

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

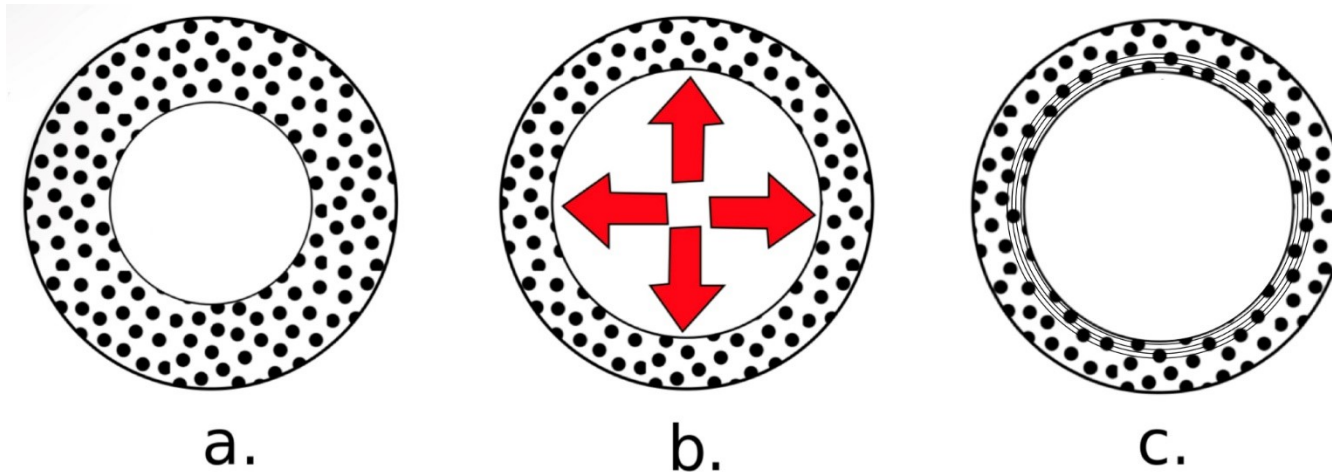
***Relazione per la prova finale
«Simulazione numerica del processo
di autofrettaggio di un componente
in acciaio bonificato»***

Tutor universitario: Prof. Paolo Ferro.

Laureando: *Dariol Pietro*

Padova, 14/07/2022

L'autofrettaggio è una tecnica di formatura a freddo il cui fine è l'incremento della resistenza a rottura.



L'obiettivo della simulazione è quello di verificare che il processo di autofrettaggio sia fattibile.

- Analisi statica.
- Analisi transiente.

Project Schematic

A	
1	Static Structural
2	Engineering Data ✓
3	Geometry ✓
4	Model ✓
5	Setup ✓
6	Solution ✓
7	Results ✓

