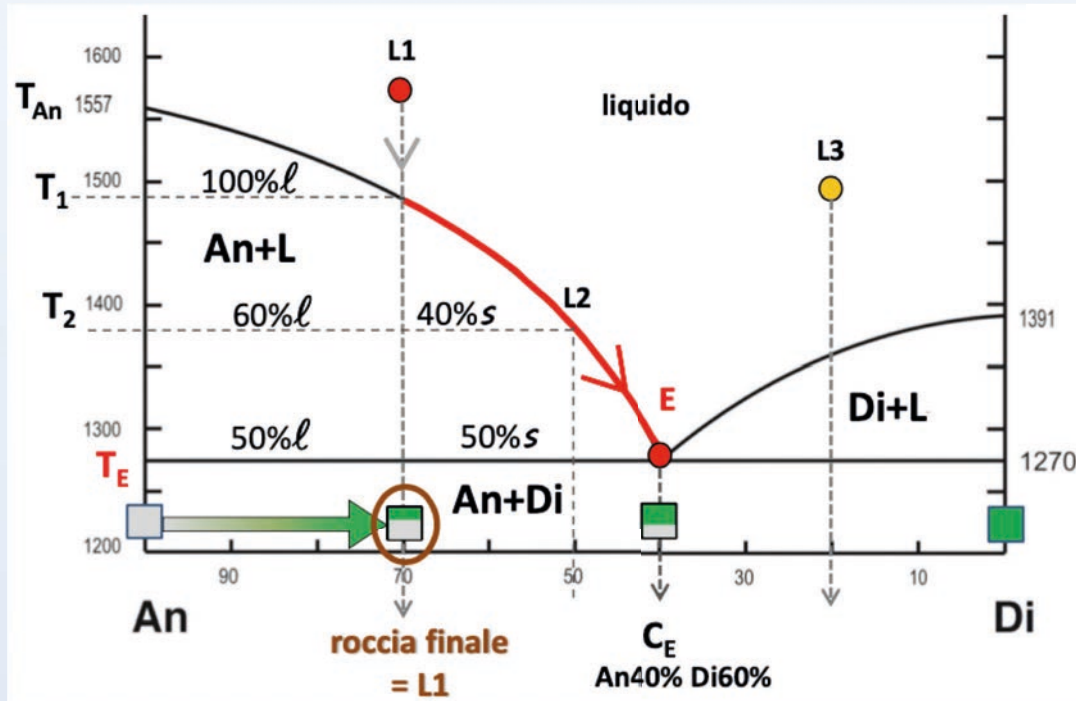


Sistema binario con punto eutettico

Sistema Diopside-Anortite; cristallizzazione all'equilibrio



Anortite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ plagioclasio
Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ clinopirosseno

Cristallizzazione all'equilibrio:
i cristalli rimangono in contatto fisico-chimico con il fuso fino alla sua completa cristallizzazione.

- 1) Liquido L_1 di composizione $\text{An}_{70}\text{-Di}_{30}$. A T_1 inizia la cristallizzazione di An. Il liquido è vincolato a stare sulla curva di liquidus An ($V=1$) cristallizzando An e cambiando di composizione, arricchendosi in Di.
- 2) A T_2 è cristallizzato il 40%An e resta 60% di liquido residuale L_2 (**regola della leva**) di composizione $\text{An}_{50}\text{-Di}_{50}$

