

---

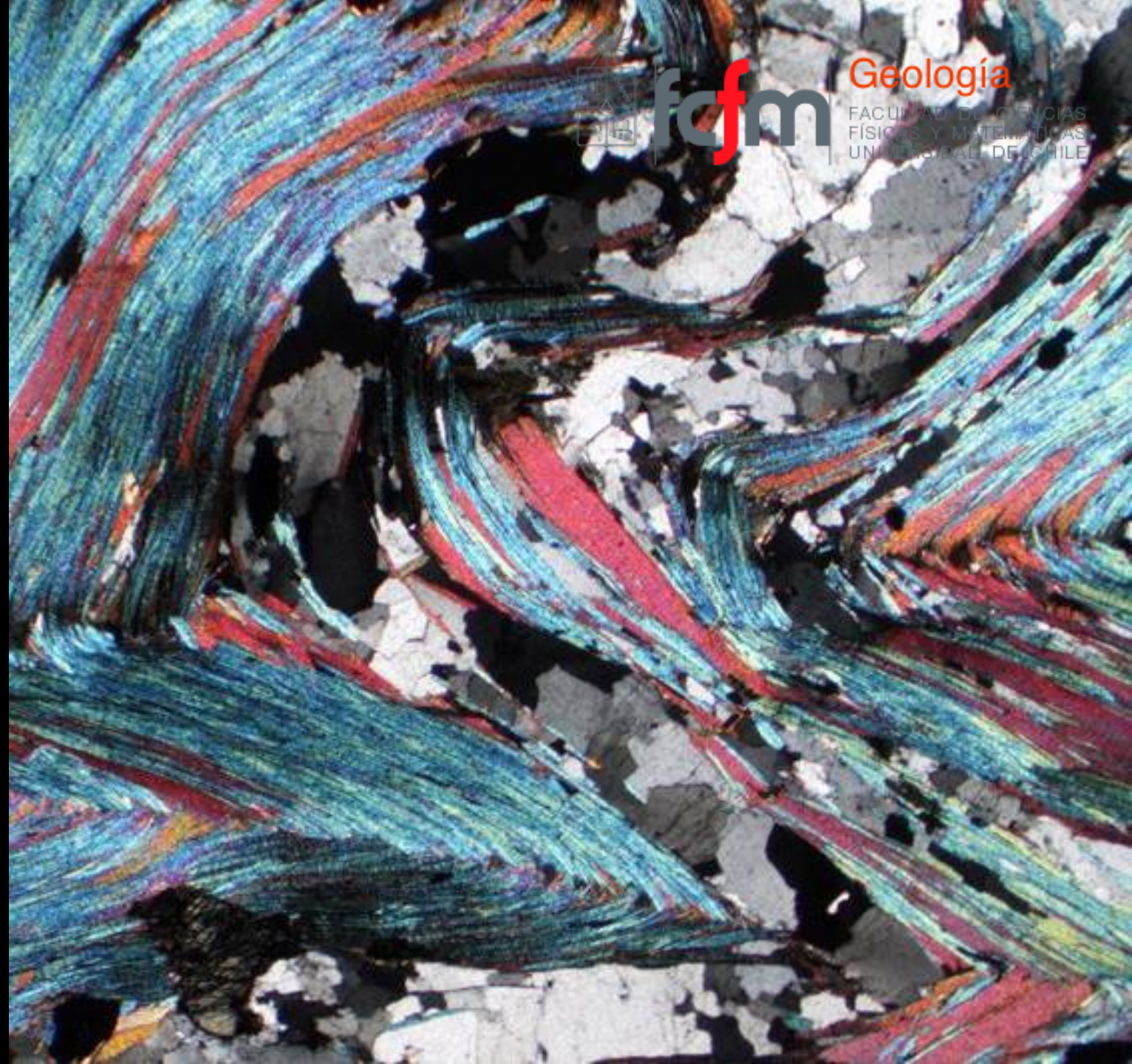
# Petrología ígnea y metamórfica

---

## Metapelitas

Semestre Otoño 2021  
(Covid-19)

Sesión auxiliar



fcfm

Geología

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# 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.

# Metapelitas

- Rocas metamórficas derivadas se sedimentos ricos en arcilla y cuarzo (lutitas – 60% de rxs sedimentarias).
- El metamorfismo débil transforma las lutitas en pizarras.
- Minerales de arcilla: illita, clorita, caolinita, esmectita.
- Filosilicatos: 50% de la roca.
- Cuarzo: hasta 30% en volumen.
- Otros: feldespatos, óxidos e hidróxidos de Fe (hematita, limonita, goethita), carbonatos, sulfuros.
- Mn resultante: illita (moscovita), clorita, cuarzo, hematita.
- Composición química de mantiene, disminuye agua.

*Tabla 6.I. Composición química promedio de una lutita pelágica.*

Óxido	Porcentaje (en peso)
SiO <sub>2</sub>	54.9
TiO <sub>2</sub>	0.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.7
FeO	2.0
MgO	3.4
CaO	0.72
Na <sub>2</sub> O	1.3
K <sub>2</sub> O	2.7
H <sub>2</sub> O	9.2
CO <sub>2</sub>	-
C	-

# 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.

Deformación durante la orogenia Caledónica hace 500 Ma (Precámbrico al Cámbrico).

13 km de conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y lavas máficas.

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

*Aplica para secuencias pelíticas.*

Metamorfismo regional orogénico.

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

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

**Permite marcar isógradas.**

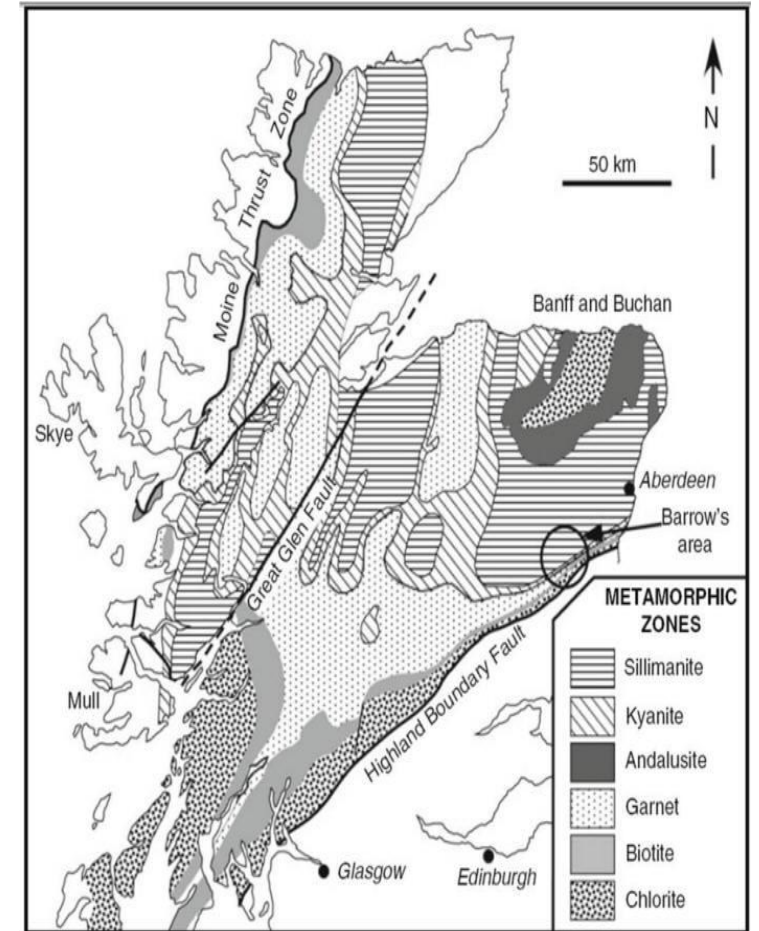


Fig. 4.1 Map showing the distribution of regional metamorphic rocks in northern Scotland showing index mineral zones of progressive metamorphism (see Fig. 4.2 for mineral zonation of Barrovian intermediate P-T type metamorphism first delineated by Barrow 1893, 1912). Note the sequence chlorite  $\Rightarrow$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

