

# Prove meccaniche accelerate di distacco dell'intonaco dalla muratura

P. Bocca S. Valente

Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Politecnico di Torino

Riunione di coordinamento del progetto Re-Frescos  
1 Luglio 2010, Politecnico di Torino



# Schema della presentazione

Introduzione

Perche' prove accelerate ?

La crescita sub-critica della frattura per fatica

Il problema analizzato in fase elastica lineare

Il modello non-lineare della frattura coesiva

Conclusioni



# Introduzione

- ▶ Poiche' l'intonaco e' uno **strato sottile** , a diretto contatto con l'aria, esso e' soggetto al **ciclo termico** giornaliero ed alle variazioni di **umidita' relativa**.
- ▶ Se l'intonaco fosse libero, esso si dilaterrebbe in fase di riscaldamento e si contrarrebbe in fase di raffreddamento. La variazione di umidita' genera un fenomeno analogo.
- ▶ La muratura, essendo protetta dall'intonaco, subisce il ciclo termo-igrometrico in misura ridotta. Essa rappresenta quindi un vincolo che riduce la dilatazione/contrazione dell'intonaco.
- ▶ Questo vincolo genera delle tensioni tangenziali le quali, all'apice della **fessura di distacco**, sono molto elevate. Nasce quindi un fenomeno di **cumulo del danno locale**, che porta all'avanzamento dell'apice della fessura per **fatica termo-elastica**.



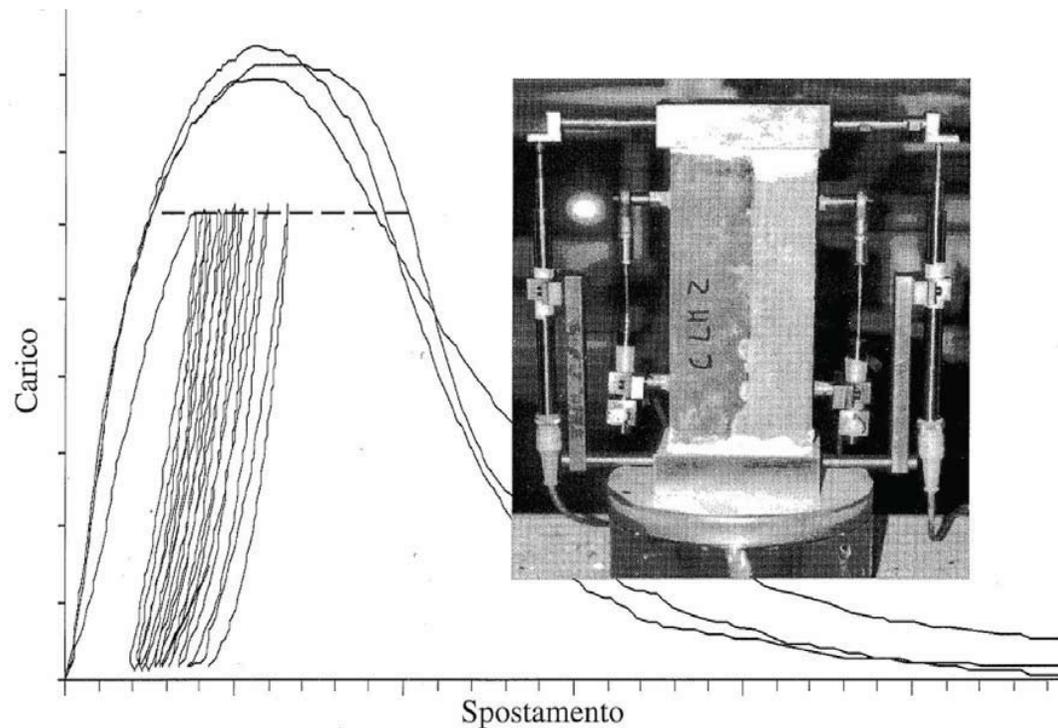
# Perche' prove accelerate ?

- ▶ In laboratorio si potrebbe operare in modo strettamente conforme con la realta' attesa in sito, applicando cicli termici alla superficie.
- ▶ Così facendo bisognerebbe attendere il tempo necessario perche' la variazione di temperatura superi l'intonaco e penetri nella muratura. Per analizzare l'effetto di **10000 cicli** sarebbe necessario attendere tempi molto lunghi.
- ▶ Per questo si preferisce applicare direttamente una sollecitazione meccanica tale da generare, **in tempi molto piu' brevi, una distribuzione analoga di danno.**
- ▶ In questo modo si possono confrontare rapidamente fra loro soluzioni basate su una diversa composizione dei due materiali in questione: l'intonaco con la sua particolare stratificazione e la muratura.



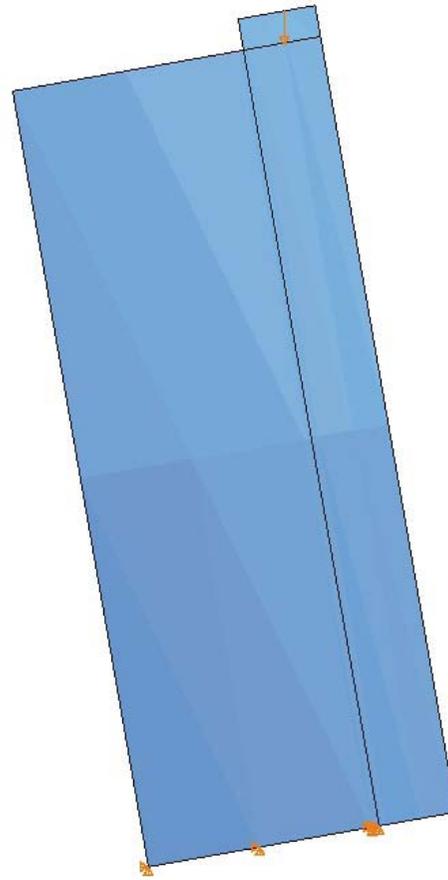
# La crescita sub-critica della frattura per fatica

Le esperienze descritte nelle tesi di dottorato degli Ingg. **Marco Crotti** ed **Alessandro Grazzini** si riferiscono ad un caso analogo. Esse hanno mostrato che la propagazione **sub-critica per fatica** porta al collasso quando il percorso nel piano carico-spostamento **raggiunge la curva quasi statica**.



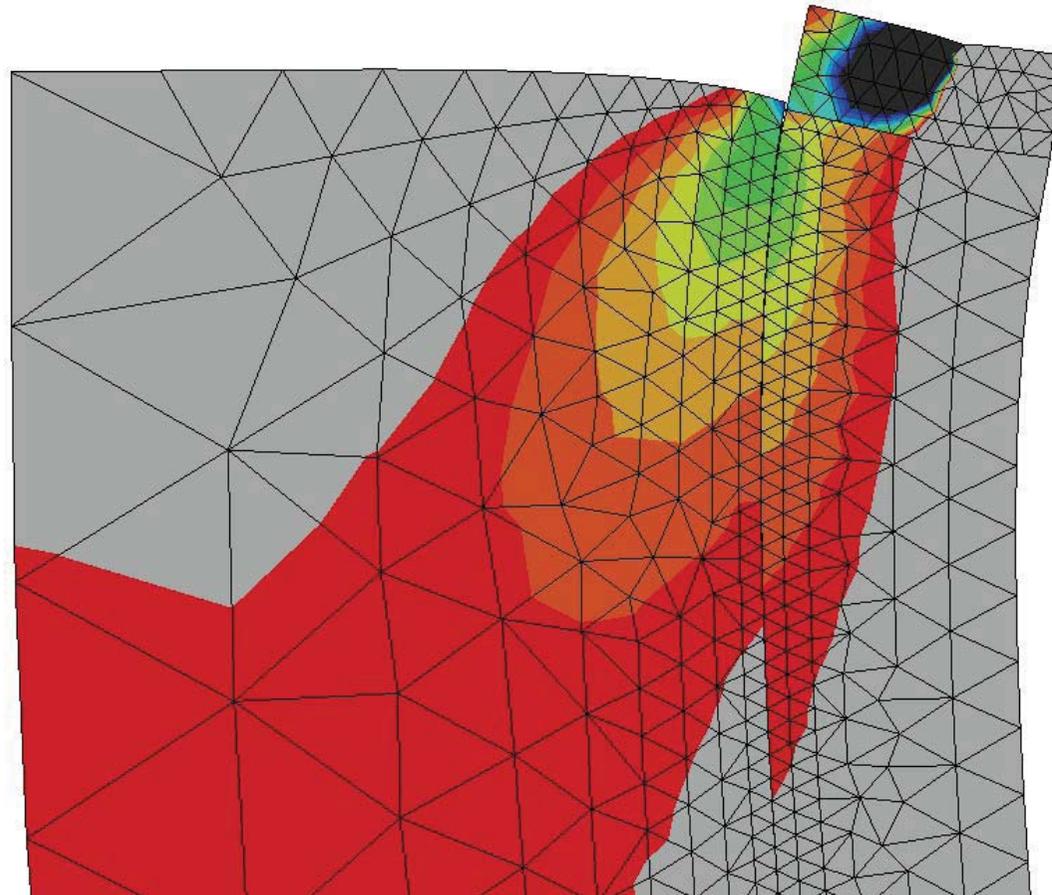
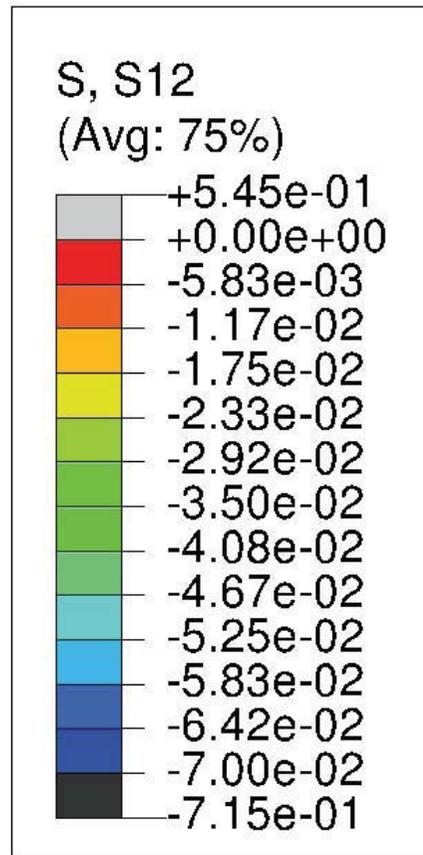
# Le condizioni al contorno

La freccia verso il basso indica lo spostamento imposto dalla macchina di prova. In condizioni **quasi-statiche** ad esso viene assegnata una **velocita' pre-definita**. Tra il piatto della macchina di prova ed il provino viene interposto un elemento di acciaio avente lo scopo di ripartire la **reazione**.



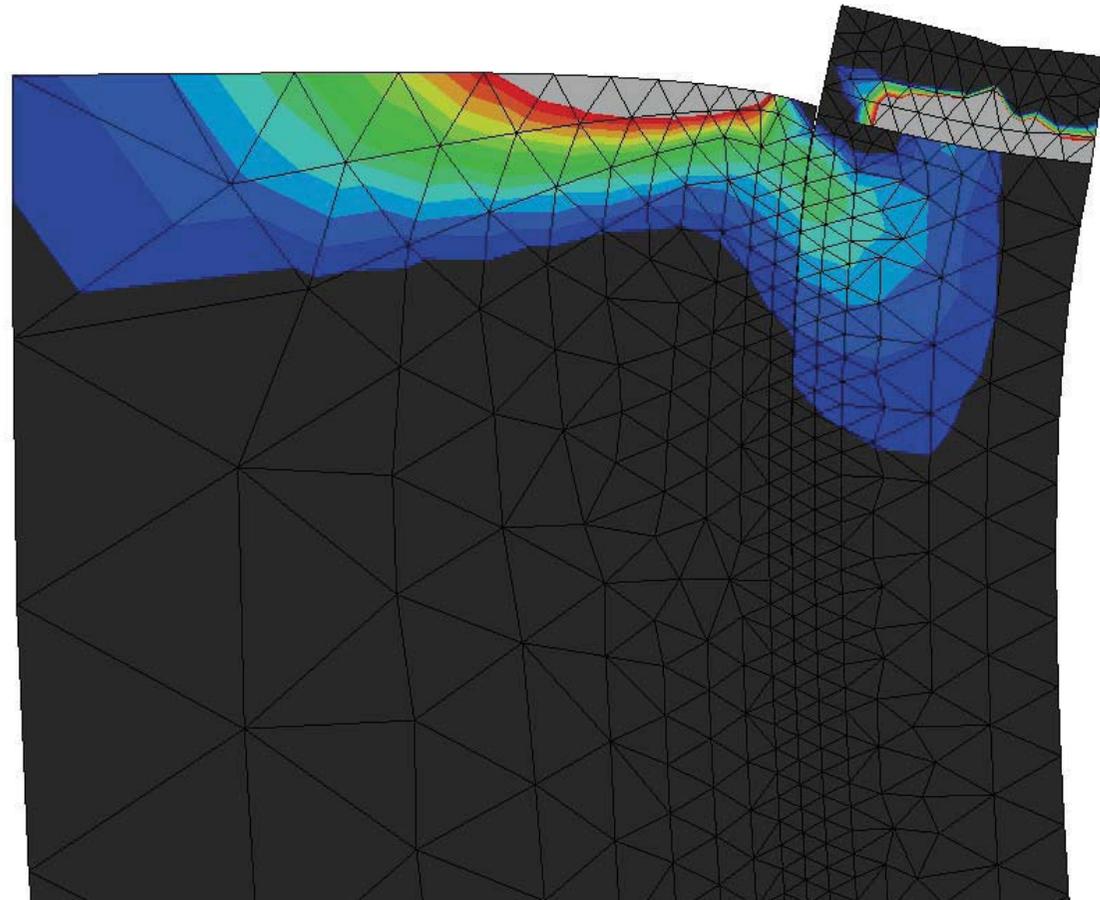
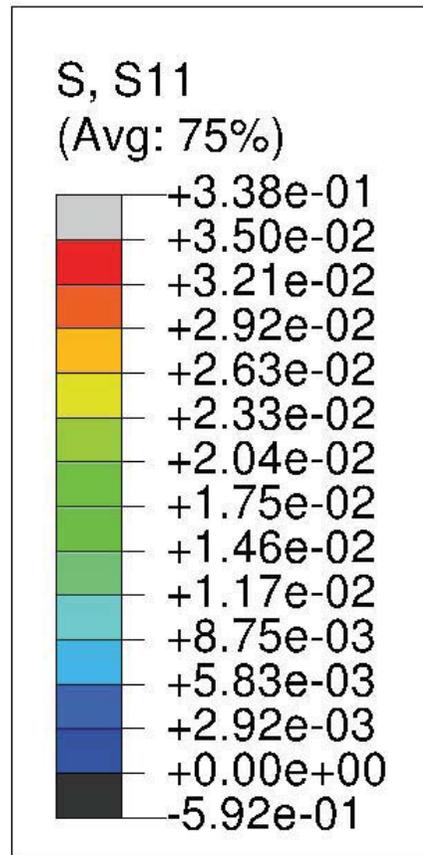
# Linee di livello di $\tau$ nella fase elastica iniziale

## T=1



# Linee di livello di $\sigma$ nella fase elastica iniziale

## T=1



# Il criterio di inizio della frattura

Il criterio di **inizio** della frattura e' stato assunto come segue:

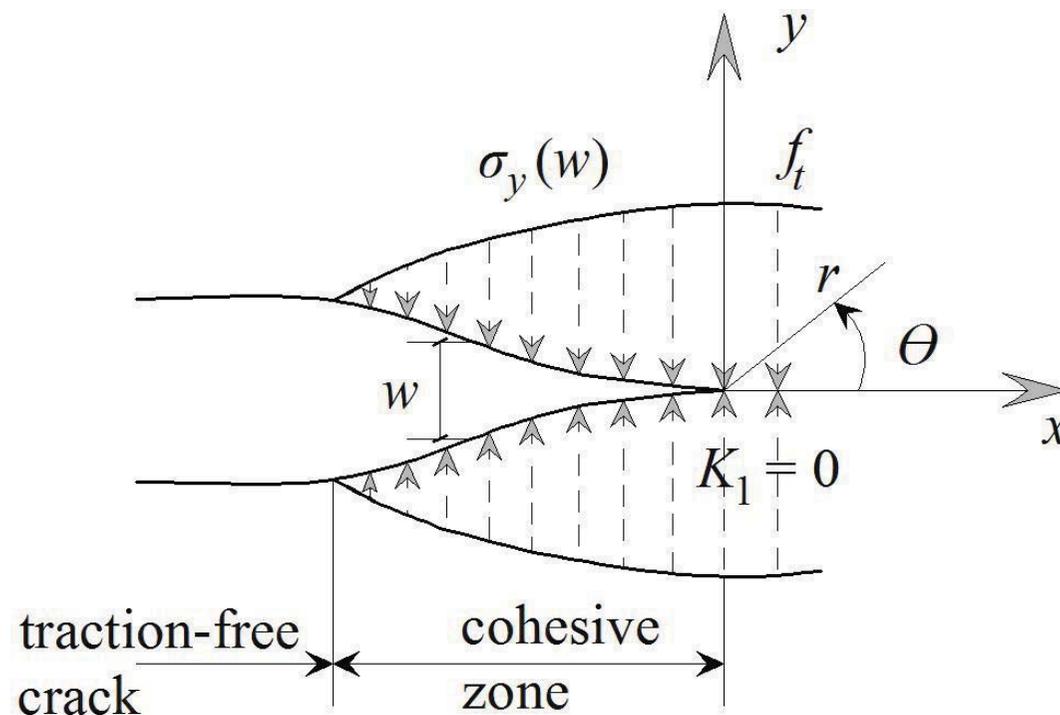
$$\left(\frac{\sigma_0}{f_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_0}{f_s}\right)^2 = 1 \quad (1)$$

dove  $\sigma_0$  e  $\tau_0$  indicano rispettivamente le componenti di tensione ultima normale e tangenziale al giunto e  $f_t$  e  $f_s$  indicano le corrispondenti resistenze.



# Il modello della frattura coesiva

Secondo il modello della **frattura coesiva** entrambe le componenti di tensione coesiva sono funzioni decrescenti del modulo della discontinuità di spostamento. Per semplicità in figura è indicata la sola componente normale.

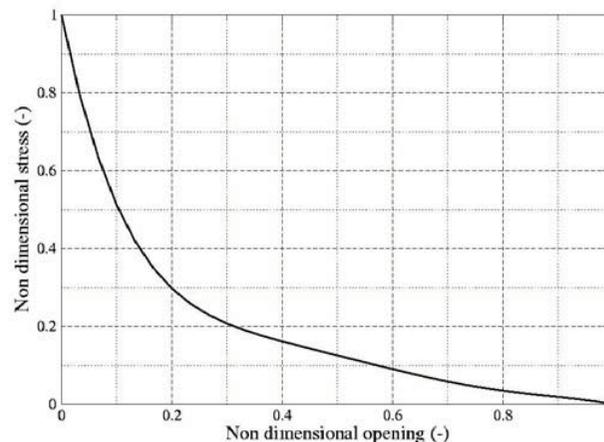


# Il criterio di evoluzione della frattura

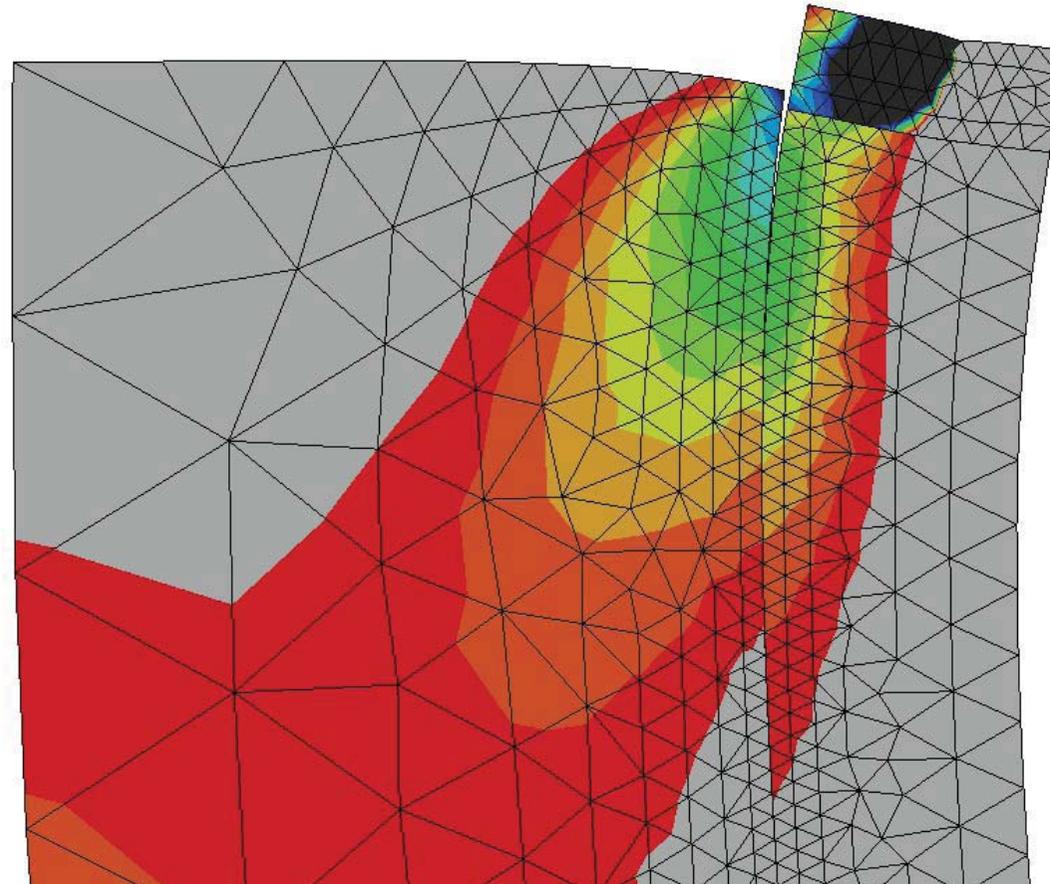
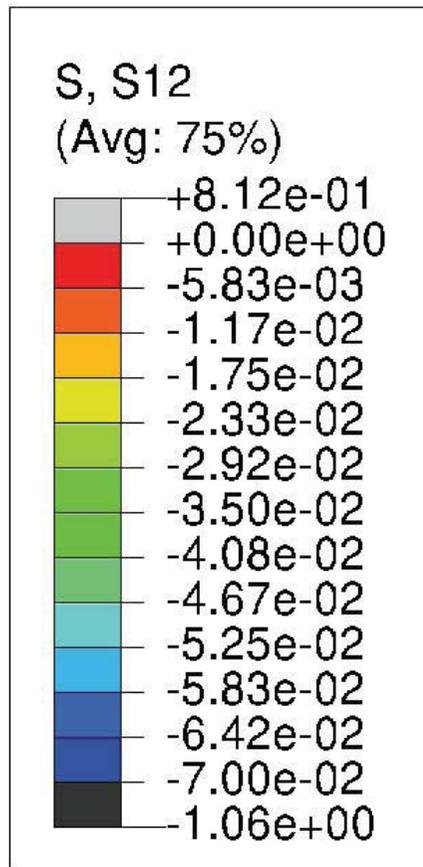
Le tensioni coesive sono assunte **funzioni decrescenti della discontinuita' di spostamento** espressa da:

$$W_{eff} = \sqrt{\left(\frac{W_n}{W_{nc}}\right)^2 + \left(\frac{W_t}{W_{tc}}\right)^2} \quad (2)$$

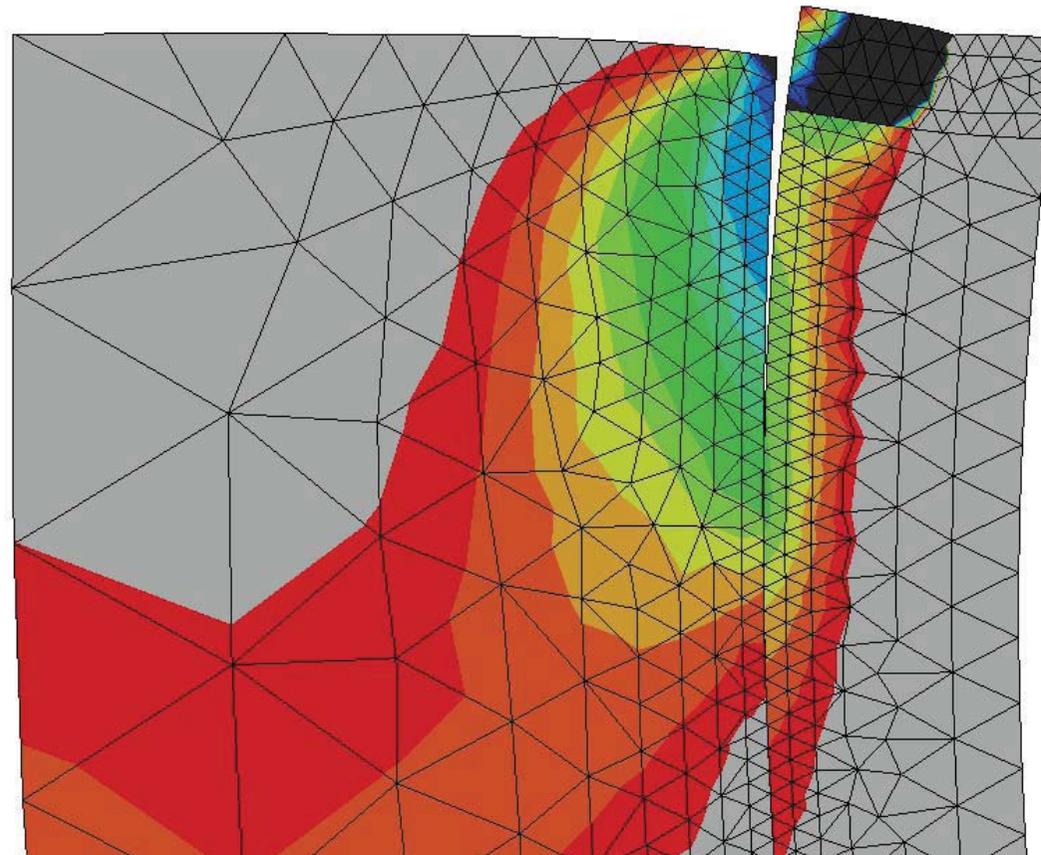
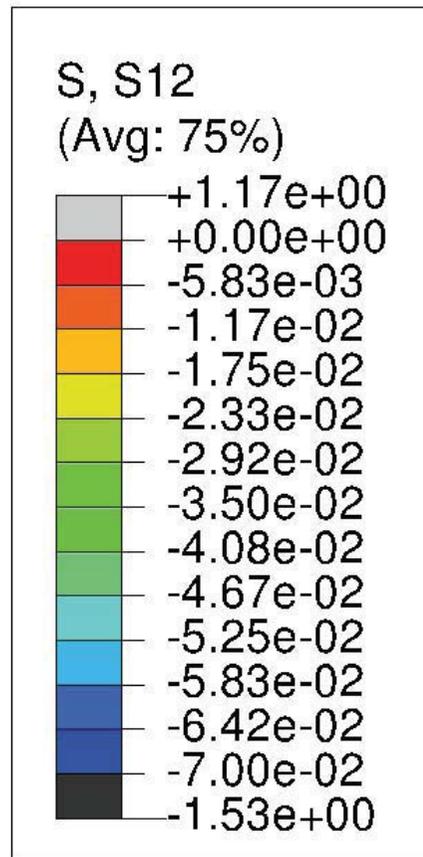
dove  $w_n$  rappresenta la componente normale della discontinuita' di spostamento e  $w_t$  quella tangenziale.  $w_{nc}$  e  $w_{tc}$  sono i corrispondenti valori critici, assunti 0.1 mm.



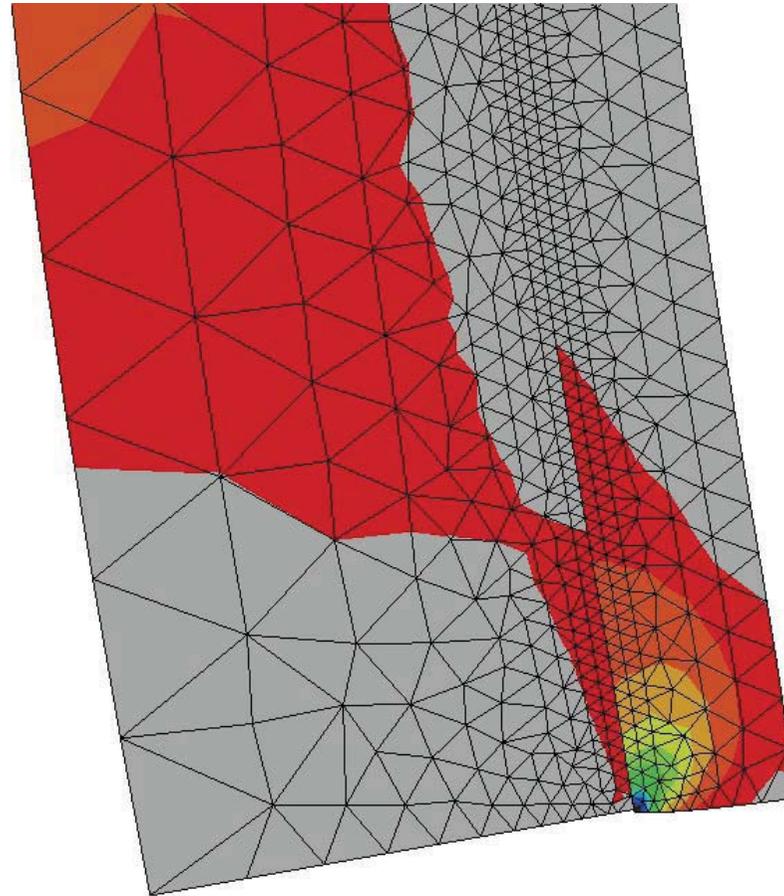
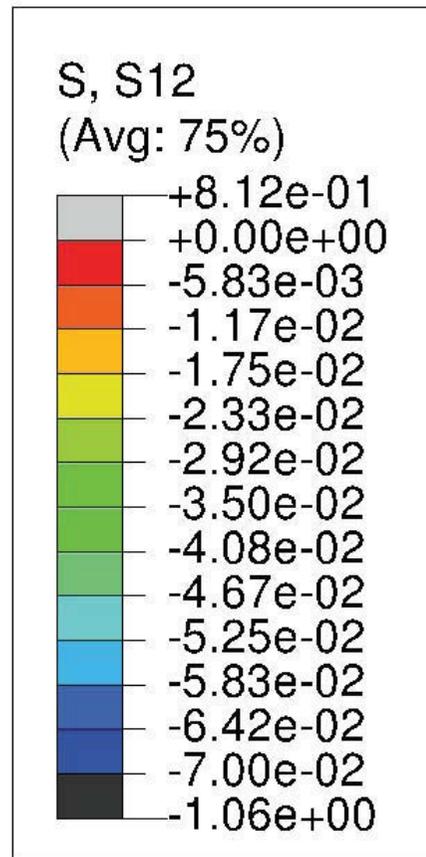
# Linee di livello di $\tau$ in fase coesiva T=2



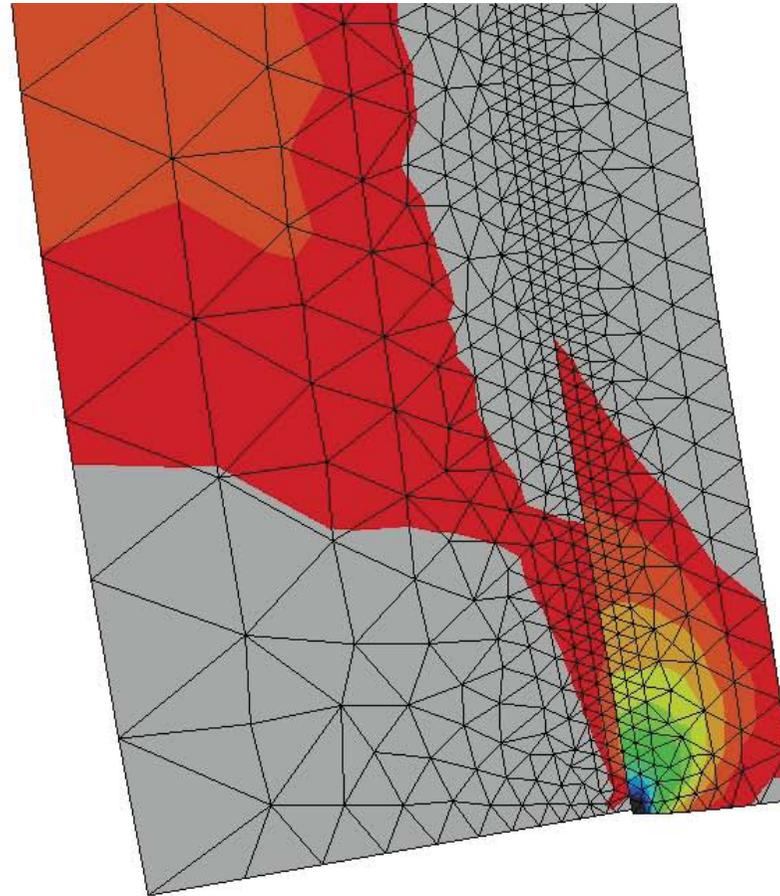
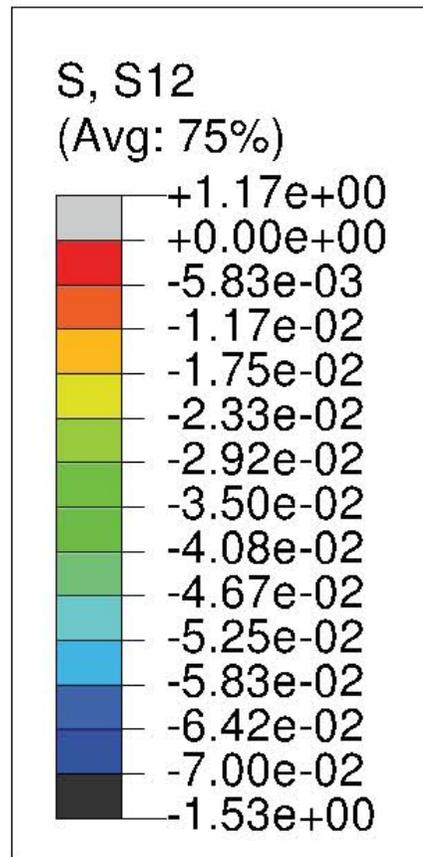
# Linee di livello di $\tau$ in fase coesiva T=3



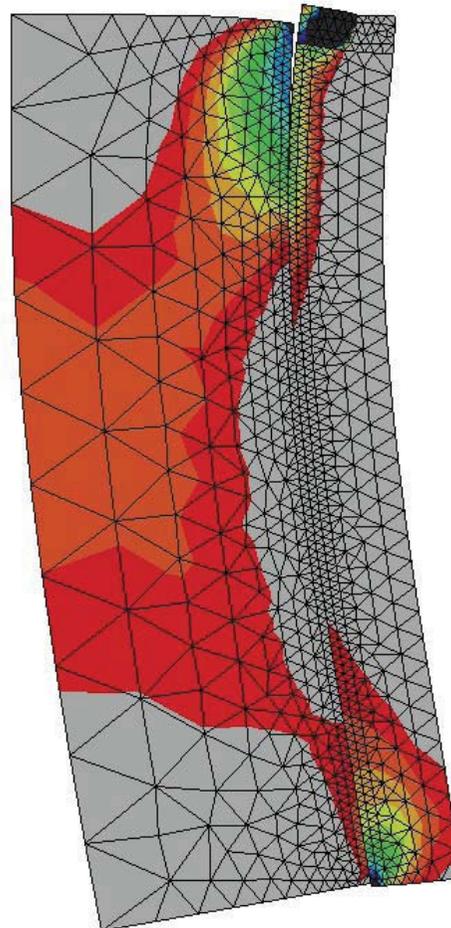
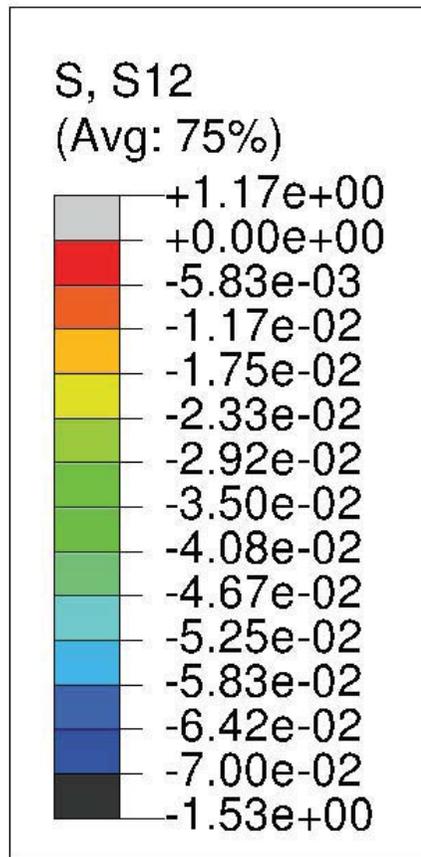
# Linee di livello di $\tau$ in fase coesiva T=2



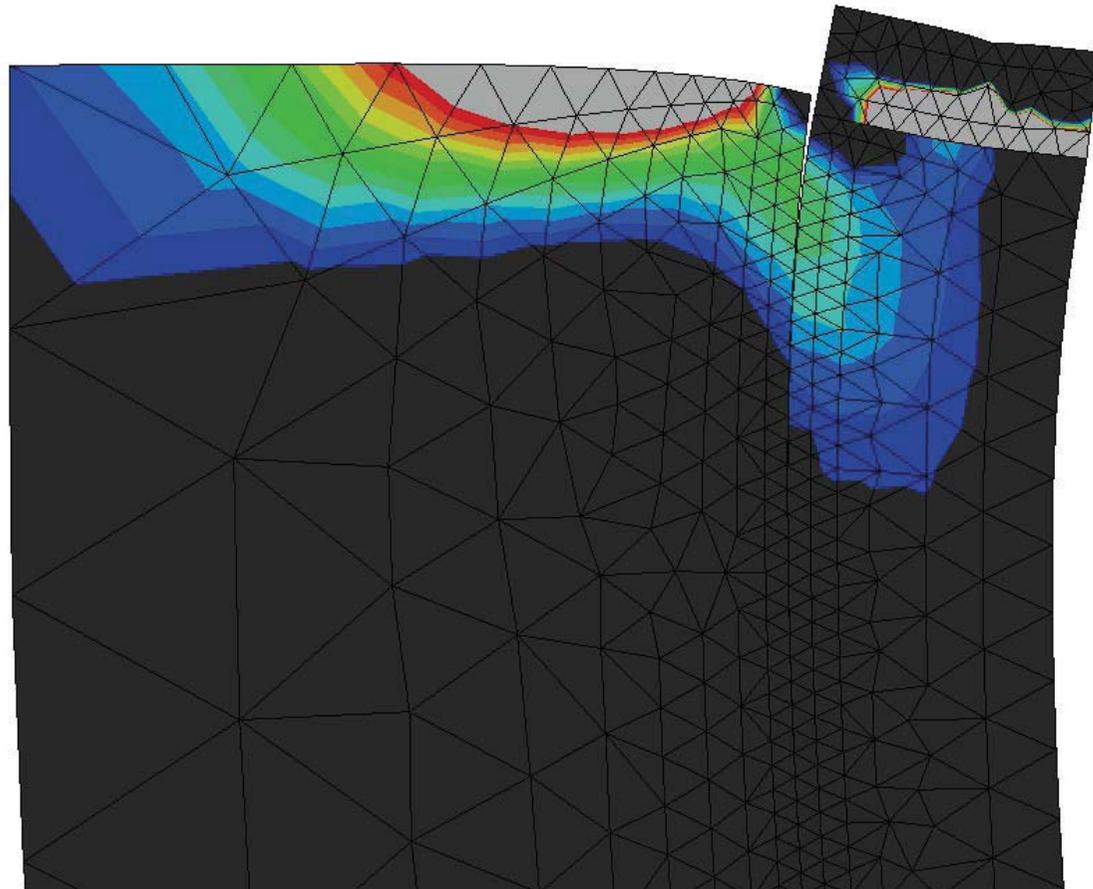
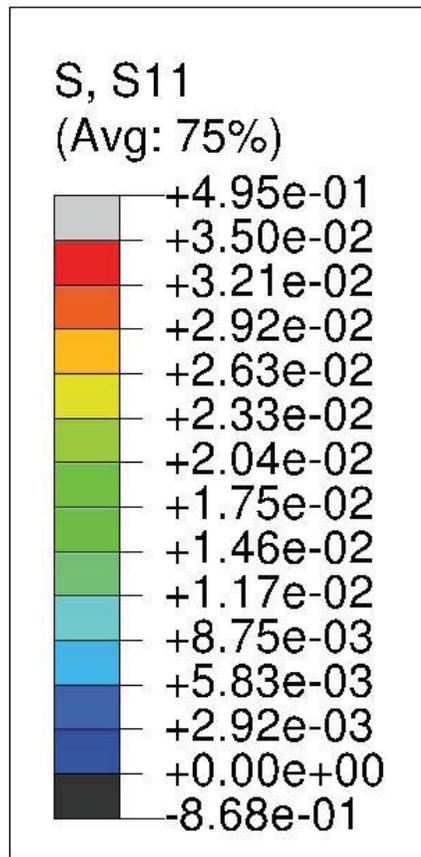
# Linee di livello di $\tau$ in fase coesiva T=3



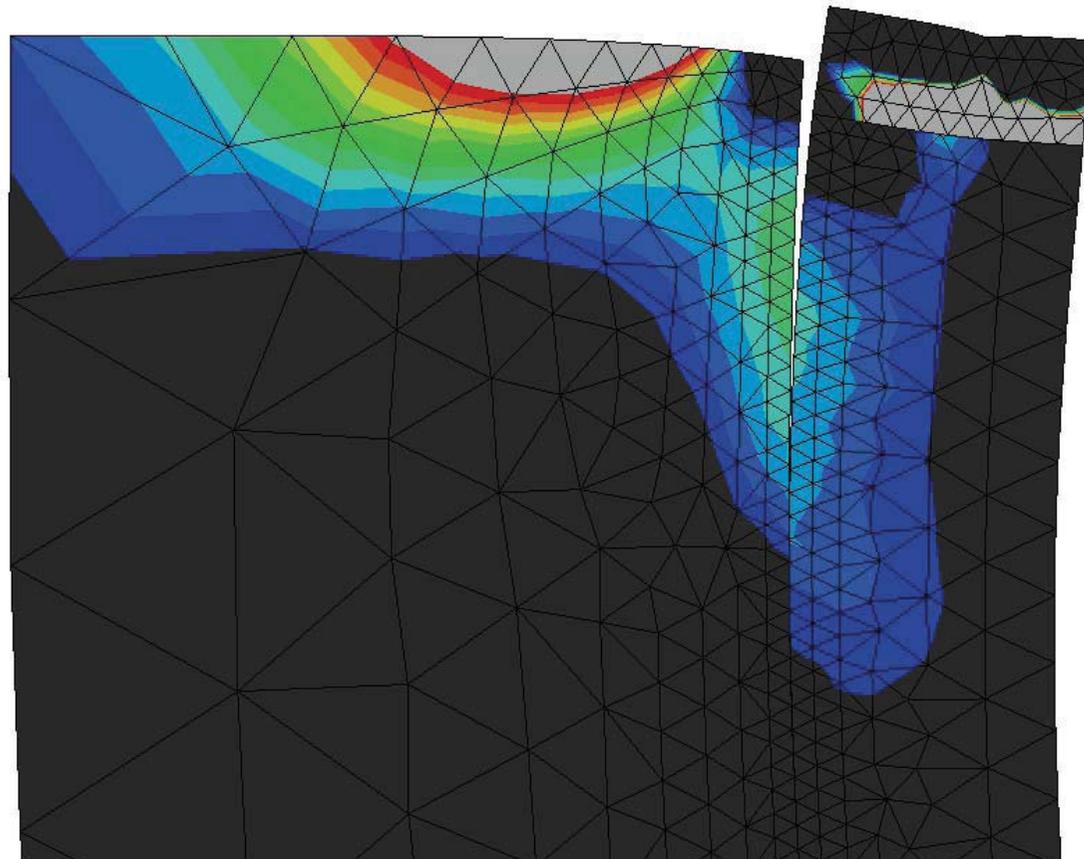
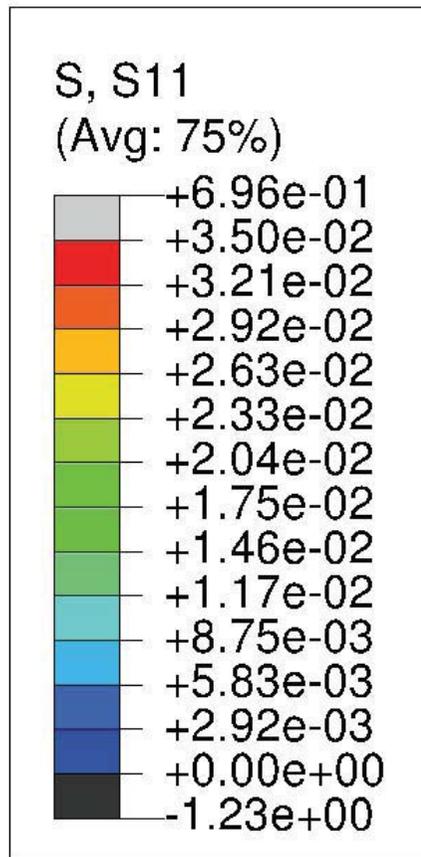
# Linee di livello di $\tau$ in fase coesiva T=3



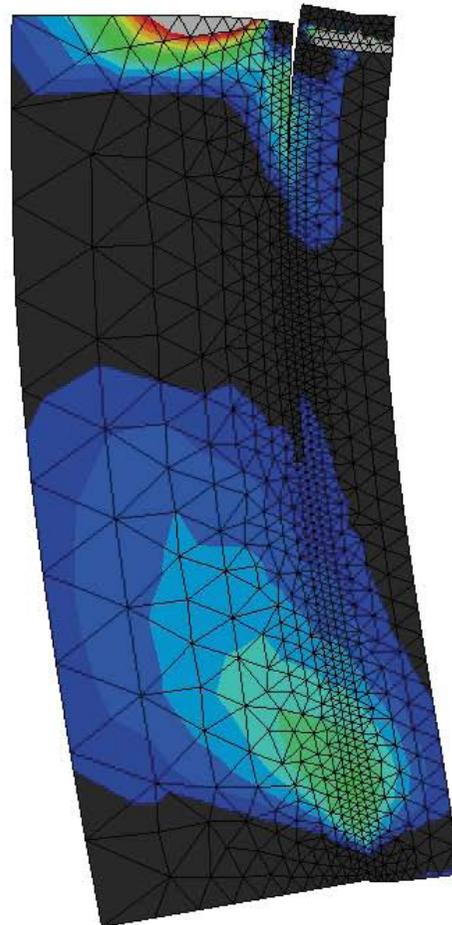
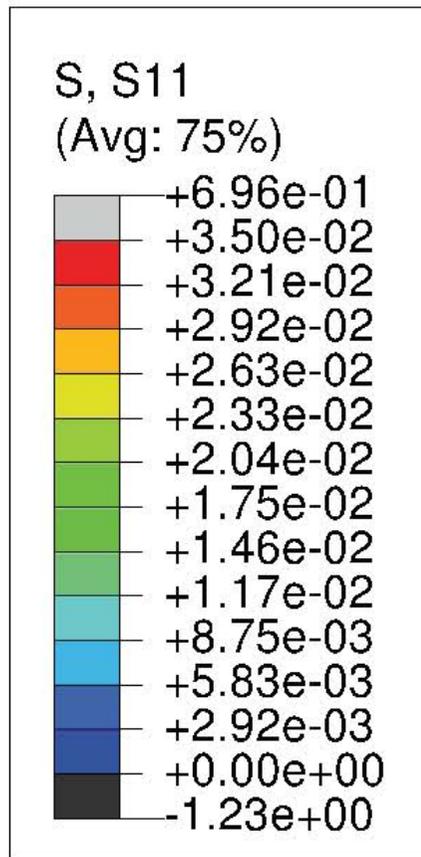
# Linee di livello di $\sigma$ in fase coesiva T=2



# Linee di livello di $\sigma$ in fase coesiva T=3

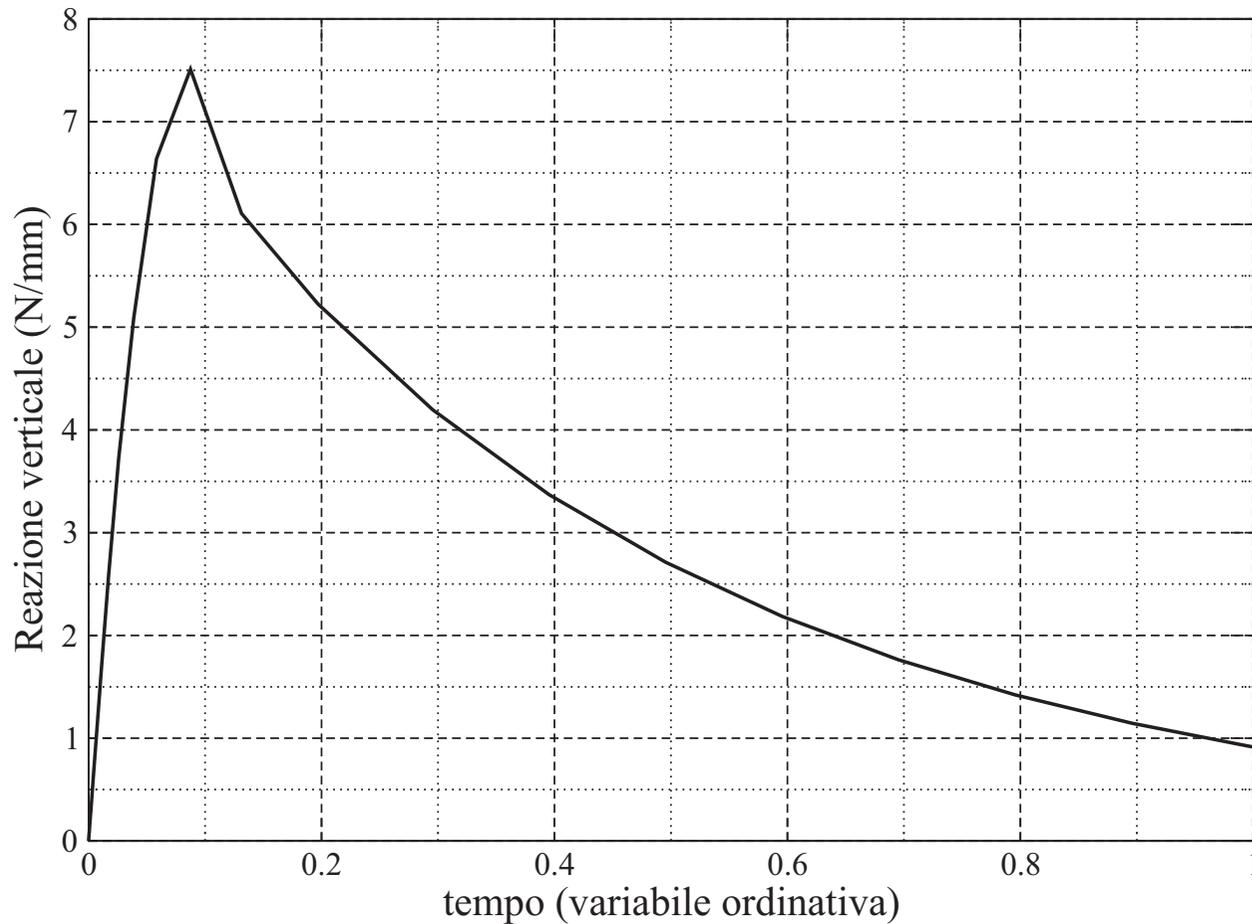


# Linee di livello di $\sigma$ in fase coesiva T=3



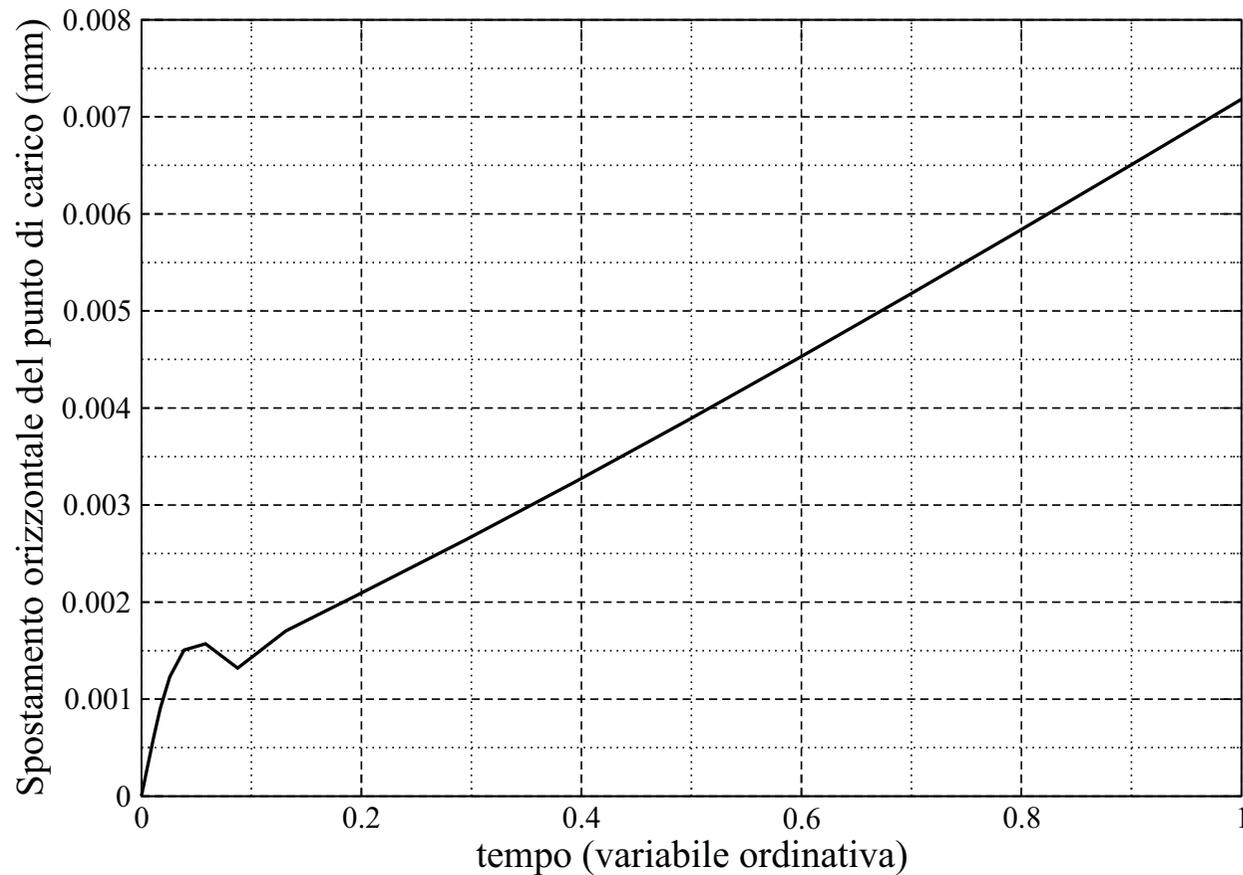
# Carico esterno

Il punto di carico viene abbassato di 0.04 mm a velocità costante.



# Spostamento orizzontale del punto di carico

Il punto di carico viene abbassato di 0.04 mm a velocità costante.



# Conclusioni

- ▶ Le simulazione numeriche, eseguite col modello della **fessura coesiva** mostrano la controllabilita' della prova di laboratorio in condizioni **quasi-statiche**.
- ▶ Precedenti esperienze in condizioni analoghe hanno dimostrato che la propagazione **sub-critica per fatica** porta al collasso quando il percorso nel piano carico-spostamento **raggiunge la curva quasi-statica**.
- ▶ Con questo **protocollo di prove accelerate** intendiamo confrontare diverse soluzioni di collegamento tra intonaco e muratura.