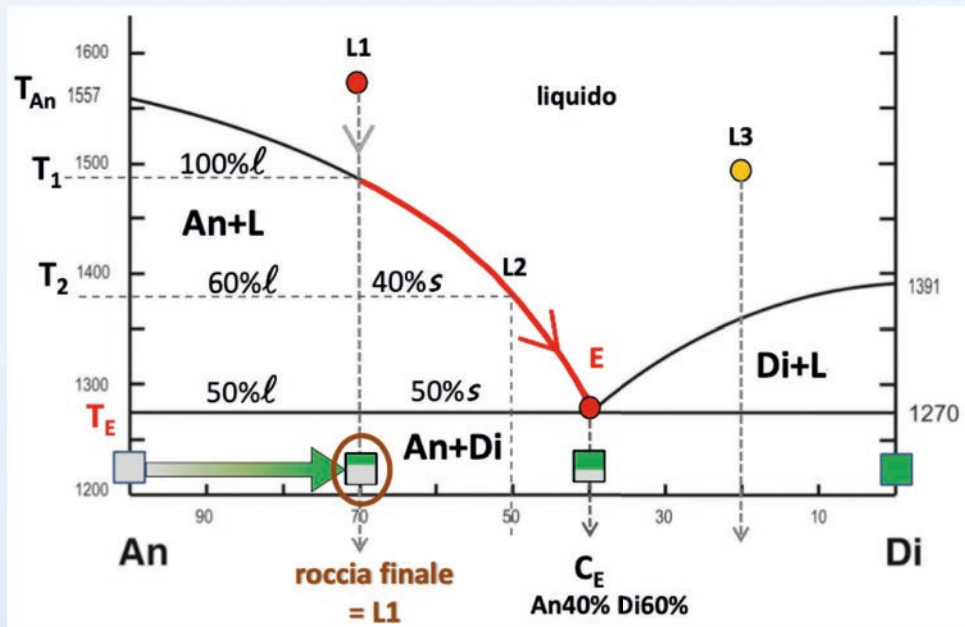
3) Arrivato in E, il liquido residuale è 50% e An cristallizzata è 50%. In E dal liquido residuale L_E cristallizza Di + An nelle proporzioni dell'eutettico ($\text{An}_{40}\text{-Di}_{60}$); da questo momento la composizione del solido si arricchisce in Di e si sposta quindi verso Di (vedi freccia). La roccia prodotta è un gabbro.

4) **Alla fine della cristallizzazione all'equilibrio il solido ha la stessa composizione del liquido di partenza**

NB: lo stesso processo avviene anche per L_3 . Il solido finale avrà composizione = L_3 , otterrò una roccia con gli stessi minerali ma in rapporti diversi, quindi con composizione chimica diversa

Sistema binario con punto eutettico

Sistema Diopside-Anortite; cristallizzazione all'equilibrio



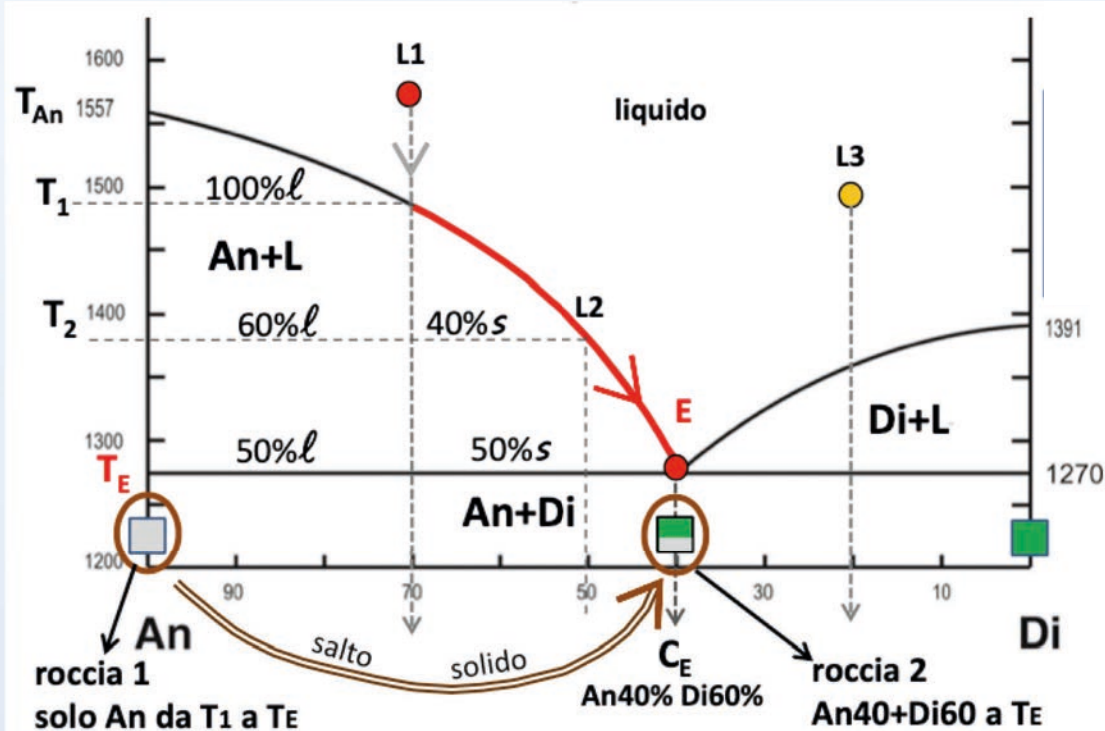
Anortite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ plagioclasio
 Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ clinopirosseno

