



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



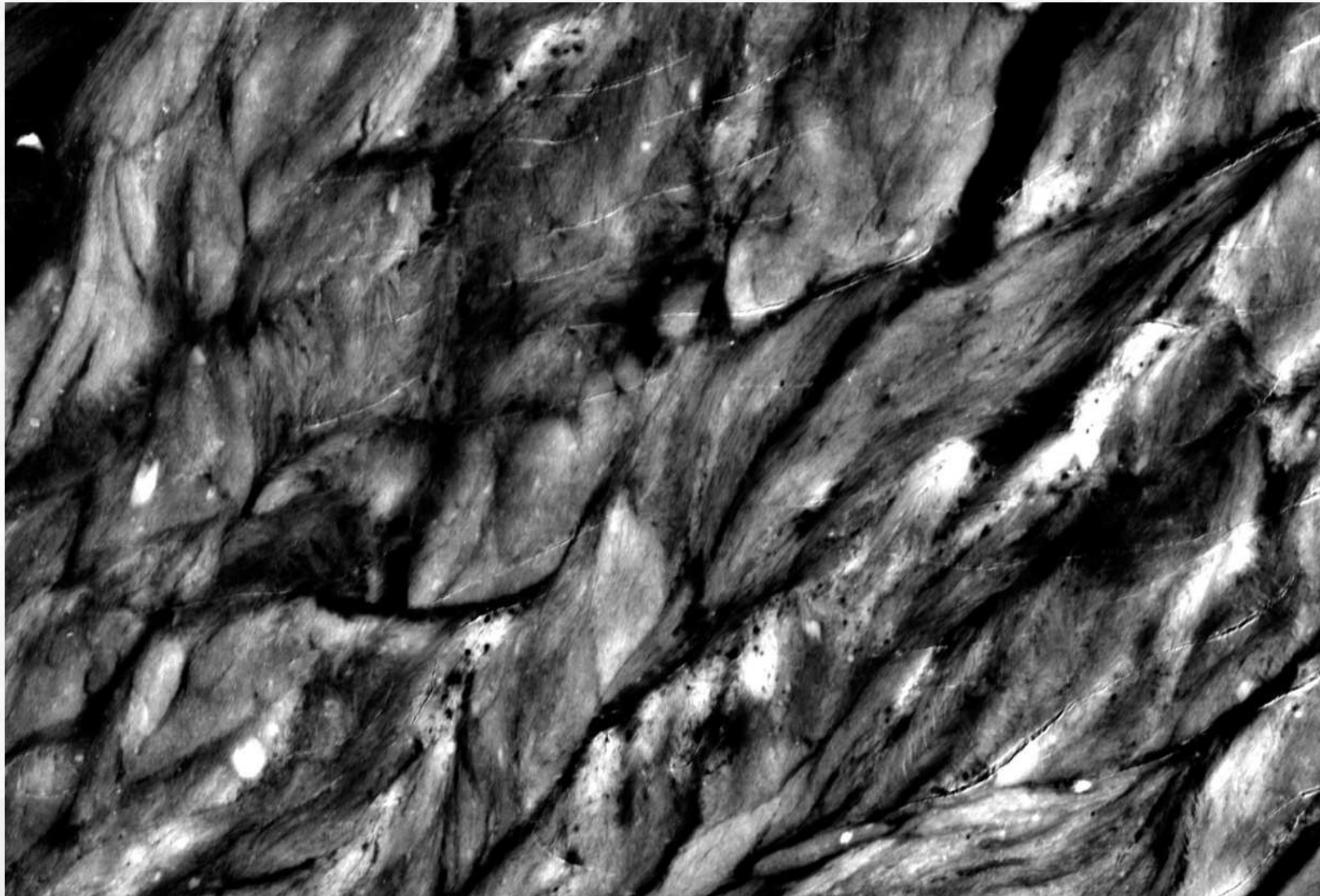
DIPARTIMENTO  
DI GEOSCIENZE

***Analisi di microstrutture di  
rocce di faglia sperimentali:  
confronto tra rocce granulari e  
fillosilicati***

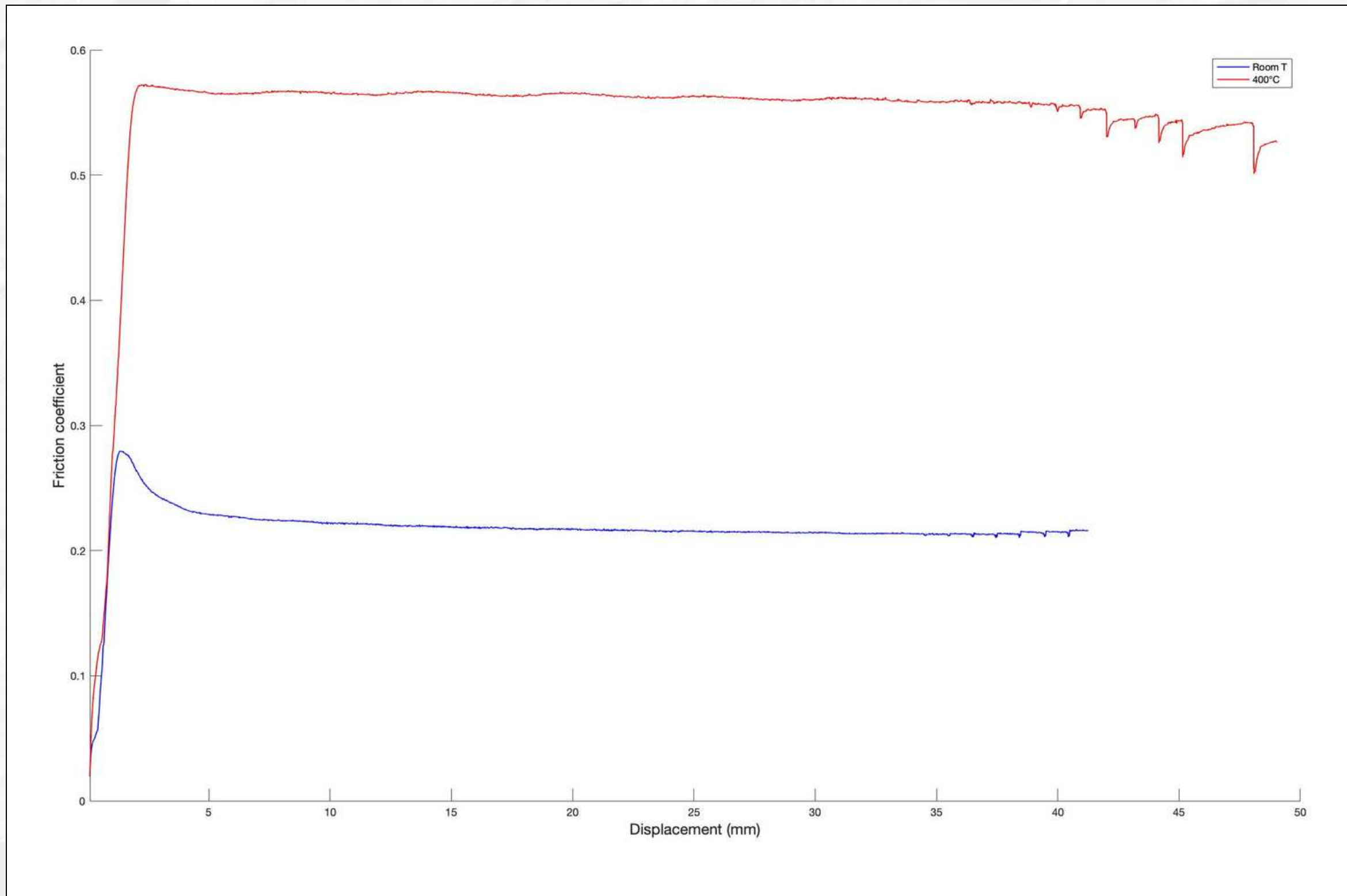
# Perchè studiamo le microstrutture?

---

- ciò che si osserva alla microscala spesso si nota anche alla macroscala
- aiutano a comprendere come le rocce reagiscono agli sforzi e alla deformazione
- indicatori cinematici
- determinate microstrutture sono diagnostiche di determinati processi deformativi



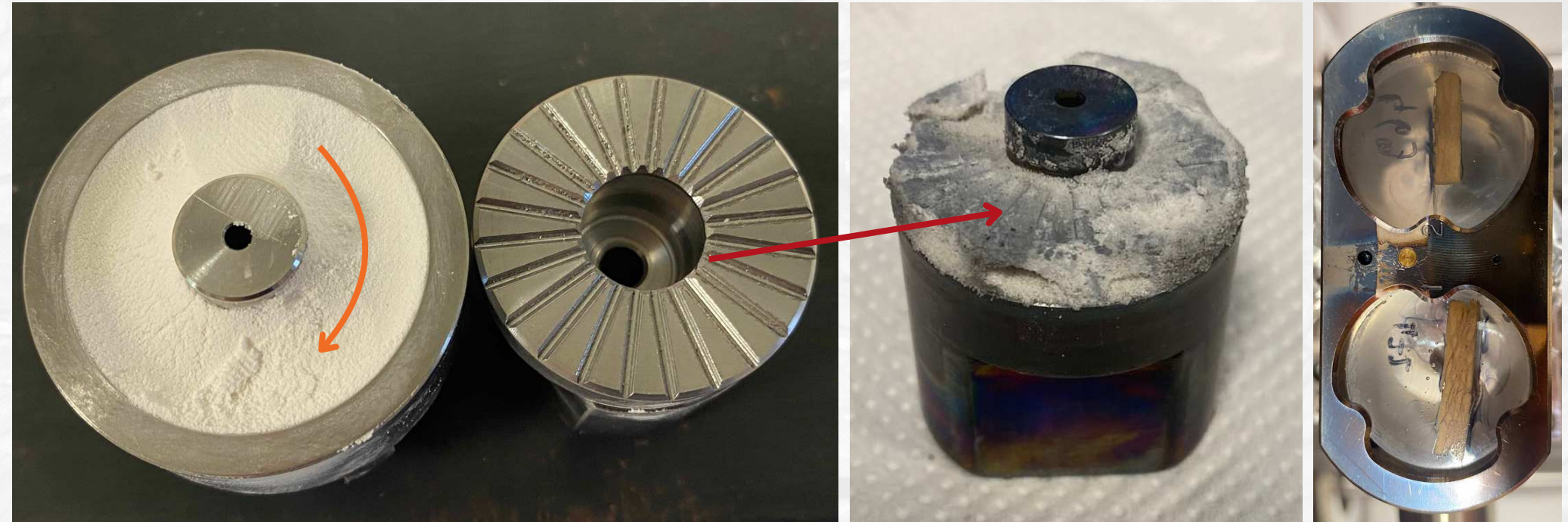
# Esperimenti di Attrito



- studiare la variazione del coefficiente d'attrito in rocce costituite da minerali differenti a determinate condizioni (T, P, presenza di fluidi) e studiare la meccanica delle faglie (es. la loro resistenza)
- correlare le microstrutture (fabric) che si creano sui campioni con l'andamento del coefficiente d'attrito

# Materiali di studio: microstrutture sperimentali

“Gouges” di quarzo e serpentino deformati  
in taglio  
( $V = 10 \mu\text{m/s}$ ;  $\sigma_n = 20 \text{ MPa}$ ,  $T = 25^\circ \text{ \& } 400^\circ \text{ C}$ )



