

Reologia

# Reologia

- parte della geologia che descrive la capacità che ha una roccia di deformarsi se sottoposta a sforzo
- dal greco *rheos* = fluire
- descritta attraverso parametri quali stress, strain, velocità deformazione, ecc.
- equazioni che descrivono questi rapporti sono dette “equazioni costitutive” in quanto dipendono dalla natura del materiale.
- rapporti con le microstrutture

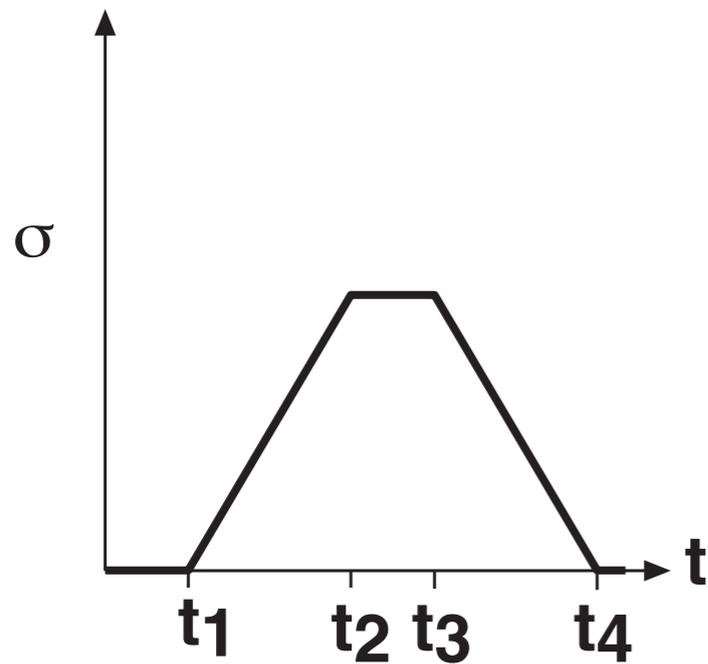
# Modelli di comportamento di materiali continui

- comportamento elastico
- comportamento viscoso
- comportamento plastico
- comportamento visco-elastico
- comportamento elastico-plastico

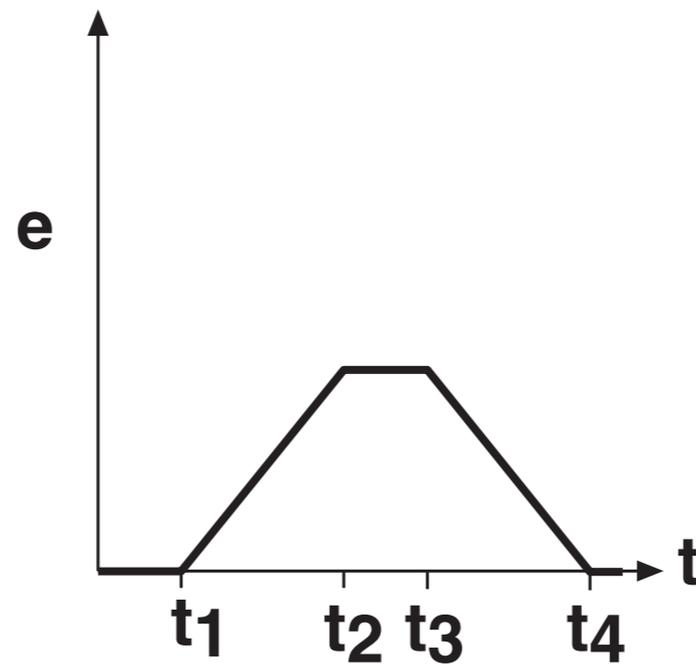
# Comportamento elastico

- Deformazione istantanea e reversibile
- relazione stress-strain lineare (modulo di Young)

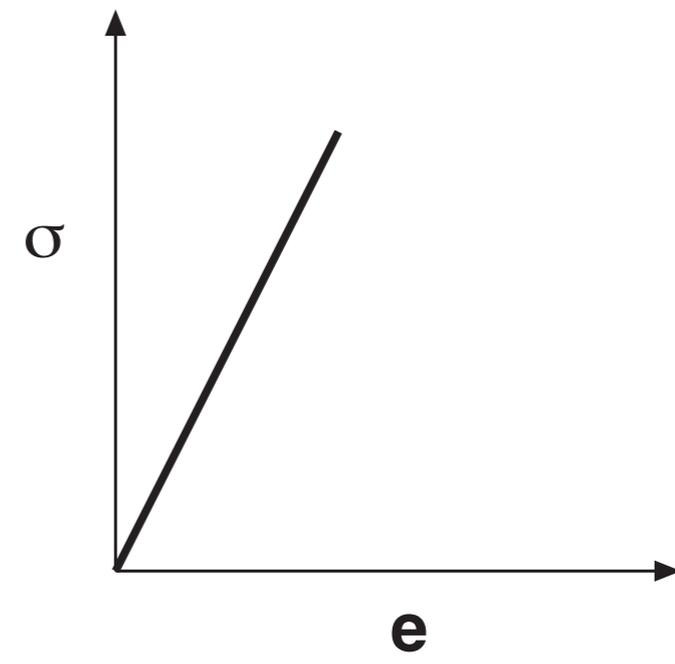
$$\sigma = E \cdot e$$



(a)



