



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI GEOSCIENZE
Corso di Laurea in Scienze Geologiche
Anno accademico 2015-2016

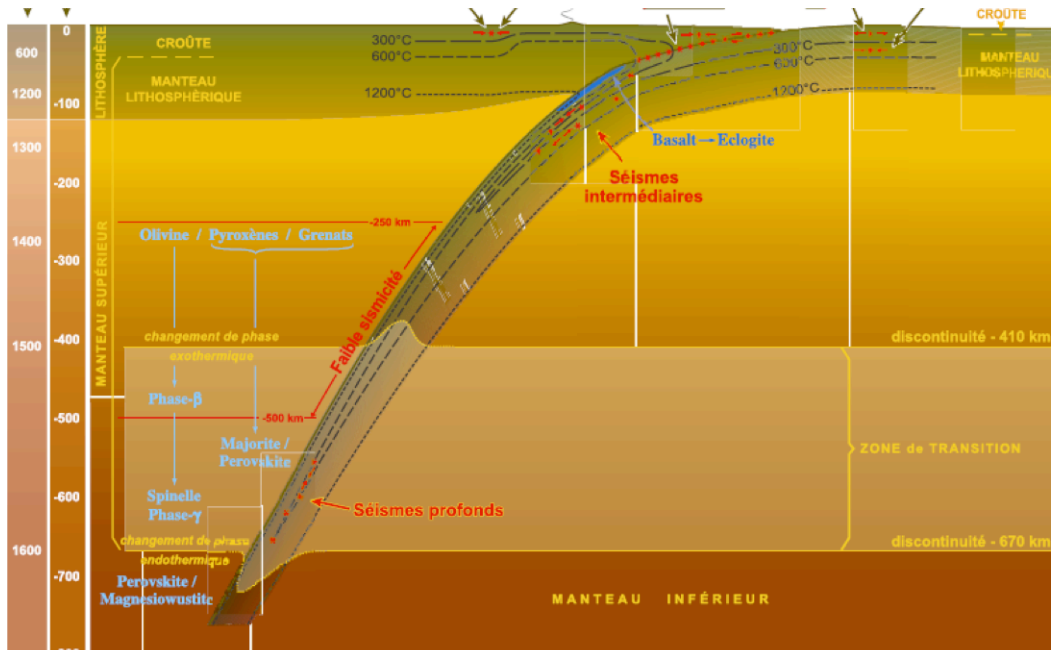
Modellizzazione numerica di zone di taglio viscoso: instabilità periodiche connesse ai terremoti intermedi-profondi

Matricola n°1074408

Laureando: Viscolani Andrea

Relatore: Faccenda Manuele

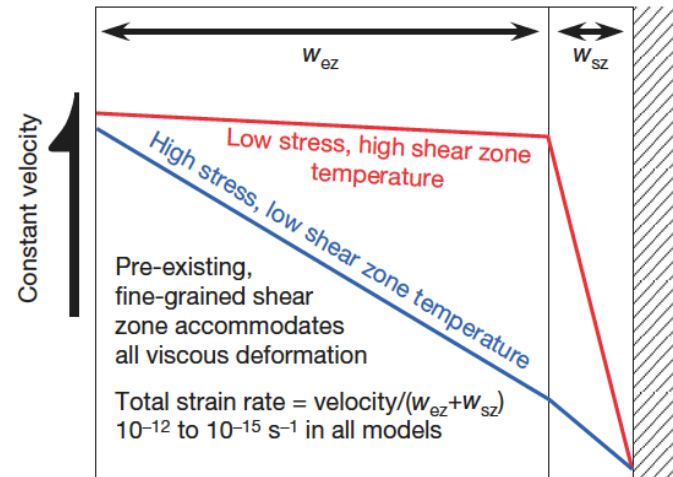
Il lavoro di Kelemen & Hirth



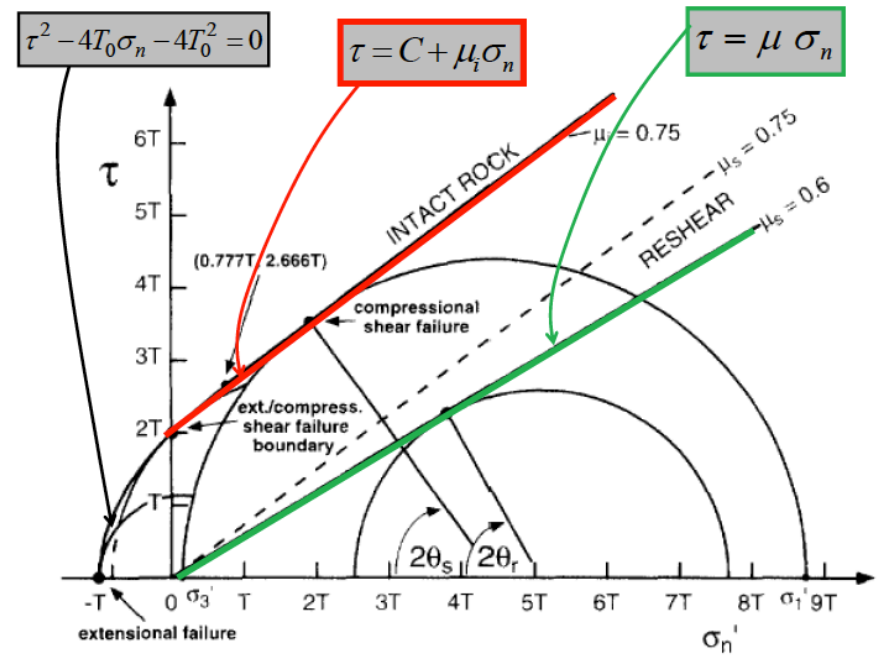
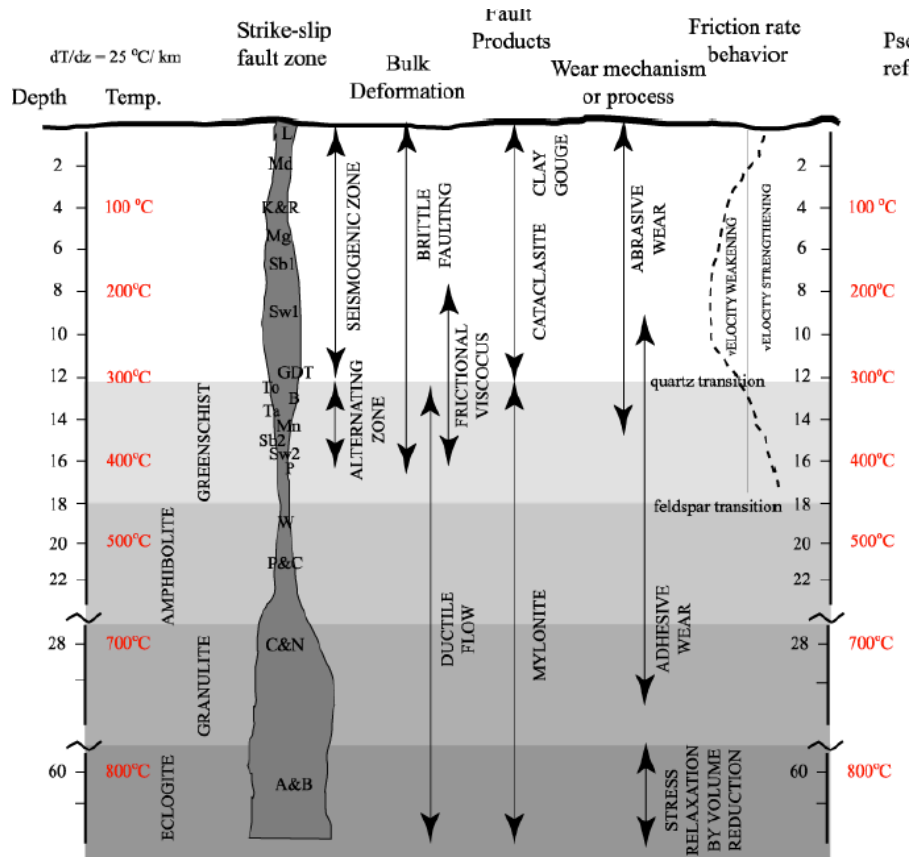
Studio sui terremoti intermedio-profondi che avvengono nelle zone di subduzione. “Shear-Heating mechanism” è il meccanismo utilizzato dagli autori per simulare la riattivazione periodica di questi fenomeni.

Innovazione introdotta:

- Zona di shear a grana ridotta compresa all’interno di un blocco di peridotite più massiva.



Le zone di subduzione sono tipicamente zone di Alta Pressione e
 Bassa Temperatura (oltre la transizione duttile-fragile)
 Regime fragile → Criterio di Mohr-Coulomb
 Regime viscoso → Leggi di Creep



Caratteristiche della zona di shear:

- Meccanismo di creep prevalente: grain boundary sliding (grain size-dependent)
- Fratturazione e comminutazione dovuta al trascorso geologico;
- Pinning;

Evidenze geologiche:



Zone di shear milonitiche associate alla loro "Wall-rock";



Pseudotachilite, vetro di fusione prodotto da rotture sismiche.

Modello MatLab Unidimensionale

Profondità di mantello → Peridotite → Olivina(3,3g/cm³)

$$T_{\text{iniziale}} = 650^{\circ}\text{C}$$

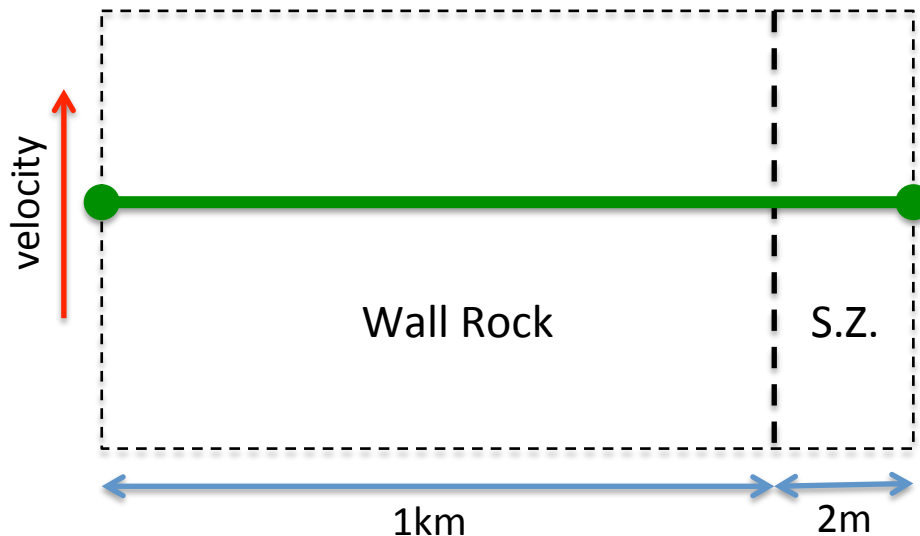
$$\sigma_{\text{iniziale}} = 80\text{MPa}$$

Grain Size = 10mm(W.R.); 50 μm (S.Z.)

$$\text{Strain Rate}_{\text{Far_Field}} = 10^{-12} \text{ s}^{-1}$$

Proprietà Wall Rock:

```
T(i)=923;  
sig(i)=80;  
gs(i)=1e+4;  
rho(i)=3300;  
nu(i)=1e+23;  
cp(i)=1000;  
H(i)=0;  
K(i)=3;
```



Proprietà Shear Zone:

```
T(i)=923;  
sig(i)=80;  
gs(i)=50;  
rho(i)=3300;  
nu(i)=1e+21;  
cp(i)=1000;  
H(i)=0;  
K(i)=3;
```

4 Passaggi principali

Stress elastico

Strain Rate viscoso: 4 contributi

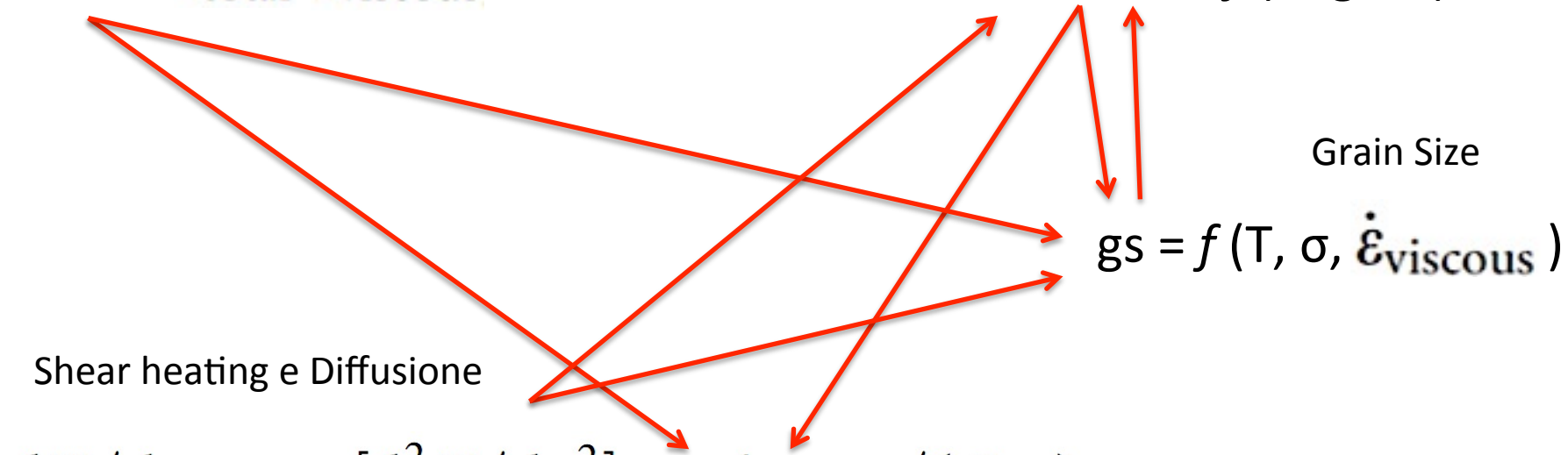
$$\sigma = f(\epsilon_{\text{total}}, \epsilon_{\text{viscous}}) \longrightarrow \dot{\epsilon}_{\text{viscous}} = f(\sigma, \text{gs}, T)$$

Grain Size

$$\text{gs} = f(T, \sigma, \dot{\epsilon}_{\text{viscous}})$$

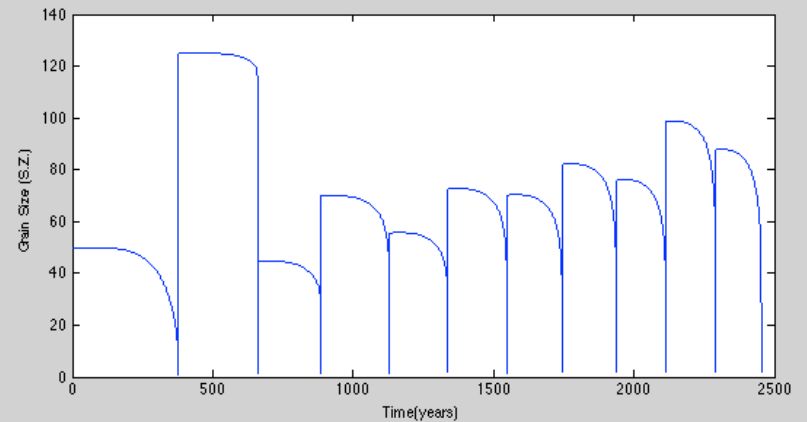
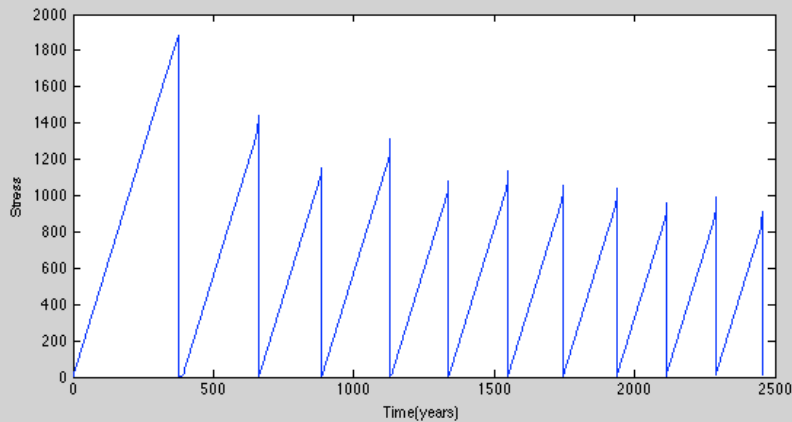
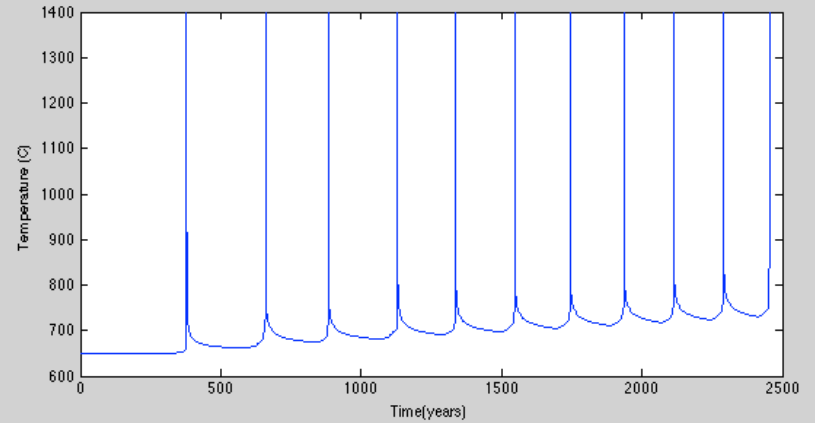
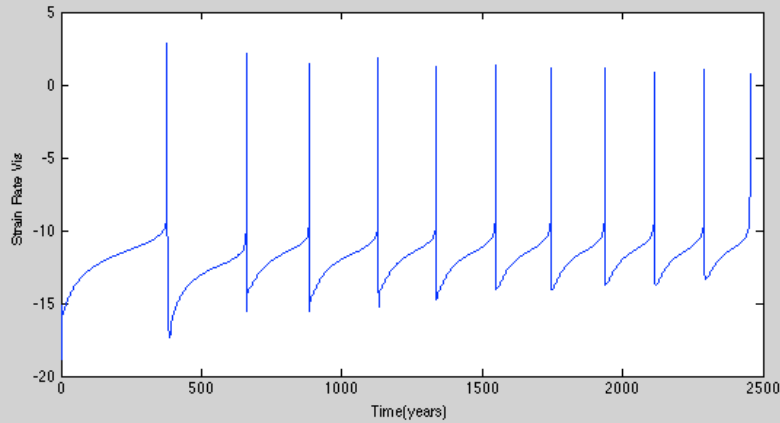
Shear heating e Diffusione

$$dT/dt = -\kappa[d^2T/dx^2] + \sigma \dot{\epsilon}_{\text{viscous}} / (C_p \rho)$$

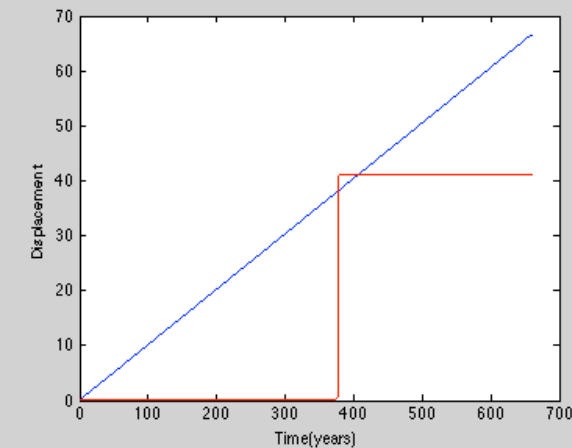
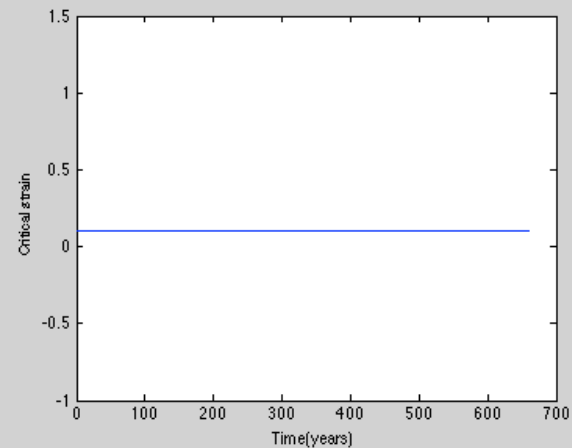
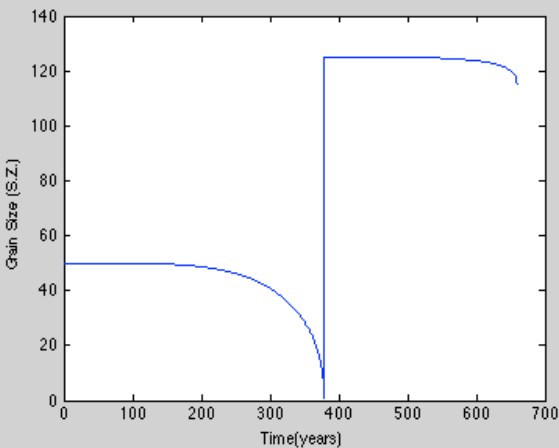
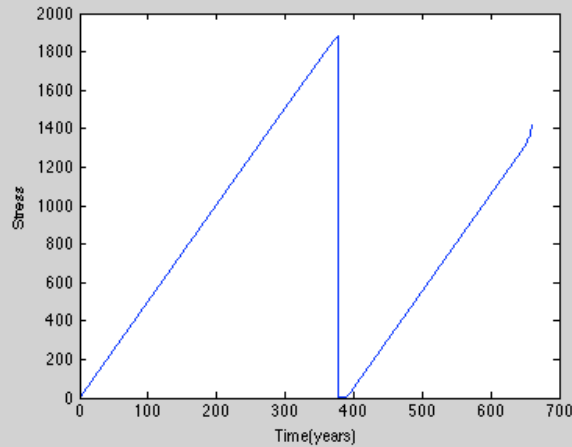
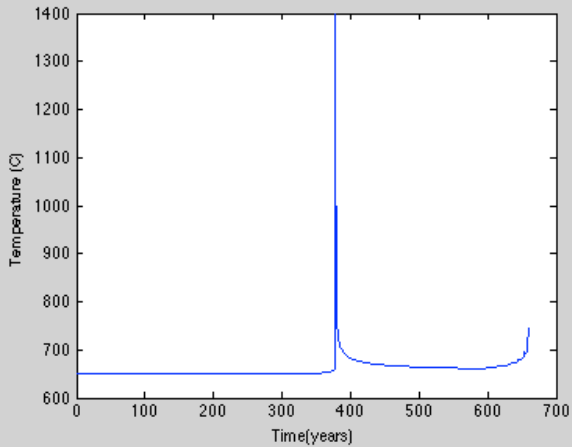
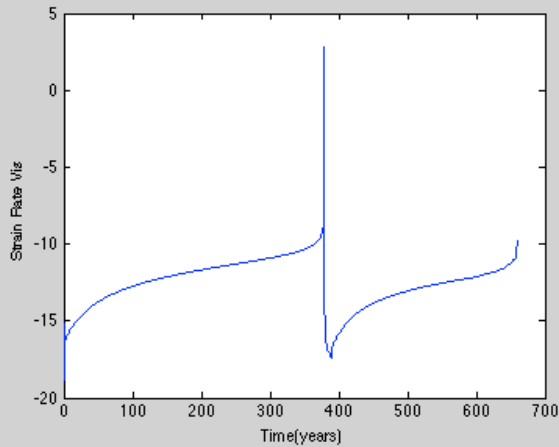


Risultati numerici

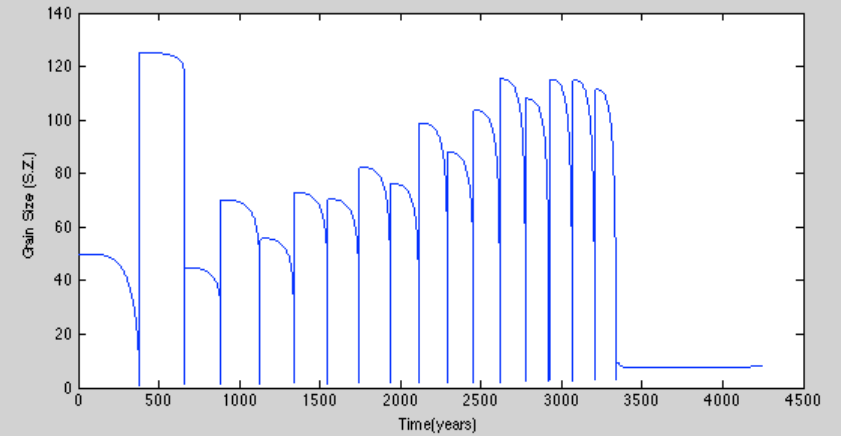
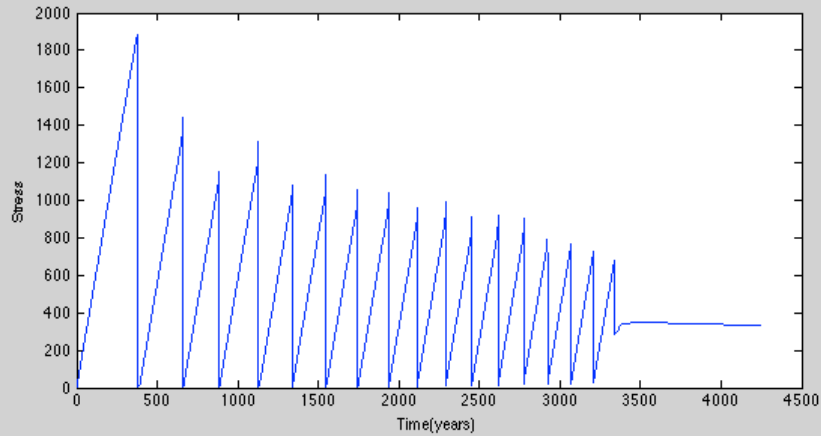
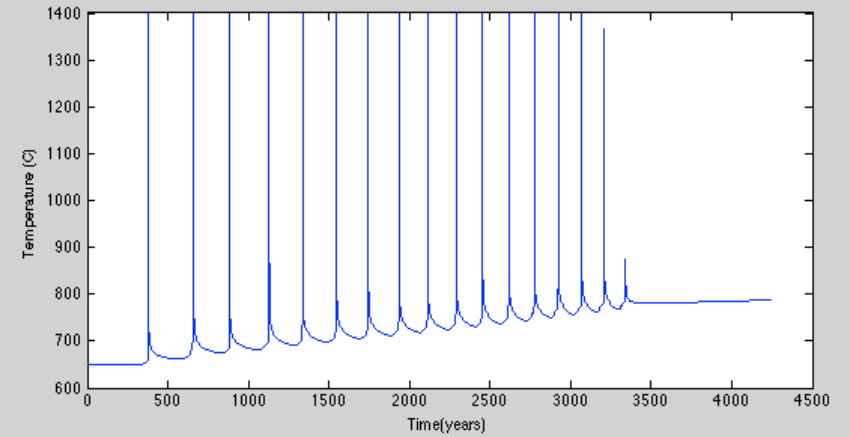
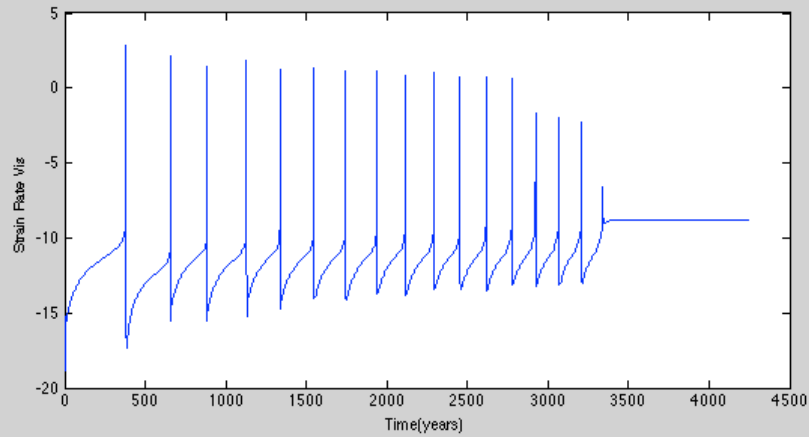
nodo della griglia n°5 (shear zone)
tempo trascorso: 2500yrs (50000 cicli)



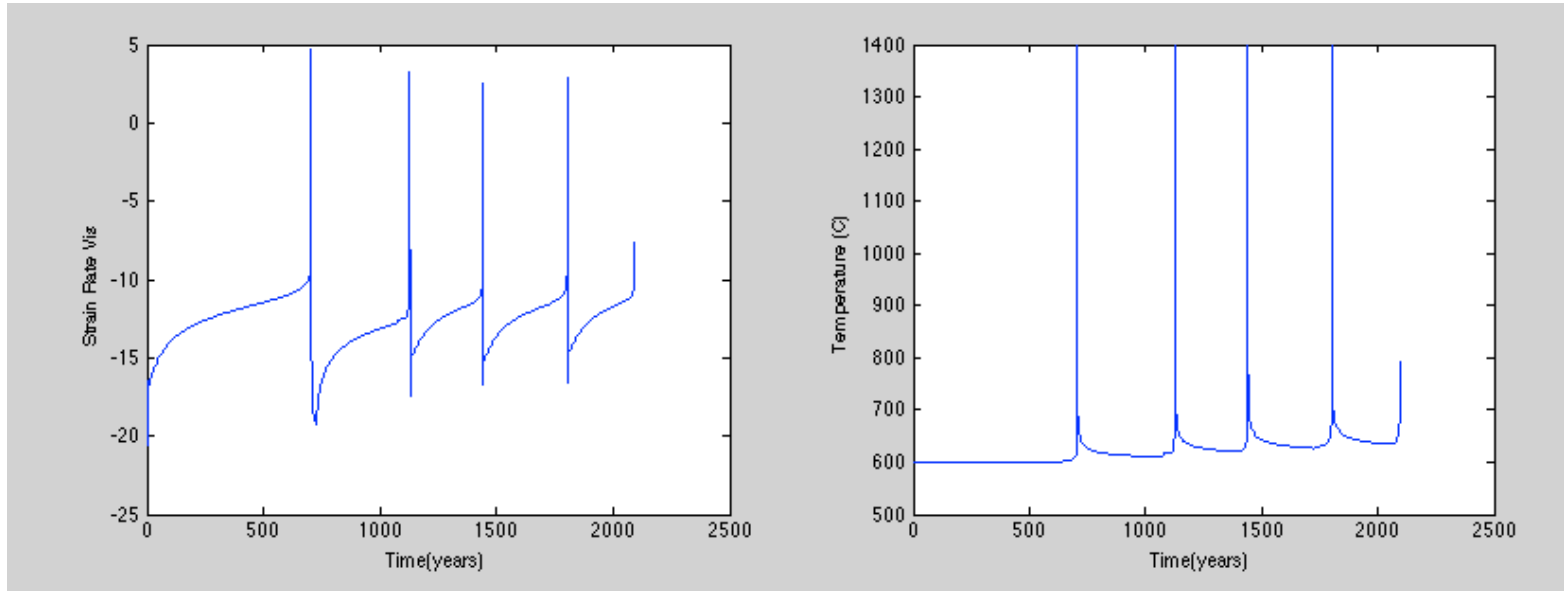
Risultati numerici: Prima Instabilità (dopo 378yrs)



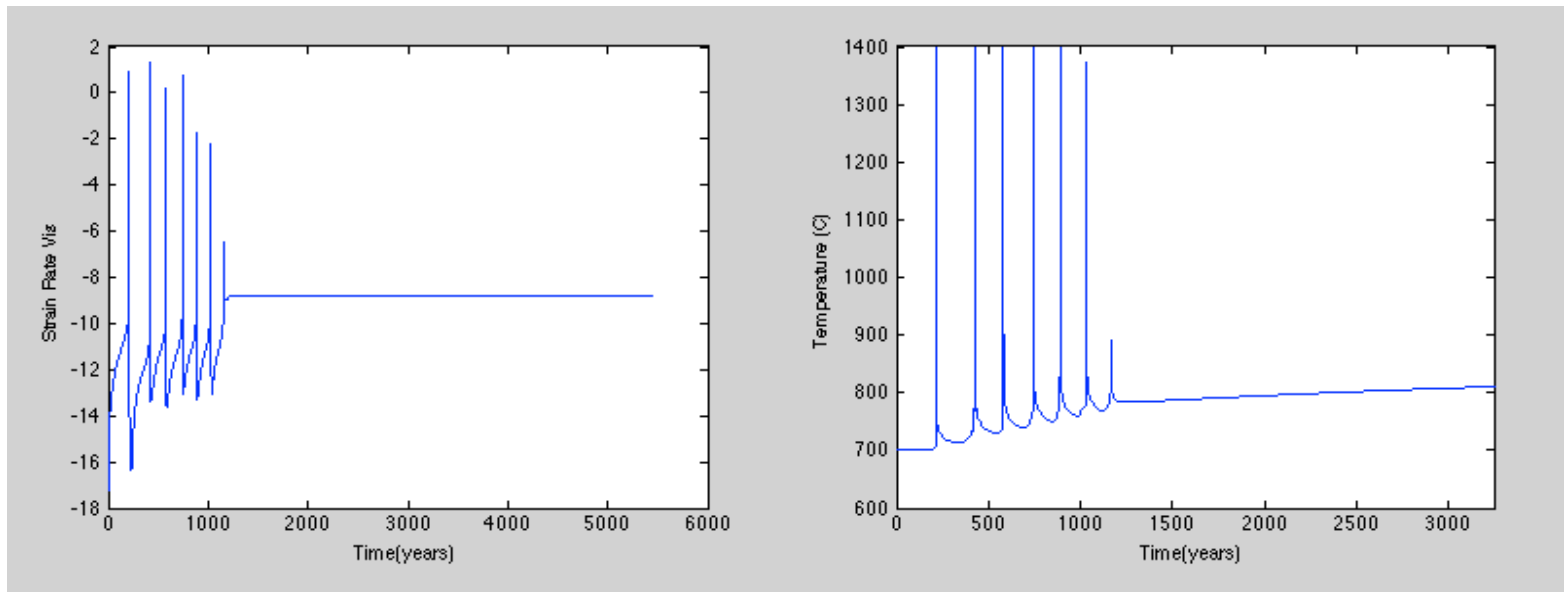
Risultati numerici: andamento generale



T_{iniziale} abbassata a 600°

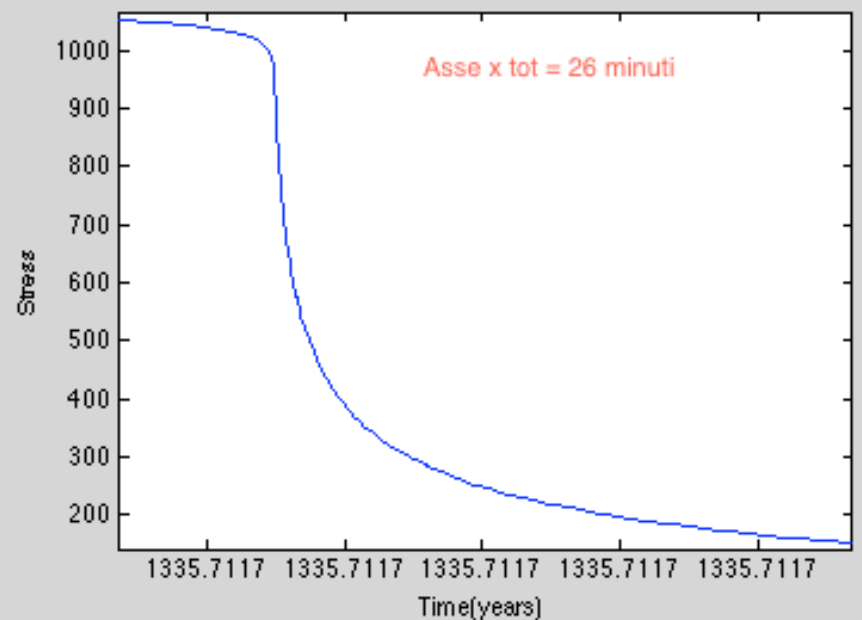
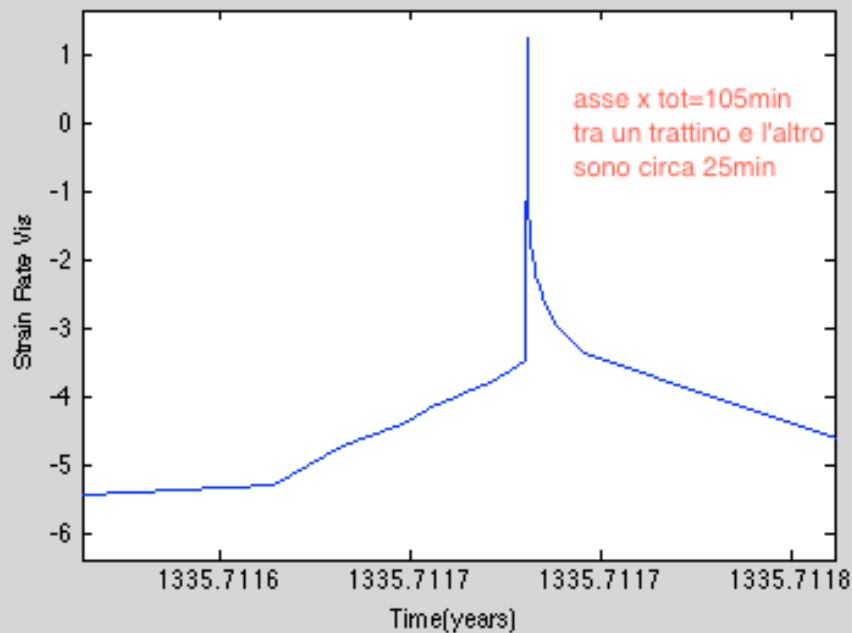


T_{iniziale} alzata a 700°

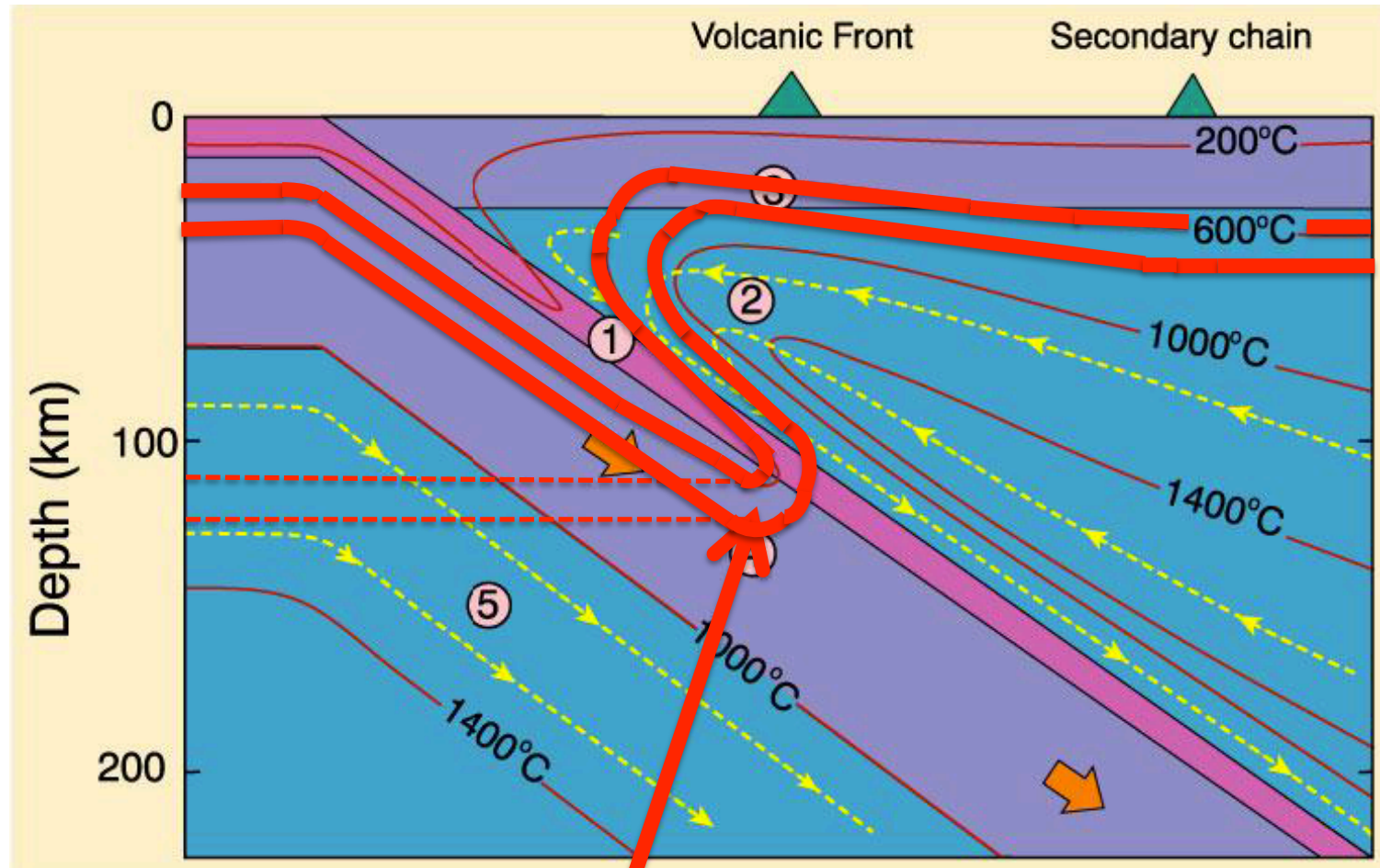


Conclusioni

- Le instabilità prodotte sono ascrivibili a terremoti del mantello
- Fase sismica accompagnata da una fase post-sismica
- Mantenimento della deformazione entro la zona di shear
- Fase di stasi raggiunta dopo alcune migliaia di anni



Il lavoro svolto è solo l'inizio di uno studio che può essere esteso a una comprensione più ampia che coinvolga i parametri geodinamici dello Slab in subduzione



Zona di azione delle instabilità

Bibliografia:

- Kelemen, P.B., Hirth, G. *A periodic shear-heating mechanism for intermediate-depth earthquakes in the mantle*. Nature 446, 787-790 (2007)