RoSA, Rotary Shear Apparatus

Studio microstrutturale sui  
campioni post esperimento

**SEM:**

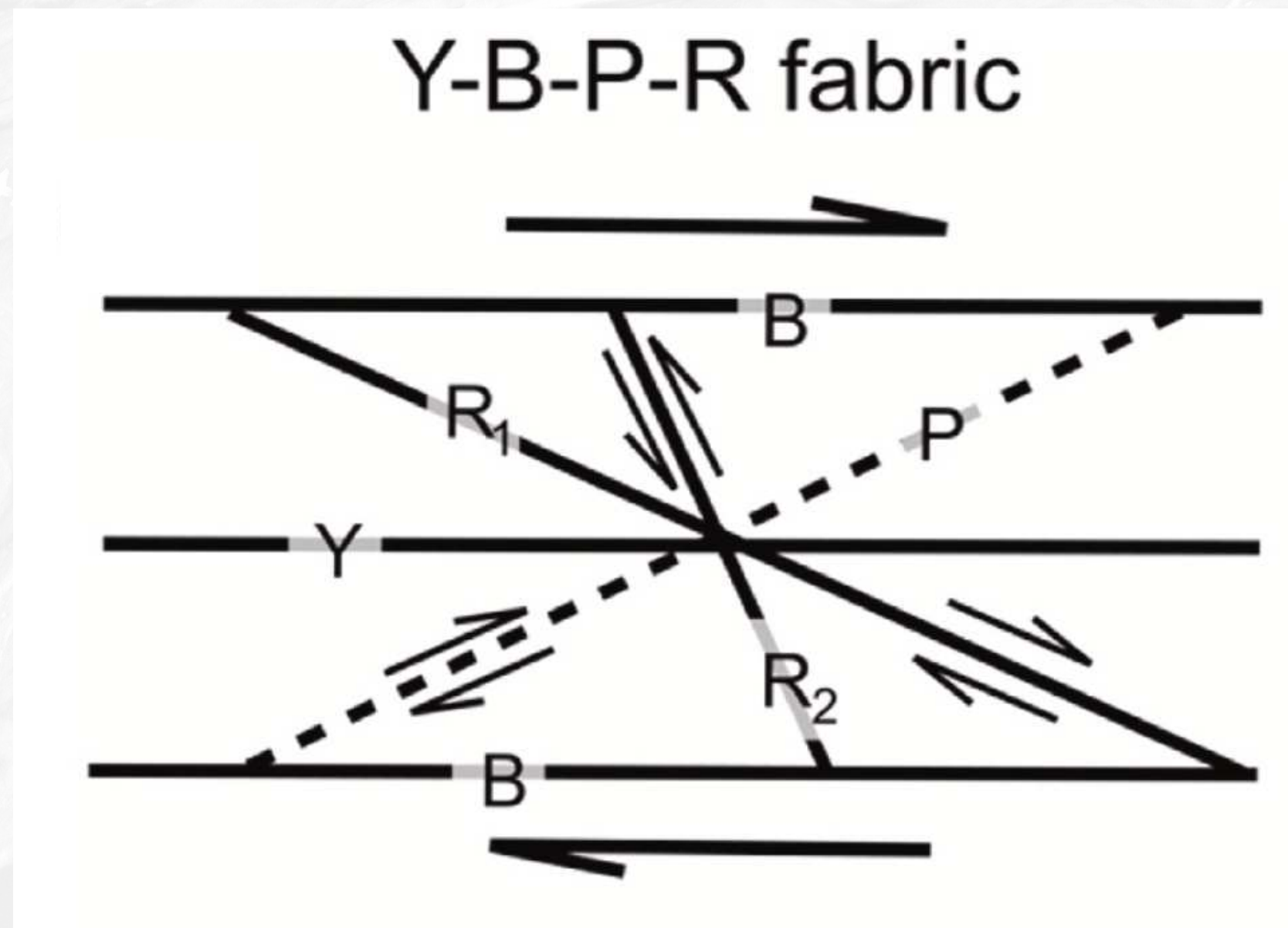
SE (secondary electron)  
BSE (Backscattered electron)



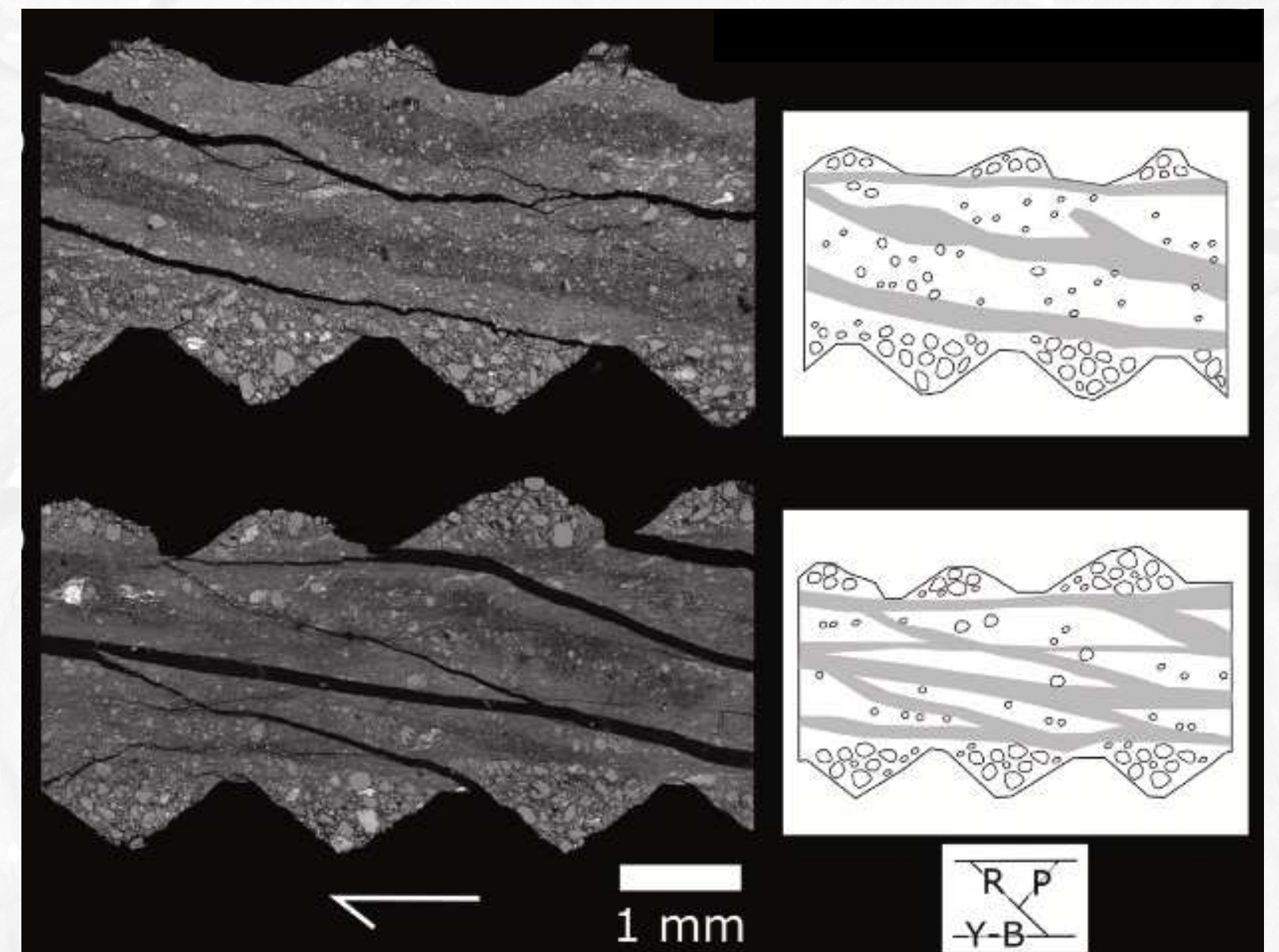
# Analisi Microstrutture rocce granulari

- tipiche di faglie ricche in minerali granulari (es. Qrz, Feld, Calc, etc.)
- principale meccanismo di deformazione : **processi cataclastici**
- considerate **frictionally strong**, alto coeff. d'attrito ( $\mu > 0.6$ , Byerlee)

tipiche geometrie di localizzazione:

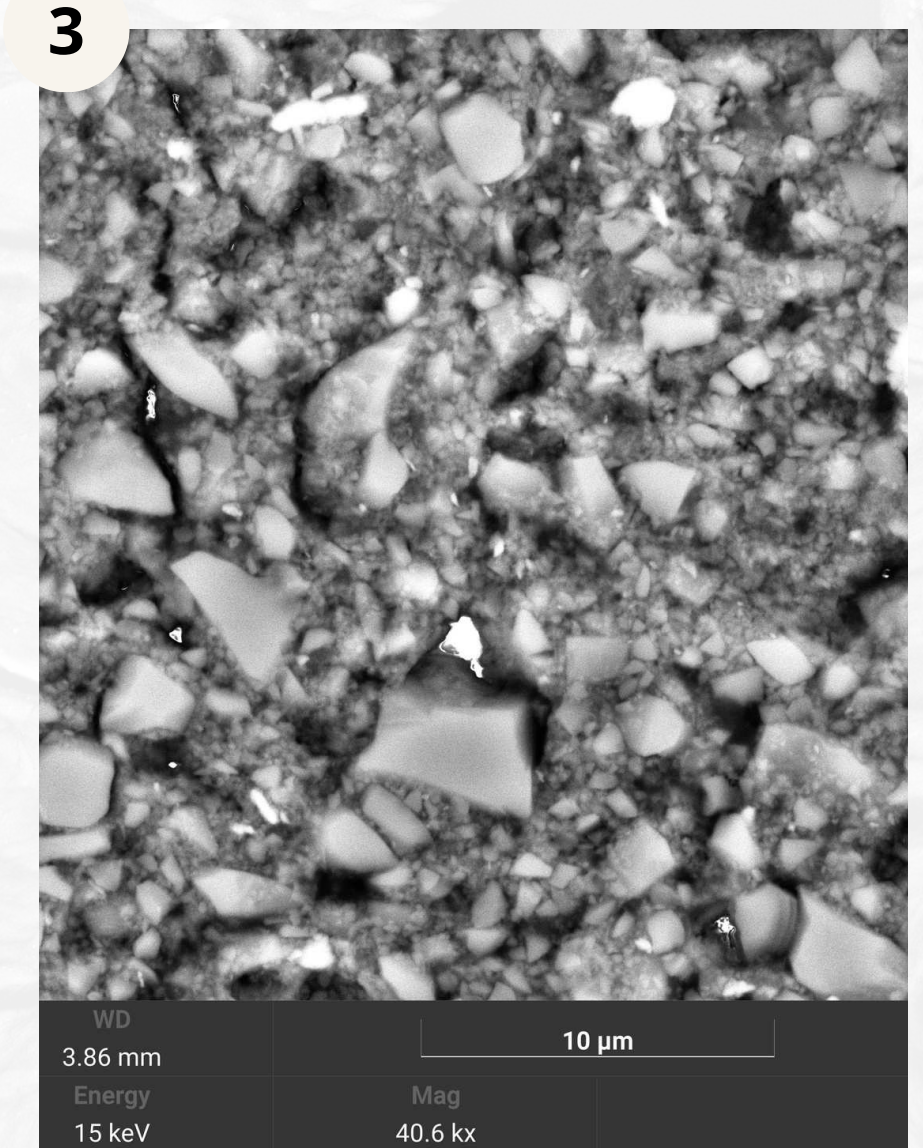
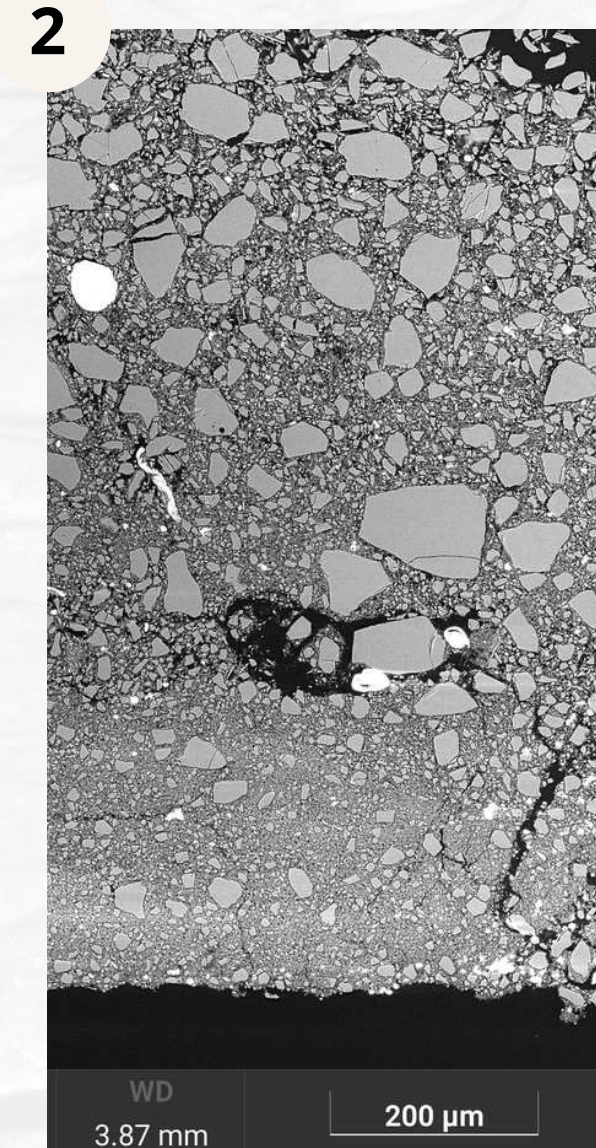
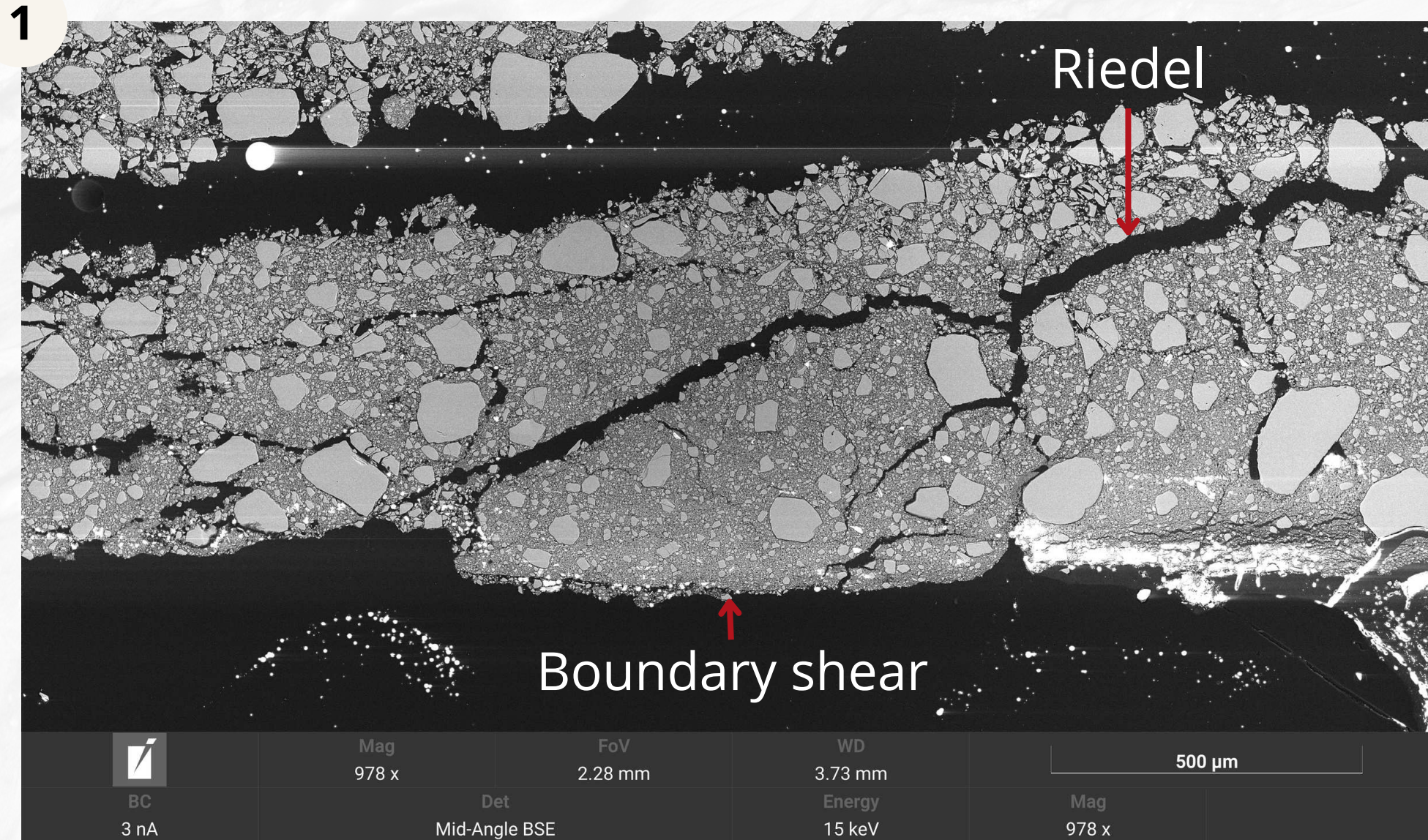