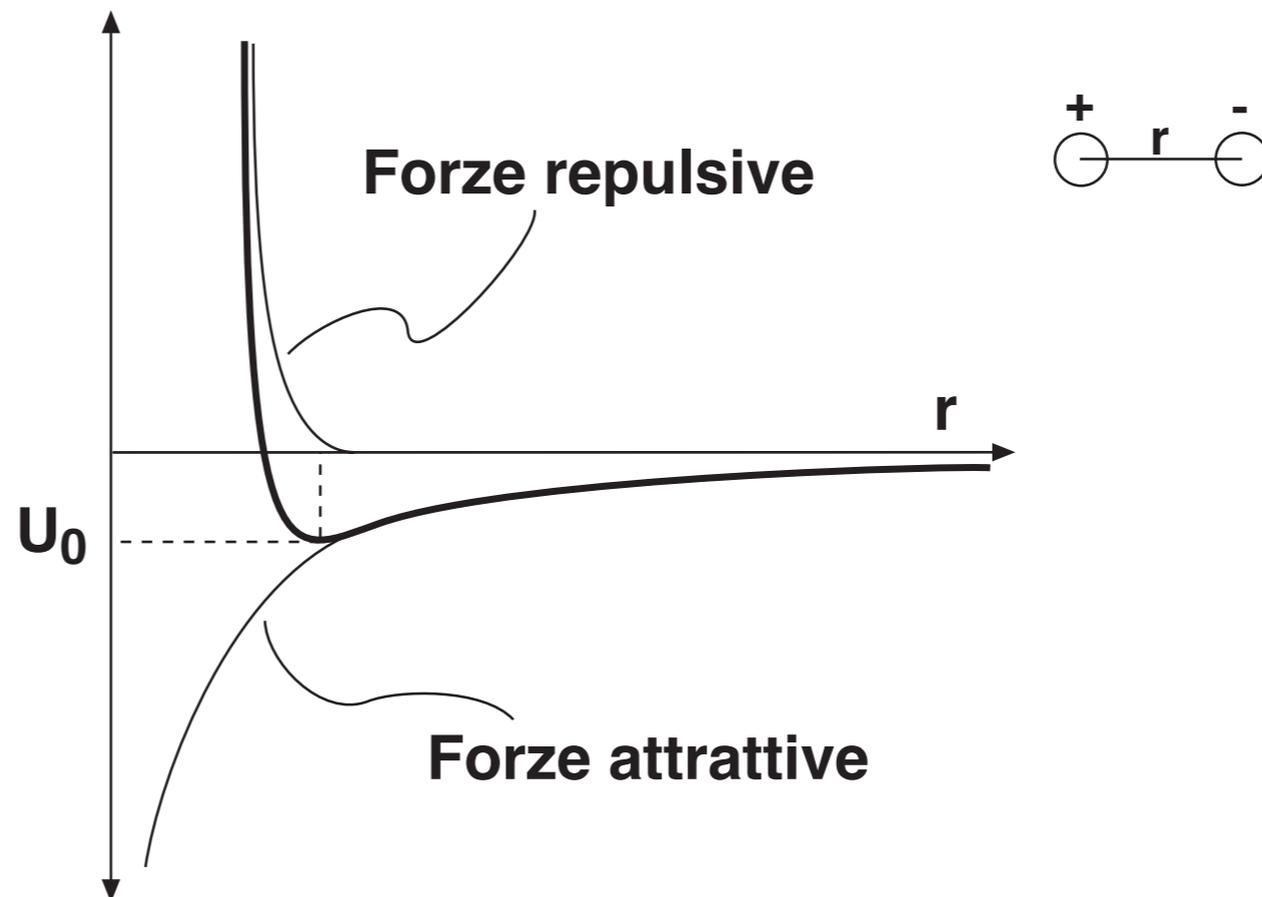
(b)



(c)

