

# Petrología ígnea y metamórfica

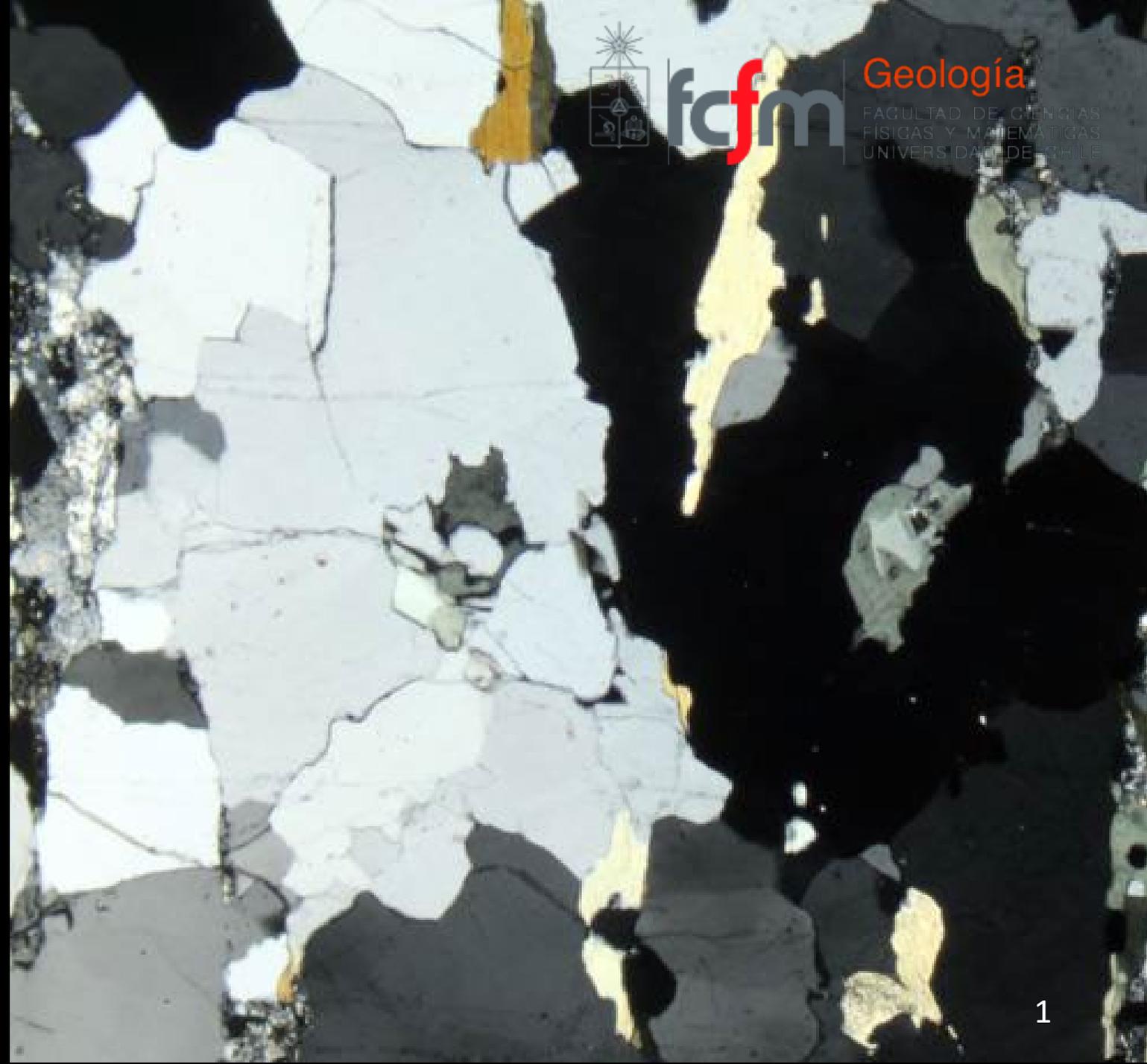
## Metamorfismo Metapelitas

Cuerpo docente:

Darío Hubner  
Javiera Véliz  
Camila Zúñiga  
Rodrigo Espinoza

Semestre Primavera 2020  
(Covid-19)

Sesión auxiliar



fcfm

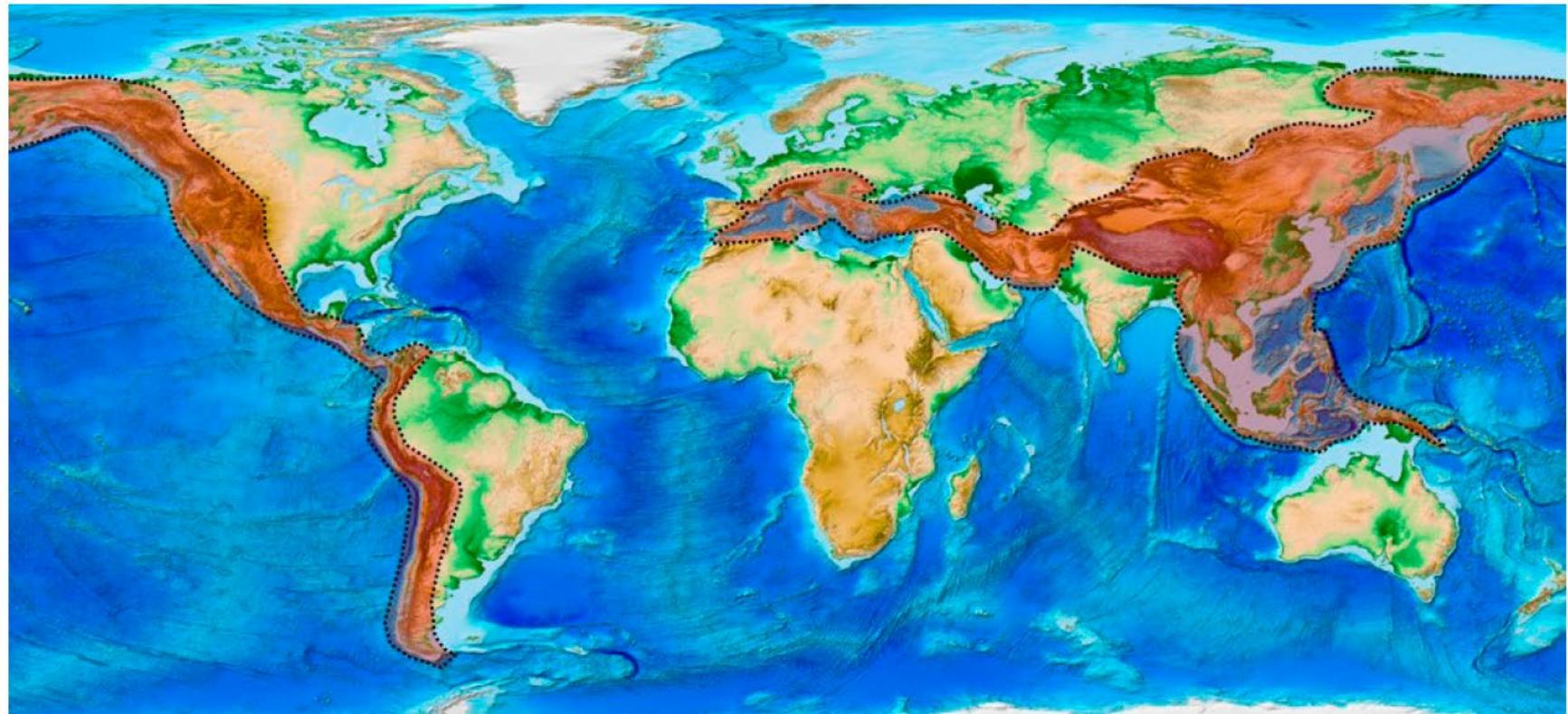
Geología

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

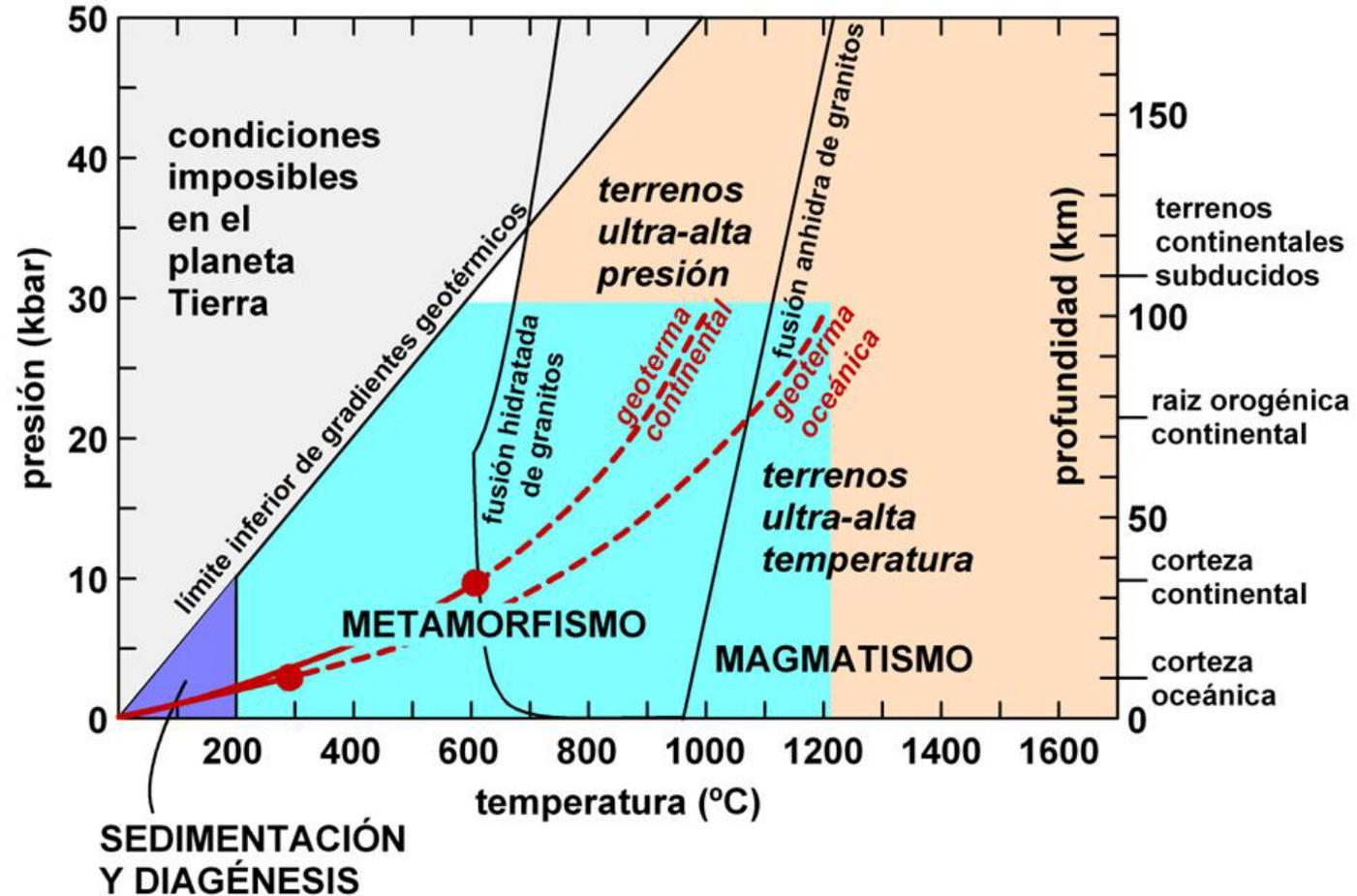
# Rocas metamórficas

Gracias a la actividad tectonomagmática de la litósfera, las rocas ígneas y sedimentarias formadas en ambientes preexistentes y bajo ciertas condiciones termodinámicas pueden ser sometida a nuevas condiciones. Bajo estas nuevas condiciones y frecuentemente relacionado al tectonismo, las rocas preexistentes se transforman textural, estructural y mineralógicamente en estado sólido dando origen a rocas metamórficas.

*Fig. 1. Distribución de las principales cadenas de montañas actuales (base topográfica: ETOPO1 según Amante y Eakins, 2009).*