Logan, 1979



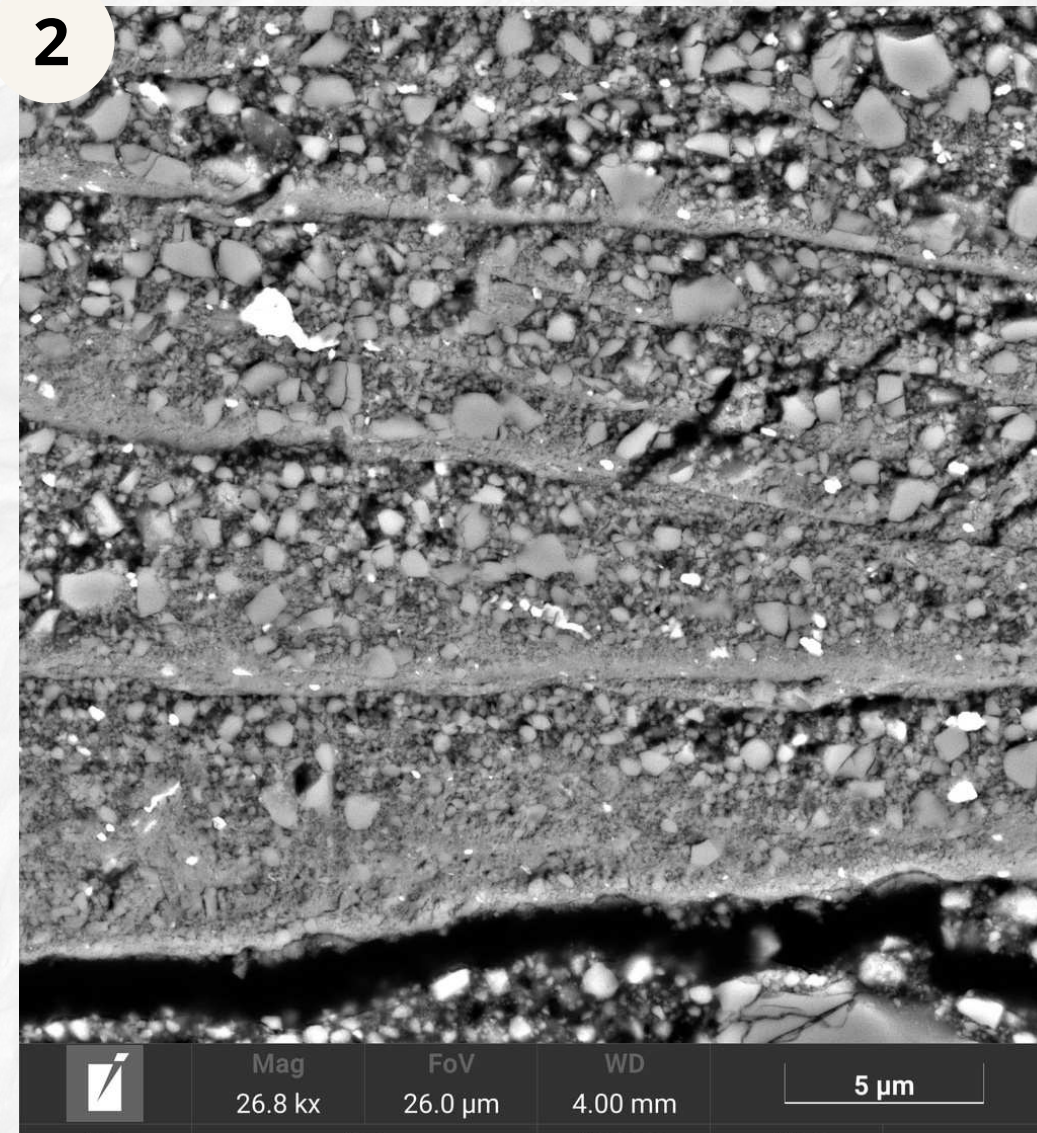
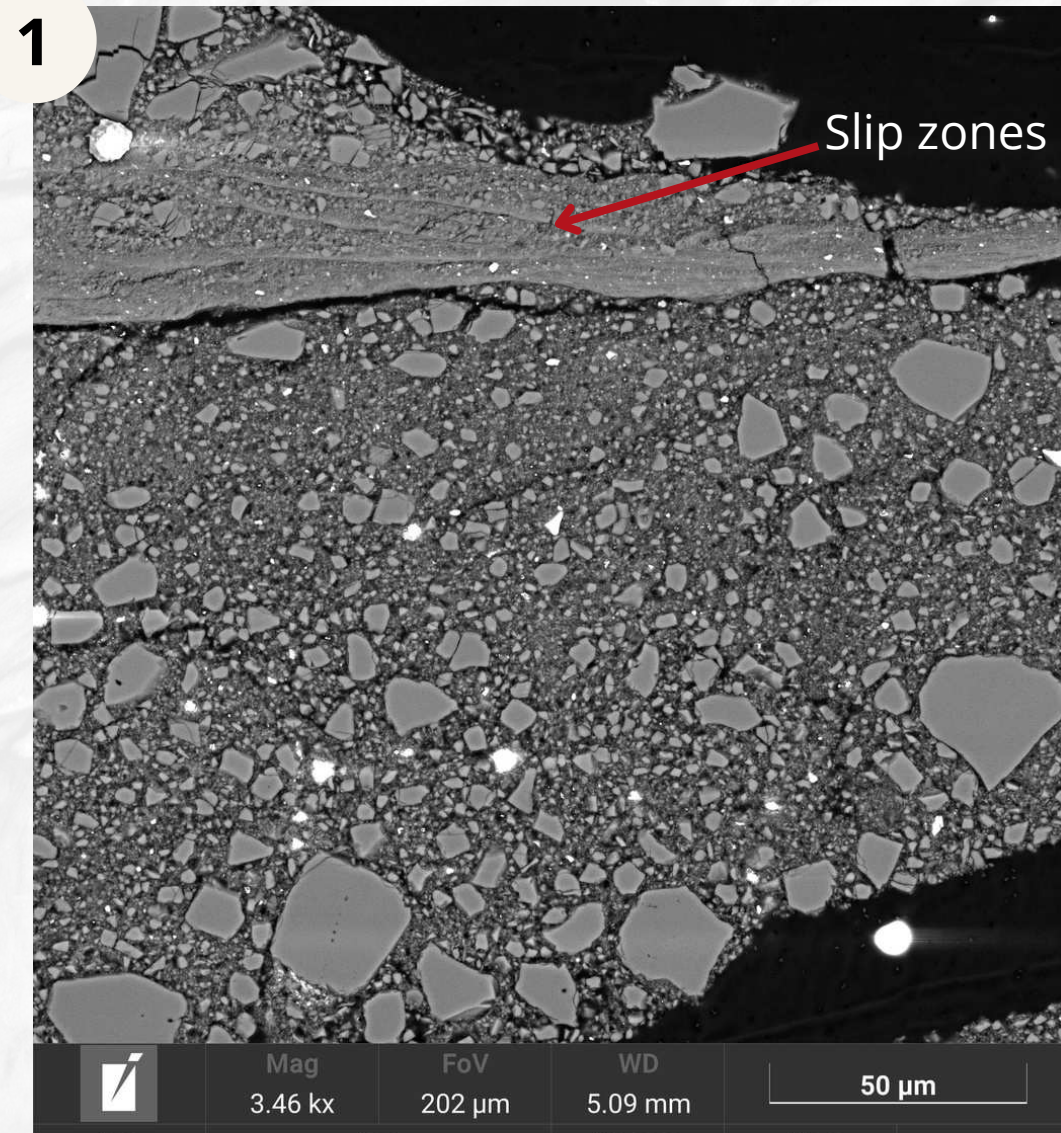
G. Volpe et al., 2022

# Analisi microstrutture: esperimento quarzo room T



1. Geometrie di localizzazione: *Riedel & boundary shear*, indicano un senso di taglio sinistro.
2. Processi di deformazione: Gouge di quarzo con una notevole grain size reduction verso e dentro il shear boundary (parte basale della figura). Si notano fratture intragranulari.
3. Zoom della *matrice del boundary shear*, clasti angolari eterometrici indicano un processo di frammentazione