# Metamorfismo Barroviano

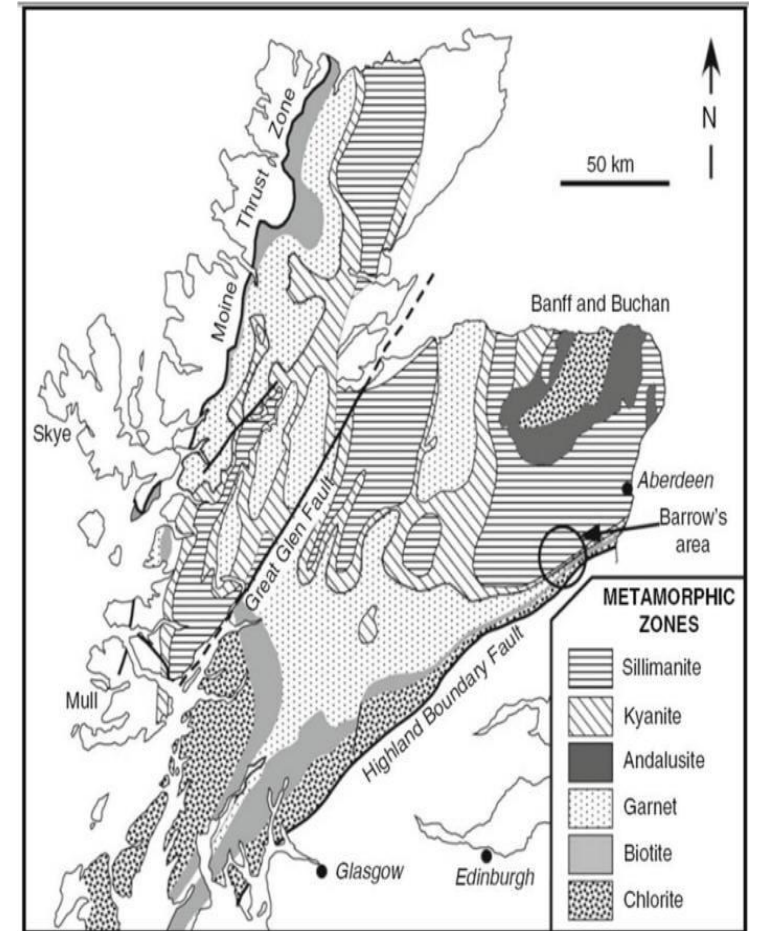
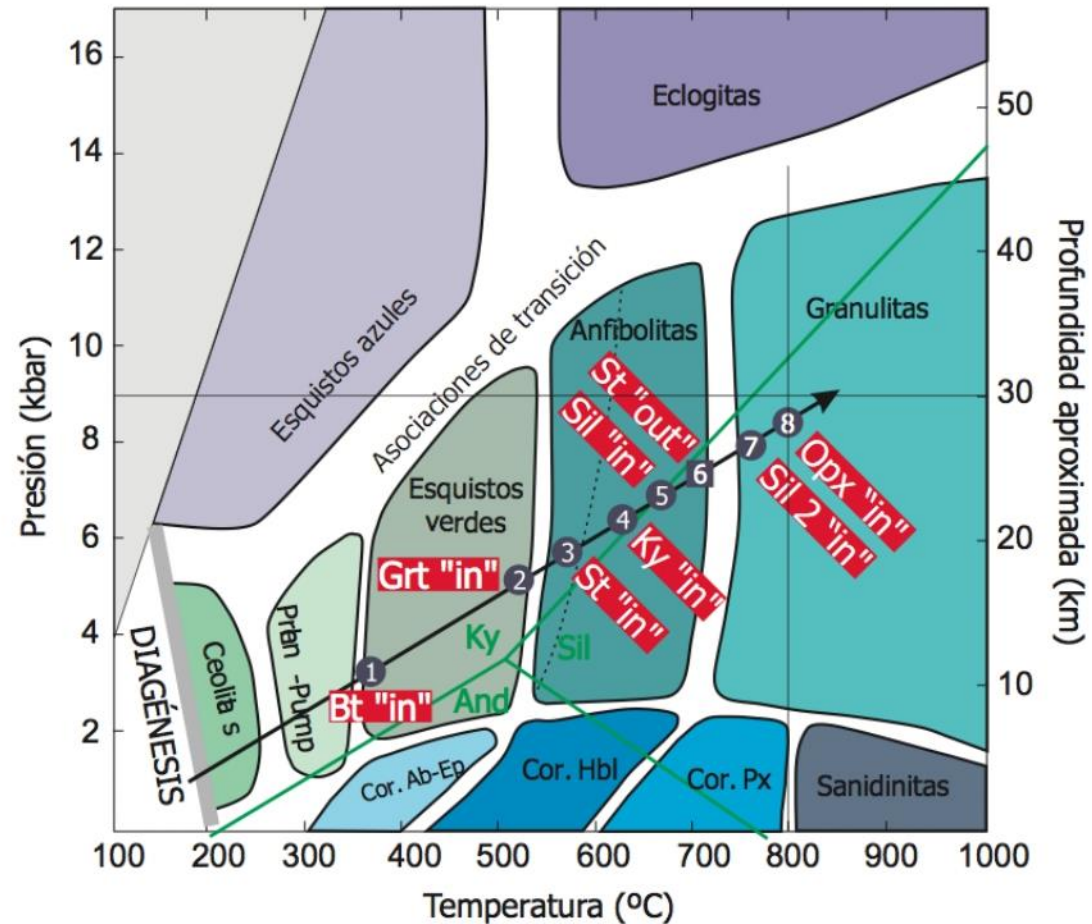
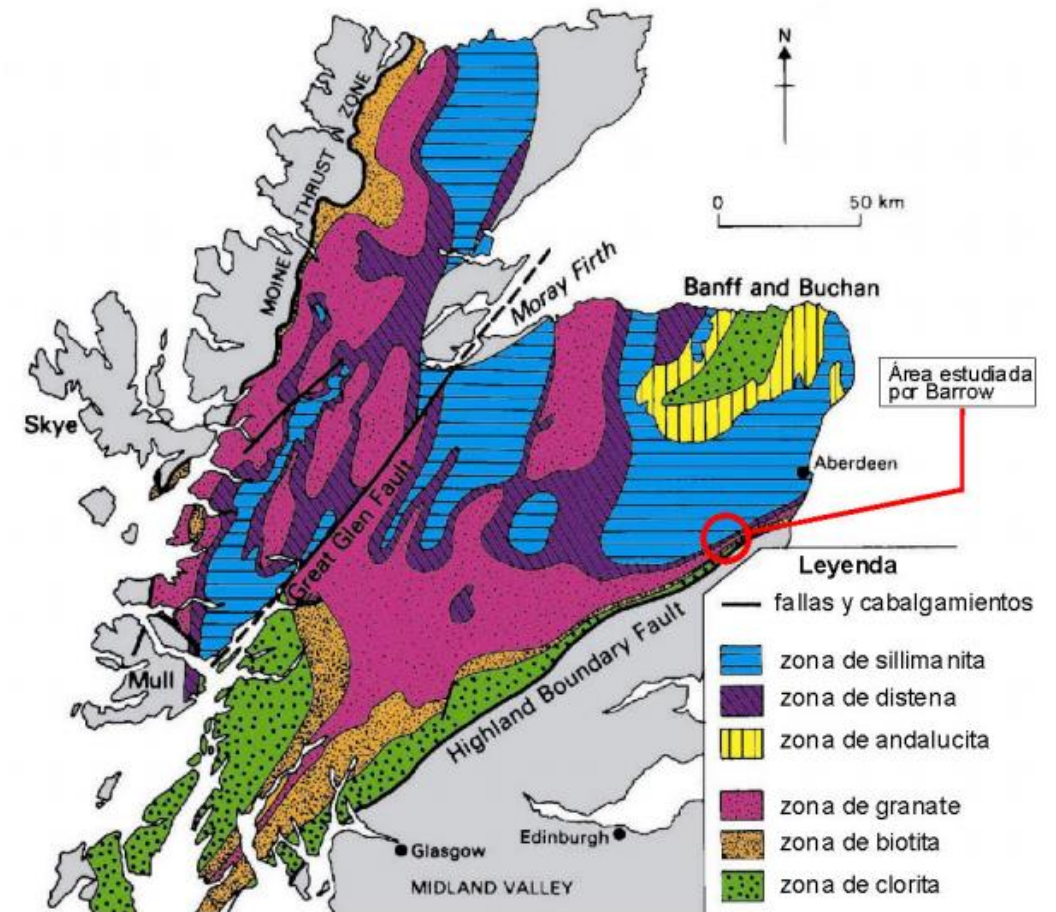


Fig. 4.1 Map showing the distribution of regional metamorphic rocks in northern Scotland showing index mineral zones of progressive metamorphism (see Fig. 4.2 for mineral zonation of Barrovian intermediate  $P$ - $T$  type metamorphism first delineated by Barrow 1893, 1912). Note the sequence chlorite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