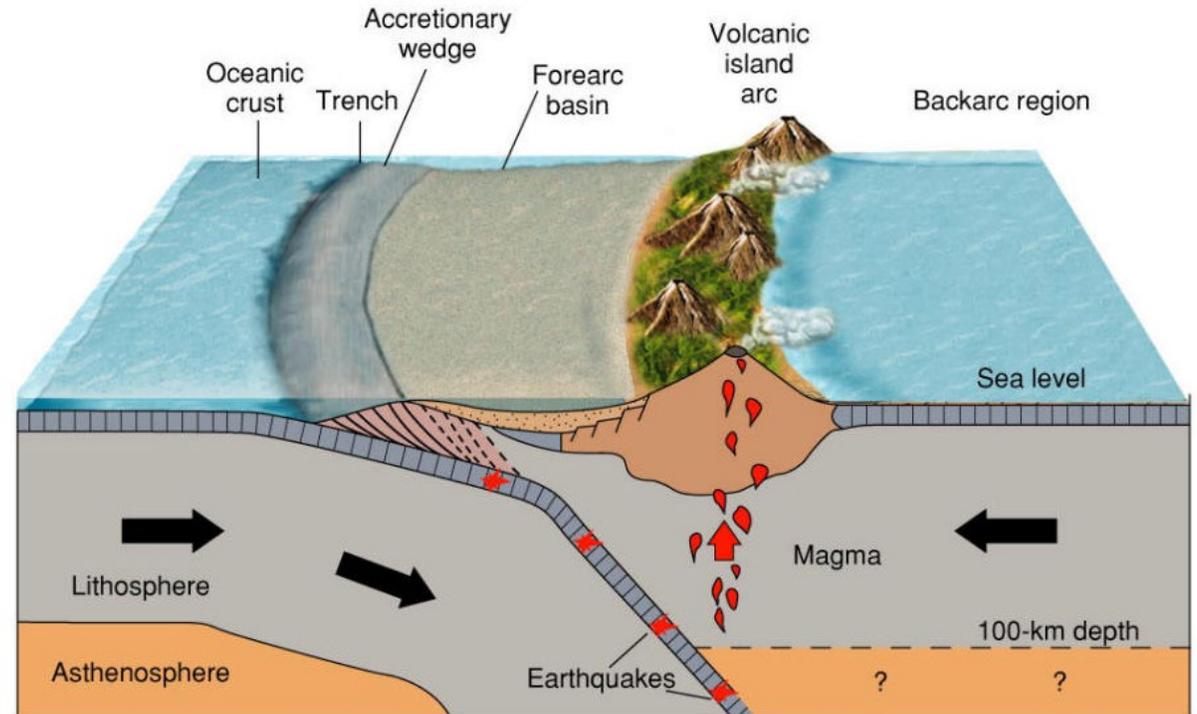


# Rocas metamórficas



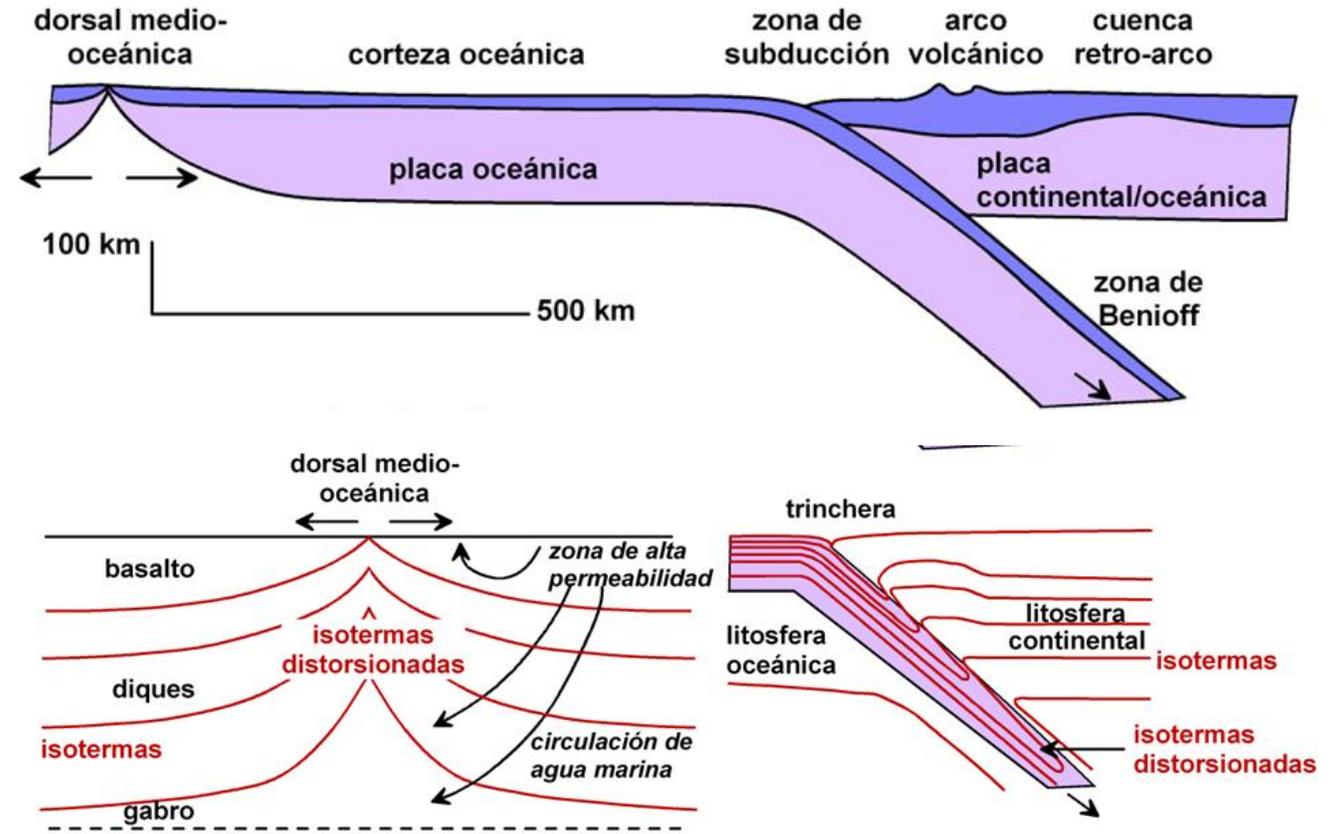
# Rocas metamórficas

**Prisma de acreción:** la convergencia en el límite de placa genera un acortamiento cuyo resultado es la formación de una serie de pliegues y cabalgamientos que lo acomodan. Estas estructuras de acortamiento afectan tanto a las rocas sedimentarias que se sitúan sobre la placa oceánica y que se va incorporando a la subducción, como a las de la fosa.



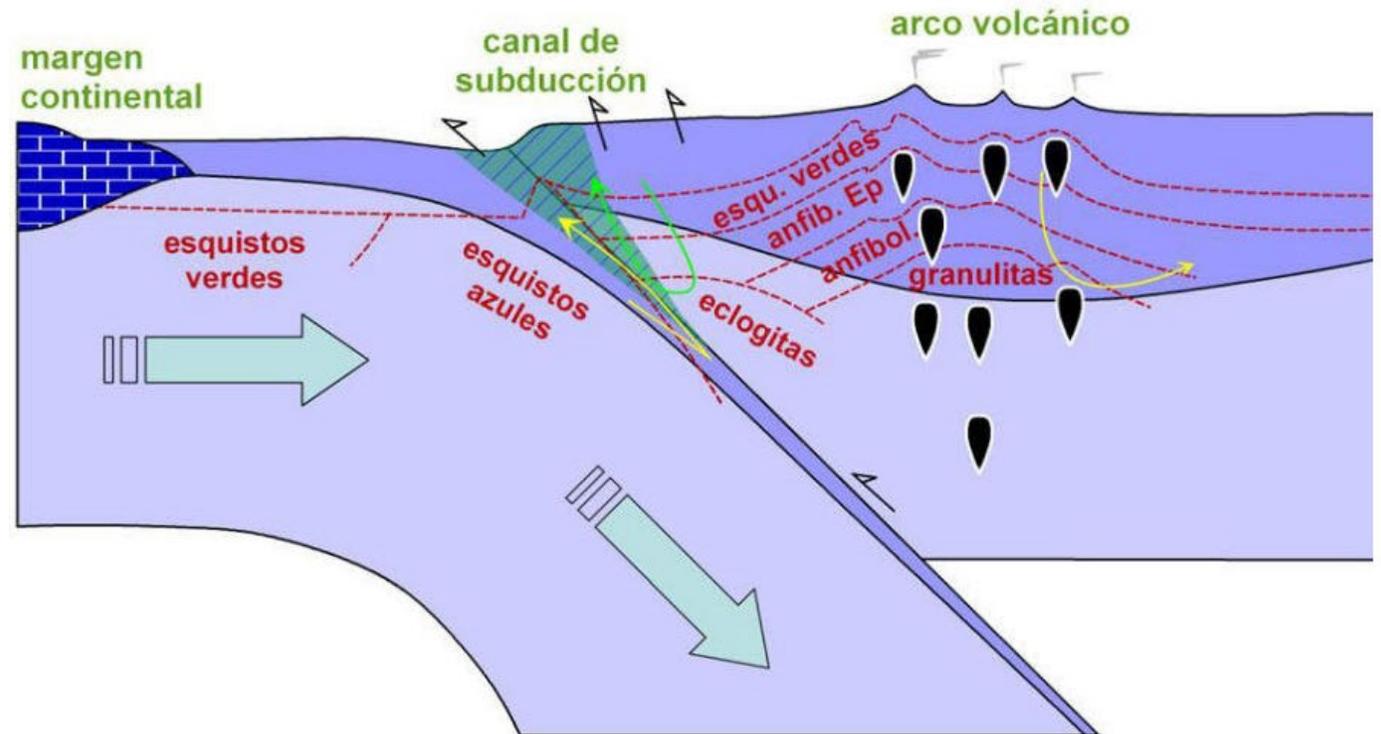
# Rocas metamórficas

**Prisma de acreción:** la convergencia en el límite de placa genera un acortamiento cuyo resultado es la formación de una serie de pliegues y cabalgamientos que lo acomodan. Estas estructuras de acortamiento afectan tanto a las rocas sedimentarias que se sitúan sobre la placa oceánica y que se va incorporando a la subducción, como a las de la fosa.



# Rocas metamórficas

**Prisma de acreción:** la convergencia en el límite de placa genera un acortamiento cuyo resultado es la formación de una serie de pliegues y cabalgamientos que lo acomodan. Estas estructuras de acortamiento afectan tanto a las rocas sedimentarias que se sitúan sobre la placa oceánica y que se va incorporando a la subducción, como a las de la fosa.

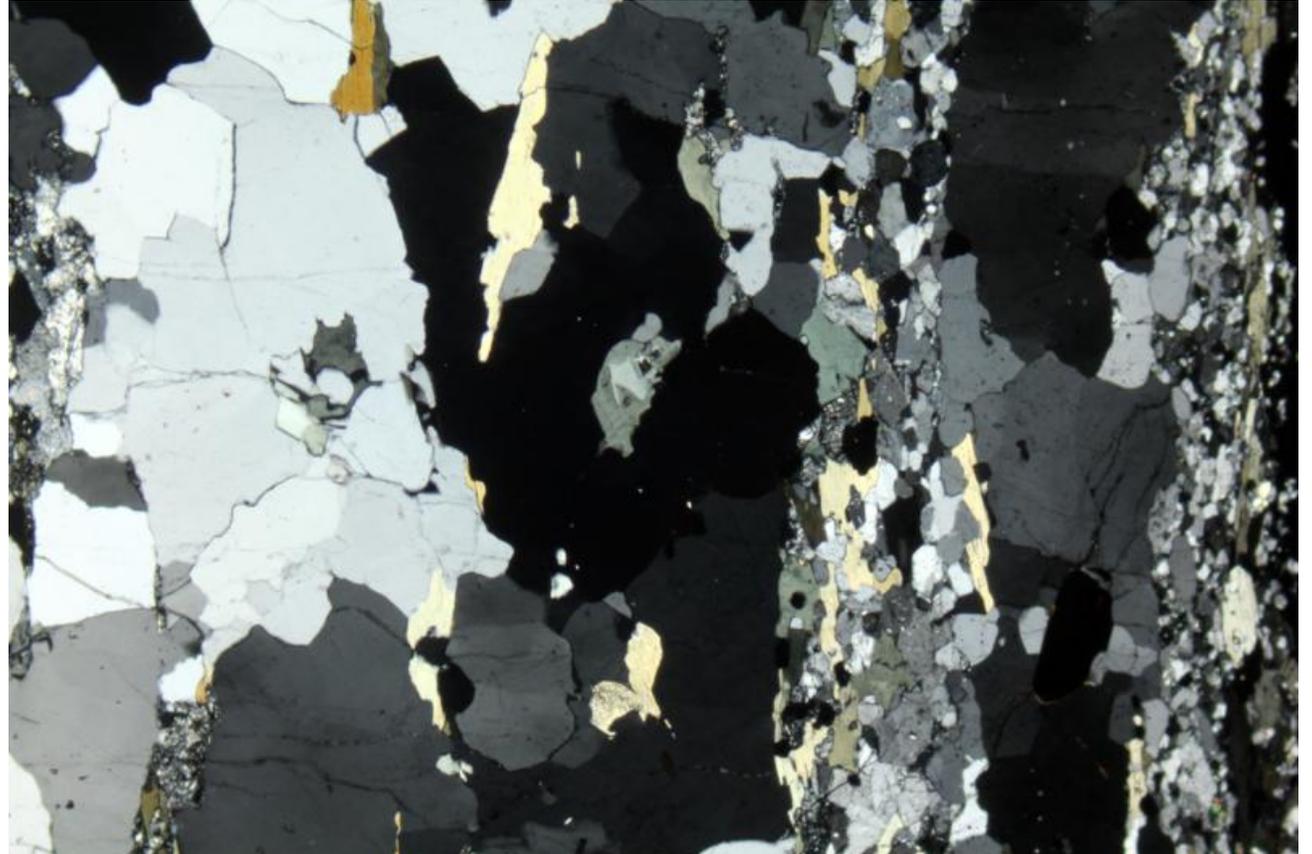


# Texturas metamórficas

**Granoblástica:** mosaico equi o inequigranular de cristales equidimensionales o inequidimensionales con orientación aleatoria. Común en rocas metamórficas no foliadas. Ej: Corneanas, Granulitas, Mármoles y cuarcitas.

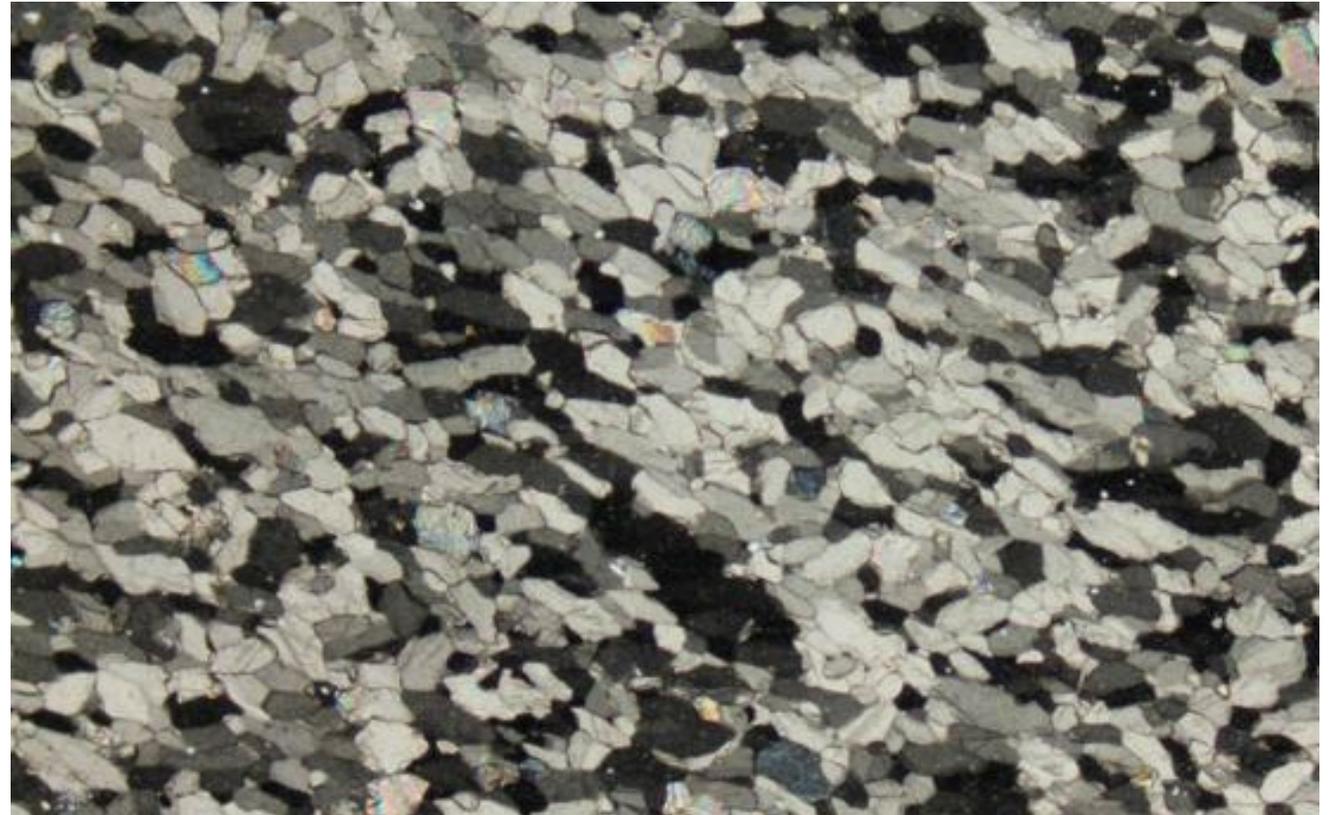
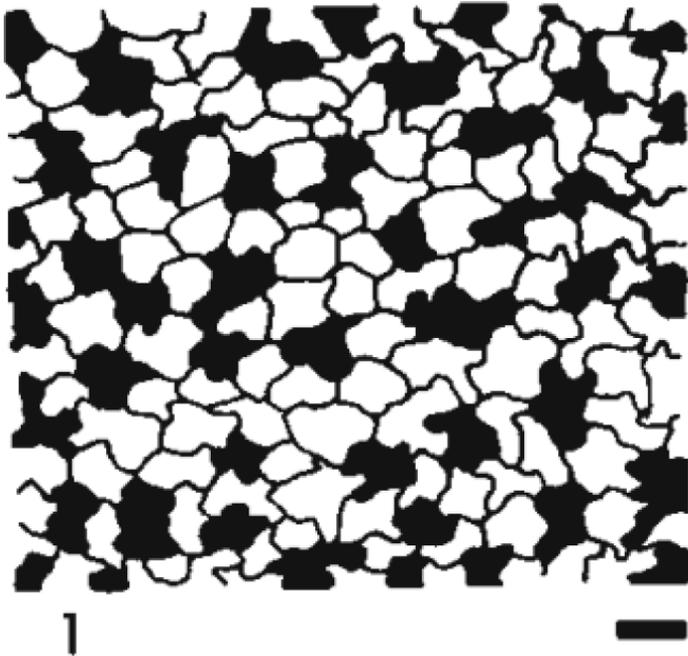
Se subdivide en cuatro tipos:

1. Equigranular
2. Poligonal
3. Inequigranular
4. Decusada



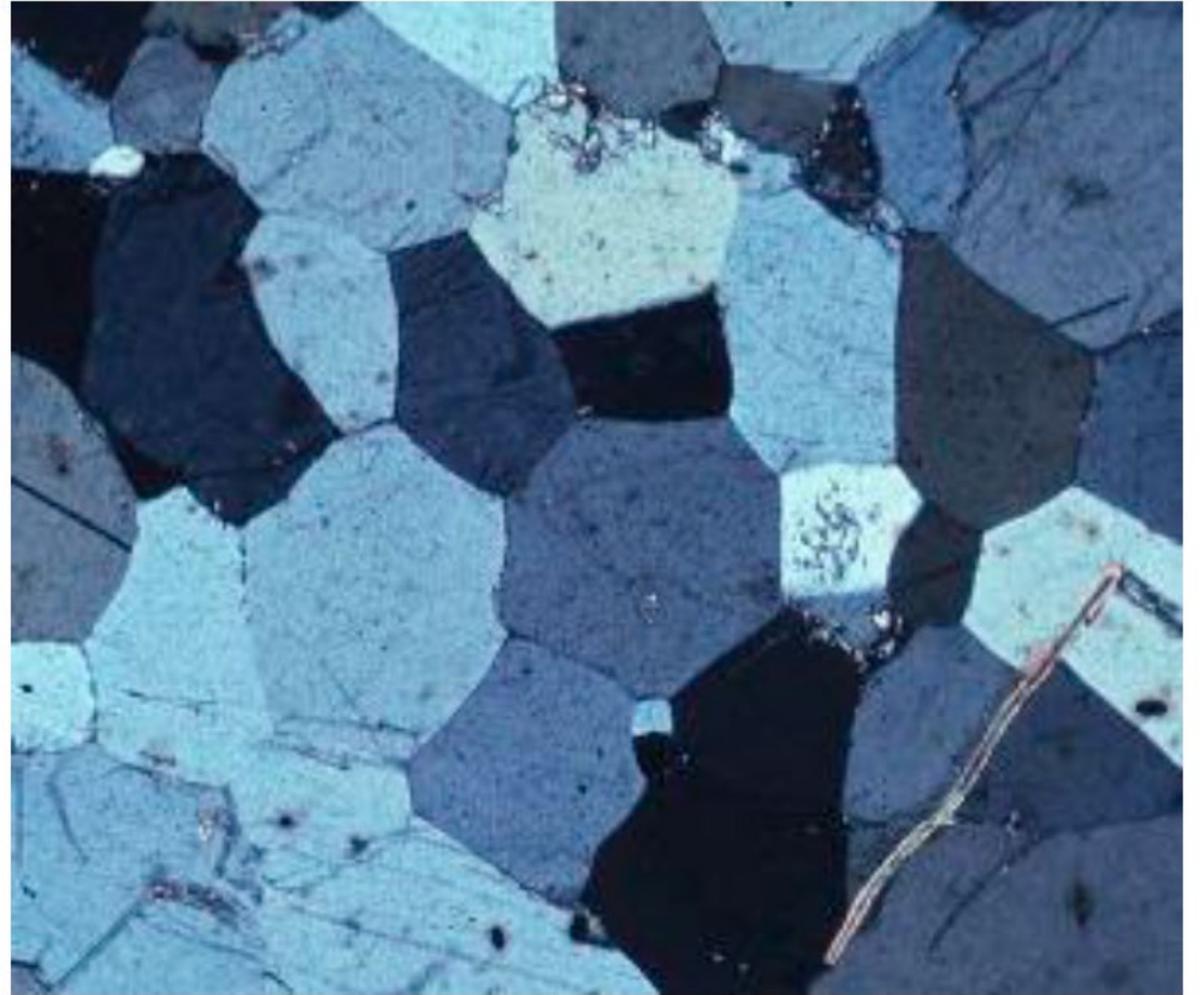
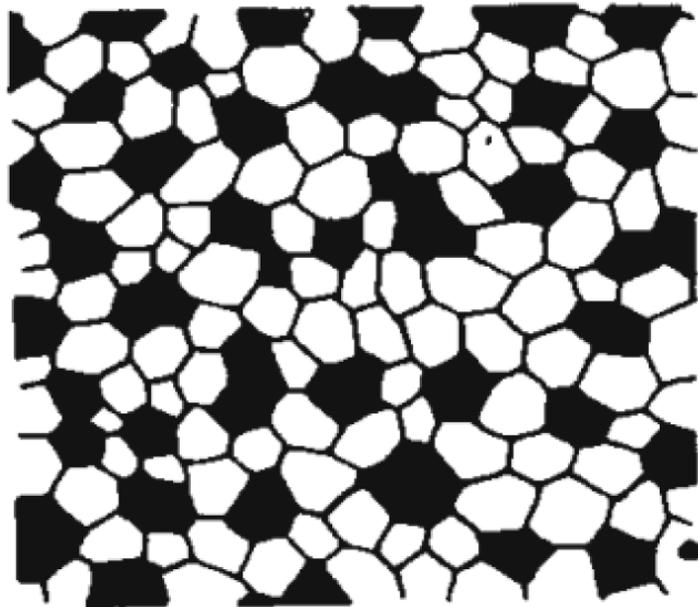
# Granoblástica

**Equigranular:** Mosaico equigranular de cristales equidimensionales.



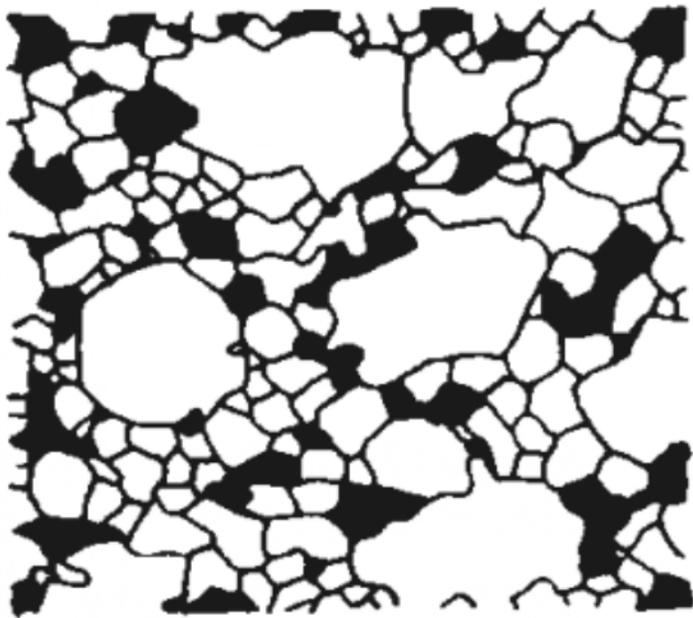
# Granoblástica

**Poligonal:** Mosaico equigranular en el cual los contactos entre grano son planos y existen uniones triples.

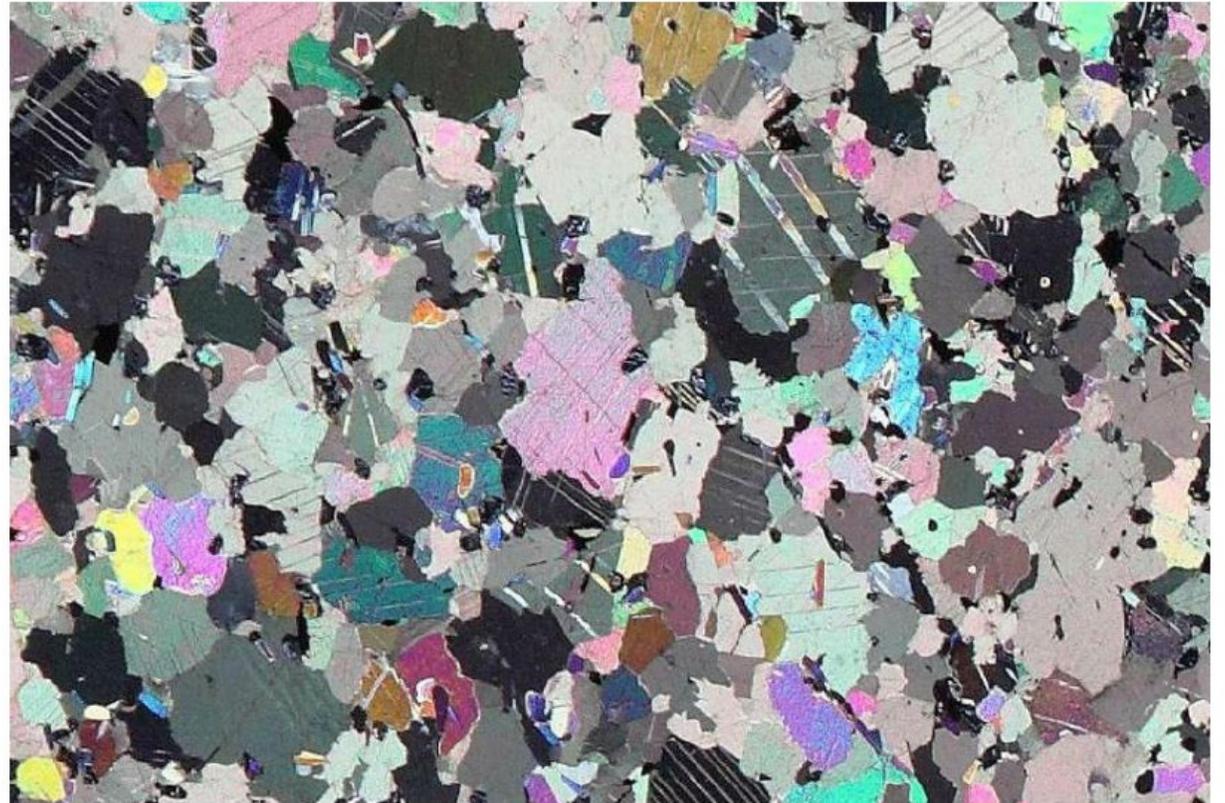


# Texturas metamórficas

**Inequigranular:** mosaico inequigranular de cristales equidimensionales.



3



# Texturas metamórficas

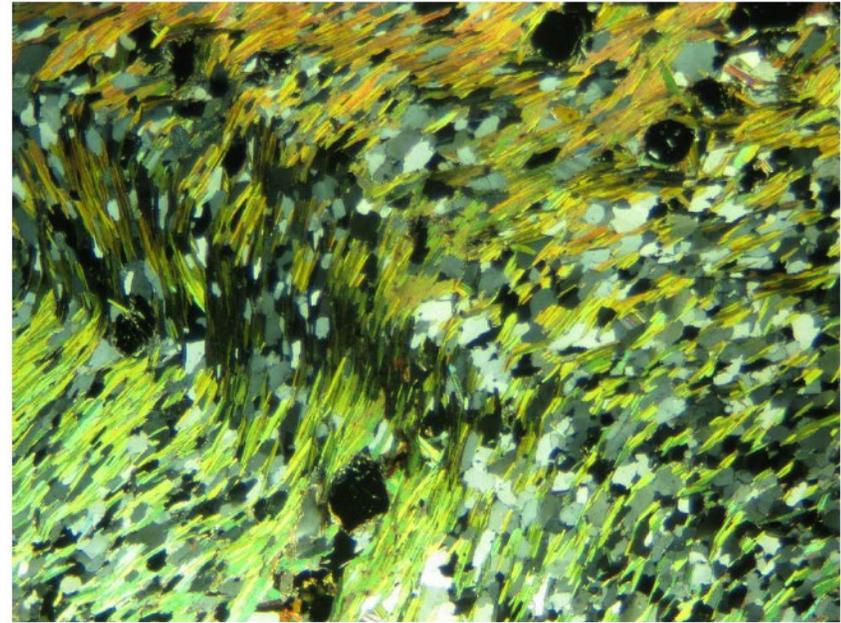
**Decusada:** mosaico automorfo de cristales equidimensionales (tabulares o prismáticos) con orientación espacial aleatoria.



# Texturas metamórficas

## Lepidoblástica:

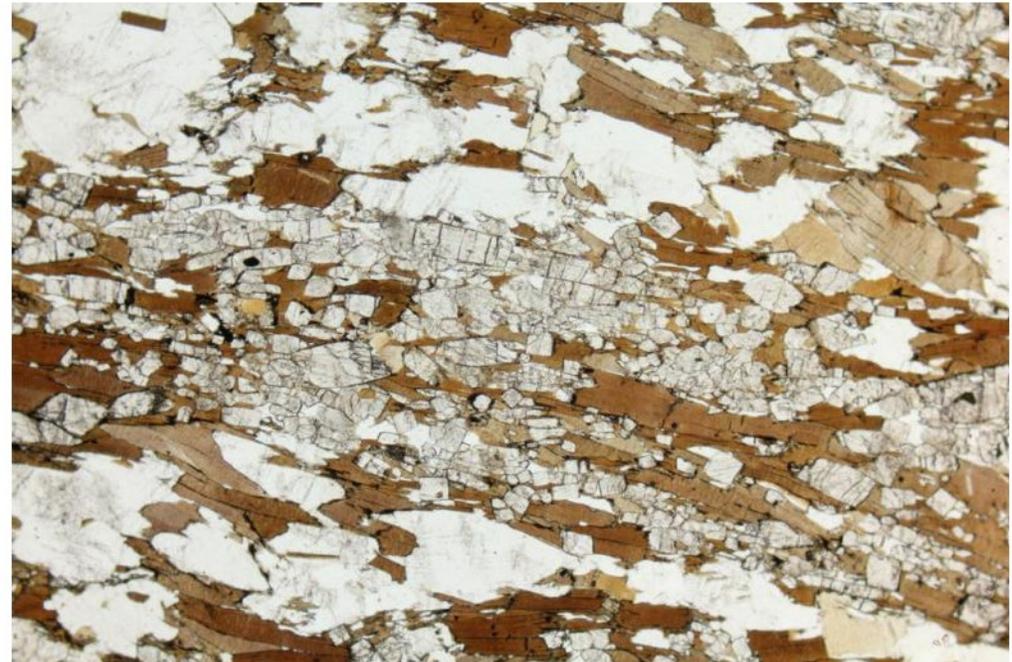
orientación preferente subparalela de minerales planares (filosilicatos normalmente).



# Texturas metamórficas

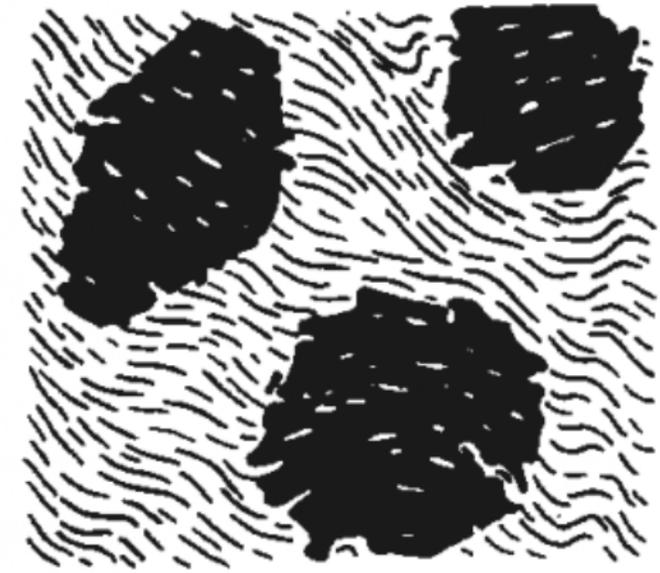
## Nematoblástica:

orientación preferente subparalela de minerales prismáticos (normalmente inosilicatos: Anf o Px)  
Típica en anfibolitas.



