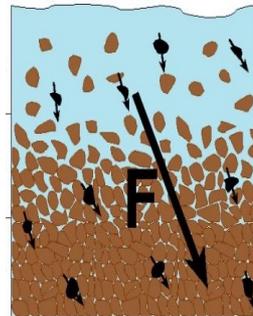
Attualmente siamo nell'epoca Brunhes, 700.000 fa eravamo nell'epoca Matuyama.

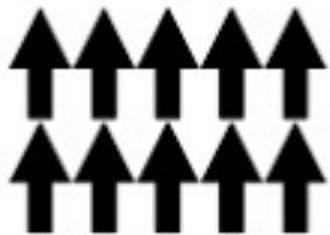
Ci sono anche brevi eventi di inversione, l'ultimo 40.000 anni fa.

Le cause dell'inversione non sono note (Impatti meteoriti? Rallentamento dei moti nel nucleo liquido? Risalite di materia tra nucleo e mantello?) ma come per le variazioni secolari della posizione dei poli magnetici, indicano un'origine «dinamica» del campo magnetico terrestre

Paleomagnetismo

- Ad alte temperature tutti i materiali sono paramagnetici; al diminuire della temperatura alcuni materiali subiscono una transizione di fase a comportamento ferromagnetico (punto di Curie).
- Il materiale acquisisce una magnetizzazione permanente, concorde con il campo magnetico in quel momento
- Anche particelle sedimentatesi sotto la temperatura di Curie assumono una magnetizzazione permanente dovuta all'orientazione preferenziale delle particelle ferromagnetiche.
- Il campo magnetico terrestre si è invertito più volte, e questo è alla base del paleomagnetismo
- La roccia quindi ha una magnetizzazione residua data dal campo magnetico al momento della sua formazione e da una magnetizzazione indotta dal campo magnetico attuale, che può essere rimossa aumentando la temperatura.



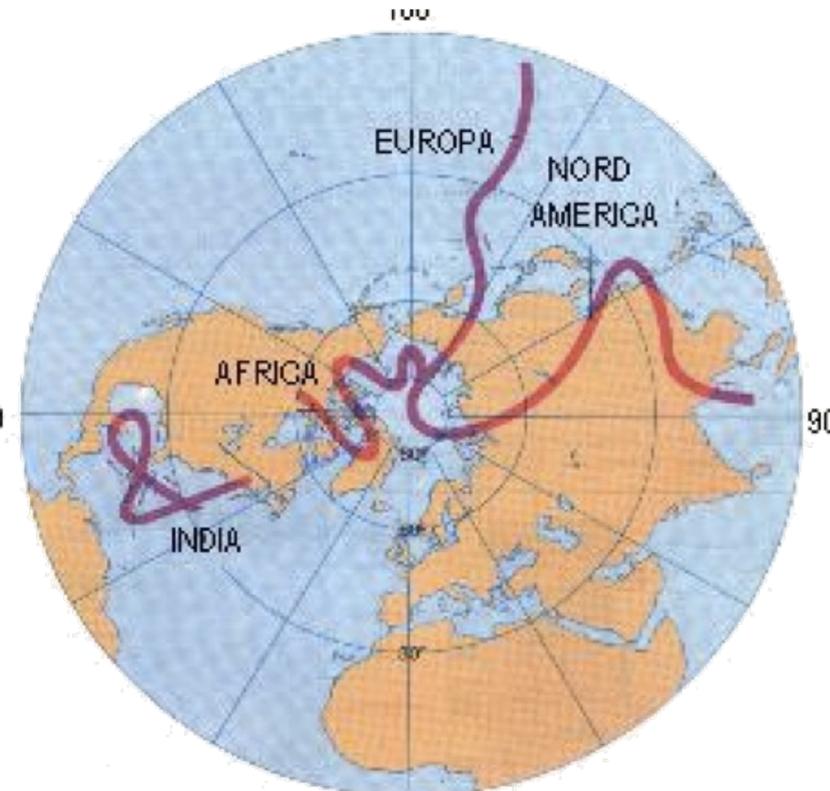
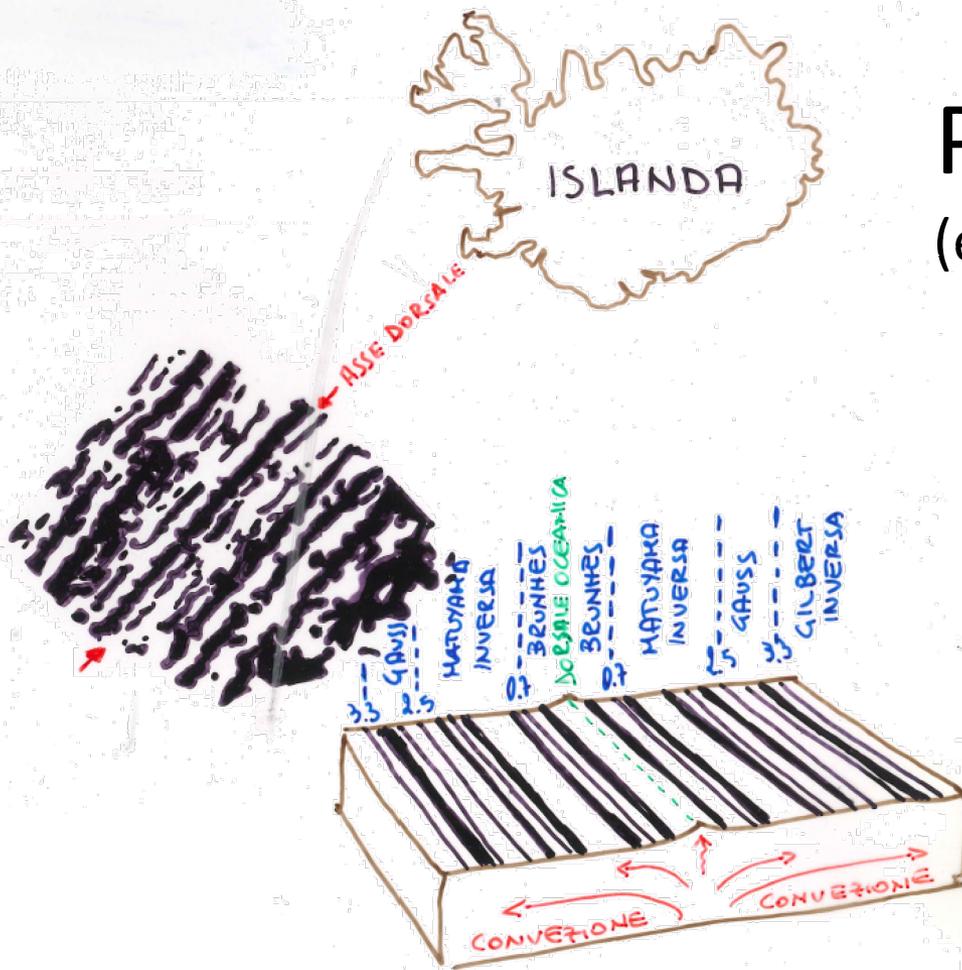


Momento magnetico ordinato

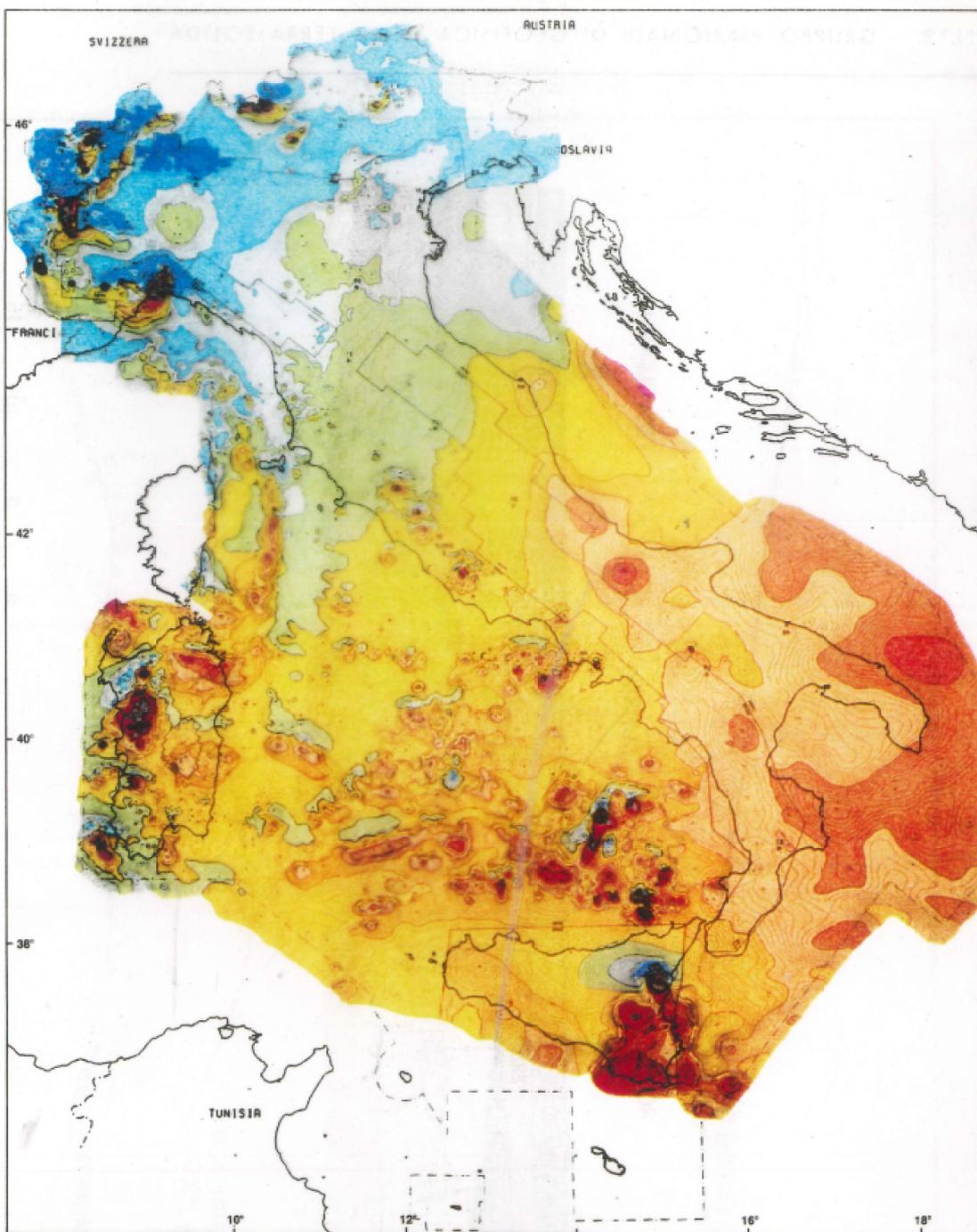


Momento magnetico disordinato

Paleomagnetismo (evidenze della tettonica delle placche)

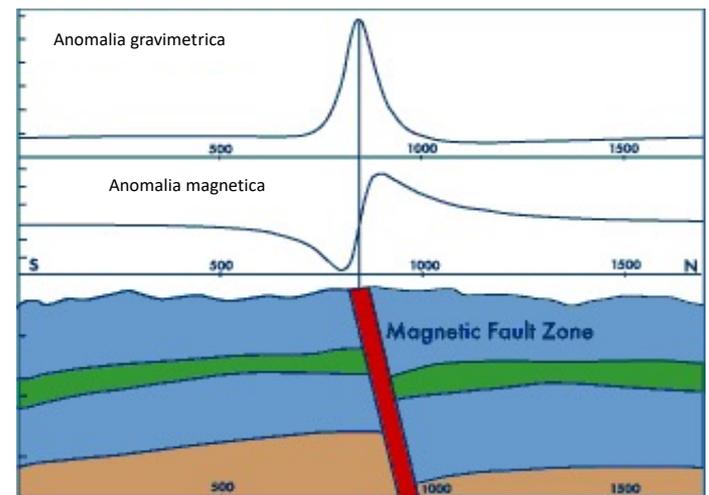


- Bande a magnetizzazione diretta e inversa simmetriche rispetto alle dorsali oceaniche dimostrano espansione dei fondi oceanici
- Migrazione apparente dei poli quando misurati su continenti diversi dimostra la mobilità delle placche litosferiche e permette di ricostruirne la posizione nel tempo



Anomalie magnetiche indicano essenzialmente corpi vulcanici attuali (fascia tirrenica e Mar Tirreno) ed estinti (ad es. Sardegna) ma anche rocce vulcaniche antichissime nelle Alpi (ofioliti).

Le anomalie sono dipolari (picco positivo e negativo, vedi ad es. Etna ed esempio qui sotto)



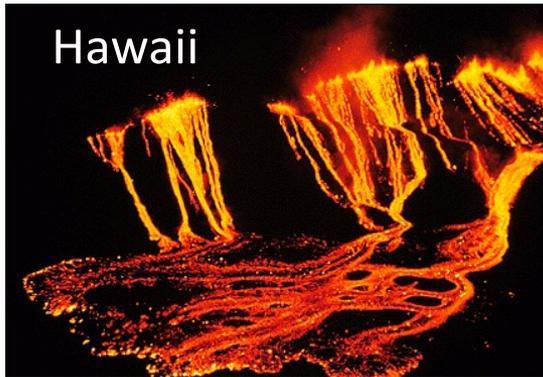
FLUSSO DI CALORE

La Terra è un pianeta caldo, emette verso l'esterno più energia termica di quanta ne riceve

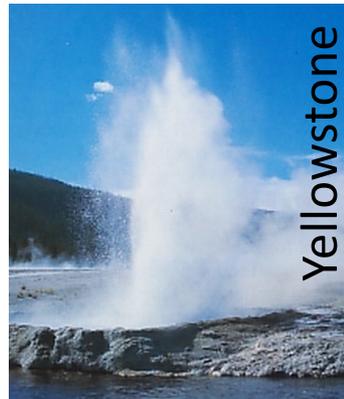
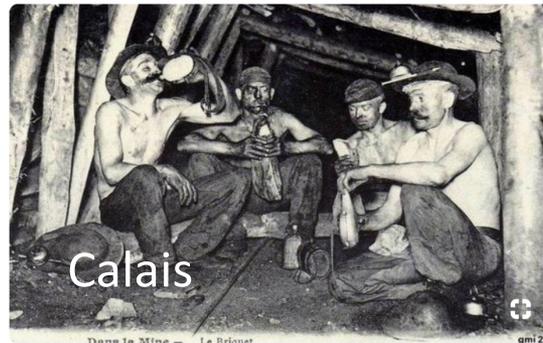
**IL CALORE E'
GENERATO DA:**

- Energia per contrazione gravitazionale (primigenia)
- Energia per impatti meteoritici (primigenia)
- Energia per maree mantelliche
- Energia per decadimento radioattivo

Evidenze dell'energia interna della Terra



Vulcani, Geysir, Sorgenti termali, miniere



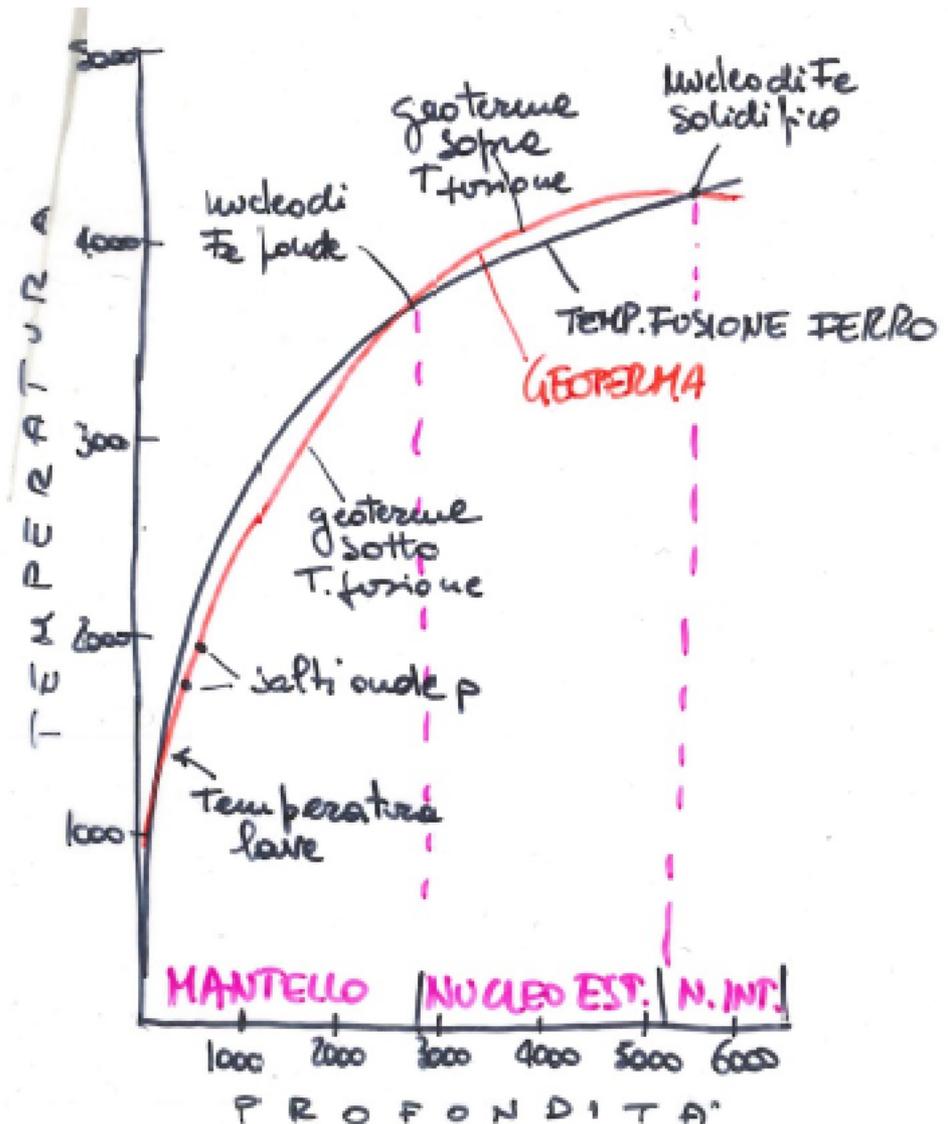
E' possibile misurare
il **GRADIENTE
GEOTERMICO** che
mediamente è di
 $3^{\circ}/100\text{m}$ ($30^{\circ}/\text{km}$)

Estrapolando questo
tasso, il centro della
Terra raggiungerebbe
 20.000° (superficie del
Sole), quindi il gradiente
deve diminuire....