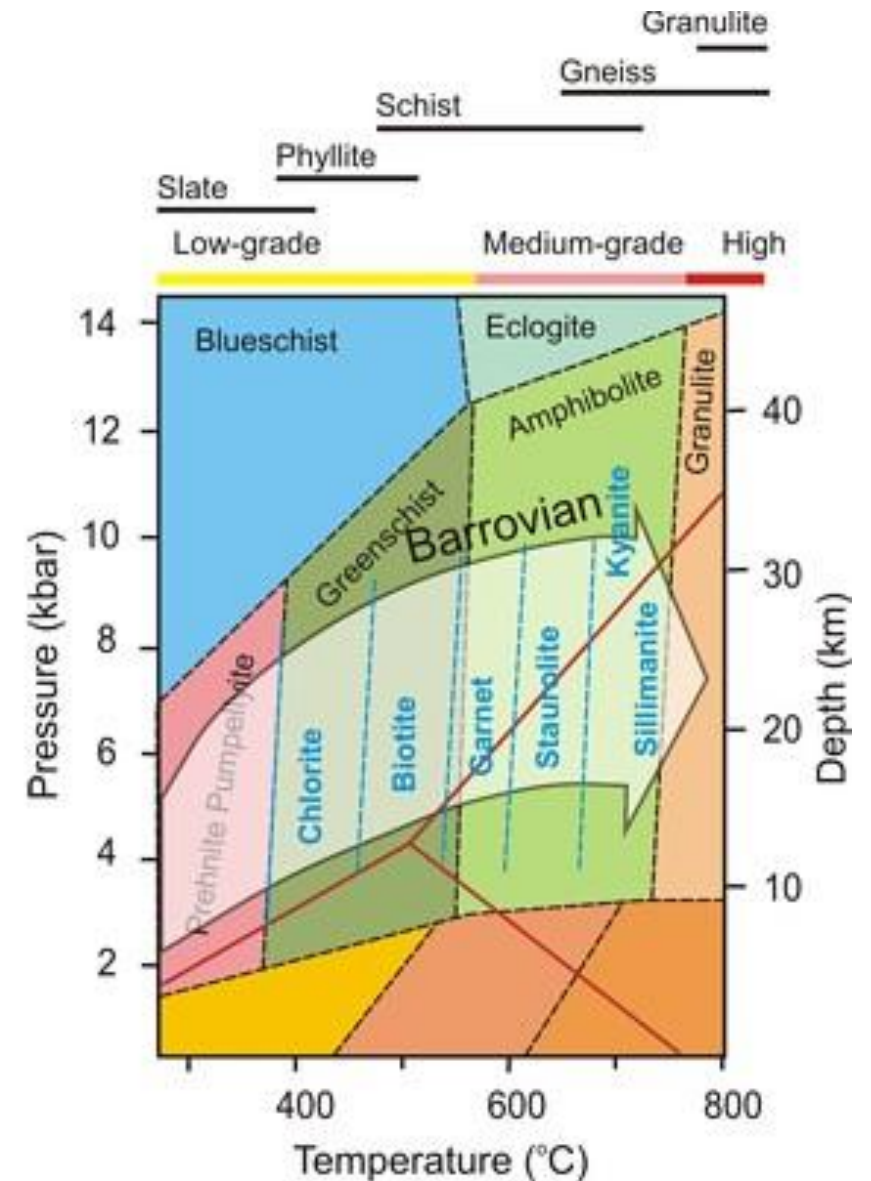
# Metamorfismo Barroviano

- **Zona de Clorita:** pizarra y filitas con clorita, moscovita, cuarzo y albita.
- **Zona de Biotita:** Filitas y esquistos con biotita, clorita, moscovita, cuarzo y albita.
- **Zona de Granate:** Esquistos porfidoblásticos + biotita, clorita, moscovita, cuarzo y albita – oligoclasa.
- **Zona de Estauroлита:** Esquistos con estauroлита, biotita, moscovita, cuarzo, granate y plagioclasa.
- **Zona de Distena:** Esquistos con distena, biotita, moscovita, cuarzo, plagioclasa.
- **Zona de Sillimanita:** Esquistos y Gneiss con sillimanita, biotita, moscovita, cuarzo, plagioclasa, granate.



# 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 metamórficas

———— aumento del grado metamórfico —————→

	LZM CHI	LZM Bt	LZM Grt	LZM St	LZM Ky	LZM Sil
<b>Zona metamórfica</b>	<b>Zona de clorita</b>	<b>Zona de biotita</b>	<b>Zona de granate alm</b>	<b>Zona de estaurolita</b>	<b>Zona de distena</b>	<b>Zona de sillimanita</b>
<b>Clorita</b>			- - -			
<b>Biotita</b>						
<b>Granate (Alm)</b>						
<b>Estaurolita</b>					- - -	- - -
<b>Distena</b>						- - -
<b>Sillimanita</b>						
<b>Moscovita</b>						
<b>Plagioclasa Na</b>						
<b>Cuarzo</b>						

Figura 6.1. Asociaciones minerales dentro de cada zona mineral en el metamorfismo regional barroviense de las rocas pelíticas pobres en Al de los Highlands escoceses (modificado de Bucher y Frey, 1993, pág. 100). Estas rocas no desarrollan cloritoide.

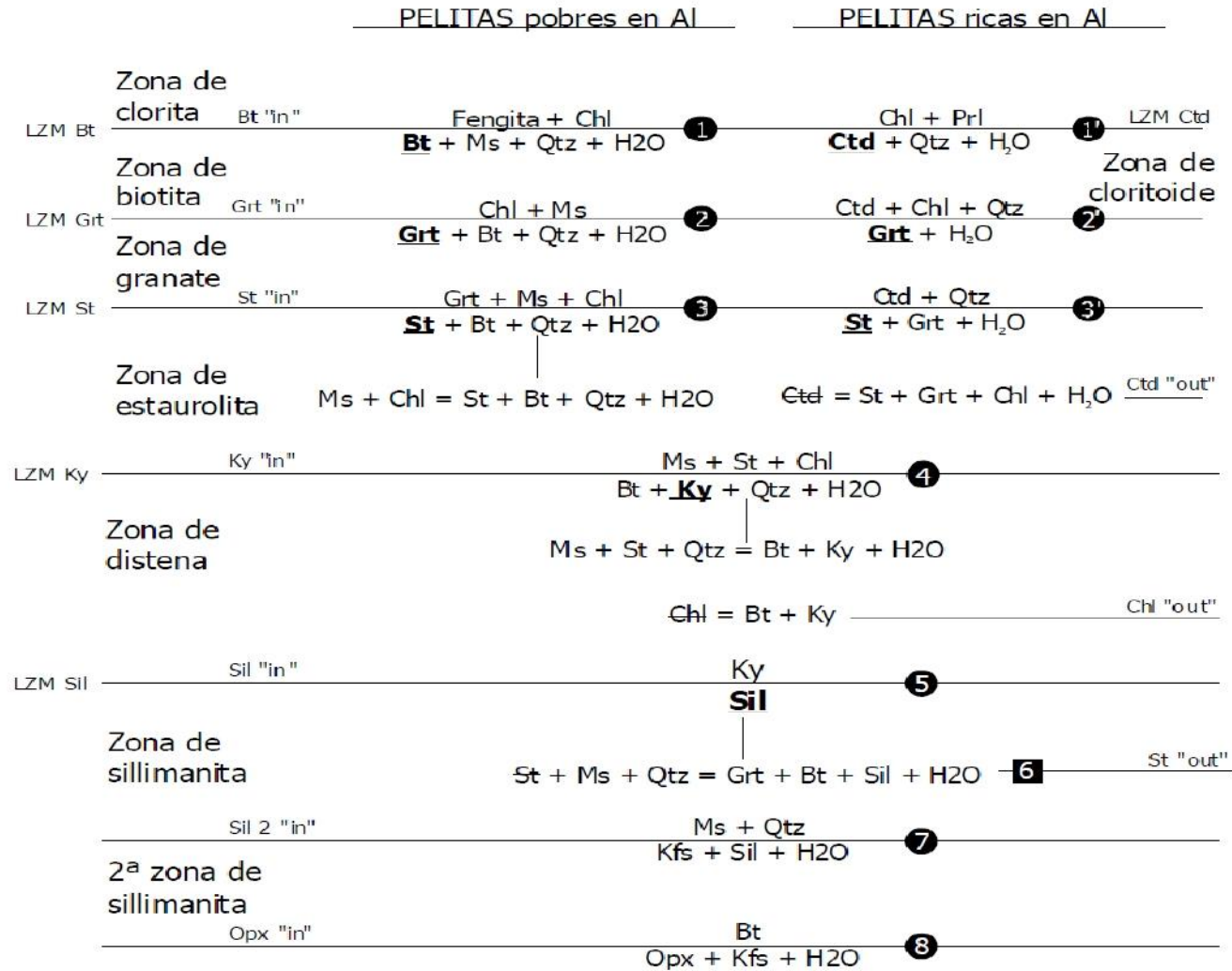
# Zonas de Barrow

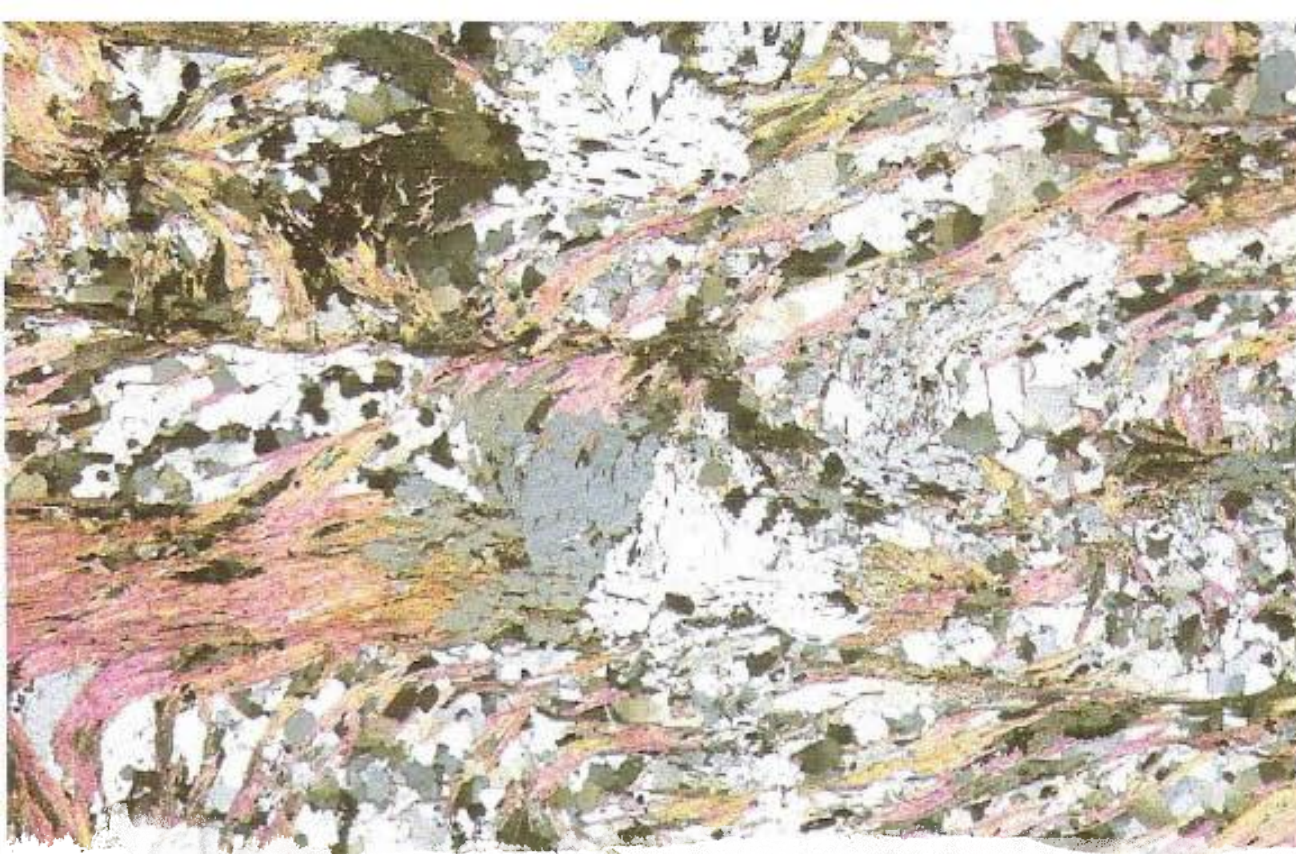
———— aumento del grado metamórfico ————>