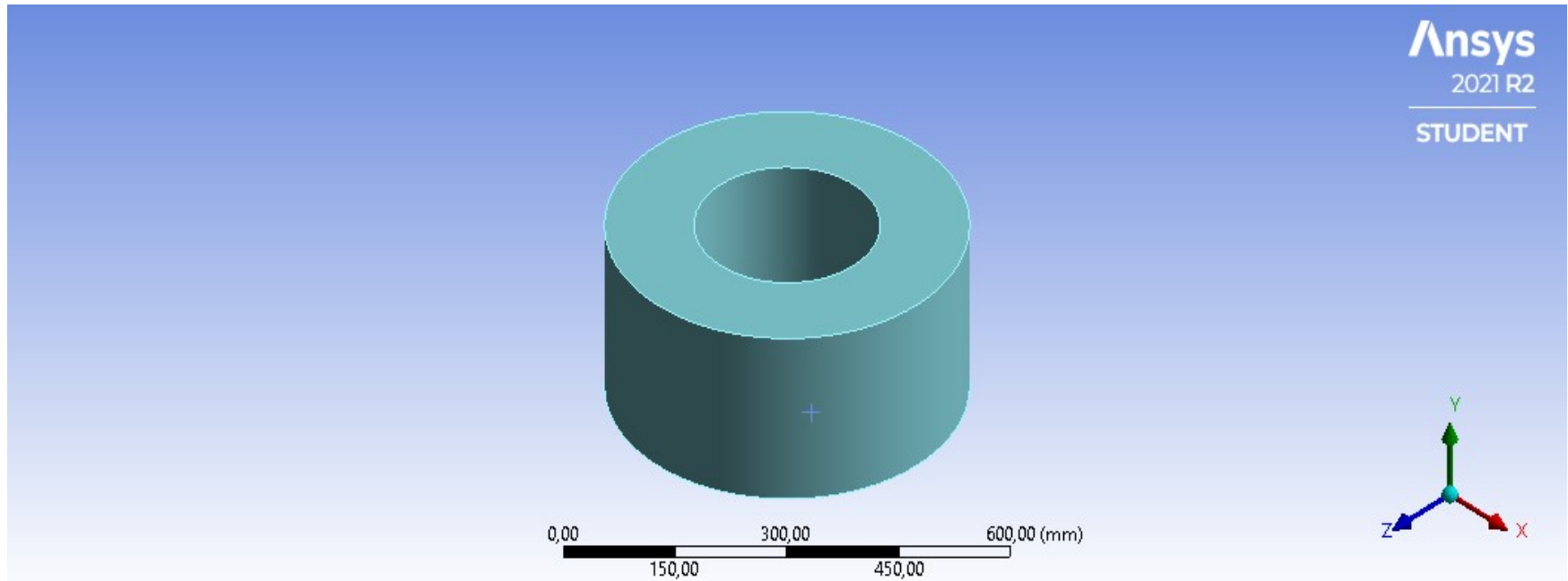
Static Structural

B	
1	Transient Structural
2	Engineering Data ✓
3	Geometry ✓
4	Model ✓
5	Setup ✓
6	Solution ✓
7	Results ✓

Transient Structural

Le caratteristiche del componente sono:

- $H = 245 \text{ mm}$.
- $R_i = 125 \text{ mm}$.
- $R_e = 245 \text{ mm}$.

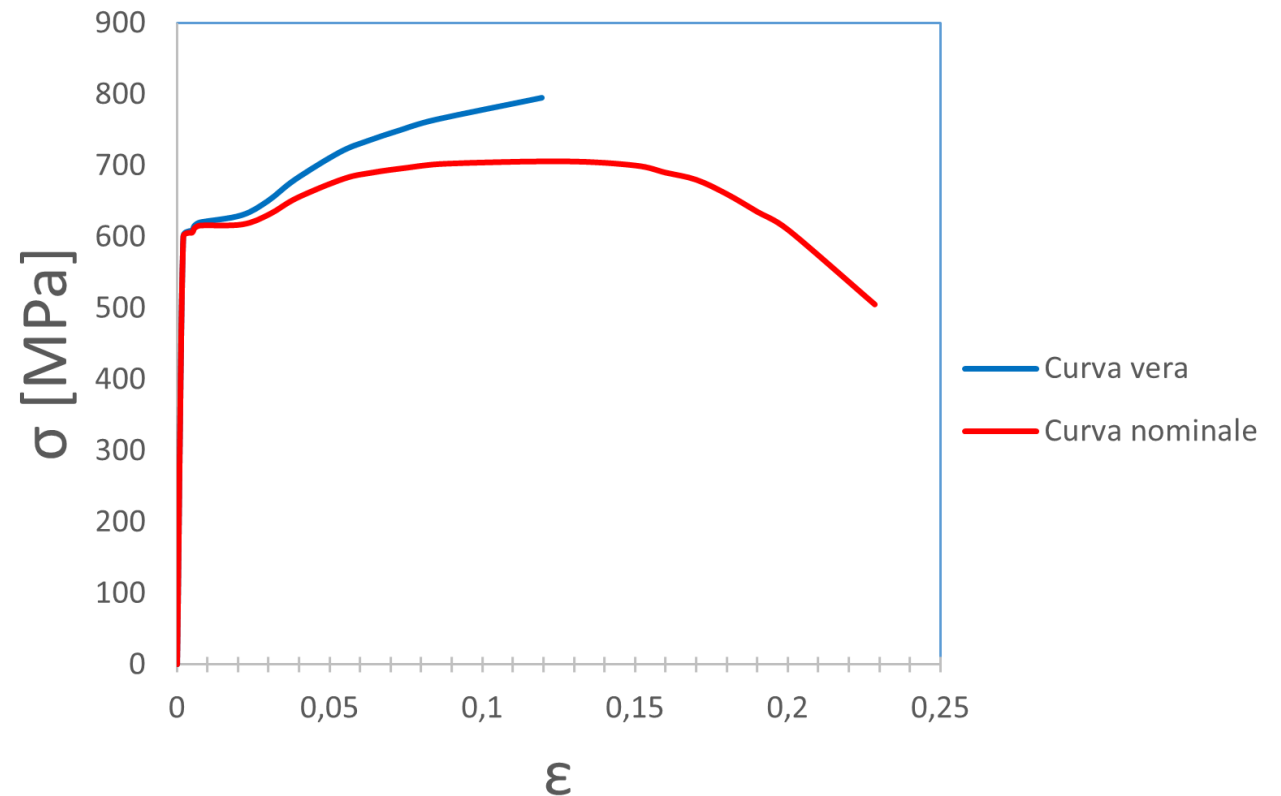


La pressione applicata è $p = 440 \text{ MPa}$.

