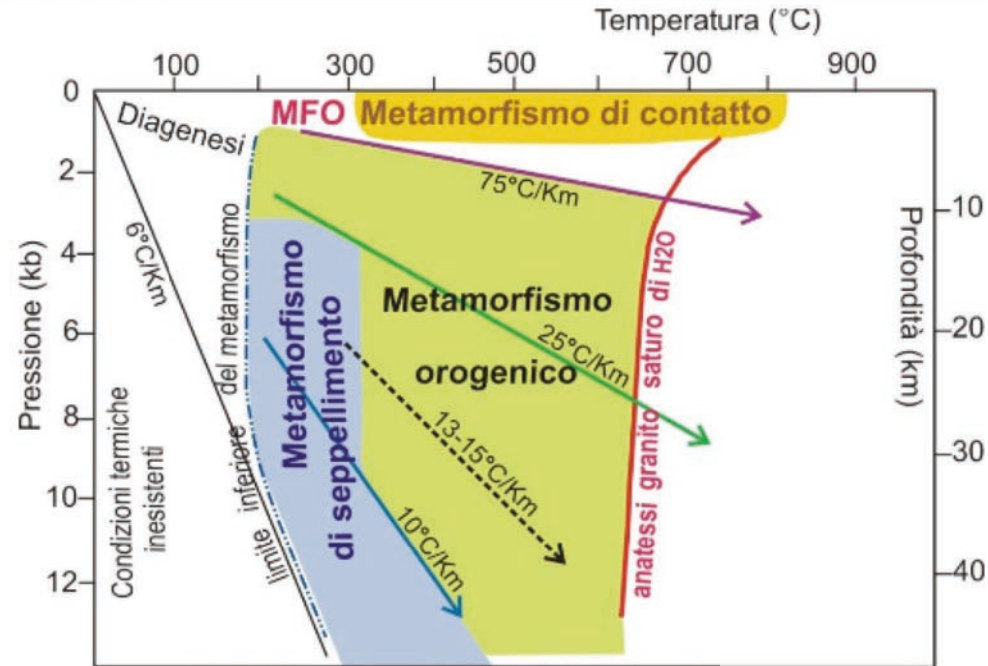
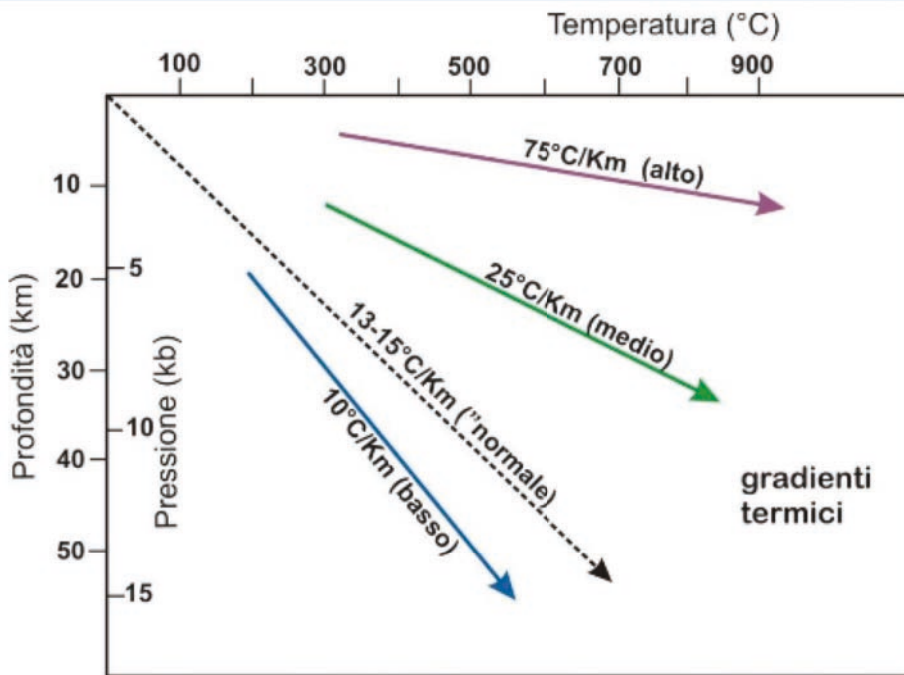


Gradienti termici e tipi di metamorfismo

Il contesto geologico determina il tipo di metamorfismo che può subire un corpo roccioso ed i gradienti termici in questo contesto hanno un ruolo fondamentale.