# Analisi microstrutture: esperimento quarzo a 400 °C

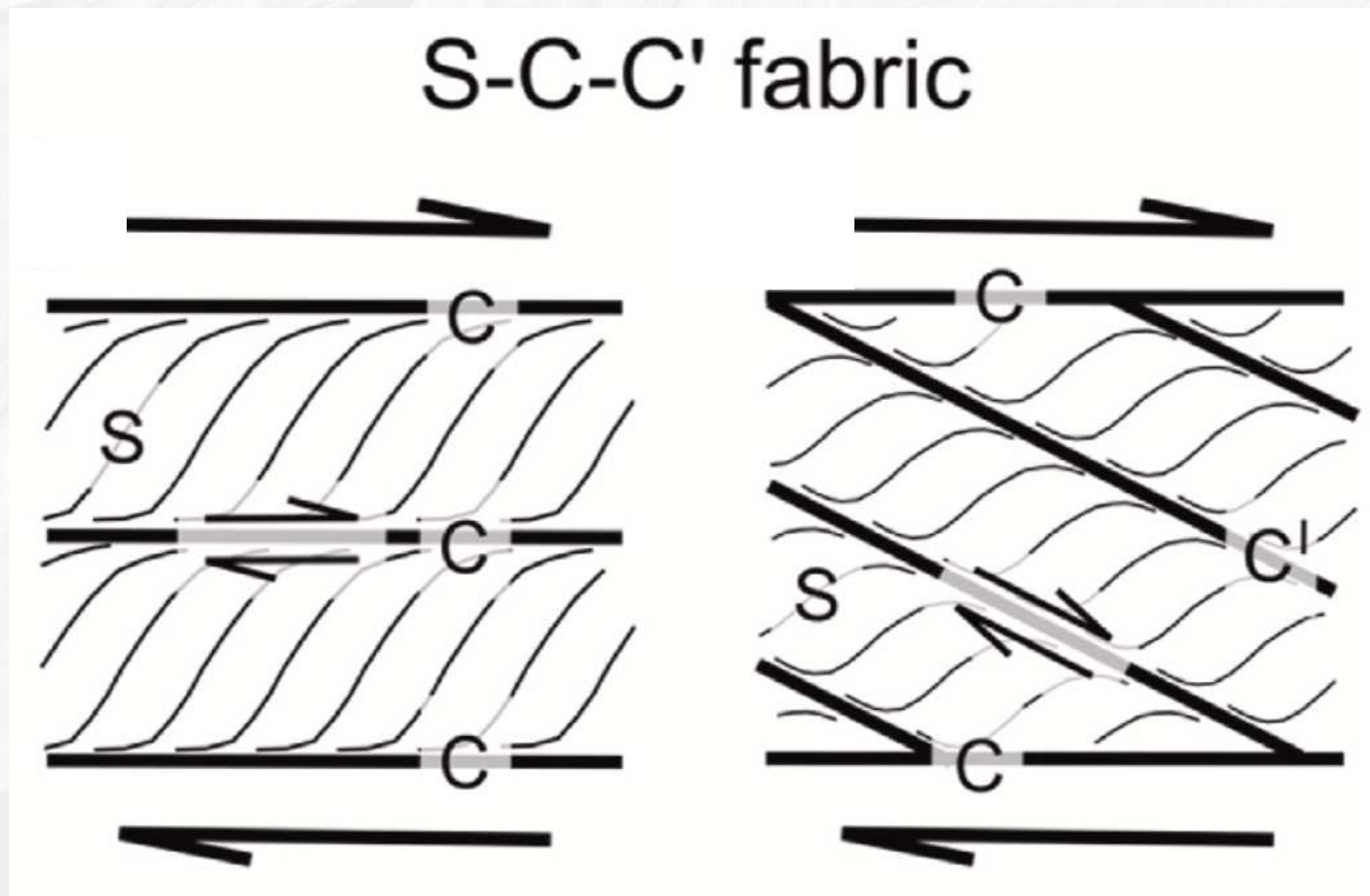


1. Geometrie di localizzazione: *boundary shear*, *slip zones* con un'inclinazione riconducibile a quella dei Riedel shear, indicano un senso di taglio destro.
2. Processi di deformazione: *slip zones*, caratterizzate da una comminuzione localizzata notevole, all'interno del boundary.
3. Ulteriore ingrandimento delle slip zones, granulometria estremamente fine. Tra le differenti slip zones si osservano dei granuli di maggiori dimensioni indentati (suggerisce deformazione per pressure-solution). La bassa porosità e frammentazione coerente suggeriscono una coesione e processi di cementazione.

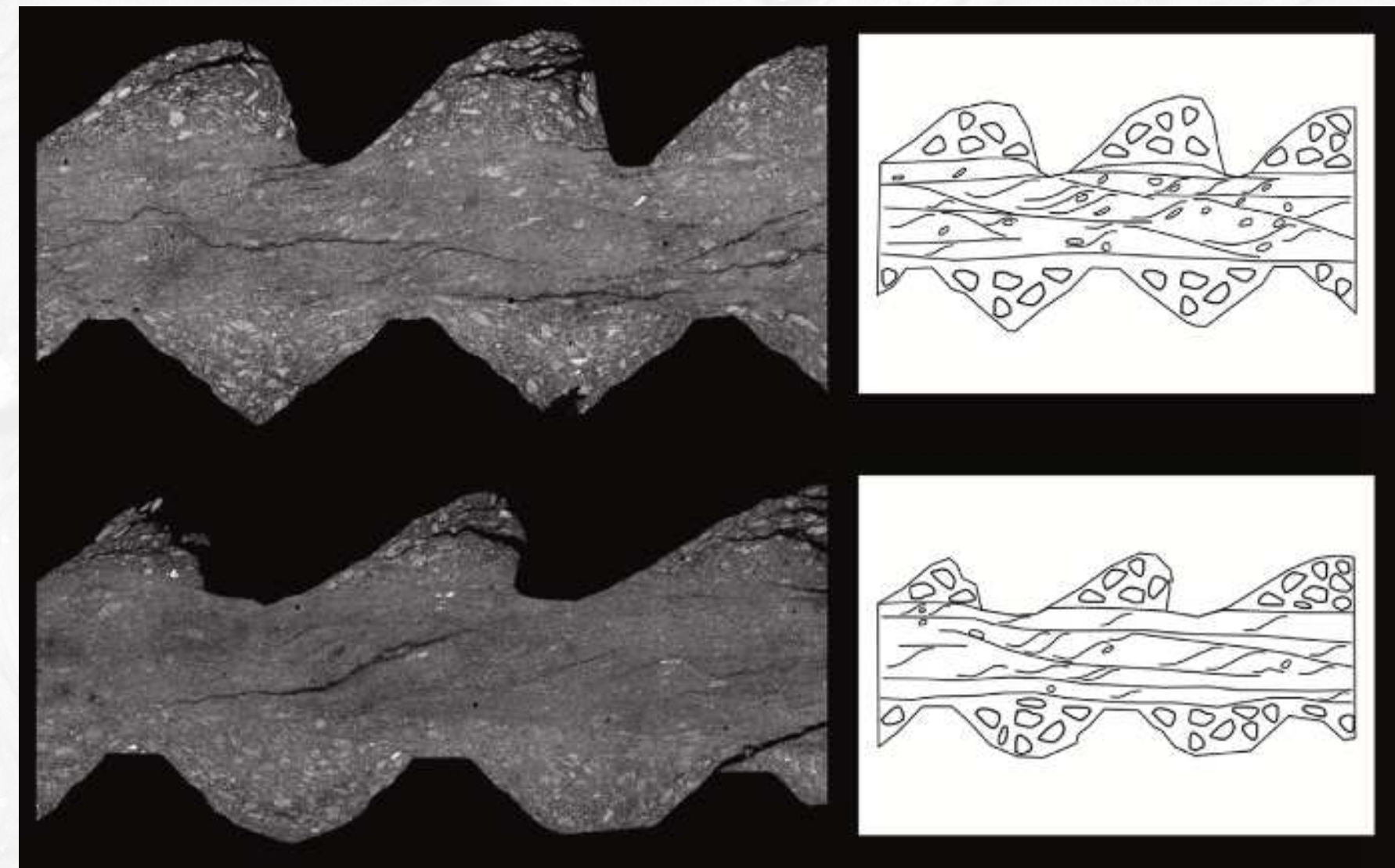
# Analisi microstrutture fillosilicati

- Tipiche di faglie ricche in fillosilicati
- principale meccanismo di deformazione: **frictional sliding** lungo foliazioni, piegamento
- ostacolano l'interazione della fase granulare formando un network continuo. Causano un **frictional weakening**

tipiche geometrie di localizzazione:



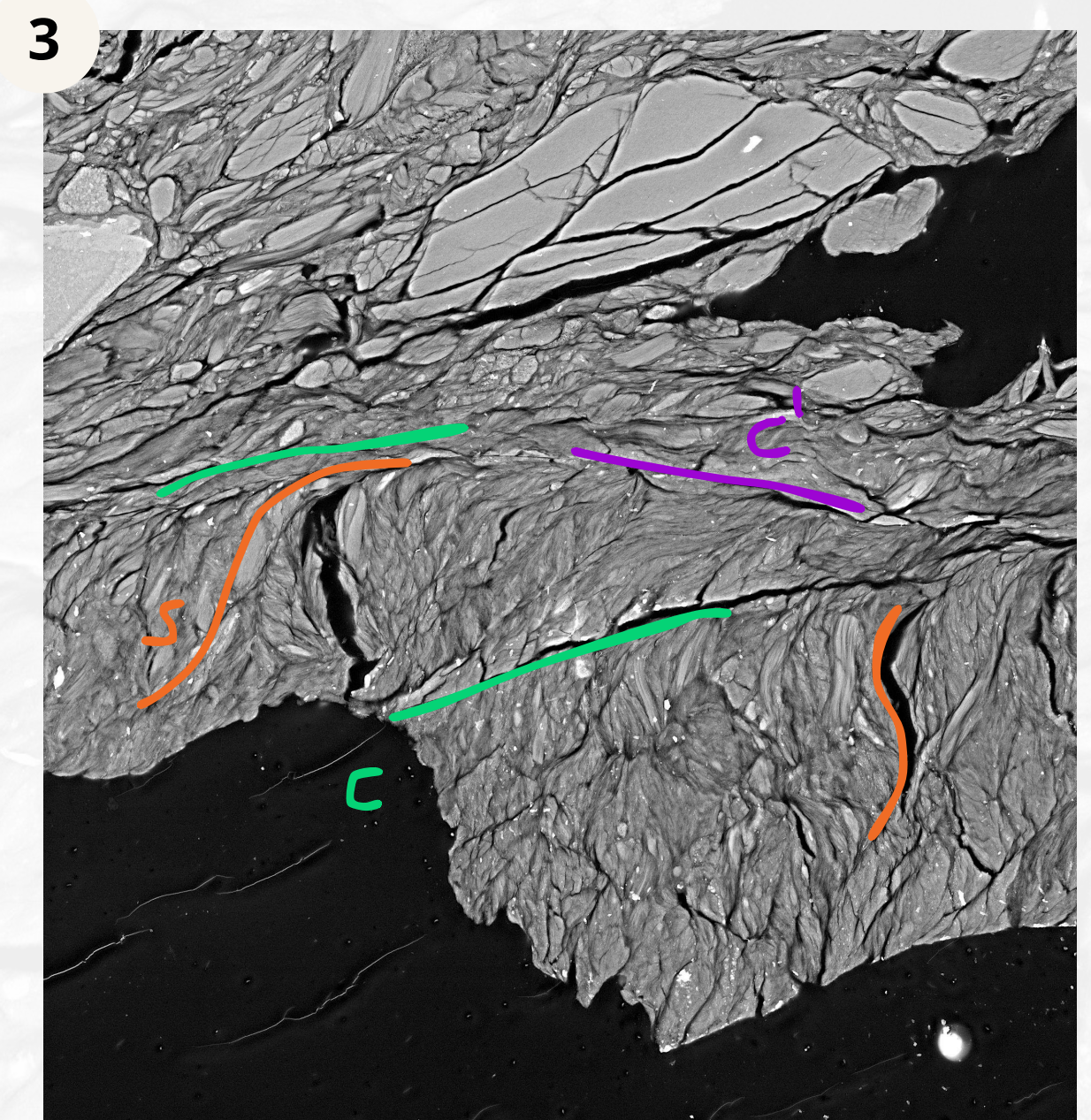
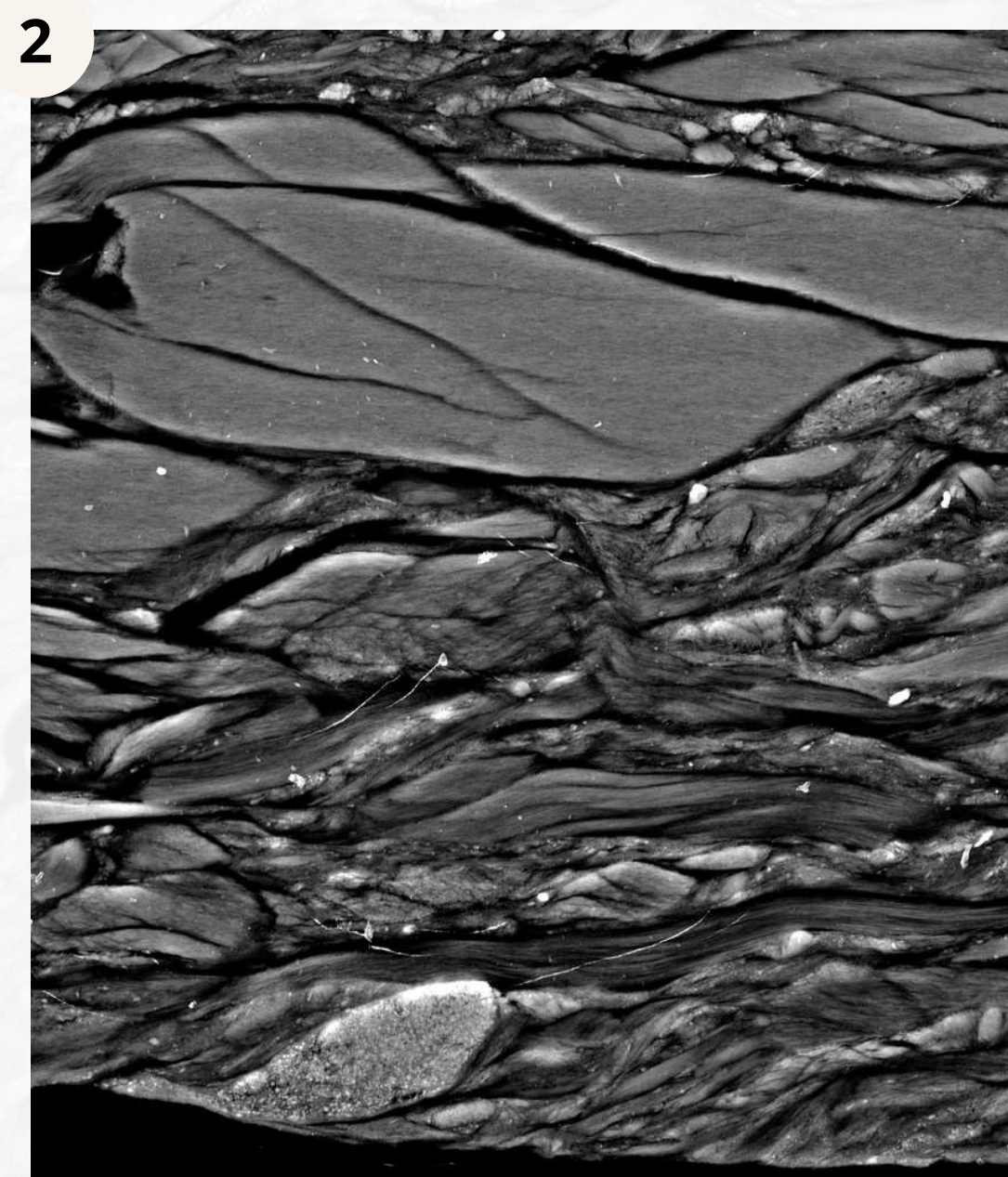
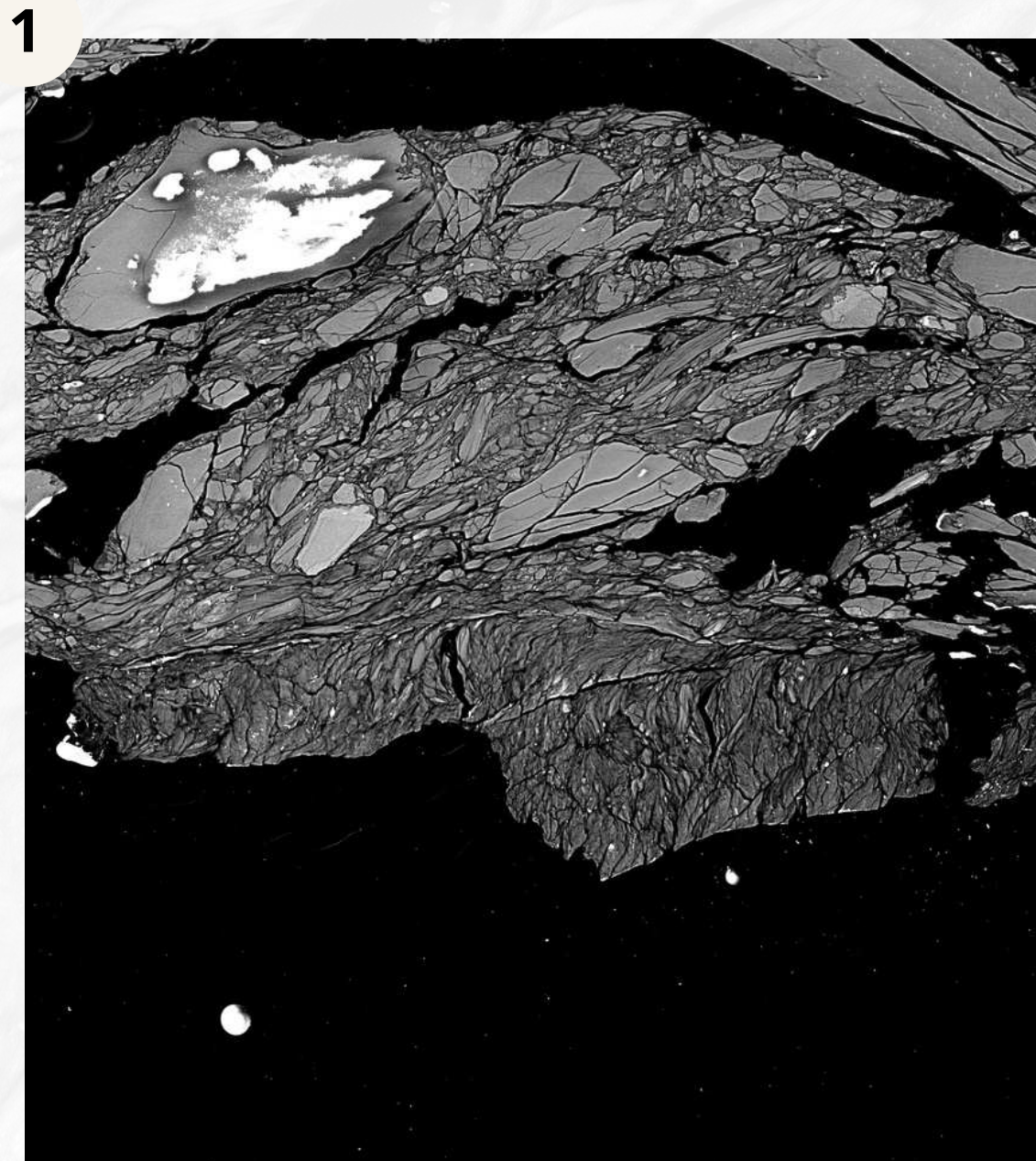
Berthè et al., 1979



