

Iniziamo un esperimento...

I passi fondamentali in un progetto di petrologia sperimentale:

- 1) Definire il problema
- 2) Progettare gli esperimenti
 - a) *Starting material*
 - b) Condizioni di P, T, fO_2
 - c) Tipologia degli esperimenti
 - d) Durata degli esperimenti
 - e) Materiale del contenitore
 - f) Apparato sperimentale da utilizzare
- 3) Eseguire gli esperimenti
- 4) Caratterizzare i prodotti sperimentali
- 5) Costruire il modello

I passi fondamentali in un progetto di petrologia sperimentale:

1) Definire il problema

2) Progettare gli esperimenti

a) *Starting material*

b) Condizioni di P, T, fO_2

c) Tipologia degli esperimenti

d) Durata degli esperimenti

e) Materiale del contenitore

f) Apparato sperimentale da utilizzare

3) Eseguire gli esperimenti

4) Caratterizzare i prodotti sperimentali

5) Costruire il modello

Esempio 1: Determinare i coefficienti di distribuzione di alcuni elementi in traccia tra due o più fasi di un sistema geologico

Informazioni maggiori sono date dagli
ELEMENTI IN TRACCIA

in questo caso è bene introdurre il concetto di:
COEFFICIENTE DI DISTRIBUZIONE

KD

Dove per **KD** si intende il rapporto tra la
concentrazione dell'elemento E in una fase
minerale e nel liquido L (la roccia)

$$KD = \frac{XE}{XL}$$

Table 9-1. Partition Coefficients (C_S/C_L) for Some Commonly Used Trace Elements in Basaltic and Andesitic Rocks

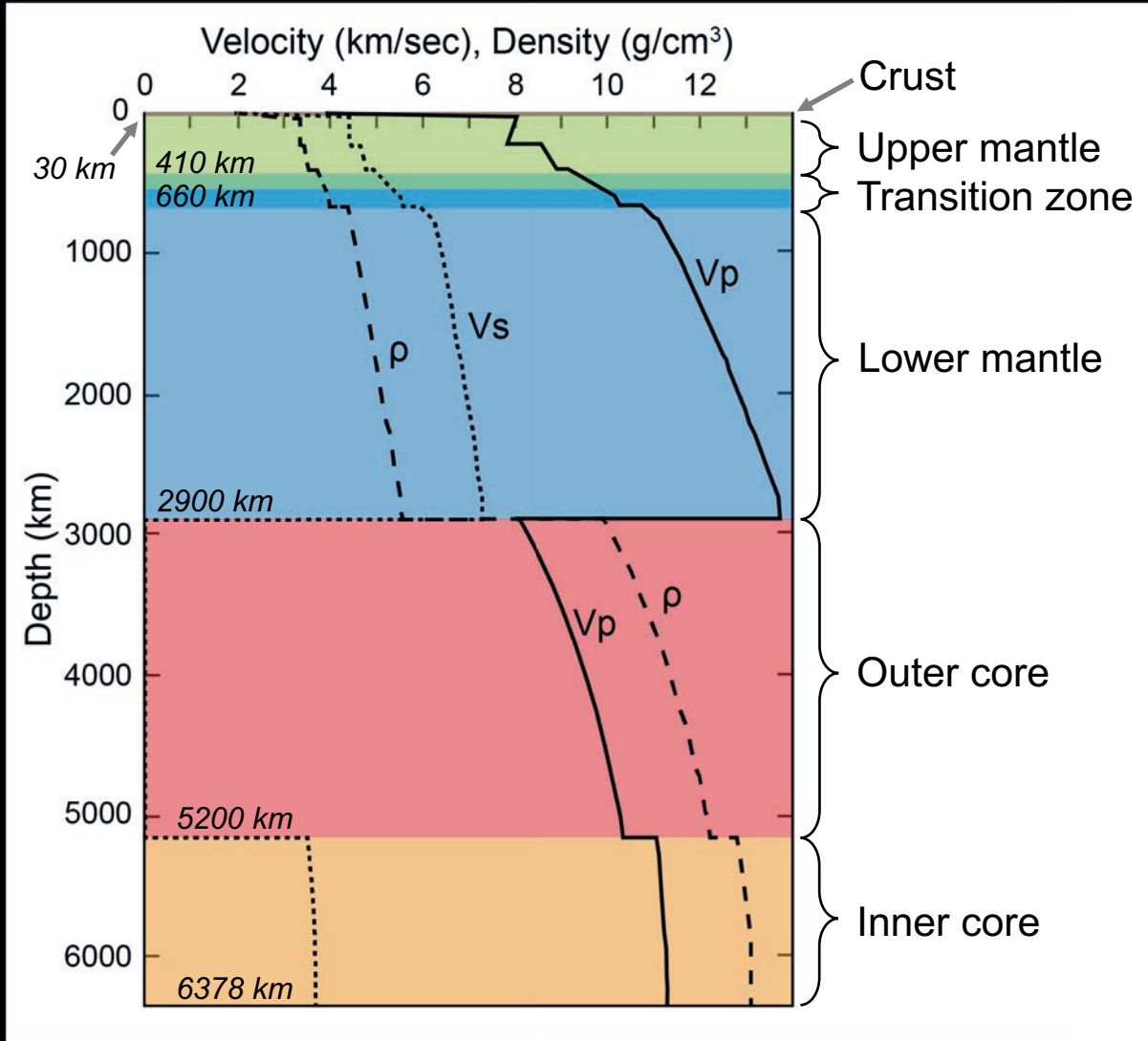
	Olivine	Opx	Cpx	Garnet	Plag	Amph	Magnetite
Rb	0.010	0.022	0.031	0.042	0.071	0.29	
Sr	0.014	0.040	0.060	0.012	1.830	0.46	
Ba	0.010	0.013	0.026	0.023	0.23	0.42	
Ni	14	5	7	0.955	0.01	6.8	29
Cr	0.70	10	34	1.345	0.01	2.00	7.4
La	0.007	0.03	0.056	0.001	0.148	0.544	2
Ce	0.006	0.02	0.092	0.007	0.082	0.843	2
Nd	0.006	0.03	0.230	0.026	0.055	1.340	2
Sm	0.007	0.05	0.445	0.102	0.039	1.804	1
Eu	0.007	0.05	0.474	0.243	0.1/1.5*	1.557	1
Dy	0.013	0.15	0.582	1.940	0.023	2.024	1
Er	0.026	0.23	0.583	4.700	0.020	1.740	1.5
Yb	0.049	0.34	0.542	6.167	0.023	1.642	1.4
Lu	0.045	0.42	0.506	6.950	0.019	1.563	