La geoterma ancorata

La geoterma (curva rossa) deve rispettare alcune evidenze:

- 1) Astenosfera parzialmente fusa ($1.100-1.200^{\circ}$)
- 2) Nel mantello le onde S si propagano ($T < T$ di fusione)
- 3) Aumenti di velocità delle onde nei passaggi di fase (Olivina-Spinello-Ossidi) che richiedono $T=1500$ e $T=1900^{\circ}$ C
- 4) Nucleo esterno fuso (scompaiono onde S) – T fusione Fe = 3700° C
- 5) Nucleo interno solido (ricompaiono S) – T fusione del Fe = 4300° C



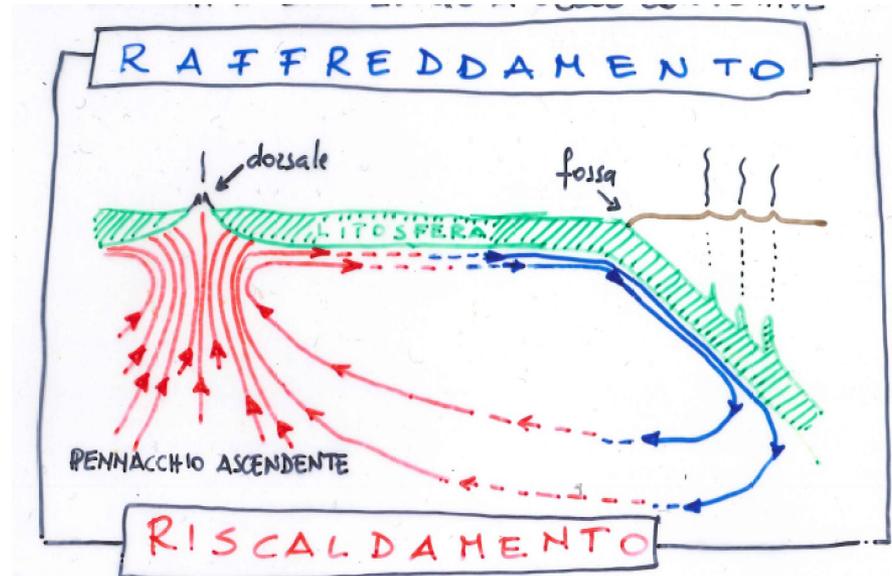
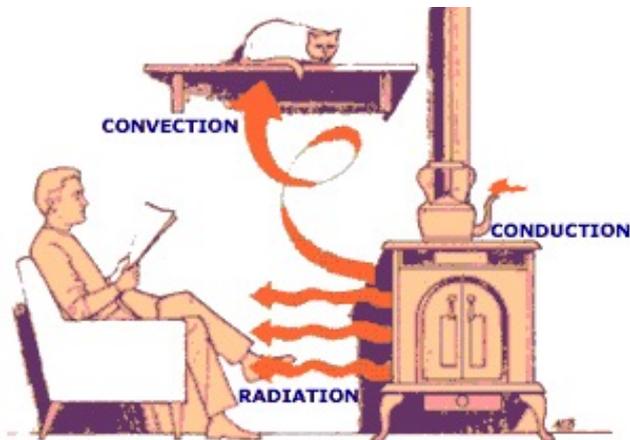
Come viene trasferito il calore?

Conduzione: trasferimento di calore che avviene nei solidi per effetto delle collisioni molecolari. MA rocce pessime conduttrici di calore (isolanti). Ci vorrebbero 5 miliardi di anni per attraversare un piastrone di 400km di spessore.

Irraggiamento: avviene prevalentemente nel vuoto o nei mezzi poco densi. Il calore viene trasportato dalla radiazione elettromagnetica generata da un corpo caldo. MA l'interno della Terra non è vuoto

Convezione: avviene nei fluidi o in materiali a comportamento simile ed è legato al moto di porzioni di materiale.

E' il più efficiente e verosimilmente quello che agisce all'interno del pianeta



Il flusso di calore

Carta del flusso termico della Terra, basata su oltre 5000 misure effettuate su tutta la superficie (terre emerse e fondi oceanici).

$$q = -k \frac{dT}{dy}$$

q = flusso di calore; k = coefficiente di conducibilità termica; T = temperatura; y = profondità

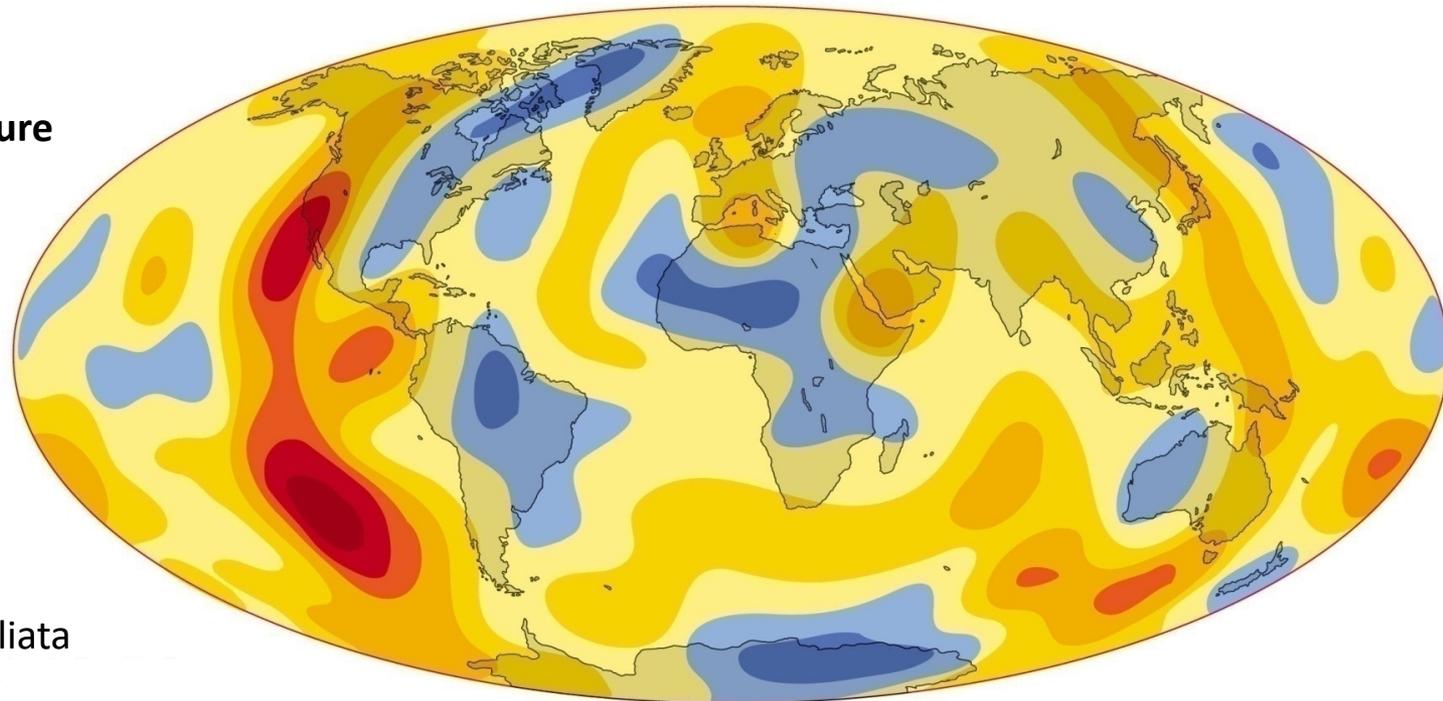
Il flusso di calore dà indicazione sulle strutture crostali profonde

Zone di minor flusso

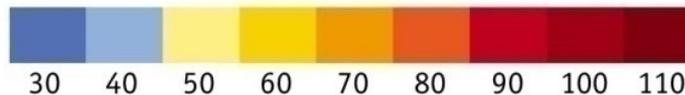
- Catene orogeniche
- Zone di accumulo di sedimenti
- aree cratoniche

Zone di maggior flusso

- Aree di crosta assottigliata (dorsali, zone di rifting attivo, vulcani)



flusso termico in $\text{mW} \cdot \text{m}^2$

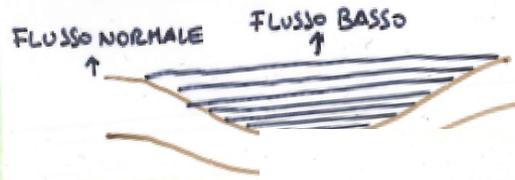


IN GENERE AREE ANTICHE E INATIVE HANNO BASSI FLUSSI ($1 \mu\text{cal}$)

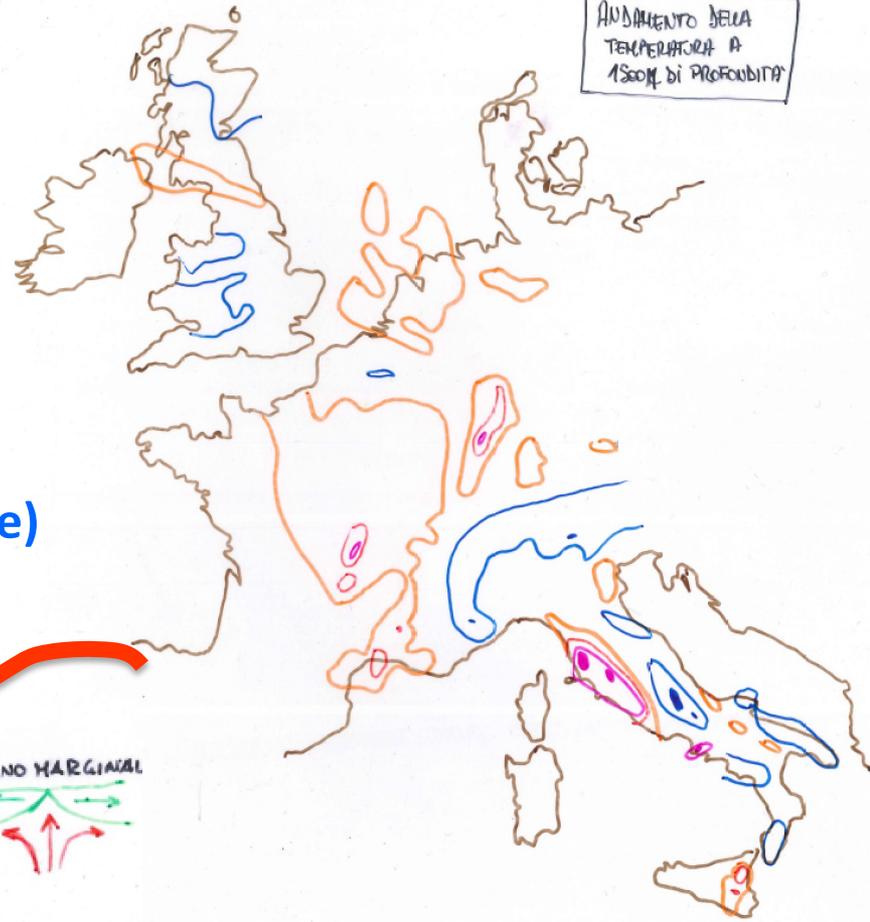
AREE DI OROGENESI RECENTE HANNO FLUSSI PIU' ALTI ($2 \mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$)

AREE CON POSSIBILI RADDOPPI CROSTALI HANNO FLUSSI MOLTO BASSI ($0.5 \mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$)

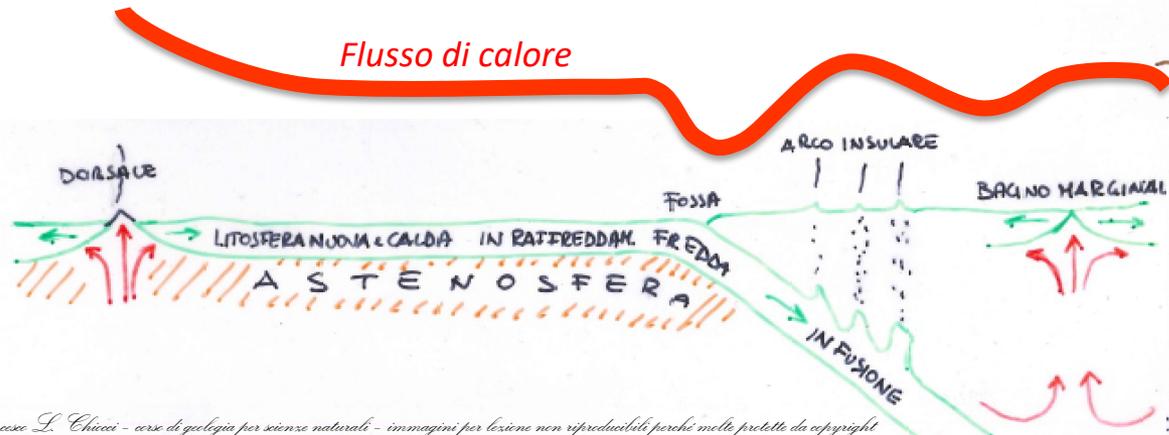
AREE CON GRANDI SPESSORI DI SEDIMENTO HANNO FLUSSI DI CALORE MOLTO BASSI



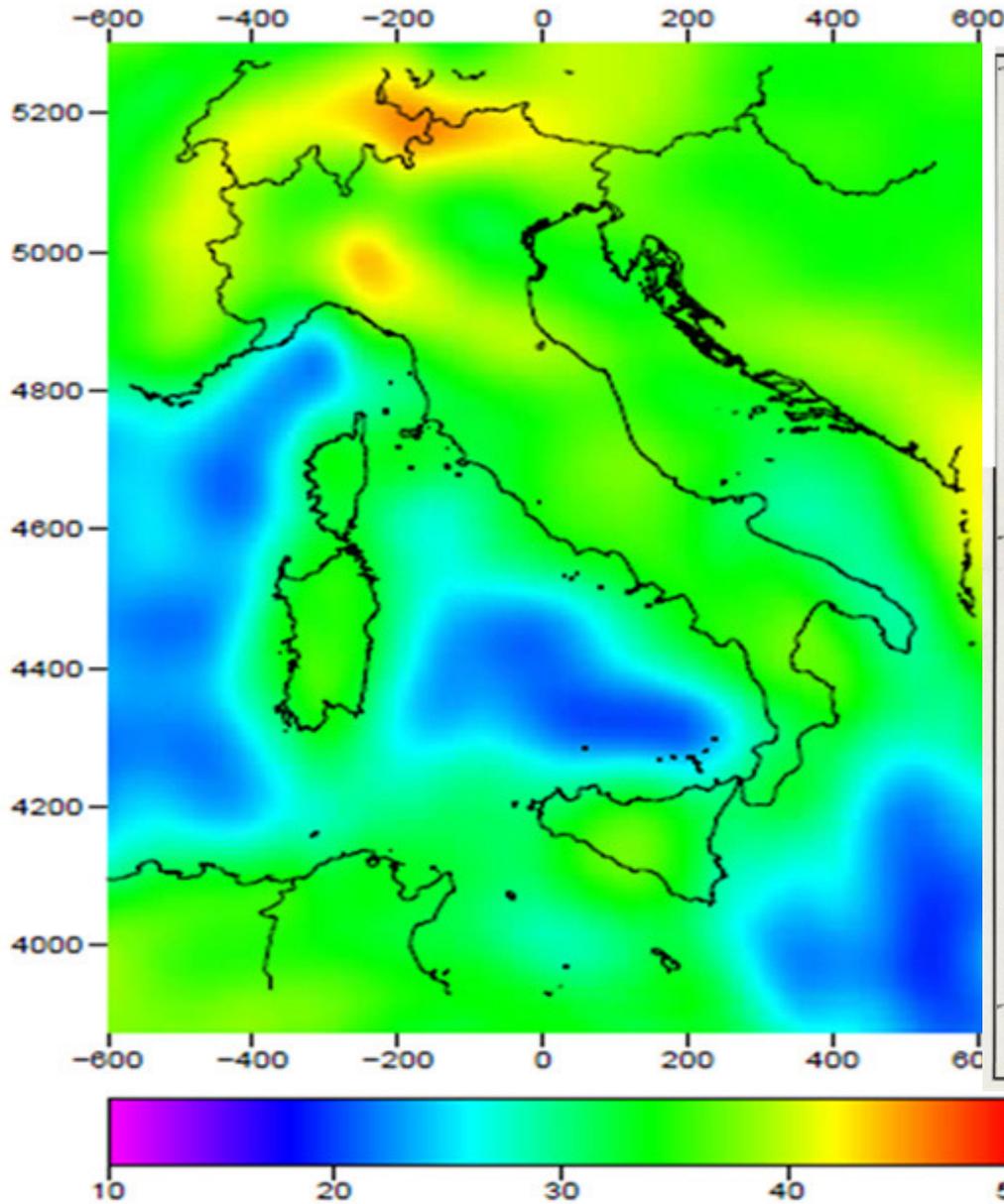
ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA A 1500m di PROFONDITA'