G. Volpe et al., 2022

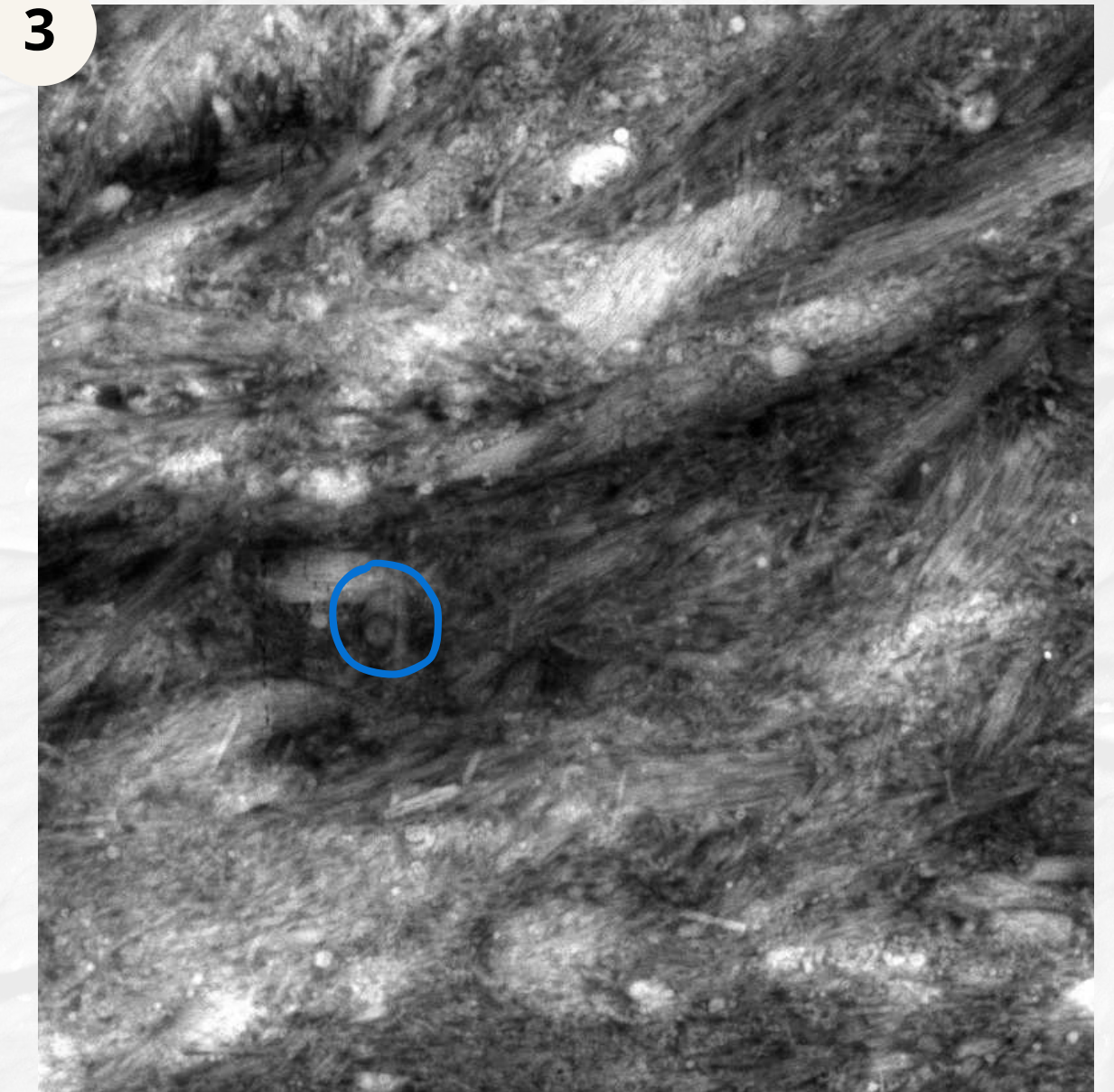
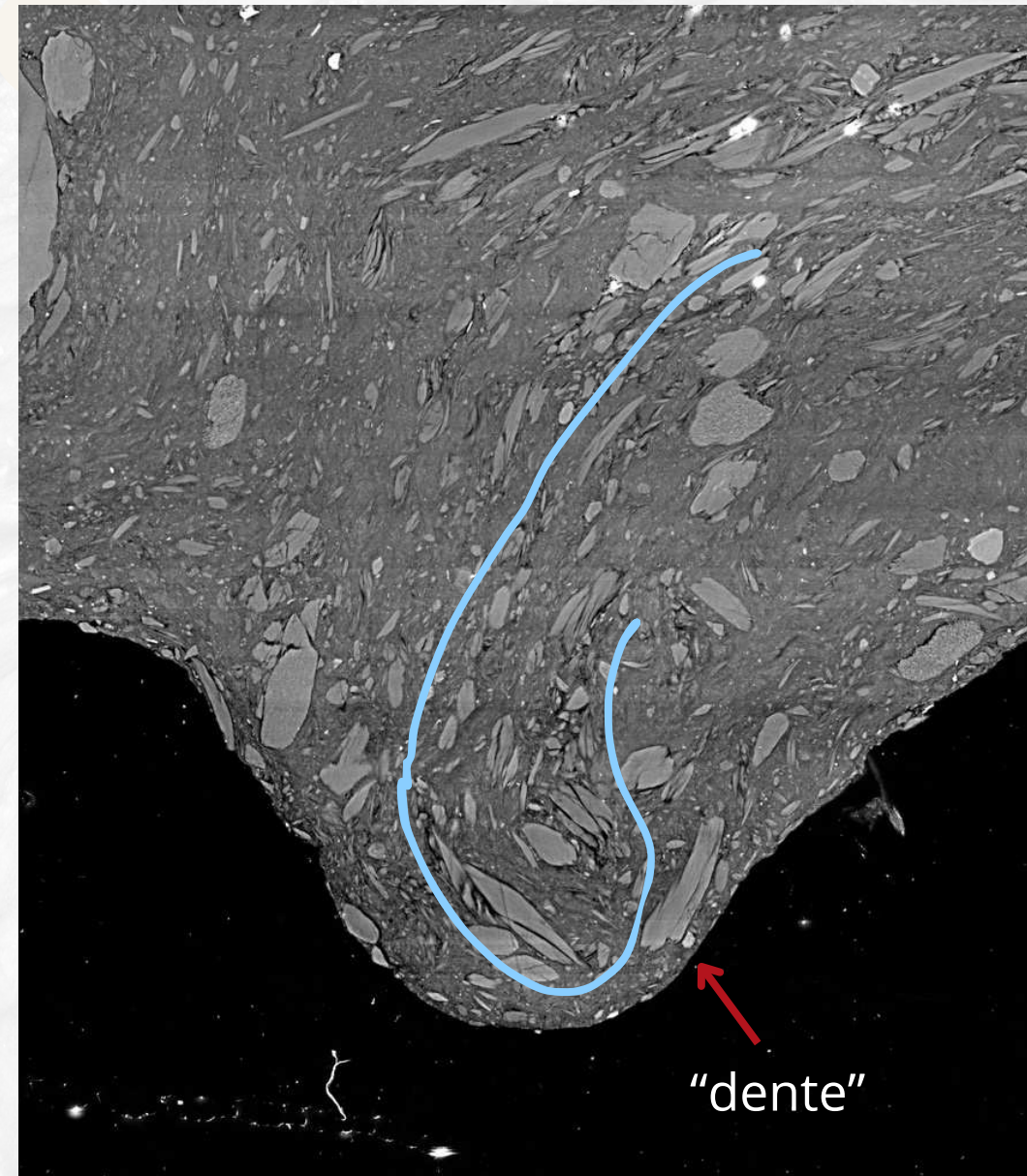
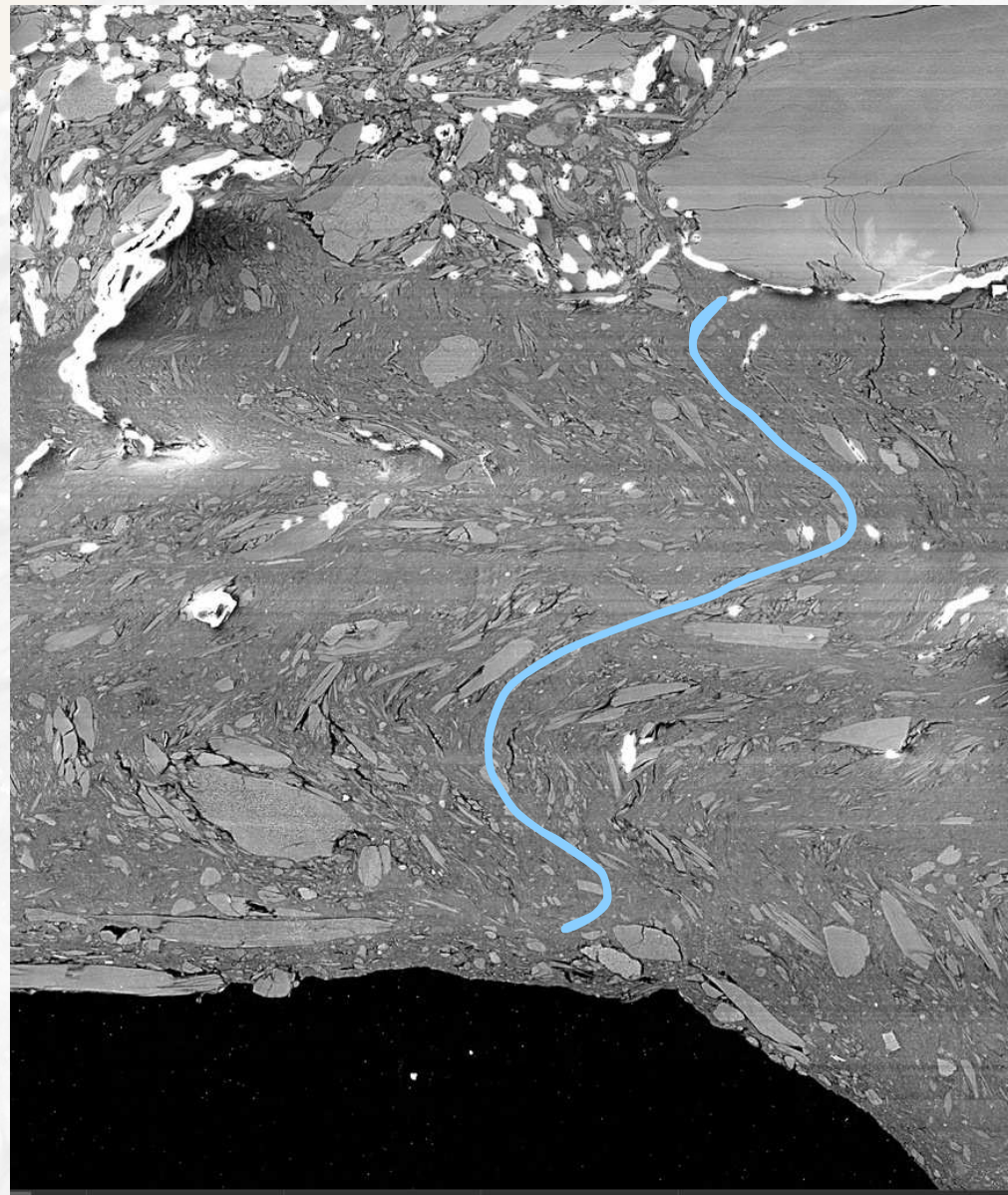


# Analisi microstrutture: esperimento serpentino a room T



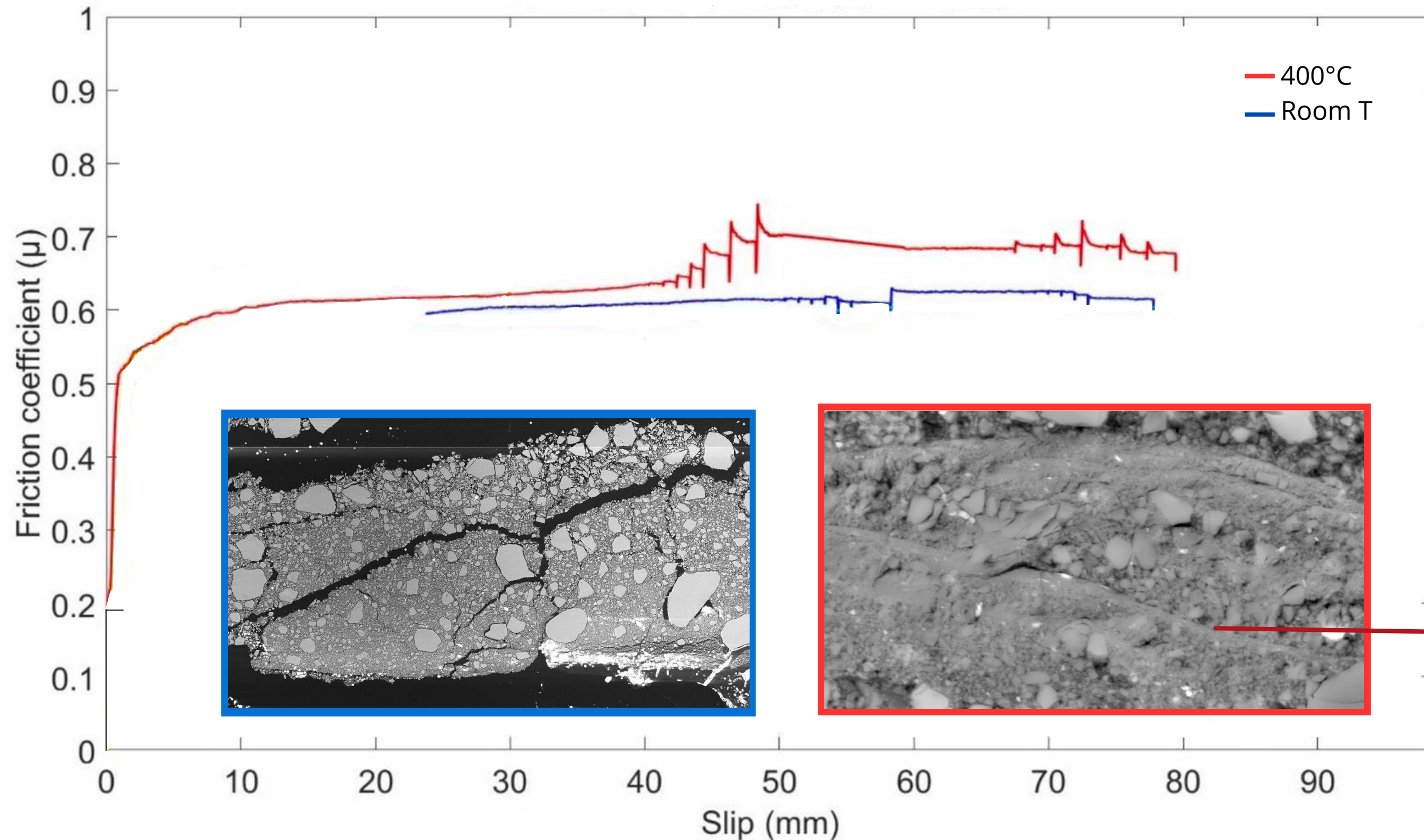
1. Geometrie di localizzazione: *boundary shear & geometrie S-C-C'*, indicano un senso di taglio destro. Si nota una grain size reduction verso e dentro il shear boundary (parte basale della figura).
2. Processi di deformazione: zoom su network di fillosilicati nella matrice dei clasti più grandi. La isorientazione dei fogli di fillosilicati lungo le direzioni di taglio suggerisce deformazione per frictional sliding e delaminazione. Si osserva anche piegamento.
3. Ingrandimento del boundary shear con evidenti strutture S-C-C'.