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						Feld K	
Biotita		Bt	Gt	Est	Ky	Sill	Sill	— —
Granate (Alm)			Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	
Estaurolita	Chl	Chl	Chl	Chl	WM	WM	WM	
Distena	WM	WM	WM	WM	Qz	Qz	Qz	
Sillimanita	Qz	Qz	Qz	Qz	Plag	Plag	Plag	
Feld. potásico	Ab	Ab	Ab	Gt	(Est)	Gt	Gt	
Ortopiroxeno			Olg	Plag	(Gt)	(Est)	(Est)	
Moscovita								
Cuarzo								

ZONA DEL CLORITOIDE

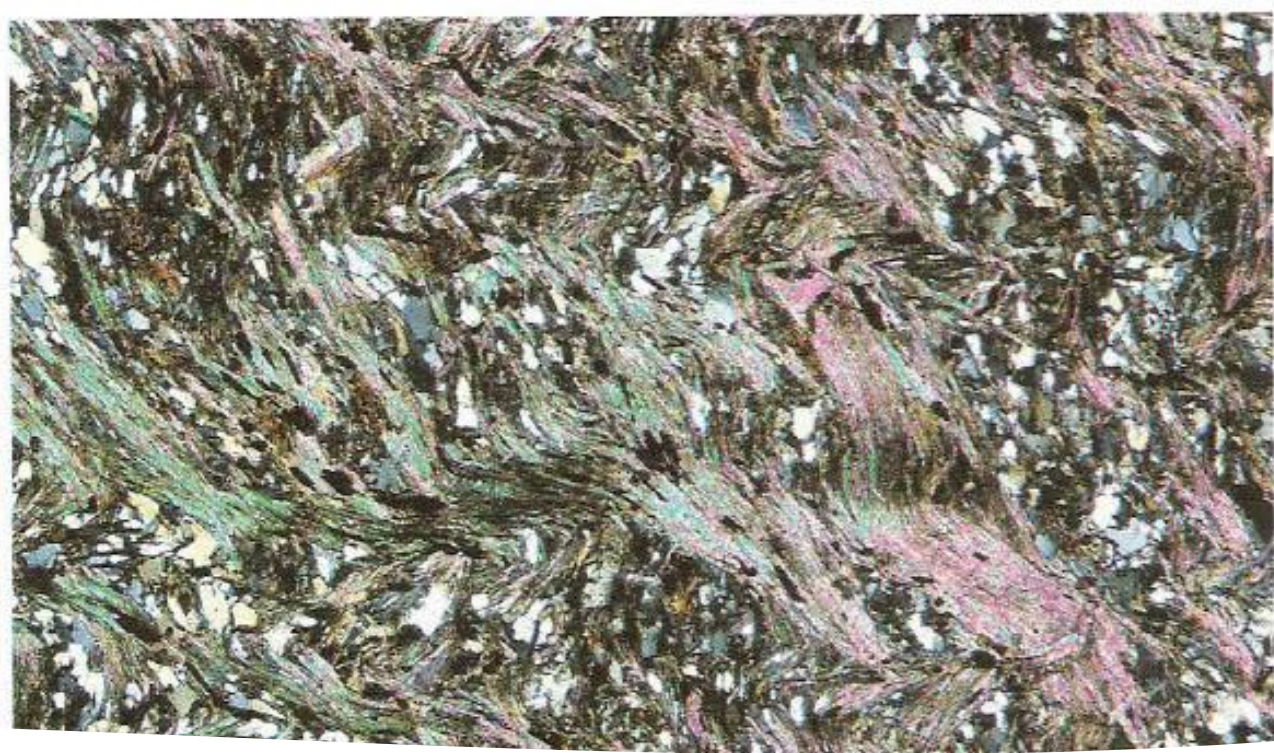
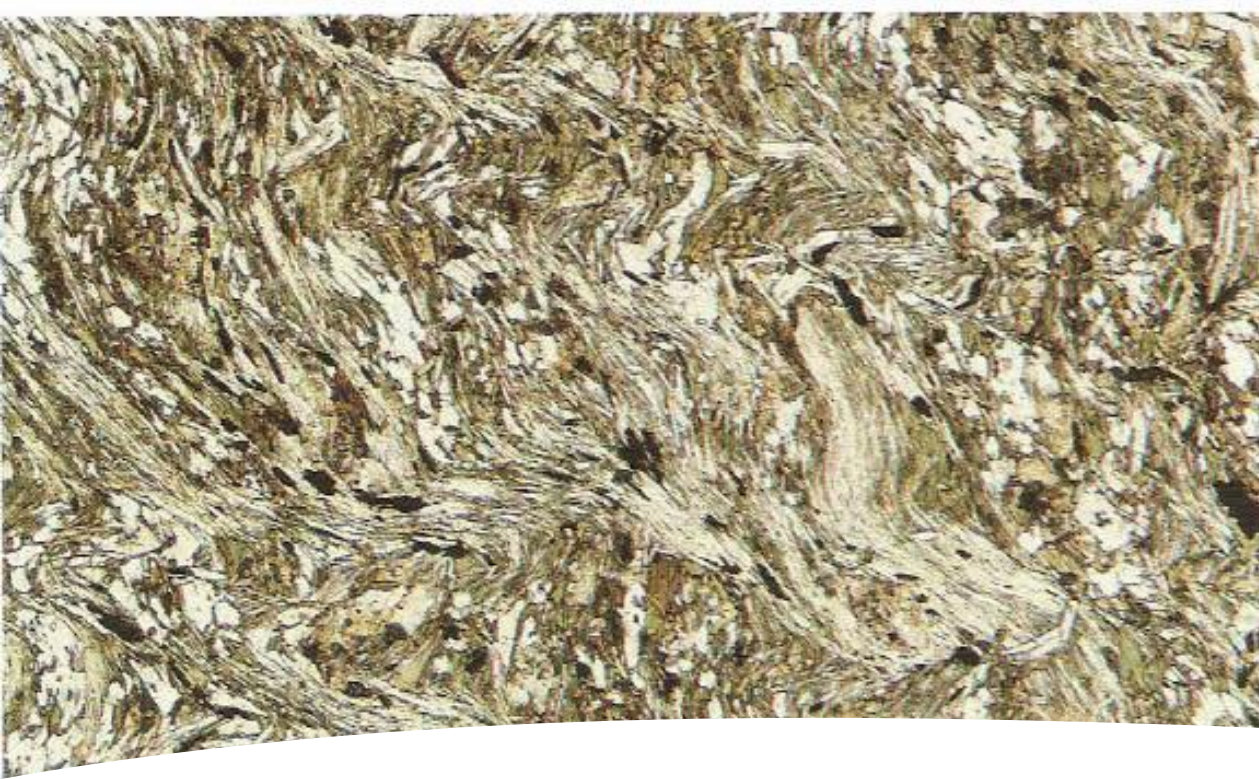
# Asociaciones minerales





## Zona de Clorita

- Esquisto con Clorita, muscovita 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



