

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Rocce metamorfiche

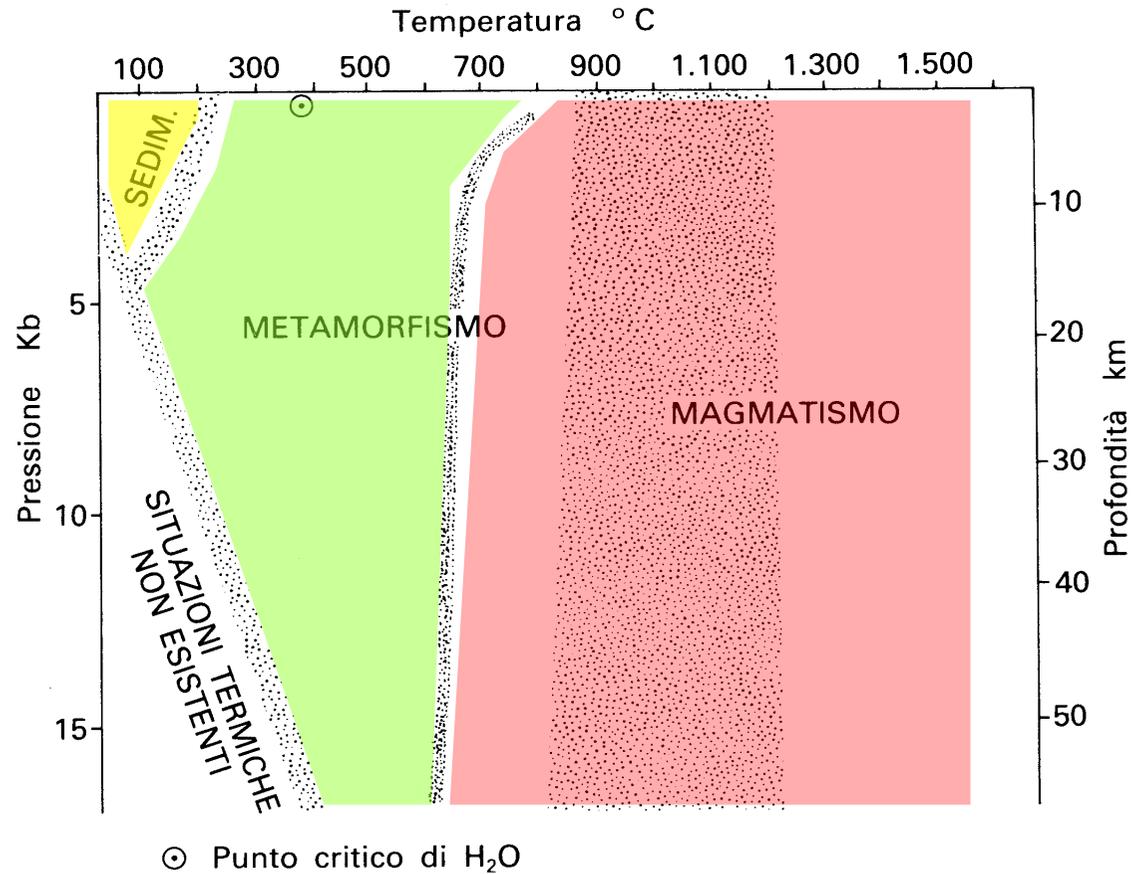
Cosa è il metamorfismo?

Metamorfismo: trasformazioni allo stato solido: - mineralogiche
- strutturali

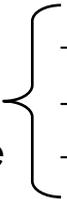
Metamorfismo: processo petrogenetico che determina nelle rocce trasformazioni mineralogiche e strutturali sub-solidus, definite blastesi o ricristallizzazione, in risposta all'instaurarsi di condizioni ambientali diverse da quelle in cui la roccia si è formata, e da quelle presenti sulla superficie della Terra e nelle zone di diagenesi

Processi metamorfici si sviluppano a temperature $>$ a quelle della diagenesi,
 $<$ a quelle dei processi magmatici

La curva a 650 -700° C segna inizio fusione nel sistema granitico saturo H₂O

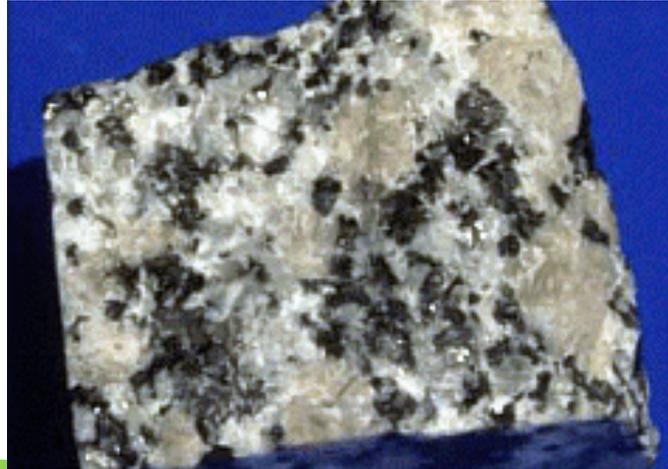


Protoliti: rocce originarie:

- sedimentarie
 - ignee
 - metamorfiche
- 
- para-
 - orto-
 - poli-

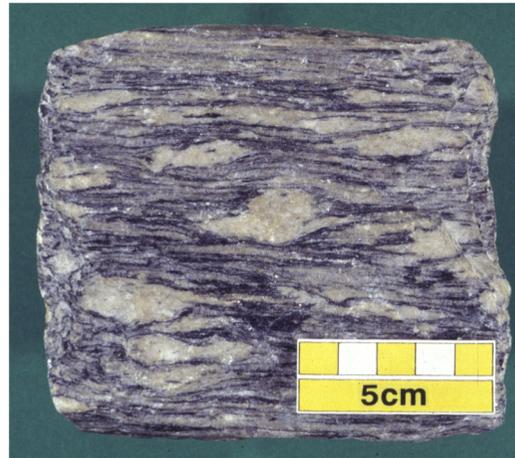
Variabilità rocce metamorfiche:

- protolite
- distribuzione elementi chimici protolite
- condizioni temperatura
- condizioni pressione
- disponibilità e composizione fase fluida
- storia deformativa
- tempo



protolite

METAMORFISMO = trasformazione
strutturale e/o mineralogica



roccia
metamorfica

Rinnovamento mineralogico



argillite

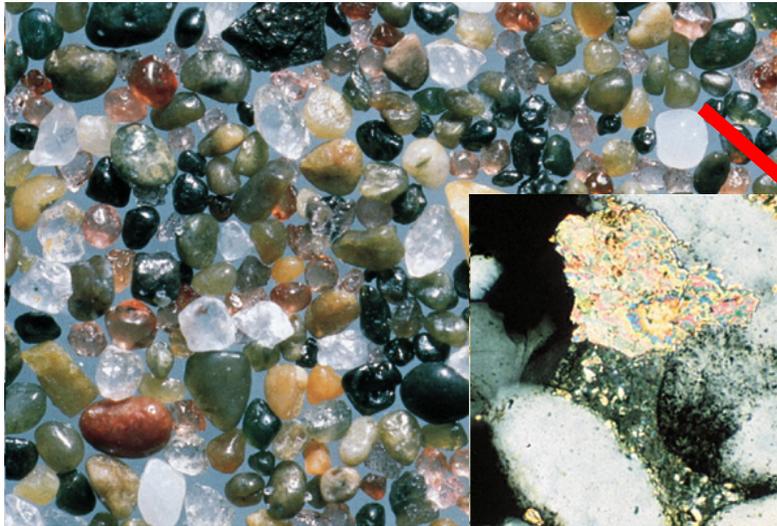
fillade (Ms +Chl)



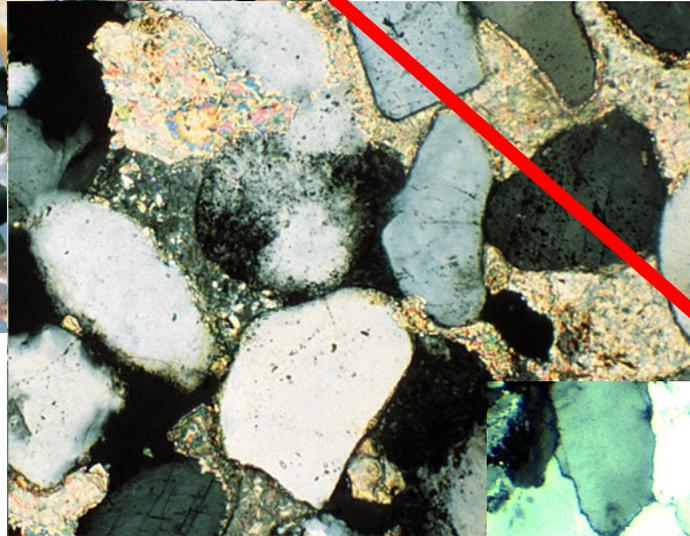
micascisto (Ms + Bt + Grt)



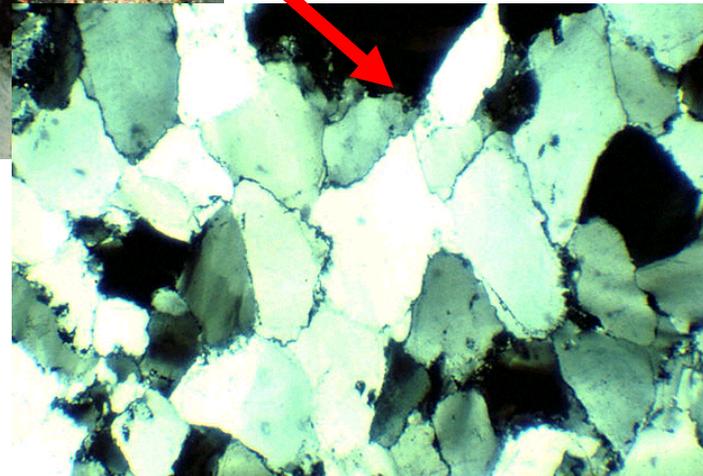
Rinnovamento strutturale



sedimenti
incoerenti



arenaria
roccia
sedimentaria



quarzite
roccia metamorfica

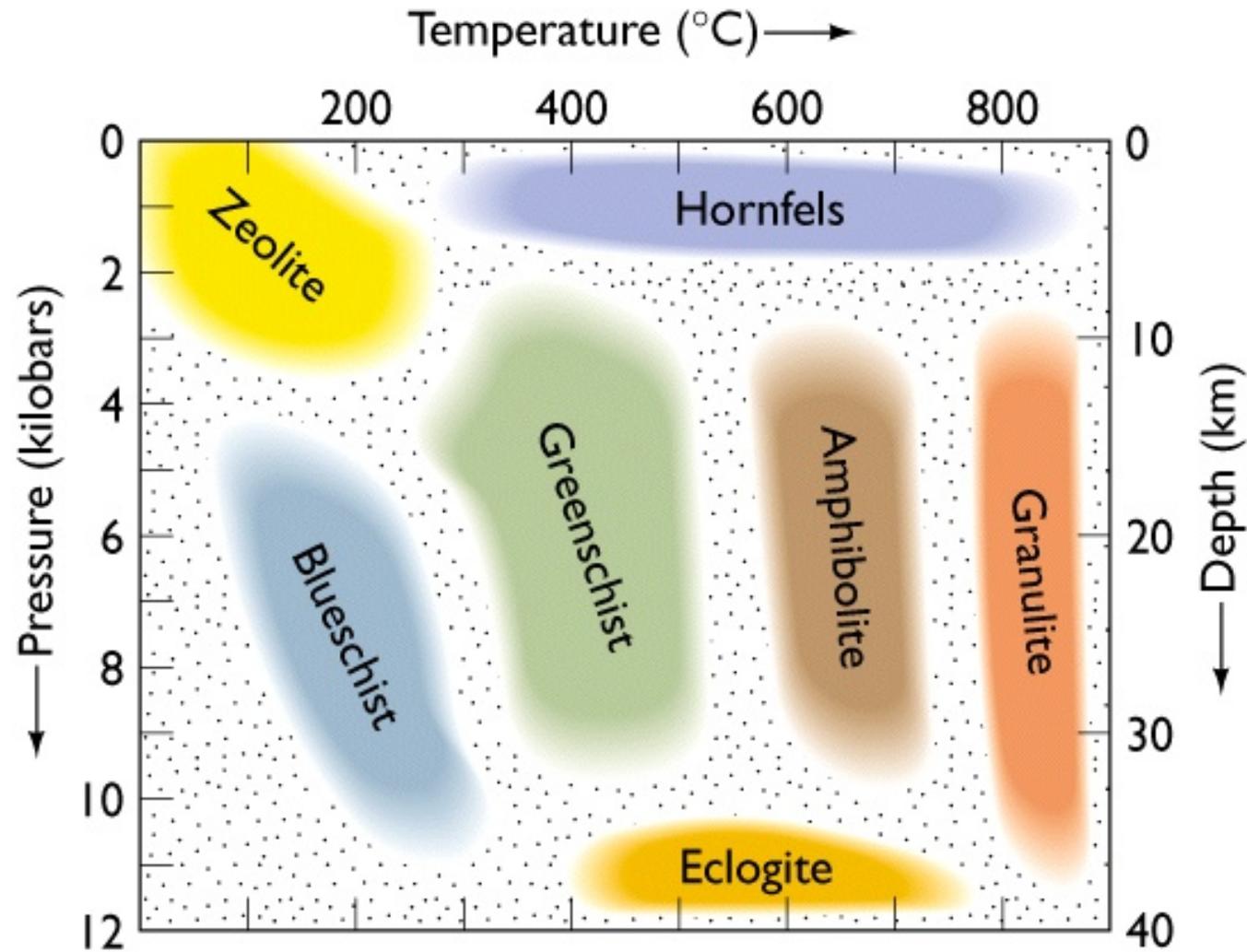
Facies metamorfica

“In qualsiasi roccia o formazione metamorfica che abbia raggiunto l’equilibrio chimico durante il metamorfismo, a T e P costanti la composizione mineralogica sarà controllata dalla composizione della roccia”. *Eskola (1915)*

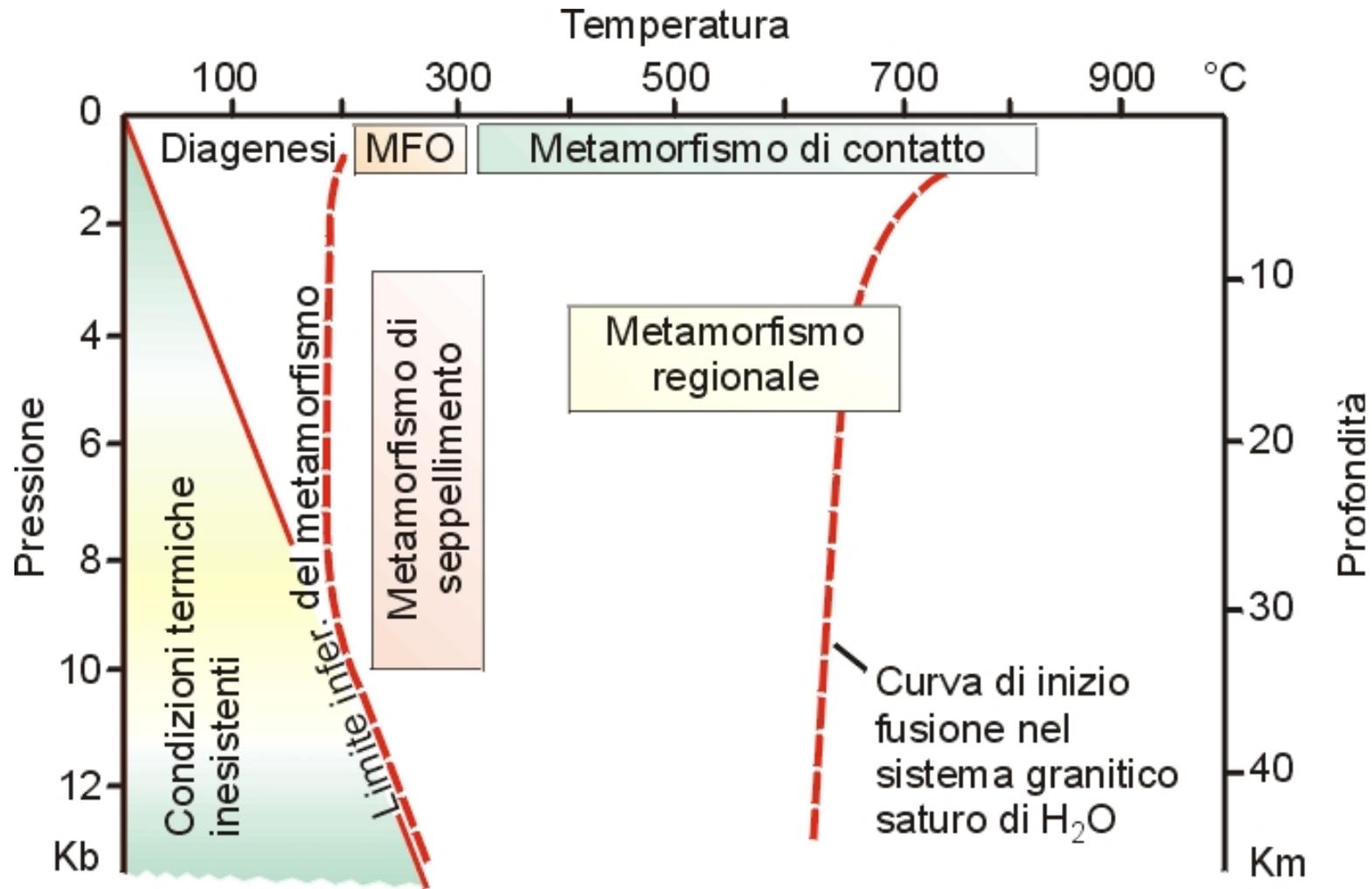
Facies metamorfica: insieme delle associazioni mineralogiche metamorfiche, associate nello spazio e nel tempo, che mostrano una costante e prevedibile relazione tra composizione mineralogica e chimismo della roccia a date condizioni ambientali, di temperatura e pressione, anche se altre variabili, quali la PH_2O , possono risultare importanti.

Considerando i principali cambiamenti delle associazioni mineralogiche delle rocce di composizione basaltica, vista la grossa diffusione di questo tipo di rocce, e i chiari e numericamente limitati cambiamenti delle associazioni che in esse si osservano: facies

Il campo P-T é stato suddiviso in settori (o Facies), all'interno dei quali, rocce a composizione chimica simile esibiscono una mineralogia costante



I processi metamorfici possono essere classificati in modo completo, tenendo conto di aspetti legati a diversi campi di interesse e a diversi punti di vista.



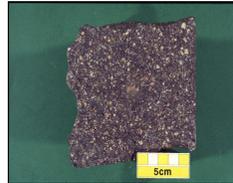
Tipi di protoliti (tipi compositivi di riferimento)

Rocce pelitiche (argillose)



(es. argillite)

Rocce psammitiche (arenarie)



(es. arenaria)

Rocce acide



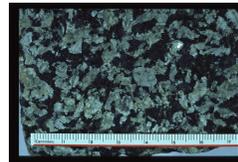
(es. granito, riolite)

Rocce carbonatiche (pure e impure)



(es. calcare)

Rocce basiche



(es. gabbro, basalto)

RICONOSCIMENTO DELLE ROCCE METAMORFICHE

LA STRUTTURA DELLE ROCCE METAMORFICHE

Struttura: la disposizione delle parti di una roccia (a prescindere dalla scala), includendo le relazioni spaziali fra le parti; le loro dimensioni e forme relative; le caratteristiche interne delle parti

Le strutture metamorfiche più comuni:

- a) **strutture isotrope:** caratterizzate da una disposizione casuale, e quindi statisticamente identica in tutte le direzioni, degli elementi strutturali



struttura granofelsica

- b) **strutture anisotrope** caratterizzate invece da una orientazione preferenziale di alcuni elementi strutturali

le strutture anisotrope possono essere:

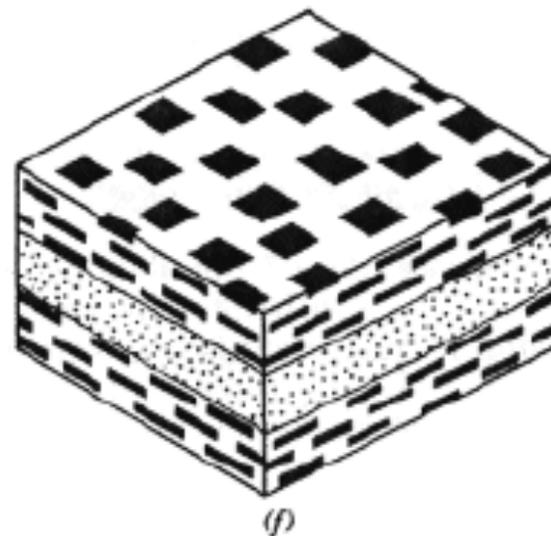
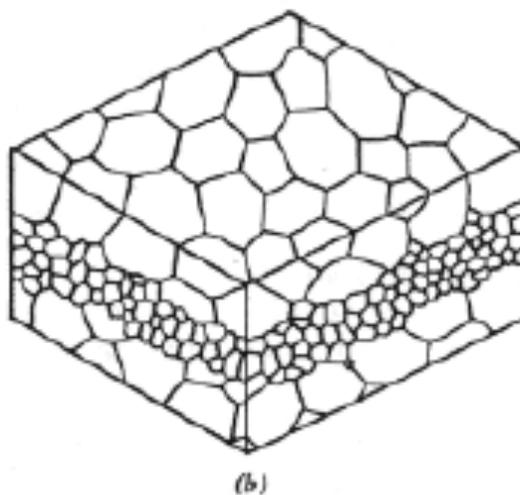
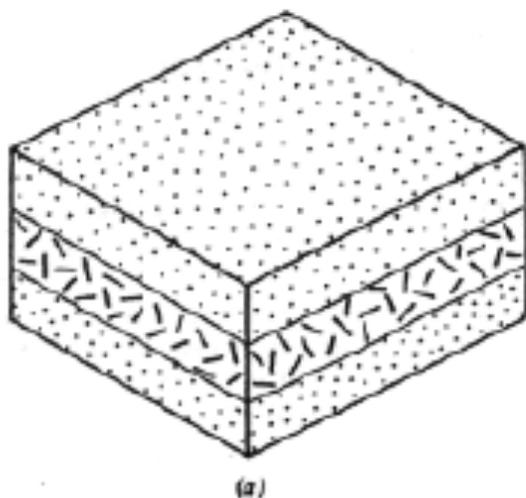
→ **planari**

→ **lineari**

- c) **altre strutture**

b) Strutture anisotrope

Foliazione { Layering
Scistosità
Struttura gneissica

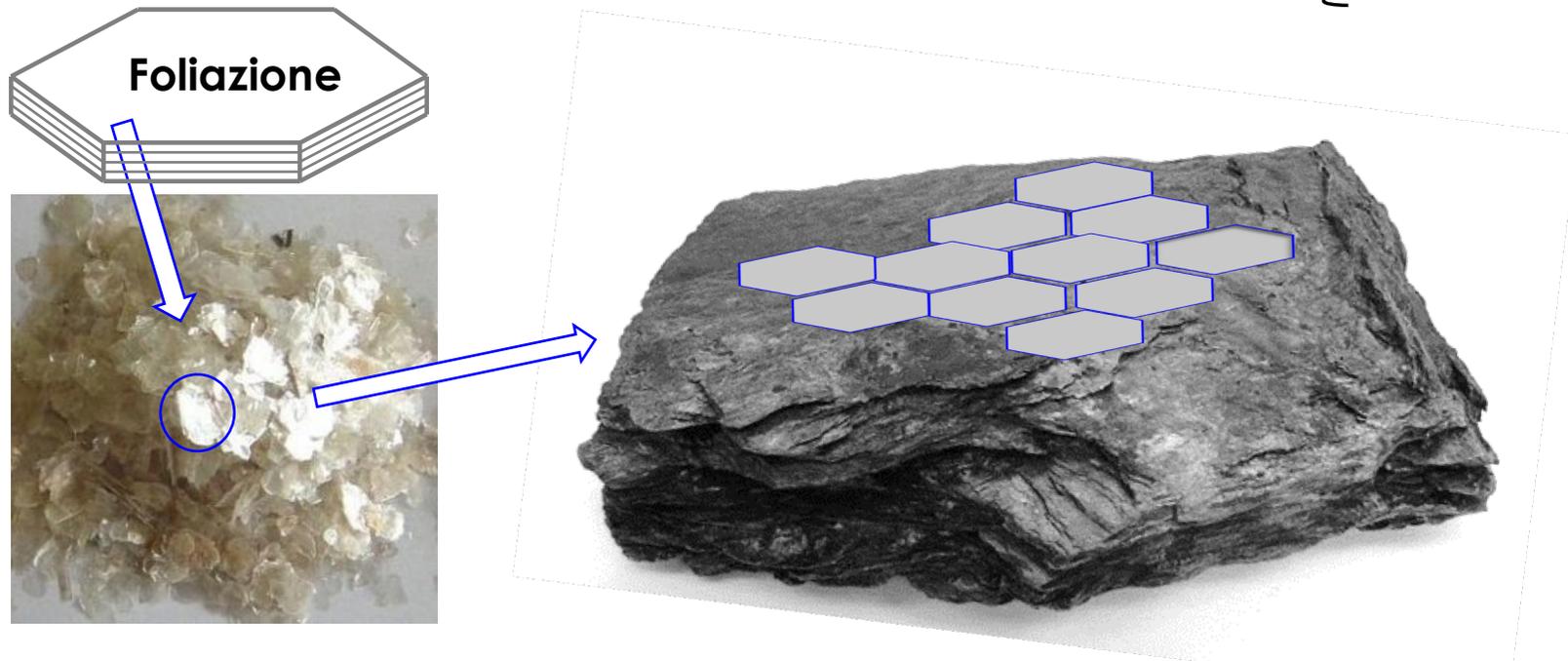


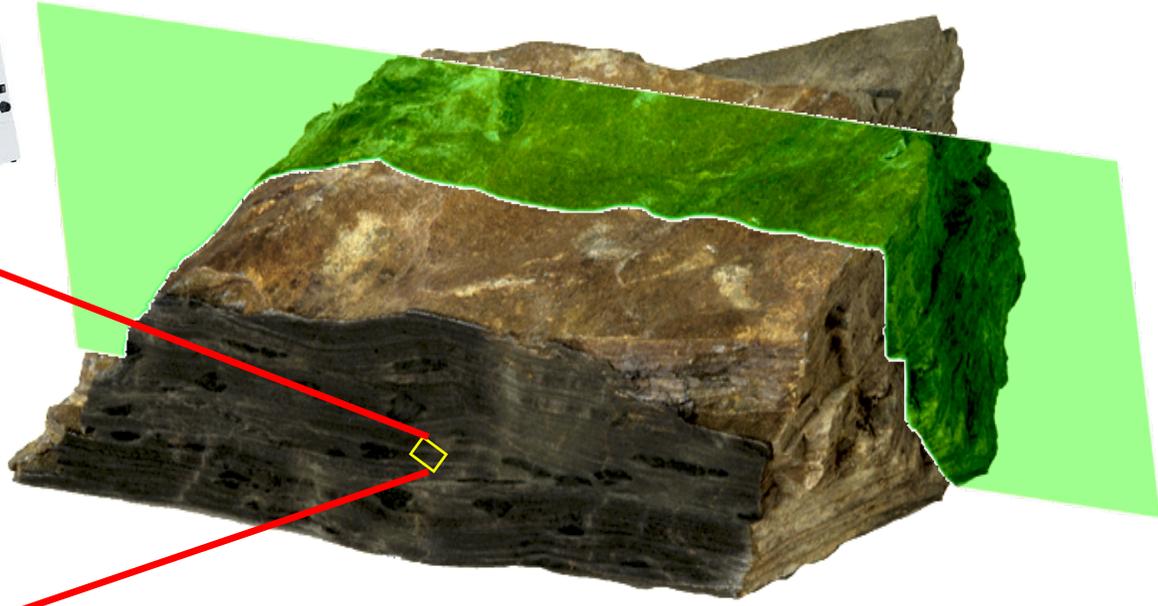
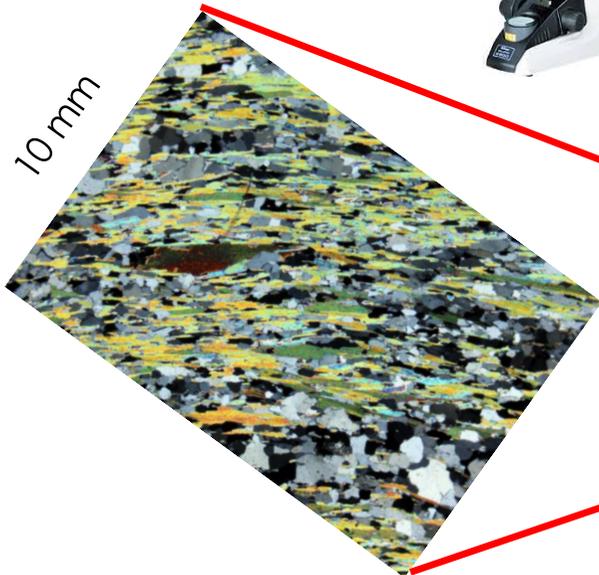
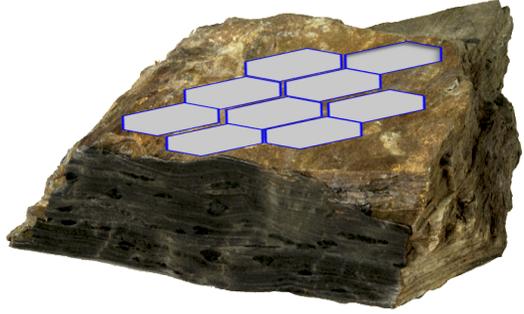
Struttura a bande (layering): bande a composizione e/o struttura e/o colori diversi alla scala del centimetro o minore.

Scistosità: foliazione determinata dalla **crystalizzazione di nuovi minerali**,
che **formano superfici continue**

Lungo queste S, la roccia si dividerà di norma
preferenzialmente a scala inferiore al cm.

Foliazione { Layering
Scistosità
Struttura gneissica

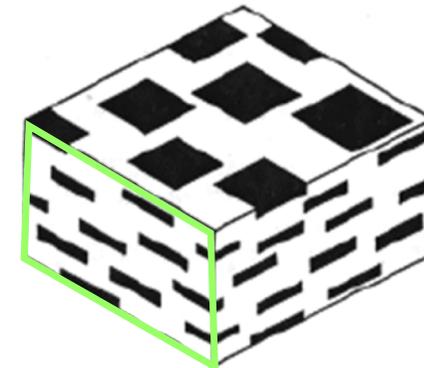
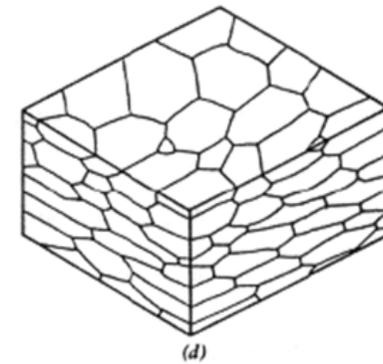
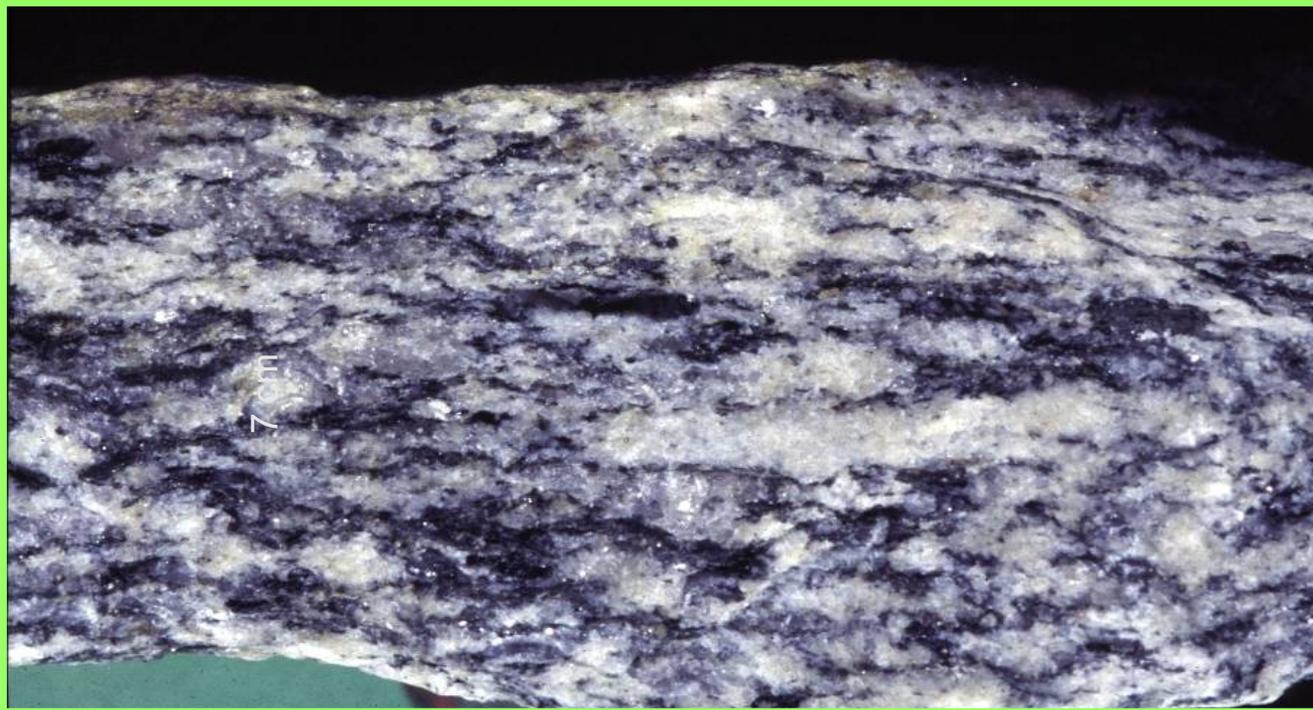




Struttura gneissica: tipo di foliazione determinata da *cristallizzazione di nuovi cristalli*, con formazione di superfici discontinue

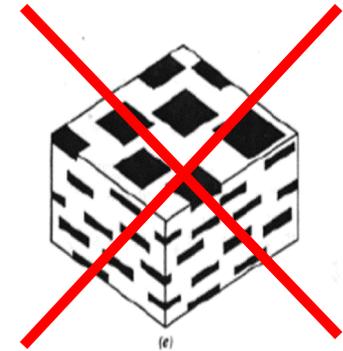
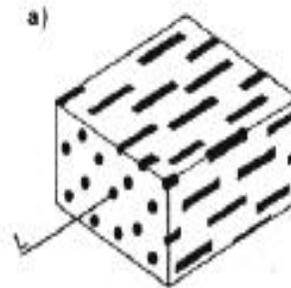
Foliazione { Layering
Scistosità
Struttura gneissica

Lungo queste S la roccia si divide preferenzialmente ad una scala più che centimetrica.

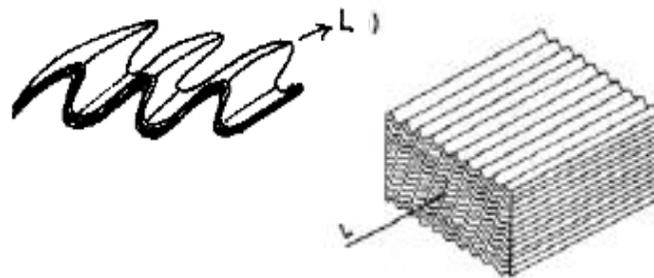


anisotropie lineari: qualsiasi **struttura lineare** penetrativa visibile in un corpo roccioso (**lineazione**).

- es: allineamento di minerali (**lineazione mineralogica**);



- linee di cerniera di pieghe di piccole dimensioni (**lineazione per crenulazione**)



c) altre strutture

struttura porfiroblastica: presenza di grossi cristalli, detti porfiroblasti;
(\emptyset porfiroblasti / \emptyset XX matrice ≥ 5)

struttura occhiadina: struttura («a occhi») aggregati lenticolari Kfs di origine magmatica, «ereditati» quindi dal protolite.



Altre strutture

microstruttura omeoblastica: sviluppo dimensionale sostanzialmente uguale di tutti i minerali;

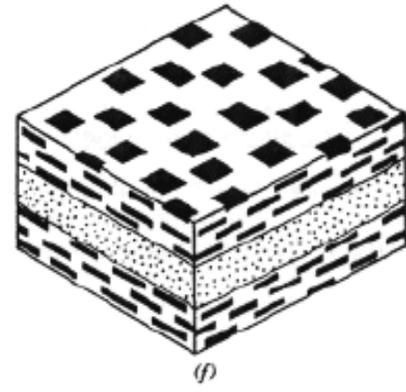
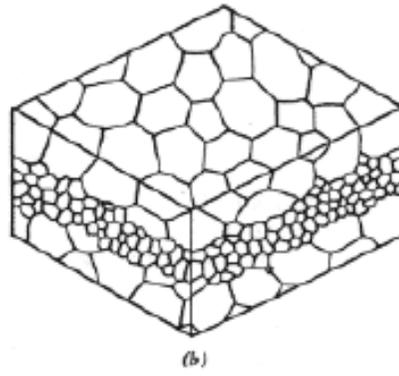
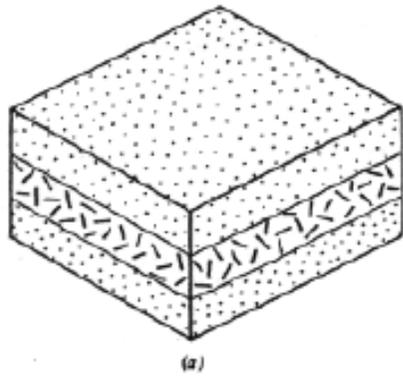
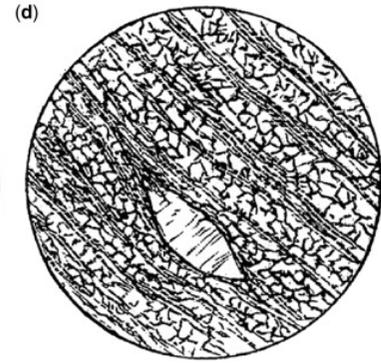
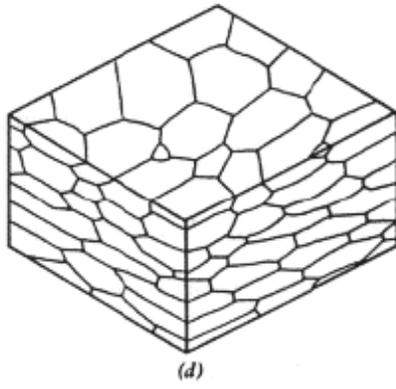
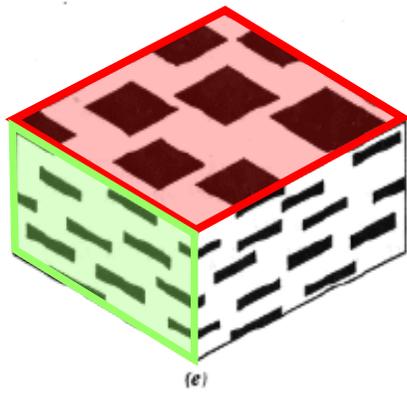
microstruttura eteroblastica: caratterizzata da variabilità di dimensioni dei cristalli;

- *eteroblastica seriale*
- *eteroblastica iatale*

microstruttura porfiroblastica: caratterizzata dalla presenza di grossi cristalli, detti porfiroblasti; il rapporto fra il diametro dei porfiroblasti e quello della matrice è almeno 5:1

microstruttura granoblastica: struttura omeoblastica caratterizzata da cristalli equidimensionali, cioè tendenzialmente isodiametrici, detti granoblasti

microstruttura lepidoblastica: abbondanza di minerali lamellari aventi una spiccata orientazione preferenziale planare;



Le rocce metamorfiche possono essere classificate sulla base di vari criteri:

- 1) la natura del loro protolite (es.: meta-granito);
 - 2) i caratteri strutturali (es.: scisto, granofels);
 - 3) la composizione chimica (es.: metamorfite basica ricca in Ti);
 - 4) la composizione mineralogica modale;
 - 5) la facies metamorfica.
- Etc...

Come assegnare ad una roccia metamorfica il nome corretto

- 1) Usare il nome specifico consigliato (glossario)
- 2) Se non è possibile:
 - a) dare il nome in base alla **struttura**

struttura	nome struttura	nome roccia
isotropa	granofelsica	granofels
anisotropa plan. continua	scistosa	scisto
anisotropa plan. discontinua	gneissica	gneiss
anisotropa lineare	lineata	nome r. + «lineato»

- b) aggiungere al nome roccia i principali «minerali indice» riconosciuti nel campione

SCHEMA DI FLUSSO PER L'ASSEGNAZIONE DEL NOME AD UNA ROCCIA METAMORFICA

Può la roccia essere chiamata con un NOME SPECIFICO (fra quelli raccomandati dalla SCMR), che caratterizzi questa roccia in maniera breve e precisa più di quanto non avvenga utilizzando i termini granofels, gneiss o scisto?

si

Usa il nome più specifico

no

Aggiungi la specificazione "a bande"

si

Ha una STRUTTURA A BANDE?

no

Non usare alcuna specifica aggiuntiva

GRANOFELS

si

Ha una STRUTTURA GRANOFELSICA?

no

Usa la specifica "lineato"

si

È dominante una STRUTTURA LINEARE?

no

Non usare alcuna specifica

GNEISS

si

Presenta una STRUTTURA GNEISSICA?

no

SCISTO

Aggiungere ora i costituenti maggiori, in numero non superiore a quattro se possibile, in ordine decrescente di abbondanza, e/o menzionare i minerali critici.

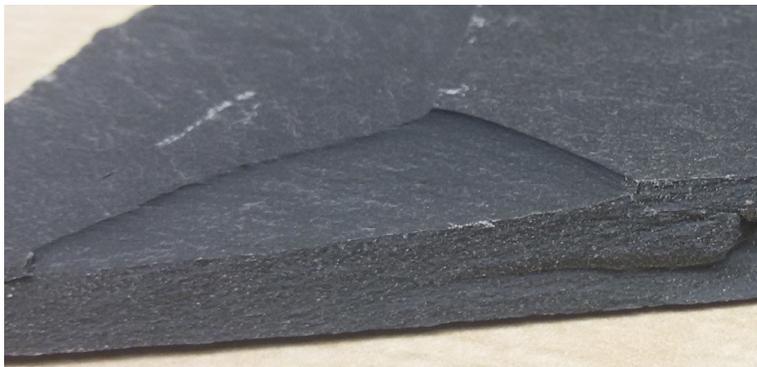
colore	bianco e grigio	bianco o giallo - verde	verde, verde scuro	metallizzato: argenteo, grigio, nero, marrone - giallo	composito (porzioni chiaro-scure)
*roccia	*quarzite	*marmo	*scisto verde *anfibolite	*ardesia *fillade *micascisto	*gneiss *migmatite
protolite	arenarie	calcari e dolomie	basalti, peridotiti (r. basiche - ultrab.)	argille e rocce argillose	arenarie, r. mag. acide e intermedie
altre r.		calcefiro calcescisto	scisto blu eclogite granulite serpentinite		paragneiss
minerali	quarzo	calcite, dolomite, tremolite, granato, diopside, wollastonite, vesuviana, epidoto.	clorite, serpentino, anfibolo, glaucofane, plagioclasio, pirosseno, omphacite, granato.	Ms, Bt, Chl, quarzo, plagioclasio, granato, staurolite, Ky, Sil, And, tormalina, anfibolo.	K-feldspato, plagioclasio, quarzo, biotite, muscovite, granato, sillimanite, cordierite.





Protolite: rocce argillose, siltiti

Ardesia: roccia a grana da ultrafine a molto fine, che mostra clivaggio ardesiaco. normalmente è di grado metamorfico molto basso.



- 1) Struttura scistosa; piani di scistosità molto fitti.
- 2) A volte mostra frattura concoide, nascondendo la
- 3) Lucentezza metallica dovuta a muscovite a grana non risolvibile (sericite).
- 4) Colore: canna di fucile, nero; a volte verde e grigio.
- 5) Minerali non risolvibili: sericite, clorite, quarzo, albite.
- 6) Suono "acuto"*.

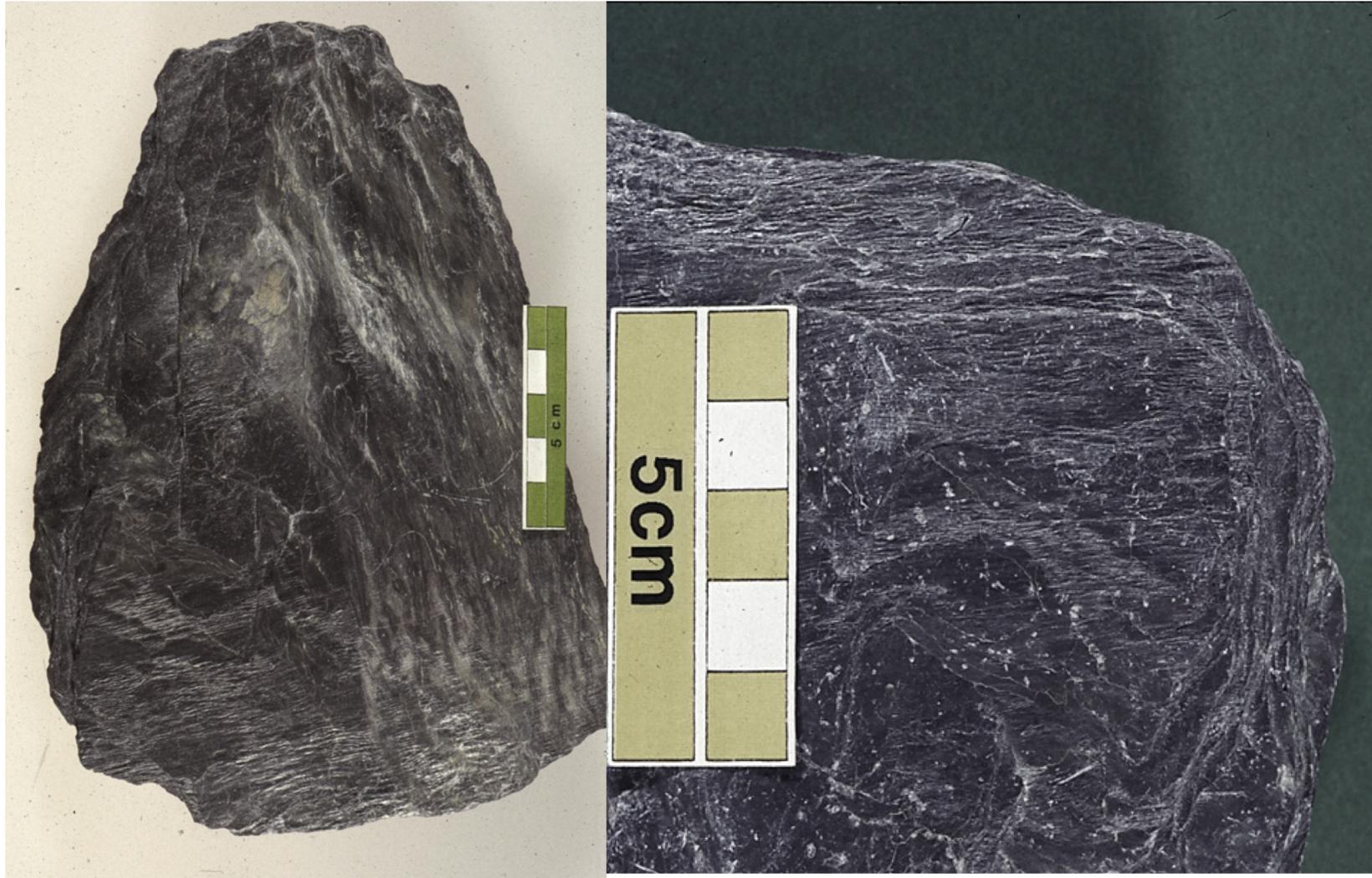
Protolite: rocce argillose, siltiti

Fillade: roccia a grana da fine a media, caratterizzata da una viva lucentezza e una scistosità ben sviluppata dovuta all'isorientazione dei fillosilicati. Normalmente di grado metamorfico basso.



- 1) Struttura scistosa; piani di scistosità continui e molto fitti.
- 2) Aspetto lucente- micalizzato, dovuto a Ms a grana non risolvibile (sericite).
- 3) Colore: argento, canna di fucile, nero; giallo-marrone chiaro.
- 4) Raro vedere i minerali tra i piani di scistosità adiacenti.
- 5) Lineazione per crenulazione frequente.
- 6) Minerali: sericite, clorite, quarzo, plagioclasio.

Protolite: rocce argillose, siltiti





Protolite: rocce argillose, siltiti

Micascisto: scisto il cui maggior componente (> 50% vol.) è la mica (muscovite e/o biotite).
I cristalli di mica sono visibili ad occhio nudo.



- 1) Struttura scistosa. S spaziatati.
- 2) Si riconoscono i minerali fra i piani di scistosità adiacenti
- 3) Aspetto lucente- micalizzato dovuto alla mica (Ms, Bt)
- 4) Colore: argenteo, giallo-marrone
- 5) Può avere str. porfiroblastica.
- 6) Minerali: Ms, Bt (lungo S), Qtz, Pl, (\pm : Grt, Ky, And, Sil, St, Am).

Protolite: rocce argillose, siltiti



Miscascisto con granoblasti di granato



Micascisto con granoblasti di granato



**Micascisto con
granoblasti di
staurolite**



(c) X. Maeder & J. Allaz

Miscisto con granoblasti di granato e cianite

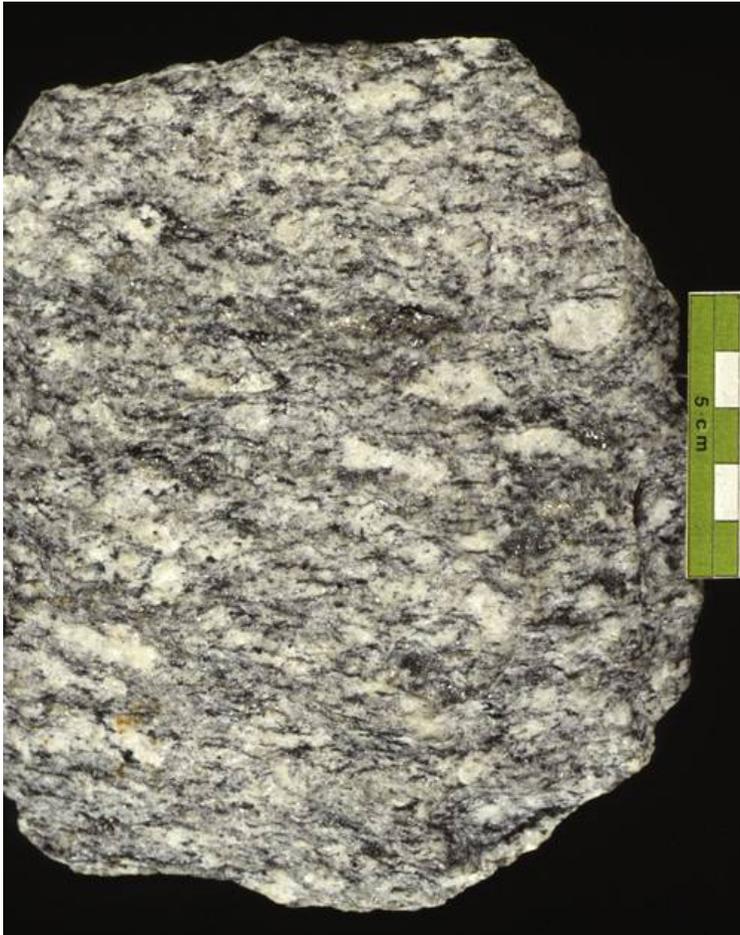


Protolite: rocce magmatiche acide e intermedie



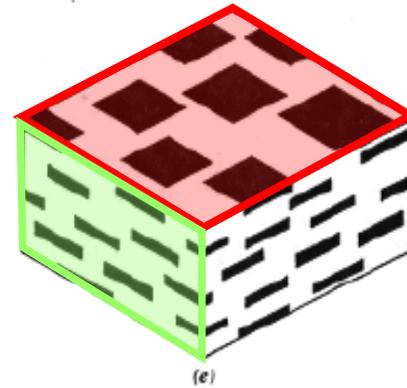
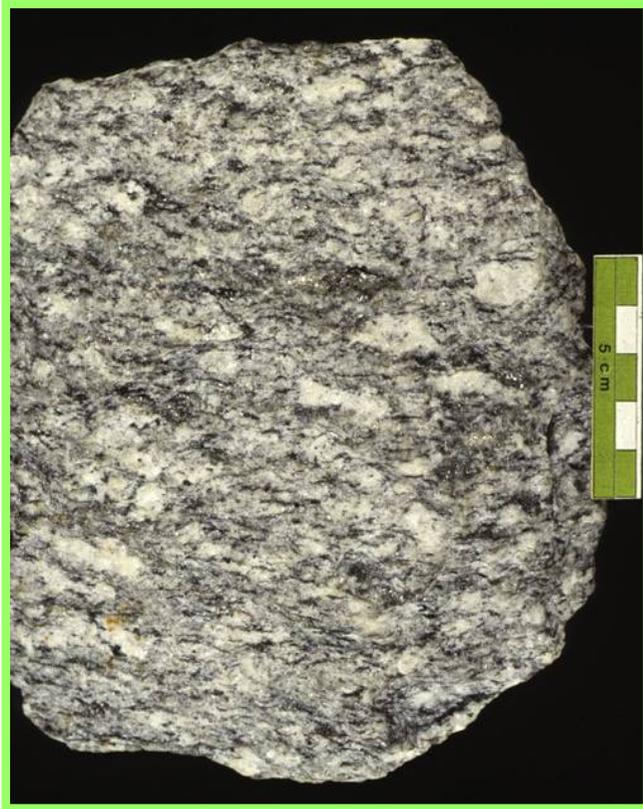
Protolite: rocce magmatiche acide e intermedie

Gneiss: Roccia metamorfica che presenta una struttura gneissica



- 1) Struttura gneissica; foliazione discontinua
- 2) Colore composito: b & n etc..
- 3) La roccia si suddivide in blocchi di spessore > 1 cm.
- 4) A volte presenta struttura occhiadina
- 5) Minerali.
parall. a S: Bt, Ms, Am;
perp. a S: Qtz e Felds.

Protolite: rocce magmatiche acide e intermedie



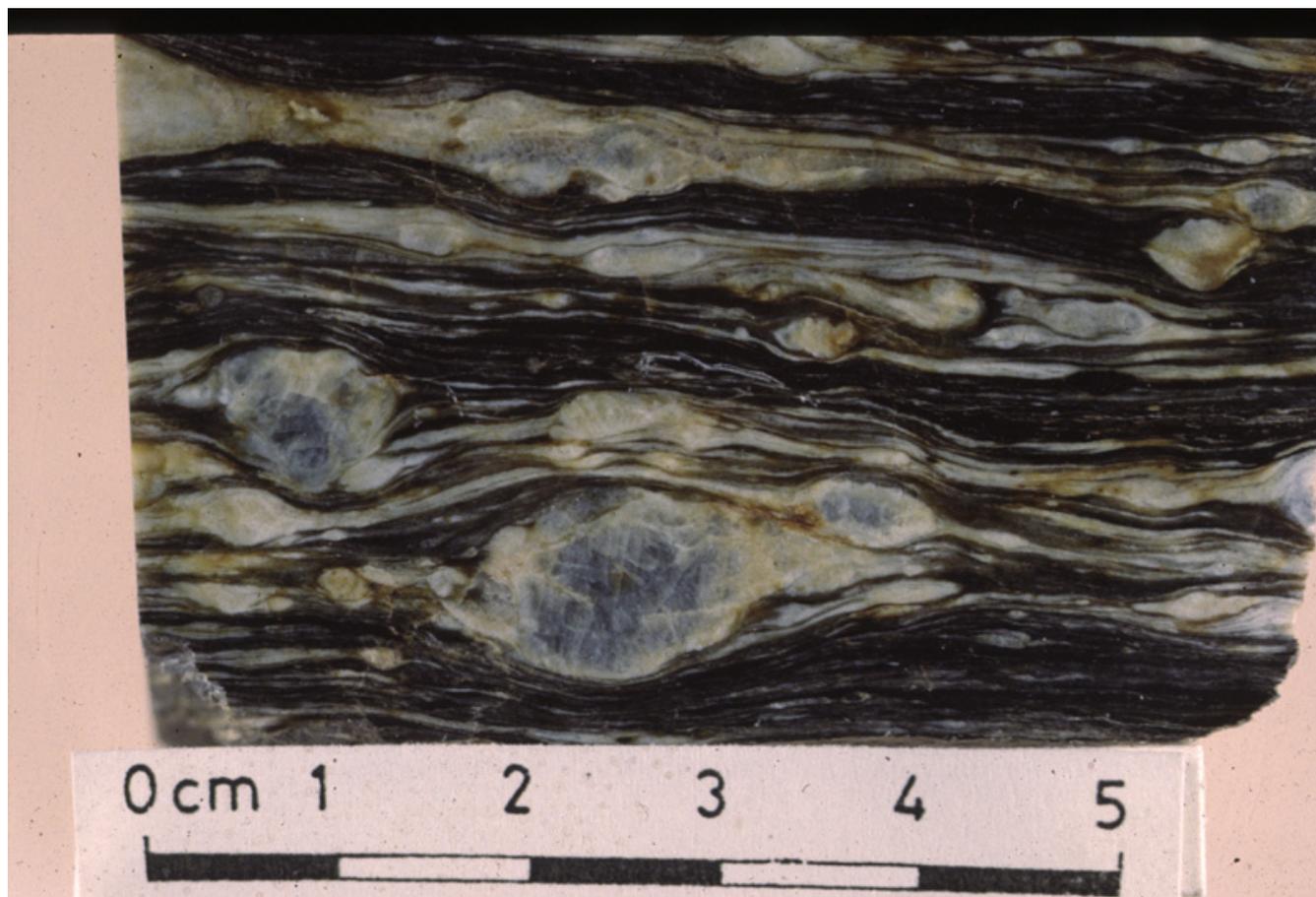
Protolite: rocce magmatiche acide e intermedie



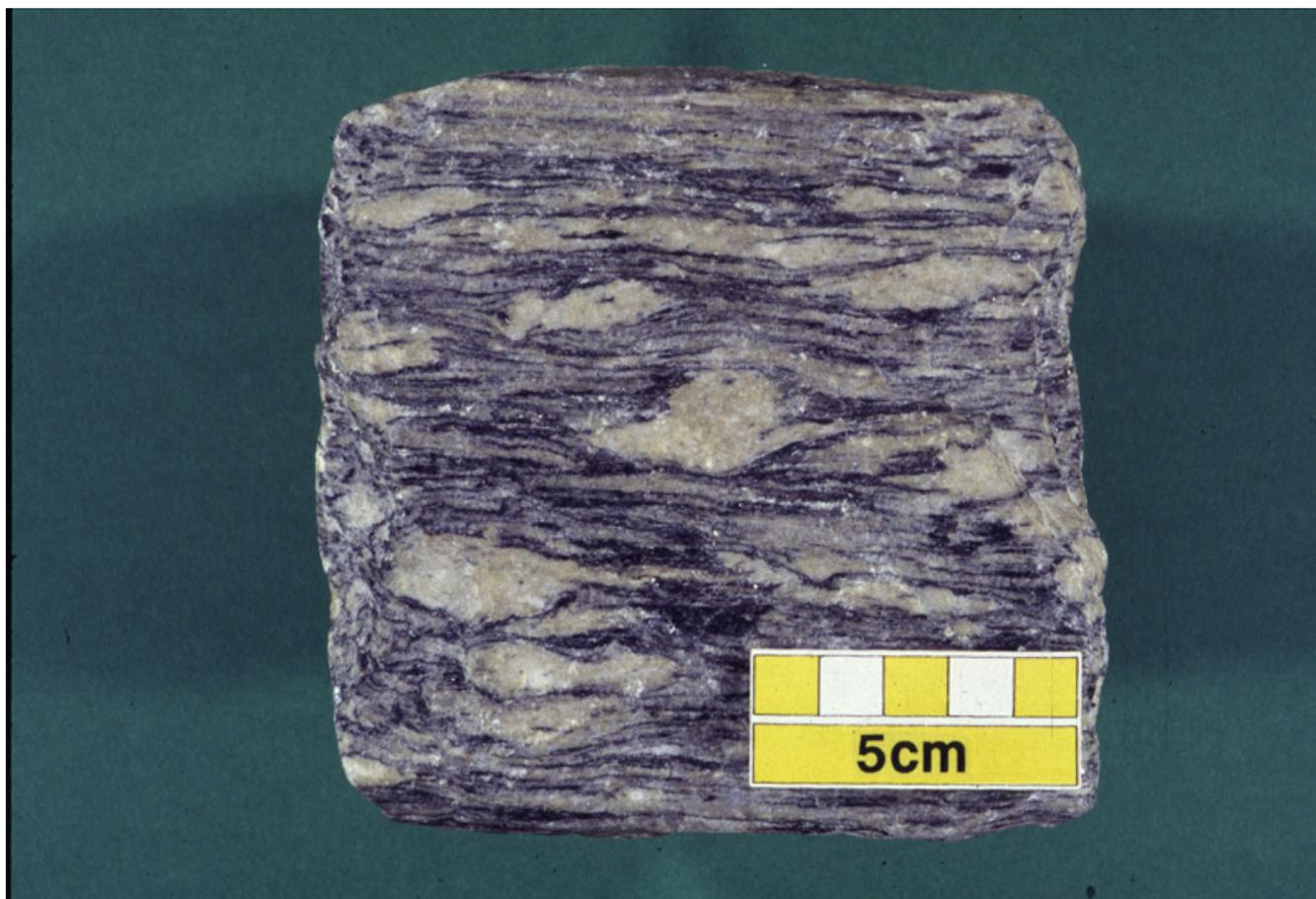
Gneiss occhiadino



Gneiss occhiadino



Gneiss occhiadino



Migmatite: roccia silicatica composta ed eterogenea che ha subito fusione parziale. consiste di porzioni chiare (**Leucosoma**) e di porzioni scure (**Melanosoma**).

M porzione restitica, scura, struttura metamorfica.

L porzione neo-formata, str. da roccia mag. Intrusiva (comp . granitica).





- 1) Struttura a bande;
Colore composito: rosa & nero (b & n)
M str. gneissica; L: str. granofelsica
- 2) Minerali nel M: Bt, Am, Pl
- 3) Minerali nel L: Kfs, Qtz, Ab
(composizione granitica)

leucosoma

melanosoma



Protolite: arenarie

Quarzite: Roccia metamorfica contenente più dell'80% di quarzo

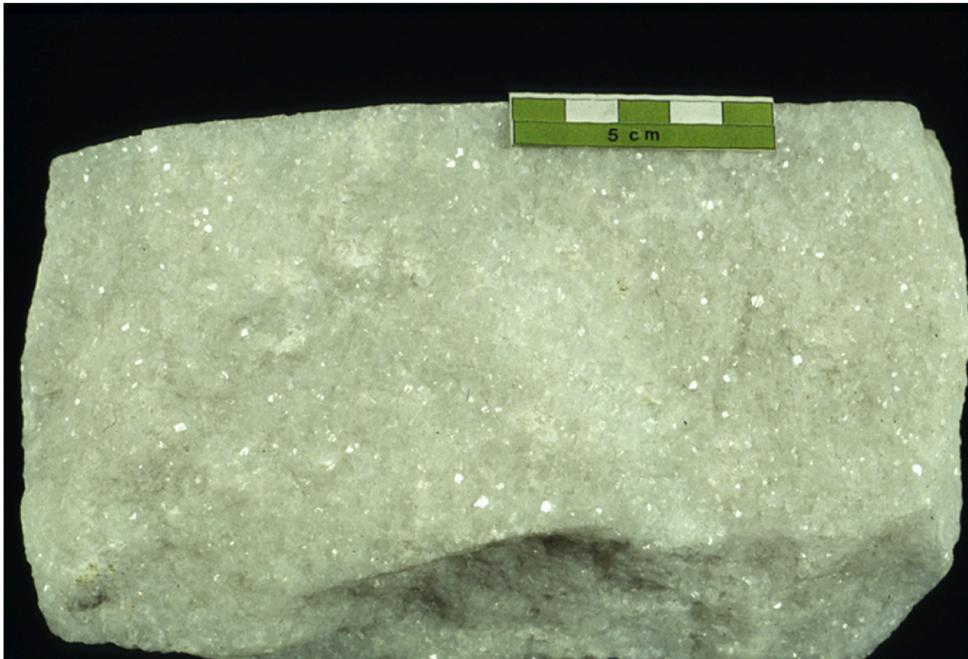


- 1) Strutture scistosa; lineazioni.
Sui piani di scistosità può esserci Ms;
- 2) Perpendicolarmente alla S si può osservare il Qtz (bianco-ghiaccio) che non sfalda.



Protolite: Rocce carbonatiche (pure e impure)

Marmo: rocce metamorfica contenente più del 50% di calcite/dolomite e/ altri carbonati [...]. Un **marmo puro** contiene più del 95% di carbonati (altrimenti: marmo impuro).



- 1) Struttura Granofelsica
- 2) Cristalli di carbonato hanno evidente sfaldatura (*zolletta zucchero*). check CaCO_3 con HCl a T° ambiente.
- 3) Colore: bianco, giallo, rosa.... e molti altri.....
- 4) Se rosa o arancione controllare presenza di solfuri.

Marmo

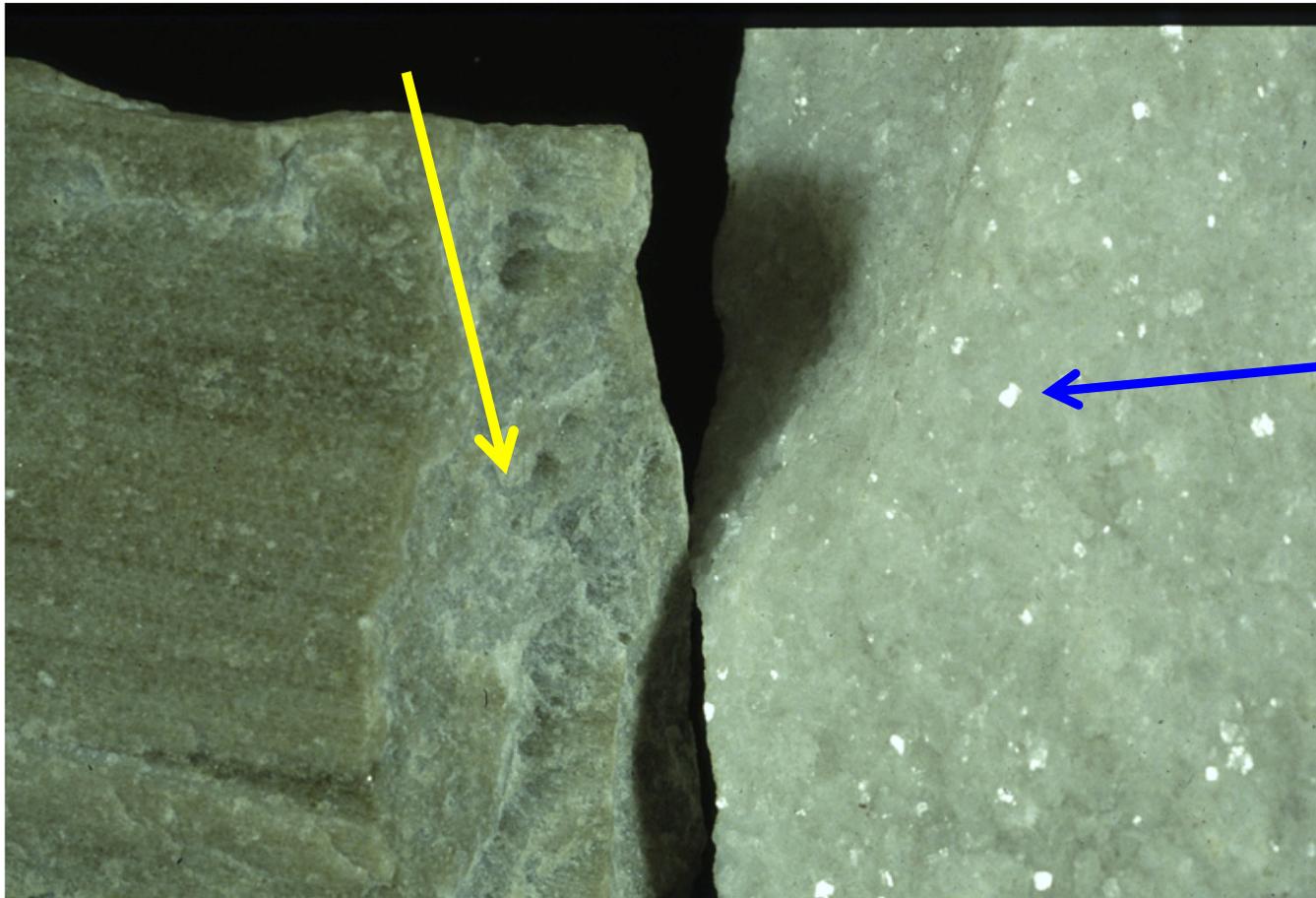


Marmo



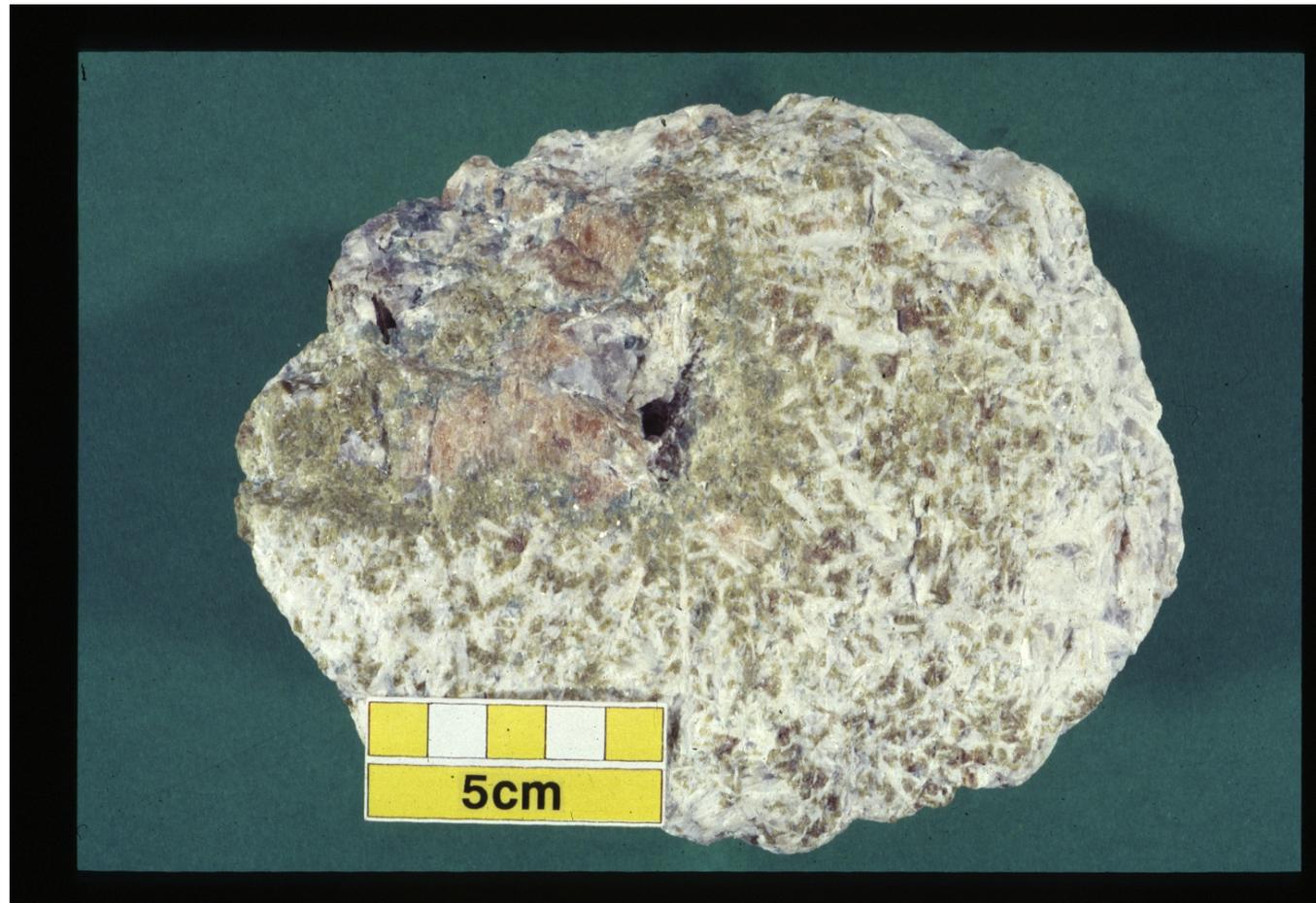
Quarzo: colore
bianco ghiaccio ed
assenza della
sfaldatura.

quarzite vs. marmo



Carbonato:
evidente
sfaldatura

Roccia a silicati di calcio



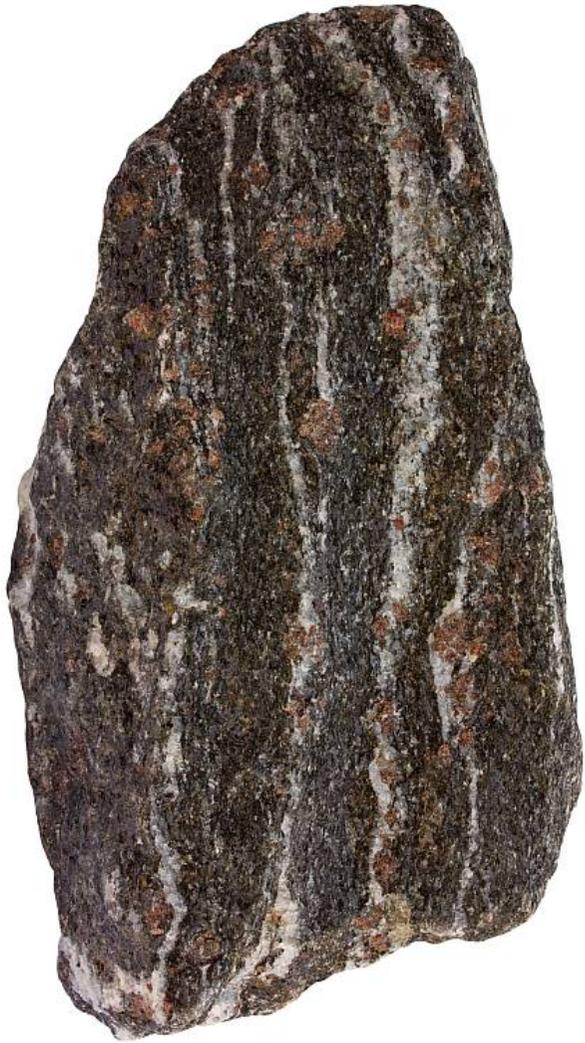
Protolite: rocce basiche (basalti)

Scisto verde: Scisto il cui colore verde è dovuto alla presenza di minerali quali clorite, actinolite (anfibolo) ed epidoto.



- 1) Struttura scistosa; piani di scistosità continui e molto fitti;
- 2) Aspetto lucente- micalizzato dovuto a minerali non risolvibili.
- 3) Colore: da verde a verde molto scuro.
- 4) Minerali (non risolvibili): clorite, actinolite, epidoto, serpentino, plagioclasio.

Protolite: rocce basiche (basalti)



Anfibolite: Roccia metamorfica composta da anfibolo e plagioclasio [...].

L'anfibolo [...] costituisce più del 30% della roccia

- 1) Struttura gneissica;
- 2) Colore: verde scuro-nero* dovuto agli anfiboli ($0,1 \text{ mm} < \varnothing < n^* \text{ cm}$);
- 3) Minerali : Am, Pl, Bt \pm Grt.

Anfibolite



Anfibolite



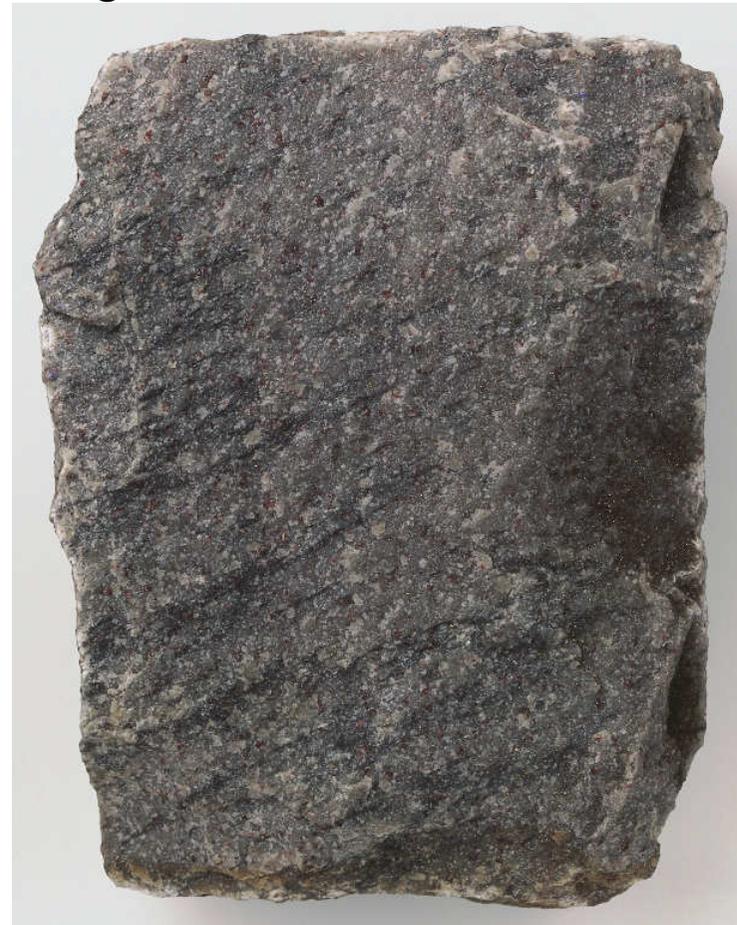
Protolite: rocce basiche (basalti)

Eclogite: Roccia di composizione basica, formata da principalmente da omphacite (pirosseno sodico) e granato. In essa non è mai presente plagioclasio. Deriva dal metamorfismo ad alta pressione di rocce basiche, quali basalti

Eclogitizzazione:



Granulite: roccia metamorfica di alta temperatura, formatesi nella crosta profonda. E' comunemente formata da abbondante feldspato, quarzo e minerali ferromagnesiaci anidri. Si presenta con struttura granoblastica, da gneissica a massiva



Alcuni nomi specifici

Ardesia: Roccia a grana da ultrafine a molto fine, che mostra clivaggio ardesiaco. L'ardesia è normalmente di grado metamorfico molto basso.

Fillade: Roccia a grana da fine a media, caratterizzata da una viva lucentezza e una scistosità ben sviluppata risultante dall'isorientazione dei fillosilicati. La fillade è normalmente di grado metamorfico basso.

Scisto: Roccia metamorfica che mostra una struttura scistosa. Per le rocce ricche in fillosilicati, il termine scisto è riservato alle varietà a grana da media a grossa, mentre le rocce a grana più fine sono chiamate ardesie o filladi.

Gneiss: Roccia metamorfica che presenta una struttura gneissica. Il termine gneiss può anche essere applicato a rocce che mostrano una dominante struttura lineare piuttosto che una struttura gneissica, nel qual caso si usa la denominazione di gneiss lineato.

Granofels: Roccia metamorfica che mostra una struttura granofelsica. Per i granofels contenenti livelli di differente composizione può essere usato il termine granofels a bande.

Scisto verde: Scisto il cui colore verde è dovuto alla presenza di minerali quali attinolite, clorite ed epidoto. Termini più specifici devono essere utilizzati quando possibile (ad es.: scisto cloritico-attinolitico ad epidoto).

Anfibolite: Roccia metamorfica composta da anfibolo verde, bruno o nero e plagioclasio, il contenuto dei quali è almeno del 75%. L'anfibolo costituisce più del 50% della somma dei silicati di Fe e Mg, e comunque costituisce più del 30% della roccia. L'ortopirosseno è assente.

Marmo: Roccia metamorfica contenente più del 50% di calcite e/o dolomite e/o aragonite. Un marmo puro contiene più del 95% di questi carbonati, mentre tutti gli altri marmi vengono classificati come marmi impuri.

Roccia a silicati di Ca: Roccia metamorfica costituita per più del 50% in volume da silicati di Ca. Carbonati di Ca e di Ca e Mg sono comunemente componenti aggiuntivi. Rocce di simile composizione mineralogica formate per metasomatismo o metamorfismo di contatto, vanno classificate come skarn o, rispettivamente, cornubianiti a silicati di Ca.

Calcefiro: Marmo contenente un'alta percentuale di silicati di Ca e/o Mg, di norma formatosi per metamorfismo di contatto (definizione non ancora presa in considerazione dalla SCMR).

Cornubianite: Roccia a grana fine composta da un mosaico di granuli equidimensionali privi di orientazione preferenziale e tipicamente formatasi per metamorfismo di contatto.

Quarzite: Roccia metamorfica contenente più dell'80% di quarzo.

Migmatite: Roccia silicatica composita, pervasivamente eterogenea alla scala meso- fino a megascopica. Consiste di porzioni chiare e di porzioni scure. Le parti scure normalmente presentano le caratteristiche di rocce metamorfiche mentre le parti chiare hanno l'aspetto di rocce plutoniche. Deve essere esplicitamente indicata l'eventuale presenza di quantità sostanziali di minerali che non siano silicati e quarzo.

Leucosoma: Parte chiara di una migmatite.

Melanosoma: Parte scura di una migmatite, di norma ricca in minerali scuri. E' delimitata da leucosomi.