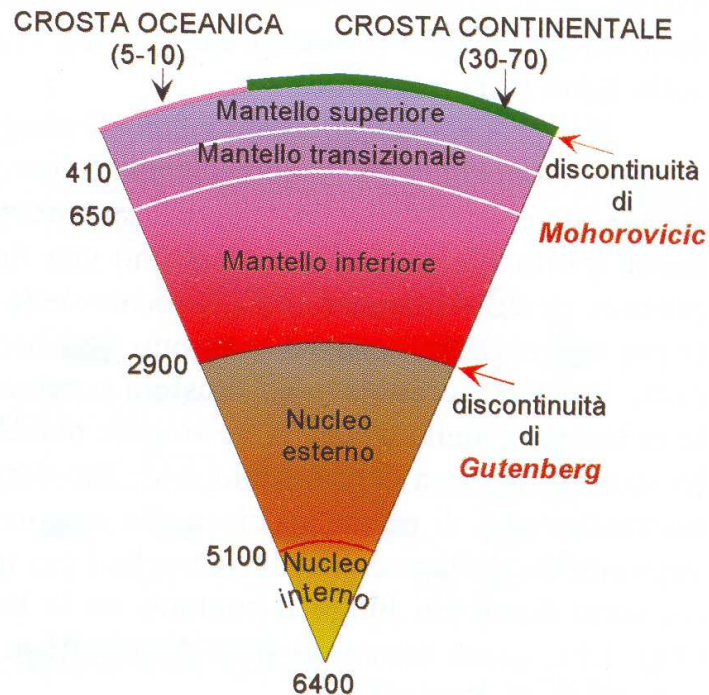


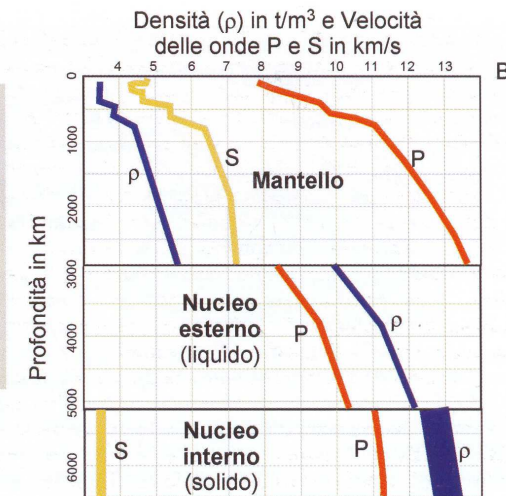
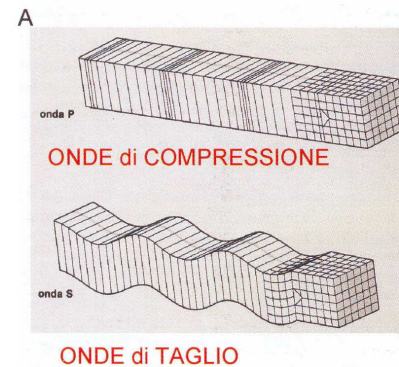
LA TERRA

Non è possibile conoscere la struttura dell'interno della Terra se non con metodi indiretti. Uno di questi metodi è rappresentato dal comportamento delle onde sismiche.

Esistono le onde p e le onde s. Le prime sono onde di compressione mentre le seconde sono onde di taglio e, quando attraversano la Terra, le onde di compressione si propagano a una velocità maggiore di quella delle onde di taglio.

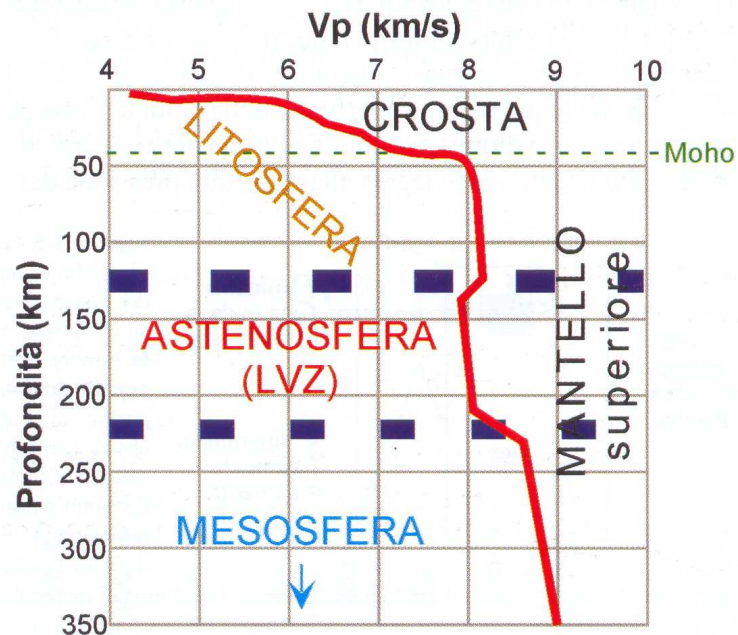


Le onde p sono onde di compressione e quindi possono superare mezzi solidi e liquidi, al contrario le onde s sono onde di taglio che non possono propagarsi nei liquidi in quanto questi hanno moduli di rigidità pressoché nulli.

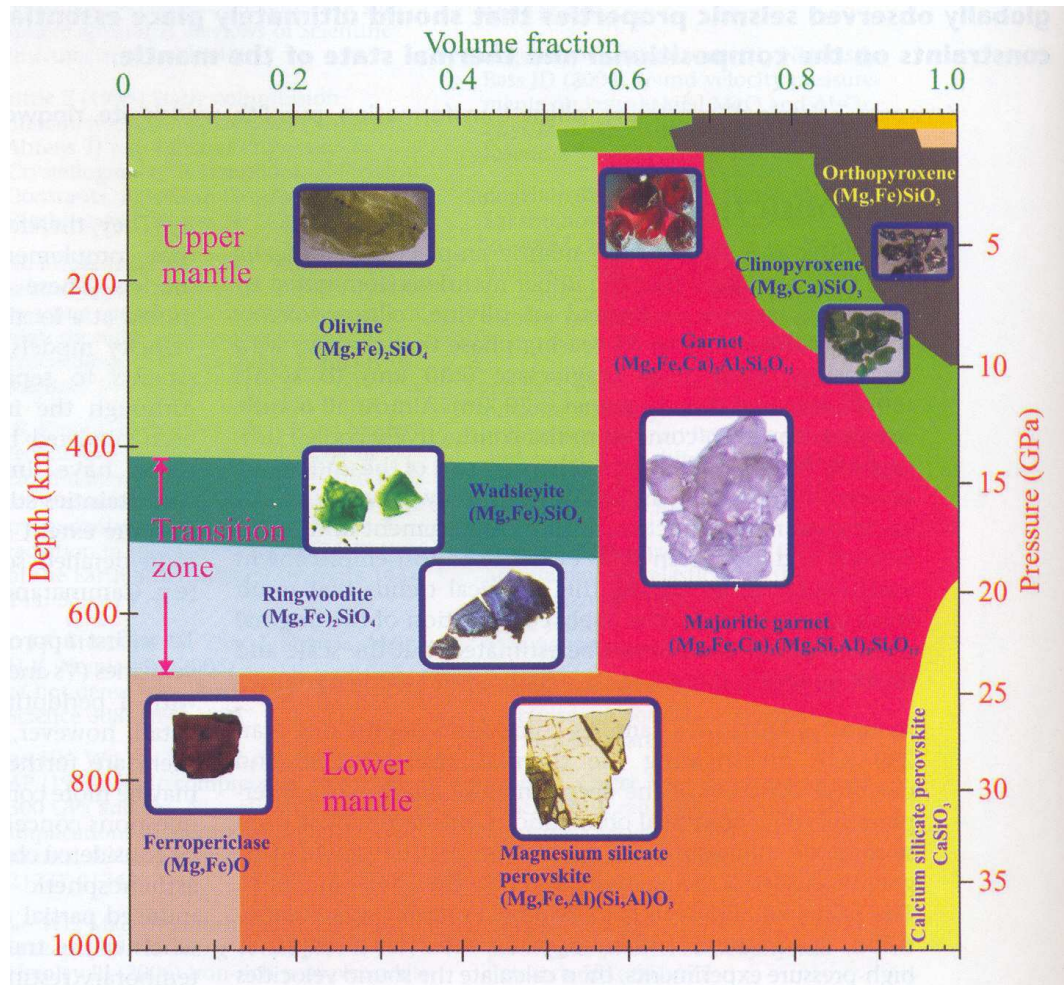


$$V_P = \sqrt{\frac{k - 4/3\mu}{\rho}}; V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}; \quad k = \text{modulo di compressibilità}; \mu = \text{modulo di rigidità}; \rho = \text{densità}$$

Nel mantello la velocità di propagazione delle onde P tende ad aumentare con gradualità sino a raggiungere valori superiori ai 13 km/s; la velocità di quelle S aumenta con gradienti molto più bassi e, in prossimità della crosta, mostra marcati rallentamenti. All'interfaccia Mantello - Nucleo esterno si nota un netto decremento delle velocità P (discontinuità di Gutenberg). Nel Nucleo esterno le onde s non si trasmettono e ciò testimonierebbe che non vi sono masse rigide (solide).



Nella parte più esterna della Terra (Crosta e Mantello superiore) le onde P individuano diverse zone a velocità diverse. In figura è indicata la posizione della LVZ o astenosfera in cui la V_p mostra evidenti segni di diminuzione dovuti presumibilmente a una certa percentuale di materiale fuso. Le profondità di inizio e di fine di questa zona non rimangono costanti in tutte le sezioni della Terra. La litosfera comprende la crosta e la parte più superficiale del Mantello superiore.

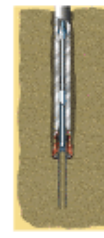


Frost, 2008 – Elements

Percentuali mineralogiche per i 1000 km superiori del mantello. Le regioni arancioni e rosa in alto a destra, rappresentano il campo di stabilità di feldspato e spinello.



Standard Rotary Core Barrel (RCB)



Hydraulic Piston Coring System (HPCS)



Motor-Driven Core Barrel (MDCB)



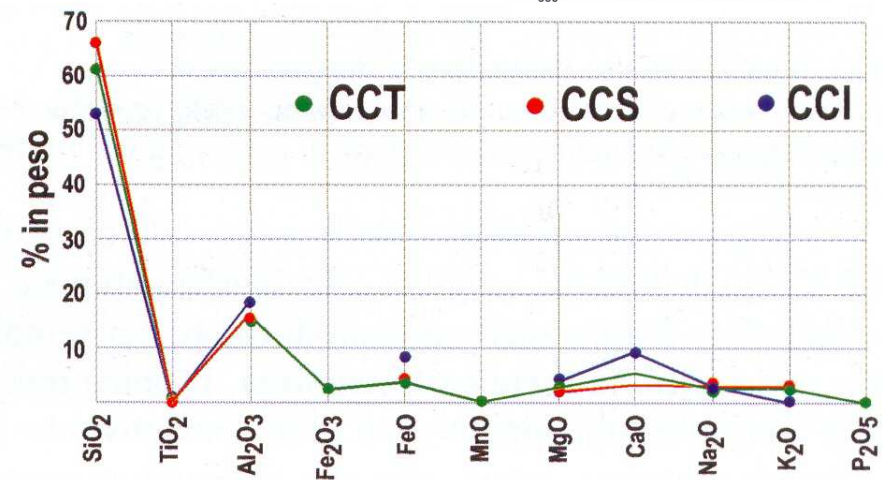
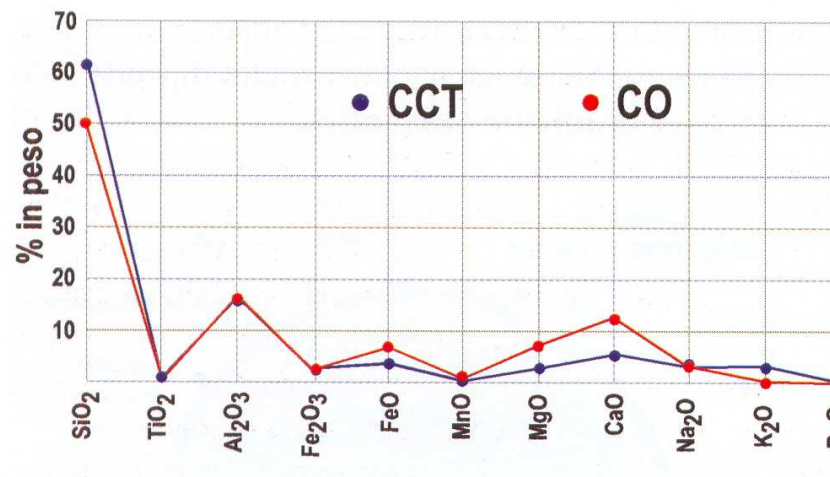
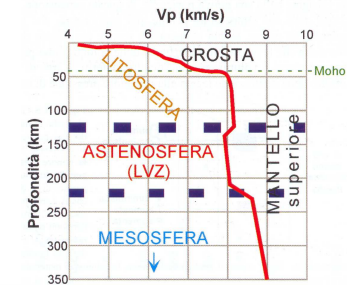
Pressure Core Barrel (PCB)



http://www.jamstec.go.jp/chikyu/movie_files/D10.swf

La **crosta**, lo strato più esterno, è stata ampiamente esplorata per mezzo delle onde sismiche. Ha uno spessore variabile che dai circa 5 km sotto gli oceani a circa i 35 km sotto i continenti. Può però raggiungere lo spessore di circa 65 km sotto le montagne elevate. Le onde P si propagano attraverso le rocce cristalline a una velocità di circa 6-7 km/s. poiché è possibile misurare la velocità delle onde P in diverse rocce si è potuto osservare che la crosta continentale è costituita in prevalenza da rocce granitiche, con materiali simili ai gabbri nella porzione più profonda. Sotto la crosta si ha un cambio molto brusco di velocità in cui V_p è circa 8 km/s. tale velocità indica che tale zona sia formata presumibilmente da peridotiti, rocce ultrafemiche più dense. La superficie di separazione tra la crosta e il mantello è detta discontinuità di Mohorovicic o MOHO.

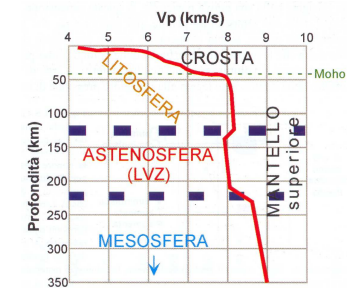
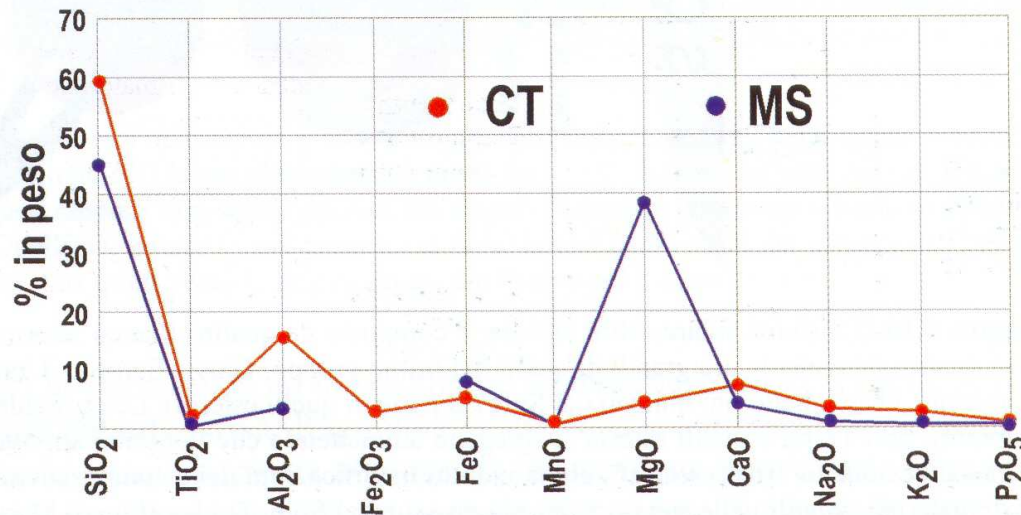
Sotto le montagne sono necessari degli spessori crostali più grandi per il fenomeno dell'isostasia. I continenti "galleggiano" poiché il grande volume di crosta continentale meno densa che è immersa nel mantello più denso fornisce la spinta necessaria. Sono necessarie "radici" più profonde per far galleggiare il peso addizionale della montagna.



CCT: crosta continentale; CO: crosta oceanica; CCS: crosta continentale superficiale; CCI: crosta continentale inferiore

Il **mantello**. La zona più esterna, la litosfera è un involucro spesso circa 70 km in cui sono “incastonati” i continenti. Le onde S si propagano facilmente attraverso la litosfera. Nella zona sotto la litosfera la velocità di propagazione delle onde S diminuisce e le onde vengono parzialmente assorbite ad indicare come sia presente una piccola quantità di liquido. Questa zona è l’astenosfera. Essa sale portandosi vicino alla superficie in corrispondenza delle dorsali oceaniche dove le placche si separano, mentre altrove è presente a profondità superiori ai 70 km. L’astenosfera termina a una profondità di circa 200 km, dove la velocità delle onde S risale a un valore corrispondente a quello delle peridotiti solide. Da circa 200 a circa 400 km la velocità continua a salire ma senza far pensare che i materiali presenti siano diversi. A una profondità di circa 400 km la velocità di propagazione aumenta rapidamente. L’aumento è troppo grande per essere spiegato con una variazione chimica. Quella che sembra essere la miglior spiegazione è una ristrutturazione dei cristalli con un maggiore addensamento degli atomi che potrebbe essere causato dalle alte pressioni presenti a quelle profondità.

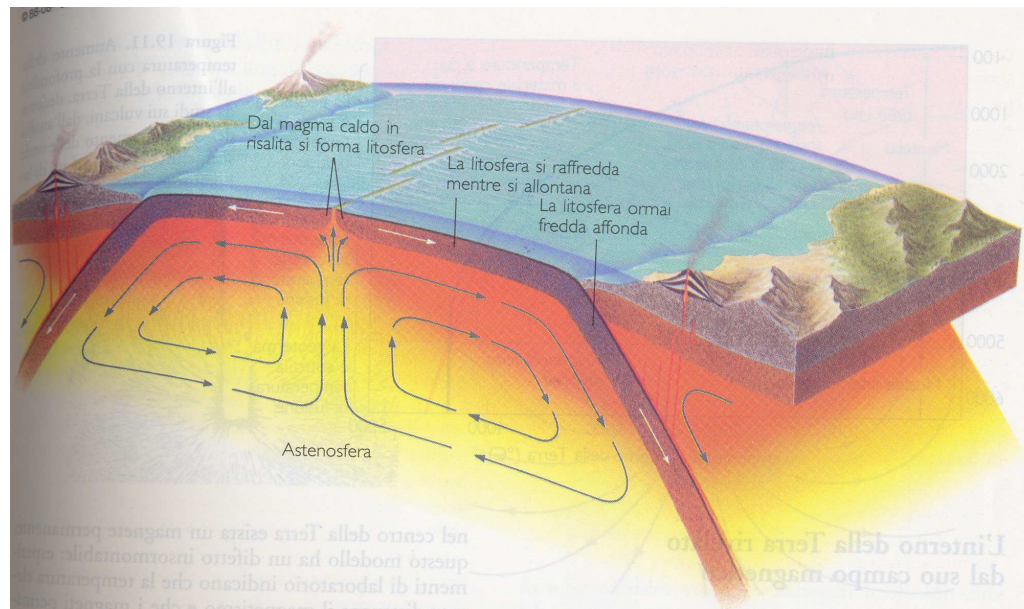
Nella regione 450-660 km le proprietà variano soltanto lievemente fino alla discontinuità in cui la velocità di propagazione delle onde S aumenta di nuovo, questa volta così tanto che gli atomi devono assumere una disposizione ancora più compatta. Nel mantello inferiore che va dai circa 700km fino al nucleo la composizione e la struttura cristallina variano poco con la profondità



Il **nucleo**. Le onde P che penetrano fino a profondità di 5100 km all'improvviso accelerano. L'interpretazione di questo aumento della velocità di propagazione è che la parte del nucleo terrestre più interna sia fatta di materiale allo stato solido. Sulla base di alcune considerazioni si è giunti alla conclusione che il nucleo della Terra è costituito in prevalenza da ferro, allo stato liquido nel nucleo esterno e allo stato solido in quello interno.

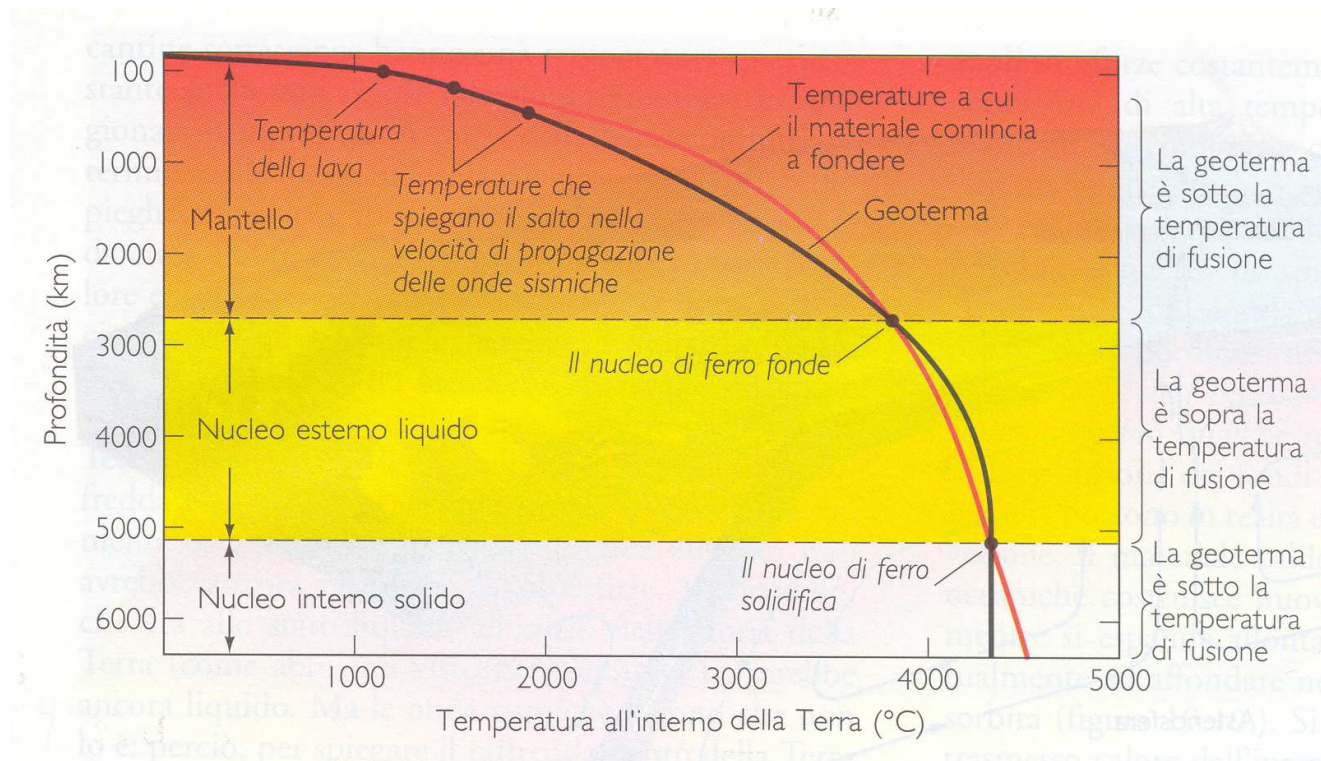
Il calore interno della Terra

Subito dopo essersi riscaldata la Terra cominciò a raffreddarsi e continua ancora adesso a farlo. Si raffredda lentamente per conduzione, ma le rocce non sono dei buoni conduttori, e più rapidamente per convezione.



La temperatura e la pressione determinano se la materia è allo stato solido o allo stato liquido, il grado a cui la materia può scorrere, e il modo in cui gli atomi sono impacchettati insieme nei cristalli. Più alta è la temperatura in profondità, più rapida si muove la materia soggetta a convezione.

Aumento della temperatura con la profondità all'interno della Terra, dedotto da studi sui vulcani, dall'analisi del comportamento delle onde sismiche e da esperimenti di laboratorio.



Formazione della Terra

Come conseguenza dei continui impatti di nuovi planetesimali che si saldavano ai precedenti circa 4.6 miliardi di anni fa la Terra iniziò ad accrescersi. Secondo le conoscenze attuali, tre processi cominciarono a riscaldare il pianeta in accrescimento: la collisione dei planetesimali, la compressione del pianeta in accrescimento e la radioattività. Lo scontro dei planetesimali creava energia e calore, man mano che il pianeta si accresceva, si contraeva al suo interno per il suo proprio peso aumentando la temperatura. E anche la radioattività genera calore. Queste forme di calore hanno causato un innalzamento della temperatura interna a circa 2000°C. Questa temperatura è quella a cui fonde il ferro iniziando il processo con cui la Terra diventò il pianeta che conosciamo oggi.

Poiché il ferro è più pesante e più denso degli altri elementi comuni circa 1/3 del materiale primitivo sprofondò verso il centro dove si formò un nucleo di ferro. A differenza del ferro altri materiali fusi erano più leggeri delle sostanze di partenza da cui si erano separati e quindi migrarono verso l'alto e si raffreddarono formando una crosta primitiva. Questo fenomeno è quello della differenziazione. Determinò la formazione della crosta e infine la nascita dei continenti.

Altro importante fenomeno è quello della degassazione ossia la liberazione dei gas dalla porzione silicatica del mantello primordiale. Tali gas avrebbero portato a formare l'atmosfera e l'idrosfera primitive.

Età assolute	Evento
4566±2	Nascita del sistema solare
4560	Inizio dell'accreszione terrestre
4470	Termine dell'accreszione terrestre e avvio del processo di degassazione del mantello primordiale
4420	Comparsa dei primi oceani
4400	Età dei minerali più antichi. Probabile comparsa dei continenti e delle prime forme di vita
4000	Età più remota misurata sulle rocce terrestri
3900	Termine degli impatti meteorici sulla Terra