- Gradiente termico "normale" ($\equiv 1 \text{ HFU} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$)
- Gradiente termico intermedio
- Gradiente termico alto
- Gradiente termico basso

- MFO** Metamorfismo di Fondo Oceanico
 - Met. Orogenico
 - Met. Seppellimento & Subduzione
 - Met. Contatto
- estensione regionale
- estensione locale

Tipi di metamorfismo

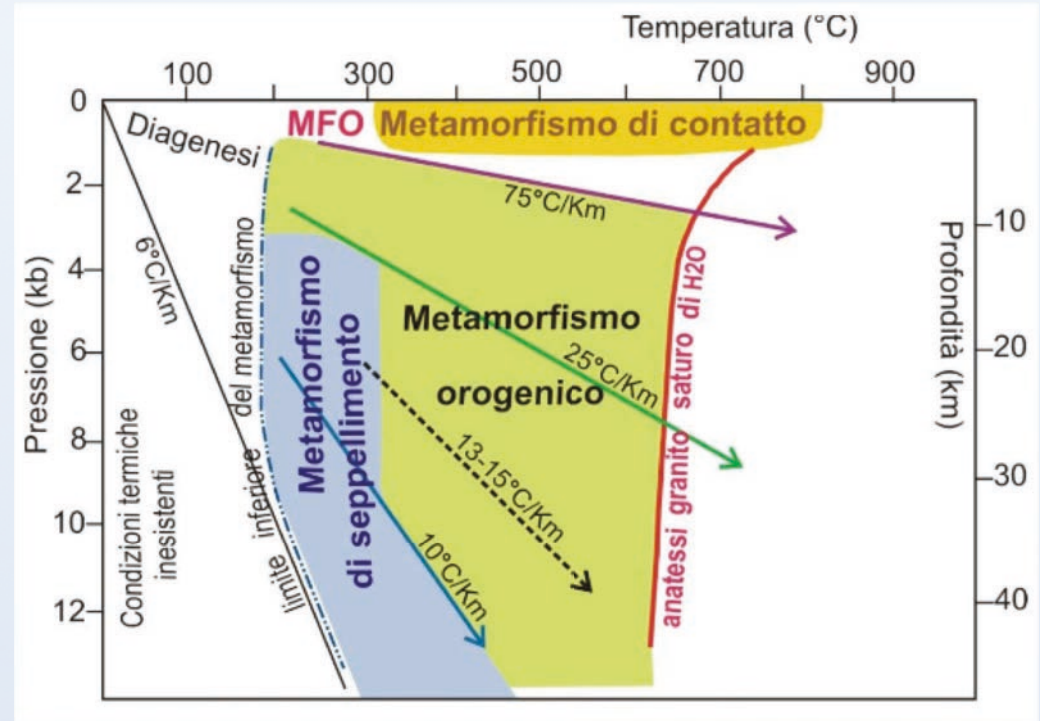
I tipi di metamorfismo variano in funzione della collocazione geologica e dell'estensione geologica.

Estensione locale:
(~ km di estensione)

- di contatto
- di cataclasi

Estensione regionale:
(migliaia di km di estensione)