L'acciaio utilizzato è del tipo 42CrMo4 bonificato.

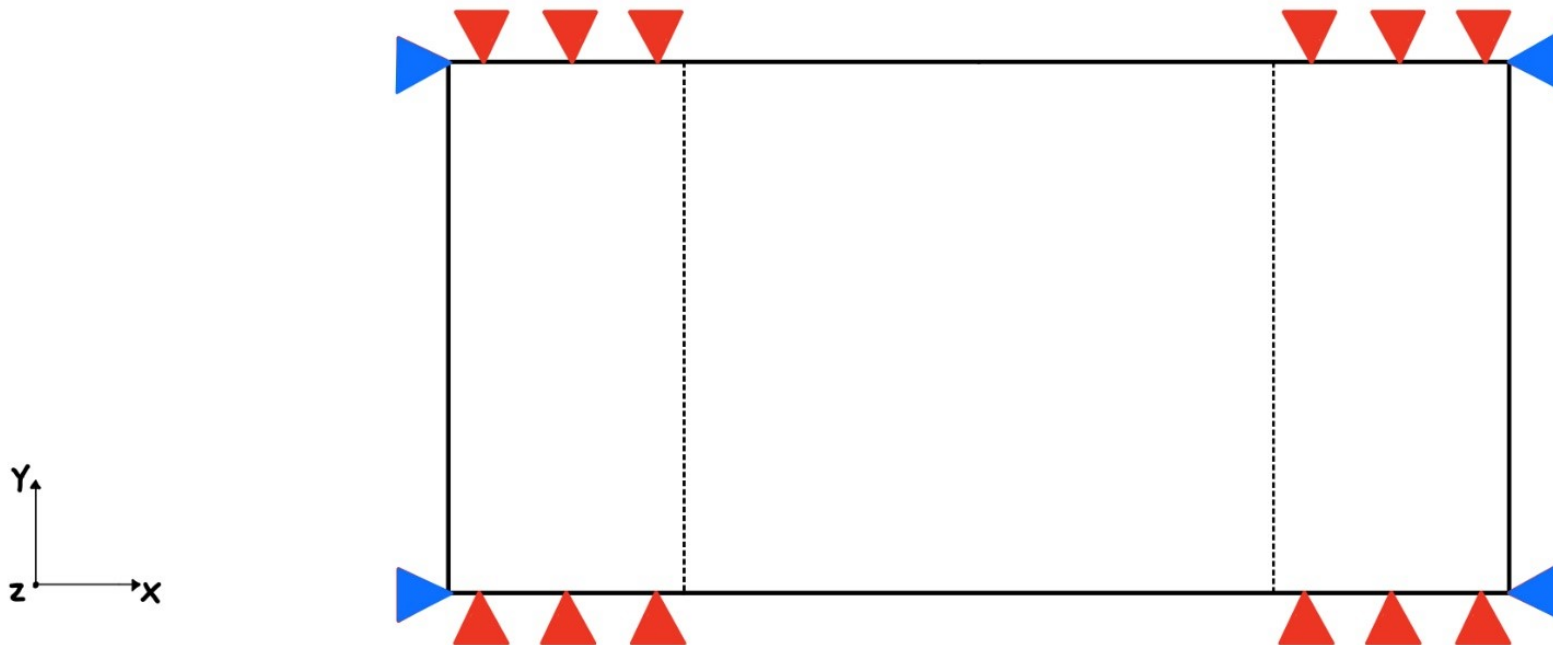
Le proprietà finali sono:

$\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]$	7830
$E [MPa]$	2,14E+8
ν	0,3
$\sigma_Y [MPa]$	600
$\sigma_R [MPa]$	800