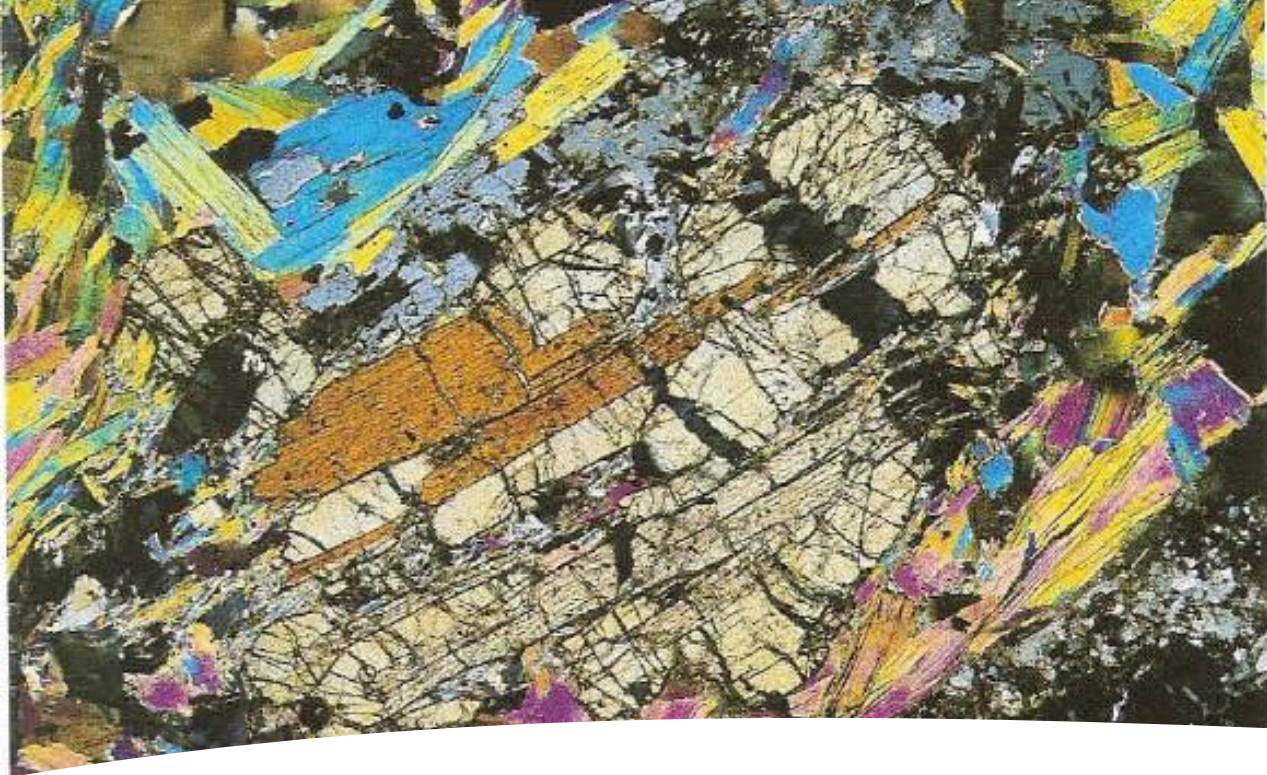
## Zona de Granate

- 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

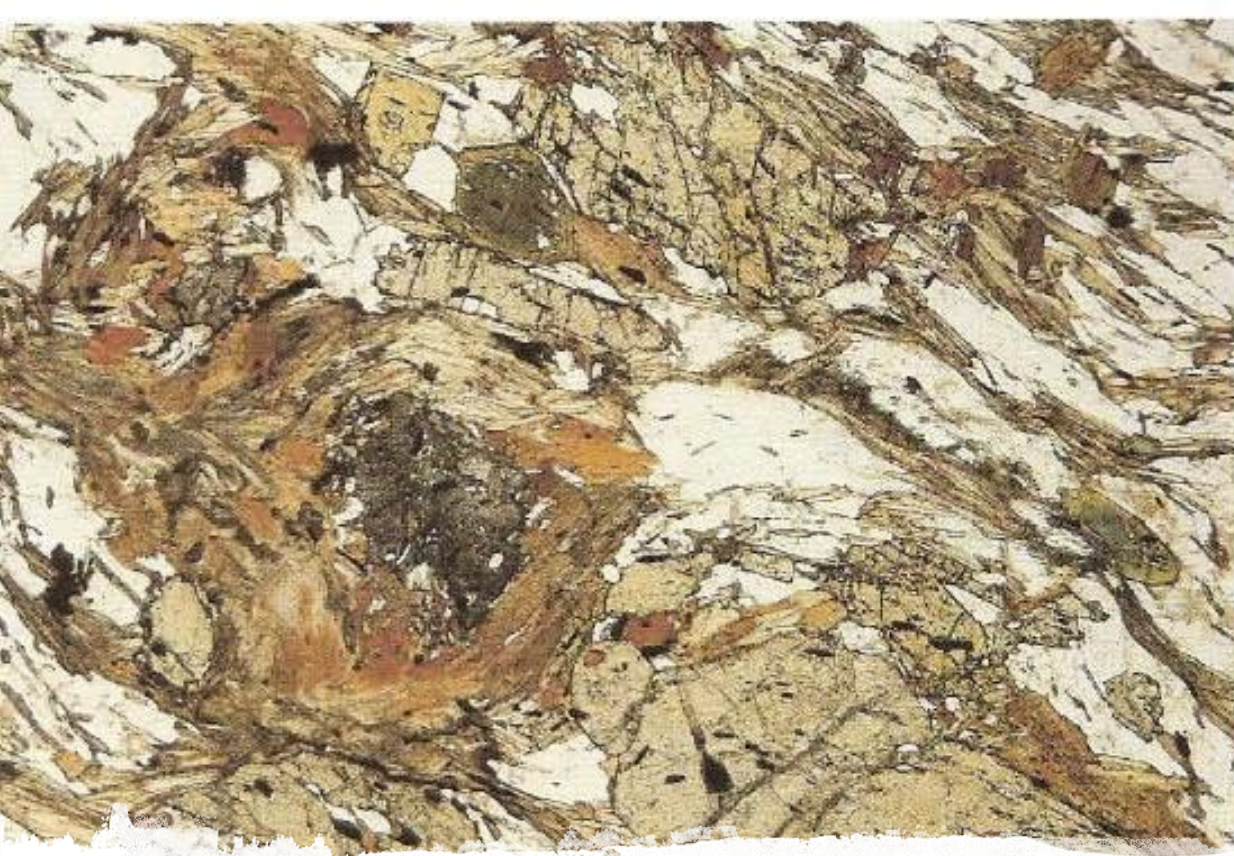
- Esquisto con Estauroлита (Tardley, 1996).
- granate + clorita + muscovita → estauroлита + biotita + cuarzo + H<sub>2</sub>O
- Poikiloblastos de Estauroлита con inclusiones de cuarzo.



## Zona de la Cianita

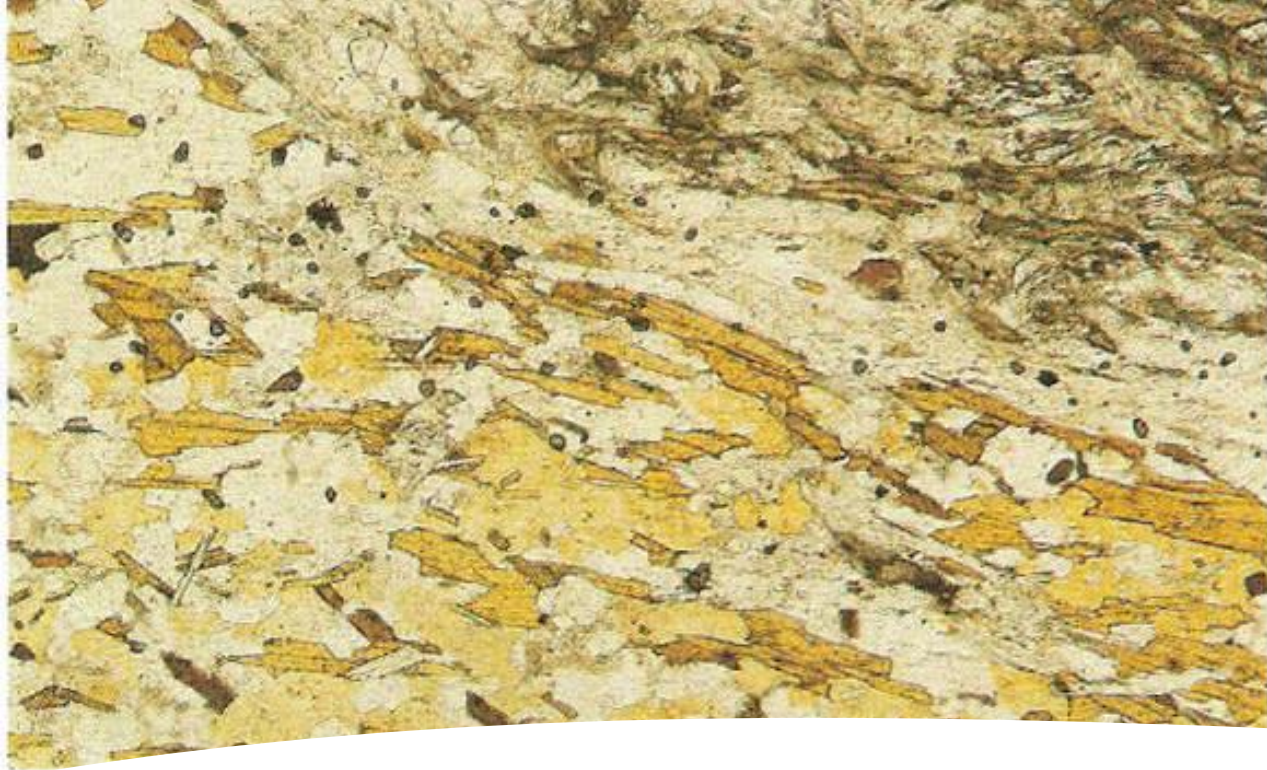
- Gneis con Cianita, Esturolita y Granate (Tardley, 1996).
- estaurolita + clorita + muscovita + cuarzo  $\rightarrow$  kyanita + biotita + H<sub>2</sub>O