# Analisi microstrutture: esperimento serpentino a 400 °C



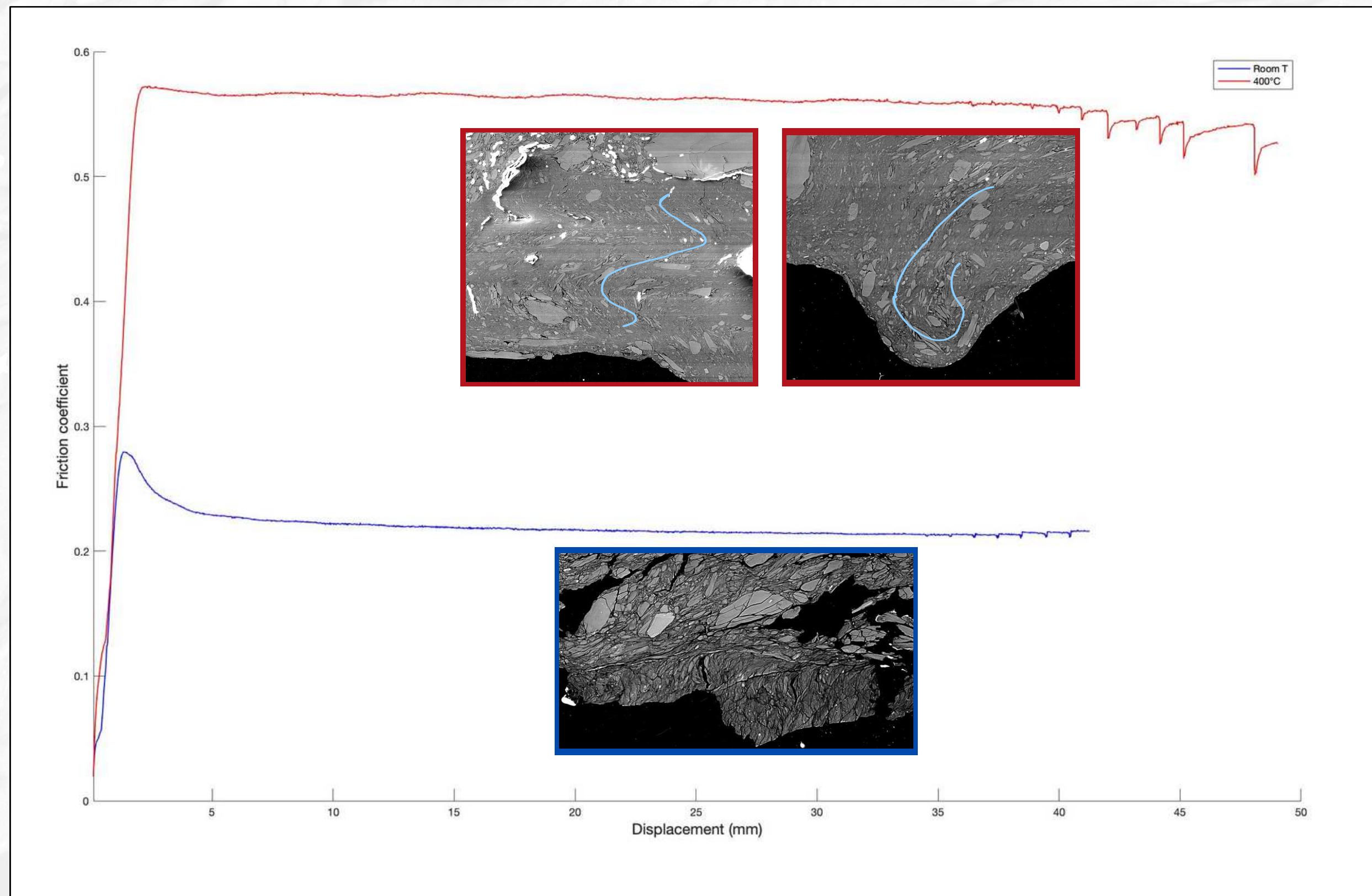
1. Geometria di localizzazione: presenza di una sequenza di pieghe pervasive su tutto lo spessore del boundary. **Assenza di chiari fabric Y-P-R o S-C-C'.**
2. Processi di deformazione: flusso della matrice con grain size reduction e piegamento. Dettaglio in cui le pieghe si protraggono all'interno del "dente" della sezione (boundary shear).
3. Ingrandimento ad alta risoluzione della matrice nella quale si può notare la presenza di serpentino poligonale o crisotilo ("tubicini" di serpentino).

# Curve di attrito quarzo



- Curve di attrito intorno o al di sopra di  $\mu=0.6$ , **alto coefficiente d'attrito.**
- il lieve incremento di  $\mu$  nella curva a 400°C può essere imputato a una leggera cementazione del campione.

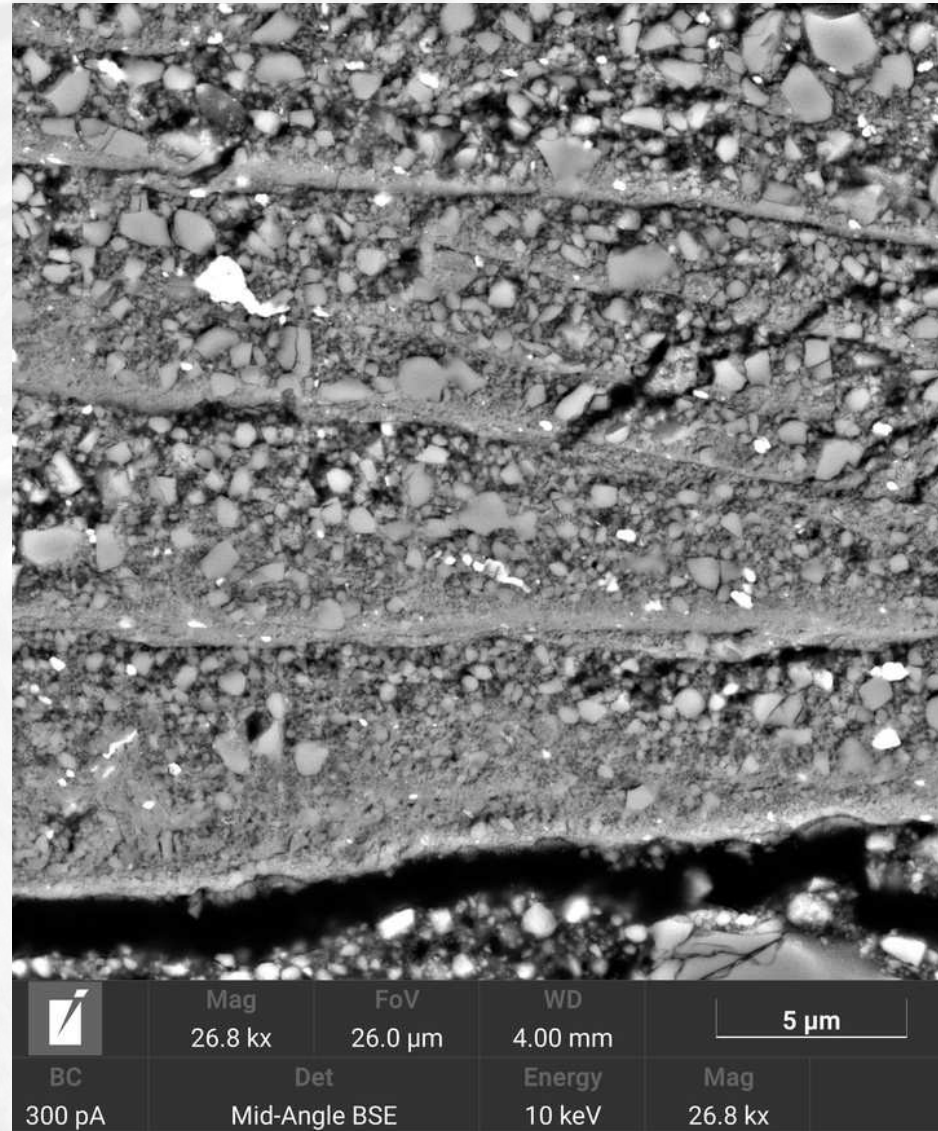
# Curve di attrito serpentino



- Le geometrie più convolute che si osservano a 400° C comportano un aumento del coefficiente di attrito
- A temperatura ambiente, **basso coefficiente d'attrito** ( $\mu < 0.3$ )

# Conclusioni

## Confronto microstrutture



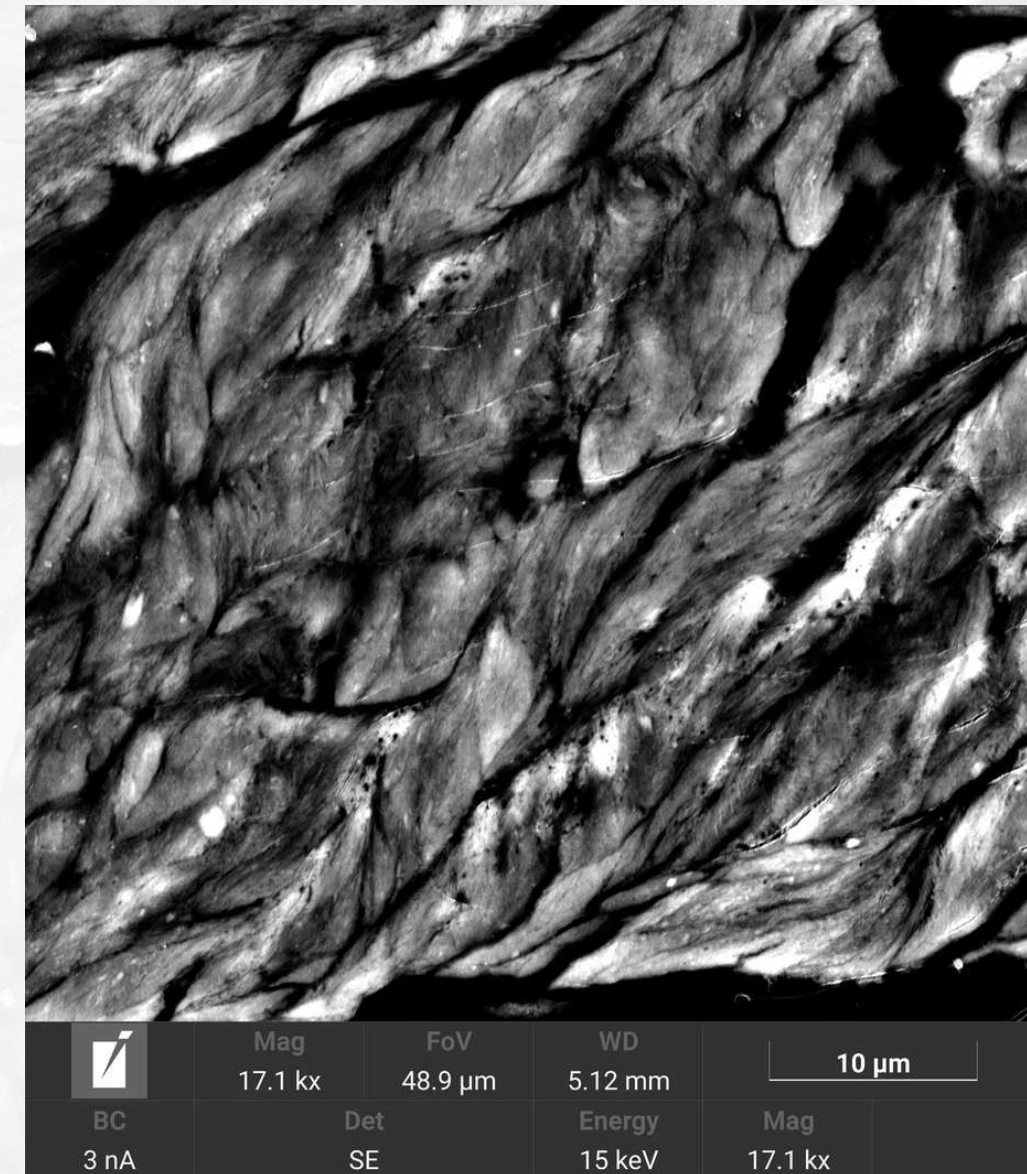
## Microstrutture rocce granulari

- Y-B-P-R fabric
- coefficiente d'attrito più alto
- processi cataclastici e cementazione
- deformazione localizzata



## Microstrutture fillosilicati

- S-C-C' fabric
- coefficiente d'attrito inferiorie
- frictional sliding lungo foliazioni
- deformazione più distribuita



# Bibliografia

---

Volpe, G., Pozzi, G., Collettini, C., 2022. Y-B-P-R or S-C-C'? Suggestion for the nomenclature of experimental brittle fault fabric in phyllosilicate-granular mixtures. *Journal of Structural Geology* 165, 104743.