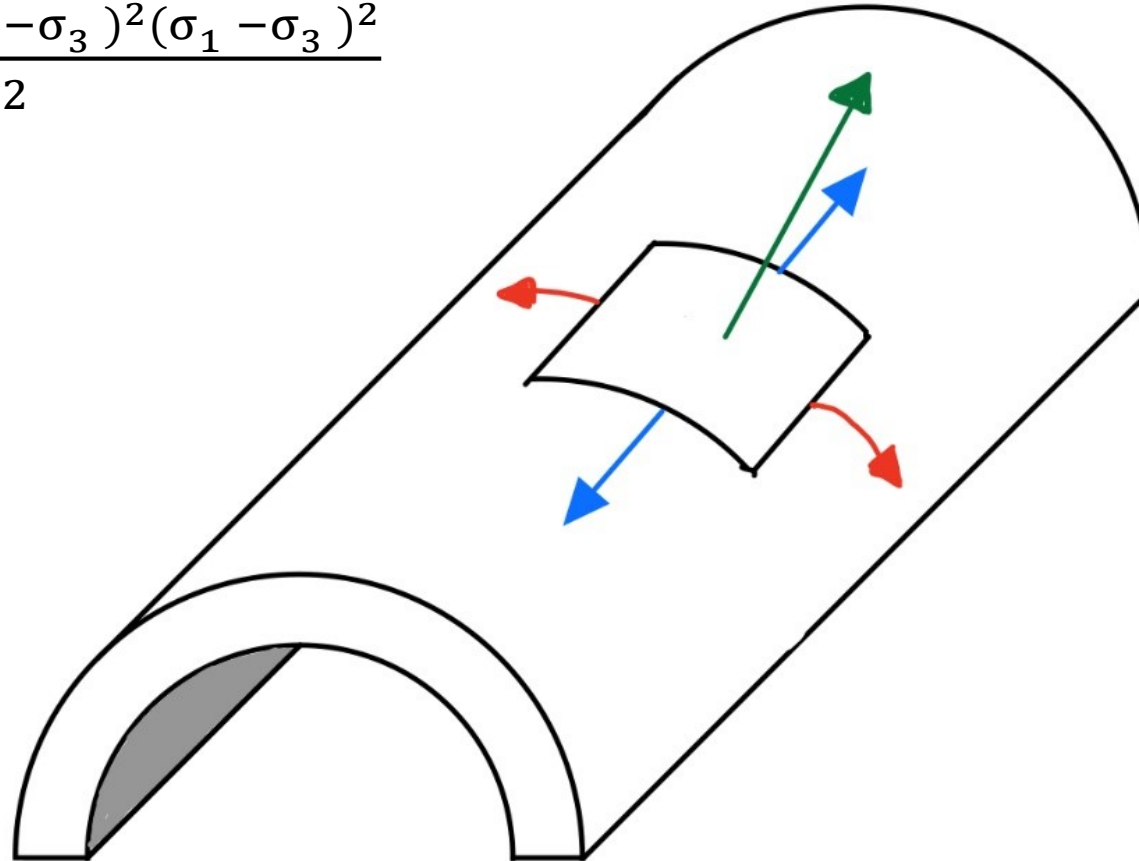
Il componente è bloccato da due tipi di vincoli:

- 2 vincoli fissi.
- 2 vincoli sulle superfici superiore e inferiore.