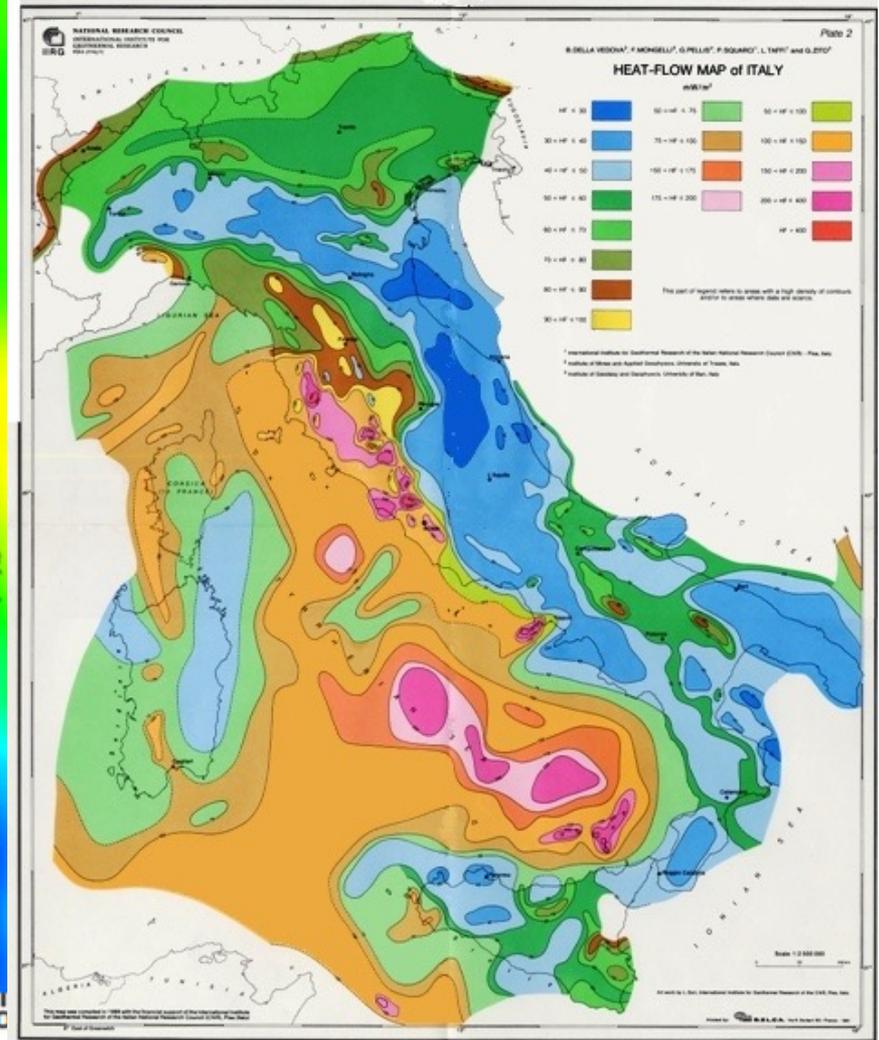
Margine continentale attivo (subduzione)



Flusso di calore in Italia



Spessore della crosta



Flusso di calore

SISMOLOGIA

Un'onda è una **perturbazione** che trasferisce **energia** da un punto all'altro di un mezzo

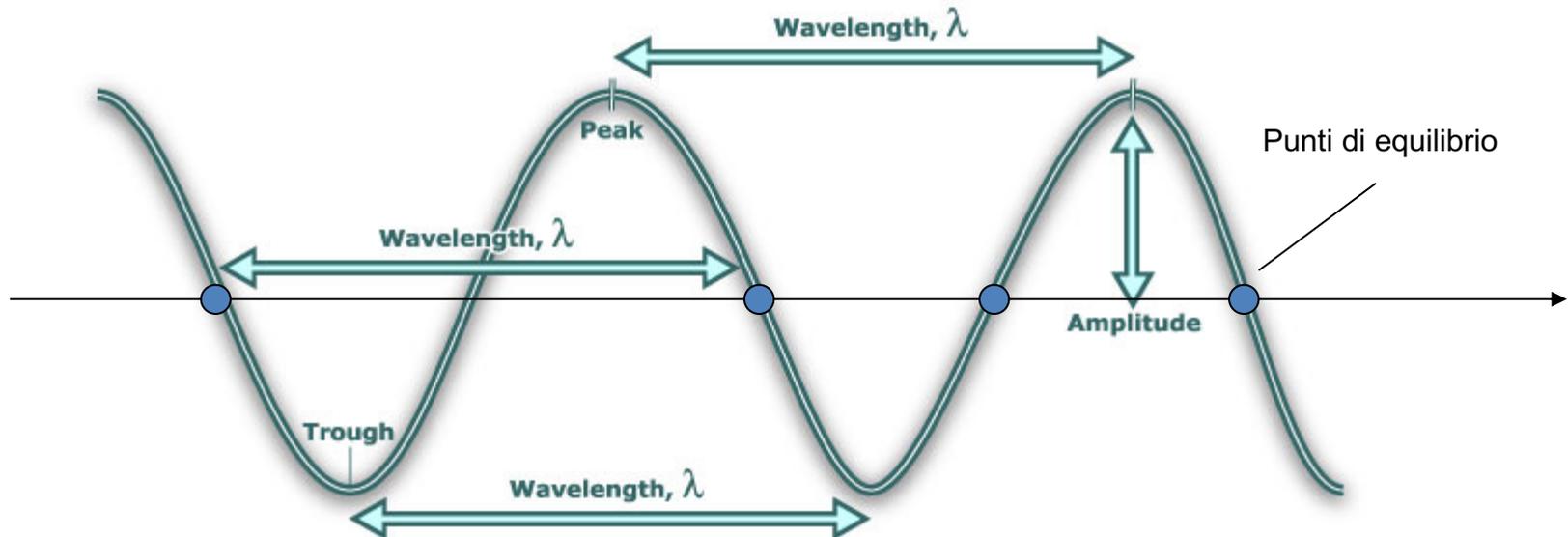
Onde sonore – variazione della pressione dell'aria

Onde del mare – variazione della superficie dell'acqua

Onde sismiche – variazione della deformazione elastica nelle rocce

Hanno bisogno di un mezzo (materia) per propagarsi

Onde elettromagnetiche – si propagano anche nel vuoto



Ancora sulle onde – frequenza, periodo, velocità

La **frequenza** misura quanto spesso avviene una certa perturbazione nell'unità di tempo (Hz) Es. ripetersi del numero di creste in un ciclo

il **periodo** descrive il ciclo di ripetizione di un evento.

frequenza = $1/\text{periodo}$
frequenza = $1/\text{lunghezza d'onda}$

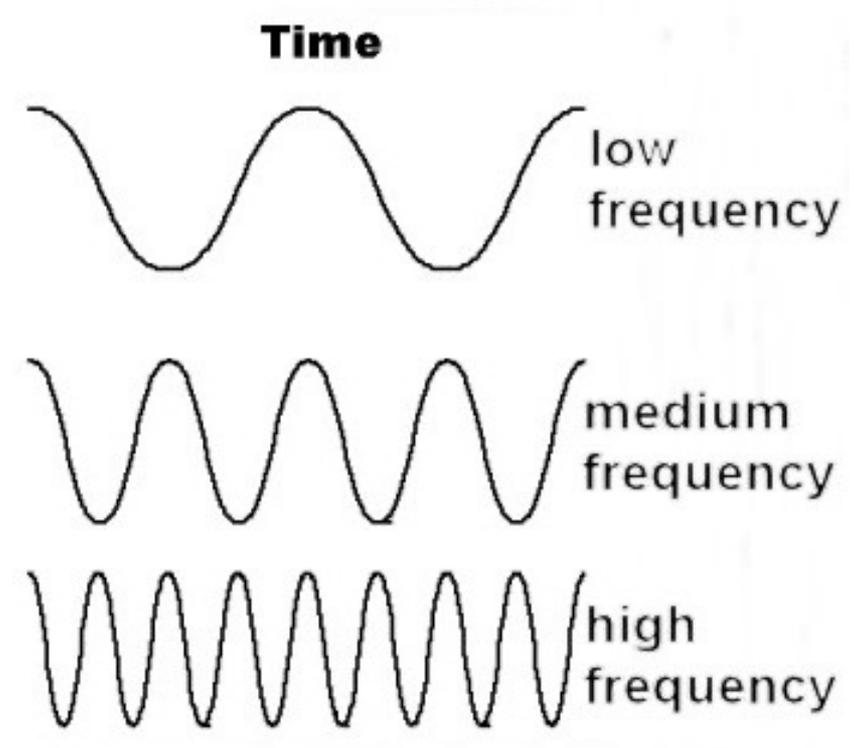
Velocità di un'onda = spazio/tempo

lunghezza d'onda

periodo

$$\text{Velocità} = \lambda / T$$

$$\text{Velocità} = \text{frequenza} * \lambda$$



L'interno della Terra si conosce solo dal comportamento delle onde sismiche durante terremoti

La velocità dell'onda sismica è funzione dello stato e la densità della materia

I sismologi Mohorovicic e Gutenberg hanno determinato lo stato e la densità degli strati studiando il comportamento delle onde sismiche

Esistono diversi tipi di onde sismiche:

le **onde di superficie** che si propagano sulla superficie terrestre

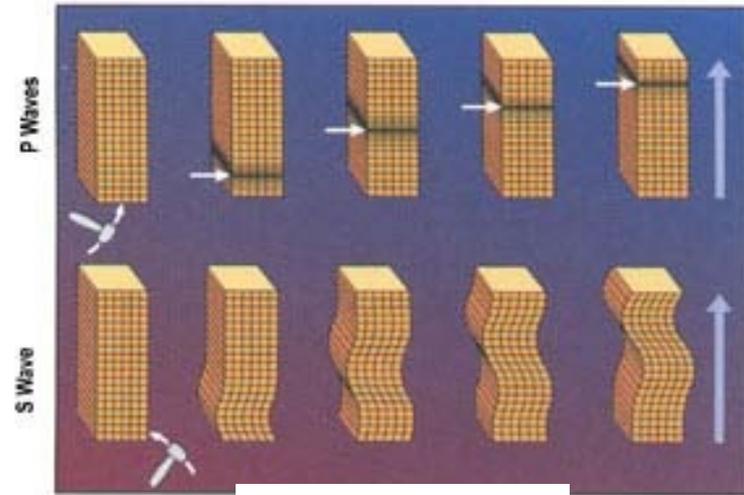
le **onde di volume** che si propagano all'interno della terra

Le onde di volume si suddividono in:

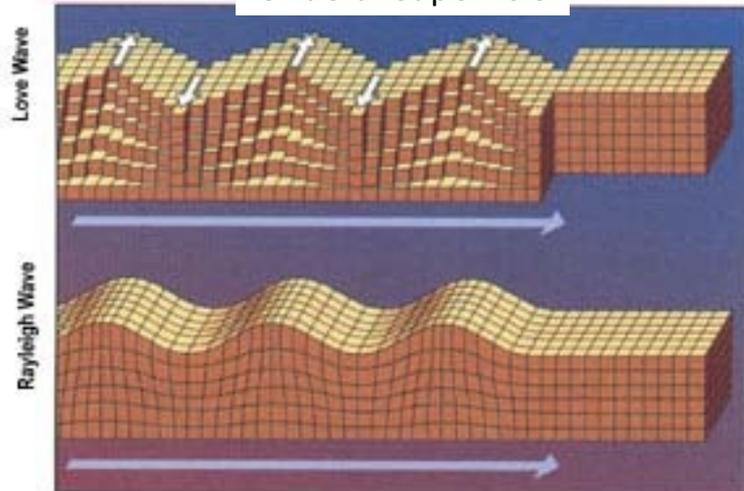
- onde di compressione o **onde P** (prime) che propagano nel solido, liquido e gas
- onde di taglio o **onde S** (seconde) che si propagano nei solidi ma non nei fluidi