Data from Rollinson (1993).

* Eu^{3+}/Eu^{2+} *Italics* are estimated

Esempio 2: Determinare la natura di alcune discontinuità sismiche nel mantello terrestre...

Esempio 2: Determinare la natura di alcune discontinuità sismiche nel mantello terrestre



The PREM model (Dziewonski & Anderson, 1981)

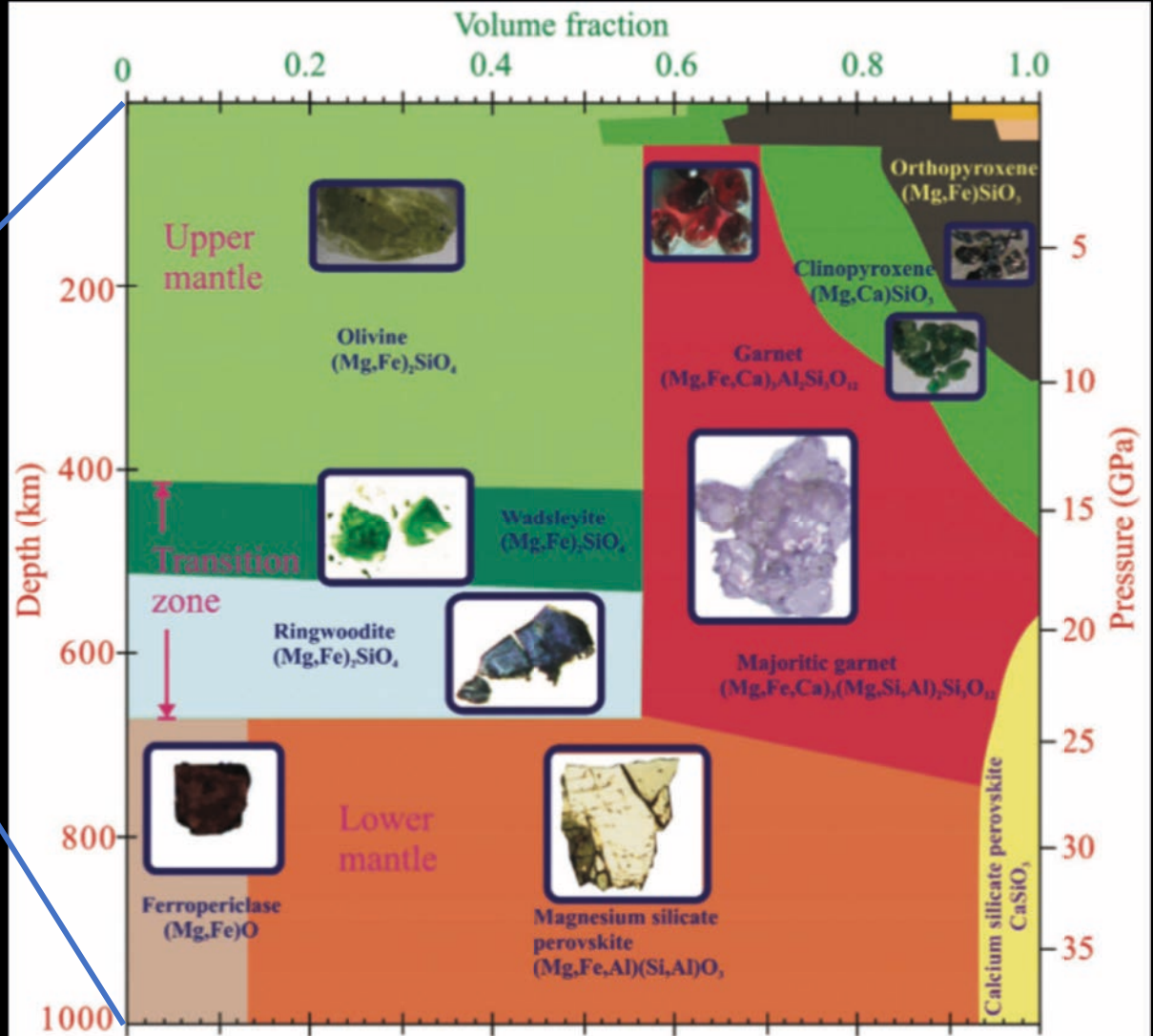
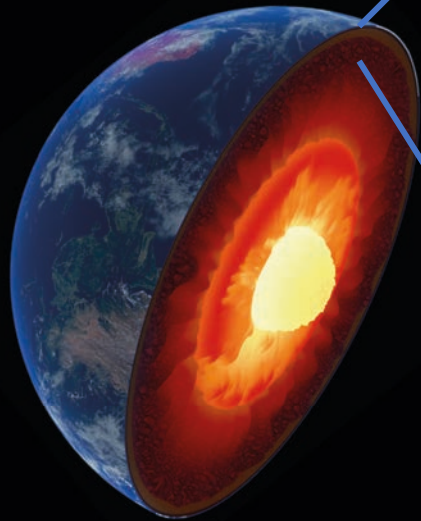


FIGURE 1 Mineral volume fractions for the top 1000 km of a pyrolite mantle. Small orange and pink regions in the top-right-hand corner denote the stabilities of feldspar and spinel, respectively (Ringwood 1991; Stixrude and Lithgow-Bertelloni 2005). Five inset images show minerals recovered from high-pressure and high-temperature experiments where the field of view is typically ~ 0.2 mm. The olivine, garnet and pyroxene photographs are of natural samples from peridotite xenoliths.

I passi fondamentali in un progetto di petrologia sperimentale:

- 1) Definire il problema
- 2) Progettare gli esperimenti
 - a) *Starting material*
 - b) Condizioni di P, T, fO_2
 - c) Tipologia degli esperimenti
 - d) Durata degli esperimenti
 - e) Materiale del contenitore
 - f) Apparato sperimentale da utilizzare
- 3) Eseguire gli esperimenti
- 4) Caratterizzare i prodotti sperimentali
- 5) Costruire il modello

Starting material

Lo *starting material* è il materiale che una volta portato alle condizioni (P,T, fO₂) di interesse rappresenterà il nostro sistema da investigare.

Va selezionato e preparato in base al preciso scopo scientifico dell'esperimento.