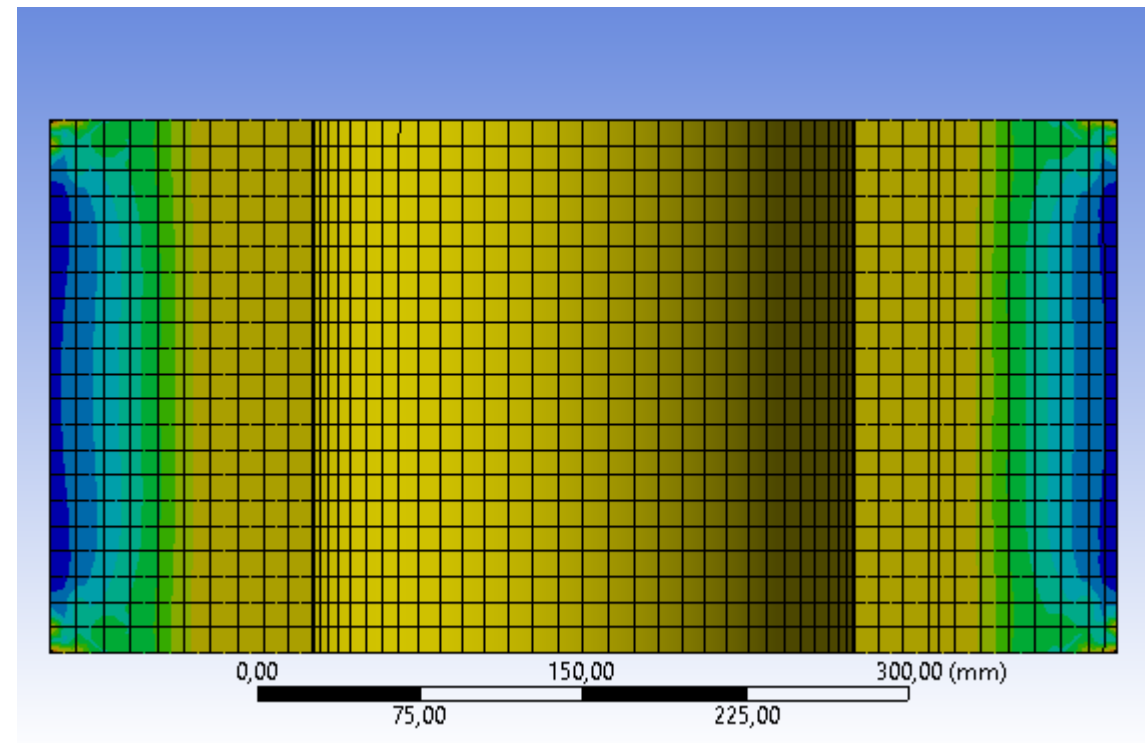
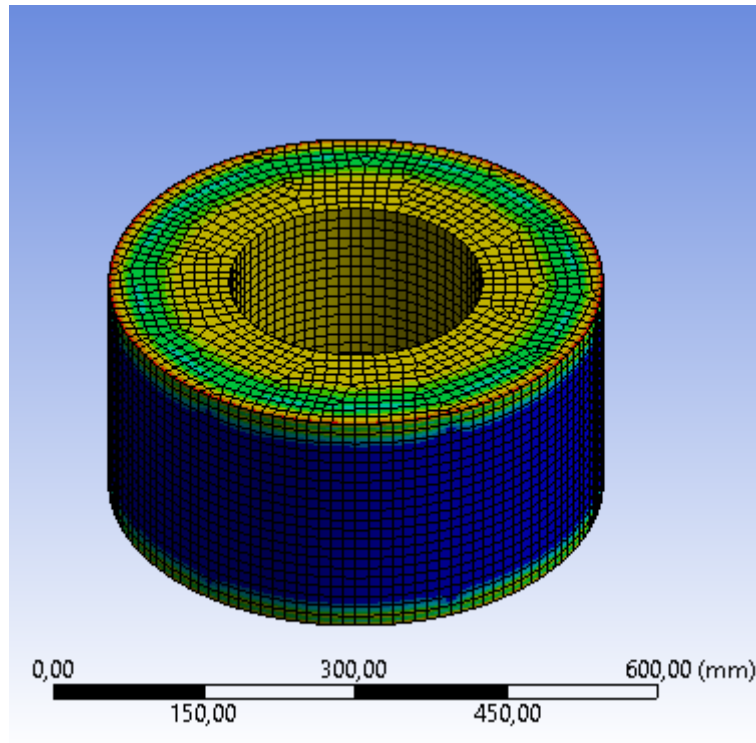
- $\sigma_{\text{Von-Mises}} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}}$
- $\sigma_c = \frac{pR_i^2}{(R_e^2 - R_i^2)} \frac{(r^2 + R_e^2)}{r^2}$
- $\sigma_r = \frac{pR_i^2}{(R_e^2 - R_i^2)} \frac{(r^2 - R_e^2)}{r^2}$
- $\sigma_a = \frac{pR_i^2}{(R_e^2 - R_i^2)}$