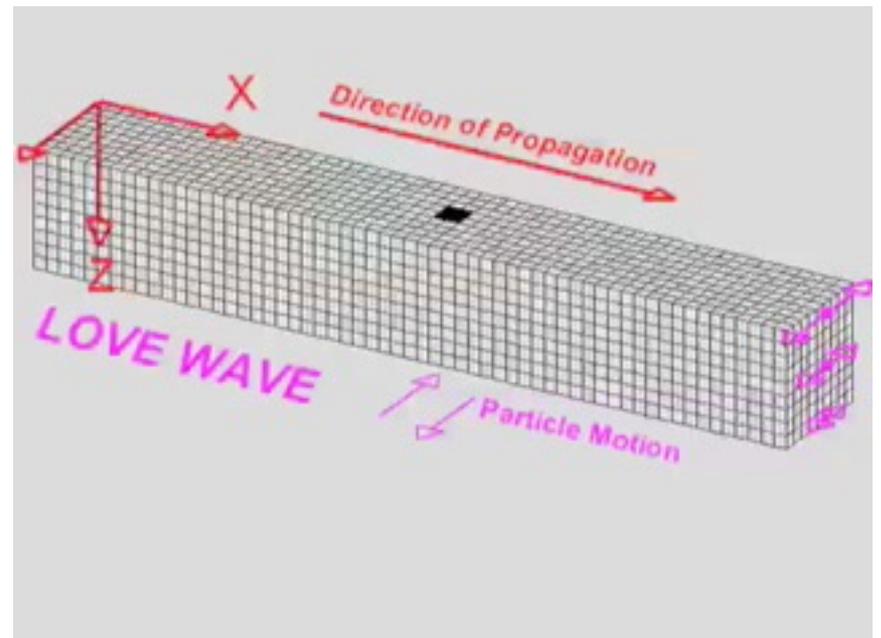
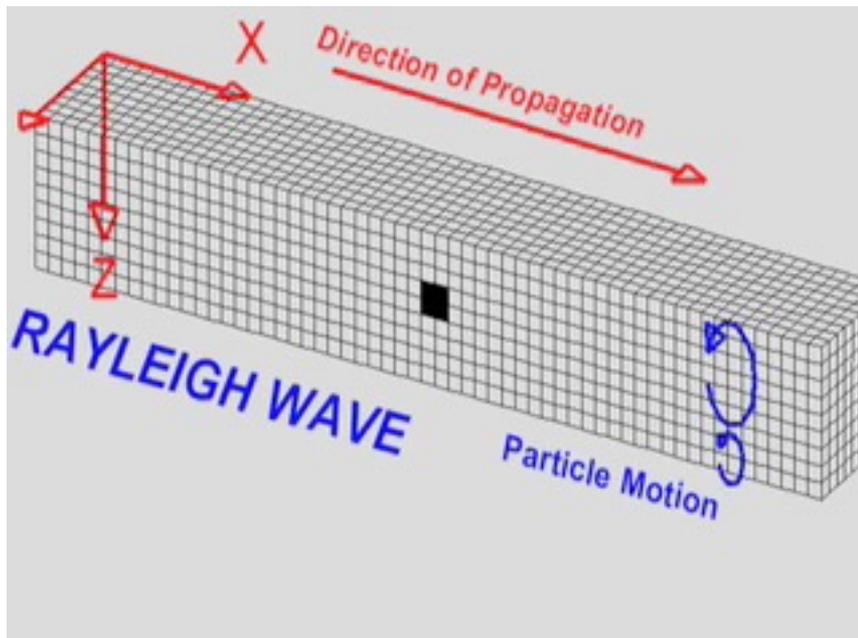
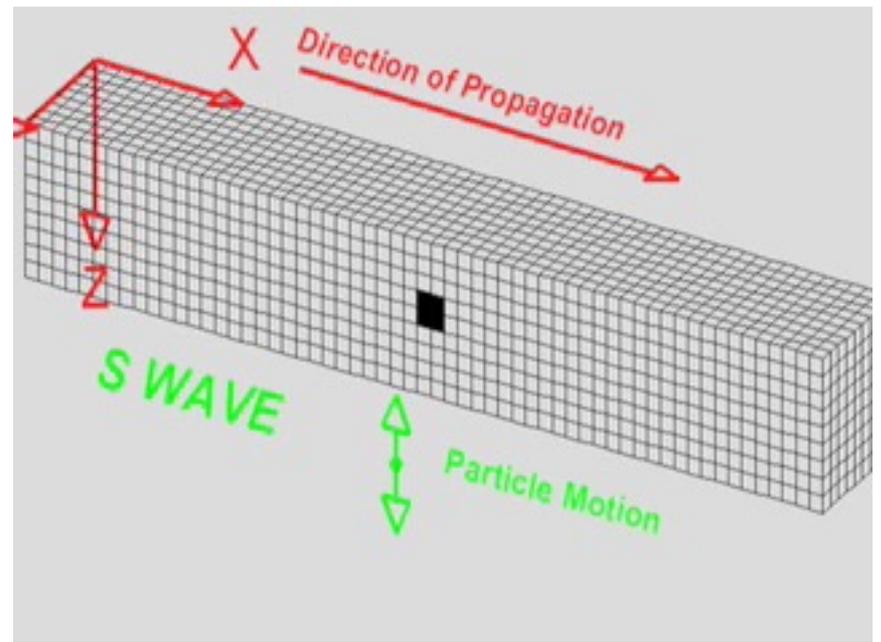
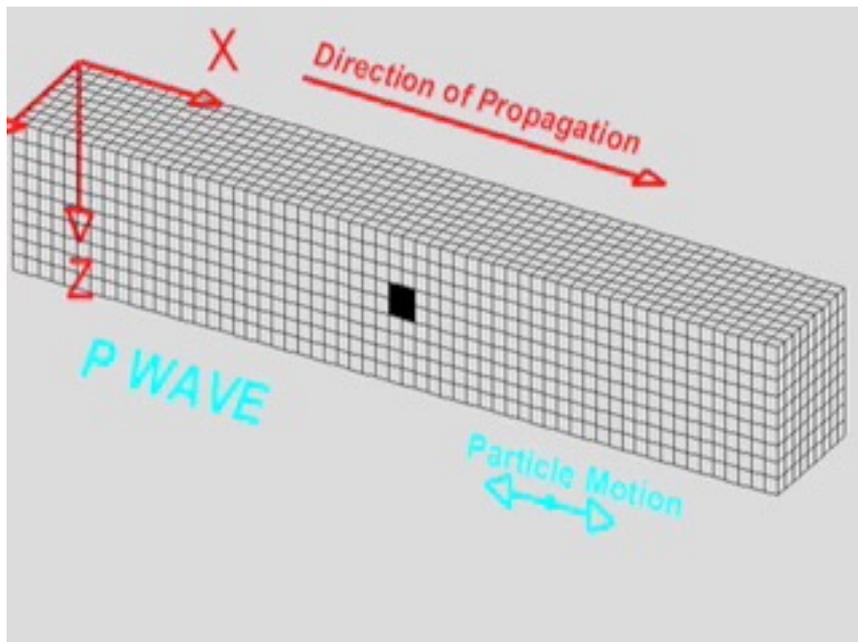
la velocità di propagazione delle onde sismiche è proporzionale
la densità del materiale nel quale si propagano

Onde di volume

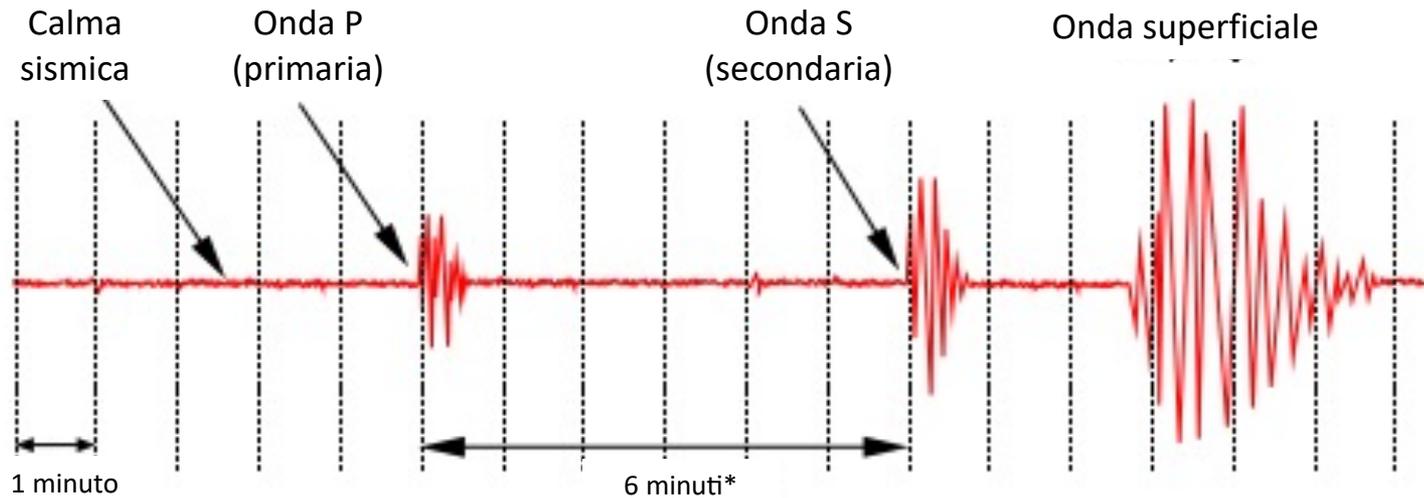
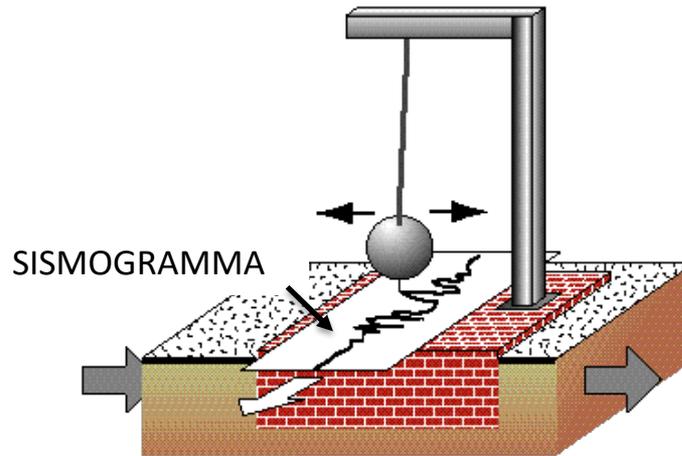


Onde di superficie

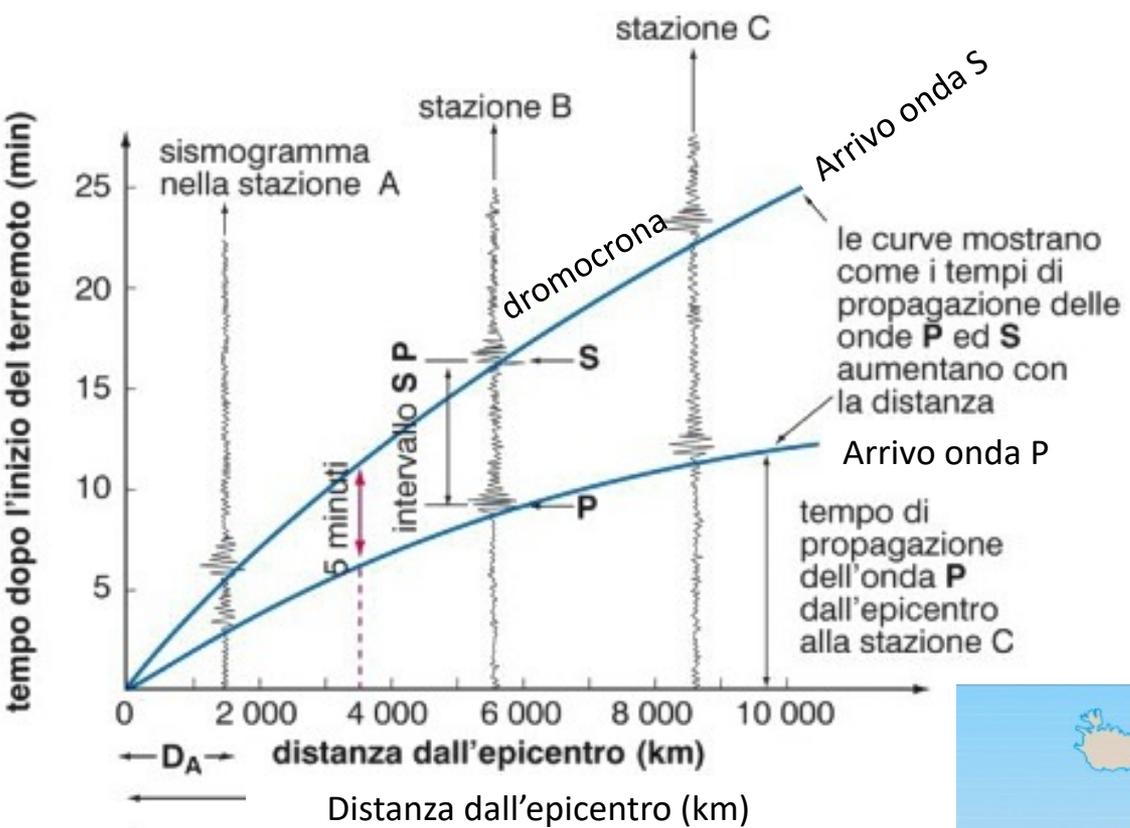




SISMOMETRO

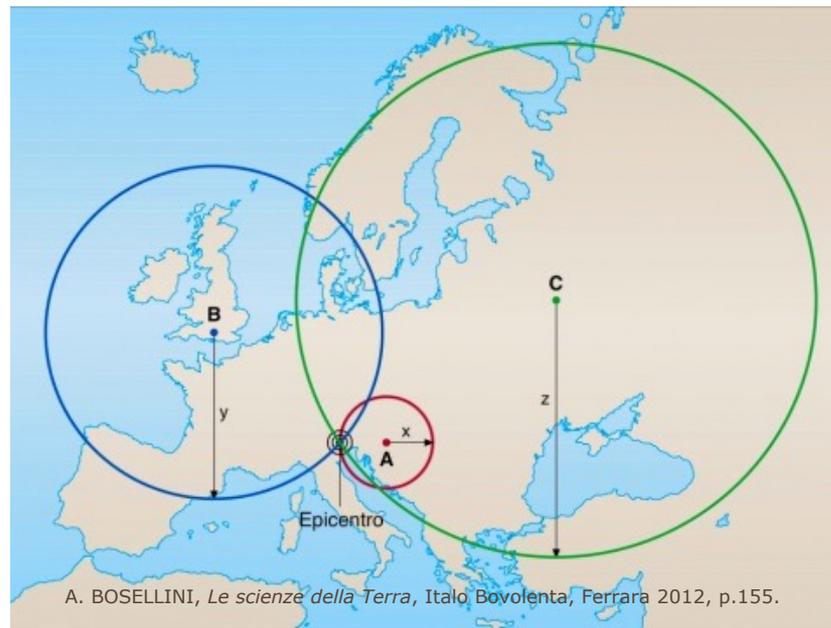
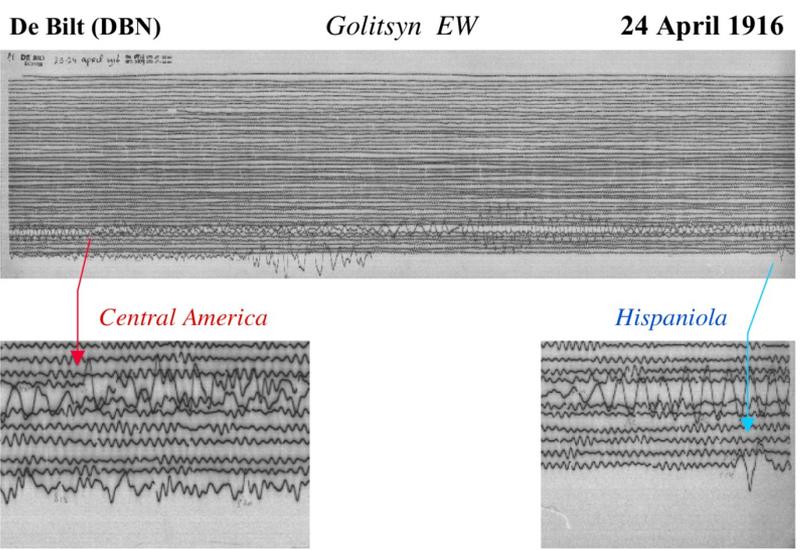


*NB: conoscendo la differenza di velocità tra P ed S posso calcolare la distanza!



Per determinare la posizione dell'epicentro, occorrono almeno tre sismografi che per questo sono collegati in reti che si scambiano i dati in tempo reale.

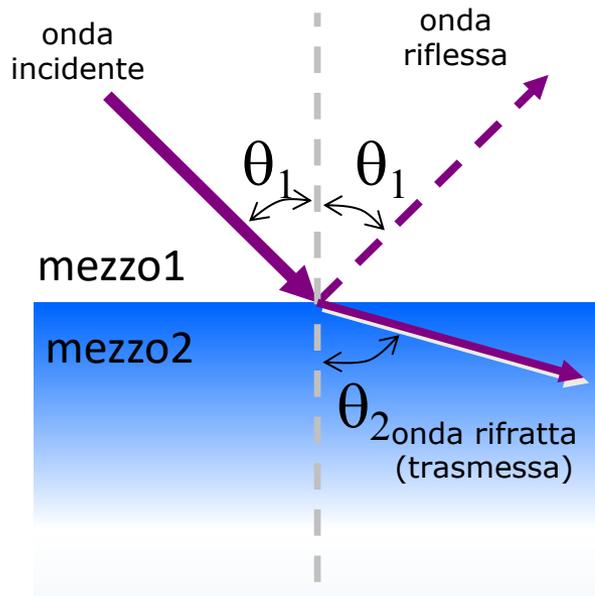
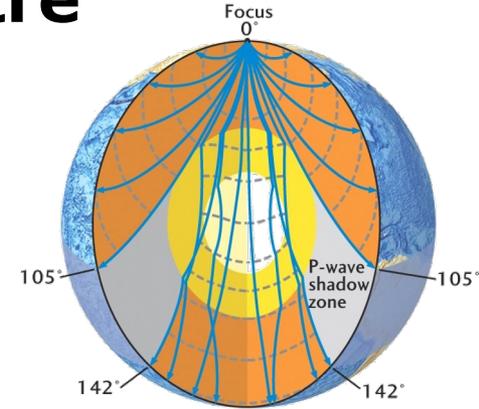
Le reti sismiche (in Italia gestite da INGV) permettono di sapere dove è avvenuto un terremoto dopo pochi minuti



La velocità delle onde sismiche è nota (km/s) e dipende dalla profondità e dal tipo di roccia

Le onde di volume permettono anche di avere informazioni sull'interno terrestre

Quando un'onda sismica incontra una superficie di separazione tra due mezzi con proprietà fisiche (densità e moduli elastici) diverse, essa è sottoposta alle leggi dell'ottica geometrica (Snell)

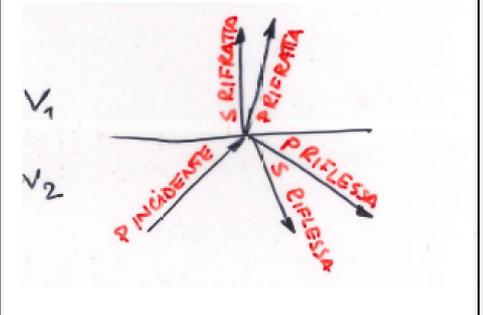


Prima legge di Snell:
l'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza

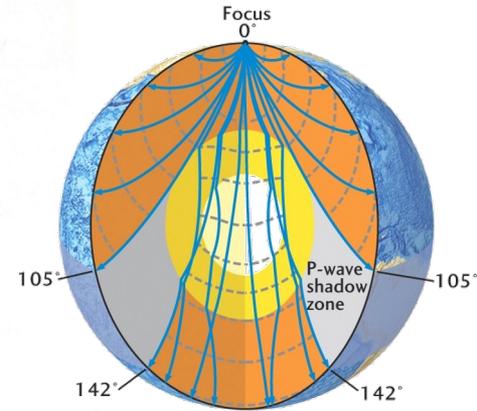
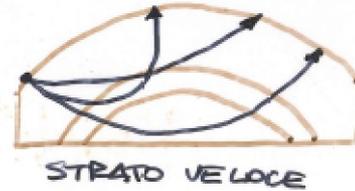
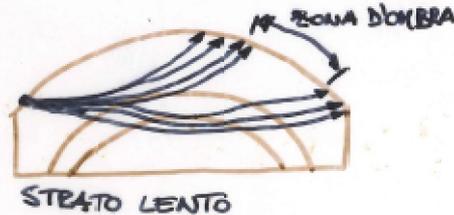
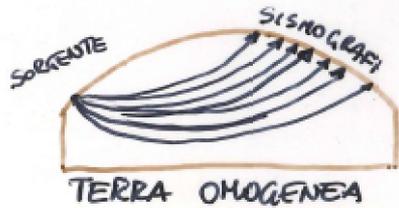
Seconda legge di Snell:
Il rapporto tra i seni degli angoli di incidenza e di rifrazione è uguale al rapporto tra la velocità delle onde nei due mezzi

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

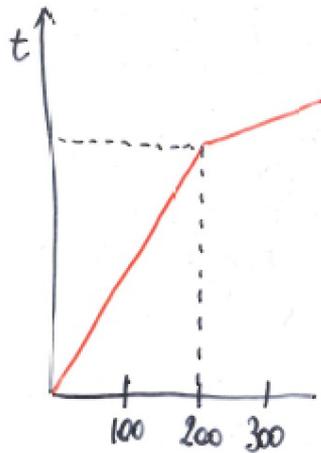
In realtà la situazione è più complessa perché quando un'onda di volume incide su una superficie genera onde riflesse e rifratte di entrambi i tipo P e S



LA VELOCITA' AUMENTA CON LA PROFONDITA' (DENSITA') MA, NEL CASO DI ANOMALIE DI VELOCITA', SI OSSERVANO "ZONE D'OMBRA" CHE DANNO INFORMAZIONI SULLA STRUTTURA INTERNA DEL PIANETA

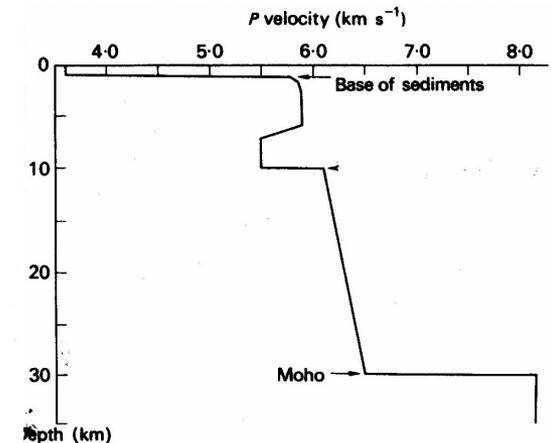
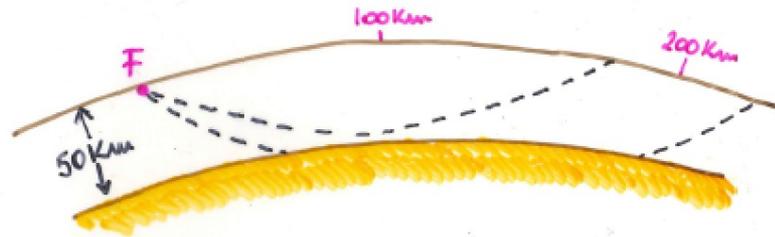


DIAGRAMMANDO I TEMPI DI ARRIVO DI TERREMOTI NEI BALCANI



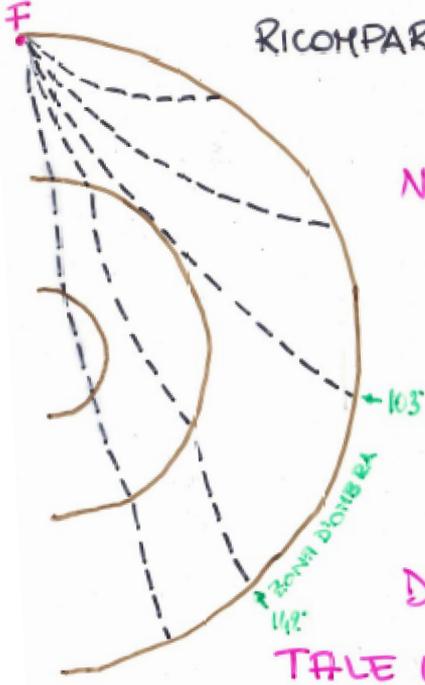
NEL 1909 SI RISCONTRO' UN BRUSCO AUMENTO DI VELOCITA' A CIRCA 200 KM (2°)

MOHOROVICIC SPIEGO' L'AUMENTO DI VELOCITA' CON UN AUMENTO DI DENSITA' A ~ 50 KM

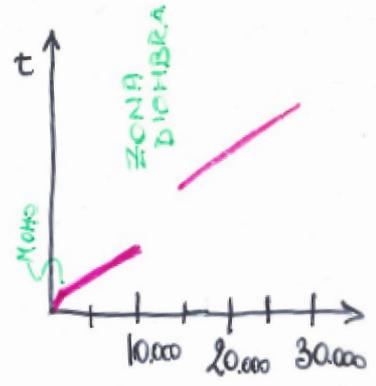


(10.000km)

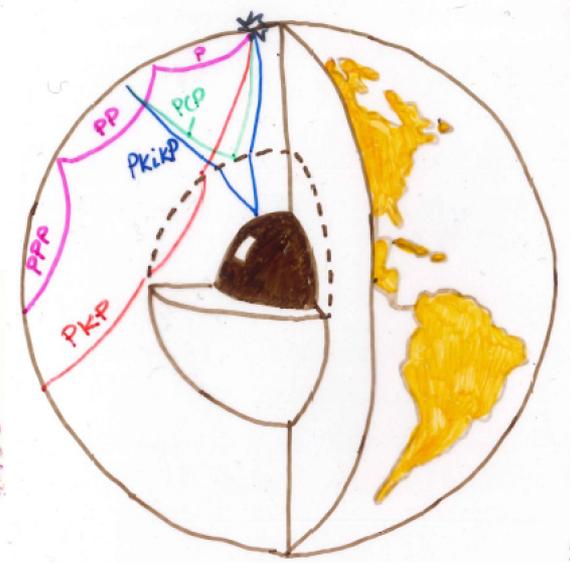
LE CURVE ERANO POI REGOLARI SINO A 103°, POI SCOMPARIVANO, RICOMPARIVANO A 142° (14.000km) RITARDATE DI 2'



NEL 1913 GUTENBERG ELABORÒ UN MODELLO MATEMATICO CHE SPIEGAVA IL FENOMENO CON UNA DISCONTINUITÀ A 2900 KM, OLTRE LA QUALE LE ONDE P VENIVANO RALLENTATE DEL 40% DELLA PROPRIA VELOCITÀ. TALE LIMITE (MUCCO MANTELLO) FU DENOMINATO



DISCONTINUITÀ DI GUTENBERG

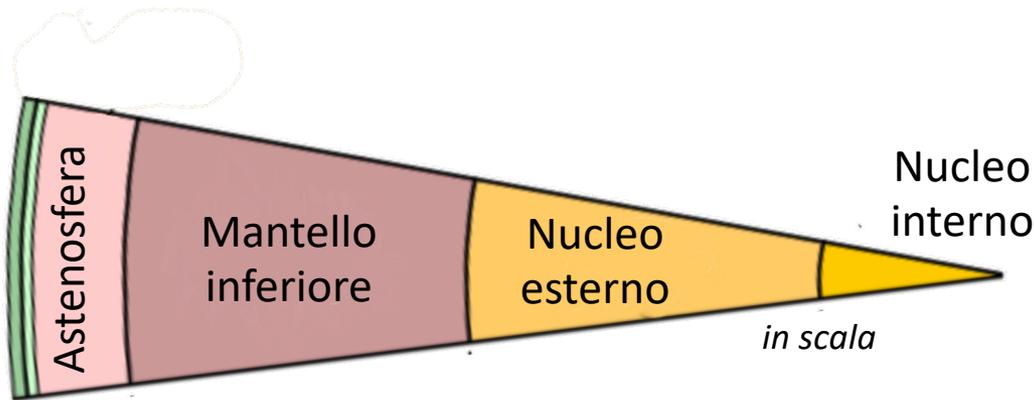
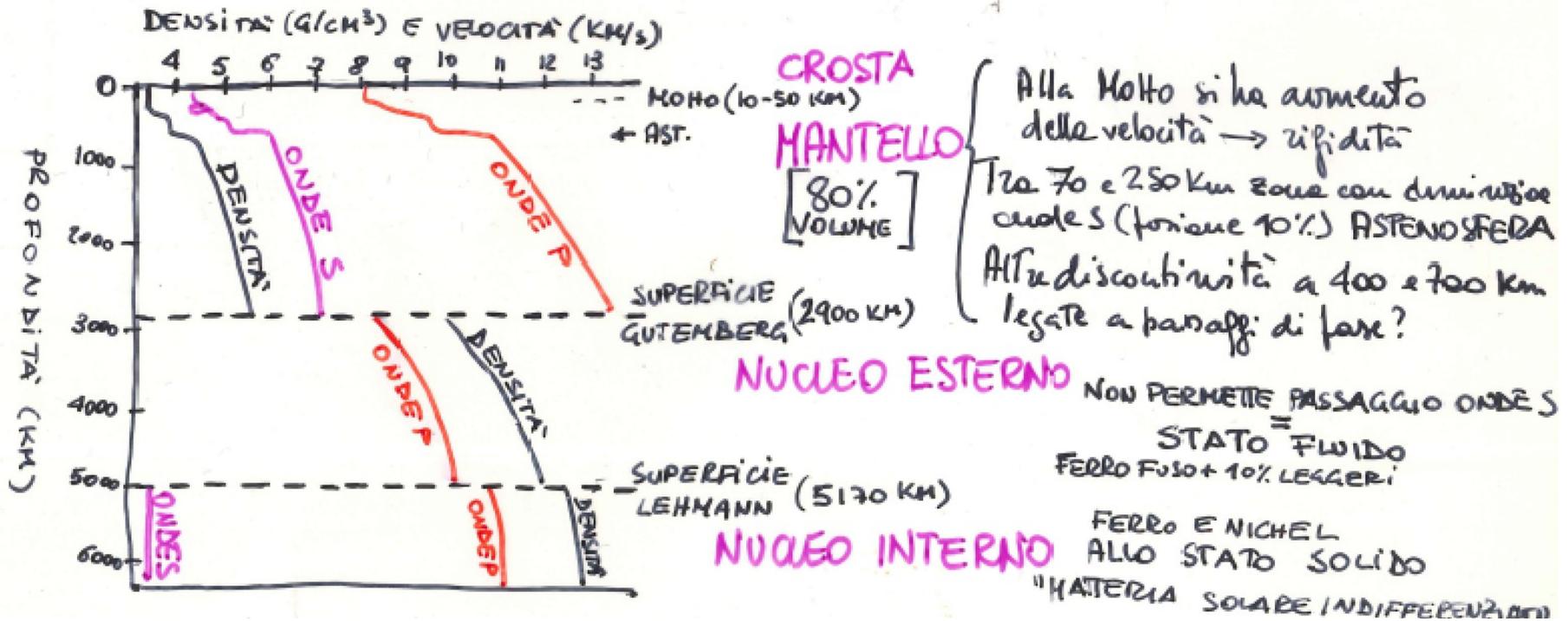


NEL 1934 LEHMANN POTIZZA NUCCO INTERNO A 5155km

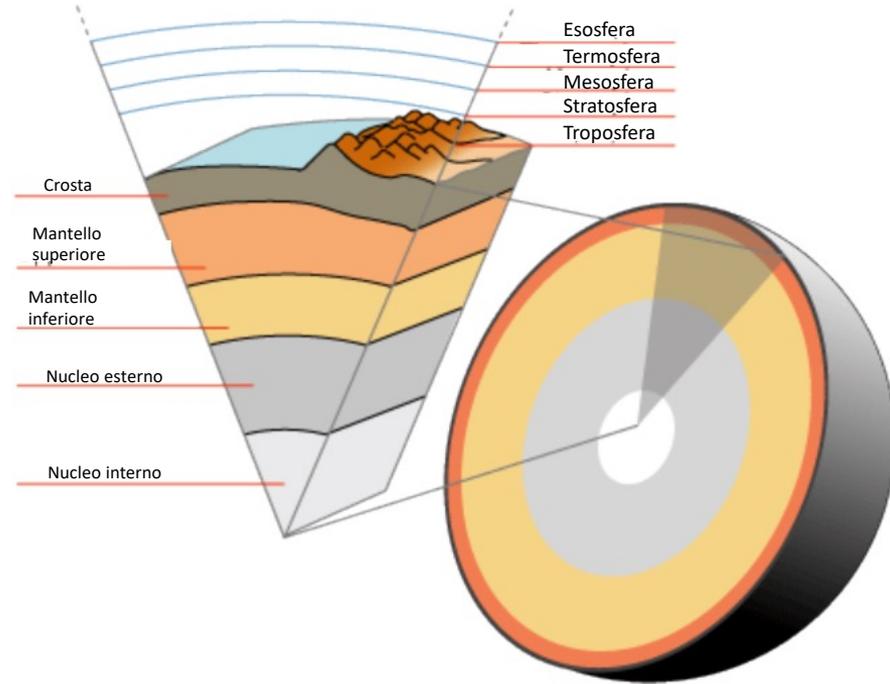
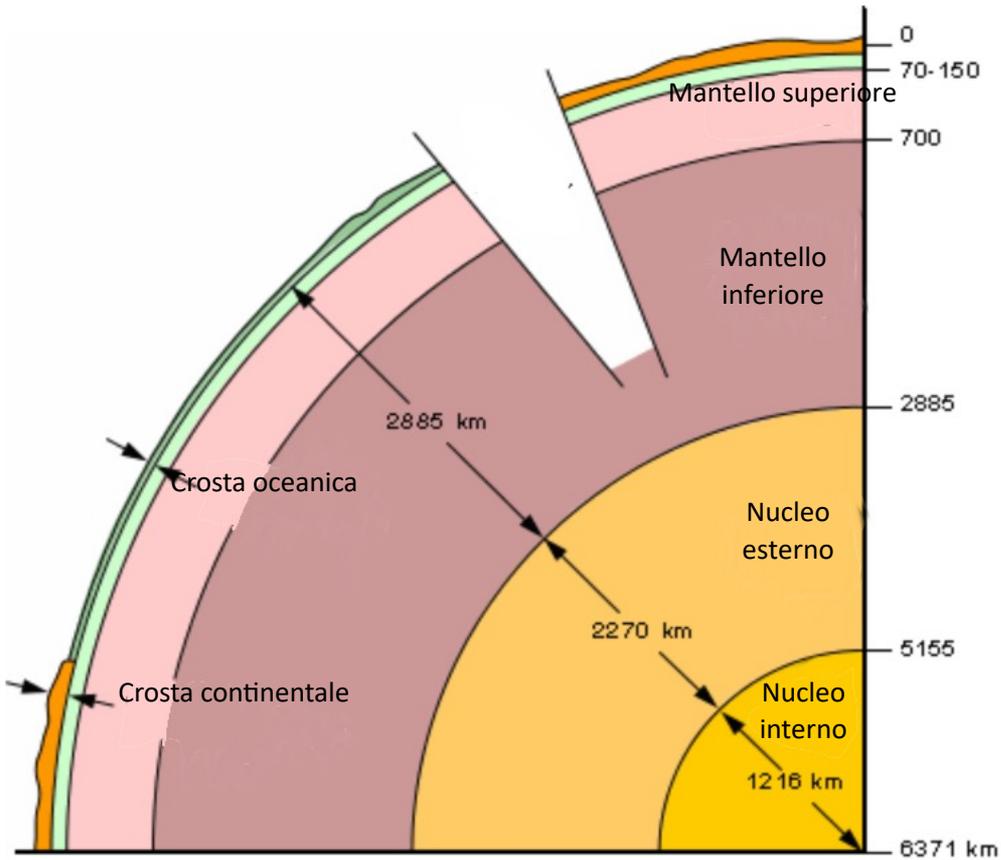
DISCONTINUITÀ DI LEHMANN