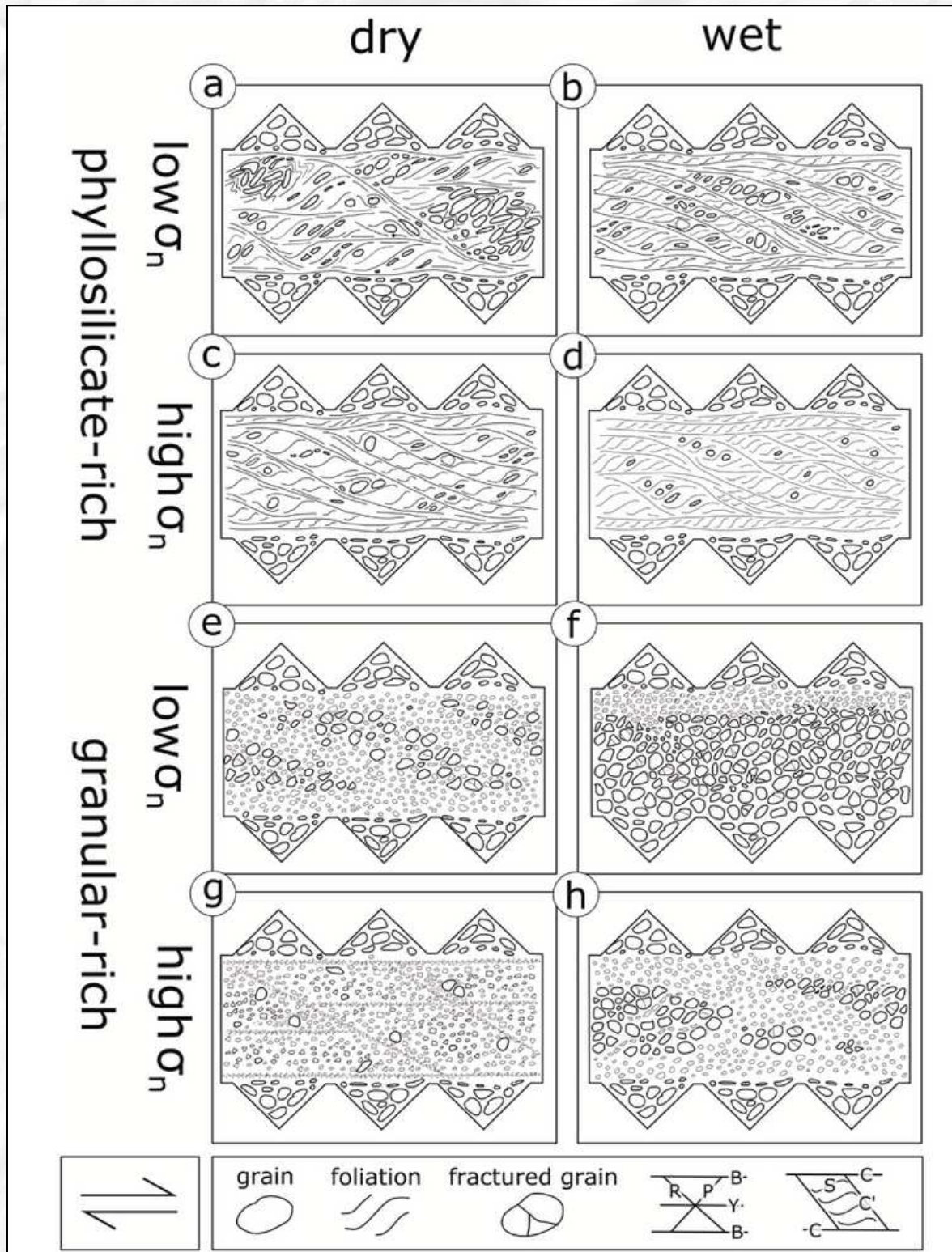
Collettini, C., Tesei, T., Scuderi, M.M., Carpenter, B.M., Viti, C., 2019. Beyond Byerlee friction, weak faults, and implications for slip behaviour. *Earth Planet Sci. Lett.* 519, 245–263.

Byerlee, J., 1978. Friction of Rocks. *Pageoph*, Vol. 116, Birkhauser Verlag, 615-626.

Tchalenko, J.S., 1970. Similarities between Shear Zones of Different Magnitudes. *Geological Society of America Bulletin*. 81, no. 6;1625-1640.

**Grazie per l'attenzione!**

# L'influenza delle microstrutture sull'attrito



G. Volpe et al., 2022

Y-B-P-R e S-C-C' fabric e il contenuto in fillosilicati esercitano il principale effetto sull' attrito



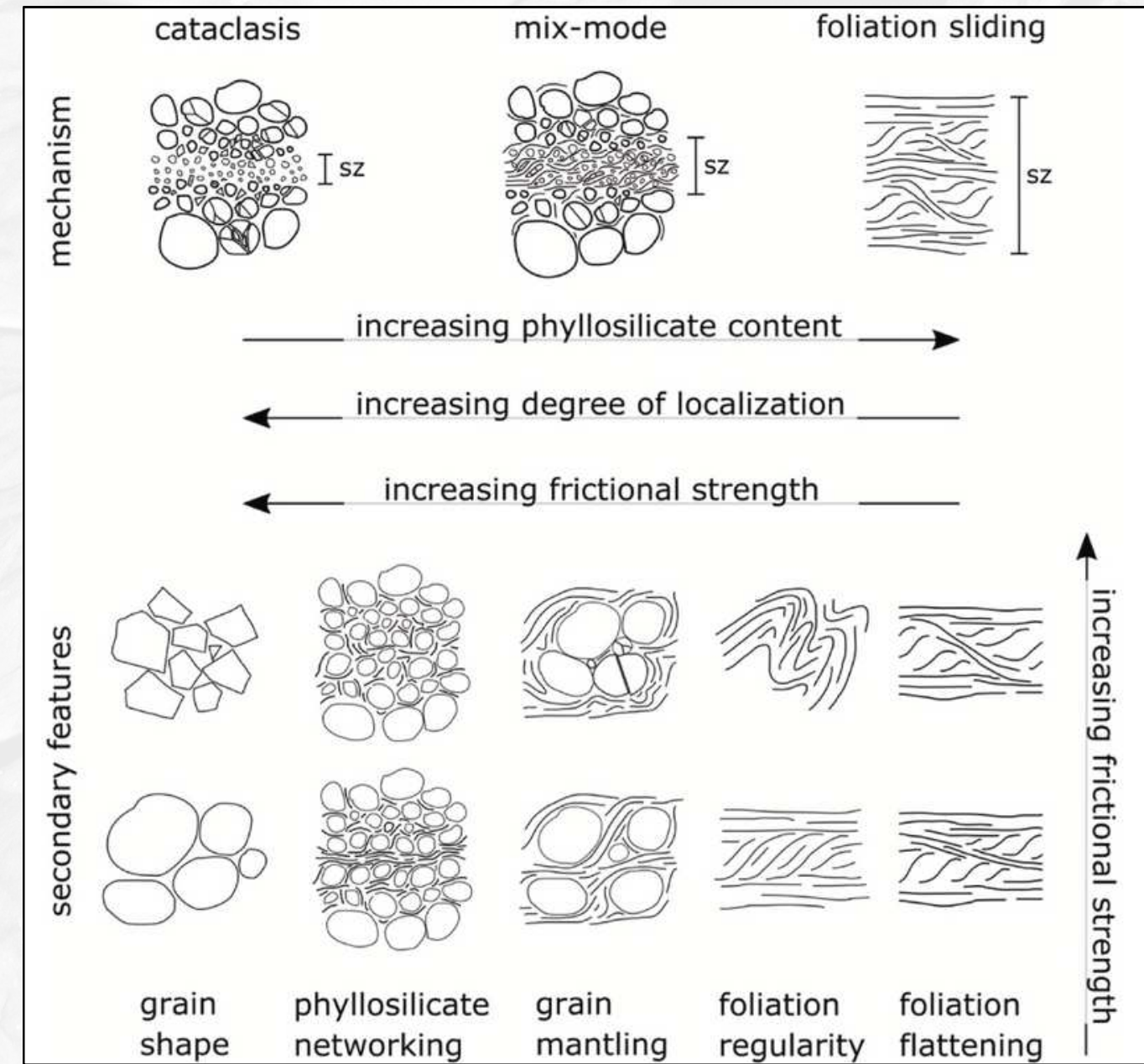
*Alto contenuto in fillosilicati*



network continuo, moderata diminuzione dell'attrito.

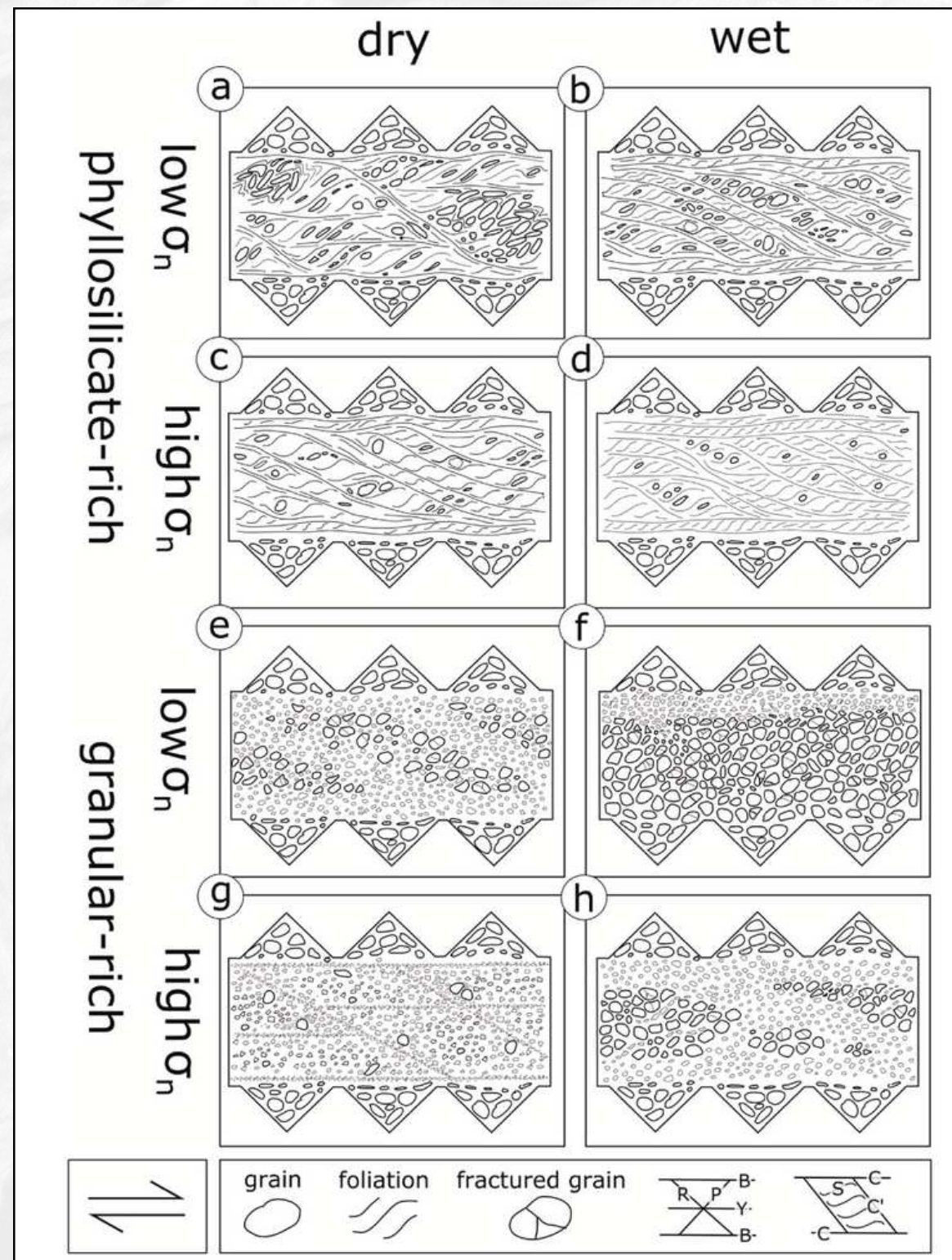


Può essere conseguenza dell'aumento del  $\sigma_n$  e del contenuto d'acqua.



G. Volpe et al., 2022

# Effetto del $\sigma_n$ e saturazione dell'acqua sulle microstrutture



G. Volpe et al., 2022

**Wet conditions** : favoriscono una deformazione più distribuita rispetto alle dry conditions. In rocce granulari l'acqua allarga le microstrutture e ostacola la comminuzione, mentre favorisce la comminuzione dei fillosilicati promuovendo una matrice Phy-rich.

**High  $\sigma_n$** : deformazione più distribuita, maggior comminuzione, foliazione pervasiva nelle rocce Phy-rich. Microstrutture si "appiattiscono" (diminuzione angoli)