Esempio 1:

Polvere di un basalto naturale

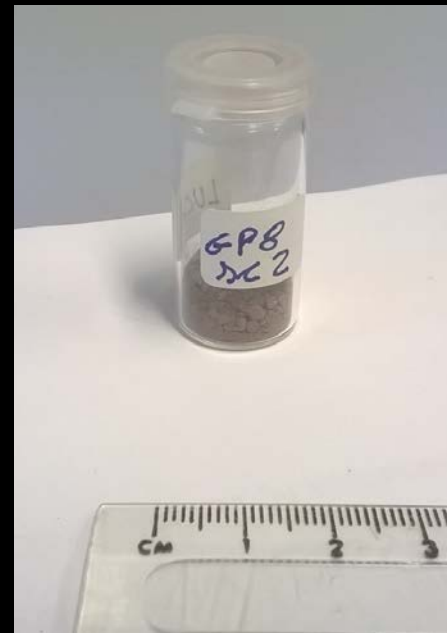
Esempio 2:

**Polvere sintetica con
composizione della pyrolite**

Starting material



Naturale



Sintetico

I passi fondamentali in un progetto di petrologia sperimentale:

- 1) Definire il problema
- 2) Progettare gli esperimenti
 - a) *Starting material*
 - b) Condizioni di P, T, fO_2
 - c) Tipologia degli esperimenti
 - d) Durata degli esperimenti
 - e) Materiale del contenitore
 - f) Apparato sperimentale da utilizzare
- 3) Eseguire gli esperimenti
- 4) Caratterizzare i prodotti sperimentali
- 5) Costruire il modello

Condizioni di P, T, fO_2

Per ogni sistema che si vuole investigare, bisogna scegliere quali sono le condizioni di P, T, fO_2 di interesse.

Esempio 1: Nel caso dello studio di un sistema magmatico, bisogna stimare le possibili variazioni di temperatura e pressione che ha subito il sistema nella sua storia evolutiva.

Esempio 2: Nel caso dello studio delle relazioni di fase nella crosta o mantello, bisogna conoscere quale sia il gradiente geobarico e il gradiente geotermico.

Il gradiente geobarico ed il gradiente geotermico

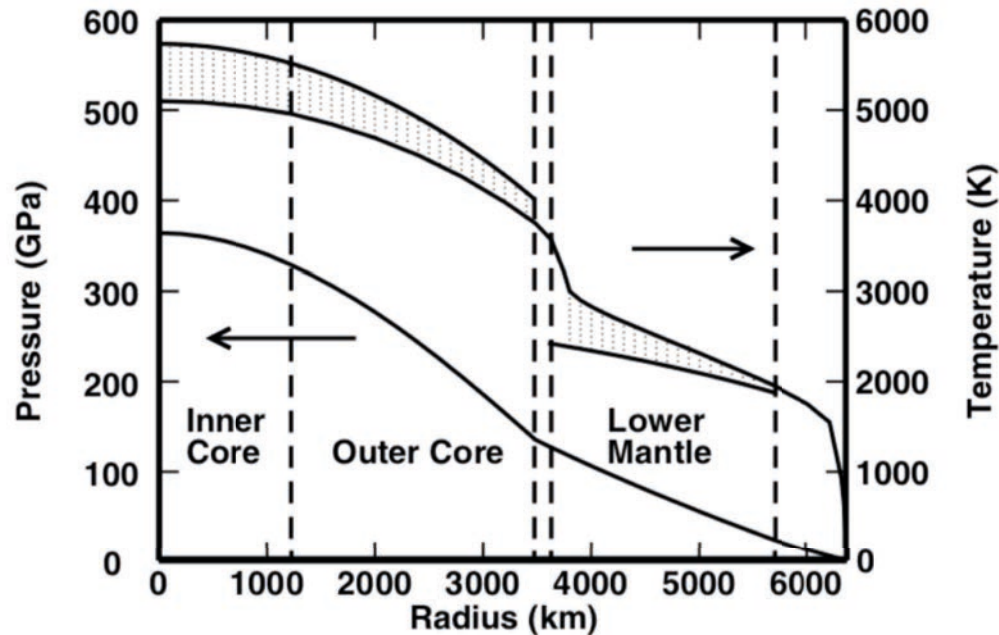


Fig. 4. Pressure and temperature profiles through the Earth's interior. Pressure is based on the densities in the PREM seismic model (Dziewonski & Anderson, 1981). The temperature range is according to Stacey (1992), Brown & Shankland (1981) and Steinle-Neumann *et al.* (2003). Diagram by Gerd Steinle-Neumann.