IN REALTÀ DIMOSTRATO SOLO NEL 1970 MEDIANTE REGISTRAZIONE PKiKP

LE ONDE S NON SI PROPAGANO NEL LIQUIDO, QUINDI ABBIAMO ANCHE INFORMAZIONI SULLO STATO DELLA MATERIA



Struttura interna della Terra



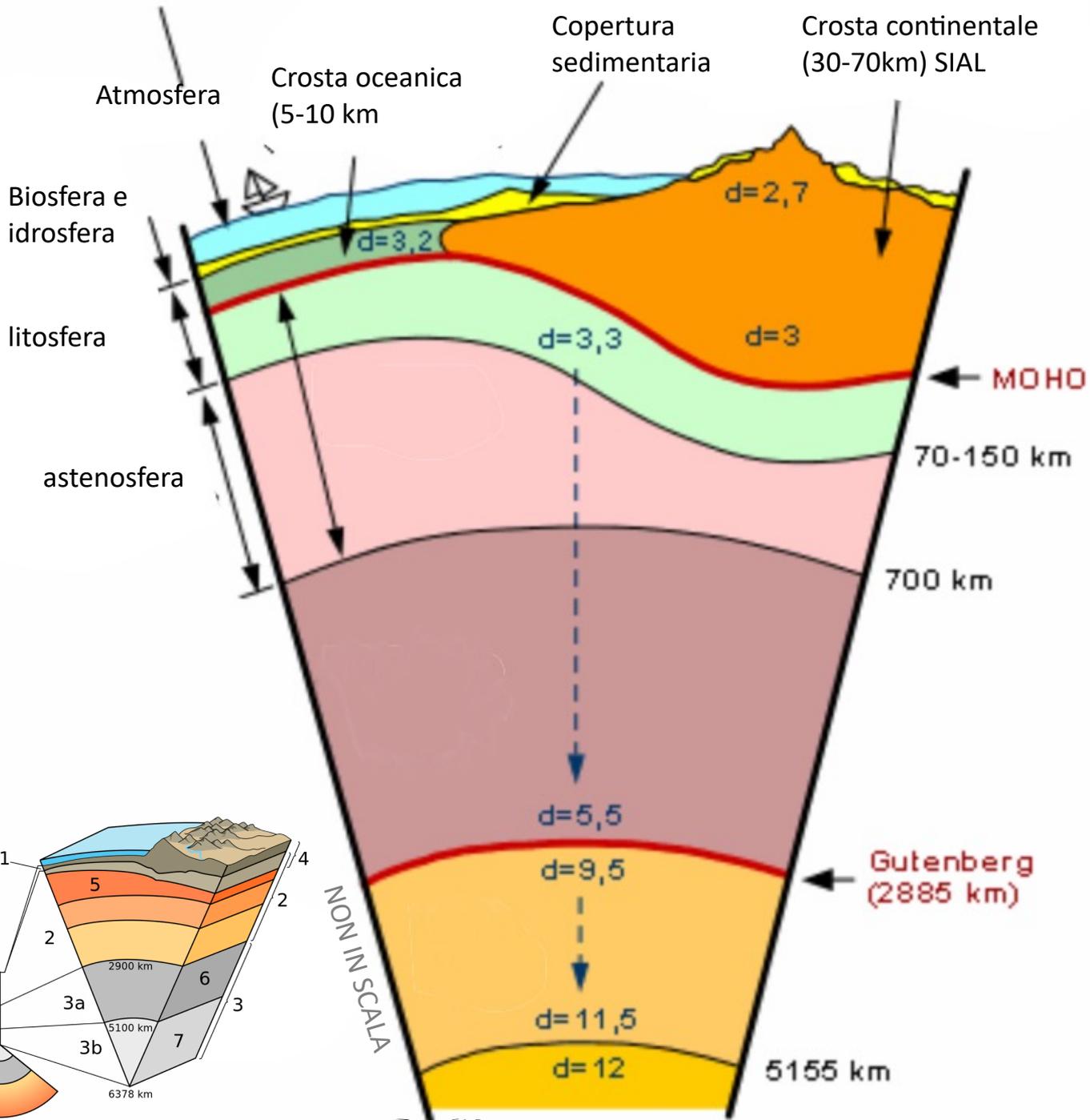
L'interno della Terra è costituito da una successione di strati con differenti proprietà fisiche

Nucleo: 17% in volume

Mantello: 81 %

Crosta: 2 %



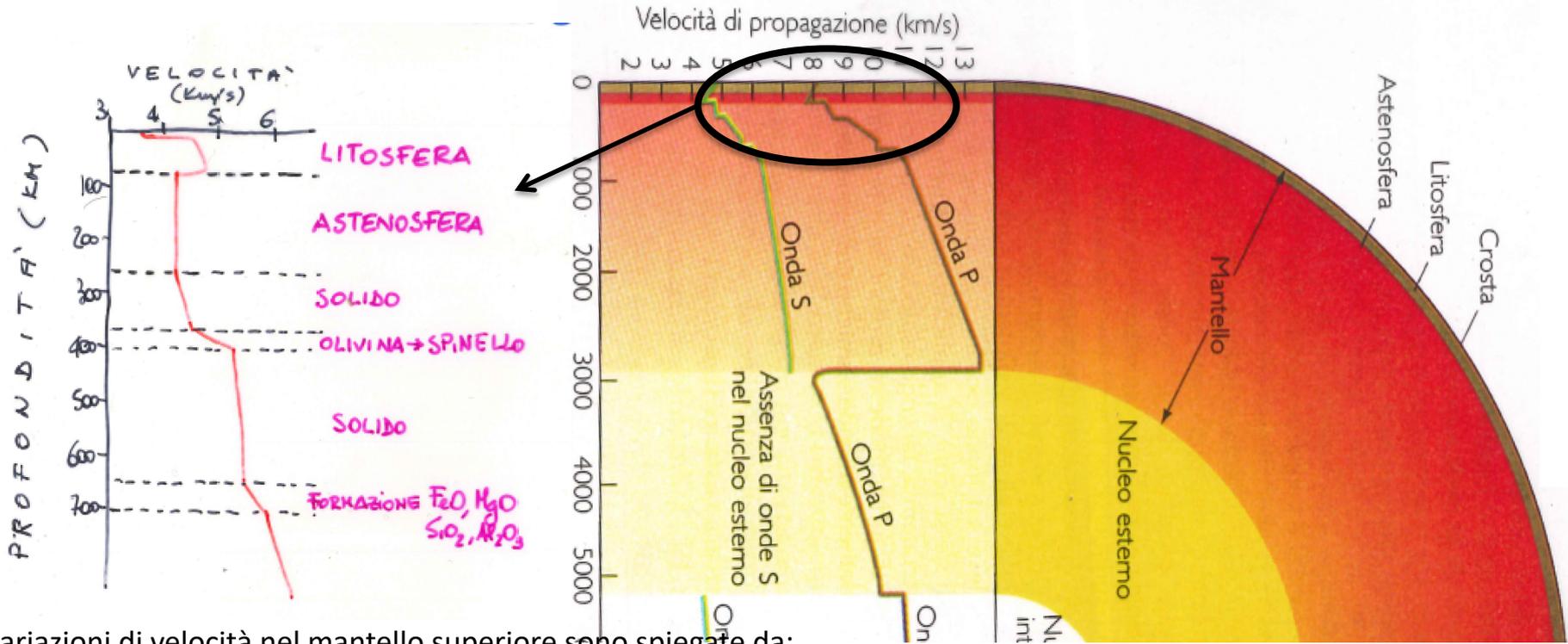


Discontinuità di Mohorovicic (moho), segna un contrasto di densità tra la crosta e il mantello

Discontinuità di Gutenberg, indica un grande contrasto densità fra il mantello e il nucleo

Discontinuità di Lemhan, indica un grande contrasto di densità e reologia fra il nucleo interno ed esterno

Variazioni di velocità/densità indicano passaggi di fase mineralogica o parziale fusione



Le variazioni di velocità nel mantello superiore sono spiegate da:
LITOSFERA rigida, interamente solida, crosta+ mantello superiore

-----70-80km-----

ASTENOSFERA a bassa velocità, fusione parziale (1-10%), peridotitica- livello scollamento placche

-----260km-----

SOLIDO, non c'è fusione, velocità cresce con profondità per pressione=densità

400-410 km ---AUMENTO DI VELOCITA' da passaggio di fase olivina->spinello per elevata P

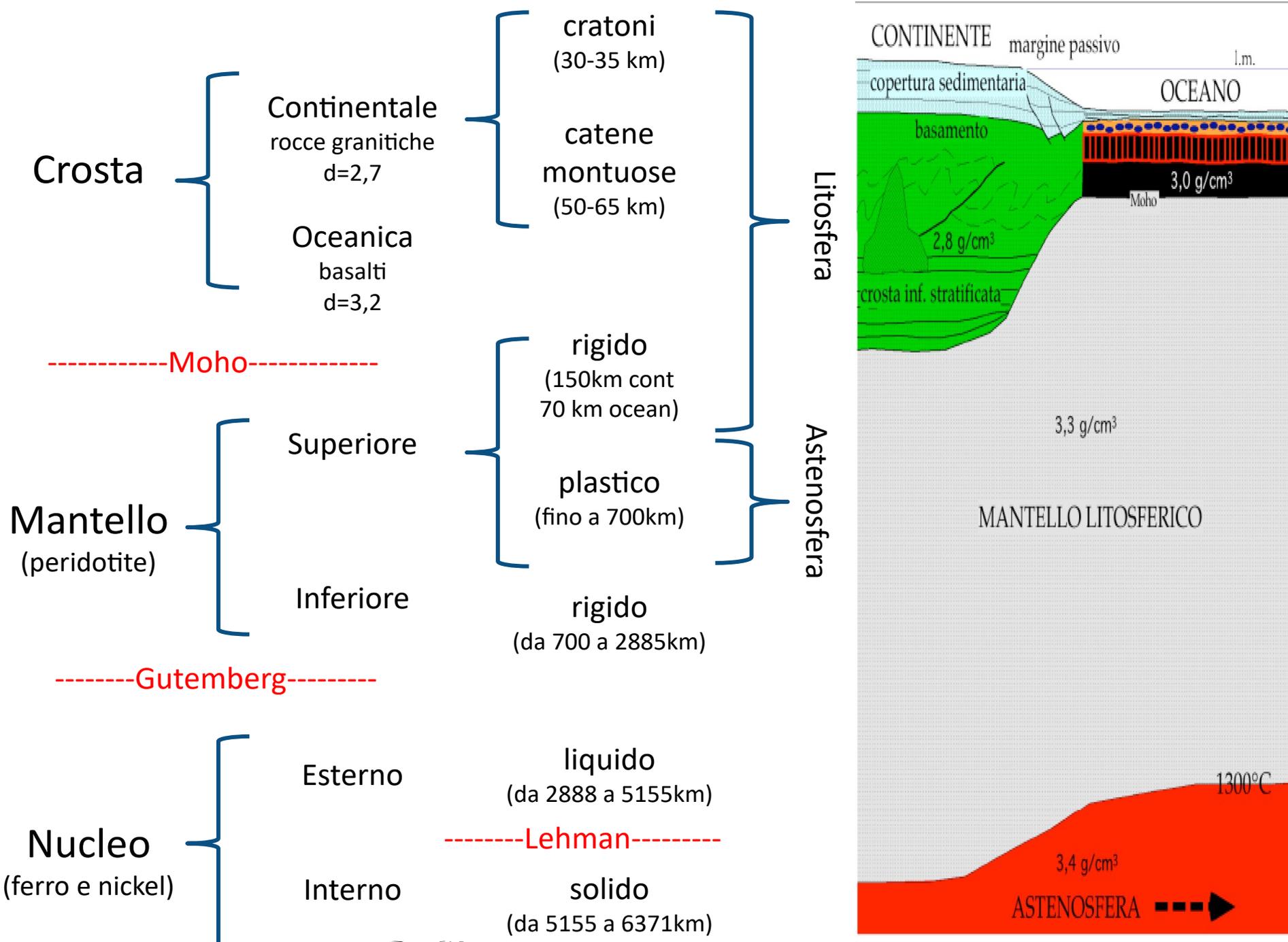
SOLIDO, non c'è fusione, velocità cresce con profondità per pressione=densità

-----650-700km ---AUMENTO DI VELOCITA' da passaggio di fase spinello-> ossidi semplici

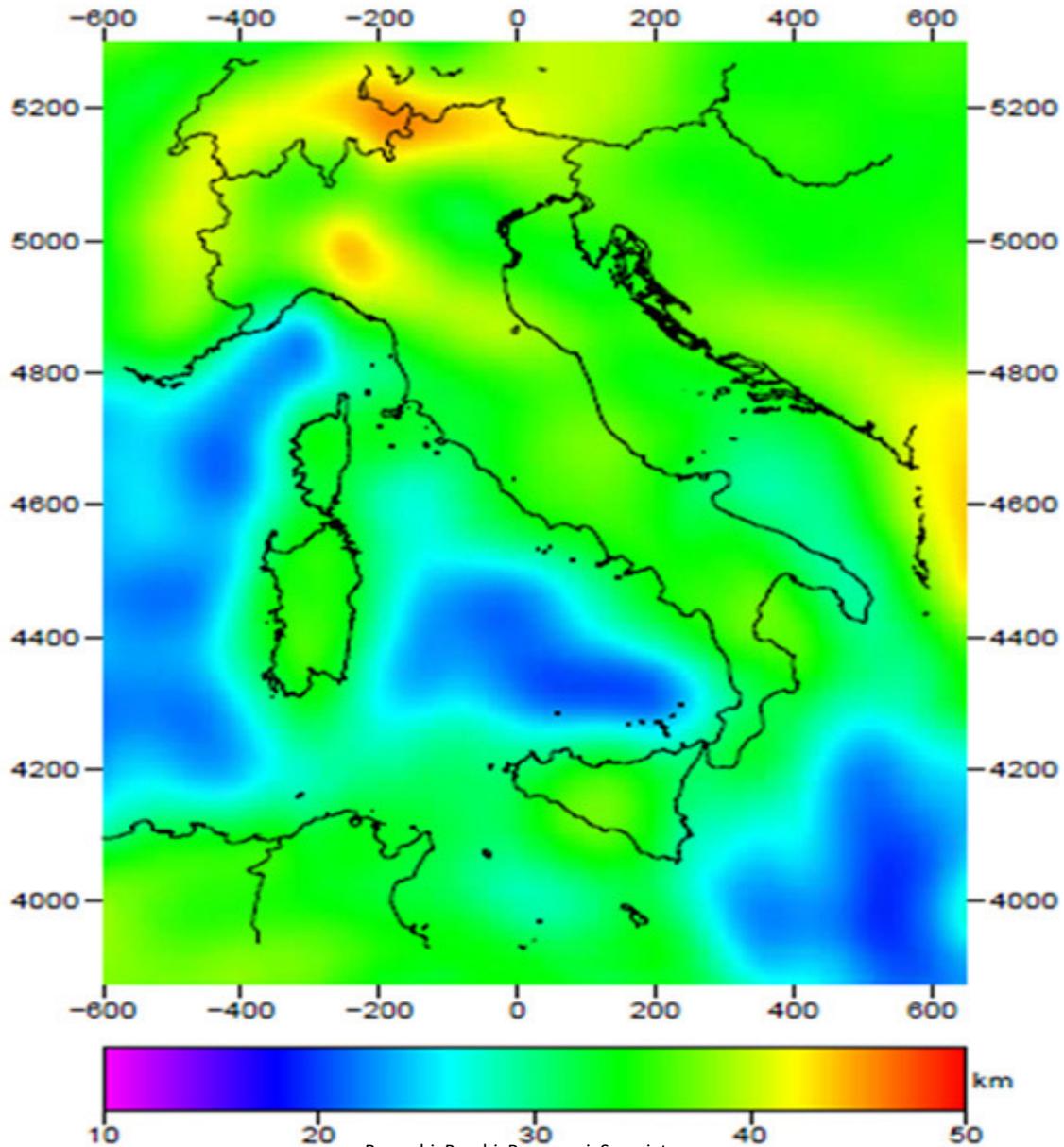
ZONA DI TRANSIZIONE

-----1050km-----

MANTELLINO INFERIORE

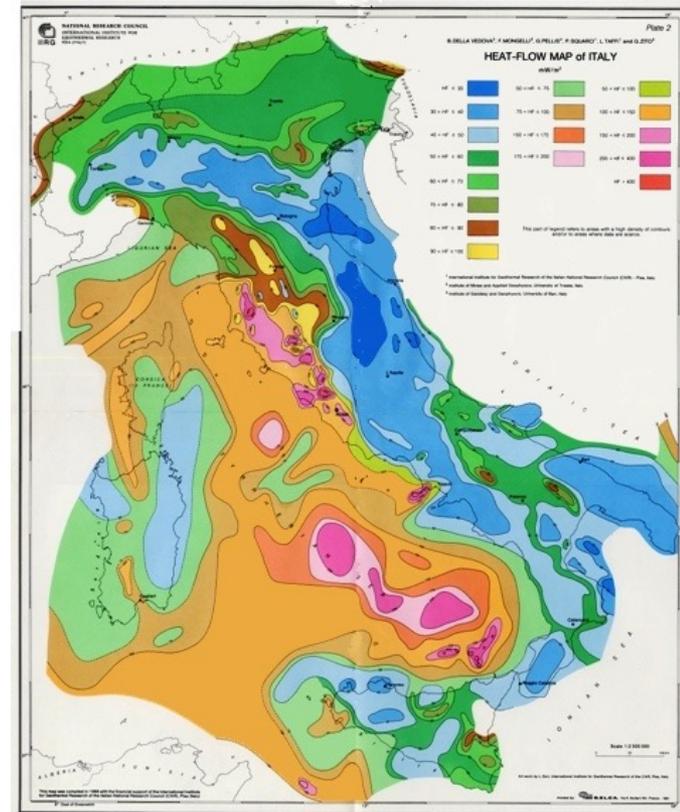


Profondità della Moho in Italia



Barzaghi, Borghi, Reguzzoni, Sampietro.
http://www.esa.int/esaCP/SEMZS98YBZG_Italy_0.html