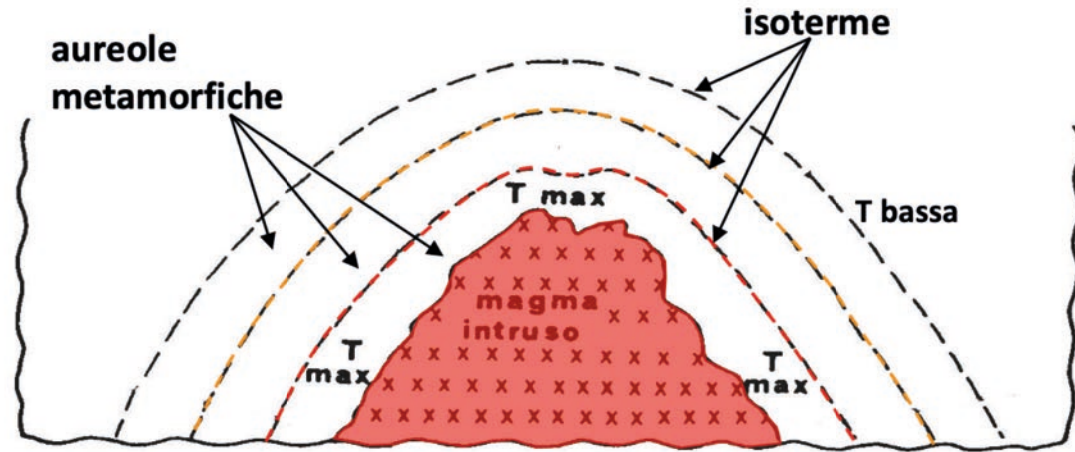
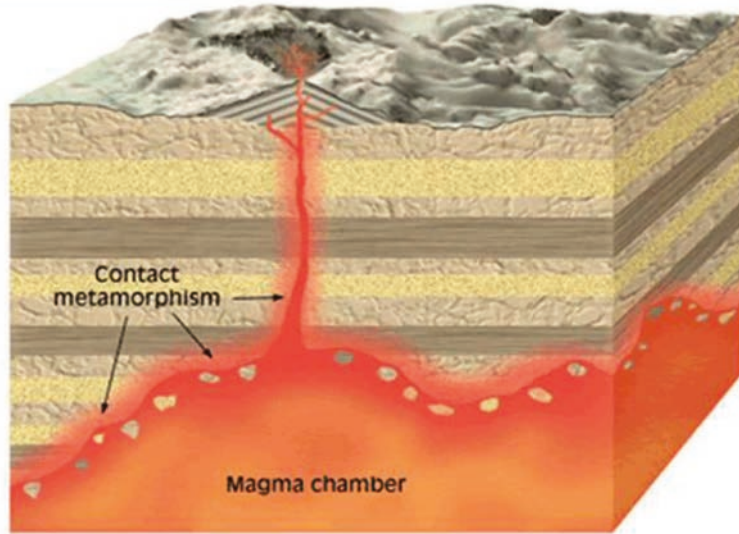
- orogenico o di collisione
- di seppellimento/subduzione
- di fondo oceanico



Non riportato in questo diagramma in quanto le pressioni non sono isostatiche

Metamorfismo di contatto

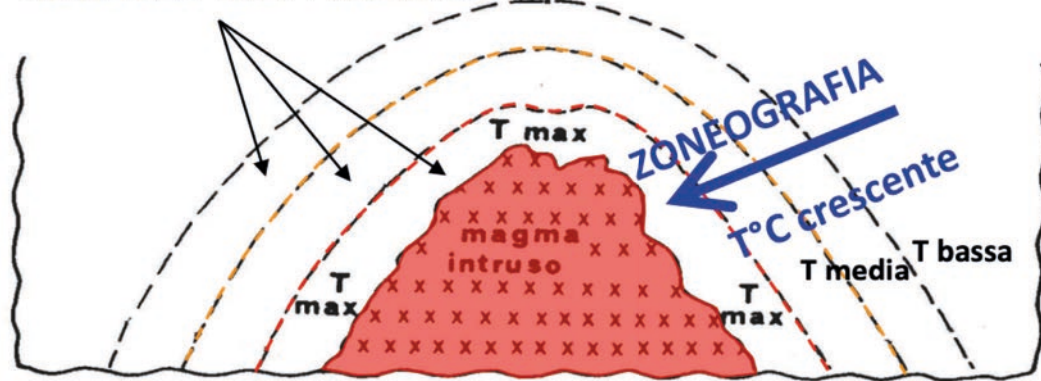
Viene anche detto «termometamorfismo» ed è un processo alla scala locale.



- È dovuto al riscaldamento delle rocce incassanti da parte di intrusioni magmatiche a bassa profondità (epiplutoniche; < 15 km, < ~ 5 kbar). Crea delle aureole metamorfiche.
- Il range di T è ampio, in funzione della vicinanza alla massa magmatica.
- ~ 600°C vicino a intrusioni acide, ~ 800°C vicino a intrusioni basiche.
- Il gradiente termico è il massimo, ma varia in funzione della distanza dalla massa magmatica.
- In funzione delle zone metamorfiche, il cambiamento mineralogico sarà più o meno spinto.
- Le strutture sono massive, no strutture orientate

Metamorfismo di contatto

AUREOLE METAMORFICHE (da pochi m a qualche km)



Avvicinandosi alla massa magmatica si distinguono delle fasce con associazioni mineralogiche di T crescente e ricostruzione strutturale crescente



ZONEOGRAFIA

Il cambiamento mineralogico e strutturale dipende da:

**Caratteristiche
massa ignea**

+

**Caratteristiche
rocce incassanti**

+

**Profondità intrusione
Modalità trasporto
calore (conduzione,
convezione)**

**Massa, Temperatura,
chimismo,
contenuto in volatili !!**

**Chimismo,
porosità/permeabilità**

NB:

Attorno ai plutoni granitoidi (acidi) le aureole sono spesso più estese rispetto a quelli gabbriici (basici). Questo è dovuto all'effetto dei fluidi, più abbondanti nel primo caso.

I fluidi facilitano di molto lo scambio di calore ed il trasporto degli elementi chimici. Infatti le rocce incassanti hanno spesso composizioni modificate (METASOMATISMO).

Metamorfismo di contatto

Minerali tipici:

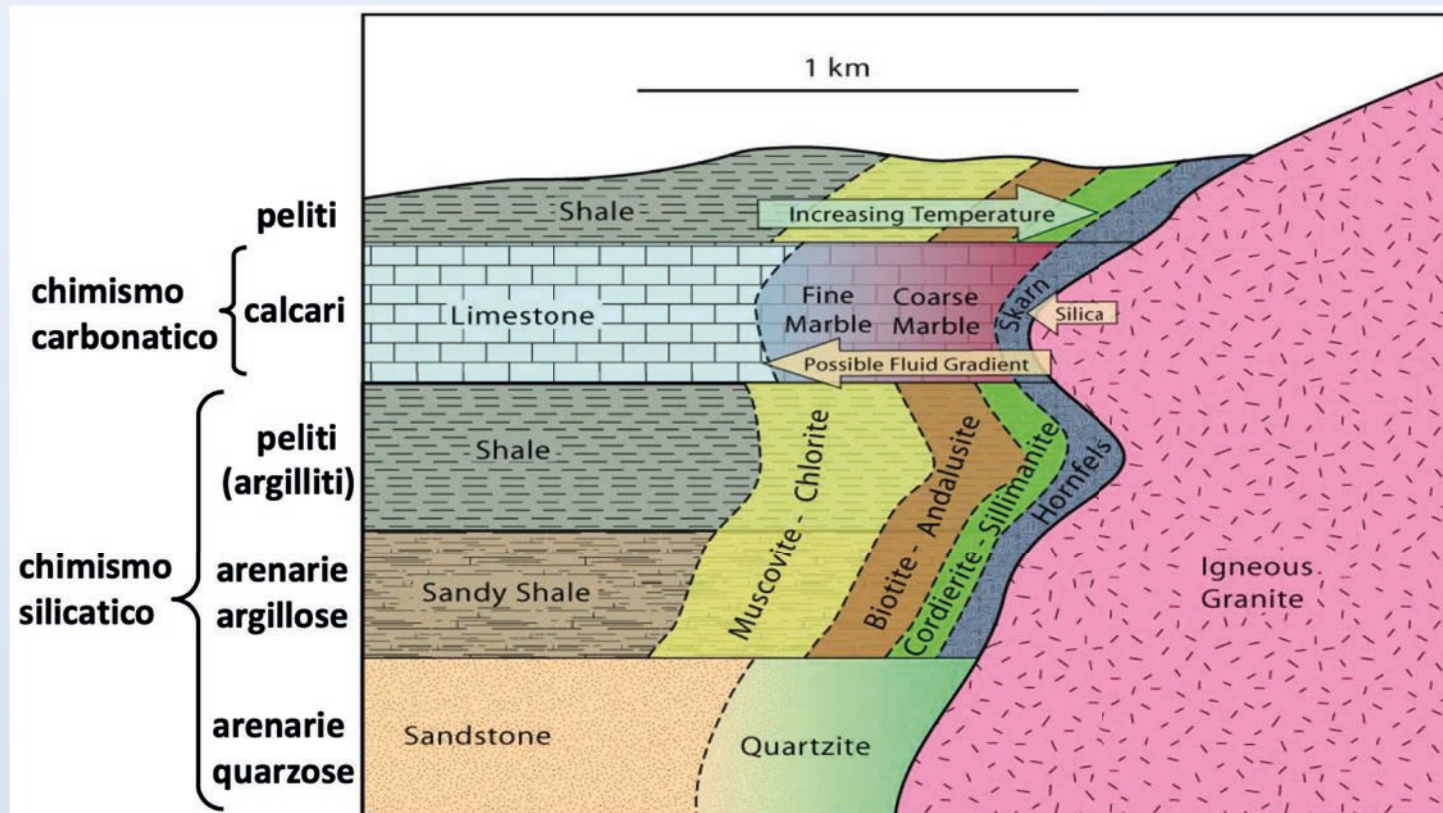


Se protoliti pelitico-arenacei:
andalusite, cordierite, biotite, K-feldspato,
plagioclasio, corindone, spinelli.

Rocce risultanti:
Cornubianiti
(Hornfels)

Se protoliti calcareo-dolomitici:
tremolite, diopside (fassaite), wollastonite,
Ca-granati, vesuviana, epidoti, forsterite,
anortite, brucite....., oltre a calcite e
dolomite

Rocce risultanti:
Marmi / Calcefiri



Metamorfismo di contatto



ZONEOGRAFIA

vicino al contatto
(alta T°C)
Aureole "interne"

più lontano dal
contatto (media T°C)

distanti dal contatto
(bassa T°C)
Aureole "esterne"

In rocce PELITICO-ARENACEE → CORNUBIANITI

biotite, spinelli, corindone, cordierite, feldspati,
granati, sillimanite

Strutture massive, granoblastiche o peciloblastiche,
completamente ricostruite

Andalusite, biotite, muscovite

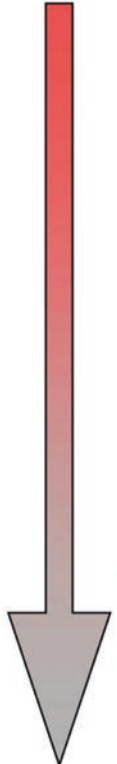
Parziale ricostruzione strutturale, con possibili
residui di strutture pre-metamorfiche

Locali accumuli di muscovite e clorite, rara biotite
e andalusite (che compaiono come "macchie")

Caratteri strutturali ≈ originali

Metamorfismo di contatto

ZONEOGRAFIA In rocce **CARBONATICHE** → **MARMI/CALCEFIRI/SKARN**



vicino al contatto
(alta T°C)
Aureole "interne"

oltre a calcite e << dolomite:

Wollastonite (Ca[SiO₃]), grossularia (Ca-gt), andradite (Ca-Fe³⁺-Ti-gt), vesuviana, anortite, diopside (fassaite), periclasio (MgO), monticellite (Ca(Mg,Fe)[SiO₄]), forsterite,

Strutture : MASSIVE, granoblastiche, omeo-eteroblastiche, peciloblastiche, di forte compenetrazione tra le fasi

allontanandosi dal
contatto
(media-bassa T°C)

Acuni minerali di quelli sopra + epidoti, tremolite o altri anfiboli, brucite (Mg[OH]₂), talco, serpentino....

Strutture : residui strutturali sedimentari (es.stratificazioni) spesso conservati, anche per ricostruzioni mineralogiche ± avanzate

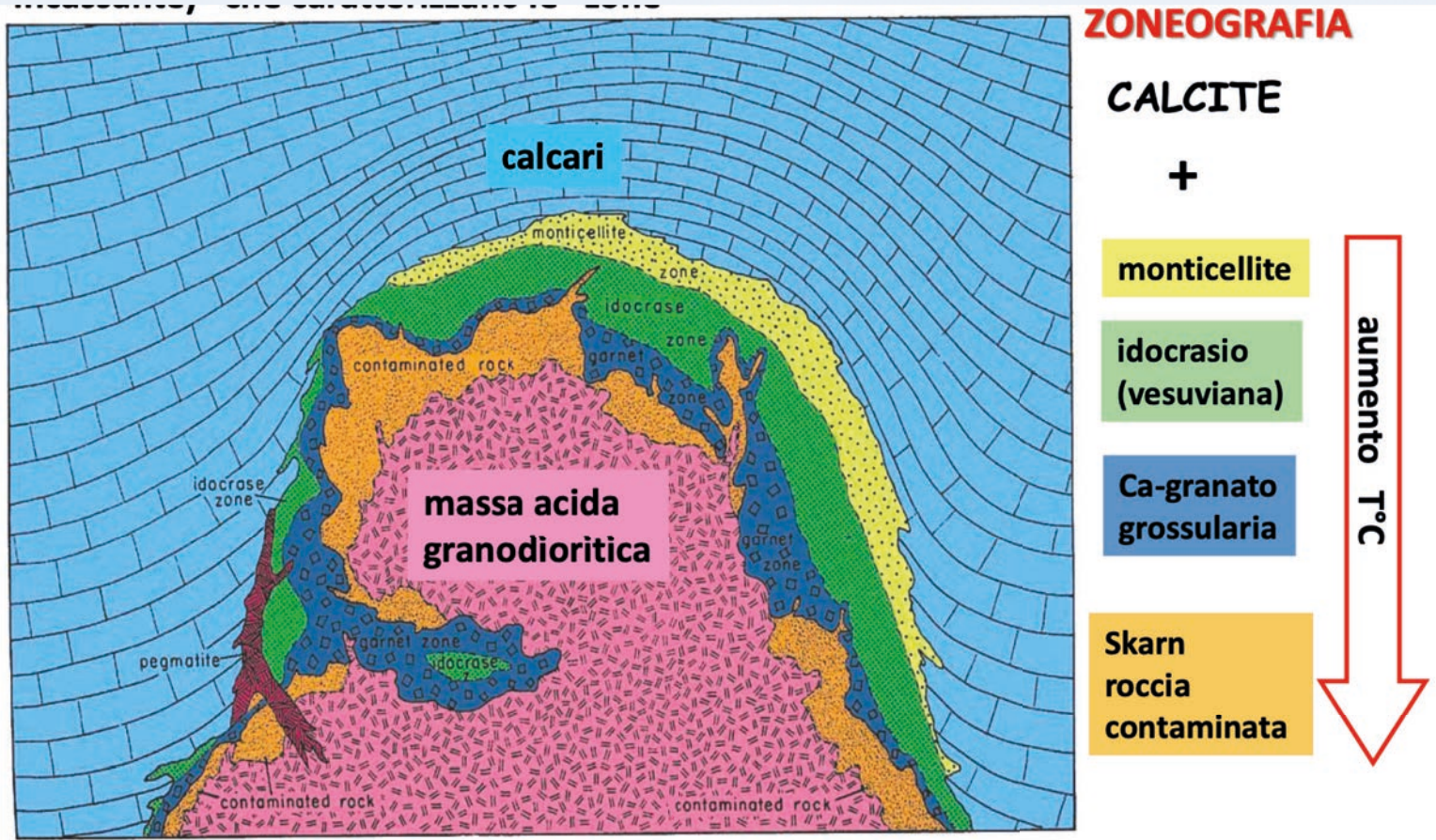
Metamorfismo di contatto

Nelle metamorfiti di contatto sono comuni gli effetti metasomatici:

la circolazione dei fluidi magmatici trasferisce calore (convezione) e specie chimiche.

E' particolarmente evidente per plutoni granitici e incassanti carbonatici.

Si producono gli SKARN, rocce carbonatiche ricche di Fe-silicati e minerali metallici (ematite, magnetite, solfuri vari) spesso economicamente sfruttabili



ZONEOGRAFIA

CALCITE

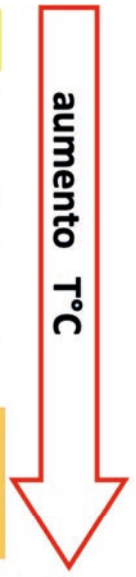
+

monticellite

idocrasio (vesuviana)

Ca-granato grossularia

Skarn roccia contaminata



Monticellite	CaMgSiO_4
Vesuviana (Idocrasio)	$\text{Ca}_{19}(\text{Al,Fe})_{10}(\text{Mg,Fe})_3[\text{Si}_2\text{O}_7]_4[\text{SiO}_4]_{10}(\text{O,OH,F})_{10}$
Grossularia	$\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$

Metamorfismo di contatto

Termini generali usati per le metamorfite di contatto:

CONTATTITE : metamorfite di contatto di qualsiasi composizione

FELS (GRANOFELS) : metamorfite isotropa, priva di qualsiasi anisotropia strutturale

NB : il termine FELS è usato in generale per tutte quelle rocce metamorfiche a struttura isotropa, indipendentemente dal tipo di metamorfismo !!!!

Termini specifici in funzione della composizione:

CORNUBIANITE (HORNFELS) : metamorfite di composizione silicatica (solo a silicati)

CALCEFIRO : metamorfite di composizione mista carbonatica-silicatica
minerali: carbonati (>> calcite) + Ca-silicati

MARMO : metamorfite di contatto di composizione carbonatica
minerali : calcite (\pm dolomite) >95%

SKARN : metamorfite carbonatiche (calcari o dolomie) ricche di Ca-Mg-Fe-silicati + Cu-solfuri + Magnetite (spesso in depositi economicamente utili) prodotti per metasomatismo da fluidi di provenienza magmatica

Metamorfismo di contatto

Marmo (calcite)



Marmo (calcite)



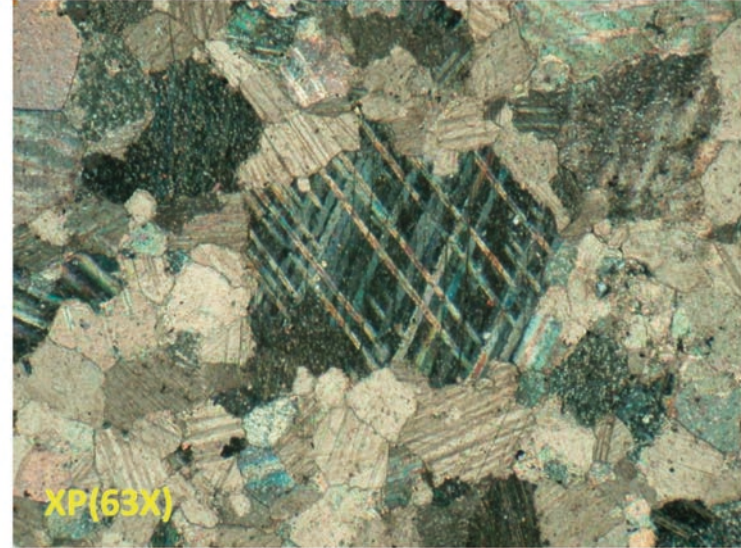
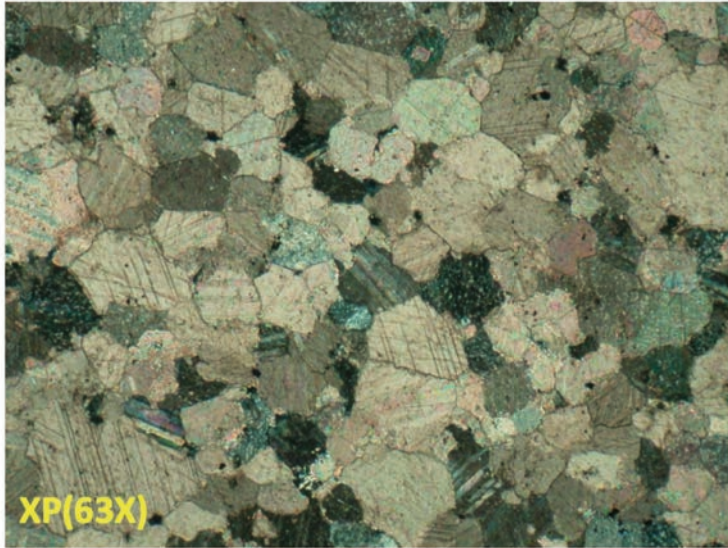
Skarn (calcite, actinolite, diopside)



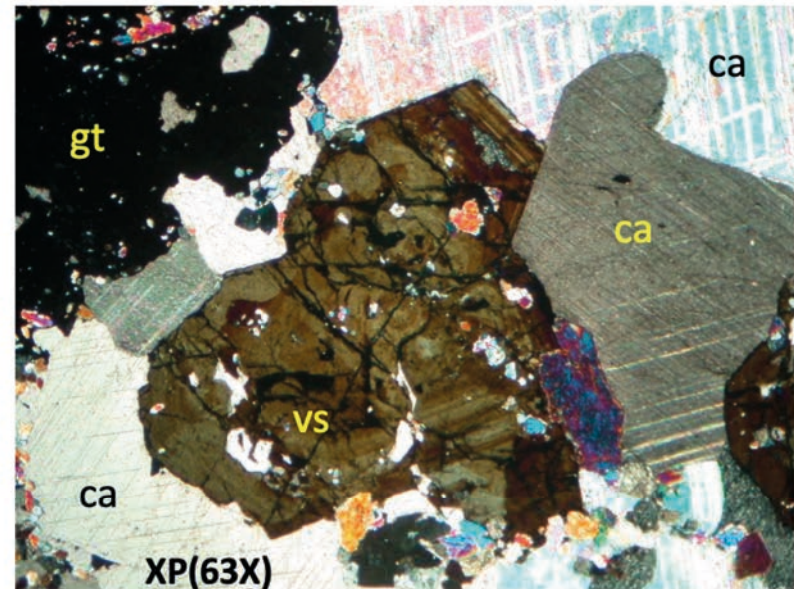
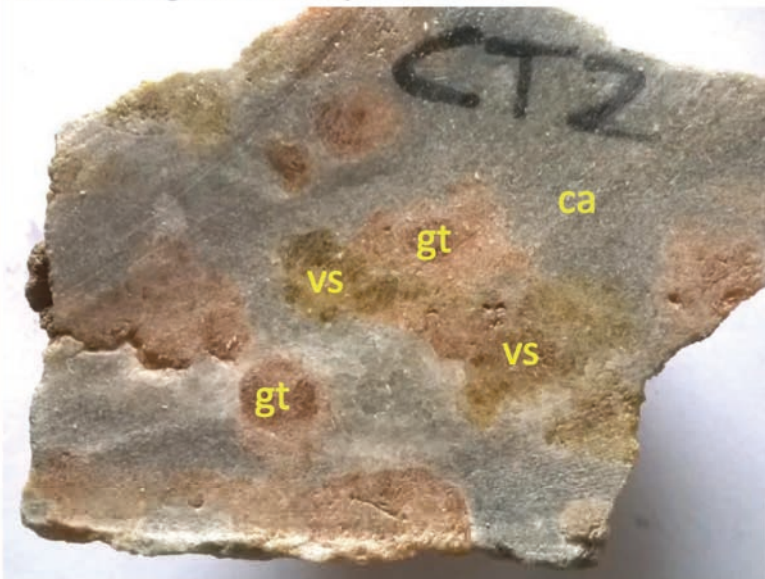
Calcefiro a granato



Metamorfismo di contatto



Marmo (aureole contatto Adamello) a tessitura isotropa granoblastica con locali punti tripli; a dx particolare della calcite con geminazioni polisintetiche



Calcefiro (aureole contatto, Monzoni) a calcite (grigia), granato (rosso) e vesuviana (giallo-verde); lunghezza campione 6cm. A dx al microscopio: presenti anche piccoli cristalli di diopside