Kepler & Frost (2004)

Pressione litostatica:
$$P(z) = P_0 + g \int_0^z \rho(z) dz$$

P_0 = Pressione sulla superficie (Pa), g = accelerazione di gravità (m/s^2),
 ρ = densità (kg/m^3) alla profondità z (m)

Il gradiente geobarico ed il gradiente geotermico

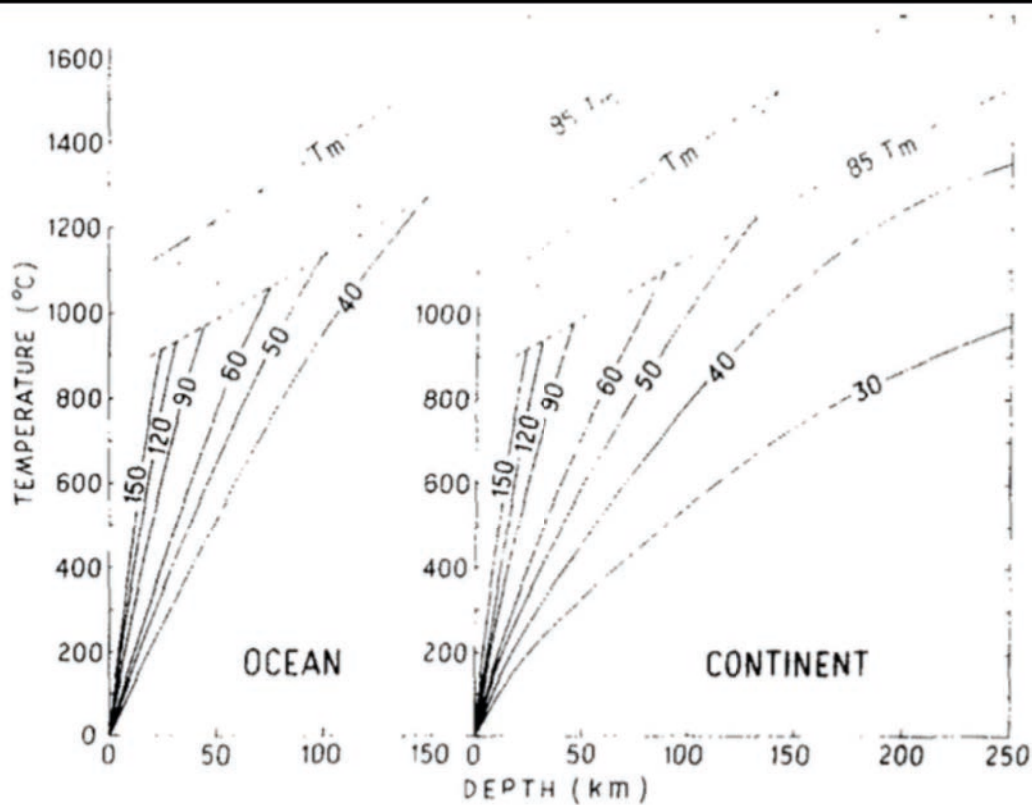
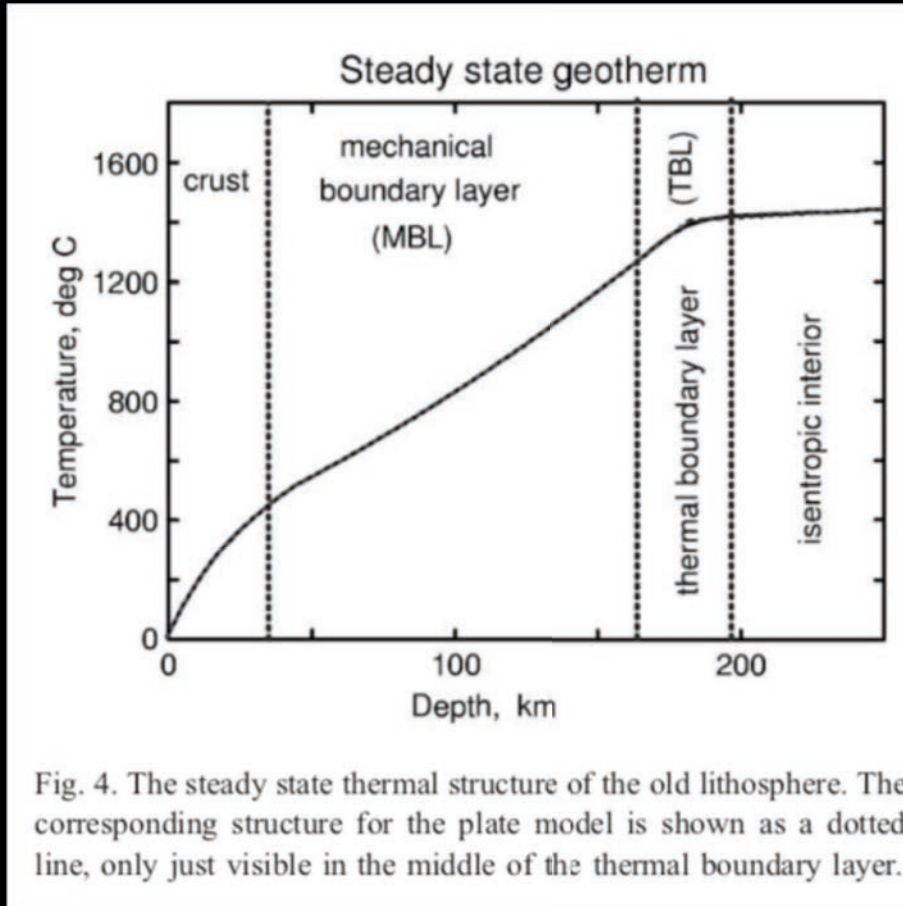
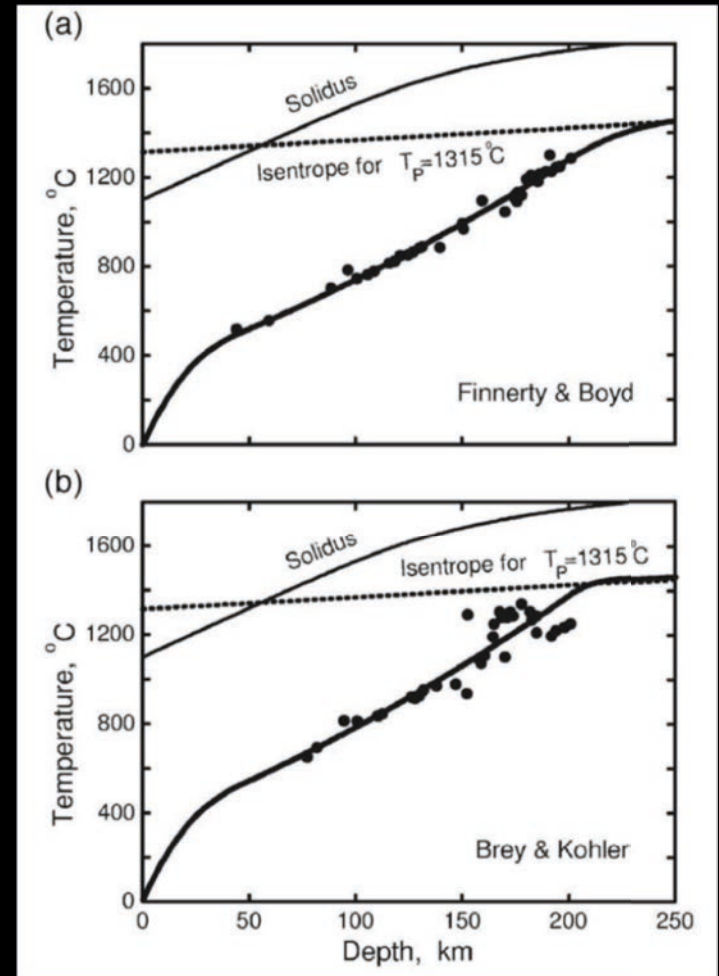


Fig. 3. Geotherm families for oceanic and continental regions; family parameter is heat flow in mW m^{-2} . T_m is mantle solidus; geotherms dotted above $0.85 T_m$ to indicate provisionality.

Il gradiente geobarico ed il gradiente geotermico



McKenzie et al (2005)



Geoterme ricavate dall'applicazione di due termobarometri su noduli di mantello dal Canada (McKenzie et al., 2005)

I passi fondamentali in un progetto di petrologia sperimentale:

- 1) Definire il problema
- 2) Progettare gli esperimenti
 - a) *Starting material*
 - b) Condizioni di P, T, fO_2
 - c) Tipologia degli esperimenti
 - d) Durata degli esperimenti
 - e) Materiale del contenitore
 - f) Apparato sperimentale da utilizzare
- 3) Eseguire gli esperimenti
- 4) Caratterizzare i prodotti sperimentali
- 5) Costruire il modello

La caratterizzazione del campione sperimentale può essere fatta

ex situ oppure in situ



Chiamata anche
quench technique

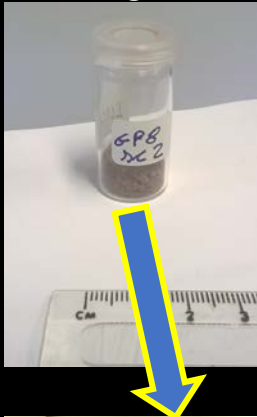
Chiamata
in situ technique

La temperatura viene abbassata repentinamente, 'congelando' il campione. Poi, a fine esperimento, il campione viene rimosso dall'apparato, viene opportunamente preparato per le analisi e viene poi caratterizzato.

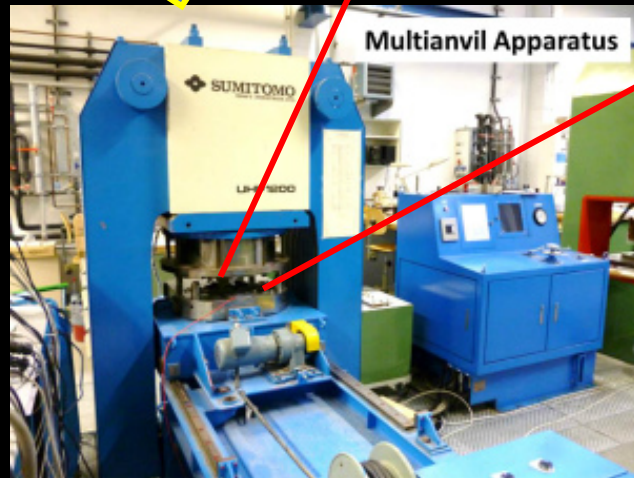
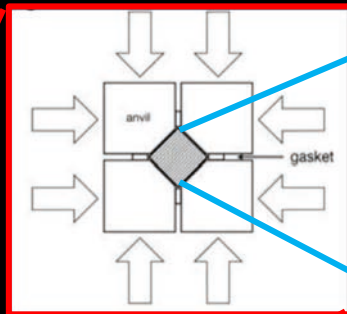
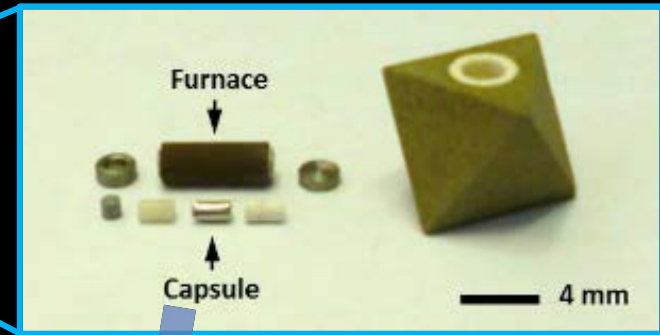
Il campione viene caratterizzato durante l'esperimento stesso, tramite tecniche come diffrazione a raggi-X, tomografia a raggi-X, spettroscopia Raman, etc.

Quench technique

Starting material



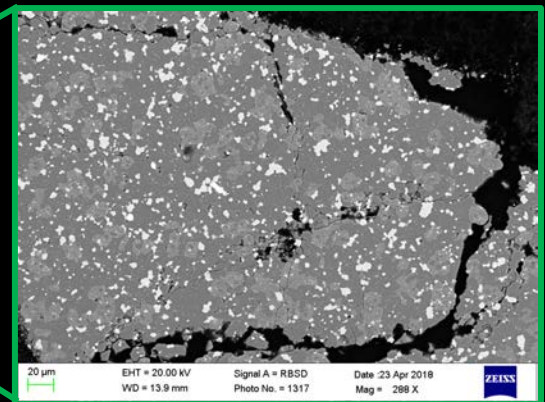
Esempio di cella cui è inserito il campione



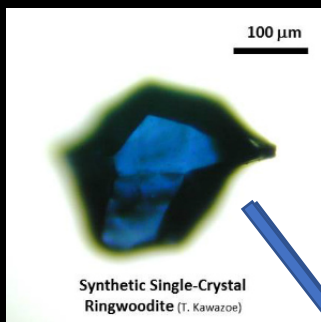
Apparato che porta il campione ad alta T e P

Immagine SEM del campione dopo l'esperimento

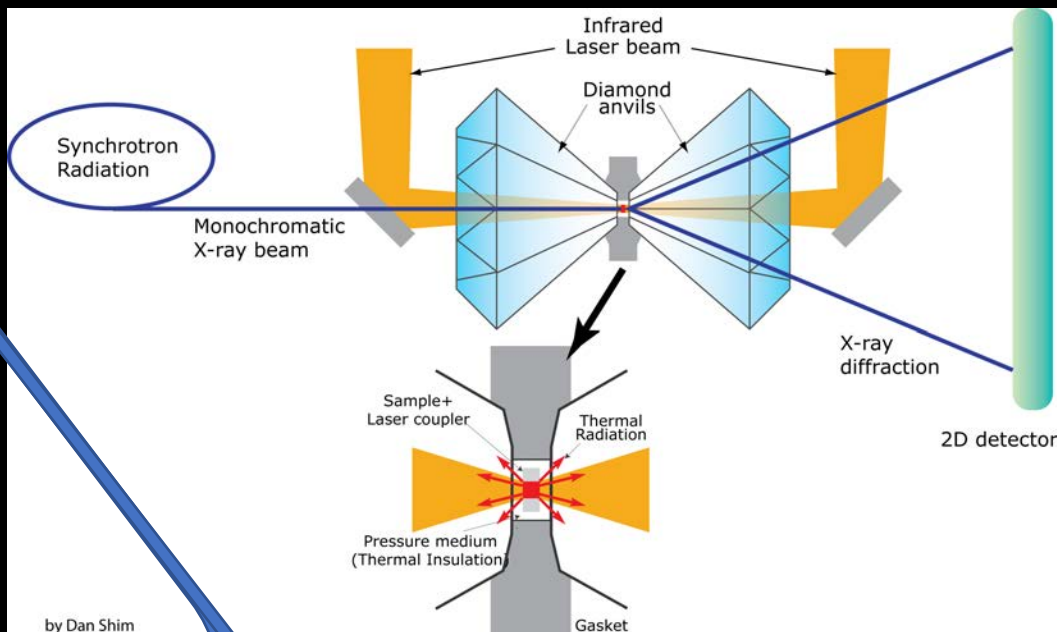
Raggiunte le condizioni e la durata desiderate, il campione viene 'congelato' abbassando repentinamente la T. Il campione viene poi rimosso dall'apparato e preparato per le analisi.



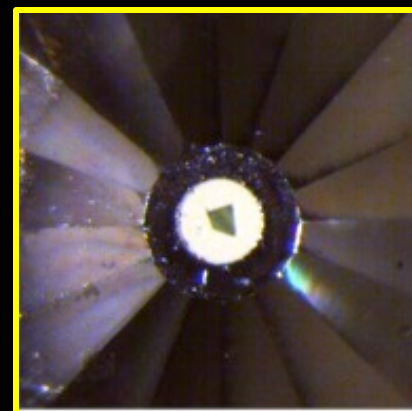
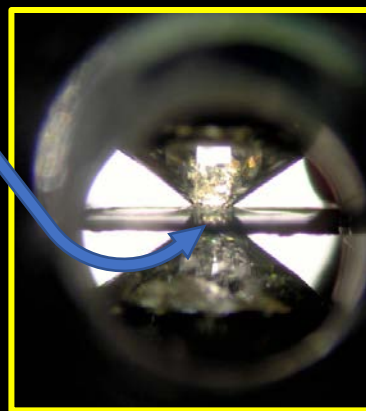
In situ technique



Starting material
(in questo caso un
cristallo)



Il campione viene
caratterizzato
mentre è
sottoposto alle
alte P e/o T



In situ technique