Cristallizzazione all'equilibrio:
 i cristalli rimangono in contatto fisico-chimico con il fuso fino alla sua completa cristallizzazione.

	comp.liquido	% liquido residuo a 100	% solido a 100	comp.solido% a 100		composto solido		nome roccia
				An	Di	An	Di	
L1 partenza	An70-Di30	100	0	0	0			
T1	An70-Di30	100	0	0	0			
T2	50An-50Di	60	40	100	0	40	0	
da T2 a T _E	da 50An-50Di a 40An-60Di	da 60 a 50	da 40 a 50	100	0	10	0	
T _E	40An-60Di	50	50	40	60	20	30	
1 solido finale= liquido iniziale						40+10+20=70	30	leuco-Gabbro

Sistema binario con punto eutettico

Sistema Diopside-Anortite; cristallizzazione frazionata



Anortite $CaAl_2Si_2O_8$ plagioclasio
Diopside $CaMgSi_2O_6$ clinopirosseno

Cristallizzazione frazionata:

i cristalli formati si separano fisicamente dal liquido (es, per differente densità rispetto al liquido)

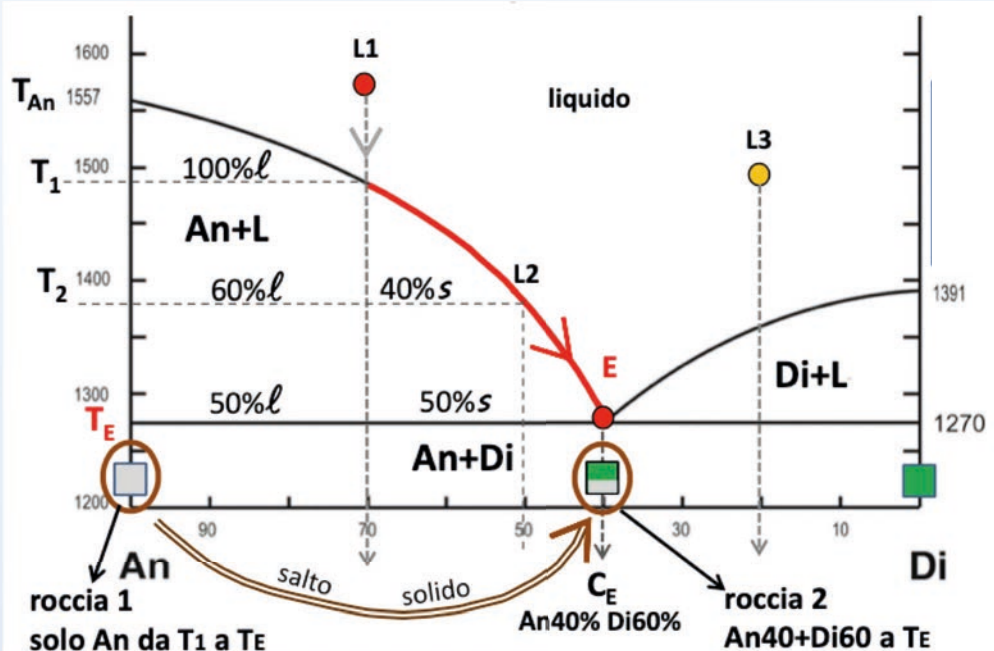
- 1) Partenza: Liquido L_1 di composizione analoga al caso precedente. Il percorso del liquido è uguale al a quello della cristallizzazione all'equilibrio, **ma non il solido.**
- 2) Fino a quando L_1 si sposta lungo il liquidus An, da T_1 a T_E , cristallizza solo An, che viene continuamente allontanata dal liquido. Si formerà una roccia costituita solo da plagioclasio (anortosite)

- 3) Quando L arriva in E, la composizione del solido fa una "salto": cristallizzano An+Di in proporzioni uguali a C_E . Si formerà una roccia costituita da An40+Di60. Cioè un gabbro.
- 4) Alla fine della cristallizzazione frazionata, da un solo liquido si ottengono due rocce diverse; entrambe NON corrispondono alla composizione del liquido di partenza.