## 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.



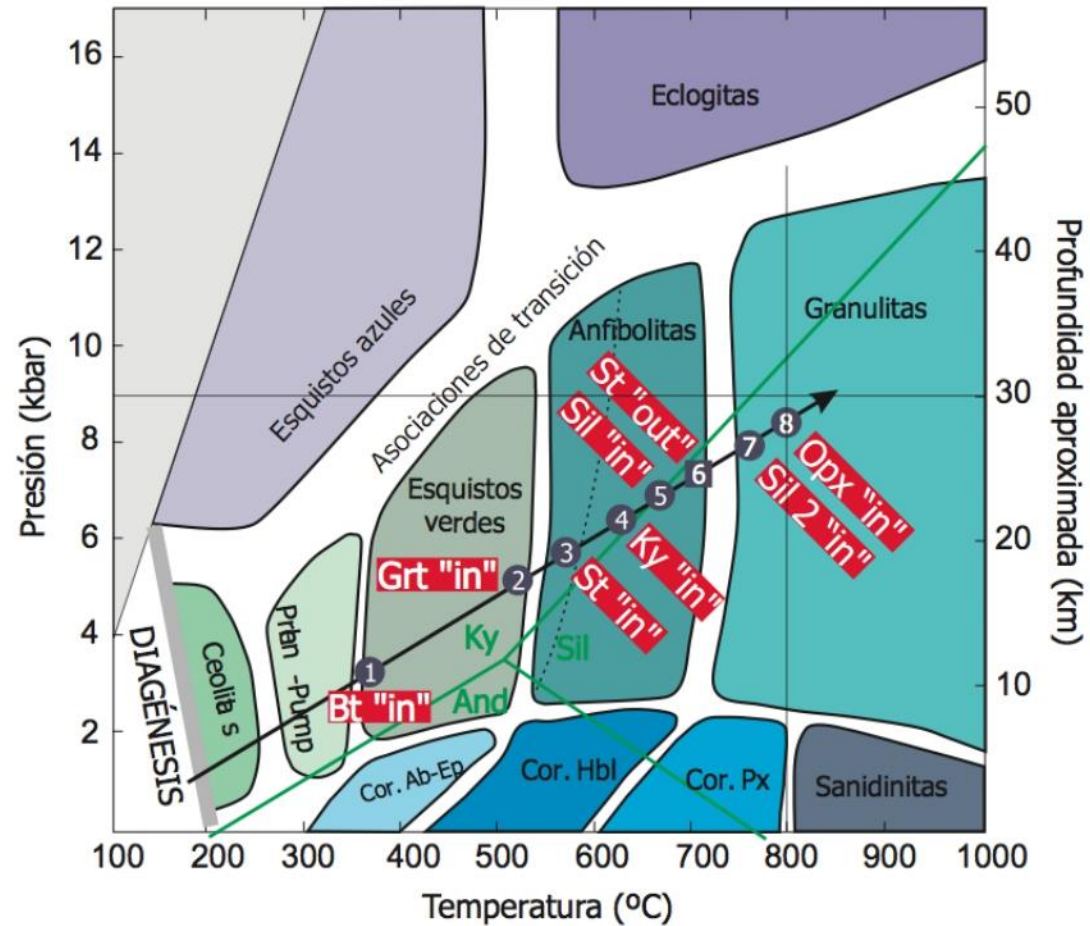
## Zona de Feldespato Potásico y Sillimanita

- 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.

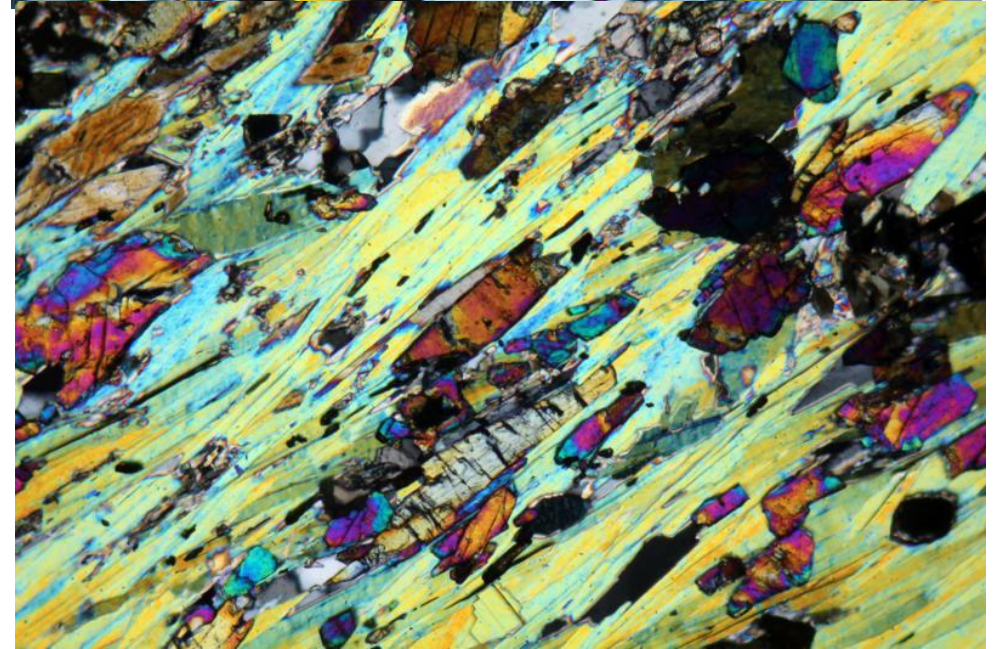
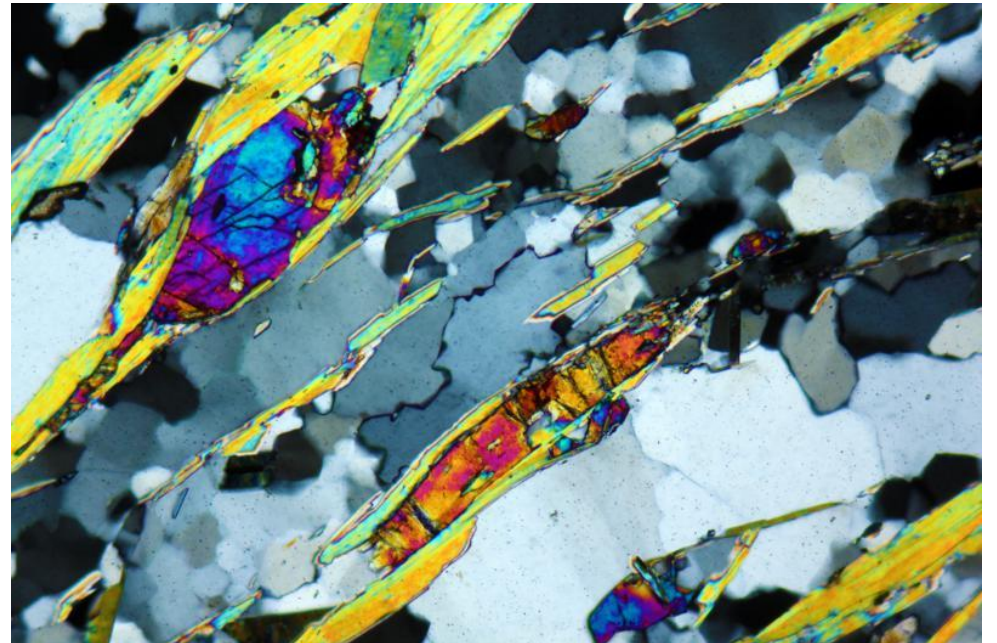
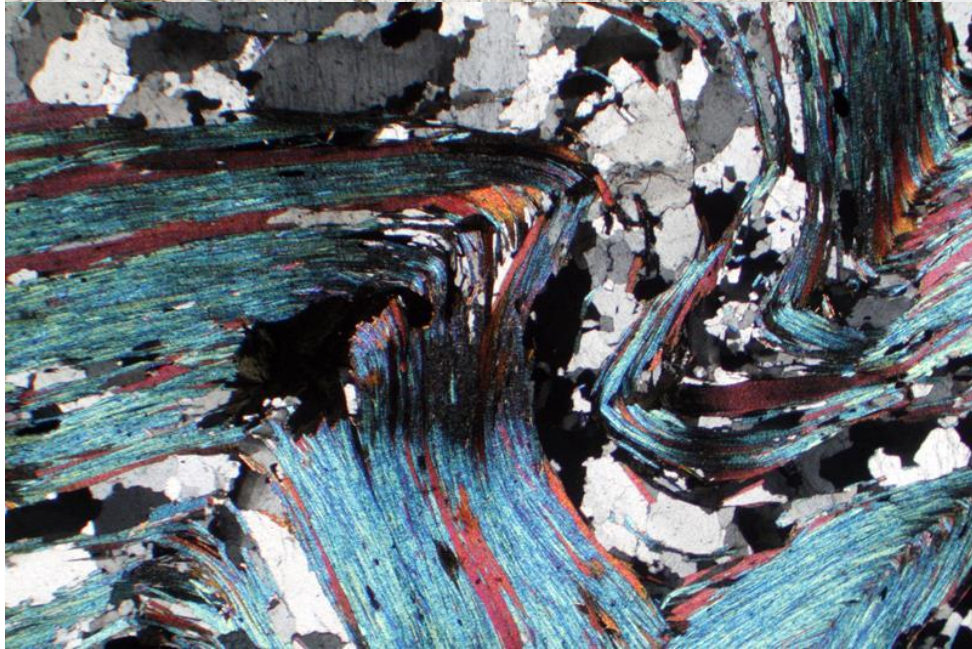
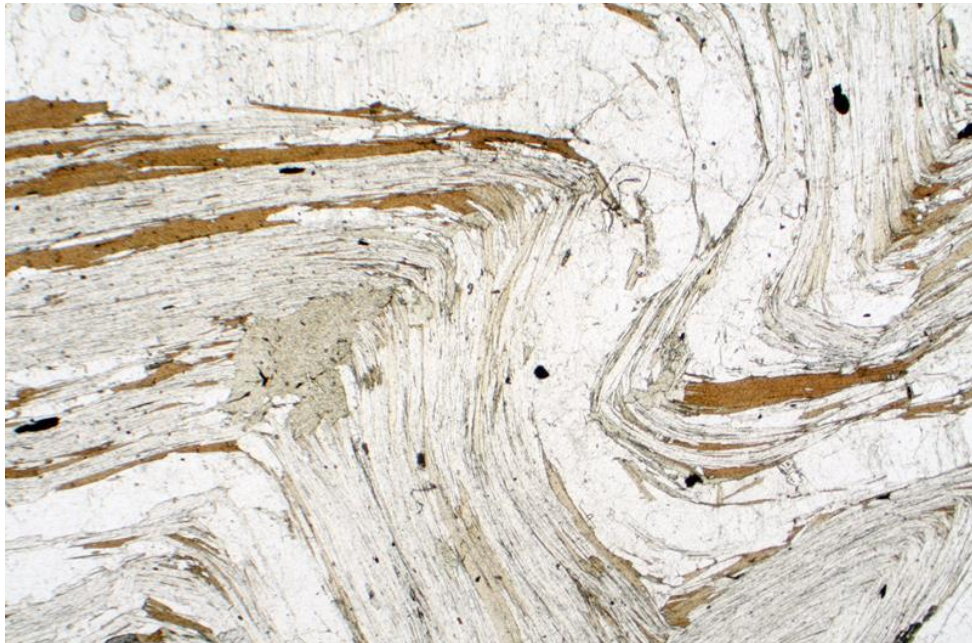
La composición mineral cuantitativa y cualitativa en las rocas de una facies dada varía gradualmente en correspondencia con la variación en la composición química de las rocas “.



