

LA TERRA:

1/10/2025

Premessa: la terra è un pianeta geologicamente vivo e tutti i fenomeni sono legati a quello che accade sulla terra, ma noi possiamo solo ipotizzare quello che accade sulla sua superficie.

Pilastri:

1-il tempo profondo della terra: è il maggior contributo della geologia al pensiero umano, esso permette di ricostruire la storia della terra e collocare il genere umano in modo corretto all'interno di questa Storia.

2-la teoria della tettonica delle placche: spiega come funziona la terra ed è la teoria fondamentale della geologia.

Esempio: Heezen nel 1960 fa un'ipotesi che poi verrà verificata nel 1963, capendo che quello che diceva lo studioso era vero (approfondisco la cosa)

Differenza tra rischio e pericolosità:

Rischio: prodotto di pericolosità, valore esposto e vulnerabilità (esso tiene in conto le persone)

1 pericolosità: è la probabilità che una determinata area sia interessata a fenomeni distruttivi in un preciso intervallo di tempo

2 valore esposto: è l'insieme di persone, infrastrutture e costruzioni presenti nell'area potenzialmente interessata

3 vulnerabilità è la stima del valore esposto che si pensa verrà perduta

In Italia:

A nord troviamo due catene montuose le Alpi e per la parte centrale gli Appennini.

Le zone a più alto rischio, tenendo conto della sismicità, sono a Nord il Veneto e parte del Friuli.

Le Alpi al contrario degli Appennini non sono a rischio, i terremoti più forti sono comunque in Calabria e Sicilia per l'Etna.

Ci sono molti vulcani in Italia anche sottomarini, attivi costantemente monitorati perchè hanno un rischio poichè possono creare onde di marea dunque tsunami.

In Italia abbiamo un' unica grande pianura ovvero la Pianura Padana che è chiamata anche Pianura Alluvionale perchè è legata alle alluvioni del fiume Po. Un'alluvione però non è una cosa negativa, al contrario di ciò che si pensa, poichè qui la vita si può sviluppare perchè il sottosuolo è pieno d'acqua. Vicino al mare però la Pianura padana è più bassa a causa dei cambiamenti apportati dall'uomo, si vede un notevole abbassamento vicino al mare.

Il termine alluvione dunque diviene negativo, pensato all'interno del concetto di rischio.

Cos'è la sismicità:

Essa indica se una catena montuosa è attiva, ex sappiamo che le Alpi non crescono molto perchè sono a bassa sismicità

La forma della terra: è una sfera divisa in strati concentrici, ma è davvero così?

Nel III secolo dunque nell'ellenismo, Eratostene si pone il problema di misurare la circonferenza della terra, la quale scopre che è di 40 mila km in Egitto lui parte dalla considerazione della distanza tra Syene e Alessandria.

Spiegazione esperimento di Eratostene: lui osservò che a Siene il sole era allo zenit perpendicolare alla superficie a mezzogiorno, lo capì perchè i raggi del sole arrivavano in fondo al pozzo senza proiettare ombre.

Alessandria invece nello stesso momento, oggetti verticali proiettavano ombra dunque essa non era nello zenit. Eratostene misura l'angolo d'ombra e se la terra è sferica esso corrisponde alla differenza angolare tra le città.

5mila stadi (distanza città) e l'arco 1/50 della circonferenza terrestre.

Circonferenza terrestre= 50×5 mila = 250 mila stadi che corrispondono a 40 mila km

In realtà la terra non è sferica infatti a causa della forza centrifuga dovuta alla sua rotazione presenta un rigonfiamento lungo la fascia equatoriale con raggio di 6.378 km e uno schiacciamento nelle zone polari raggio polare di 6356 km con differenza di circa 21 km

3/10/2025

La terra:

Parametri:

Densità rapporto tra massa e volume ed è il parametro più importante

Rigidità in geologia è la proprietà della roccia allo stato cristallino di opporsi alle sollecitazioni tendenti a modificare la forma. Nella densità rientra il modulo di compressibilità K è l'aumento della densità provocato da una compressione. Ed è def. come l'incremento di pressione necessario a causare un relativo incremento di densità.

Viscosità di un fluido è bassa se va veloce come l'acqua, è alta se va piano il fluido come il miele

Il geode:

Se guardiamo i due raggi la terra non è sferica ma il solido che meglio descrive la terra è il geode, definito da Listing.

Il geode: è la superficie che passa per il livello medio del mare in ogni suo punto, ed estesa idealmente anche sotto i continenti.

E' un solito ideale con forma irregolare (con zone rilevate in rosso e depressioni in blu) e ha superficie sempre perpendicolare ad un filo a piombo (cioè alla direzione della forza di gravità). Fatto con cubo metallico e con filo che ha sempre una superficie perpendicolare ad un filo a piombo.

La forma del geode è irregolare e dipende dalla variabilità e dalla distribuzione dei materiali (densità e tipi di rocce) che costituiscono la terra e che modificano la direzione della verticale e l'inclinazione della superficie di un liquido in quiete.

Ci sono anomalie positive del geode (i rilievi in rosso) e negative (in blu-depressioni) e sono zone in cui abbiamo rispettivamente eccessi e deficit all'interno della terra

Se la terra fosse costituita solo da un materiale essa sarebbe di forma regolare, al contrario di com'è ora.

Per le carte non si usa il geode ma qualcosa di costante che ruota chiamata ellissoide di rotazione o sferoide e si usa questa superficie per costruire le carte geografiche.

L'ellissoide: è una superficie sferica deformata scalando una o due dimensioni, un ellissoide di rotazione ha due raggi uguali tra loro (raggi equatoriali sono uguali ma diversi dal polare)

Tutte le carte si rifanno all'ellissoide di rotazione, quindi non si usa il geode.

La terra non è sferica, ma comunque schiacciata ai poli e per le carte si usa l'ellissoide

per sapere come è davvero fatta la terra dobbiamo tornare al geode, dove le zone rialzate hanno eccesso di massa, cosa vuol dire?

Le anomalie positive e negative le spieghiamo in questo modo: ipotesi isostatica.

La superficie terrestre è divisa in modo semplice in un livello superficiale, di qualche decina di km, formato da due rocce diverse con densità diversa. Il livello appoggia su un altro più profondo di rocce, molto dense, le rocce superficiali: una è meno densa del livello su cui appoggia (es iceberg) l'altro livello ha densità uguale o leggermente superiore, quindi tende a sprofondare e questo spiega le anomalie blu delle zone depresse.

Quindi in sostanza in questa teoria si ipotizza che: ci sia un livello superiore della terra formato da due tipi di rocce diverse con diverse densità che poggia su un altro livello di inferiore formato da rocce dense.

-le zone con eccesso di massa in superficie (anomalie positive-come montagne) sono zone del livello superiore con rocce di minore densità che tendono a galleggiare su quello inferiore di maggiore densità (ex: iceberg che galleggia sull'acqua)

-le zone con deficit di massa in superficie (anomalie negative-zone depresse oceaniche con spessore minore) sono le zone del livello superiore che però tendono a sprofondare nell'inferiore perchè più dense.

Come sono stati riconosciuti i livelli più o meno densi?

Con nessuna analisi diretta, perchè il pozzo più profondo mai fatto (qualche decina di km, raggio terra 6000km) spiega solo i contenuti della terra a una certa profondità

Camino Kimberlitico: dove si estraggono diamanti, sono dei condotti vulcanici che riuscivano a portare il magma dalle profondità della terra alla superficie.

Essi sono pochi, vengono principalmente da Sud Africa, e di essi sono studiati i diamanti per ricostruire la zona della terra.

Gli Xenoliti, sono frammenti di roccia proveniente da profondità di qualche centinaio di km di questi camini e studiandoli possiamo ricavare informazioni dirette di come è fatto l'interno della terra.

Metodo della sequenza ofiolitica, rocce sovrapposte una sopra l'altra (es a Cipro) e che determinati processi geologici hanno portato in superficie.

Sono rocce più superficiali (30km di profondità si sono formate) di quelle kimberlitiche, si possono trovare nel mar mediterraneo o Oman o Arabico.

Metodi indiretti:

Sono metodi dove si fa analisi, si ha una risposta e qui si ipotizza qualcosa.

I metodi sono 3 (importanti 1 e 3)

- onde sismiche: esse hanno permesso di costruire l'attuale modello della terra
- sistema solare e terra come si è formato
- la distribuzione del calore terrestre

1-Onde sismiche:

Vuol dire che ci sono terremoti: che è liberare in modo istantaneo energia accumulata in secoli o decenni dalle rocce, liberata sotto forma di onde sismiche nel momento in cui avviene la frattura (perchè il volume di roccia si separa in due elementi) quel punto della frattura è chiamato piano di faglia che può essere: inversa, normale o trascorrente.

Le onde sismiche più importanti sono le primarie (p) e secondarie (s)

Le P sono più veloci e vengono prima registrate, le onde sono onde meccaniche che andando deformano tutte le zone. Quando esse arrivano in superficie c'è un'onda.

L'onda sismica si propaga all'interno della terra nel focus ovvero ipocentro, dove si origina il terremoto e lo scorrimento della faglia, in superficie invece è l'epicentro.

In Italia e in tutto il mondo i terremoti arrivano nei 15/20 km in profondità tranne per le isole Eolie che possono essere profondi centinaia di km, ma ci sono posti dove arrivano oltre i centinaia come il Giappone e Alaska.

Le onde primarie fanno vibrare il suolo nella stessa direzione in cui si propagano e sono le più veloci, le secondarie fanno vibrare le rocce perpendicolarmente rispetto alla loro direzione di movimento (le fanno saltare).

Le onde sono state usate e si è capito che ci sono zone d'ombra:

(Esempio: al Polo nord c'è un terremoto, con ipocentro 10 km le onde scenderanno verso sud fino ad attraversare la terra.)

Le onde P scompaiono a 100 gradi dall'epicentro di un terremoto e riappaiono a 140 gradi (zona d'ombra delle onde P), le onde S invece scompaiono a 100 gradi dalla zona di epicentro di terremoto e non riappaiono più però (zona d'ombra delle onde S).

Se misuro come si muovono le onde sismiche si può capire che la zona d'ombra delle onde S è quella in cui esse scompaiono, le ritrovo dalla partenza con angolo di 100 gradi da ovest o est.

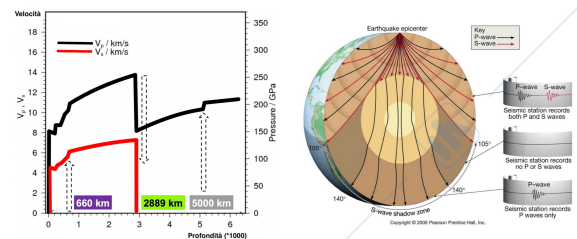
A 3000 km la velocità delle onde S va a zero.

Perchè le onde S si comportano così? Capiamolo con le formule della velocità

Le formule

$$V_p = \sqrt{\frac{k + \frac{3}{4}\mu}{\rho}} \quad V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Inizio di divisione della terra con onde sismiche e formule:



Le onde S attraversano la terra secondo densità fratto rigidità, la roccia ha una certa rigidità il liquido uguale a zero, se esse spariscono il numeratore è zero. Perché velocità(v) sia zero il numeratore deve essere zero. Quindi a tremila km di profondità ho una zona liquida. Le onde P passano nei fluidi anche se vengono diffratte, perché al numeratore della formula troviamo K ovvero la compressibilità del mezzo. Comunque l'onda P diminuisce perché toglie tre quarti di rigidità.

Deduco che c'è una zona della terra che è in forma liquida, ma non unica. Questo perché ci deve essere una pallina gialla più piccola, secondo l'andamento delle onde P esse a 5000km aumentano la rigidità e velocità perché incontrano una zona solida. Quando si va nella zona liquida diminuisce, mentre il numeratore e dp aumenta in zona non liquida.

Fu una donna, Lehmann che iniziò a studiare le onde P e le onde S che capisce che la parte interna non è solo liquida e la chiama nucleo. Alcuni studiosi pensano che il nucleo solido centrale non sia sempre esistito, la terra si raffredda e quindi il nucleo diviene solido inizialmente era liquido secondo loro. Si stima che il nucleo interno solido si sia formato circa 2 miliardi di anni fa, da allora è in continua espansione per il raffreddamento del nucleo liquido.

Studiando sempre l'andamento delle onde sismiche ci si è accorti poi che esiste una regione abbastanza superficiale della terra dai 100km di profondità a 250-400km dove le onde sismiche rallentano. A basse profondità entrambe le onde fanno un rallentamento, questa zona è un canale a bassa velocità. Se sia le P e le S diminuiscono questo è solido o liquido? E' plastico, profondità superficiale della terra con comportamento plastico zona chiamata canale a bassa velocità.

2-ipotesi astronomica del sistema solare e della terra

Insieme alle onde sismiche la fisica spiega come si è formata la terra.

la terra si è formata in seguito all'aggregazione di piccoli corpi celesti (planetesimi) scontrandosi tra loro si fondeva e essi hanno permesso successivamente che elementi più densi si segregassero verso il nucleo terrestre, differenziazione chimica elementi pesanti verso il nucleo.

Se bisogna dividere la terra con gli elementi:

Ferro e nichel: nucleo esterno e interno

Gli altri elementi via via che ci muoviamo verso la superficie

Gli elementi più densi al centro al contrario di quelli più leggeri. Ossigeno, silicio e alluminio sono li elementi che più troviamo in superficie.

Questa differenza di composizione si riflette sulla densità delle rocce e materiali che li contengono e si misura in grammi al cubo o tonnellate al metro cubo.

Le rocce e i materiali che formano i livelli più profondi saranno più densi di quelli che invece provengono dai livelli più superficiali.

Nucleo esterno/interno posso parlare di materiale in quelli superficiali parlo di rocce da 0 a 3000.

Da tutto ciò è nata l'ipotesi che il campo magnetico terrestre sia generato dall'interazione tra i due nuclei che girano, il polo nord geografico è diverso da quello nord magnetico. Infatti il nostro campo magnetico è modellizzato come un campo generato da un dipolo magnetico con i poli magnetici non coincidenti con quelli geografici (asse inclinato di 11 gradi rispetto all'asse di rotazione terrestre).

3-la distribuzione del calore terrestre

Dal momento della sua nascita la terra sta subendo un lento e costante raffreddamento.

Il calore emesso da pianeta è in parte una conseguenza del processo di raffreddamento iniziato dopo la sua formazione.

La produzione di calore infatti per il 40 % dipende dall'origine della terra dallo scontro e quindi alla collisione delle particelle o dei planetismi che hanno formato la terra e al calore di frizione legato a movimenti interni.

Nonostante ciò l'80% è legato alla radioattività l'energia radioattiva rilasciata fa aumentare il calore della terra, in particolare gli isotopi di uranio, torio e potassio.

Temperature:

Nucleo interno 6mila km

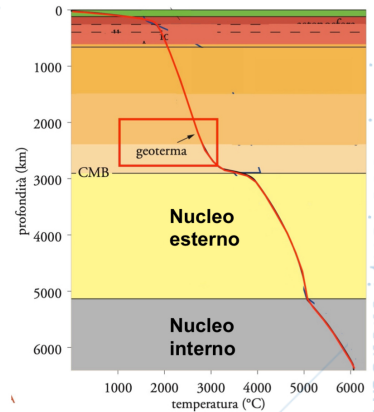
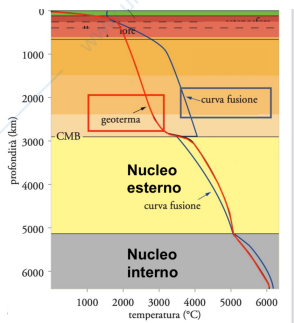
Le temperature nel nucleo esterno superano i 5mila gradi e nell'interno i 6 mila gradi ma a causa delle pressioni non fonde ed è solido. La curva che descrive le temperature è il geoterma, dedotta da tutto e descrive come aumenta la temperatura della terra con la profondità.

6/10/2025

E' stata fatta una seconda curva detta di fusione di rocce e materiali, che compongono la terra.

A che temperatura fondono le rocce del livello 1000 e 2000km ?circa 3000gradi.

Se facciamo un confronto ci accorgiamo che le rocce devono essere solide. In rosso l'andamento reale in blu l'andamento della temperatura di fusione, se la temperatura reale è minore del geoterma allora è solido se è maggiore è liquido.



Se osserviamo bene le due curve però ci accorgiamo che esiste un'altra parte dove la curva della geoterma e quella di fusione sono molto vicine o si intercettano.

La minor velocità delle onde sismiche è dovuta al fatto che nell'intervallo di profondità dei 100 e 400 km la curva di fusione e la geoterma si intercettano, quella zona non è liquida, è una zona in cui le rocce sono un pò allo stato plastico. La minor velocità delle p e s sono più lente perchè la curva di fusione intercetta la geoterma.

Questo è anche il motivo dell'esistenza del canale a bassa velocità delle onde sismiche.

All'intercetta tra le curve si pensa si formi tra i 1+2% di roccia fusa, che diminuisce fortemente la rigidità e la viscosità (attrito tra le particelle del fluido) di quella porzione della terra e di conseguenza anche la velocità delle onde sismiche. Tutto ciò ha portato al modello della terra

Suddivisione:

- crosta: parte nera 0,4% della parte della terra continentale, con densità minore, e oceanica, uguale o maggiore a quella superiore la densità, ed è solida
- mantello: denso all'inizio solido
- nucleo esterno: liquido
- nucleo interno: solido

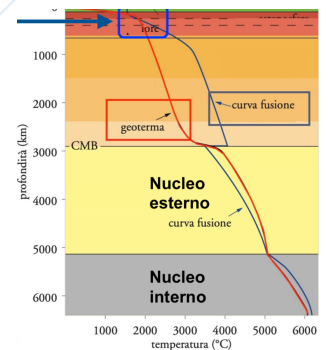
Crosta continentale:(anomalie positive)

Spessa 30-40 km le rocce che la formano sono sialiche o granitiche poco dense 2.7 g/cm cubo

Crosta oceanica:(anomalie negative)

Atlantico, pacifico, indiano

5-10km le rocce sono feniche/mafiche o basaltiche, densità 3 g/cm cubo



Discontinuità di MOHO: limite tra crosta e mantello

Mantello: rocce feniche e densità di circa 3 e poi vicino al nucleo esterno 6 g/cm³, superiore ai 660 km

Discontinuità di Gutenberg e la discontinuità tra nucleo esterno e interno di Lehmann

Ma cosa sono le rocce?

Per definirla dobbiamo sapere che il minerale è un composto omogeneo inorganico con una composizione chimica definita e una struttura cristallina che si manifesta nella sua forma e proprietà

Le rocce sono due minerali messi insieme o fossili.

Ci sono infatti rocce che presentano fossili al loro interno.

Le rocce sono in tre gruppi

1 Ignee

Nelle parti profonde della terra e possono venire in superficie, cristallizzando

2 Sedimentarie

Due tipi: o legate a erosione di rocce precedenti (ex la sabbia) se prendiamo i sedimenti e li cementiamo insieme, creiamo la roccia sedimentaria, un'altra tipologia di questa roccia è legata alla vita carbonatiche i calcari. Sono legate alla vita perchè se guardate da vicino sono un accumulo di fossili

3 Metamorfiche:

A 20 km di profondità le rocce sedimentarie e ignee cambiano aspetto e diventano metamorfiche

Le rocce ignee:

Vengono dal raffreddamento veloce o lento di un magma.

I magmi sono miscele fuse di silicati, particelle solide in sospensione e gas che si formano per la fusione di masse rocciose della crosta terrestre o del mantello.

Divise in effusive quando il magma arriva sul vulcano si raffredda e forma rocce, massa quasi omogenea, il magma era in profondità è fuoriuscito ed è raffreddato in modo veloce. Poi ci sono quelle intrusive il magma qui rimane a 5-10 km di profondità raffredda lentamente e ha tempo fisicamente per far crescere i cristalli, quando quindi guardo la roccia li riconosco anche a occhio. Ex il granito è una roccia ignea intrusiva, ma sull'Etna ci sono rocce effusive. Differenza stesso magma di partenza ma diverso tipo di raffreddamento.

Cosa si intende per lava?

Magma che perde gas, il magma quando fuoriesce dal vulcano perde gas e forma una colata. Magma non è sinonimo di lava perchè la lava è prodotto delle eruzioni in particolare effusive, generato dalle trasformazioni del degassamento del magma, che scorrendo forma una colata.

Sia intrusive che effusive sono: Mafico e sialico: la composizione chimica

Mafico/femiche: ricche di ferro o magnesio (ex basalto) più dense.

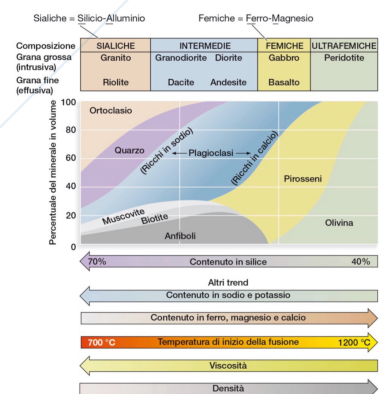
Sialiche/felsiche: ricche di felspari e silice minerali (ex granito) meno dense.

Se ho magma ricco di silicio fonde a 700 gradi 1000 gradi con ferro e magnesio, se vedo la viscosità lava sialica e femica quella più fluida è la femica perchè è meno viscosa della sialica.

Rocce ultrafemiche: ricchissime di ferro e magnesio, queste rocce non fuoriescono sono quelle del mantello terrestre.

La crosta continentale formata da rocce sialiche invece oceanica feniche. Il 70% della parte della terra è fatta da queste rocce.

Tipo di roccia e materiale di origine	Processo litogenetico	Esempio
ROCCHE IGNEE Fusione di rocce nella crosta profonda e nel mantello superiore molto caldi	Cristallizzazione (solidificazione di magma o lava)	 Granito
ROCCHE SEDIMENTARIE 1. Erosione di rocce precedenti 2. VITA 	Deposizione, seppellimento e litificazione	 Arenaria - Calcare
ROCCHE METAMORFICHE Rocce sottoposte a temperature e pressioni elevate nella crosta profonda e nel mantello superiore	Ricristallizzazione allo stato solido di nuovi minerali	 Gneiss



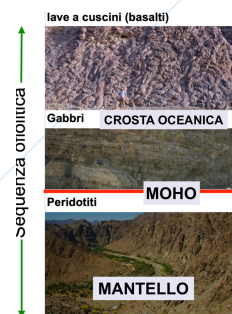
Discontinuità di MOHO:

Limite tra la crosta e il mantello, il limite è individuato dal brusco cambiamento di velocità delle onde P e S, le onde P passano da 6 mila km/s a oltre 8 mila.

Ma noi questa MOHO la possiamo toccare:

Gli ofioliti come abbiamo visto sono unità rocciose poste una sopra l'altra provenienti da qualche km in profondità e che determinati processi hanno portato in superficie.

Le sequenze ofiolitiche rappresentano: poco mantello superiore, discontinuità e crosta oceanica (gabbri). E' un punto dove posso avere l'idea di come è fatto il mantello superiore



Il mantello terrestre:

è la principale fonte di magmi, diviso in superiore 660 km e inferiore 2900 km. E' fatto da rocce femiche, e l'olivina che è un minerale verde è sua principale componente ed ha ferro e magnesio al suo interno.

Il mantello inferiore ha viscosità 20-30 volte più alta del superiore, la discontinuità tra mantelli segna la massima profondità dei terremoti.

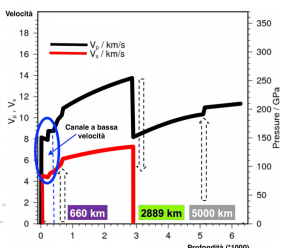
Discontinuità Lehmann (nucleo esterno e interno): segna una brusca diminuzione delle onde P e un azzeramento delle onde S.

Se le onde P e S scendono e salgono c'è una parte plastica ma ha effetto su di noi?

Dal punto di vista fisico devo suddividere ancora la terra perchè ci sarà un riscontro in superficie.

Canale a bassa velocità: usiamo la velocità delle onde per dividere ancora la terra

Si ipotizza che nella zona blu ci sia 1+2% di roccia fusa, che diminuisce la rigidità e la viscosità delle rocce e formi un livello plastico spesso dai 100 ai 700 km separato da rocce più rigide poste al di sopra e al di sotto.



Il livello superiore è la litosfera: va da 0 a 100 km ha un comportamento meccanico rigido e sta sopra, che ha crosta continentale oceanica e parte del mantello superiore, sotto a questi 100 km c'è l'astenosfera è parzialmente fuso tra i 100 e 400 km, fa parte del mantello superiore, è spessa 100-700 km e ha un comportamento meccanico tendenzialmente plastico.

Quindi due criteri di suddivisione composizionale e meccanico, posso poi mettere

insieme le due cose.

Distribuzione del calore:

Proviene dalle zone interne radioattive e la distribuzione deve avere un significato. Come si muovono le masse calde verso la superficie?

E' vero che il mantello è solido ma essendo così solido e ad alte temperature ci sono masse calde alla base del mantello inferiore che dal basso vanno verso l'alto e ci mettono centimetri l'anno, tendono a risalire però non arrivano fuori probabilmente sbattono sulla litosfera. Colpendo la litosfera queste masse si raffreddano e tornano verso il basso.

Quello che è il motore che può portare del materiale profondo è un movimento di masse che sale e scende (ex pentola acqua calda).

Questi moti si chiamano movimenti convettivi, i movimenti governano il moto delle masse calde. Quindi in questi moti le masse calde si muovono verso la superficie del mantello e spingono le rocce che già si trovano in alto spostandole lateralmente. Una volta che le rocce si raffreddano scendono giù lasciando il posto.

Scendendo le masse creano ancora il flusso verso l'alto, flussi continui.

Nella litosfera gran parte si fermano perchè se no la spaccherebbero, la litosfera è rigida e quindi il passaggio di calore avviene per conduzione per contatto.