NB: lo stesso processo avviene anche per L_3 . I solidi finali saranno due: uno costituito solo da Di (pirossenite) e uno da Di+An in proporzioni eutettiche (un gabbro)

Sistema binario con punto eutettico

Sistema Diopside-Anortite; cristallizzazione frazionata

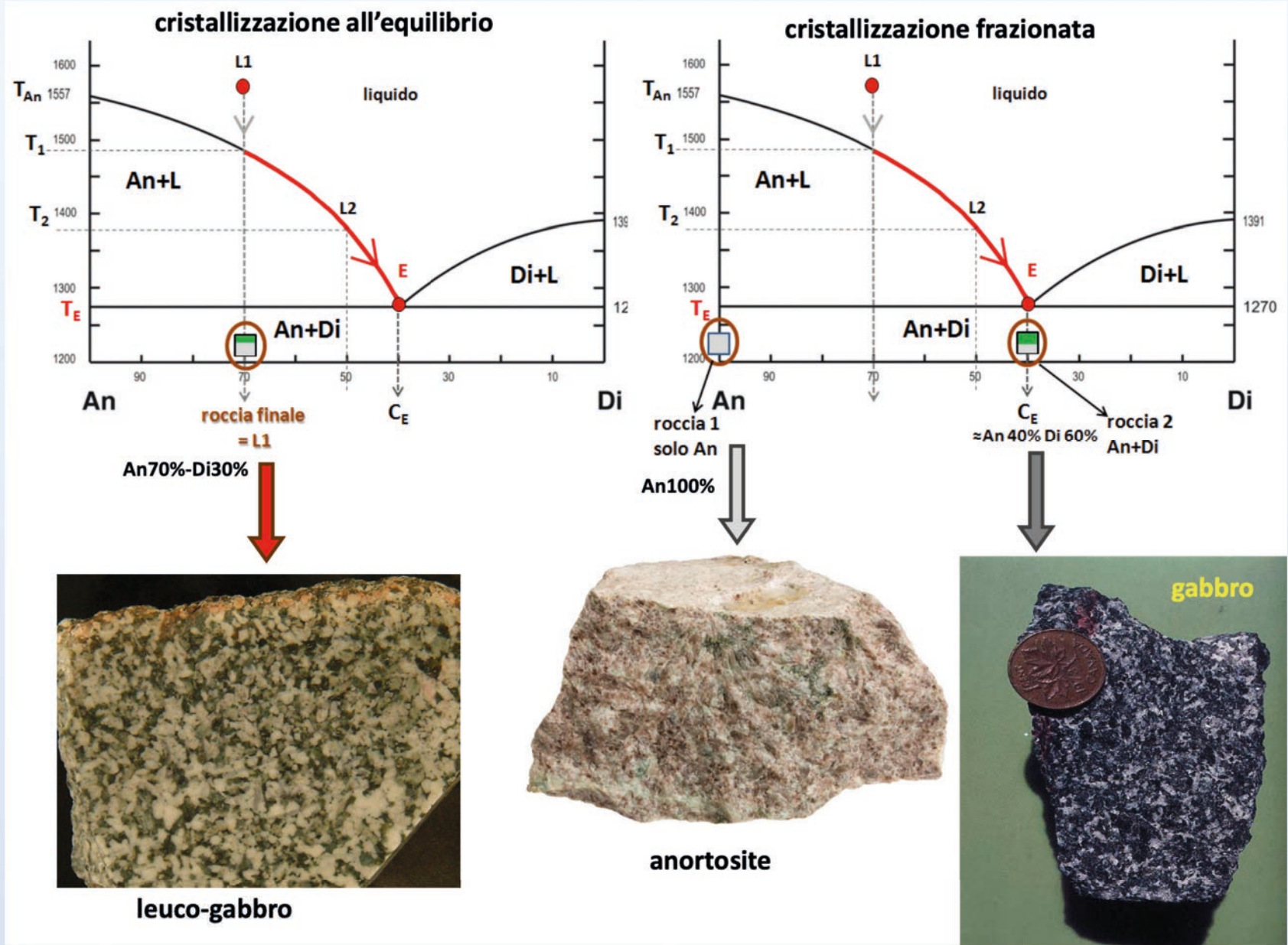


Anortite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ plagioclasio
 Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ clinopirosseno