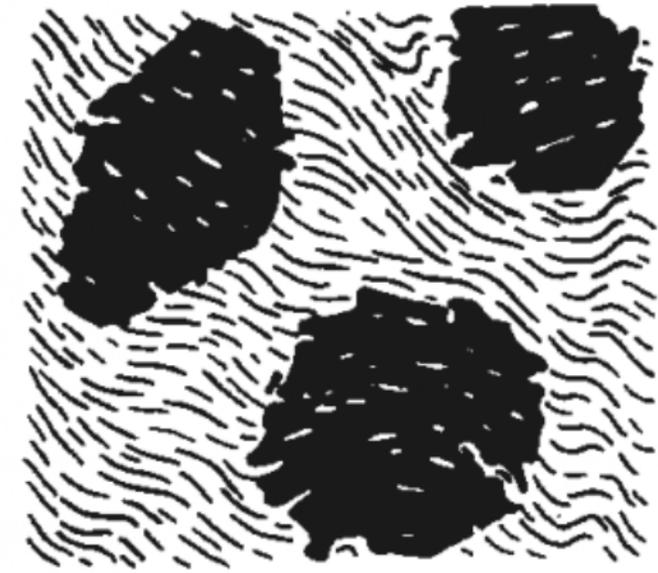
# Texturas metamórficas

**Porfidoblástica:** Formada por cristales mayores crecidos durante el metamorfismo, en una matriz de grano de menor tamaño.

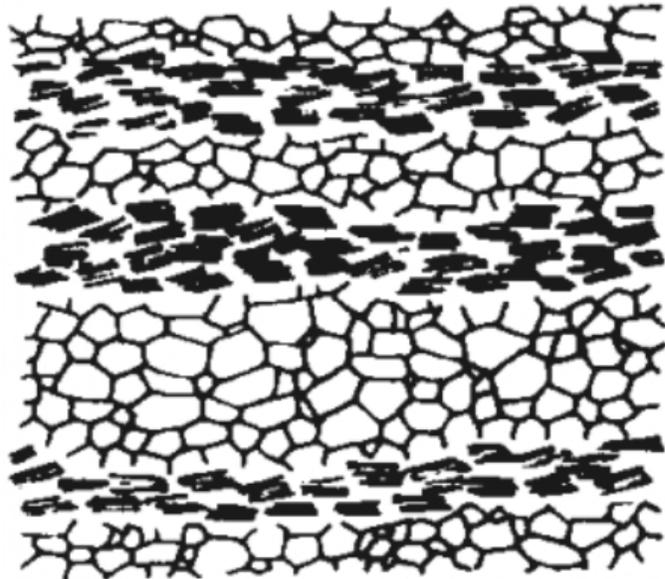


# Texturas metamórficas

**Porfidoblástica:** Formada por cristales mayores crecidos durante el metamorfismo, en una matriz de grano de menor tamaño.



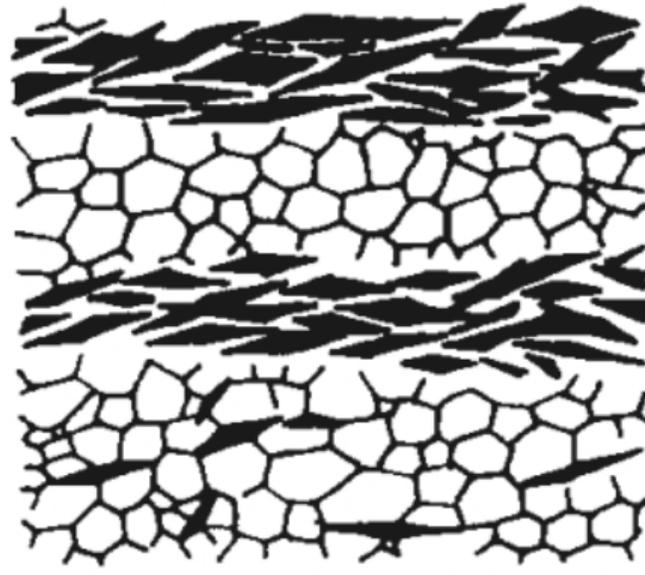
# Texturas metamórficas Compuestas



7



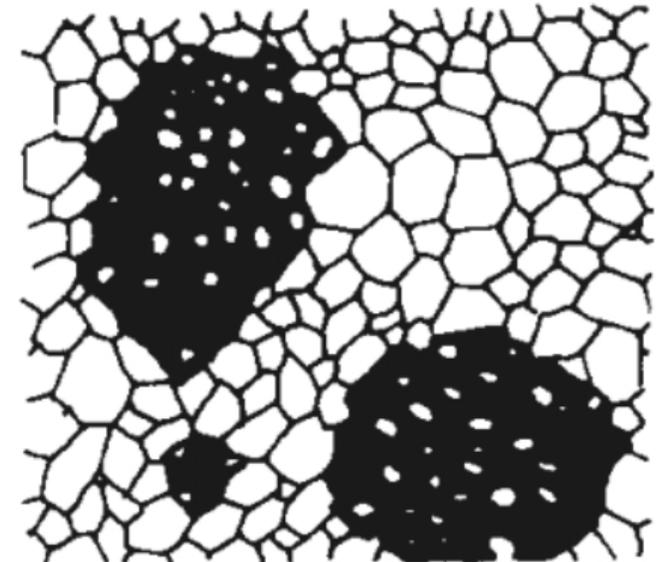
Granolepidoblástica



8



Granonematoblástica



9



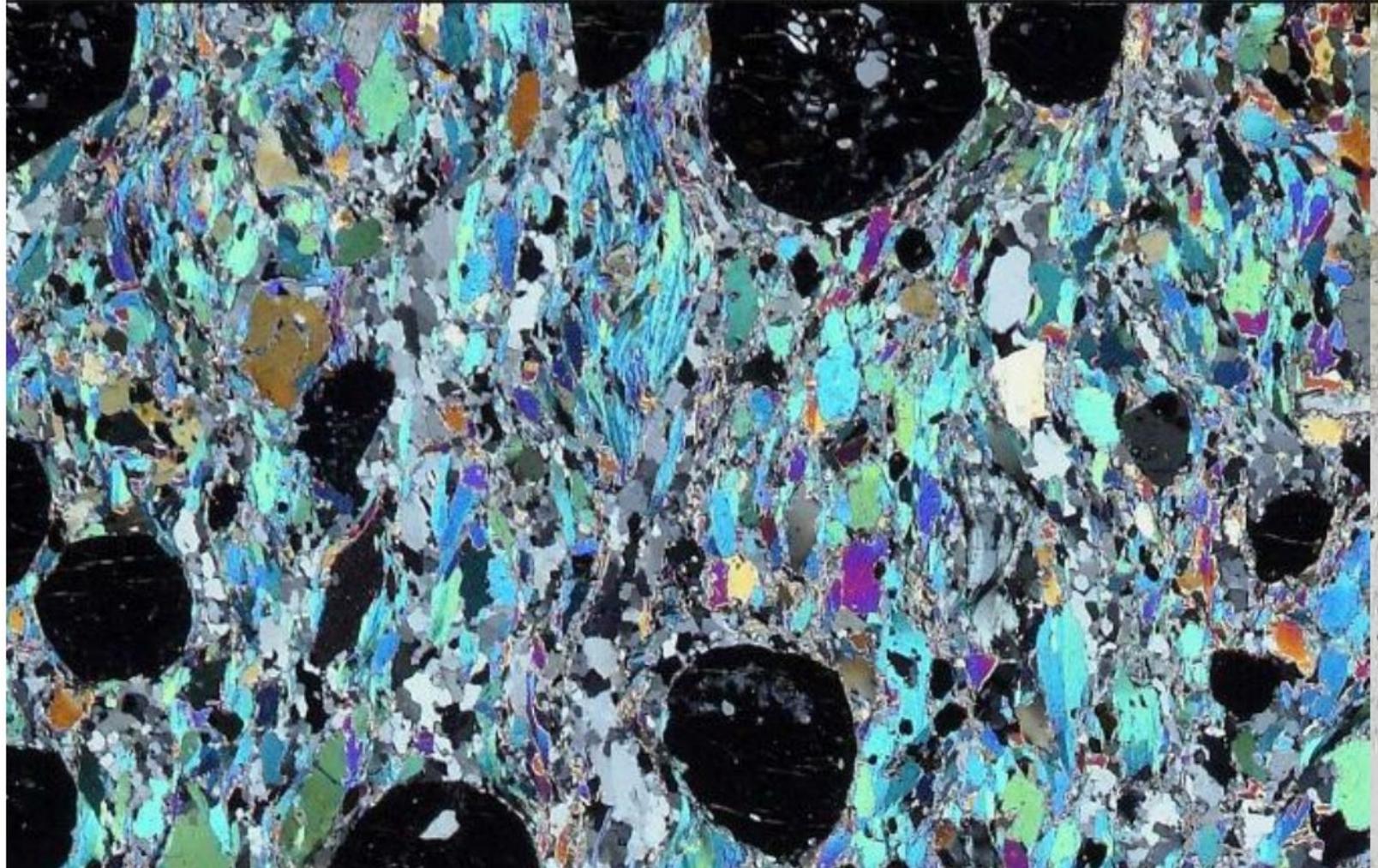
Granoporfidoblástica

# Texturas compuestas

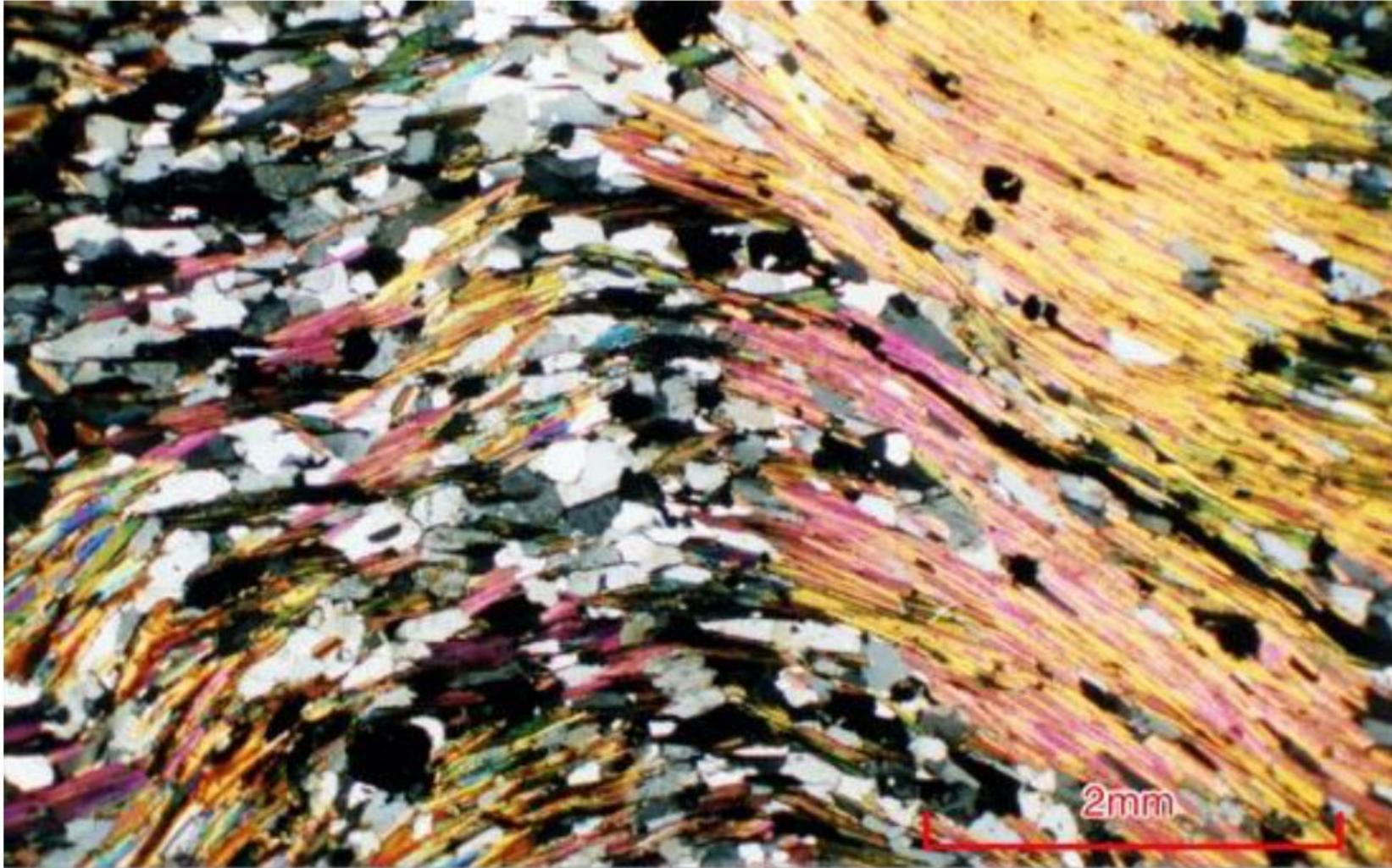
## Lepidoporfidoblástica



# Texturas compuestas Granolepidoporfibrástica

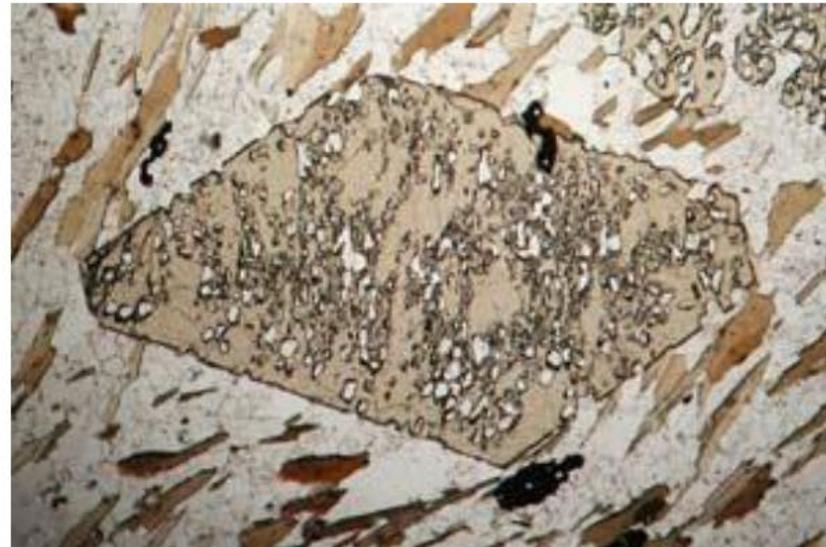
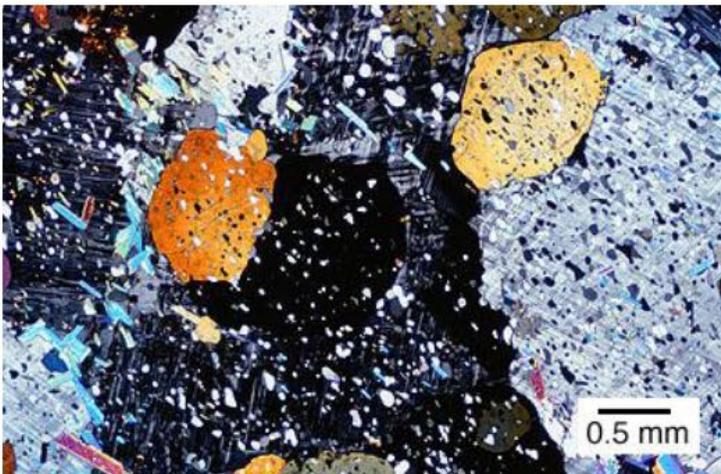