# Facies Metamórficas

<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

# Ejemplos



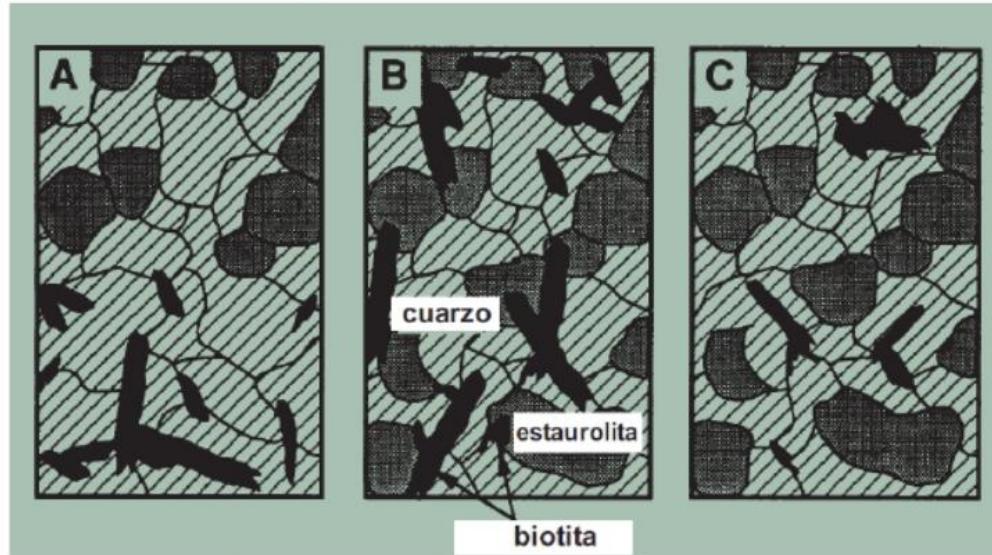
## Definiciones importantes

**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

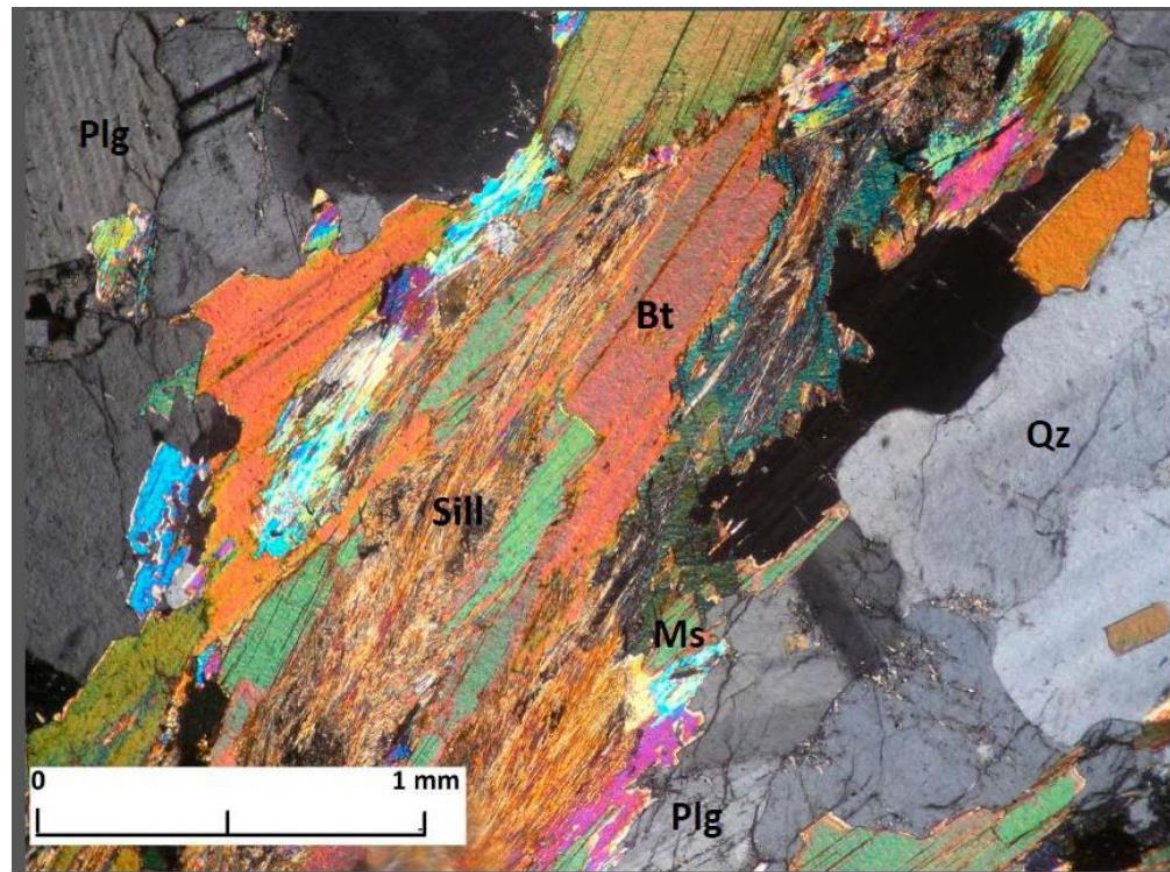
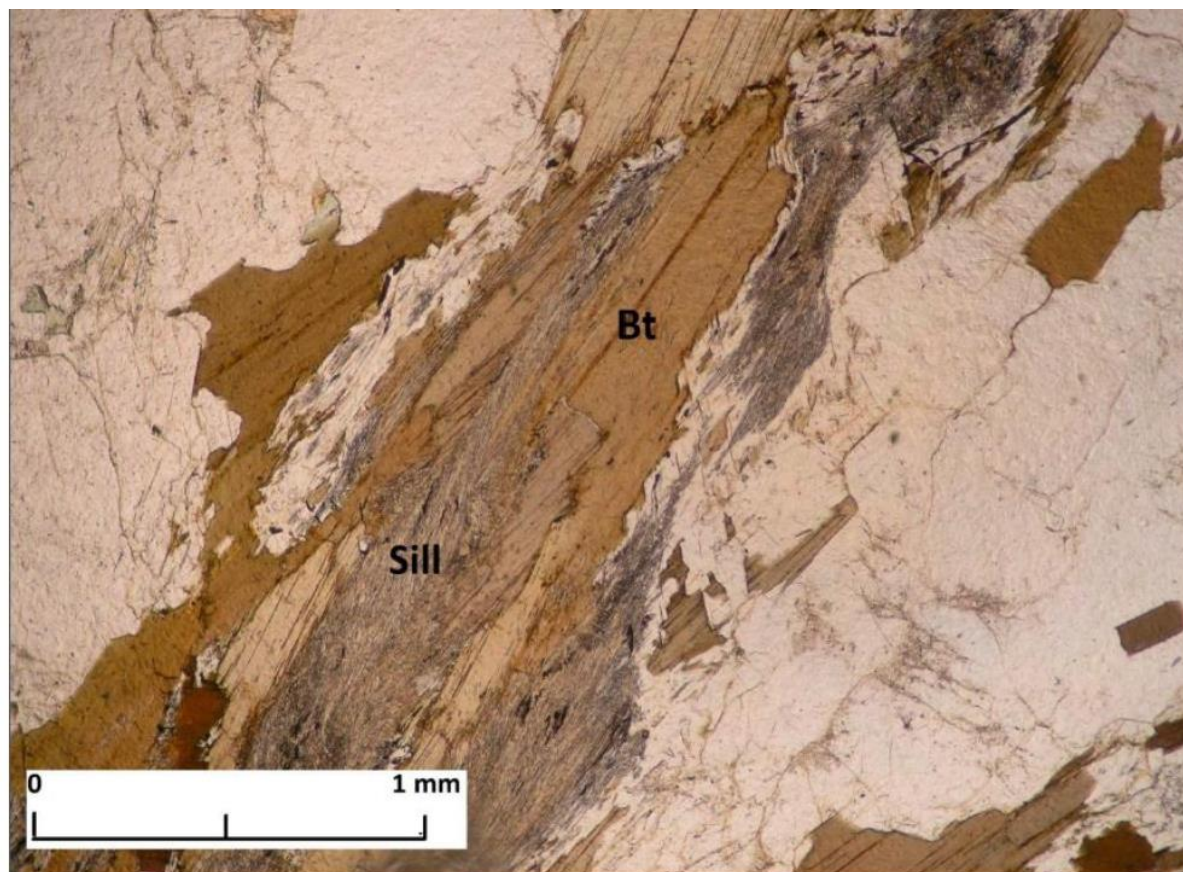
Homogénea  
Equilibrio