Cristallizzazione frazionata:
 i cristalli formati si separano fisicamente dal liquido (es, per differente densità rispetto al liquido)

	comp.liquido	% liquido residuo a 100	% solido a 100	comp.solido% a 100		composto solido		nome roccia
				An	Di	An	Di	
L1 partenza	An70-Di30	100	0	0	0	An	Di	
da T1 a T _E	da An70-Di30 a 40An-60Di	da 100 a 50	da 0 a 50	100	0	100		Anortosite
T _E	40An-60Di			40	60	40	60	Gabbro
solido finale 1						100% An		Anortosite
solido finale 2						An40%	Di60%	Gabbro

Sistema Diopside-Anortite



Cristallizzazione all'equilibrio e frazionata

Nella cristallizzazione all'equilibrio, si forma un solo tipo di roccia, di composizione uguale al liquido di partenza.

Per cristallizzazione frazionata si formano una serie di rocce (due nel caso del sistema più semplice binario a due componenti) e si ottengono rocce ancora diverse dallo stesso magma iniziale cambiando la Pressione, ognuna di composizione diversa una dall'altra e diversa dal liquido di partenza.

Negli esempi: i due gabbri che si producono per cristallizzazione all'equilibrio e frazionata sono composizionalmente diversi, anche se formati dagli stessi minerali.

Cristallizzazione all'equilibrio e frazionata sono due estremi del processo di solidificazione del magma: **in natura molto spesso il processo è intermedio tra i due.**

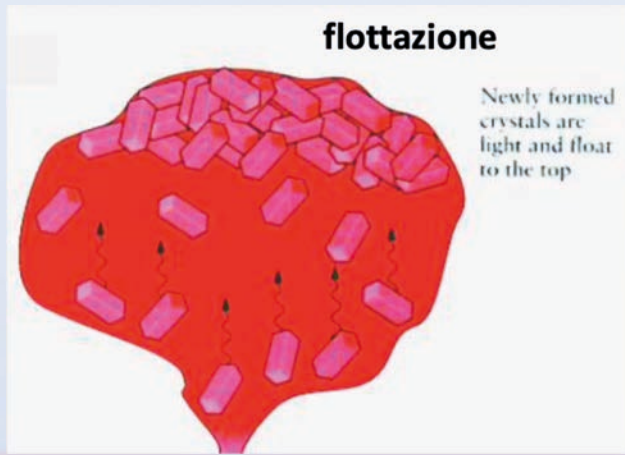
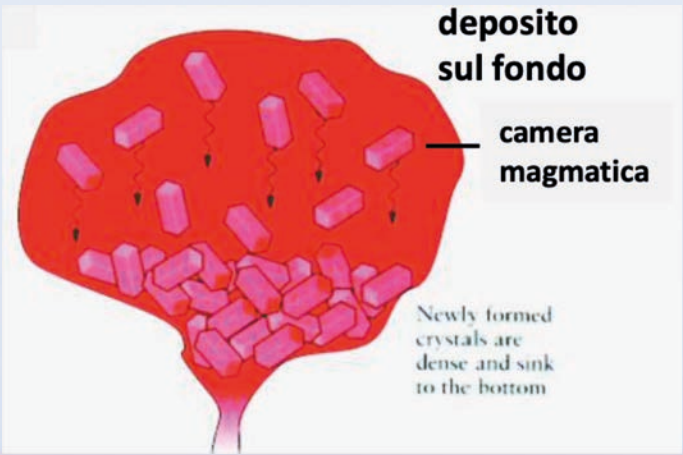
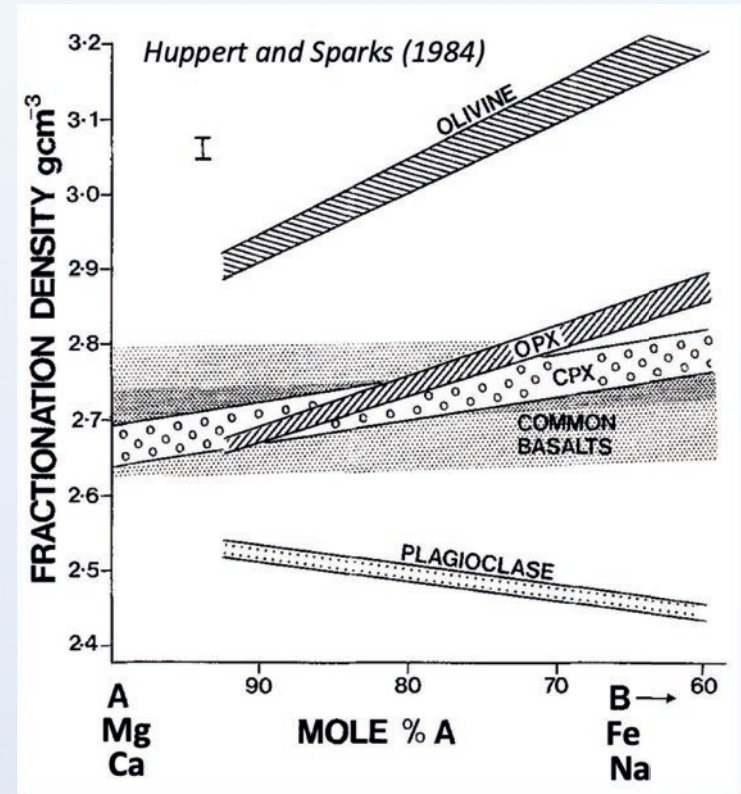
Cristallizzazione frazionata e differenziazione magmatica

La cristallizzazione frazionata (= separazione solido-liquido) è il più importante meccanismo di differenziazione magmatica.

Si ha un cambiamento composizionale del liquido magmatico residuale (= differenziazione magmatica): esso viene impoverito negli elementi (compatibili) che entrano nei minerali che si formano a più alte T e conseguentemente arricchito in quegli elementi (incompatibili) che non entrano in questi.

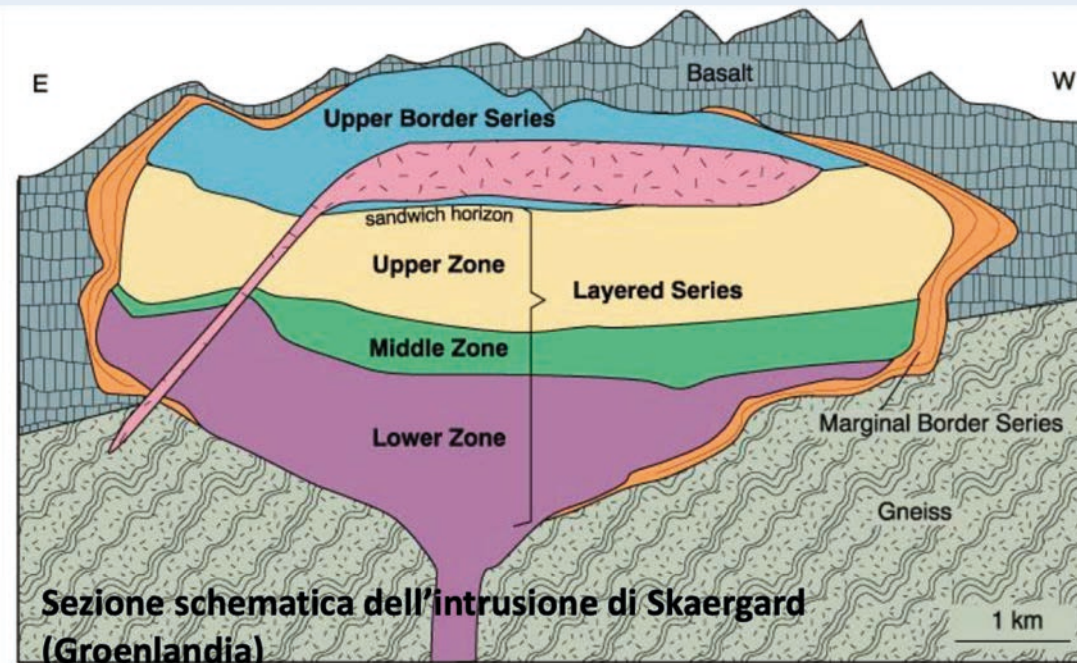
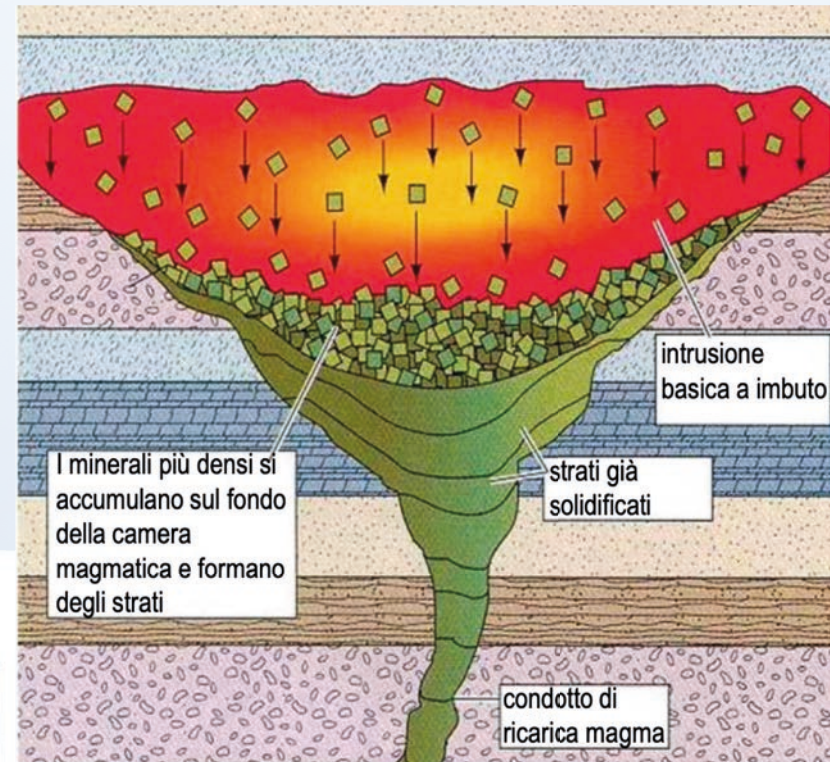
La cristallizzazione frazionata produce quindi un magma residuale ed dei solidi residuali chiamati cumulati.

In funzione del contrasto di densità tra minerali e magma e della viscosità del magma, i minerali che si formano per primi tendono a depositarsi sul fondo della camera magmatica (se più densi) o a flottare (se più leggeri del magma)

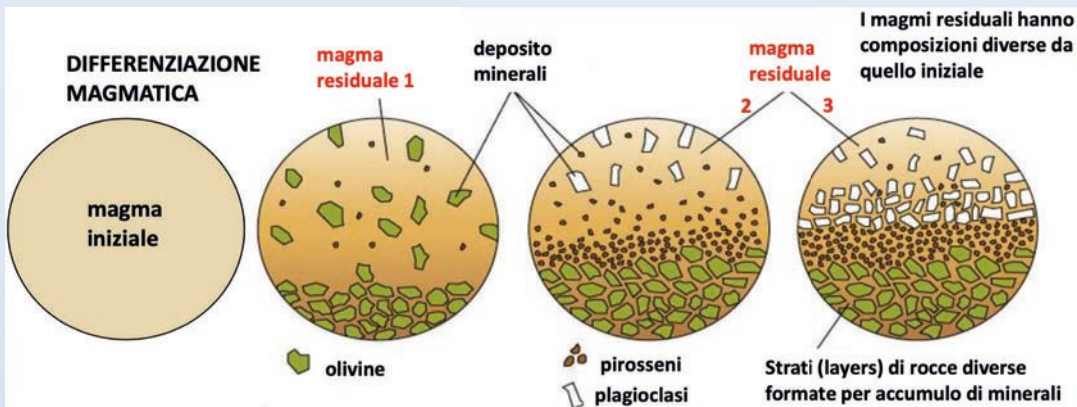


Differenziazione gravitativa

Intrusioni mafiche stratificate



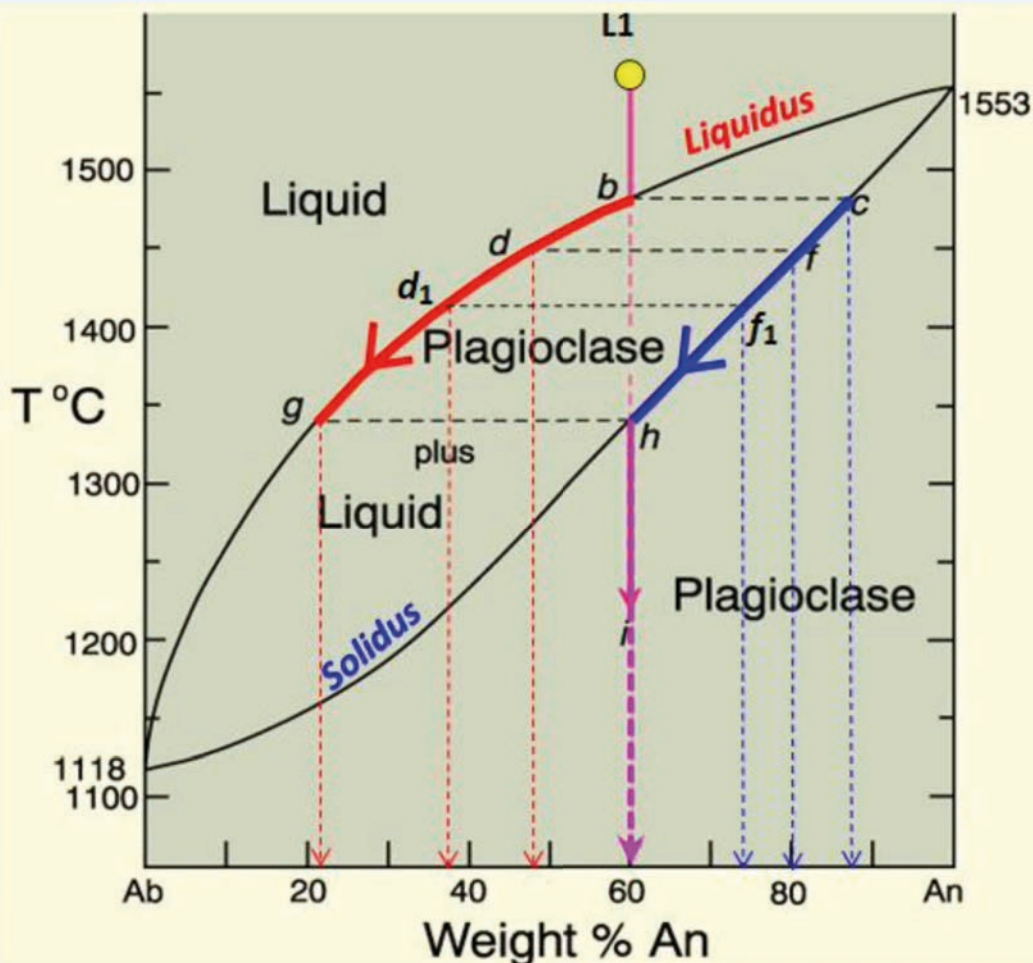
Intrusioni mafiche stratificate



Complesso Basico Ivrea-Verbano
Zone (zona basale)

Sistema binario con componenti completamente miscibili

Plagioclasti (Na-Ca feldspati) – soluzioni solide isomorfe Albite-Anortite



Cristallizzazione all'equilibrio: infinitesimi passi di riequilibratura tra liquido e solido.

Partenza liquido L₁ di composizione An₆₀-Ab₄₀. Quando il liquido tocca il liquidus (V=1) nel punto b cristallizza un plag. di composizione c = An₈₈-Ab₁₂ (molto più ricca in An rispetto al L₁ !!!) Il liquido è "costretto" a spostarsi lungo la curva di liquidus (V=1), cioè al diminuire delle T cambia la composizione diventando più ricco in Ab. Man mano che il liquido cambia di composizione, il plag. che cristallizza si riequilibra in continuazione con il liquido e diventa anch'esso più ricco in Ab.

Per L = d (An₄₈-Ab₅₂) cristallizza un plag di composizione f (An₈₀-An₂₀); per L = d₁ (An₃₈-Ab₆₂) il plag è f₁ (An₇₄-Ab₃₆). La cristallizzazione finisce quando L = g (An₂₂-Ab₇₈) e il plag = h (An₆₀-An₄₀).

Il plagioclasto finale sarà omogeneo, con composizione uguale al liquido di partenza.

Cristallizzazione all'equilibrio → Continuo cambio chimico tra la fase solida ed il liquido al diminuire della T. La velocità di raffreddamento del liquido è inferiore alla velocità di riequilibratura chimica della fase solida.

→ **Cristalli omogenei**