# Lepidogranoblástica



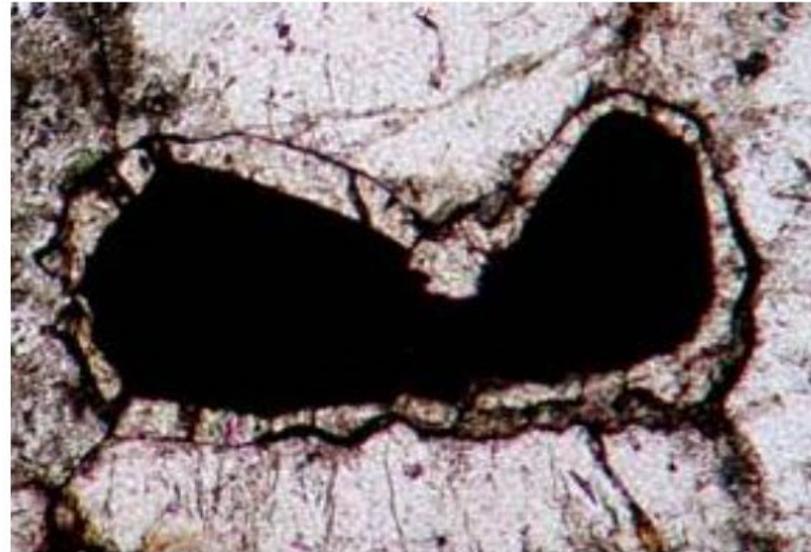
# Texturas metamórficas

- **Poiquiloblástica:** formada por poiquiloblastos.
- **Blastoporfídica:** textura porfídica heredada, derivada de rocas ígneas en la cual los fenocristales relictos, aunque reemplazados por agregados de minerales metamórficos, todavía muestran hábitos característicos.



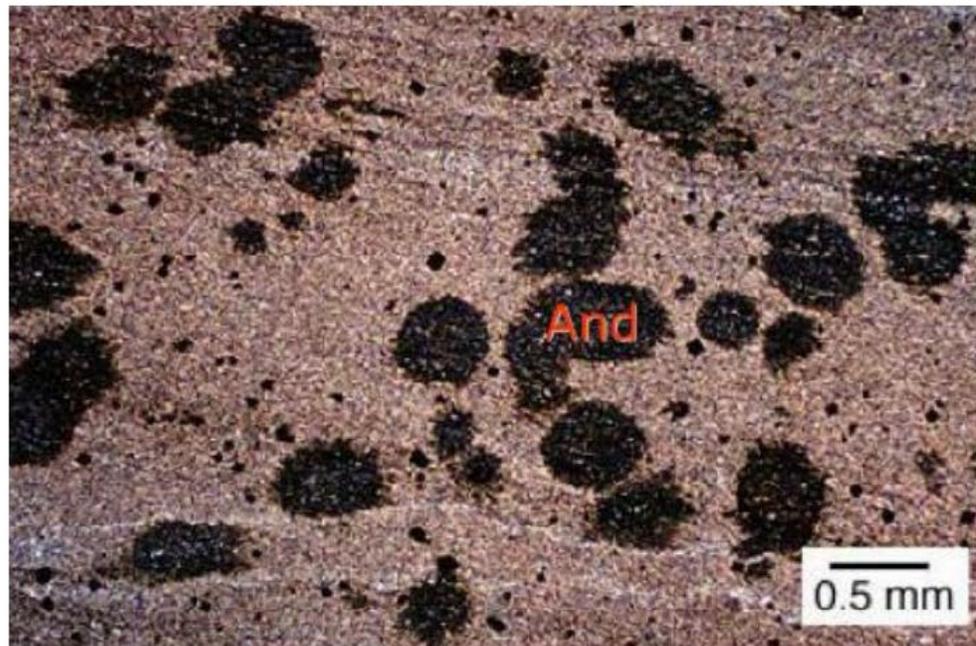
# Texturas metamórficas

- **Coronítica:** en la que una o varias coronas de minerales rodean a un mineral relicto central y que se han desarrollado por reacción entre este y los minerales de la matriz. Frecuente en metabasitas de alto grado.



# Texturas metamórficas

- **Nodulosa:** en la que los blastos de hábito relativamente equidimensional, son fuertemente poiquiloblásticos. Típica de corneanas pelíticas de bajo grado donde los poiquiloblastos son andalucita o cordierita.



# Texturas metamórficas

- **Esquistosidad de crenulación:** relacionada con microplegamiento de una foliación anterior.



# Texturas metamórficas

- **Esquistosidad de crenulación:** relacionada con microplegamiento de una foliación anterior.



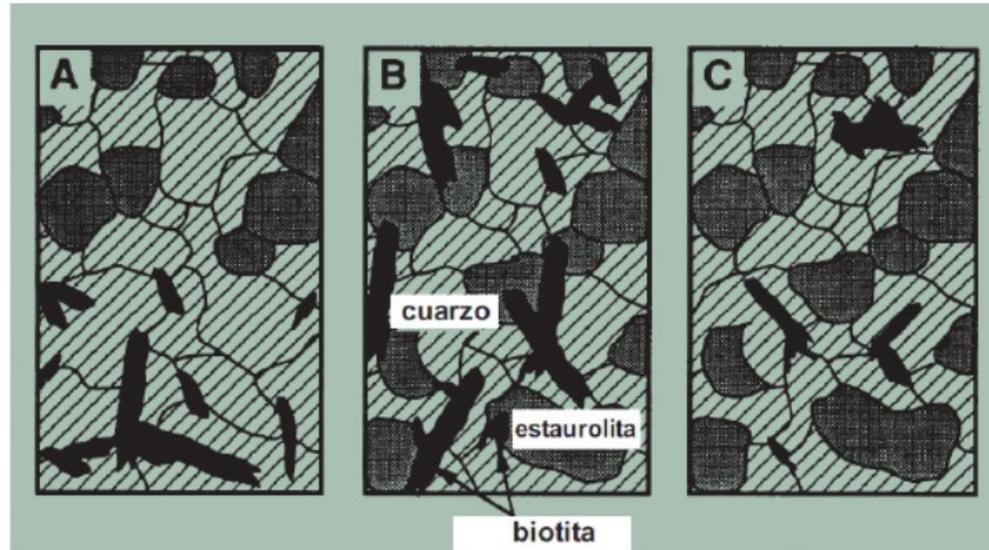
## Definiciones importantes

**Asociación mineral en equilibrio:** grupo de minerales en la roca que se encuentran en equilibrio.

**Paragénesis mineral:** Sucesión de asociaciones minerales que se reemplazan unas a otras.

**Una asociación mineral corresponde a aquellos minerales que se encuentran en contacto, sin reaccionar.**

# Asociación mineral



Roca A

	Cuarzo	Estaurolita	Biotita
Cuarzo	X	X	X
Estaurolita		X	
Biotita			X

Heterogénea  
No equilibrio

Roca B

	Cuarzo	Estaurolita	Biotita
Cuarzo	X	X	X
Estaurolita		X	X
Biotita			X

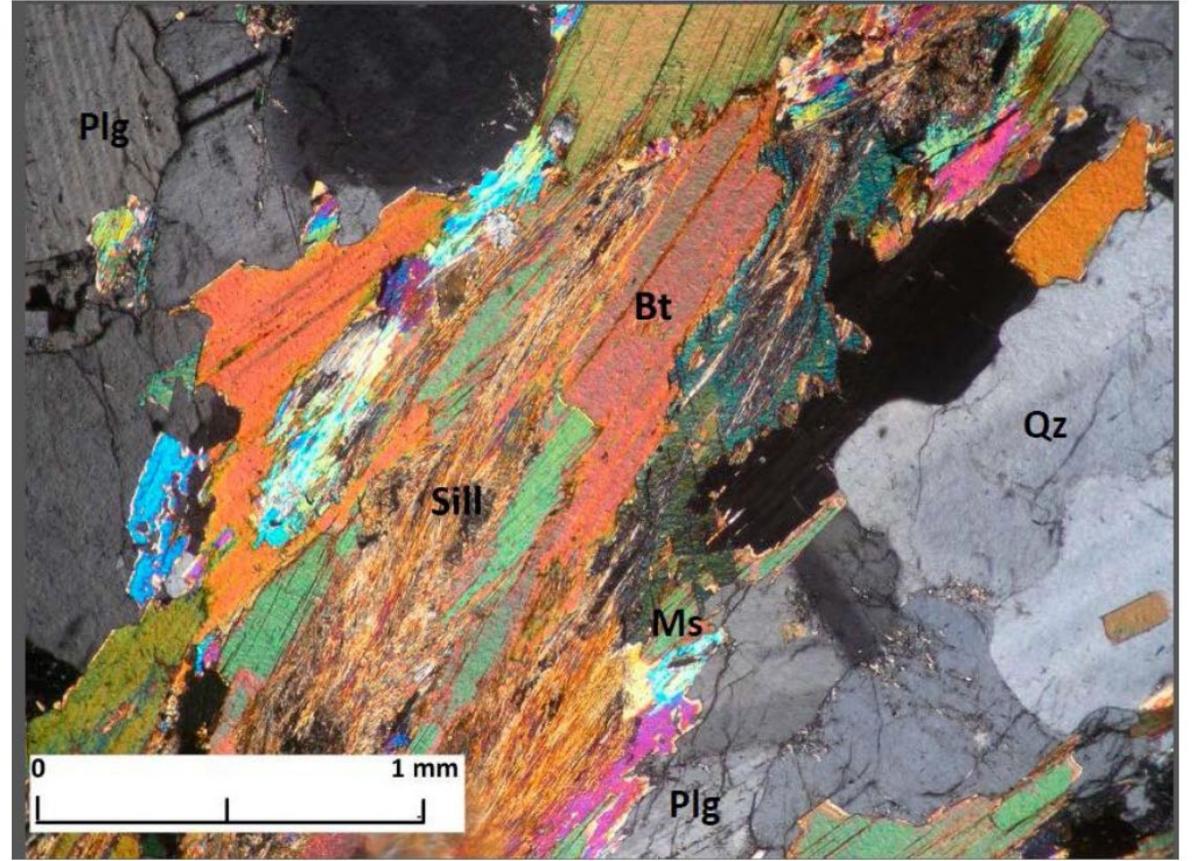
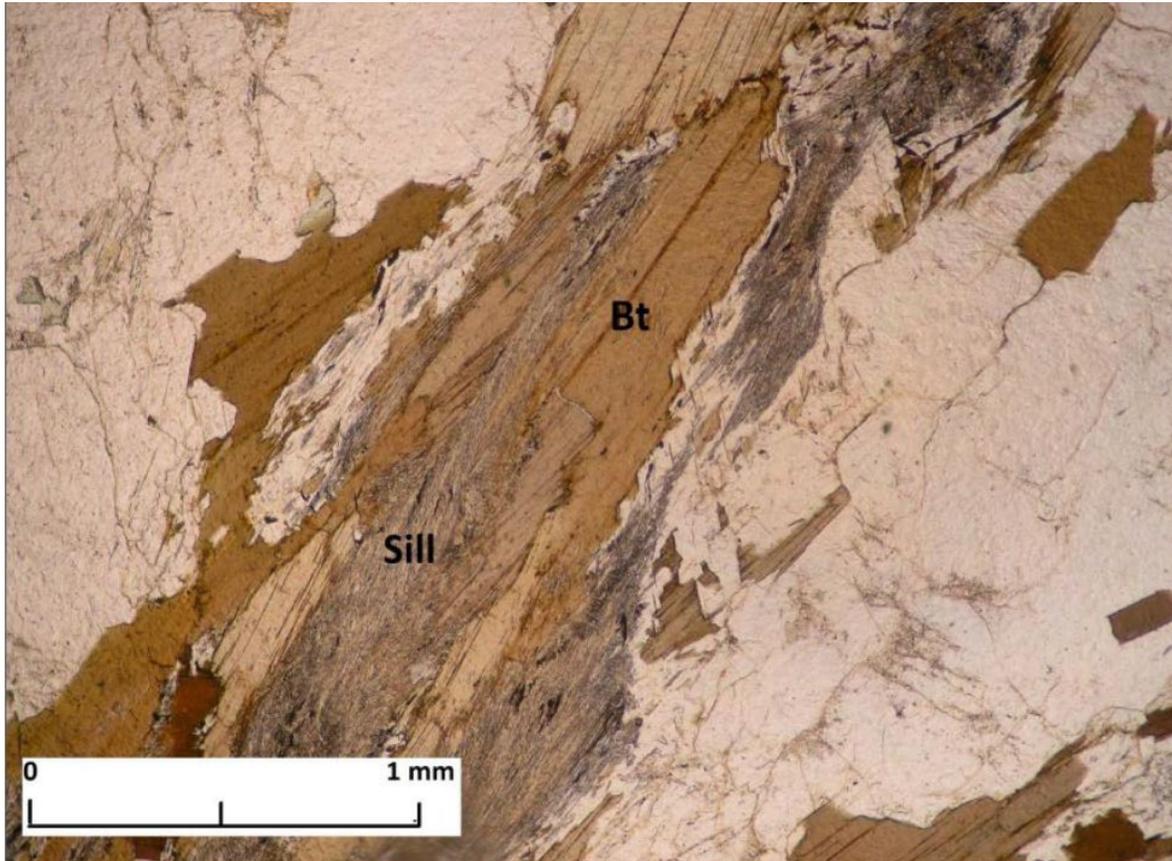
Homogénea  
Equilibrio

Roca C

	Cuarzo	Estaurolita	Biotita
Cuarzo	X	X	X
Estaurolita		X	
Biotita			X

Homogénea  
No equilibrio

# Paragénésis



# Paragénesis

- Asociaciones minerales:

- Sill + Bt
- Sill + Ms
- Sill + Qz
- Bt + Ms
- Bt + Qz
- Bt + Plg
- Ms + Plg
- Ms + Qz
- Qz + Plg

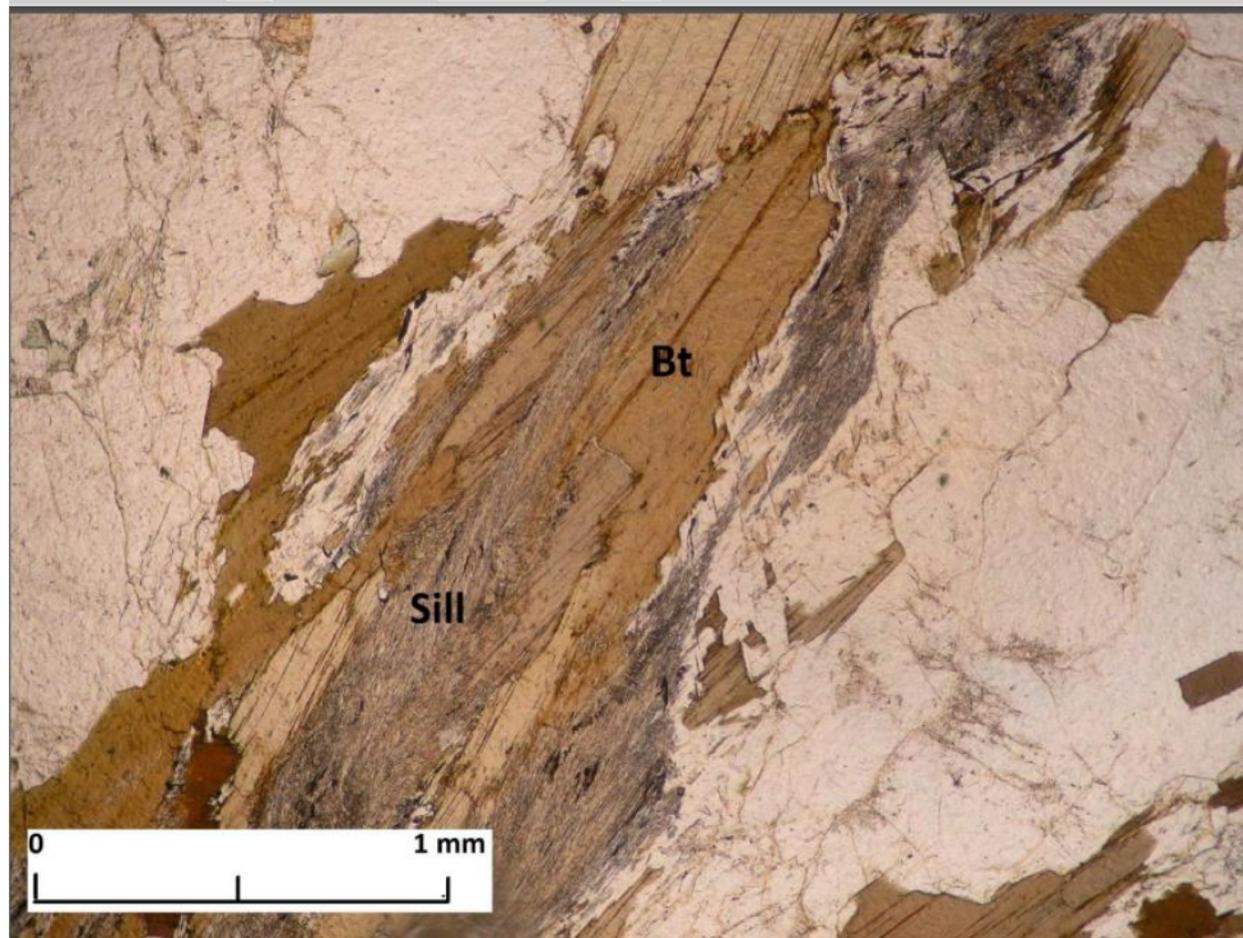
	Sill	Bt	Ms	Qz	Plg	
Sill	x	x	x	x		
Bt		x	x	x	x	
Ms			x	x	x	
Qz				x	x	
Plg					x	

- Paragénesis:

- Sill + Bt + Qz + Ms
- Bt + Ms + Qz + Plg

La plagioclasa no está en contacto con la sillimanita según lo visto en los cortes

# Paragénesis



# Metapelitas

**Rocas sedimentarias cuyo protolito es de tipo sedimentario pelítico.**

**Rocas ricas en: K, Al, Fe y H<sub>2</sub>O**  
**Rocas pobres en: Ca y Mg**

El considerable contenido de agua del protolito es importante para la ocurrencia de reacciones minerales.

**Protolito pelítico:** Cuarzo ± Albita ± Feldespato alcalino ± Clorita, Muscovita, Granate, Pirofilita.

# Mineralogía

- Cuarzo
- Feldespato Potásico
- Mica Blanca
- Clorita
- Biotita
- Granate
- Estauroлита
- Cloritoide (Ricas en Al)
- Cordierita (baja Presión)
- Talco
- Corindón
- Espinela
- Óxidos de Fe-Ti
- Glaucofano (alta Presión)
- Ortopiroxeno (muy alta Temperatura)

# Metamorfismo Barroviano

Fue identificado por George Barrow en siglo XIX mapeando la Tierra Alta de Escocia como una serie de zona de Metamorfismo Progresivo.

Se pueden interpolar a otras zonas de márgenes convergentes del mundo.

*Aplica para secuencias pelíticas.*

Estas ofrecen ventajas para dilucidar condiciones P-T del Metamorfismo.

Los Ensamblajes mineralógicos son relativamente sensible a los cambios P-T y se producen relaciones discontinuas.

**Permite marcar isógradas.**

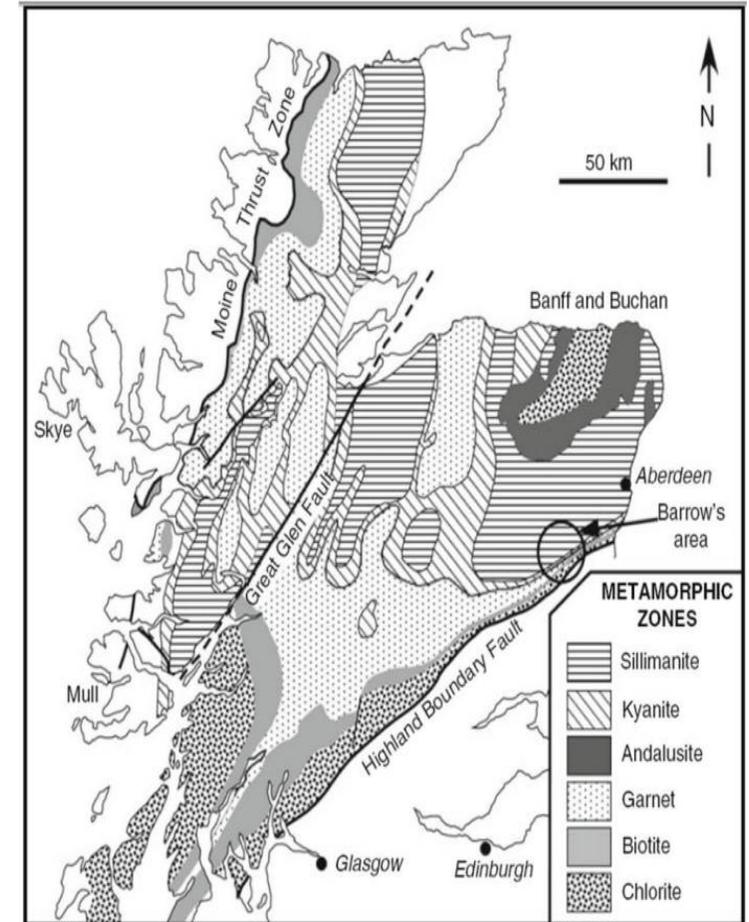
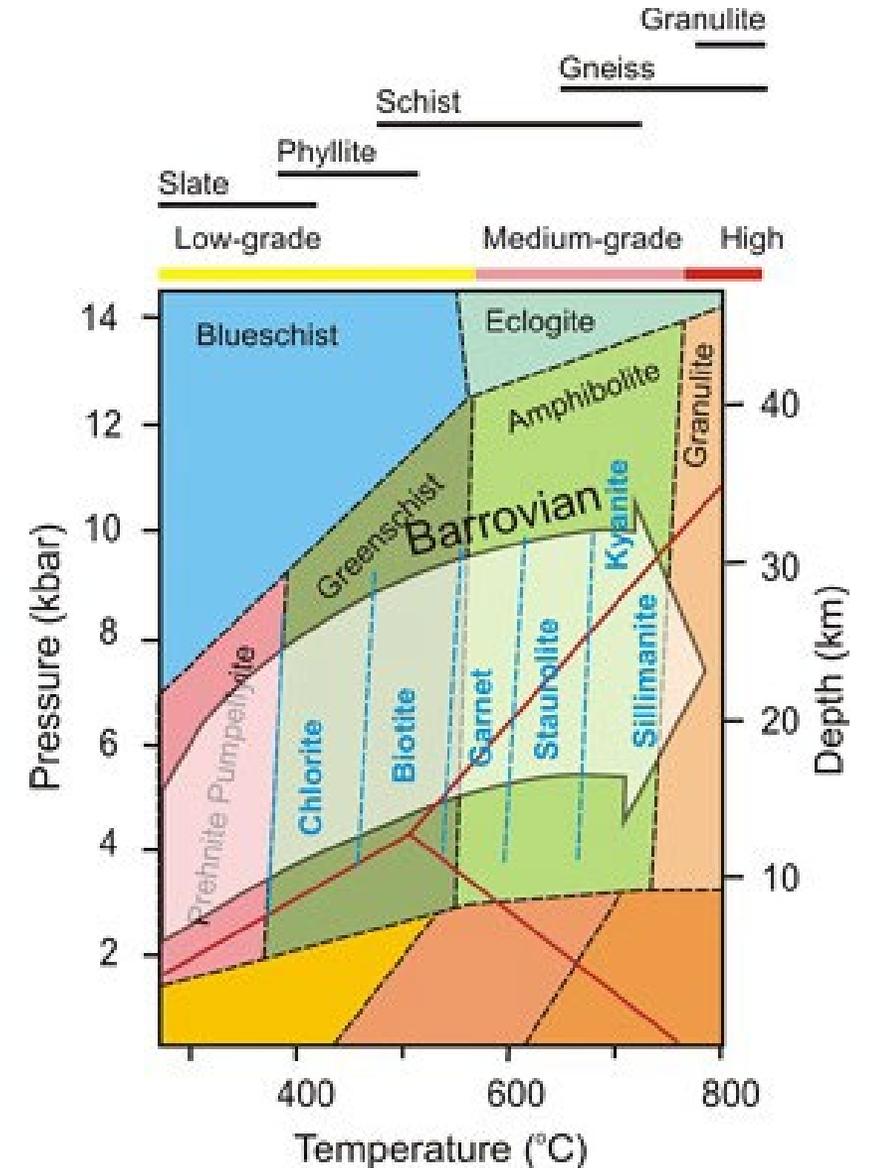


Fig. 4.1 Map showing the distribution of regional metamorphic rocks in northern Scotland showing index mineral zones of progressive metamorphism (see Fig. 4.2 for mineral zonation of Barrovian intermediate  $P-T$  type metamorphism first delineated by Barrow 1893, 1912). Note the sequence chlorite  $\Rightarrow$  andalusite  $\Rightarrow$  sillimanite in the Buchan area from which low  $P-T$  Buchan type metamorphism is named (Redrawn from Gillen 1982)

# Zonas de Barrow

- Se definen por la primera aparición de minerales índice que generalmente persisten hacia zonas de mayor grado metamórfico.
- Las Zonas de metamorfismo llevan el nombre del mineral índice.
- Se pueden determinar las condiciones P-T a las cuales son estables las fases mineralógicas, definiendo campos de estabilidad.



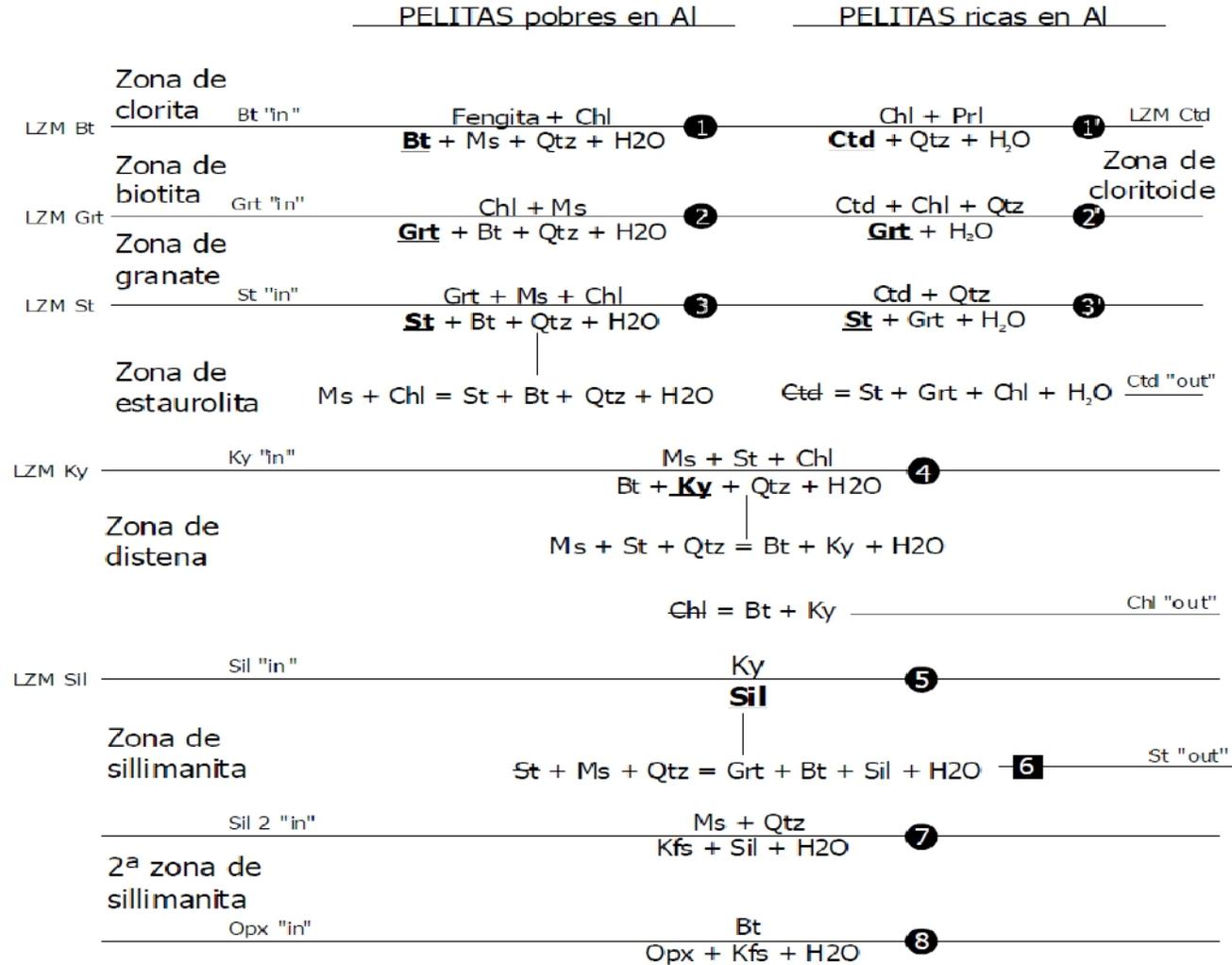
# Zonas de Barrow

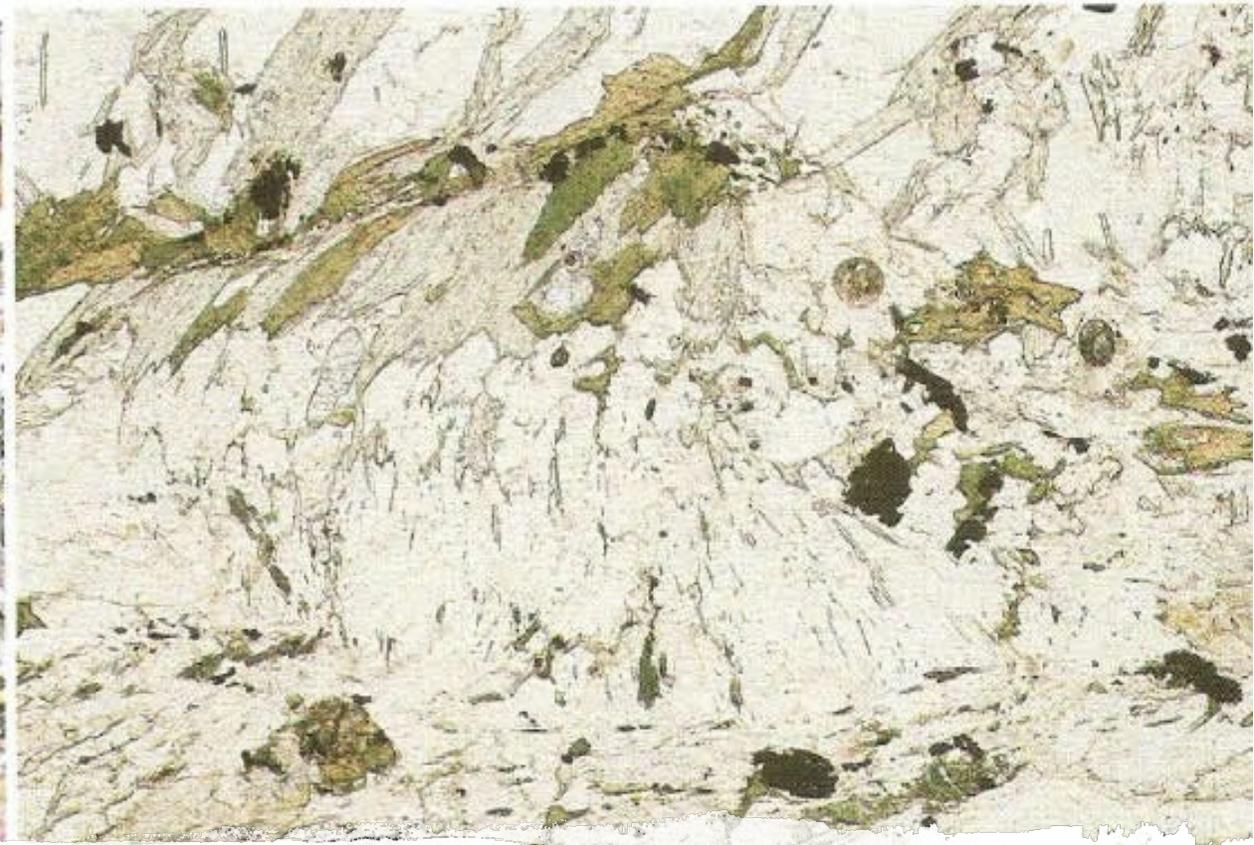
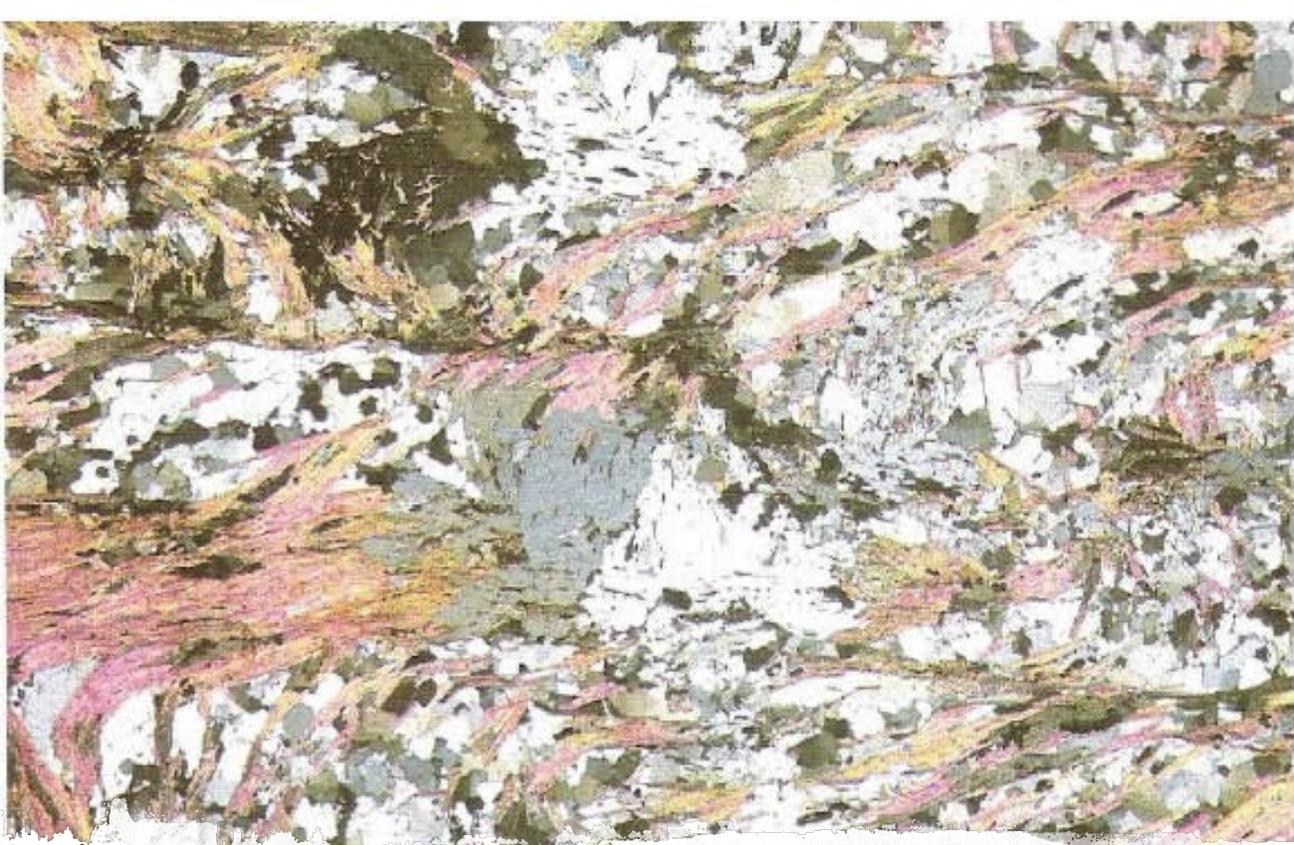
———— aumento del grado metamórfico ———>

Zona metamórfica	LZM Chl Zona de clorita	LZM Bt Zona de biotita	LZM Gt Zona de granate alm	LZM St Zona de estaurolita	LZM Ky Zona de distena	LZM Sill-1 Zona de sillimanita	LZM Sill-2 2ª zona de sillimanita	LZM Opx Zona de ortopirox
Clorita	Chl							
Biotita		Bt	Gt	Est	Ky	Sill	Feld K	
Granate (Alm)			Bt	Bt	Bt	Bt	Sill	
Estaurolita	Chl	Chl	Chl	Chl	WM	WM	Bt	
Distena	WM	WM	WM	WM	Qz	Qz	WM	
Sillimanita	Qz	Qz	Qz	Qz	Plag	Plag	Qz	
Feld. potásico	Ab	Ab	Ab	Gt	(Est)	Gt	Plag	
Ortopiroxeno			Ab	Plag	(Gt)	(Est)	Gt	
Moscovita			Olg				(Est)	
Cuarzo								

ZONA DEL CLORITOIDE

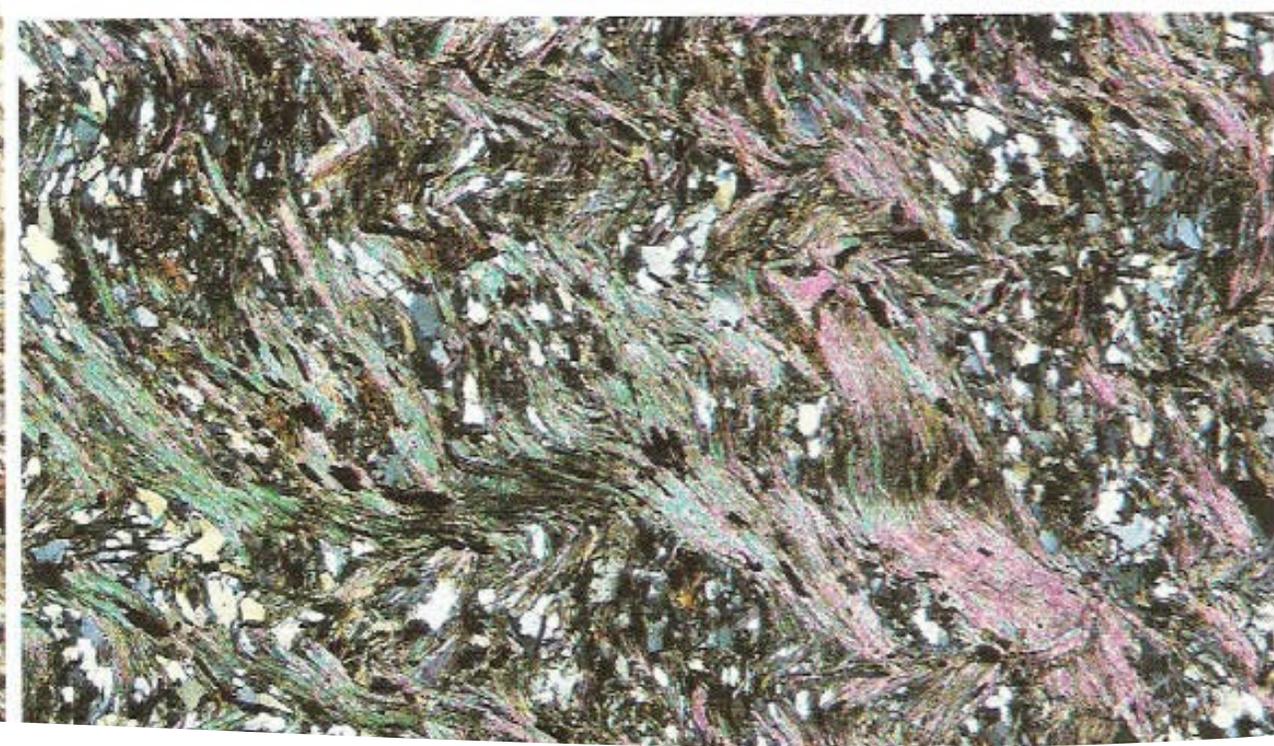
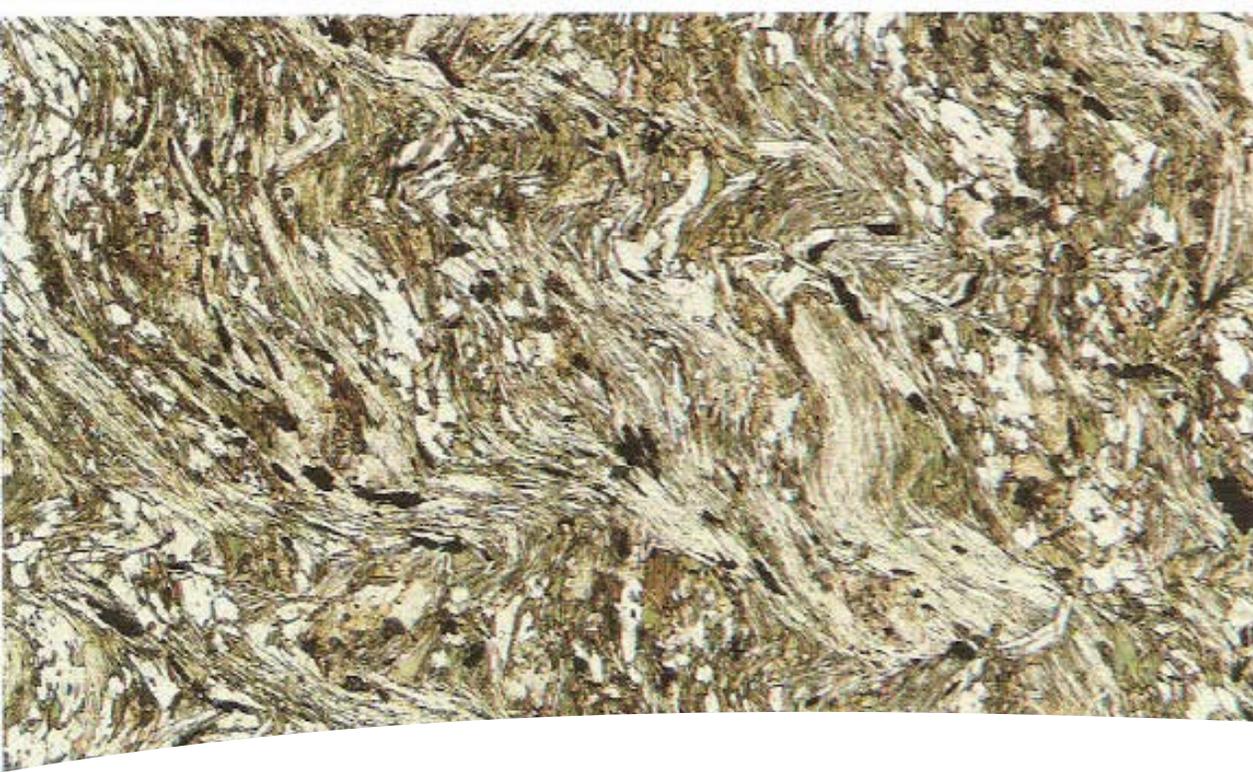
# Asociaciones minerales





## Zona de Clorita

- Esquisto con Clorita, muscovite y Albita (Tomado de Yardley, 1996)
- Grado metamórfico más bajo en rocas pelíticas, pizarras afaníticas con mica blanca, clorita y cuarzo.
- Posible óxidos de Fe-Ti y Pirita.



## Zona de Biotita

- Esquisto con Muscovita, Clorita y Biotita (Yardley, 1996).
- Aumento de temperatura en Zona de Clorita comienza a formar Biotita en porfidoblastos.
- fengita + clorita  $\rightarrow$  biotita + muscovita + cuarzo + H<sub>2</sub>O



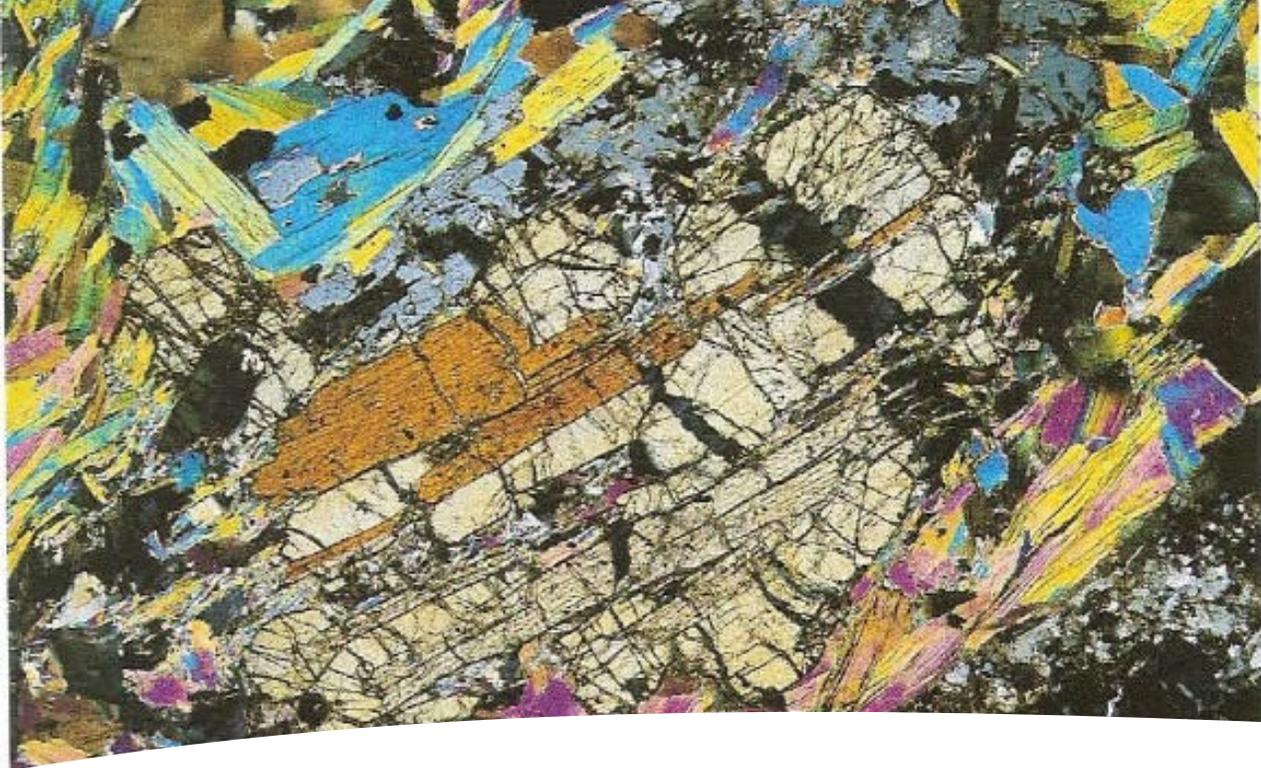
## Zona de Granate

- Esquisto con Biotita, Clorita y Granate (Yardley, 1996).
- Comienzan a aparecer granates pequeños en pelitas con alto Mn, Ca y Fe<sup>3+</sup>.
- clorita + muscovita → granate + clorita Mg + biotita + H<sub>2</sub>O



## Zona de la Estauroлита

- Esquisto con Estauroлита (Tardley, 1996).
- granate + clorita + muscovita → estauroлита + biotita + cuarzo + H<sub>2</sub>O
- Poikiloblastos de Estauroлита con inclusiones de cuarzo.



## Zona de la Cianita

- Gneis con Cianita, Esturolita y Granate (Tardley, 1996).
- estaurolita + clorita + muscovita + cuarzo  $\rightarrow$  kyanita + biotita + H<sub>2</sub>O



## Zona de la Silimanita

- Esquisto con Estauroлита y Sillimanita (Tardley, 1996).
- Polimorfo de  $Al_2SiO_5$  de alta temperature.
- Varía de Fibrolita a prismas mayor desarrollados.



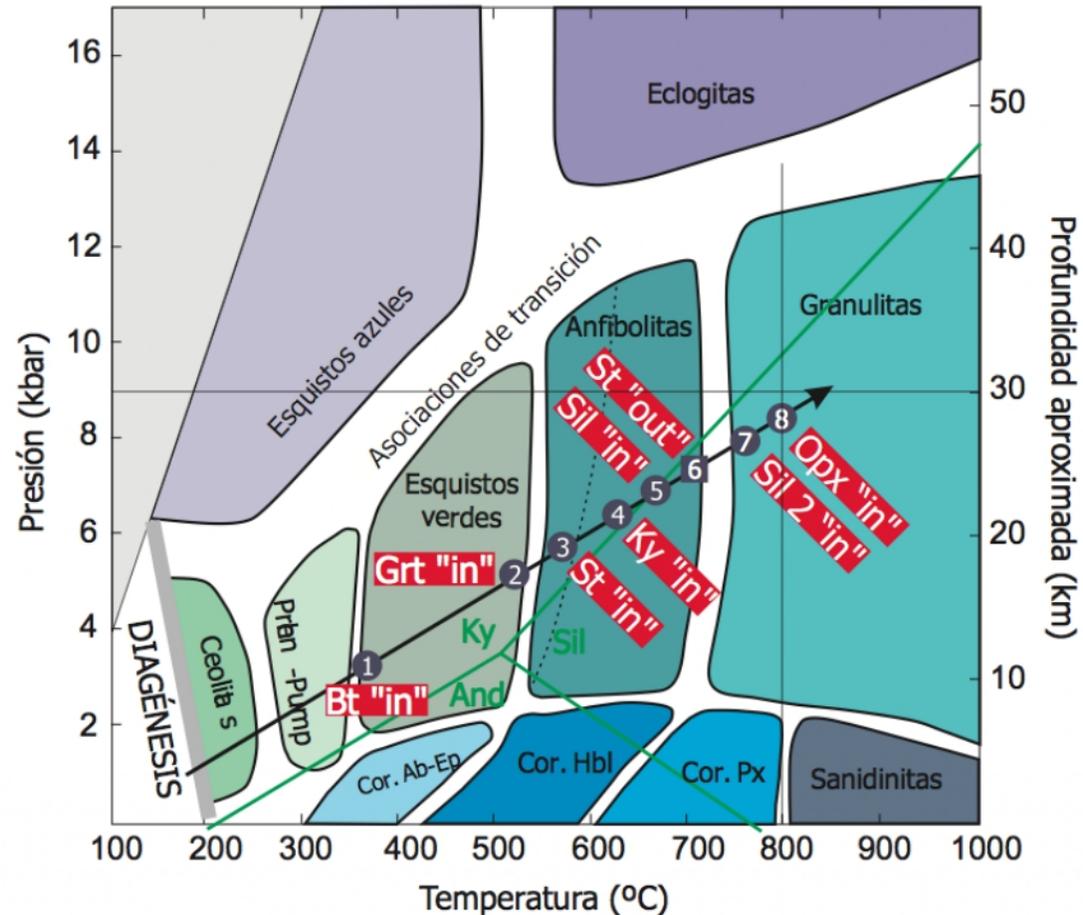
## Zona de Feldespato Potásico y Sillimanita

- Esquisto con Biotita, Feldespato Potásico y Sillimanita (Tardley, 1996).
- En el caso de que las temperaturas suban de los 750°C, las soluciones solidas de muscovita reaccionan con el cuarzo para formar feldespato potásico y un alumino silicato.
- Se encuentra a presiones intermedias.

# Facies Metamórficas

Una facies metamórfica es "un grupo de rocas caracterizadas por un conjunto definido de minerales que, en las condiciones que se obtuvieron durante su formación, estaban en perfecto equilibrio" entre sí.

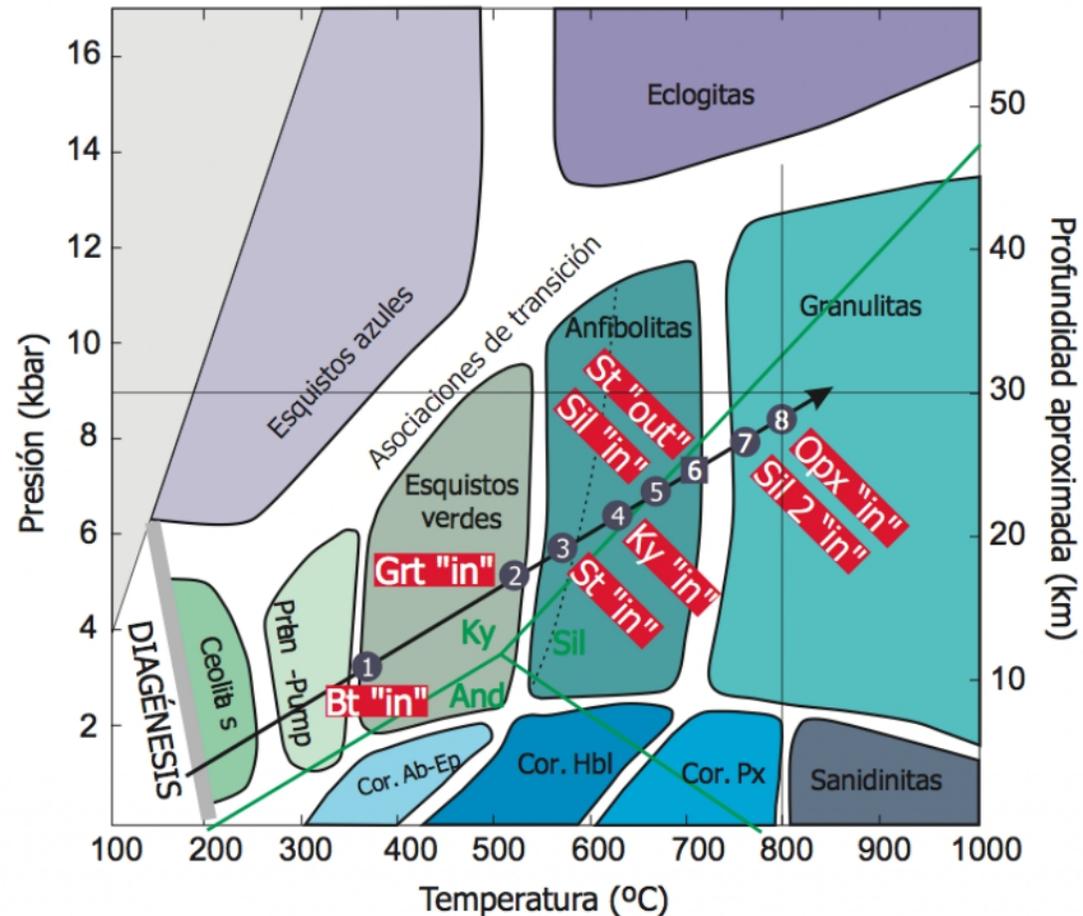
La composición mineral cuantitativa y cualitativa en las rocas de una facies dada varía gradualmente en correspondencia con la variación en la composición química de las rocas “.



# Facies Metamórficas

Los límites de las facies se definen por la aparición o desaparición de un mineral o grupo de minerales, y no un P y T. específico. Los límites entre las diferentes facies son, por lo tanto, transitorios en muchos casos, ya que las composiciones de los minerales y / o fluidos en cuestión varían debido al control químico de la roca.

Dichas variaciones a su vez afectan la ubicación PT de las reacciones límite.



# Facies Metamórficas

<b>Rocas pelíticas (metapelitas)</b>	<b>Rocas básica (metabasitas)</b>
Zona de clorita	Facies de sub-esquistos verdes
Zona de biotita	Facies de esquistos verdes
Zona de granate	Facies de anfibolitas con epidota
Zona de estaurolita	
Zona de distena	Facies de anfibolitas
Zona de sillimanita	
Zona de sillimanita-feldespató potásico	Facies de granulitas con piroxeno y hornblenda

# Facies Metamórficas

Facies	Asociaciones minerales diagnósticas	
	Metabasitas	Metapelitas con cuarzo
Ceolitas	Laumontita	
Prehnita-Pumpellyita	Prehnita + pumpellyita, prehnita + actinolita, pumpellyita + actinolita	
Esquistos verdes	Actinolita + clorita + epidota + albita	Cloritoide
Anfibolitas	Hornblenda + plagioclasa	Estaurolita
Granulitas	Ortopiroxeno + clinopiroxeno + plagioclasa	Sillimanita+feldespatos potásicos <i>Sin</i> estaurolita, <i>sin</i> moscovita
Esquistos azules	Glaucofana, lawsonita, piroxeno jadeítico, aragonito	Glaucofana <i>Sin</i> biotita
Eclogitas	Onfacita + granate <i>Sin</i> plagioclasa	
Facies de metamorfismo de contacto	Las asociaciones minerales en las metabasitas no difieren sustancialmente de las correspondientes a las facies de presión mayor	

# Petrología ígnea y metamórfica

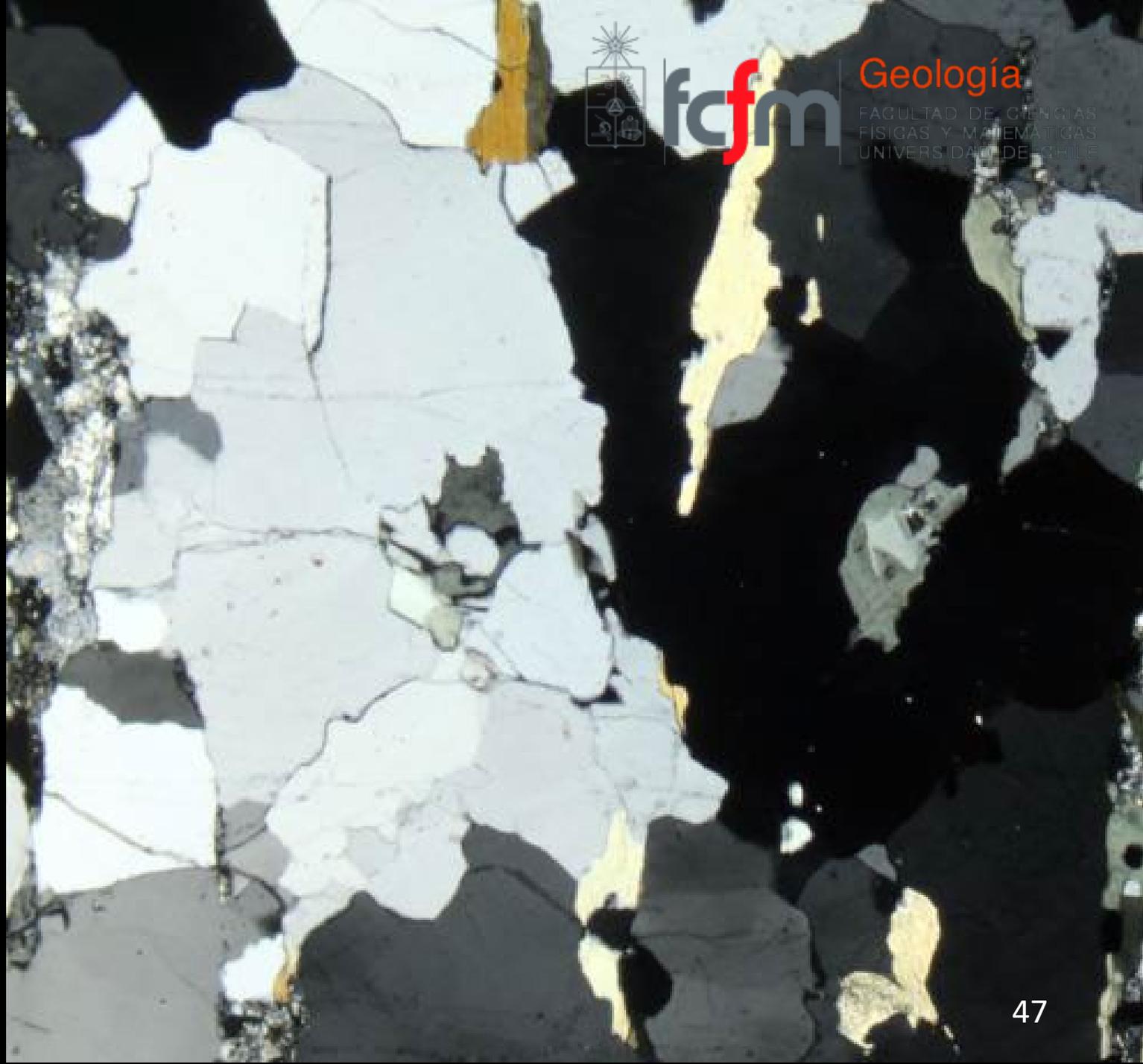
## Metamorfismo Metapelitas

Cuerpo docente:

Darío Hubner  
Javiera Véliz  
Camila Zúñiga  
Rodrigo Espinoza

Semestre Primavera 2020  
(Covid-19)

Sesión auxiliar



fcfm

Geología

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE