

I pianeti si suddividono in due gruppi distinti secondo diversi criteri:

- COMPOSIZIONE** → - **Terrestri o rocciosi**: costituiti essenzialmente da rocce e metalli, hanno elevate densità, rotazioni lente, superfici solide, pochi satelliti e nessun manto
- **giacconi o gassosi**: composti principalmente da H e He generalmente con basse densità, rapide rotazioni, spesse atmosfere, anelli e molti satelliti
- DIMENSIONI** → - **piccoli**: diametri inferiori a 13000 km
- **grandi**: diametri maggiori di 48000 km
- POSIZIONE** → - **interni** (Mercurio, Venere, Terra, Marte)
- **esterni** (Giude, Saturno, Urano, Nettuno)
→ compone seguito dalla fascia degli asteroidi

PIANETI INTERNI / TERRESTRI / ROCCIOSI

Sono 4 ma diventano 5 se consideriamo la Luna (Terra come pianeta doppio).
Hanno **poco massa** ($M < 10^{27}$ g = M_{\oplus}) e **densità elevata** (3.3 - 5.5).
Non hanno anelli né satelliti (satelliti di Marte non sono naturali). Sono costituiti da roccia e ferro metallico.
Il **flusso di energia irradiato** è due ordini di grandezza inferiore rispetto al flusso di energia ricevuta dal Sole.
Sono molto **poveri in H** e in tutti gli elementi volatili (atmosfere tenute e non primitive). Si sono formati tutti allo stesso tempo.

COMPOSIZIONE INTERNA → al momento della loro formazione i pianeti erano molto caldi. Colore derivante da:

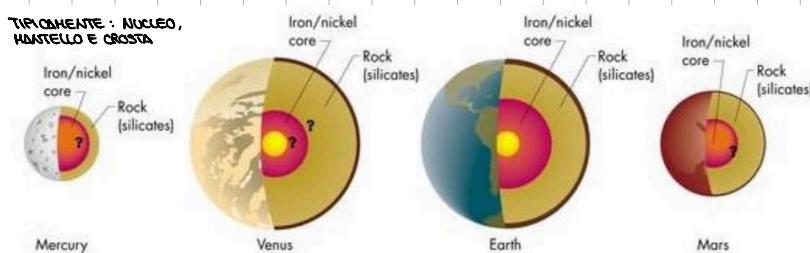
- * **coagimento** = impatti di asteroidi e comete
- * **differenziazione** = materiali pesanti affondano mentre quelli leggeri risalgono
- * **radiozione** = decadimento di materiali radioattivi

Isotopi come ^{26}Al e ^{60}Fe (tempi di vita medio brevi 0.7 - 1.5 milioni di anni) sono responsabili del **riscaldamento iniziale** creando di conseguenza una differenziazione iniziale

Isotopi con tempi di vita medio lunghi come ^{238}U e ^{40}K (miliardi di anni) mantengono ancora il colore interno

Durante la differenziazione calore generato dalla **scommessa di energia potenziale gravitazionale** in calore + **riscaldamento marziale**.

Colore deriva anche dalla **radiazione solare** e dagli **impatti di detriti spaziali** ma questi fenomeni principalmente riguardano la temperatura superficiale



La **differenziazione** fa affondare i materiali pesanti verso il core (Fe e Ni) mentre quelli più leggeri vanno in superficie e formano la crosta. Il calore interno causa Terremoti, vulcanesimo etc..

TUTTI I PIANETI si stanno raffreddando, la Terra ha ancora un core caldo.

IMPACT CRATERING → Tutti i pianeti interni presentano dei crateri da impatto che possono essere utilizzati per distorcere la superficie (pochi crateri = area più giovane) ma possono essere "concentrati" da erosione o da flussi di lava.
Se il pianeta ha un'atmosfera gli oggetti di piccola dimensione possono bruciare prima di raggiungere il suolo. Pianeti privi di atmosfera sono costantemente bombardati da micrometeoriti.

gioca un importante ruolo nell'evoluzione del Sistema Solare, sia come meccanismo distruttivo che come fenomeno di rimodellamento + effetti importanti dal punto di vista dinamico

→ Tutti i pianeti hanno il piano equazionale non complanare a quello orbitale ciò potrebbe essere stato causato da violenti impatti (situazione dell'inclinazione di Urano ipotizzabile con l'impatto di un oggetto delle dimensioni della Terra)

DIFERENZIAZIONE DEI PIANETI → pianeti terrestri hanno subito una drastica differenziazione tra elementi pesanti e quelli più leggeri dunque a ripetuti e globali che portano verso il centro gli elementi più pesanti
⇒ energia fornita da una sorgente di tipo collisionale
→ **LATE HEAVY BOMBARDMENT** (4.1 - 3.8 mld di anni fa)

→ impatti sullo Terra = crateri spesso erosi, ricoperti da rocce o subdotti dalle attività delle placche

CRATERI → l'impatto solitamente è un fenomeno estremamente rapido (frzioni di secondo - qualche minuto)

4 FASI → 1) **COMPRESSEIONE** = il meteorite colpisce la superficie planetaria e si innesta un sistema di onde d'urto che trasferiscono energia sia al pianeta che al meteorite (+ onda d'urto precedente all'impatto dovuta alla violenta compressione dell'aria)
La pressione può portare alla disgregazione e alla quasi istantanea vaporizzazione del meteorite.

2) **ESCAVAZIONE** = le onde d'urto si propagano con $v_0 \approx 10 \text{ km s}^{-1}$ nel terreno generando la cosiddetta "cavità transiente", una voragine che si trasformerà nel cratere vero e proprio (circolare indipendentemente dalla forma dell'impattore e dalla sua direzione di provenienza)

3) **ESPULSIONE DEI MATERIALI** = inizialmente ha velocità elevata ma poi si stabilizza attorno i 100 m s^{-1} . I materiali espulsi (ejecta) vengono soffiati verso l'alto e verso l'esterno formando le fosse tipiche di alcuni crateri lunari (restano visibili in assenza di fenomeni erosivi)

4) **MODIFICAZIONE DELLA CAVITÀ TRANSIENTE** = appena diminuisce l'azione di compressione sulle rocce sottostanti queste tendono a riprendere la loro posizione iniziale riducendo in

parte la profondità dello cratere transiente = **assottiglamento idrostatico**

Tale fenomeno può comportare la creazione di uno struttura centrale (central peak) oppure ad uno struttura ad anelli concentrici sopraelevati (bordo multi-ring) + ricaduta della suevite riduce la profondità.

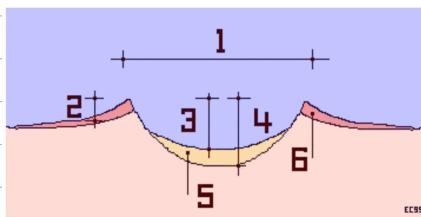
Lo struttura viene ulteriormente alterato da mutamenti indotti da fenomeni atmosferici o geologici o dalla vegetazione.

MORFOLOGIA DEI CRATERI → si possono dividere in crateri semplici o dappi

1

- CRATERI SEMPLICI

depressione circolare
con bordi rialzati
(2-4 km di diametro)
[es: Meteor Crater,
Arizona]



Struttura di un cratere semplice.

- 1.Diametro della struttura
- 2.Bordi rialzati
- 3.Profondità apparente
- 4.Profondità reale
- 5.Riempimento dovuto inizialmente a **suevite**, poi a materiale dovuto all'**erosione**
- 6.Inversione degli strati geologici ai bordi (non sempre vero)

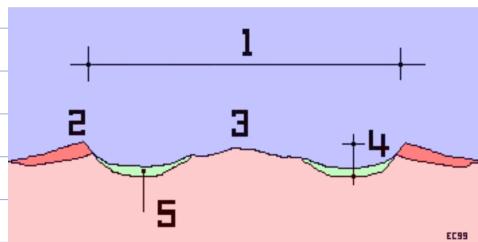
→ uno dei parametri che determina la forma piana è il valore della forza di gravità sulla superficie: maggiore è tale valore, minore sarà il diametro dello cratere transiente. L'altro parametro è legato alle proprietà del terreno e al grado di resistenza dei materiali che lo compongono.

PROFONDITÀ = bisogna distinguere tra profondità reale (= al termine della sequenza impattiva) e quella apparente (= misurabile ai nostri giorni, frutto di erosione) → nei crateri semplici il rapporto tra profondità e diametro è circa 1:5 - 1:7

- CRATERI COMPLESSI

meno profondi di quelli semplici, rapporto profondità - diametro 1:10 - 1:20, presentano un **pizzo centrale** e **bordi multipli concentrici** "multiring" riconoscibili al rimbalzo elastico del terreno [es: Sudbury Crater, Clearwater Lake, Vredefort dome]

Crateri complessi



Struttura di un cratere complesso.

- 1.Diametro della struttura
- 2.Bordi della struttura: qui è stato disegnato un solo anello, in realtà se ne possono presentare di più
- 3.Pizzo centrale, non è raro che la parte centrale sia nascosta dalla presenza di un lago formatosi in epoca successiva
- 4.Profondità reale
- 5.Riempimento dovuto inizialmente alla **suevite**, poi al materiale dovuto all'**erosione**

Esempio sullo luna (no fenomeni erosivi) → **cratere Tycho** (≈ 85 km)

→ **bacini da impatto** = strutture molto grandi che evidenziano il **late Heavy Bombardment**

Identificazione dei crateri da impatto → **METANORFISMO DA SHOCK**

→ le strutture più facilmente identificabili sono gli "**shatter cones**", fratture coniche che si sviluppano isolatamente o a gruppi in roccia a grana fine e mostrano sulla superficie delle strutture longitudinali che si fermano quando l'onda d'urto generata dall'impatto attraversa la roccia.

Un' altra struttura è la "breccia d'impatto" che si forma in seguito al ricombinarsi disordinato dei frammenti rocciosi.

L'onda di shock lascia morire tracce nello **struttura cristallina** di molti minerali come ad esempio il quarzo

ENERGIA ASSOCIAVA AD UN IMPATTO → portando dall'energia cinetica e riconvertendo ogni possibile variazione dentro all'atmosfera si può calcolare il contenuto in energia di alcuni asteroidi e comete