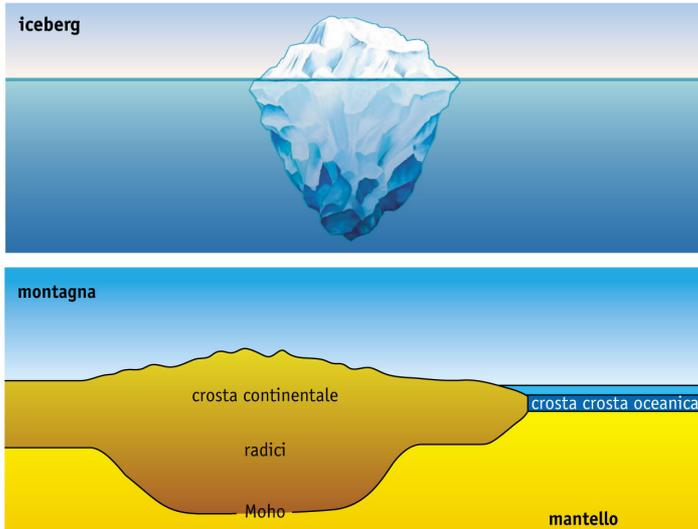
Flusso di calore



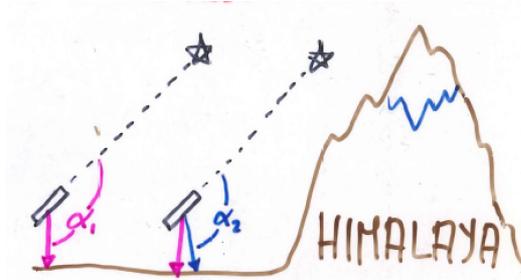
Isostasia

Meccanismo di galleggiamento per raggiungere un equilibrio gravitazionale (geoide) rispetto al quale le differenze sono di poche decine di metri.

La Moho varia di profondità per produrre una colonna di rocce che, in profondità, esercitino uguale pressione



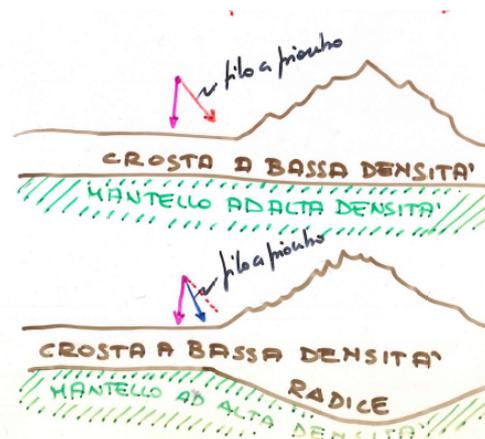
La spinta isostatica è paragonabile, a quella che consente il galleggiamento di un iceberg. (spinta di Archimede)



Misura della distanza Kalina-Kalimpur nel 1830, risulta 150m (su 600 km) differente se misurata topograficamente o rispetto alle stelle fisse

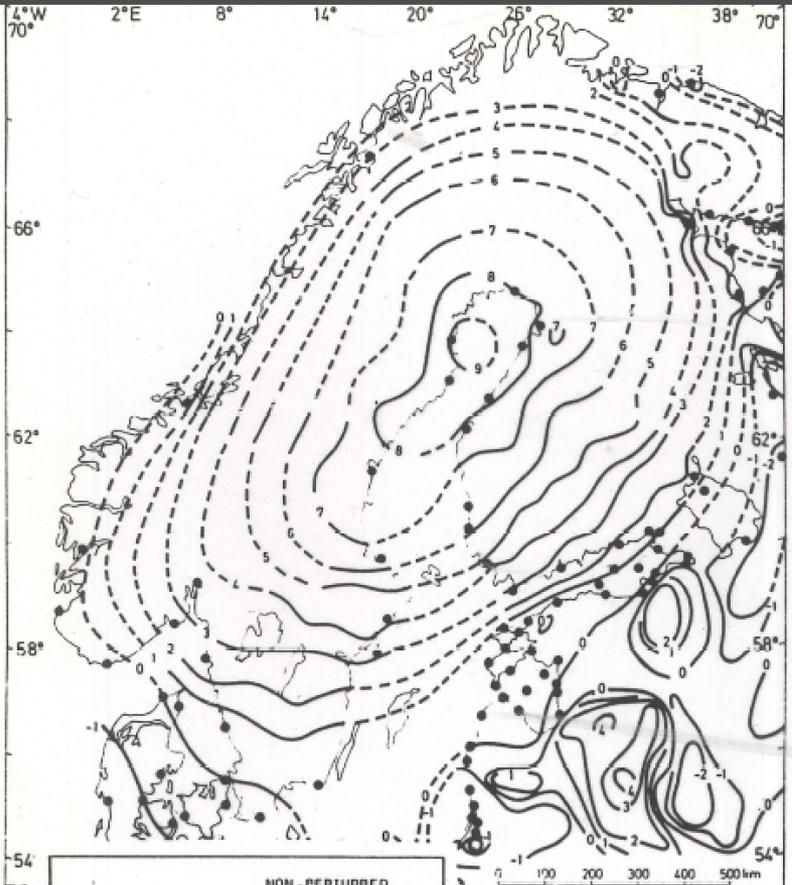


Calcolando l'attrazione che la massa himalaiana esercitava sul filo a piombo, essa era minore di quanto aspettato

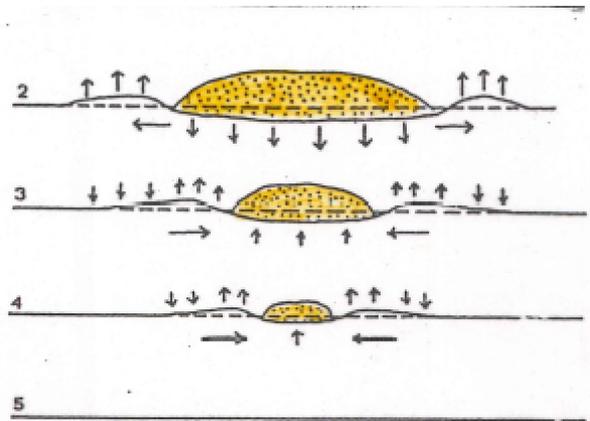
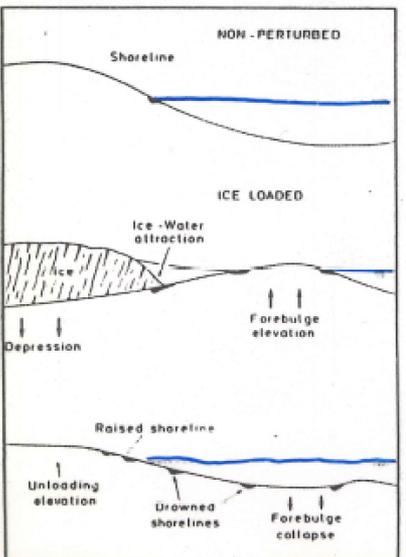


Nel 1865 Airy fornisce una spiegazione basata sul principio dell'isostasia (radici delle catene montuose)

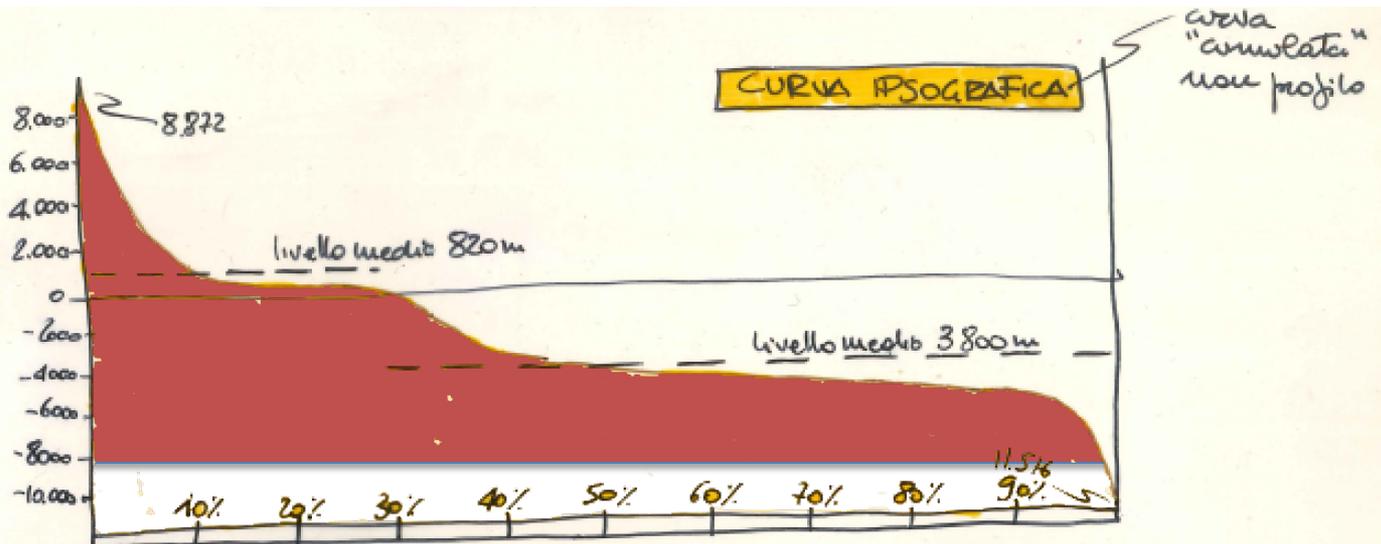
Vi sono delle anomalie isostatiche (ad es. scudo fennoscandinavo) con velocità di aggiustamento molto alte (mm/anno) che dimostrano la bassa viscosità del mantello.



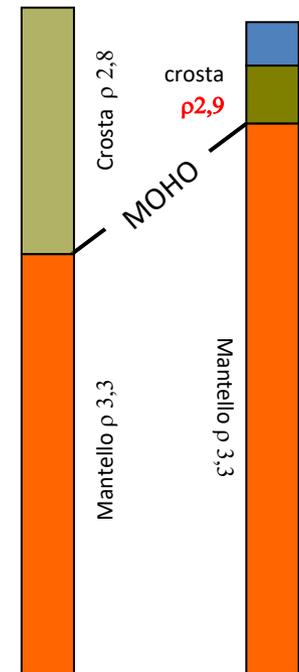
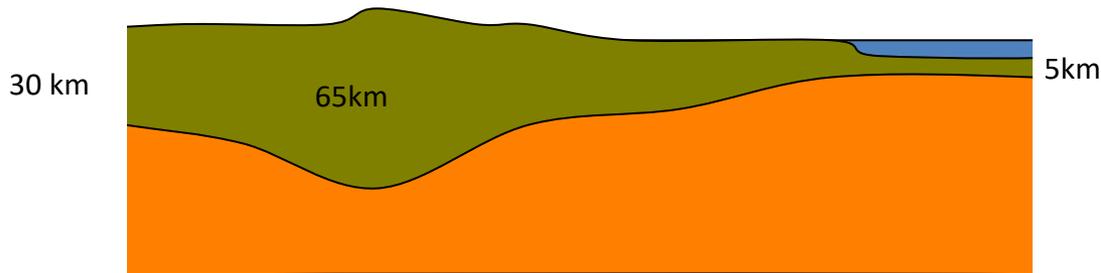
Nel golfo di Botnia, vi sono spiagge di 10.000 anni fa sollevate di molte decine di metri.



La crosta terrestre



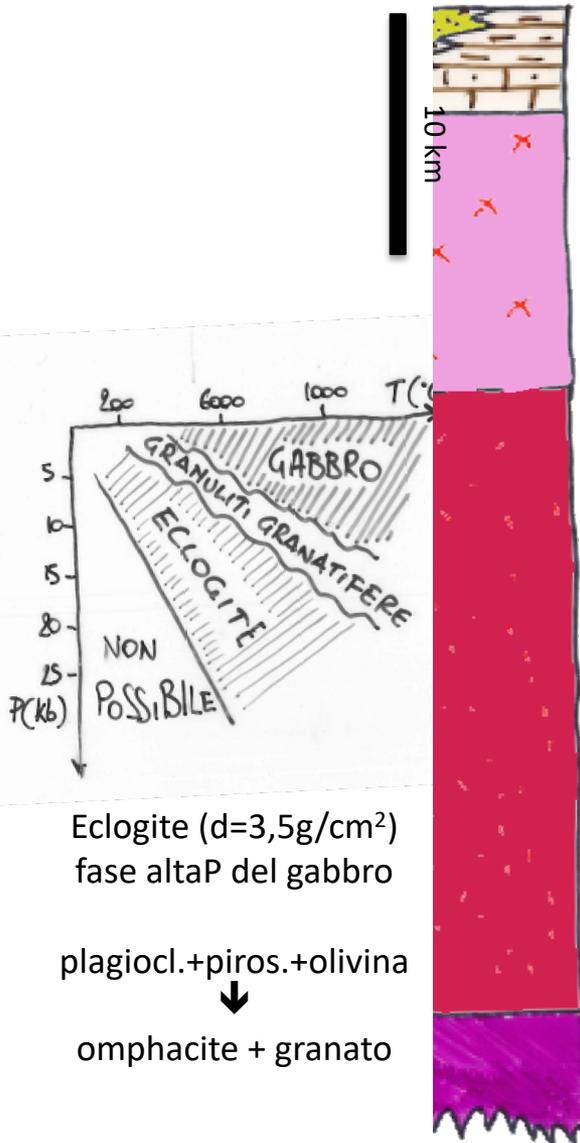
La distribuzione ipsometrica riflette l'equilibrio isostatico