Roca C

	Cuarzo	Estaurolita	Biotita
Cuarzo	X	X	X
Estaurolita		X	
Biotita			X

Homogénea  
No equilibrio

# Paragénesis





# Paragénesis

- Asociaciones minerales:

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

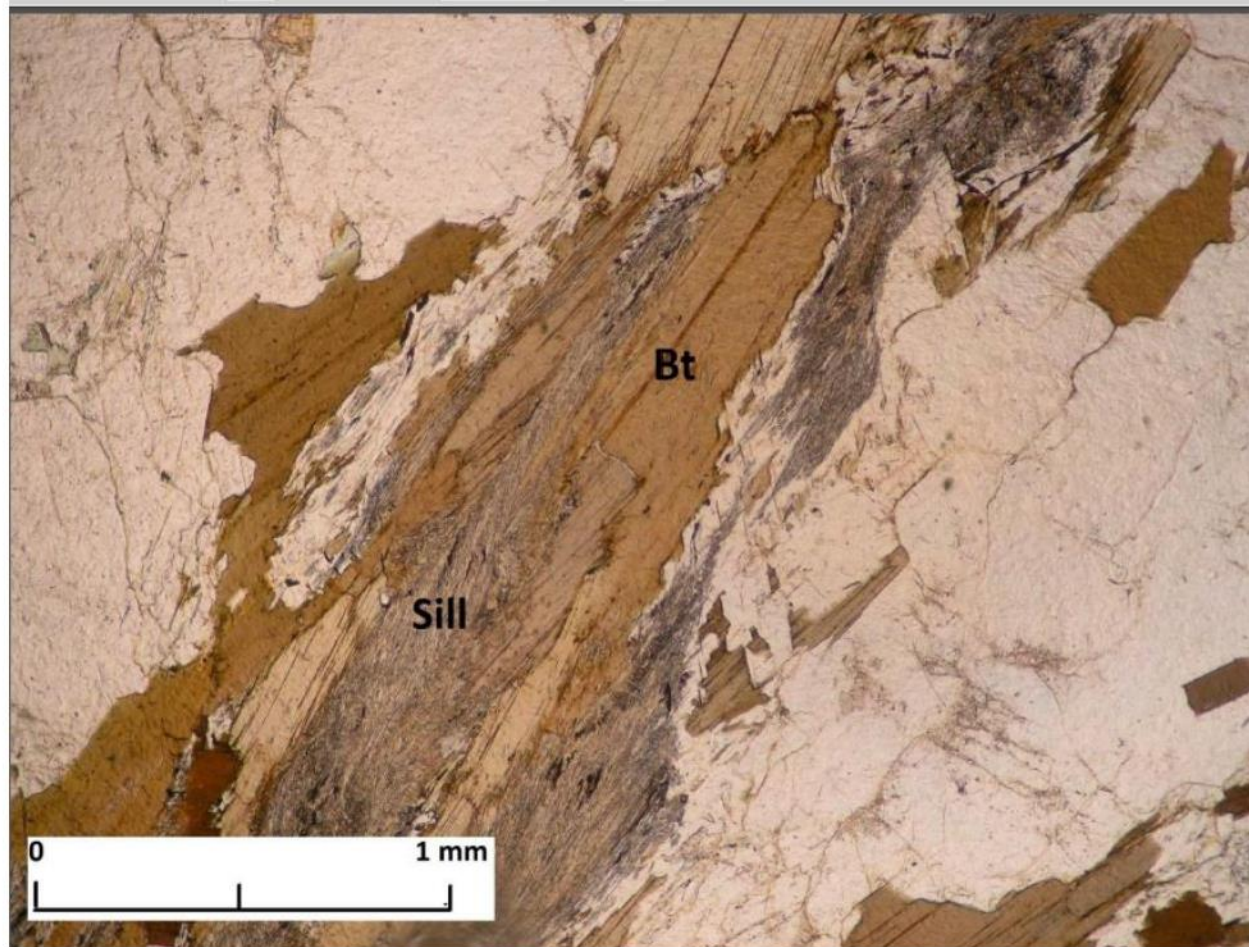
	Sill	Bt	Ms	Qz	Plg	
Sill	x	x	x	x		
Bt		x	x	x	x	
Ms			x	x	x	
Qz				x	x	
Plg					x	

- 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



---

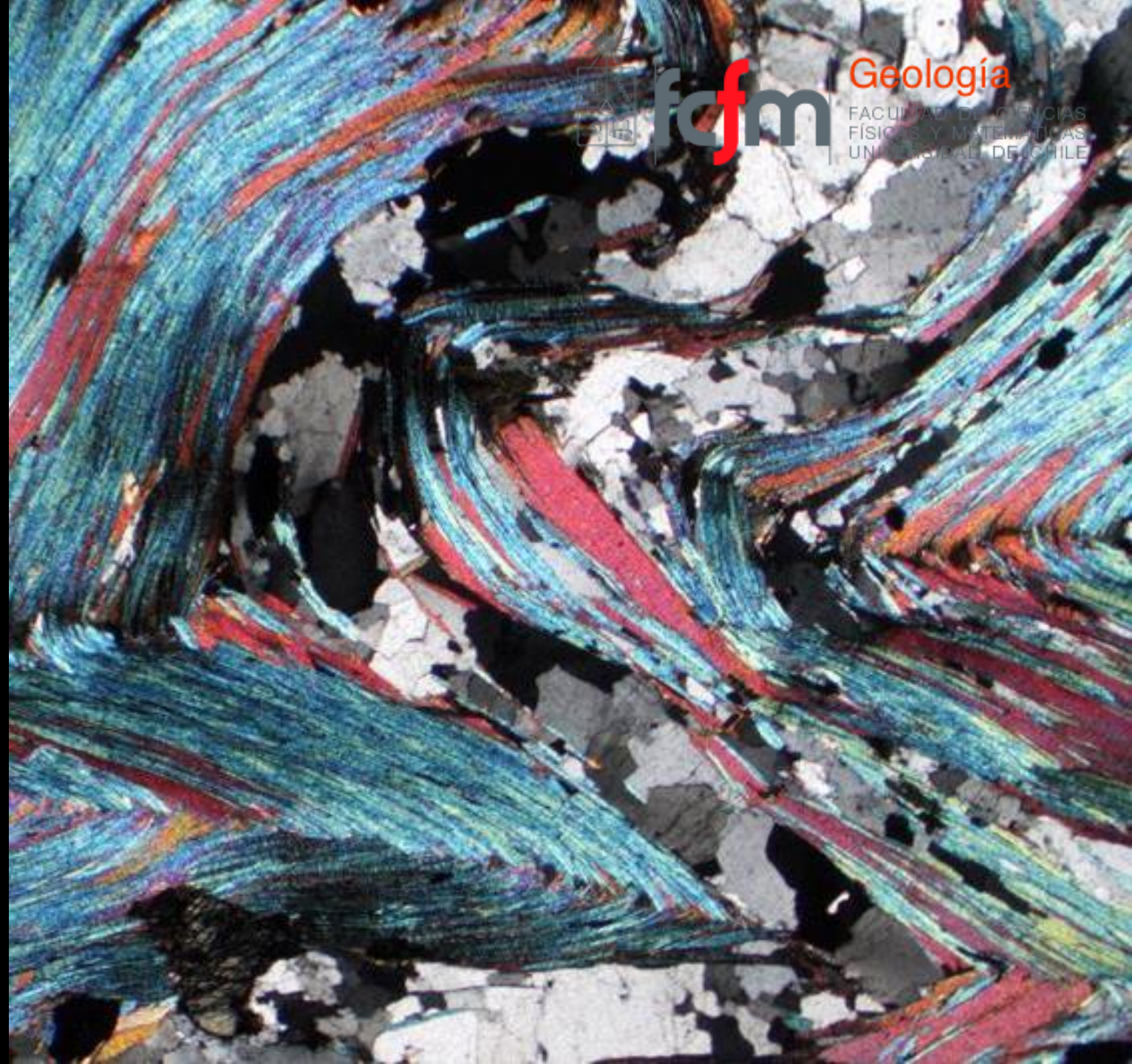
# Petrología ígnea y metamórfica

---

## Metapelitas

Semestre Otoño 2021  
(Covid-19)

Sesión auxiliar



fcfm

Geología

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE