

Un algoritmo di determinazione dello zero di profondità in misure di tensioni residue con metodo del foro su materiali non conduttivi

T. Grossi^a, C. Santus^a, A. Benincasa^b, S. Gulisano^b, P. Neri^a

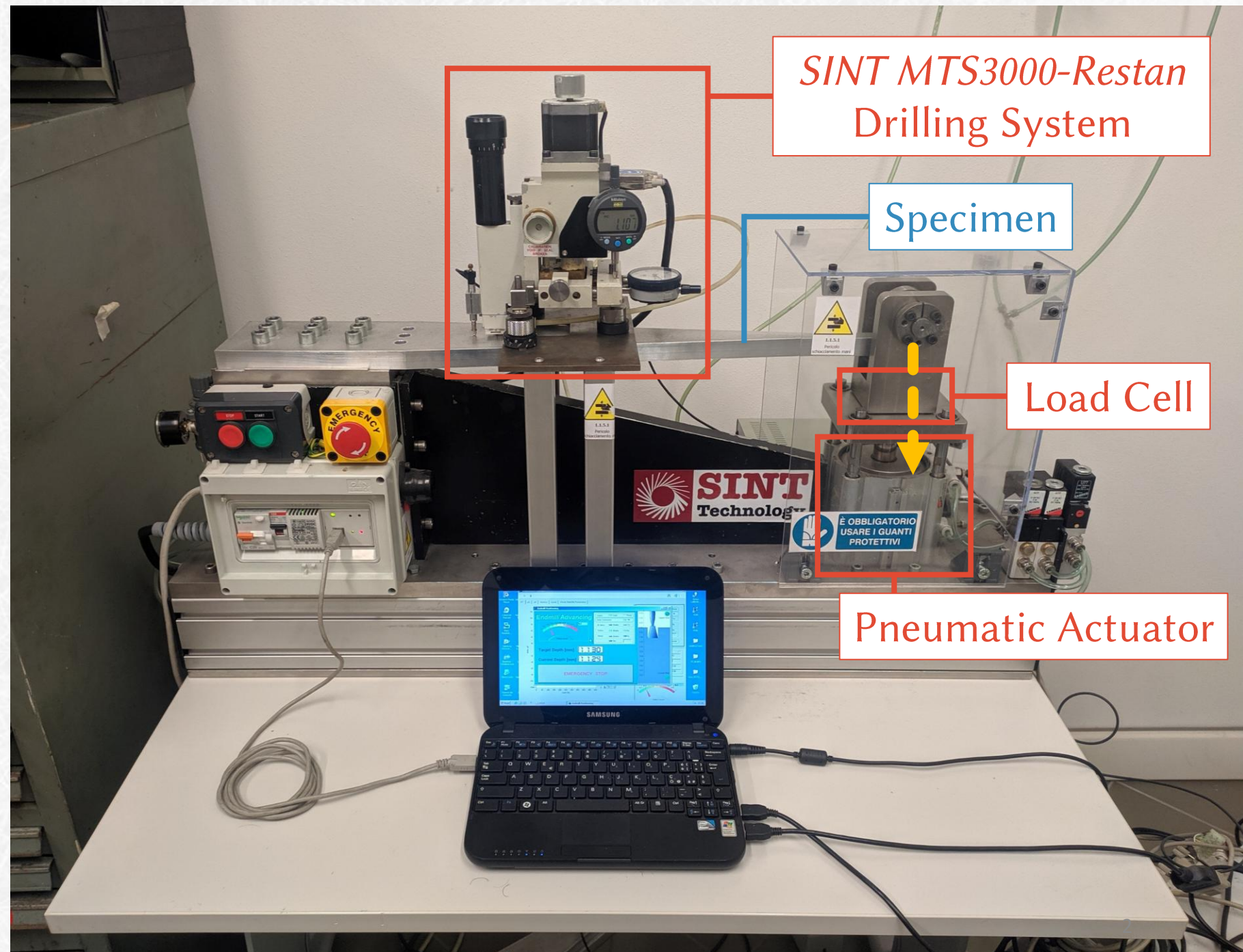
^a DICI - Università di Pisa

^b SINT Technology Srl, Calenzano (FI)

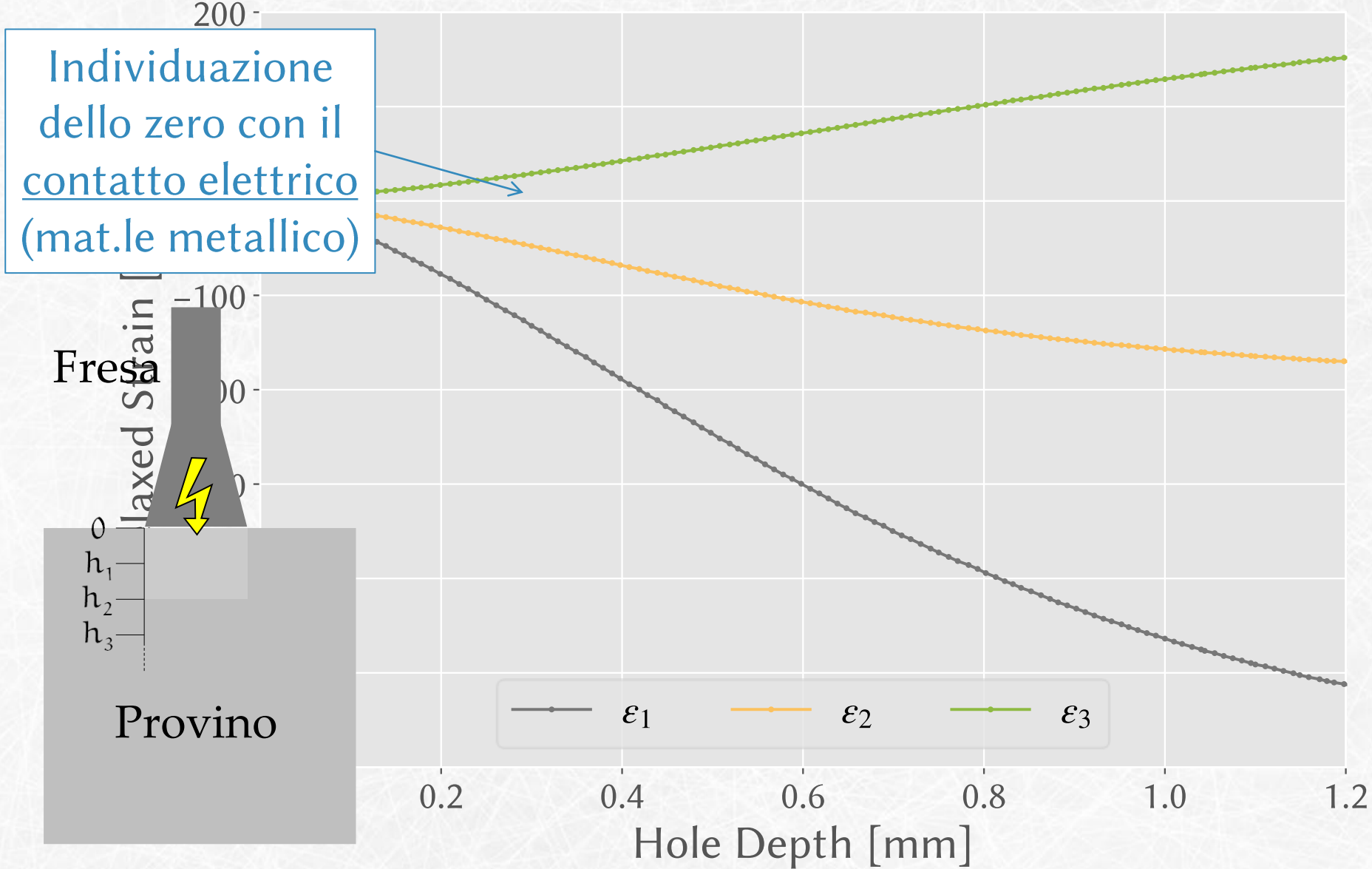
Banco prova a flessione:

(i) flessione nota per
validazione

(ii) disaccoppiamento
fra tensione residua e
flessione



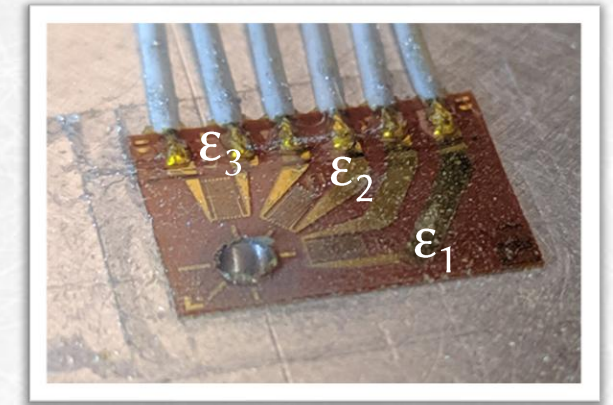
Distribuzione di *relaxed strain* dovuta alla (sola) flessione



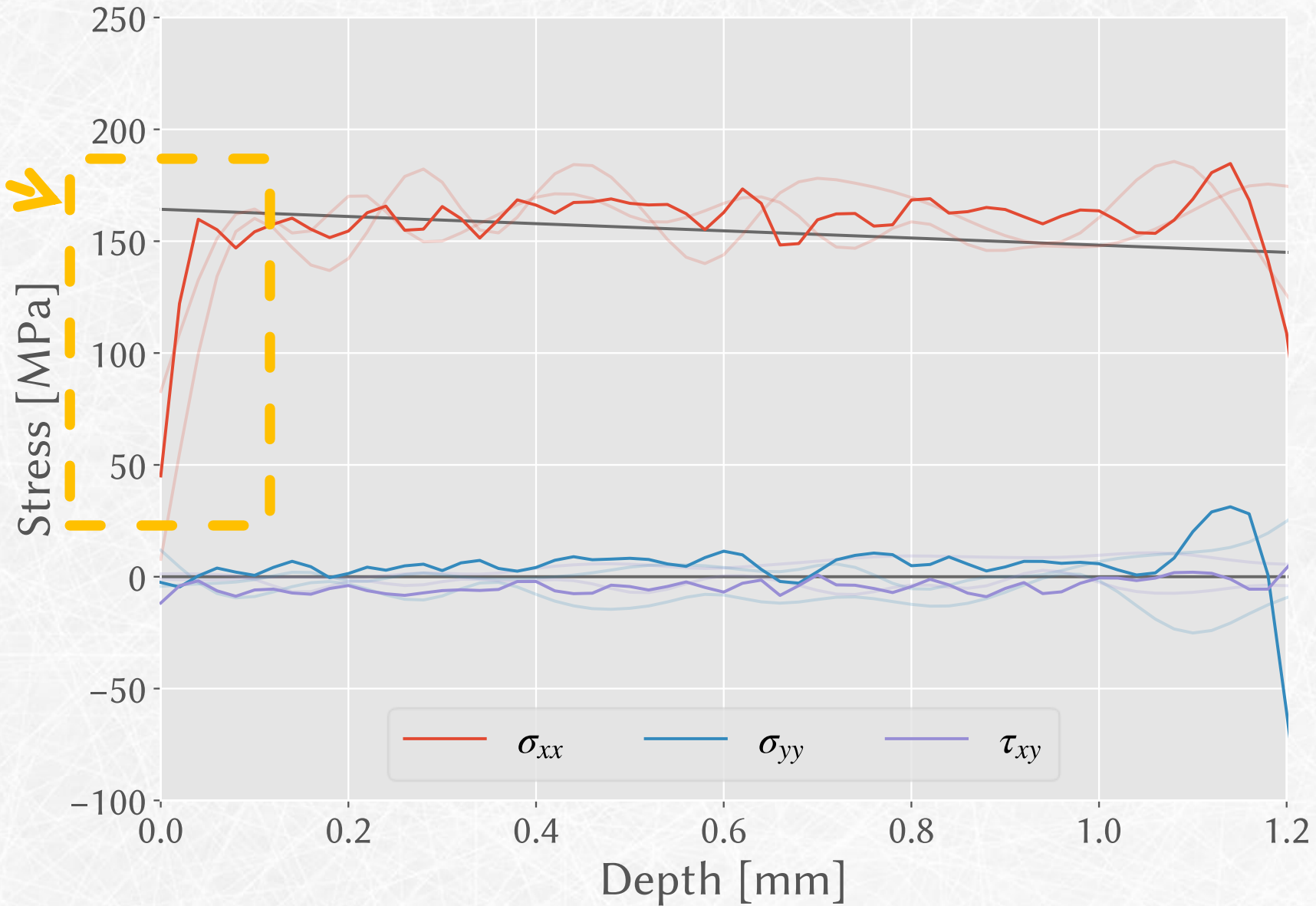
Fresa

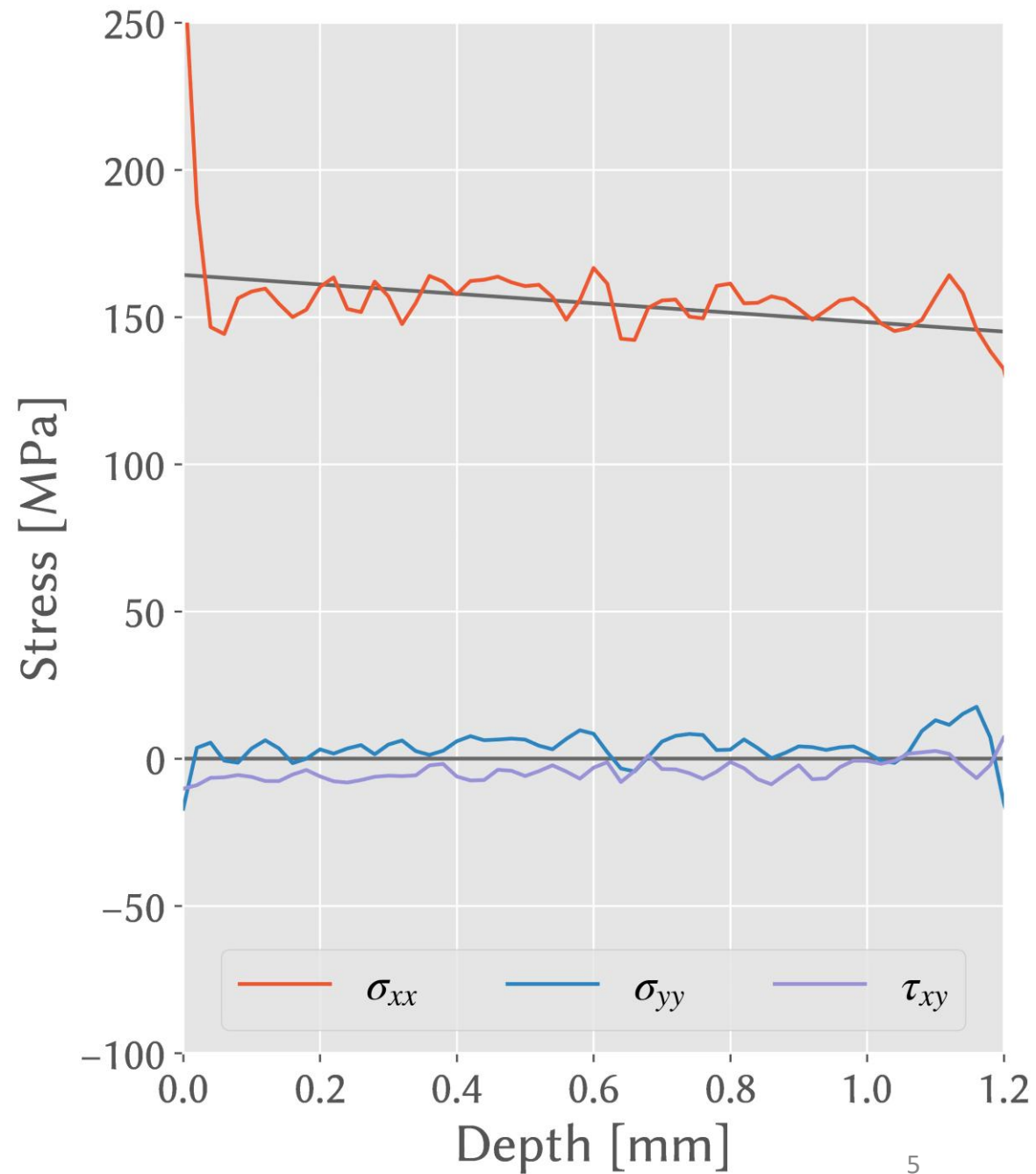
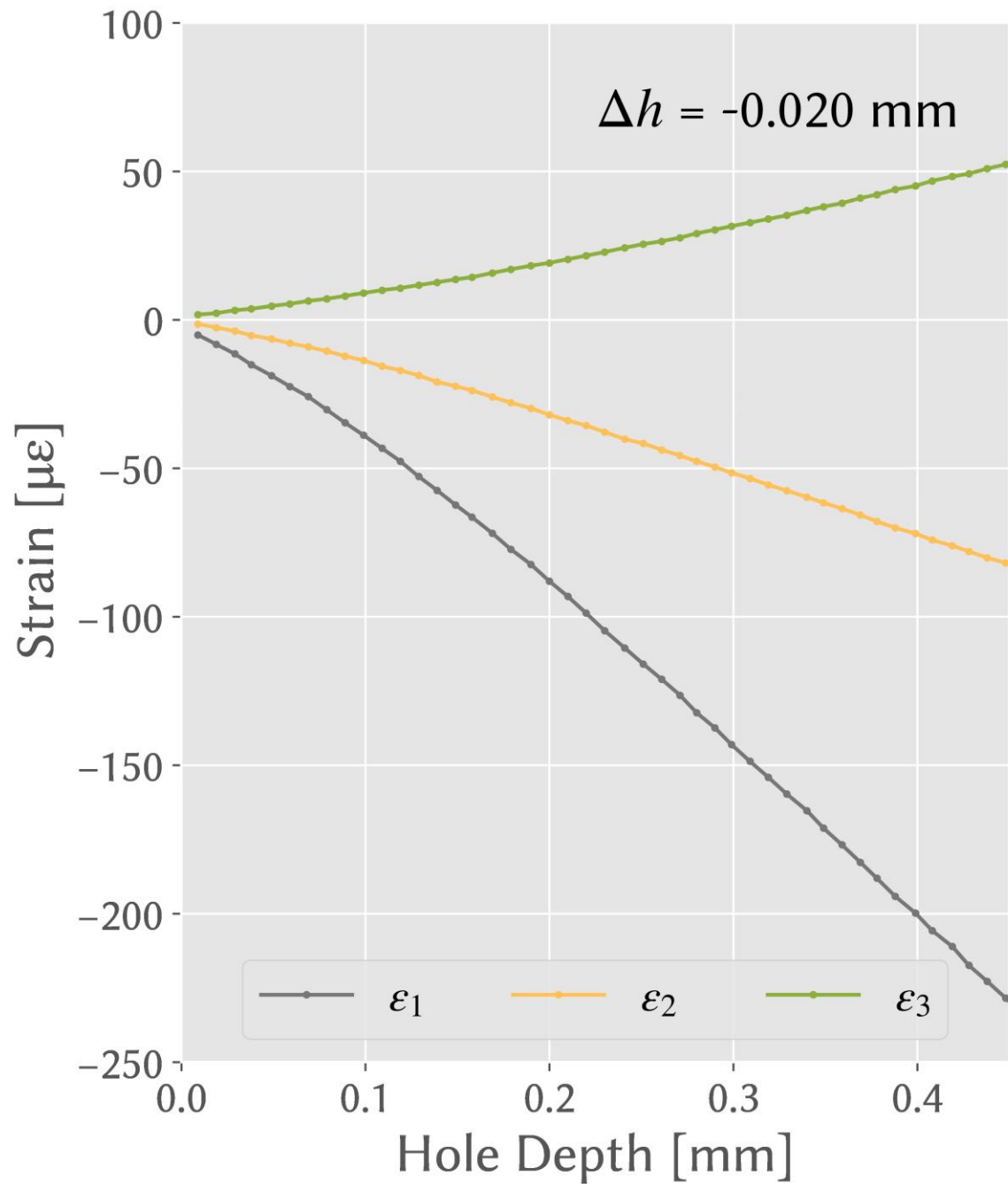
h_1
 h_2
 h_3

Provino

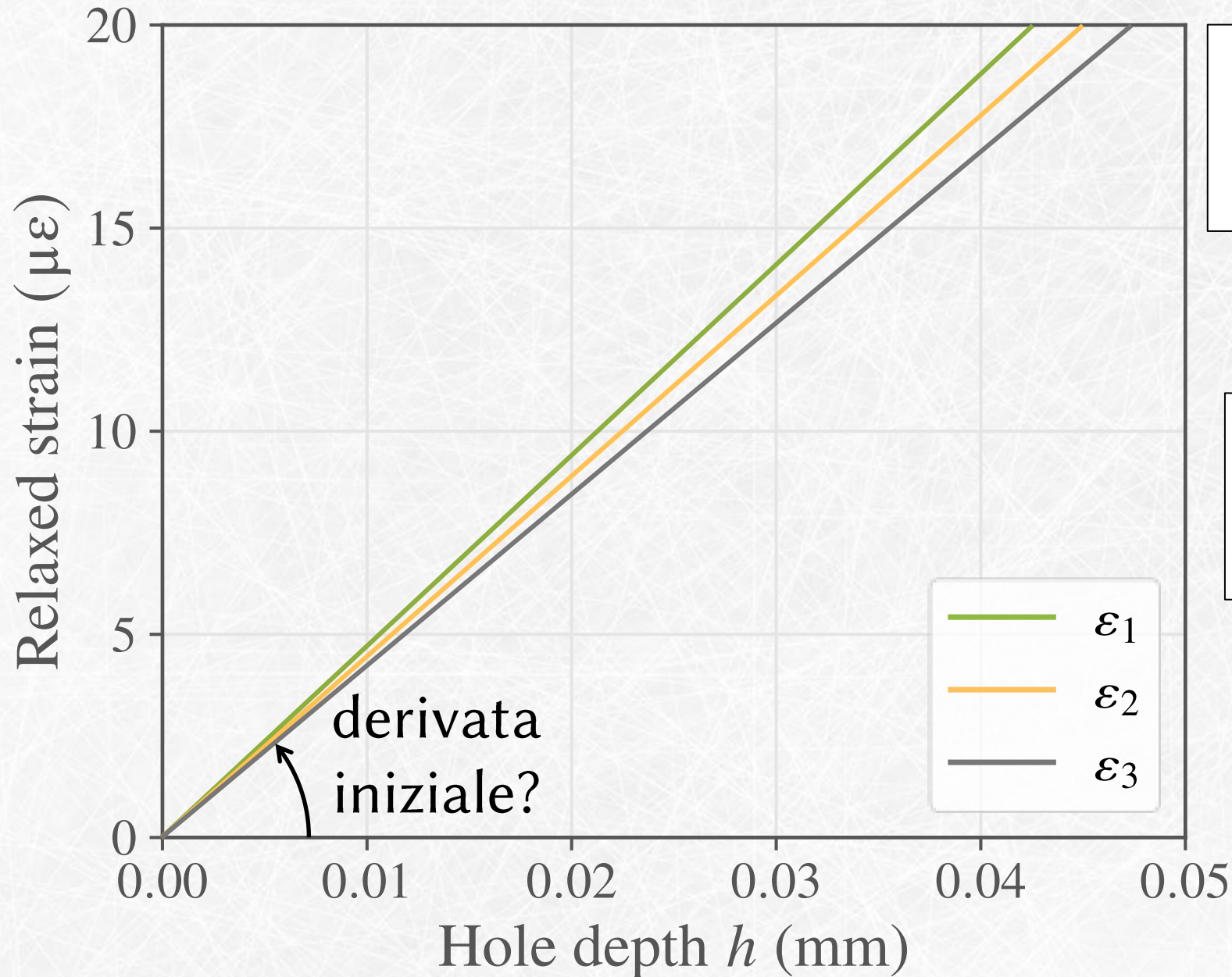


Effetto tipico di un piccolo errore dello zero: esempio 3 misure





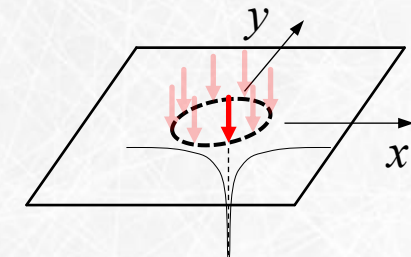
Andamento teorico delle deformazioni rilassate (no errore di prof.tà)



$$\epsilon(h) = \int_0^h A(z, h) \sigma(z) dz$$

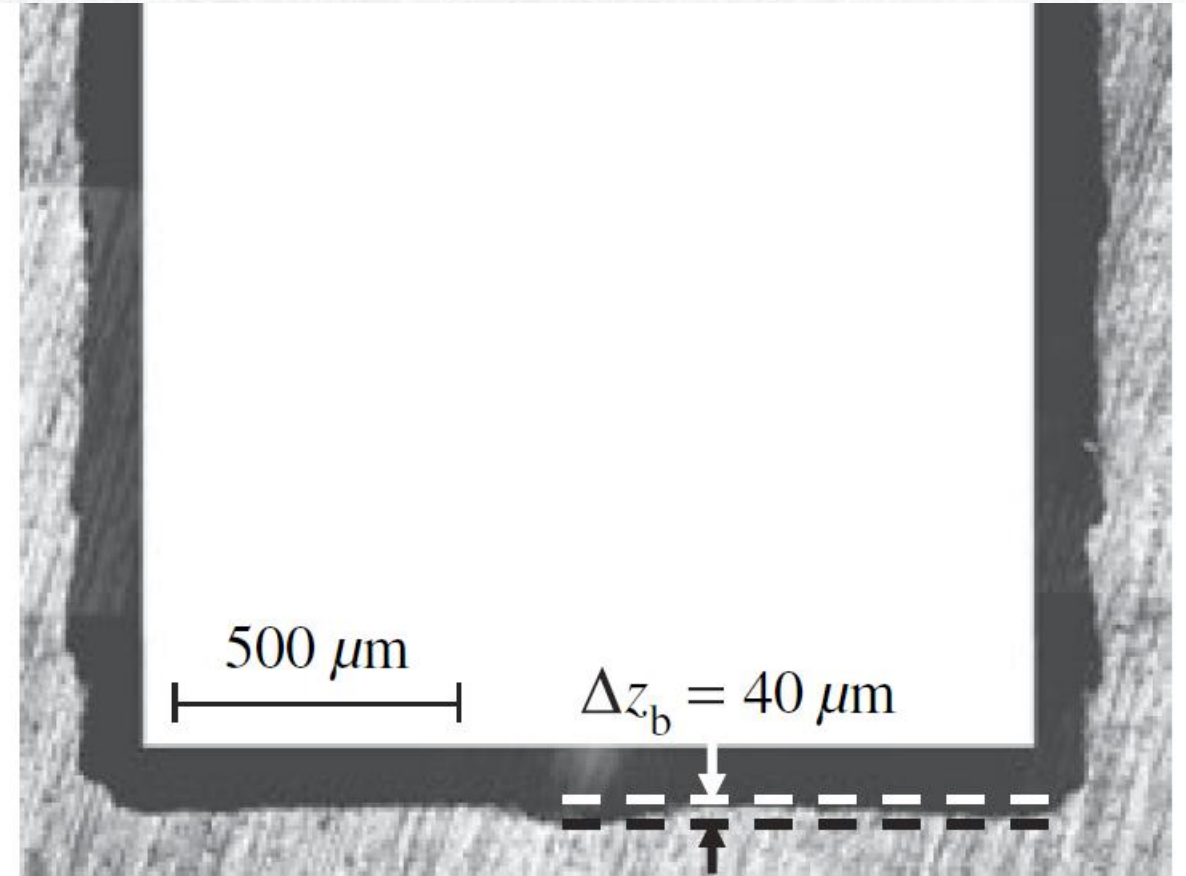
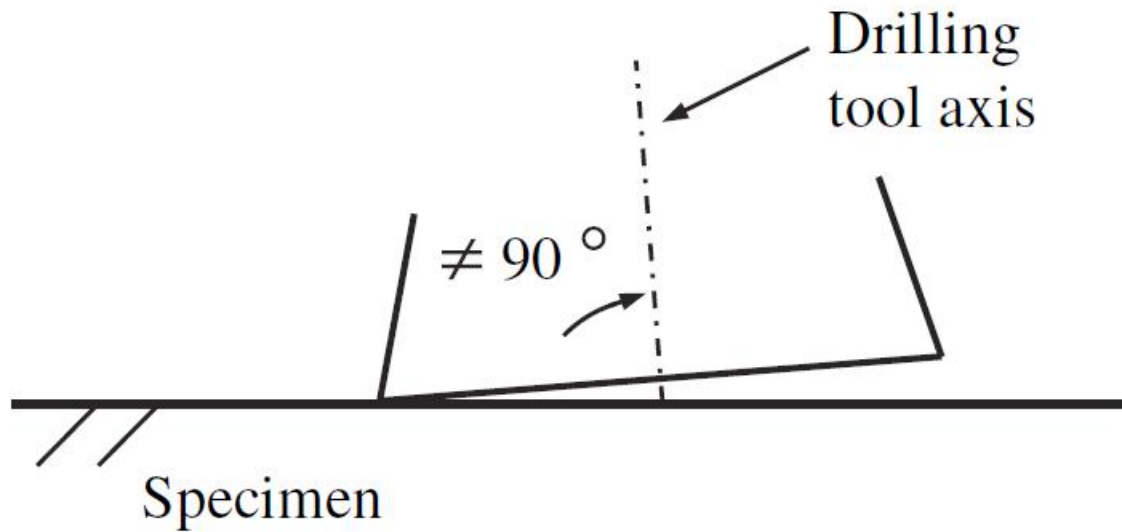
Regola di Leibniz

$$\left. \frac{d\epsilon(h)}{dh} \right|_{h=0} = A(0, 0) \sigma(0)$$



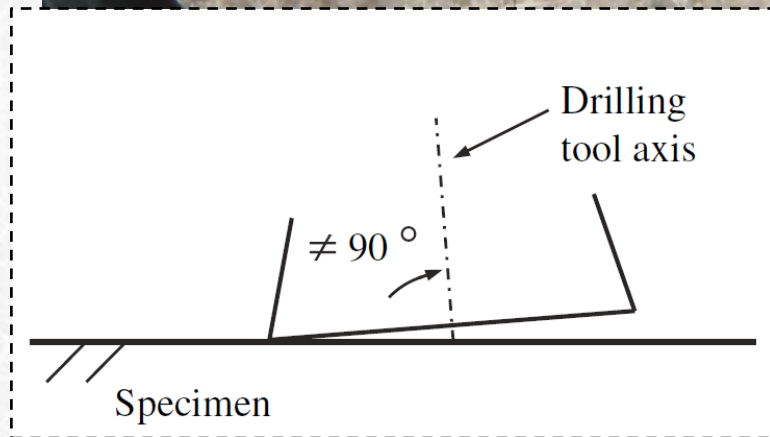
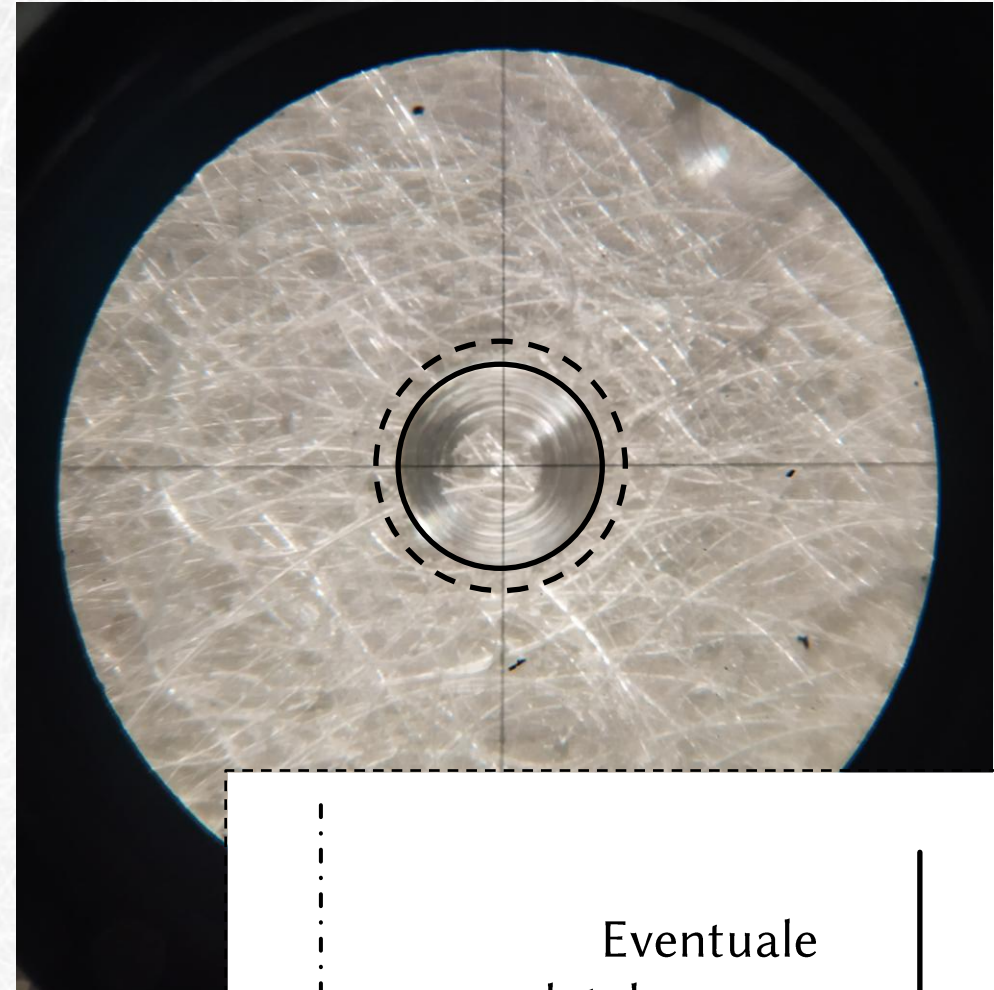
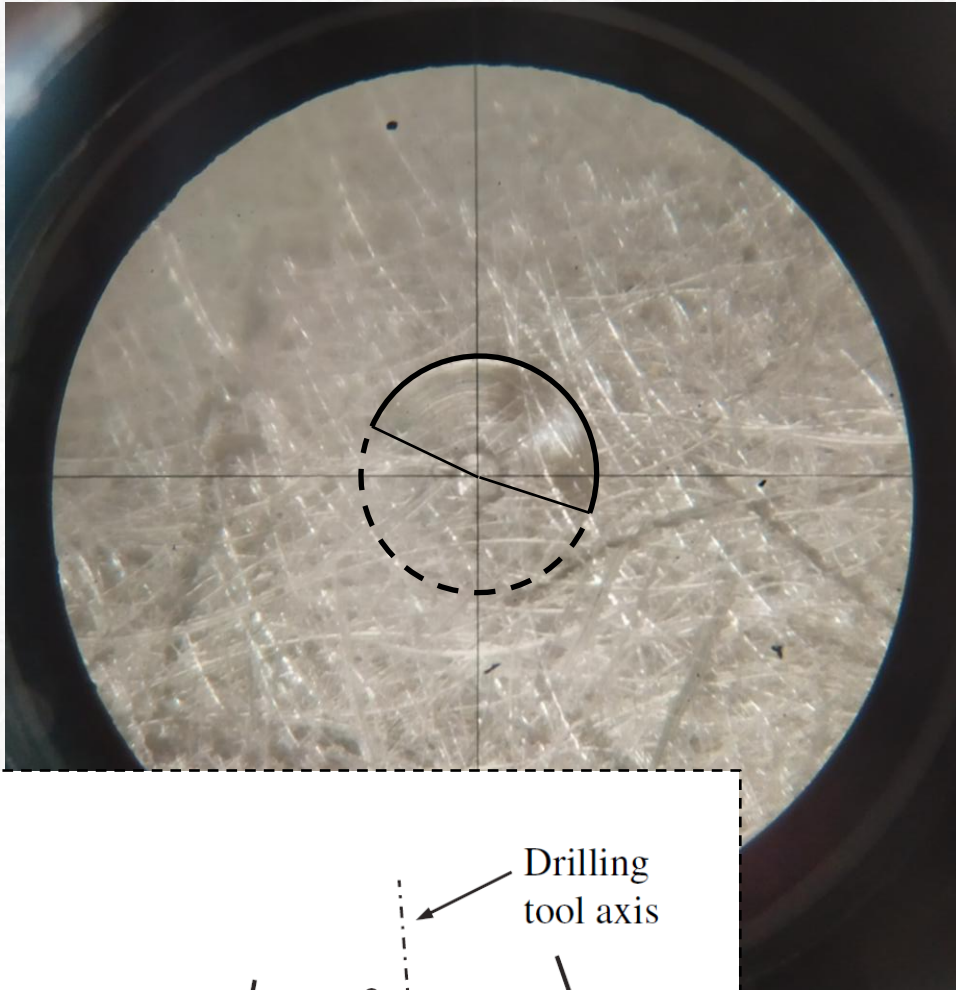
\int Boussinesq's prob.

In alcuni casi esiste un "vero" zero di profondità

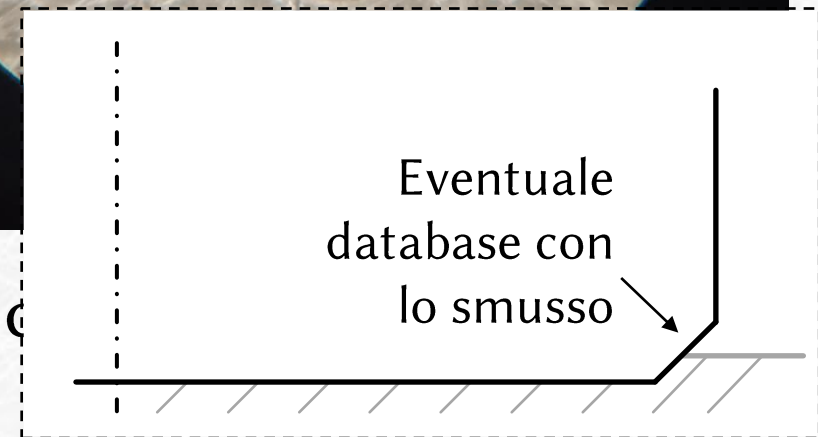


E. Valentini, M. Beghini, L. Bertini, C. Santus, M. Benedetti, "Procedure to Perform a Validated Incremental Hole Drilling Measurement: Application to Shot Peening Residual Stresses", Strain (2011) 47, e605-e618

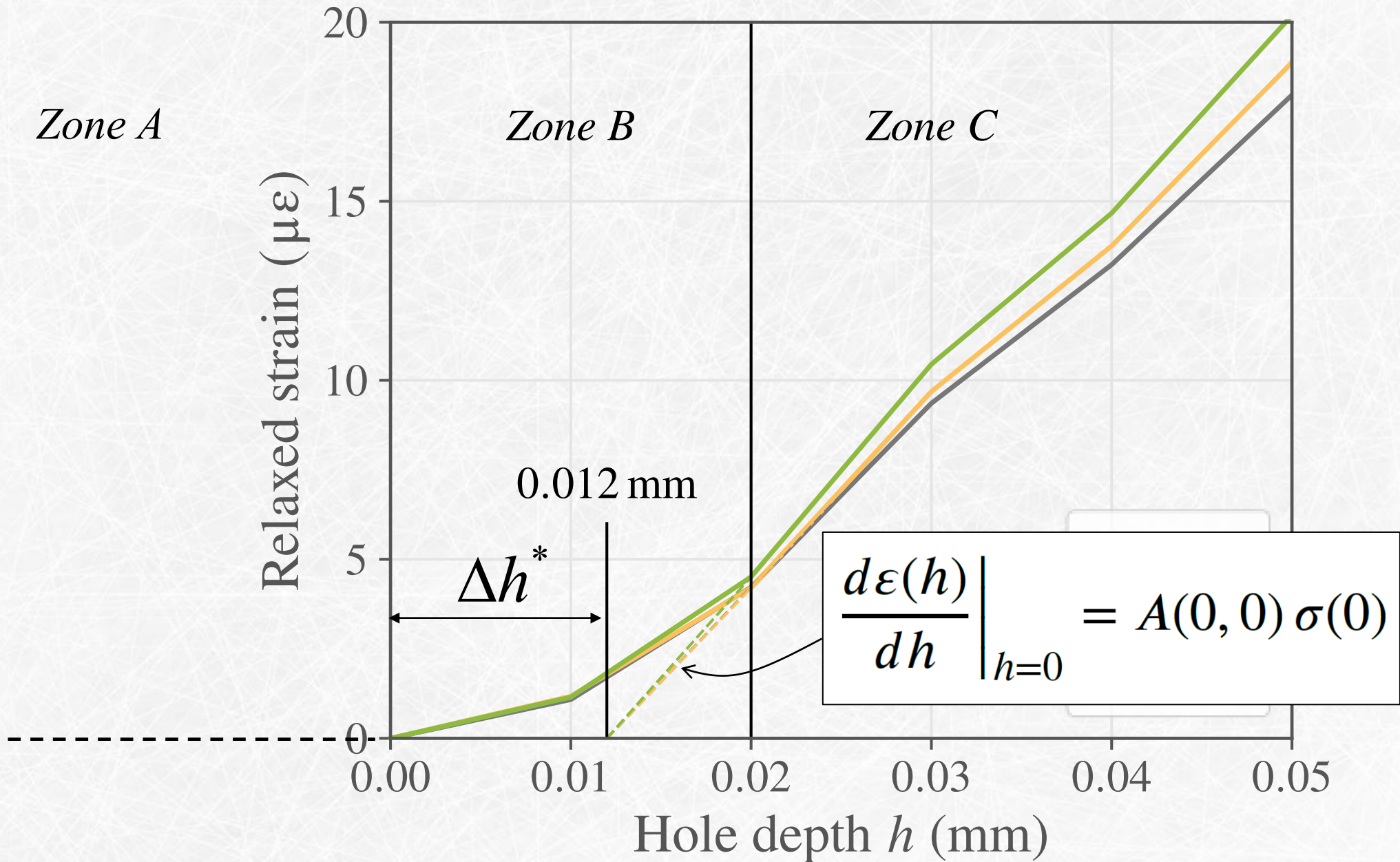
In alcuni casi esiste un "vero" zero di profondità



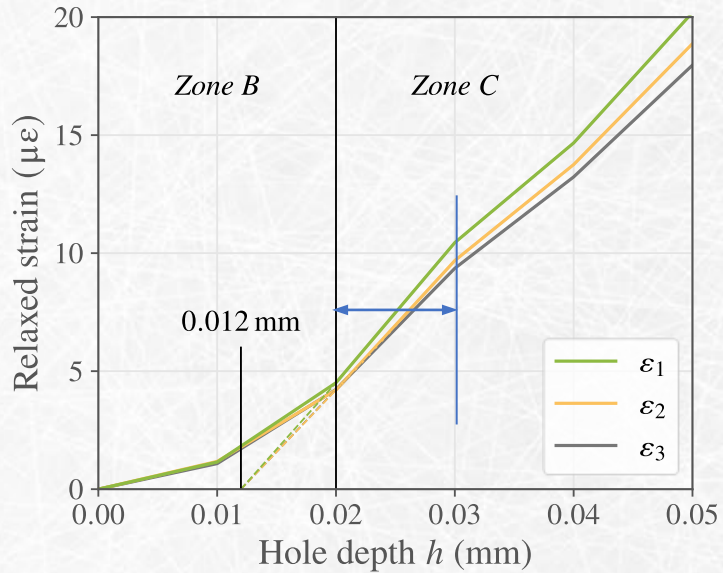
zamento, dopo c



Correzione dello zero di profondità



Correzione dello zero di profondità



Soluzione 1:
tracciare le derivate scegliendo un **intervallo utile**
nella “Zona C”

Soluzione 2 (algoritmo proposto):
Variare il Δh^* (correzione dello zero),
in modo da rendere **minima la derivata
seconda** delle tensioni (su tutta la
profondità e le tre curve)
→ l’effetto principale è in superficie

ASTM E837-20
Standard Test Method for
Determining Residual Stresses by the
Hole-Drilling Strain-Gage Method

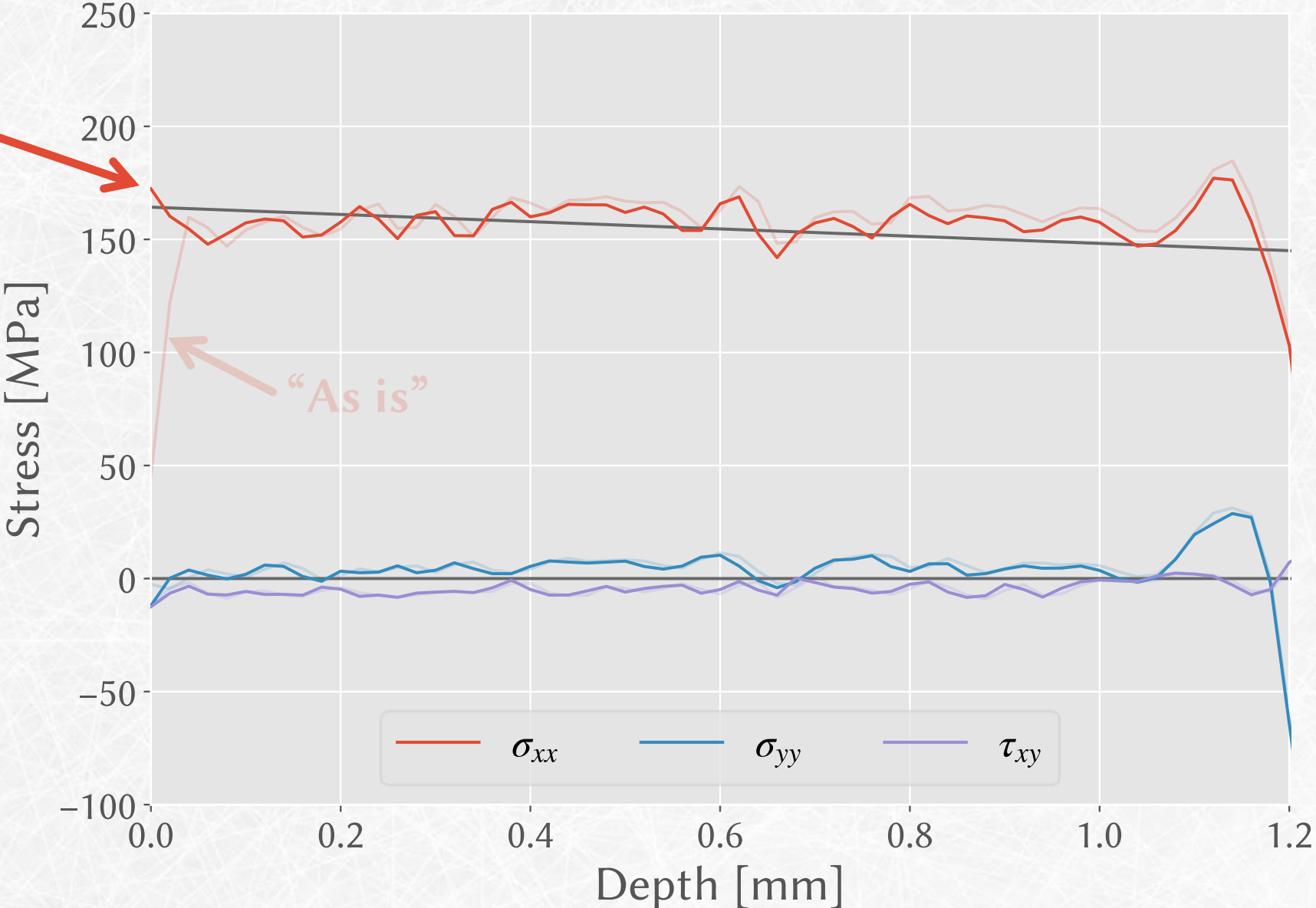
$$\Delta h^* = \arg \min_{\Delta h} \|C's(\Delta h)\|$$

$$C' = \begin{bmatrix} C & 0 & 0 \\ 0 & C & 0 \\ 0 & 0 & C \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

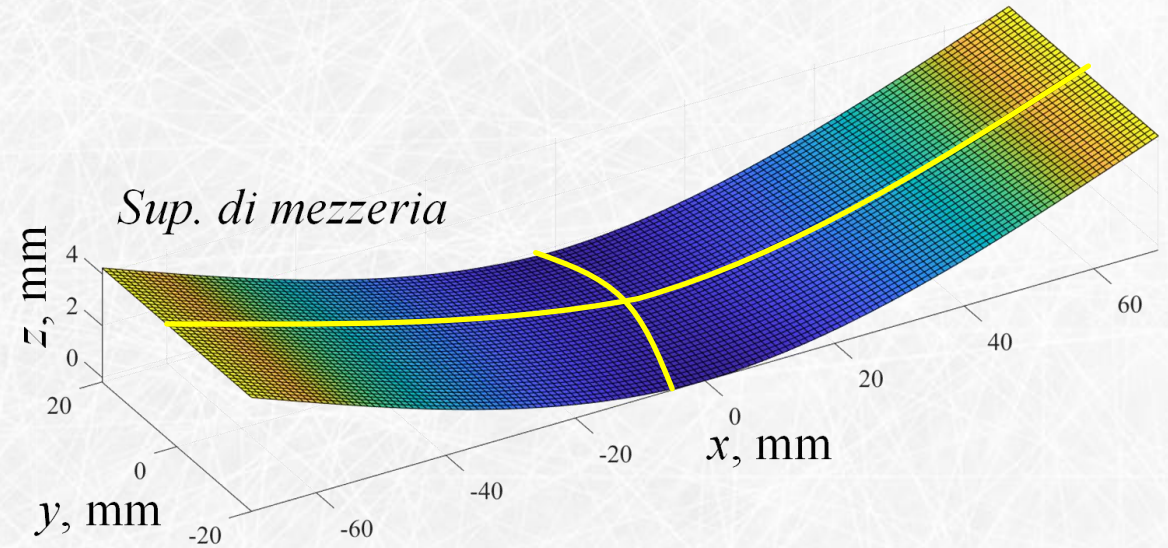
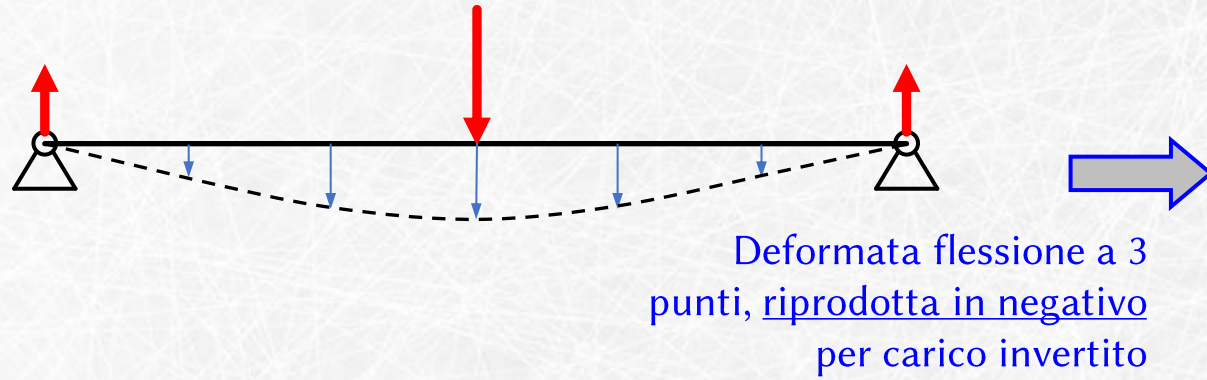
Correzione della profondità, banco a flessione

Correzione
zero prof.tà
 $\Delta h^* = 0.012 \text{ mm}$

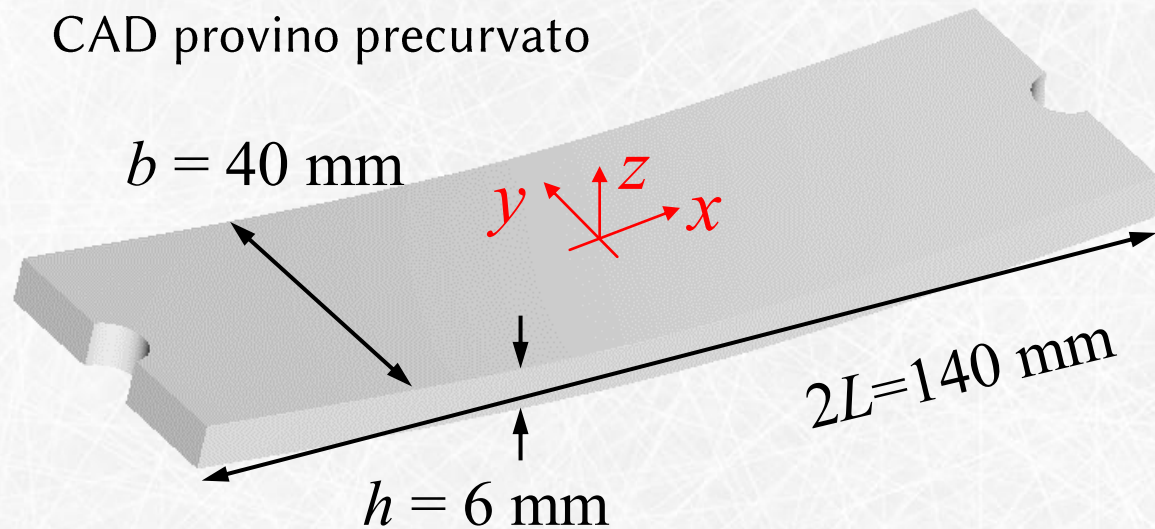


Estensione della correzione di
profondità a materiale non conduttivo

Provino precurvato, realizzato con stampa FDM in PLA



CAD provino precurvato

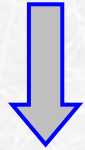


Stampa in PLA mediante FDM

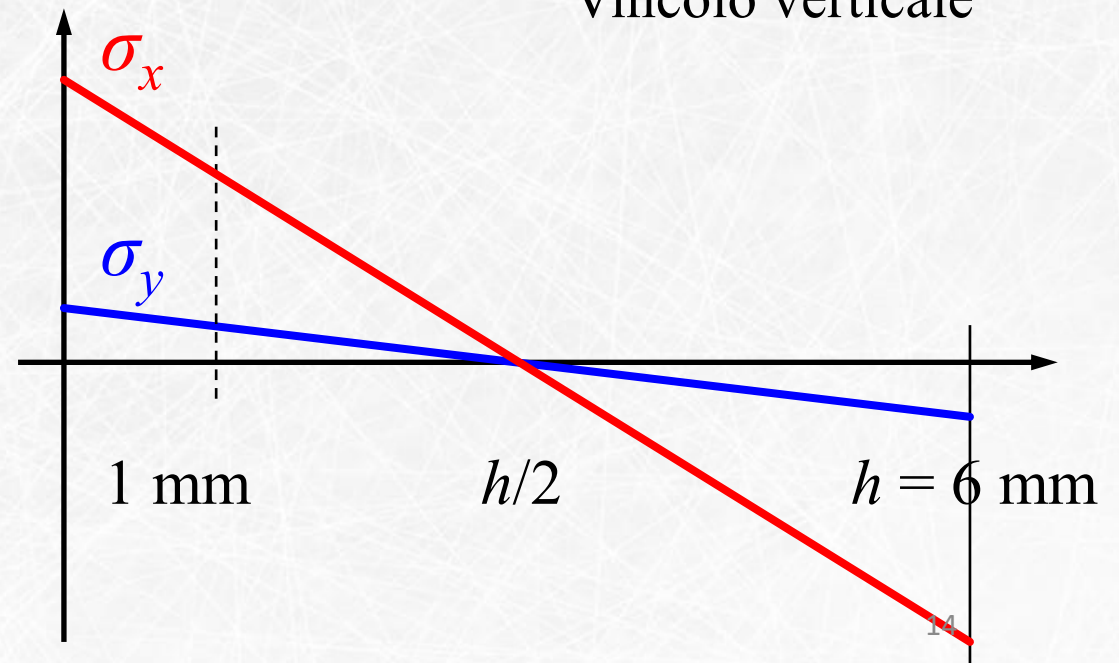
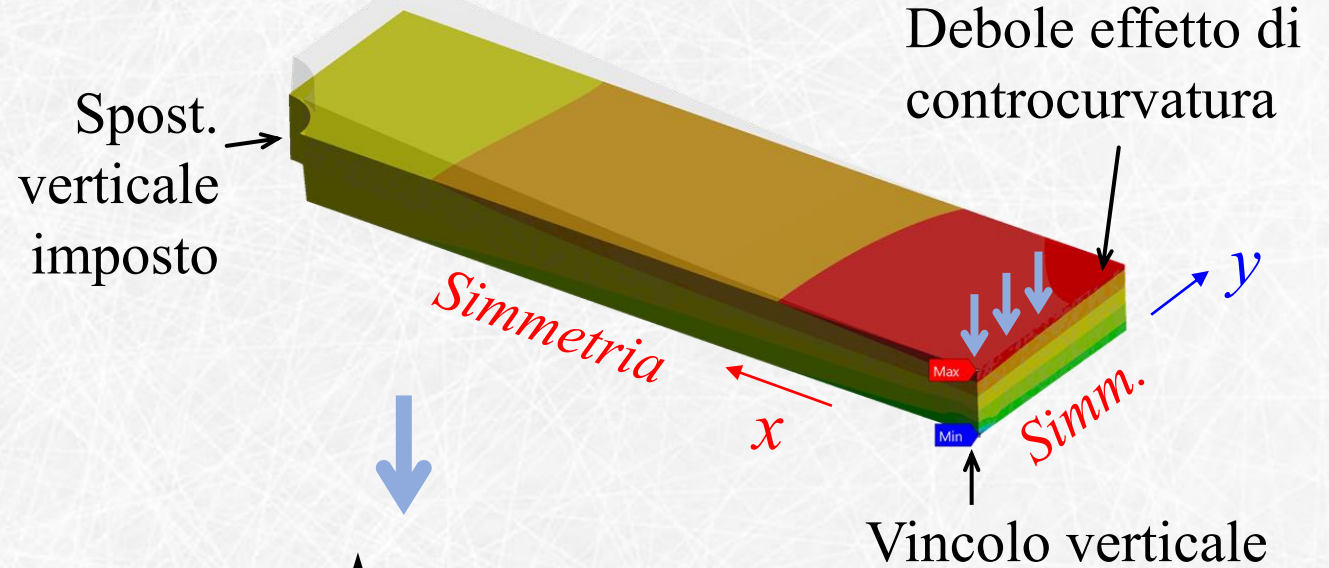
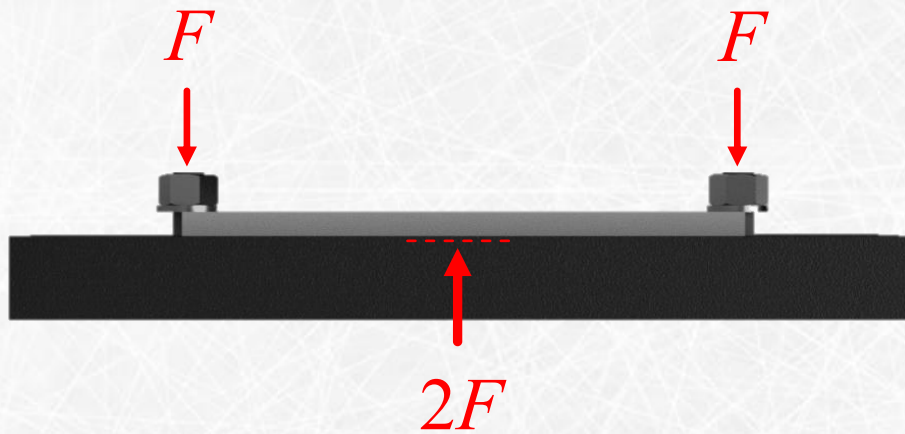


Tensioni di flessione generate riportando il provino alla planarità

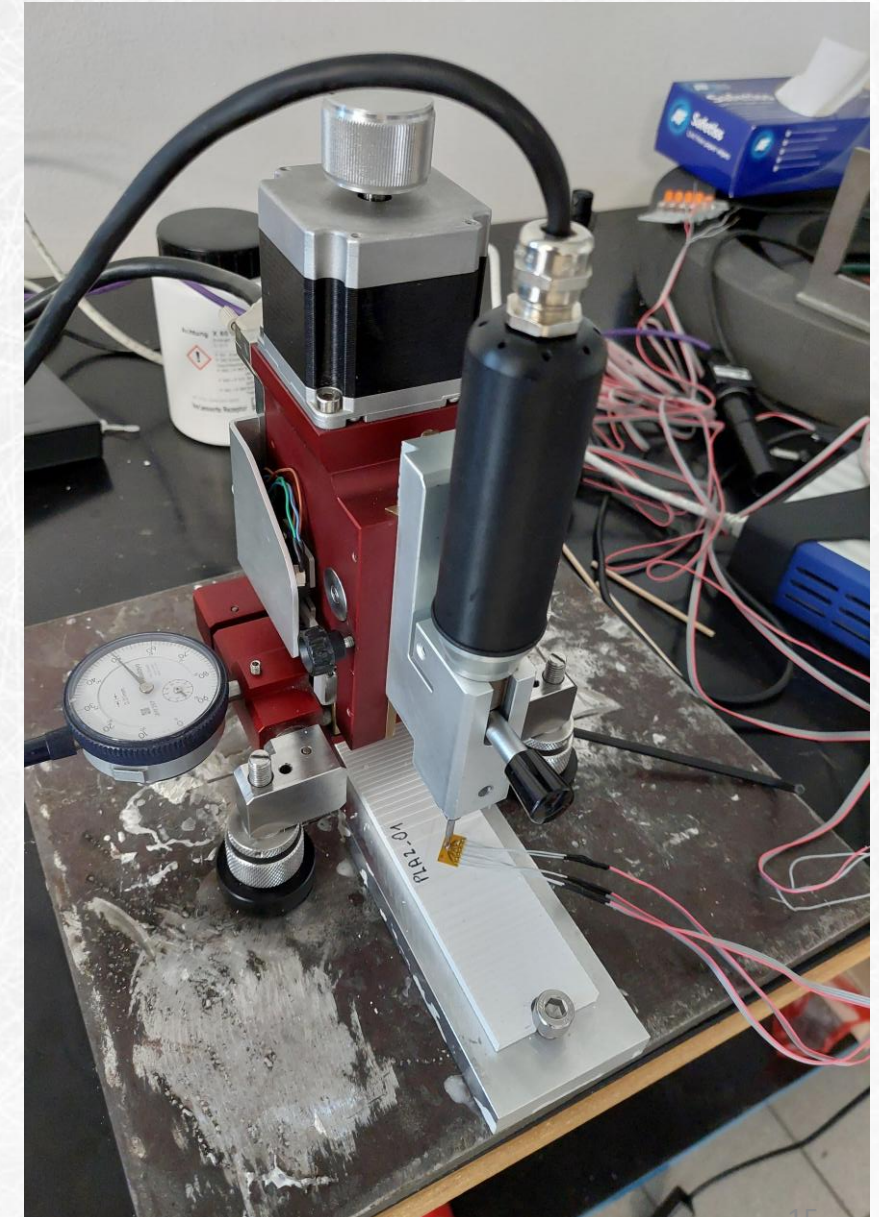
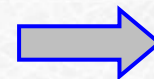
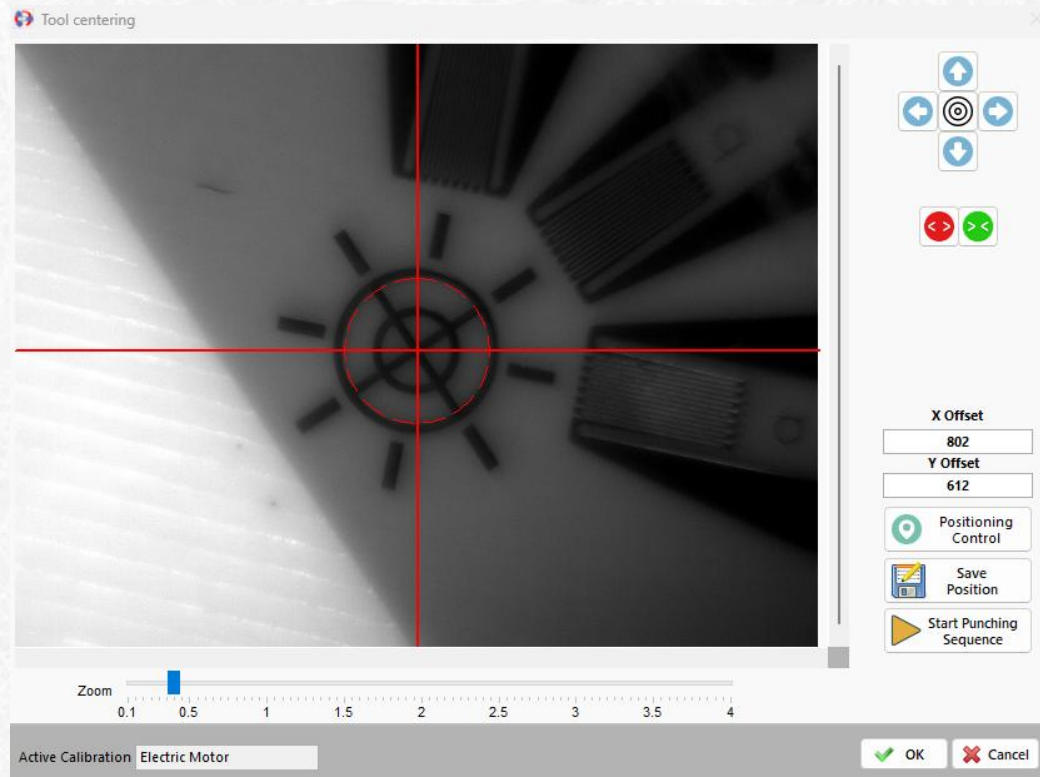
Config. iniziale precurvato (no tens.)



Condizione di carico, viti laterali



Setup sperimentale ed esecuzione della foratura



Setup sperimentale ed esecuzione della foratura

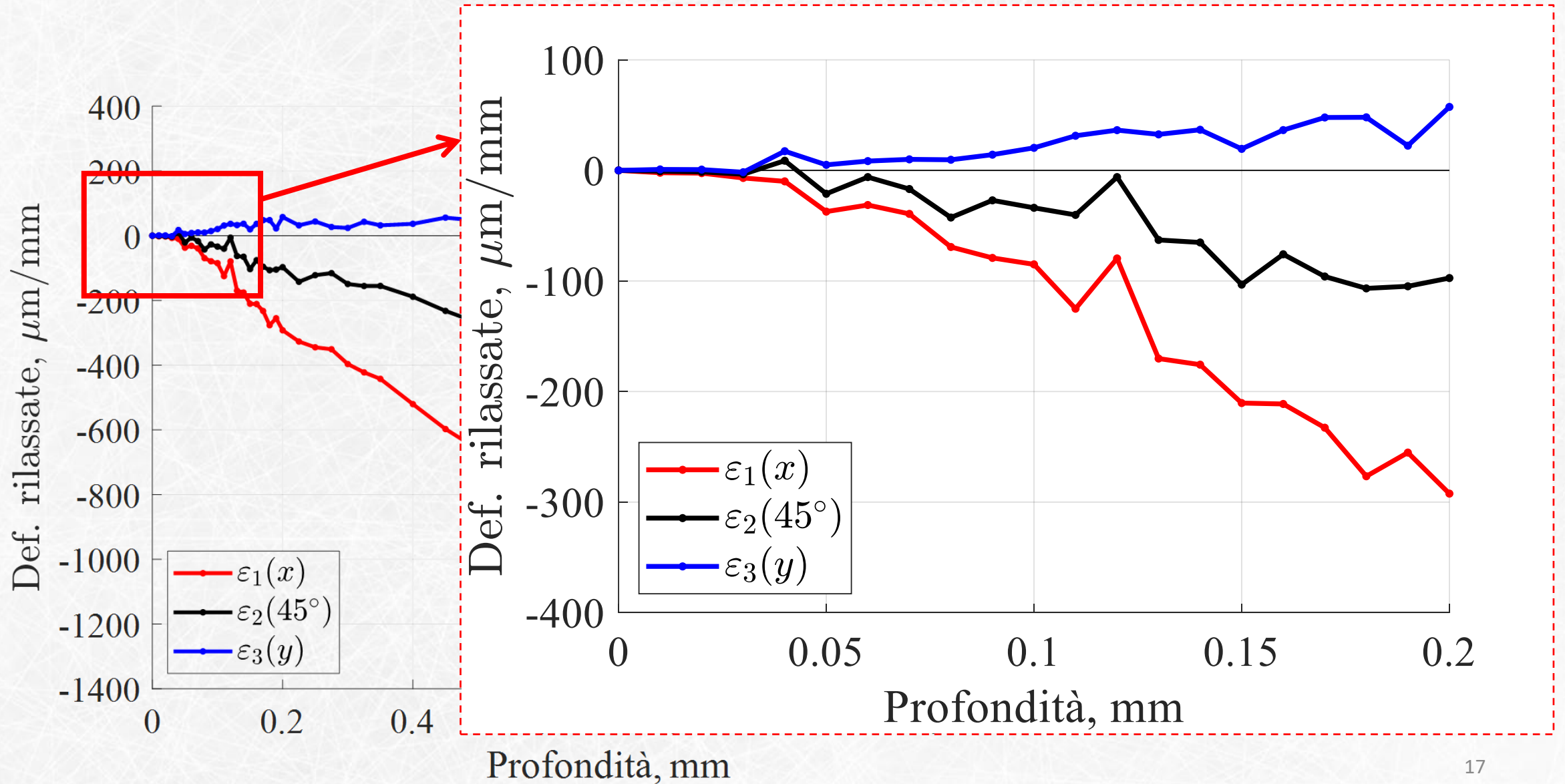


Motore elettrico
(no aria compressa)
per velocità di
foratura basse



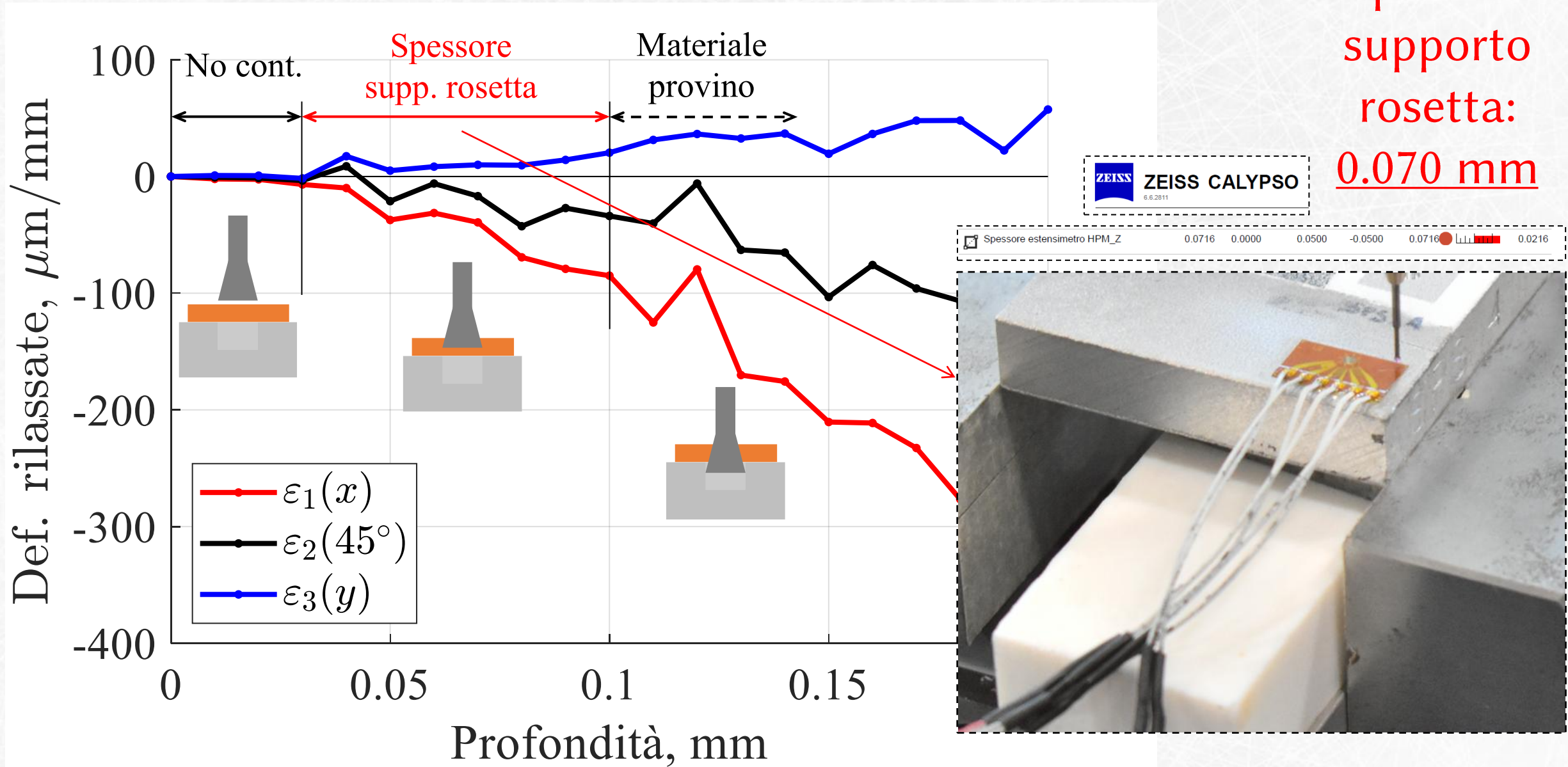
Applicazione del carico di flessione

Distribuzione def. rilasciate flessione:

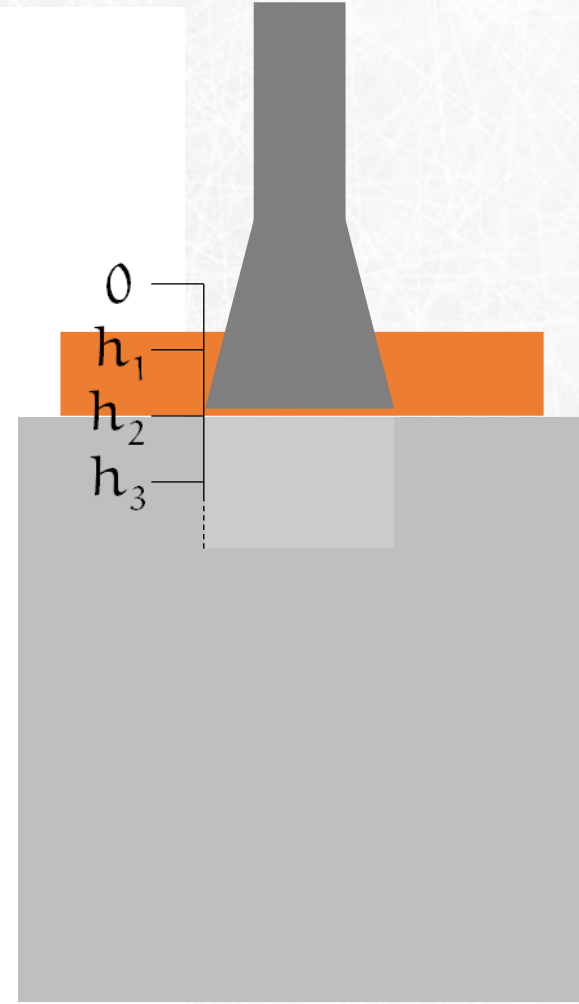
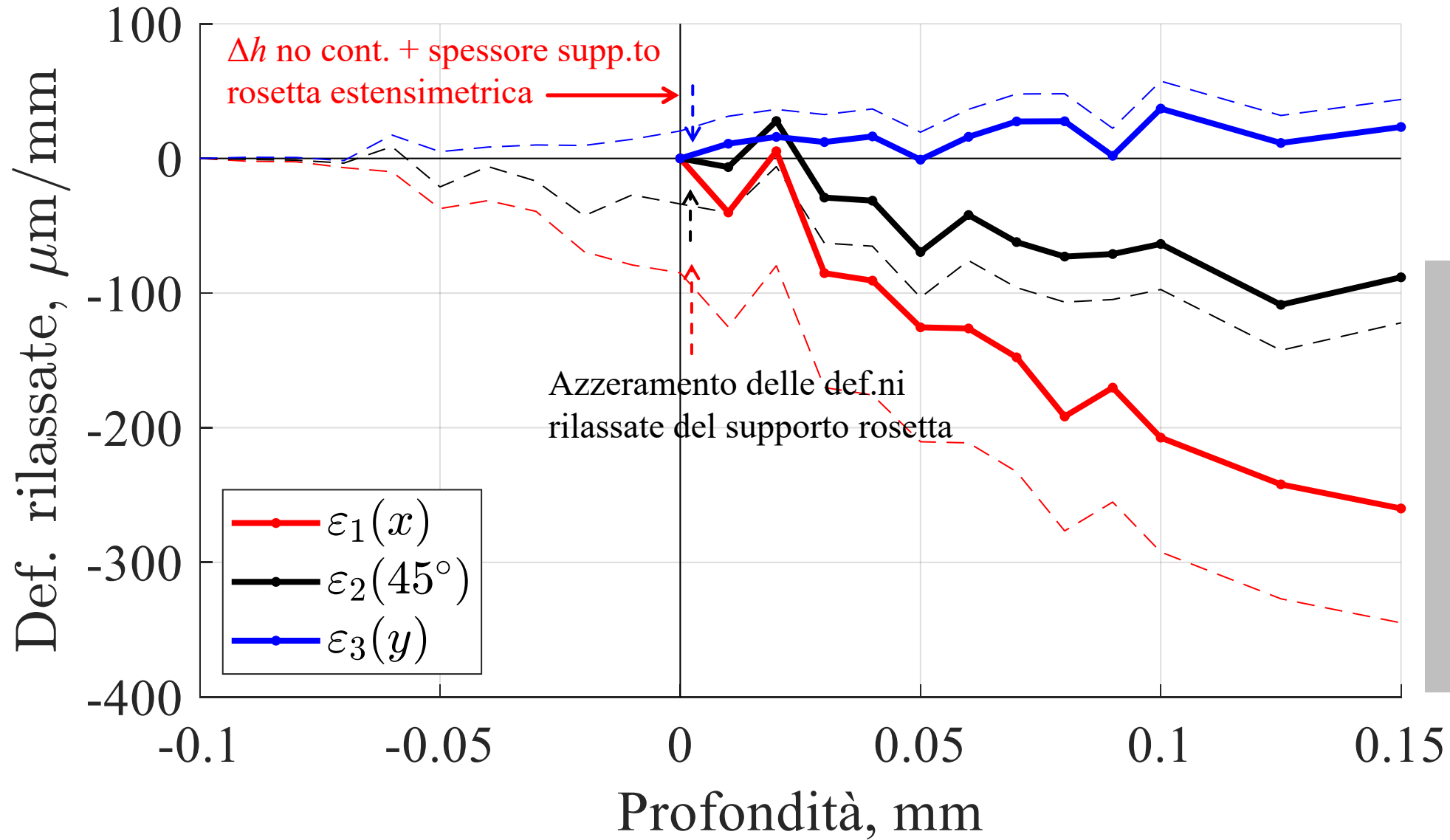


Diverse zone della profondità

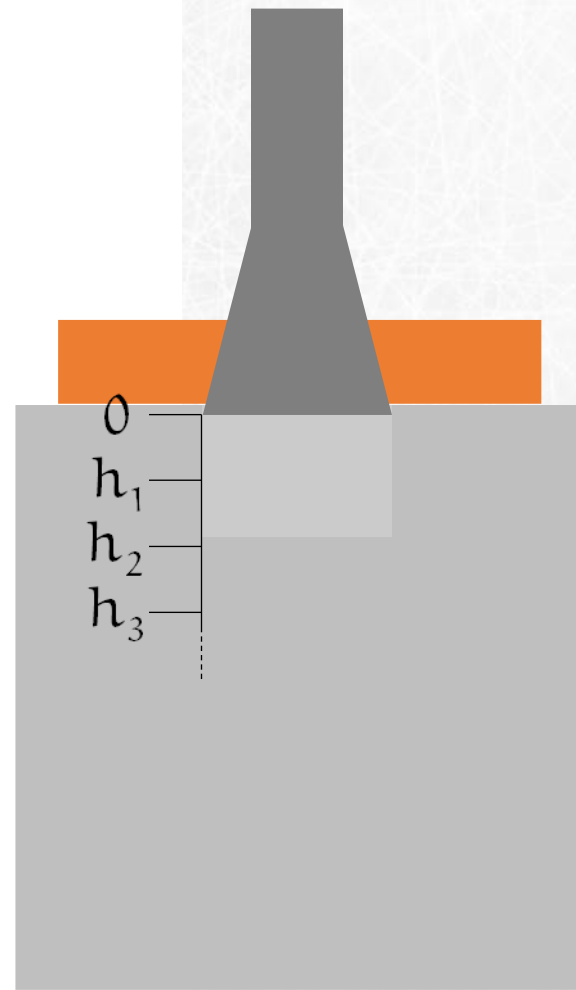
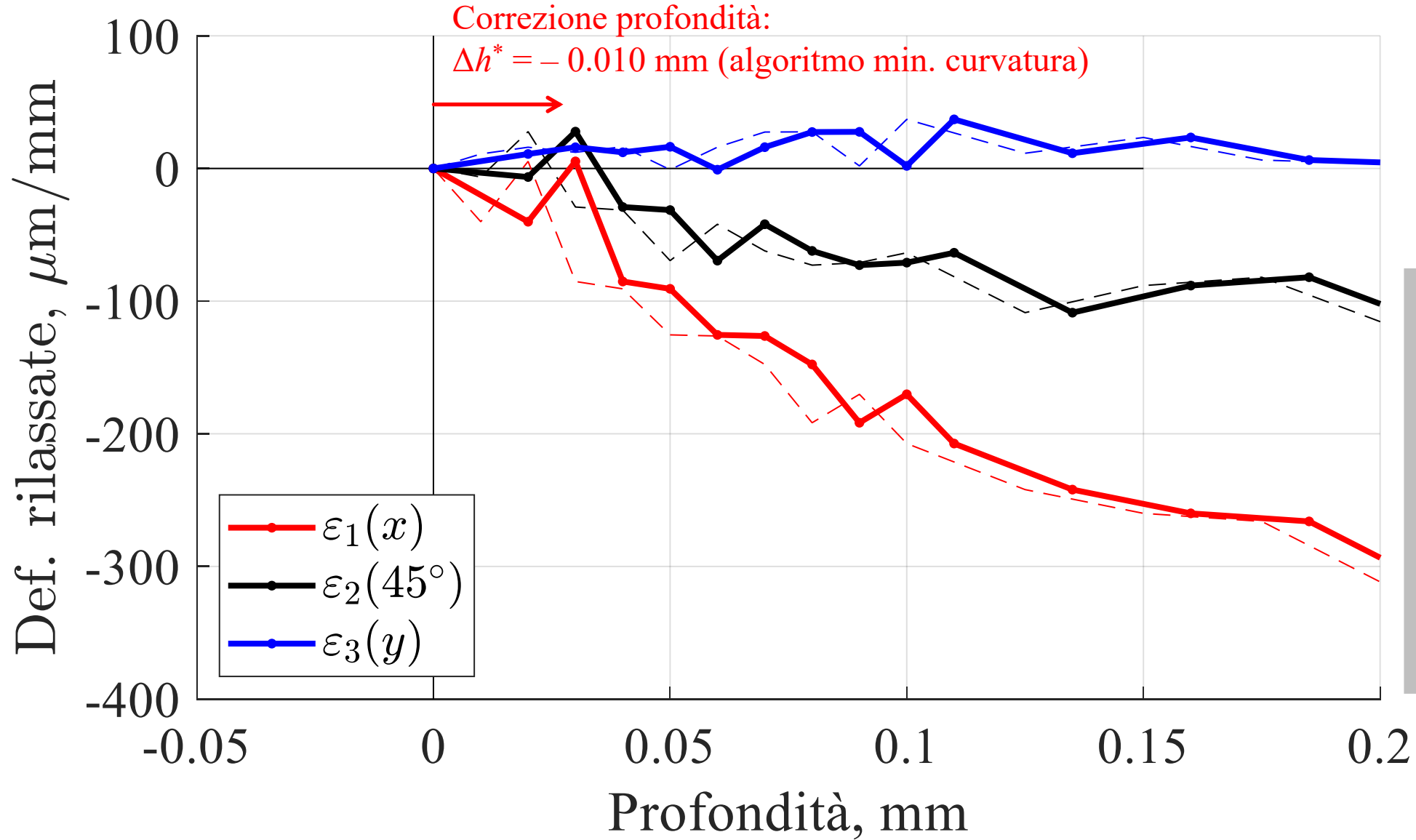
Spessore supporto rosetta: 0.070 mm



Eliminazione delle zone A e A'

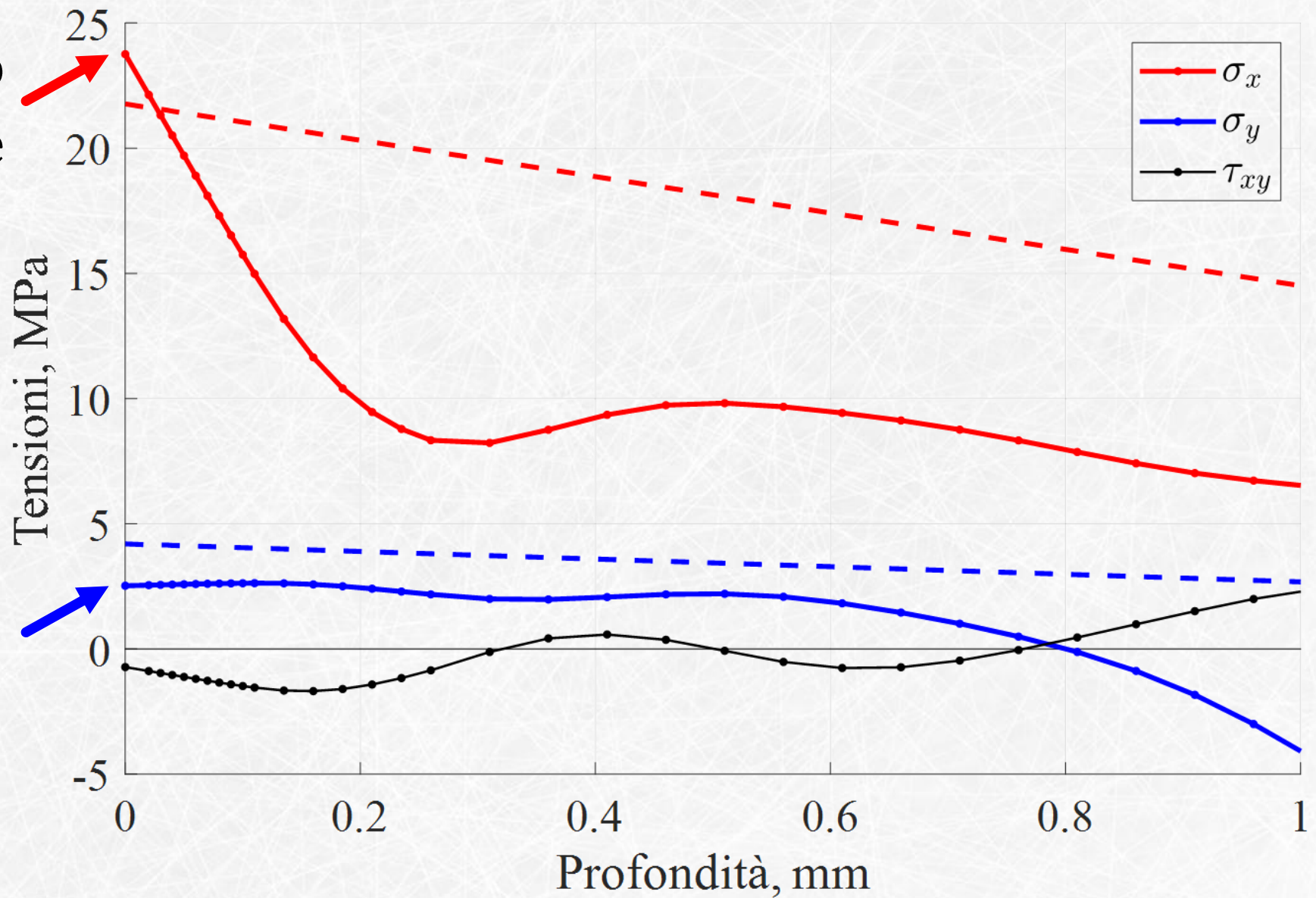


Successiva correzione dello zero della profondità



Confronto stato di tensione atteso

Dato accurato
in superficie



Conclusioni

- Definizione procedura di correzione dello zero:
minimizzazione della curvatura della distribuzione delle tensioni
- Provino precurvato in PLA (stampato mediante FDM)
- Correzione di profondità senza contatto elettrico:
 - tratto iniziale non a contatto
 - **spessore supporto estensimetro**
 - **correzione** aggiuntiva dello zero **secondo procedura**

Grazie per l'attenzione

Un algoritmo di determinazione dello zero di profondità in misure di tensioni residue con metodo del foro su materiali non conduttivi

T.grossi^a, C. Santus^a, A. Benincasa^b, S. Gulisano^b, P.Neri^a

^aUniversità di Pisa

^bSINT Technology Srl, Calenzano (FI)