Crosta continentale rocce sialiche $d=2,7$

Crosta oceanica rocce basiche $d=3,2$

La crosta terrestre



Sedimenti e rocce

Gneiss

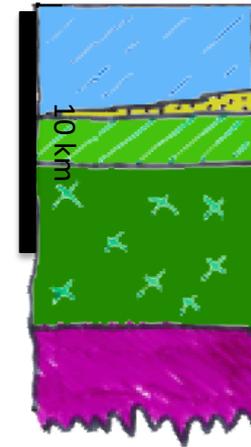
Anfiboliti

Granuliti

Eclogiti

MOHO

Mantello peridotitico

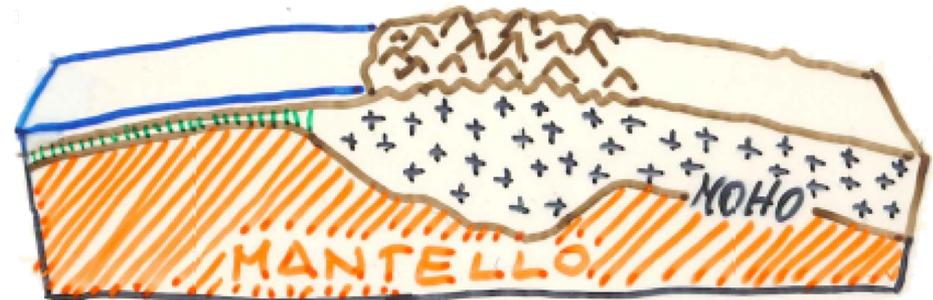


Sedimenti
Basalti

Gabbri

MOHO

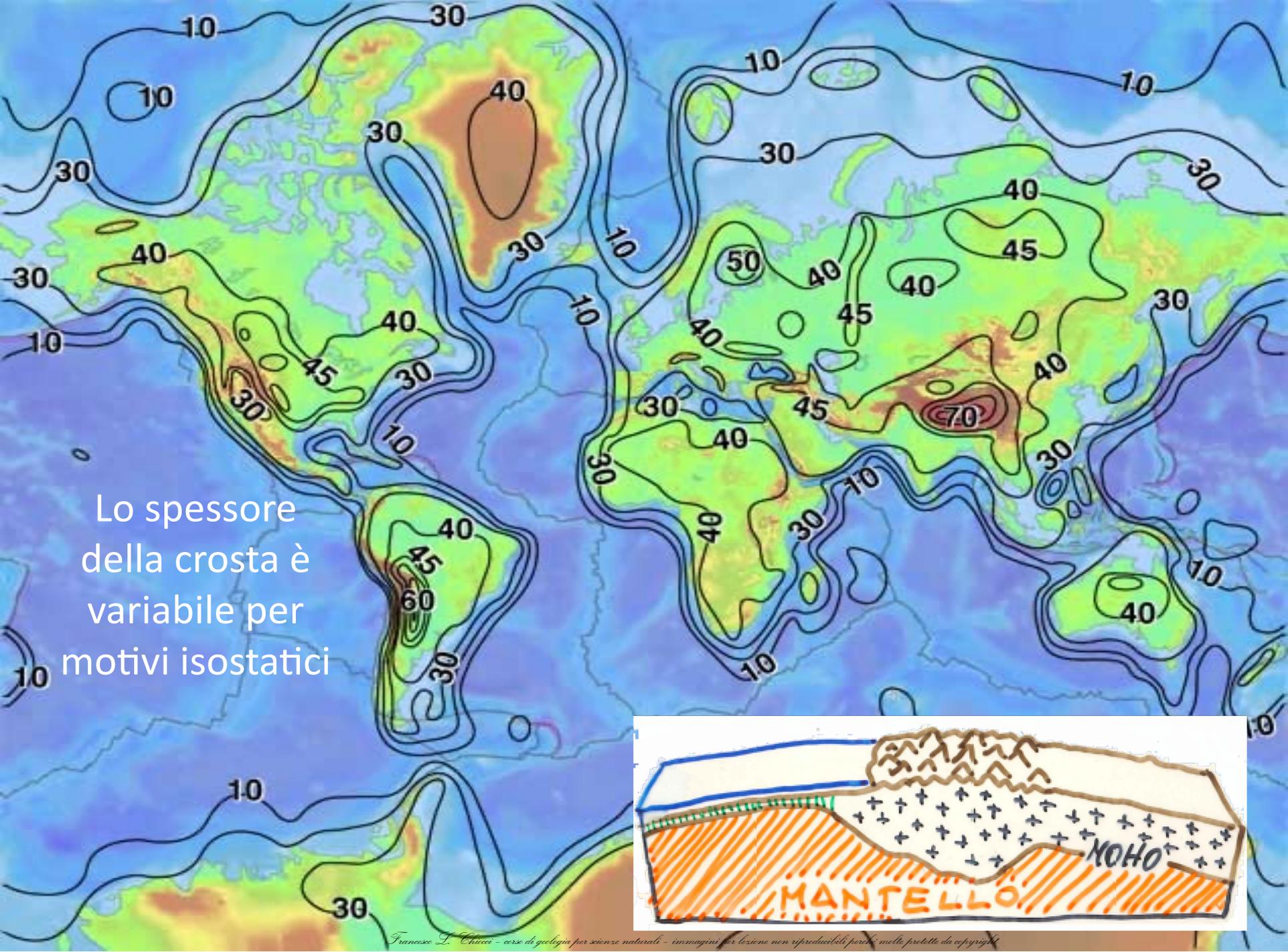
Mantello peridotitico



Crosta oceanica massimo 5 km.

Crosta continentale massimo spessore (70km) sotto catene antiche;

30-40 km nei cratoni o catene giovani



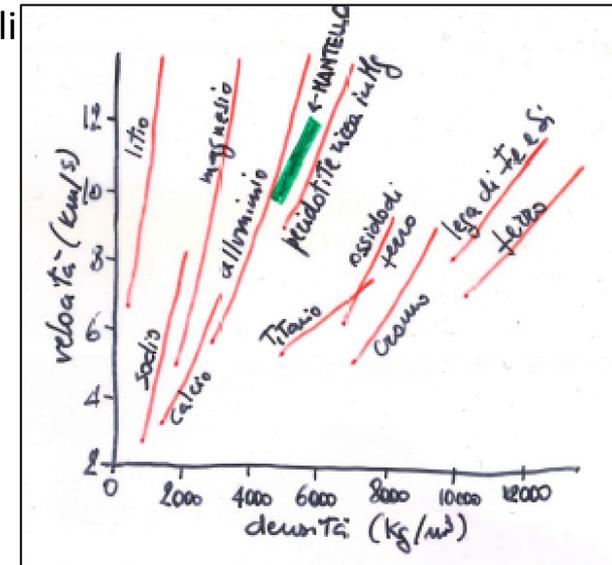
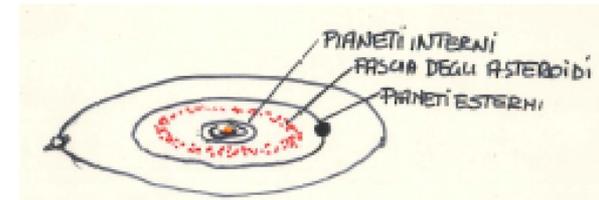
Lo spessore della crosta è variabile per motivi isostatici



Il mantello

La terra viene colpita da meteoriti che vengono dalla fascia degli asteroidi. Esse rappresentano la materia del sistema solare e sono: Ferrose e Litiche.

Le proporzioni di Si, O, Mg, Ca, Na nei silicati sono simili a quelli delle peridotiti. Mancano i metalli che sono probabilmente nel nucleo



La velocità V_p (9-10km/s) è compatibile con la peridotite alle pressioni del mantello

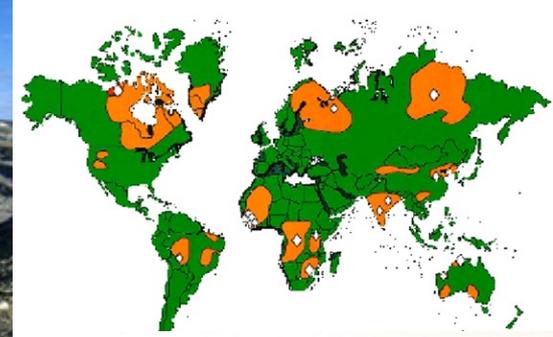
68% della massa
84% del volume

Ha natura **peridotitica**

Rocce ultrafemiche olivina (peridoto) 60%+piross.

I **basalti** della crosta oceanica vengono dalla fusione parziale delle **peridotiti**

Evidenze da xenoliti nei camini kimberlitici

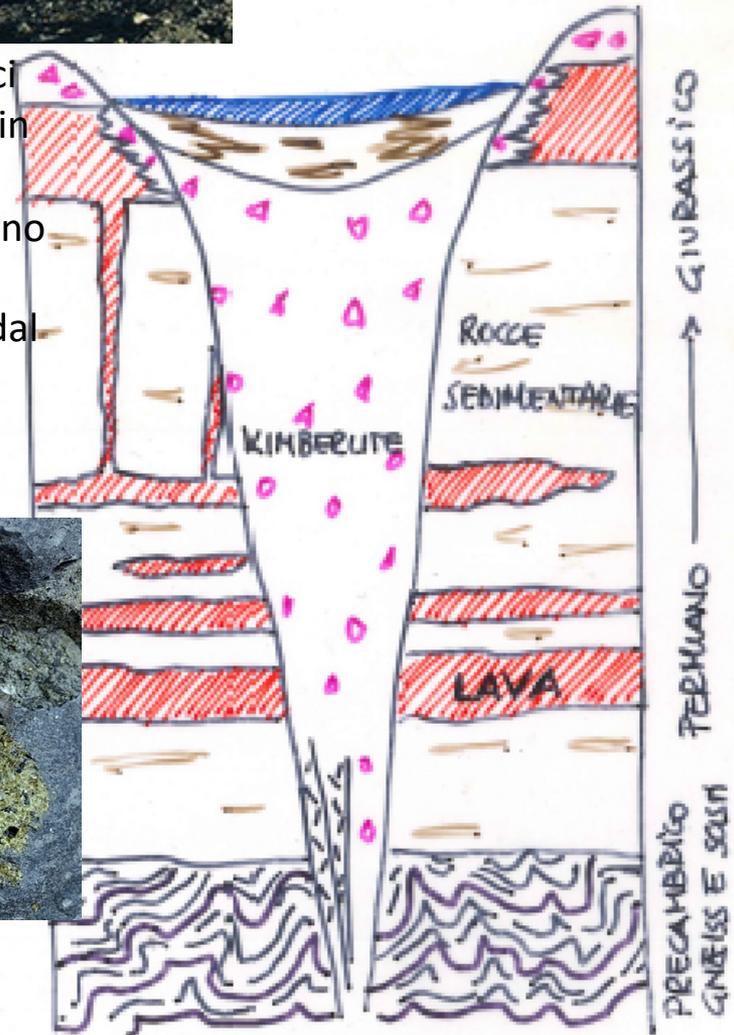
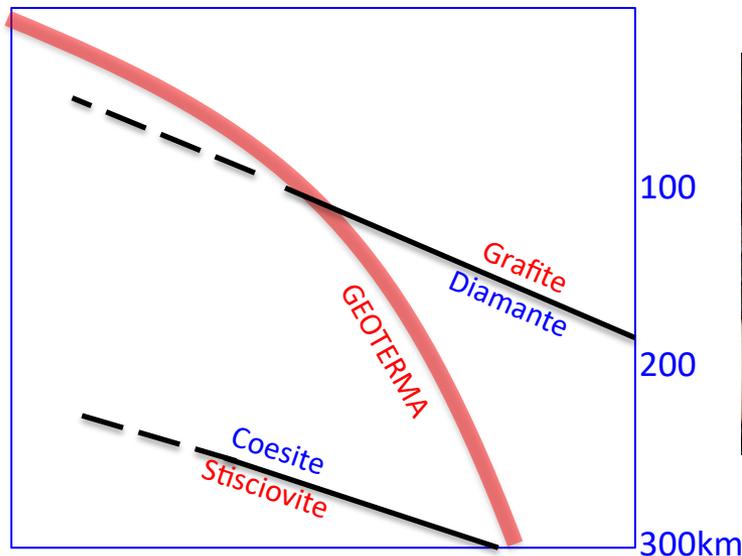


Le kimberliti sono rocce vulcaniche cretache in camini vulcanici erosi stretti poche centinaia di m. Sono rocce compatte e ricche in olivina.

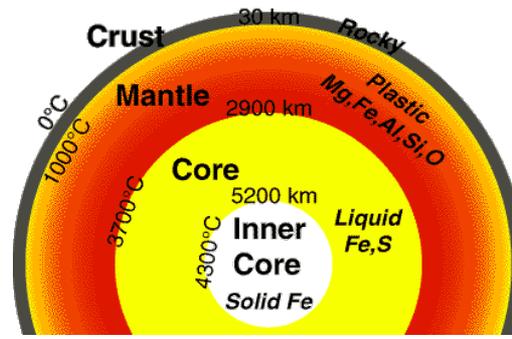
Contengono tasche di noduli ultramafici (peridotitici) con all'interno diamanti e coesite.

I campi di stabilità (per P e T terrestri) indicano che provengono dal mantello (100-300km).

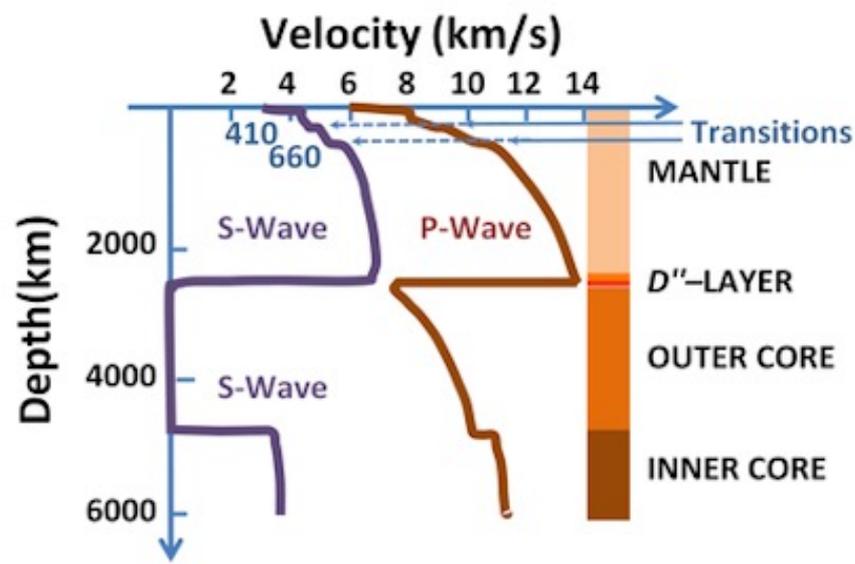
0 200 600 1000 1400 1800° C



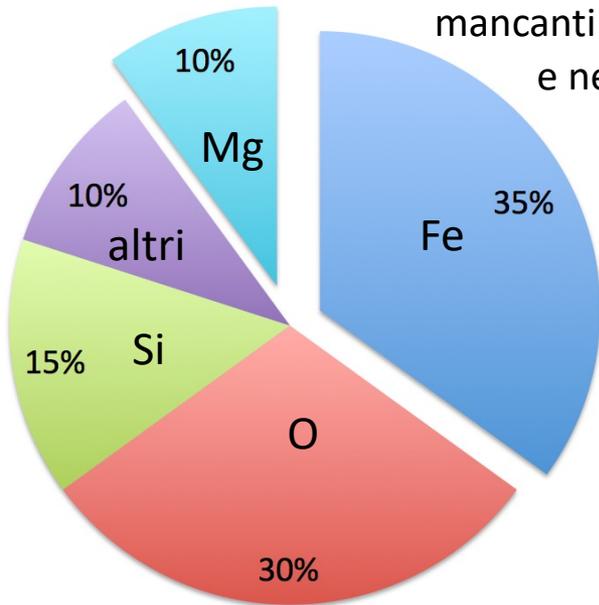
Il nucleo



32 % della massa
16% del volume

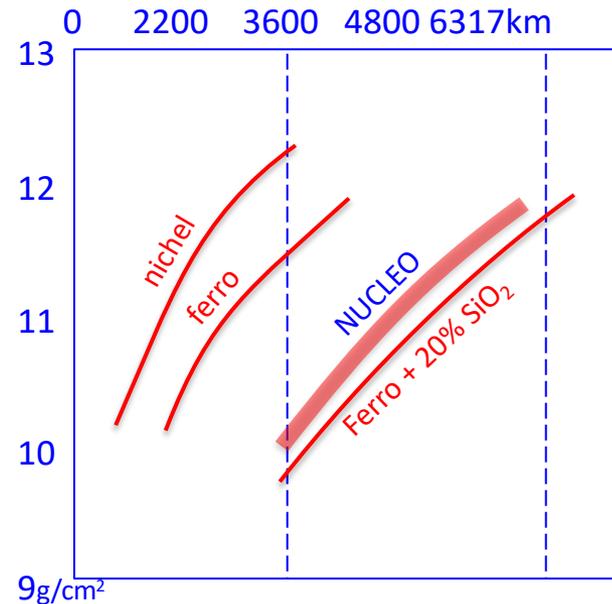


Dove sono questi elementi Fe, Mg mancanti nella crosta e nel mantello?



% elementi nel sistema solare

Se il nucleo fosse interamente di Ni e Fe sarebbe troppo denso, quindi bisogna ipotizzare una parte di SiO₂, o S o altro



Le Sideriti (meteoriti metalliche formate da leghe di ferro-nichel) testimoniano che nel sistema solare ci sono meccanismi in grado di creare ammassi di solo metallo, nuclei di antichi pianeti



Meteorite Alvor, un'ottaedrite con visibili le figure di Widmanstättè (come facce di un ottaedro)

Uegit, meteorite di 251 Kg Lugh Ferrondi, Somalia conservato presso il Museo Universitario di Scienze della Terra in Sapienza.

E' un'ottaedrite con caratteristiche fossette e convessità, dovute al passaggio nell'atmosfera.