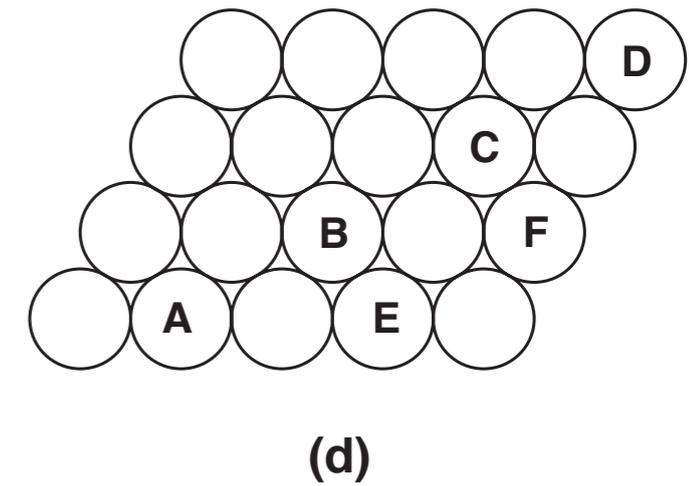
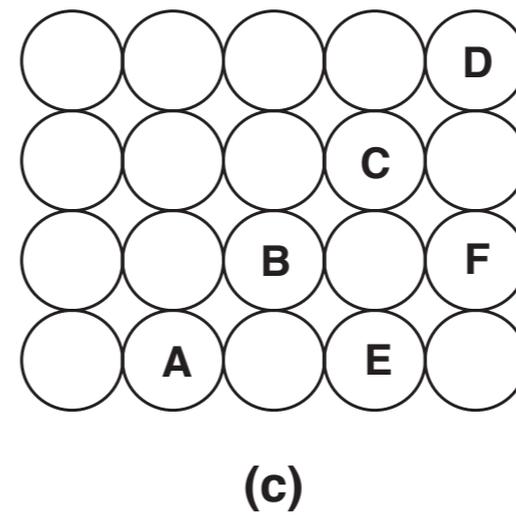
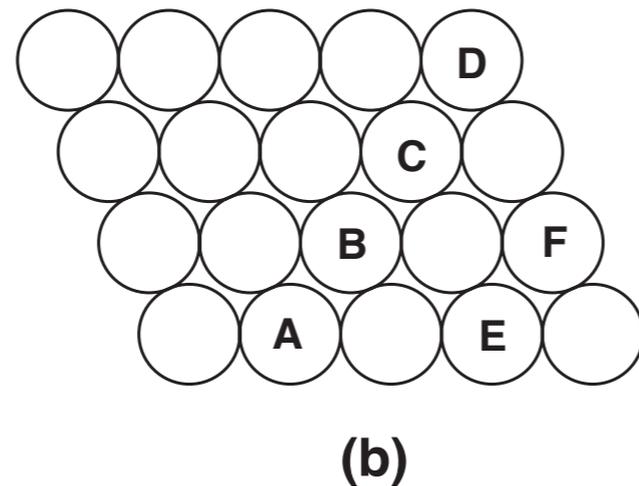
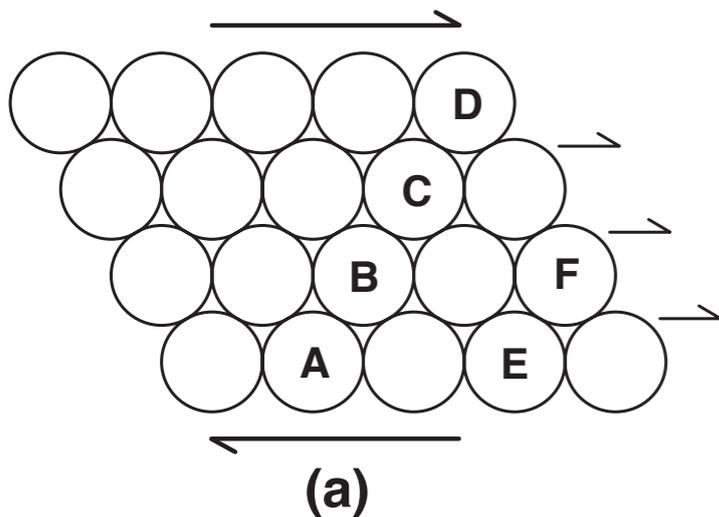
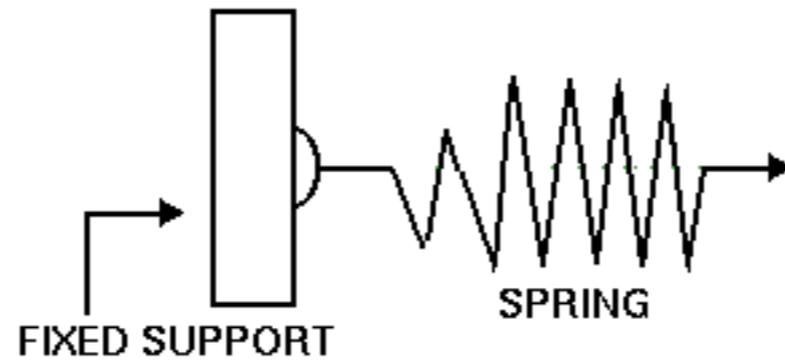
# Comportamento elastico

- Si ha solo allungamento dei legami atomici, non la loro rottura
- se lunghezza diversa dalla situazione di minor energia potenziale si ha cristalli con una certa “energia elastica” all’interno
- energia elastica va a zero se intervengono delle fratture.



# Comportamento elastico

- Analogo meccanico: una molla
- Microstrutture: rocce deformate a bassa temperatura

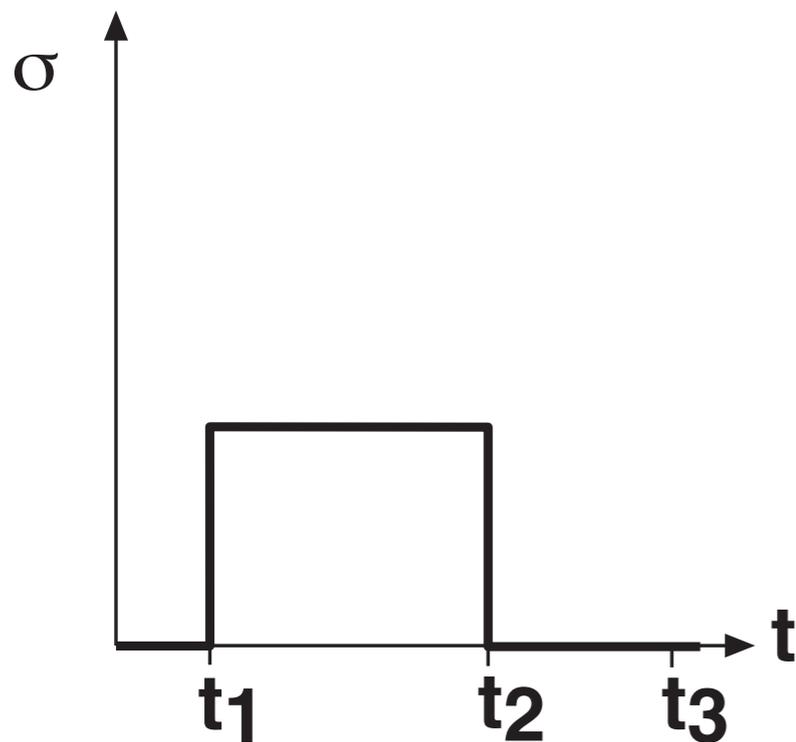


# Comportamento viscoso

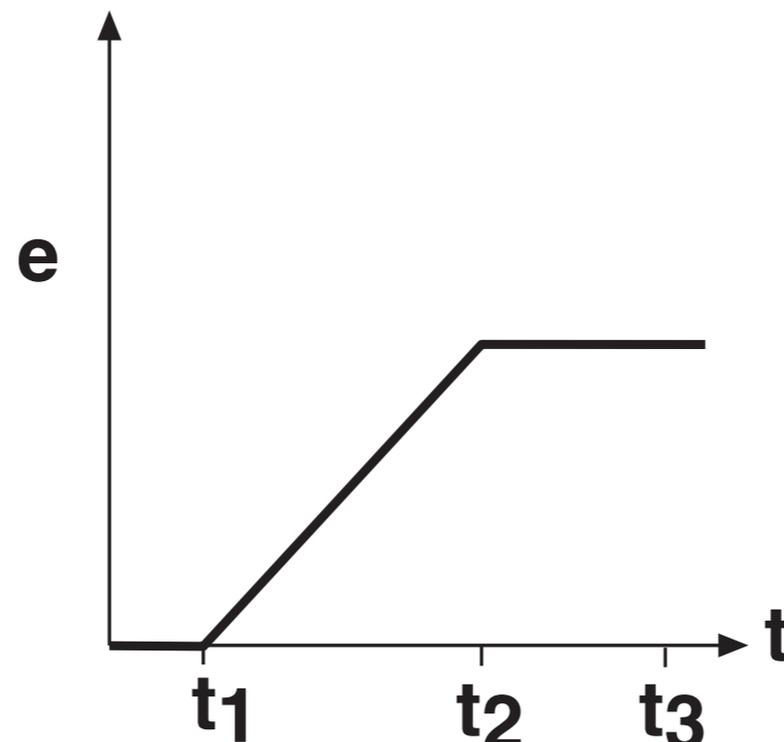
- Corpo deformato in modo irreversibile
- velocità deformazione proporzionale allo stress applicato
- $\eta$  è il coefficiente di viscosità (alto=def. lenta)

$$\dot{e} = \frac{\delta e}{\delta t}$$

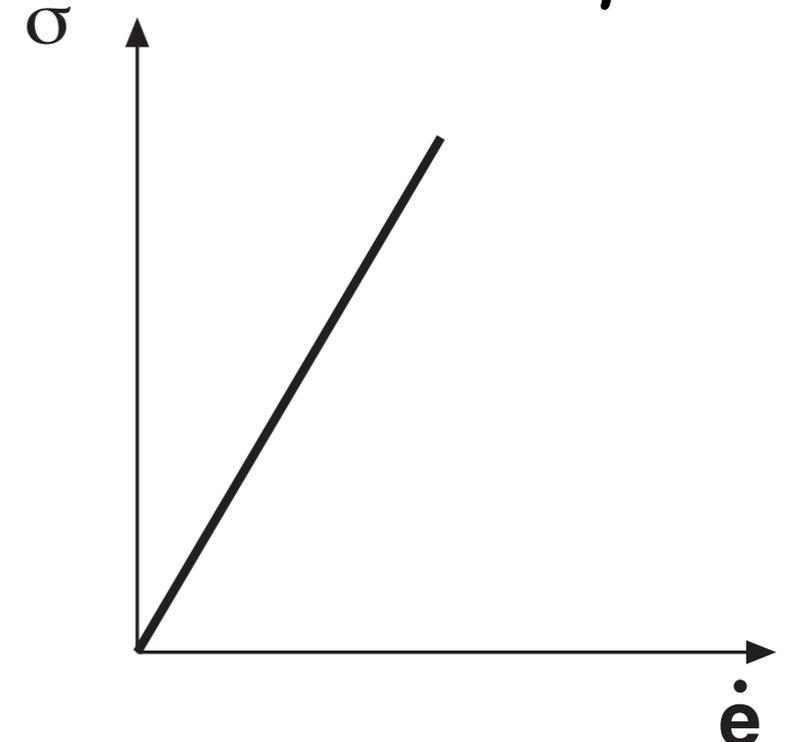
$$\sigma = \eta \cdot \dot{e}$$



(d)



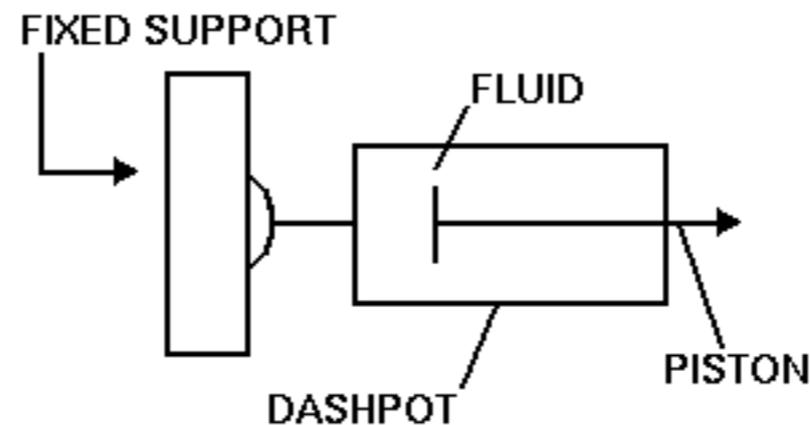
(e)



(f)

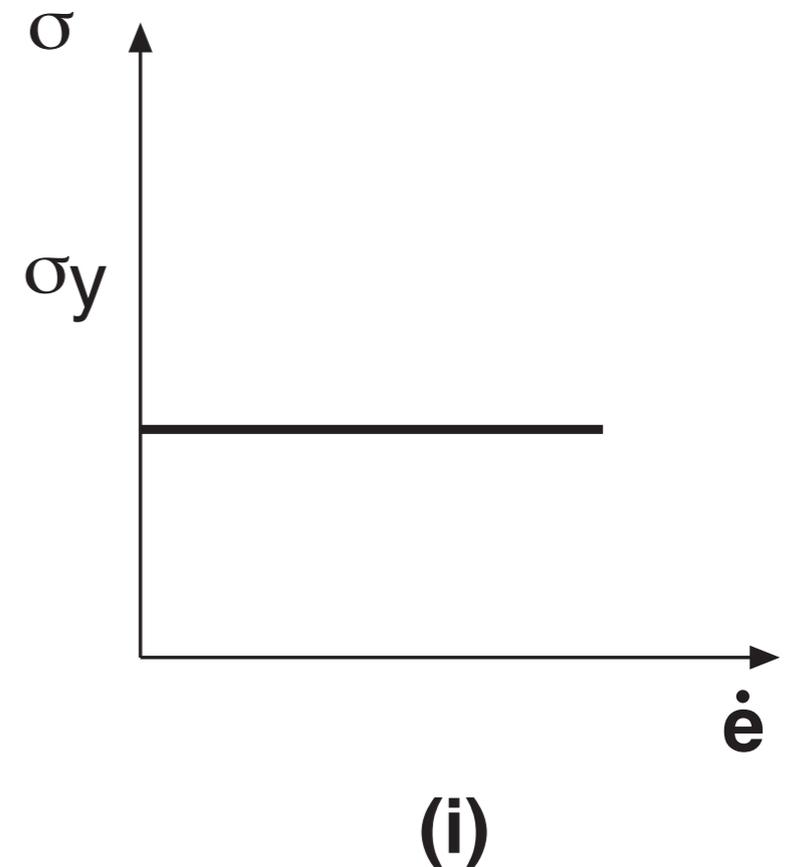
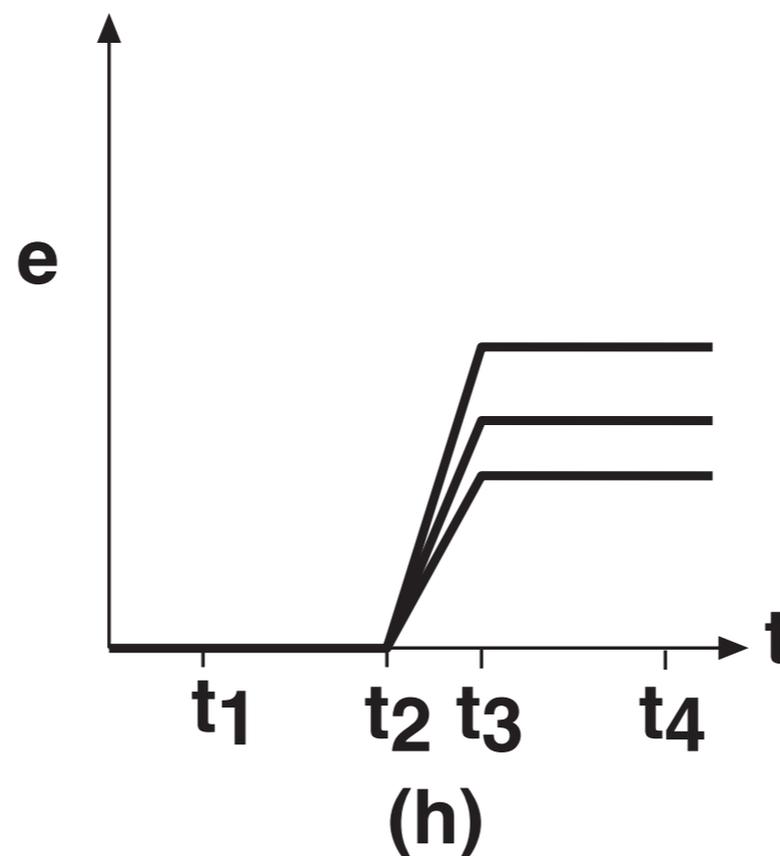
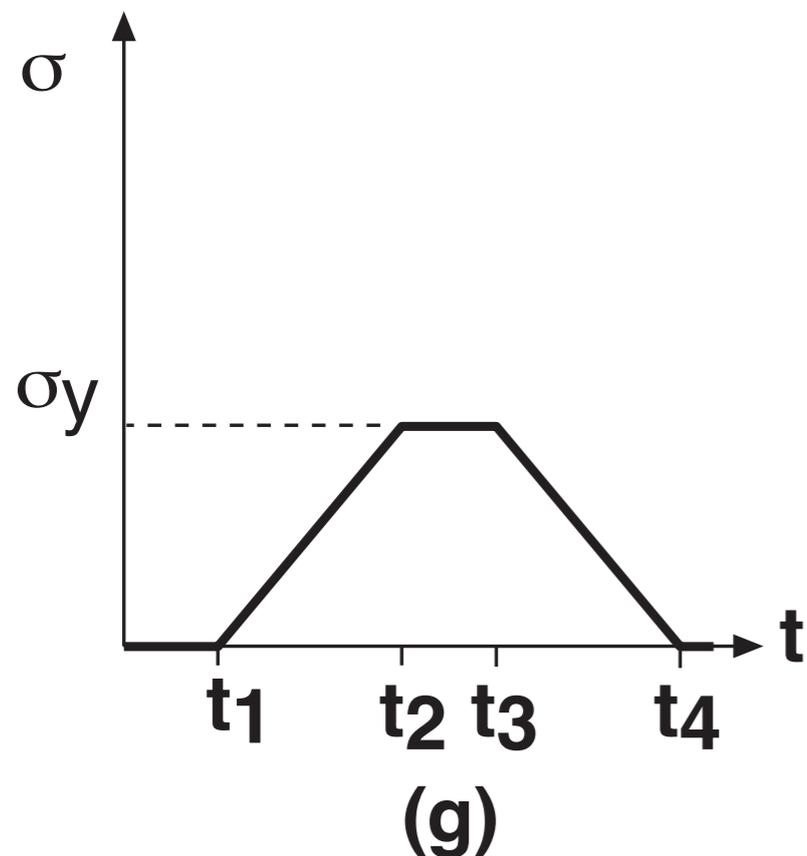
# Comportamento viscoso

- Nel comp. viscoso il tempo ha un ruolo importante, non era importante nel comp. elastico
- analogo meccanico: pistone con pori / siringa
- Meccanismo deformativo: uno tra cataclasi - plasticità - scivolamento viscoso - dissoluzione/riprecipitazione



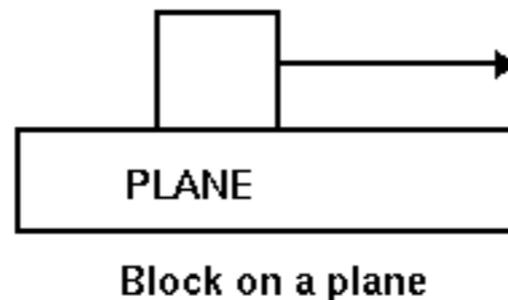
# Comportamento plastico

- Nessuna deformazione finché non si raggiunge il “limite di plasticità”
- raggiunta questa soglia lo stress non aumenta, aumenta la velocità di deformazione



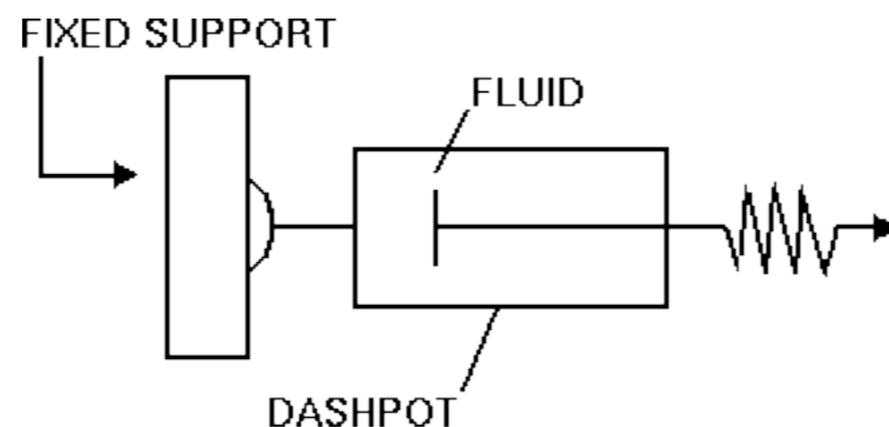
# Comportamento plastico

- analogo meccanico: corpo sopra una superficie, con attrito
- meccanismo deformativo: def. plastica, con movimento di dislocazioni sui piani reticolari su cui si raggiunge il Critical Resolved Shear Stress



# Comportamento visco-elastico

- in rocce con viscosità elevata
- all'inizio comportamento elastico
- poi comportamento viscoso (velocità deformazione proporzionale allo stress applicato)
- analogo meccanico: pistone con pori a cui è applicata una molla



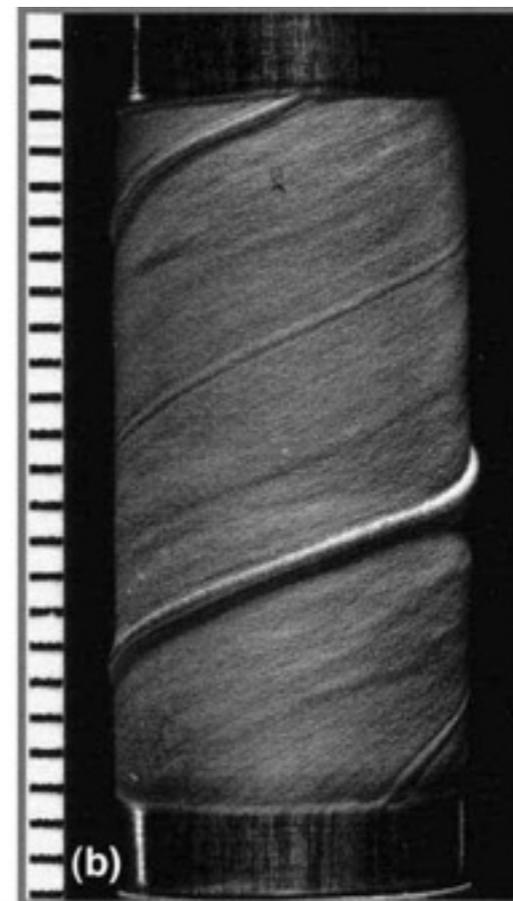
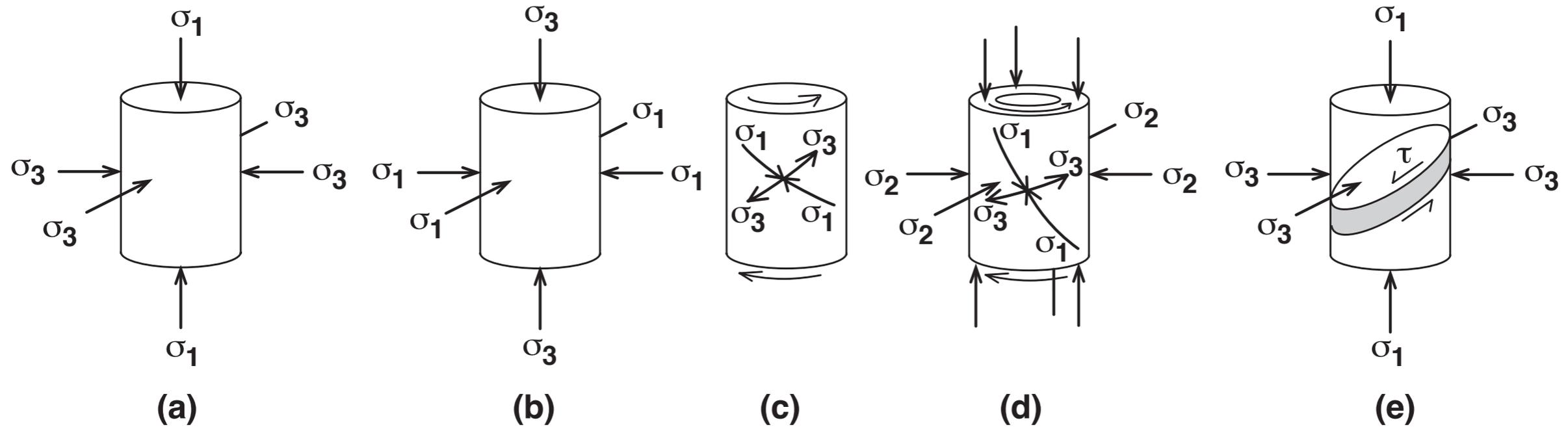
# Comportamento elastico-plastico

- Applicando lo stress il corpo si deforma inizialmente in modo elastico
- superato il limite di plasticità si deforma in modo plastico.
- Cessato lo stress scompare la deformazione elastica mentre rimane permanentemente quella plastica.
- Analogo meccanico: corpo sopra una superficie piana orizzontale scabra a cui è applicata una molla.



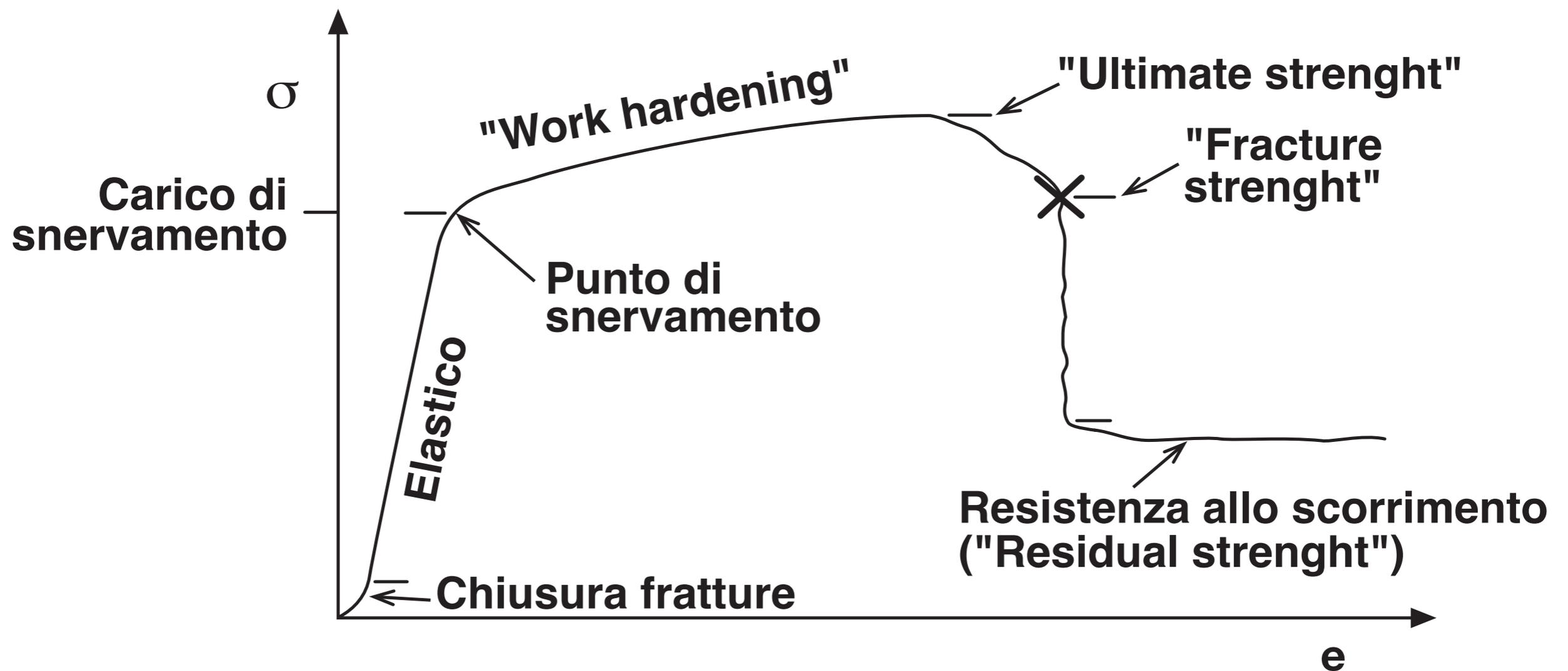
# Deformazione sperimentale di rocce

# Stati di stress in deformazione in lab.



# Curva caratteristica

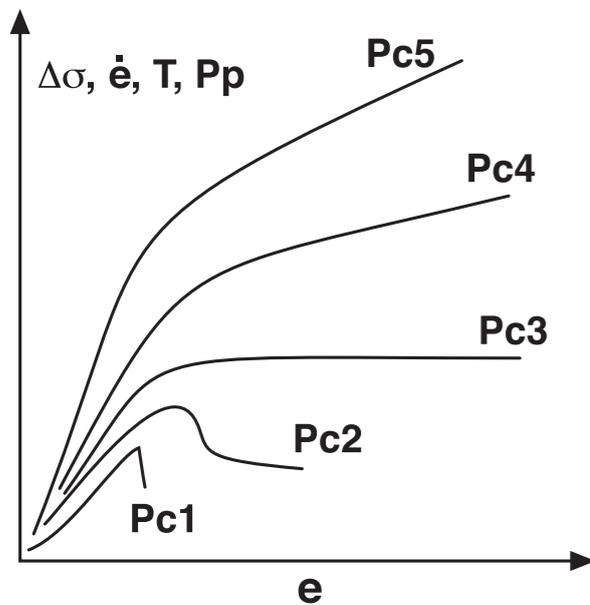
deformazione sperimentale di un campione di roccia in un diagramma stress/strain.



# Curve stress/strain

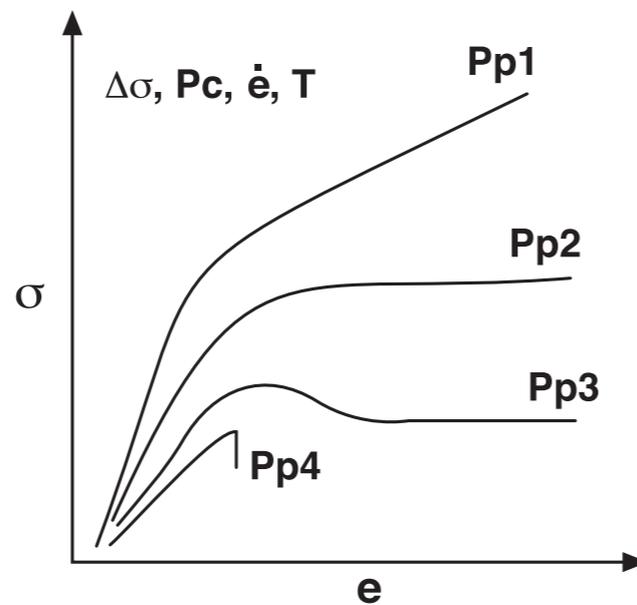
Curve stress/strain in funzione della pressione di confinamento, della pressione interstiziale, della temperatura e della velocità di deformazione.

P. Confinamento  $P_{c5} > P_{c1}$



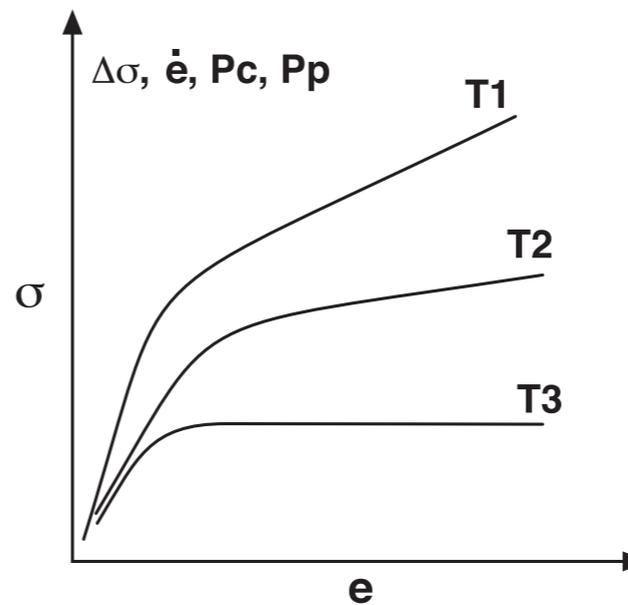
(a)

P. Interstiziale  $P_{p4} > P_{p1}$



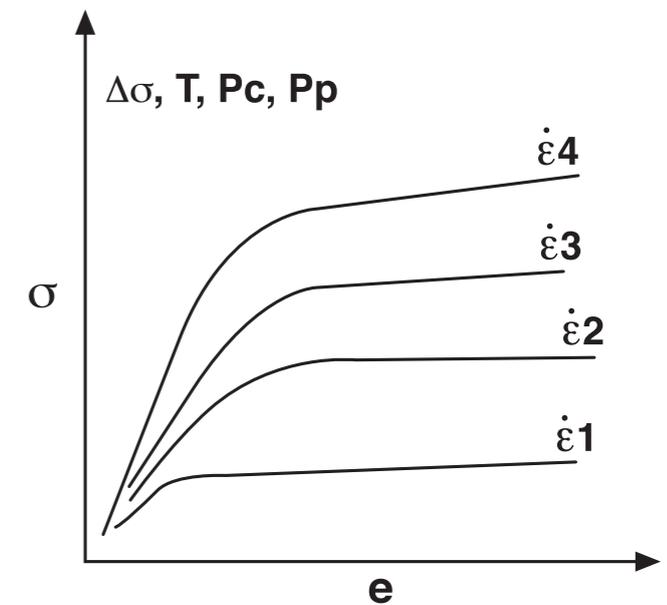
(b)

Temperatura  $T_3 > T_1$



(c)

Veloc. deform.  $\dot{\epsilon}_1 > \dot{\epsilon}_2$



(d)

# Deformazione sperimentale

- Relazioni tra i principali caratteri riscontrati in rocce deformate sperimentalmente e meccanismi deformativi.