$$\frac{R_i}{s} = \frac{125}{120} = 1,04 < 10$$



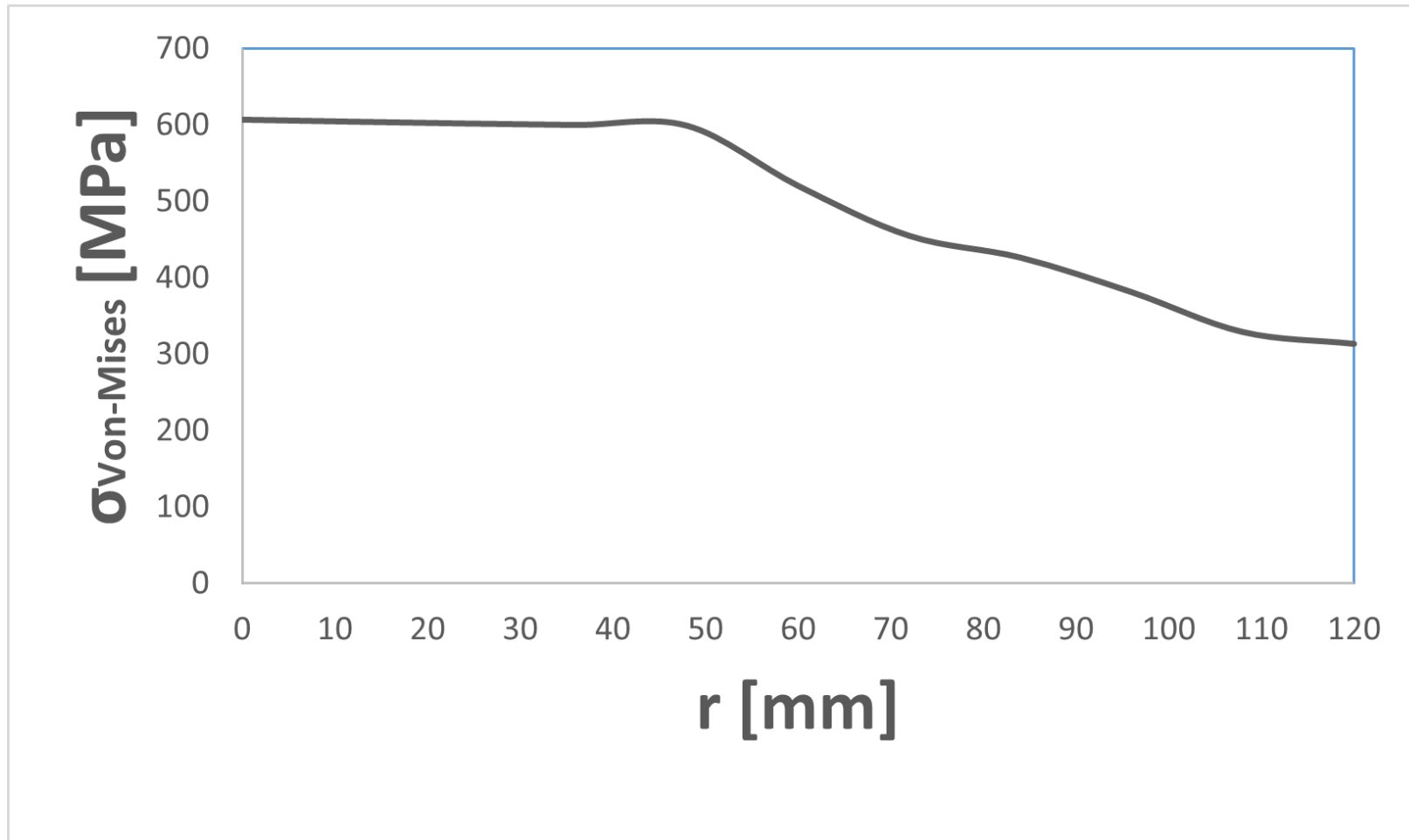
σ_c
 σ_r
 σ_a

$$\sigma_{\text{Von-Mises max}} = 695,97 \text{ MPa.}$$

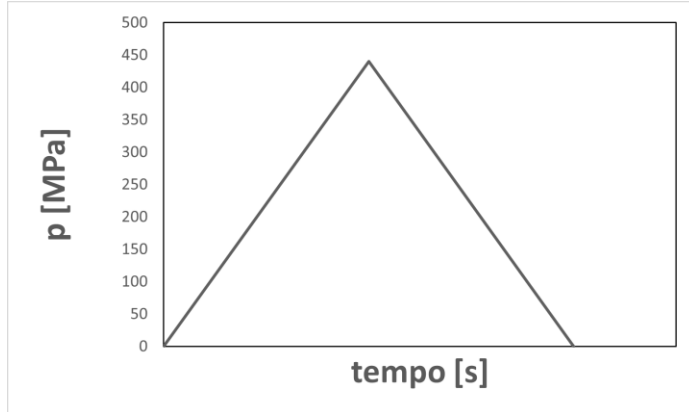


Distribuzione delle tensioni sull'intero componente e su una sezione interna.

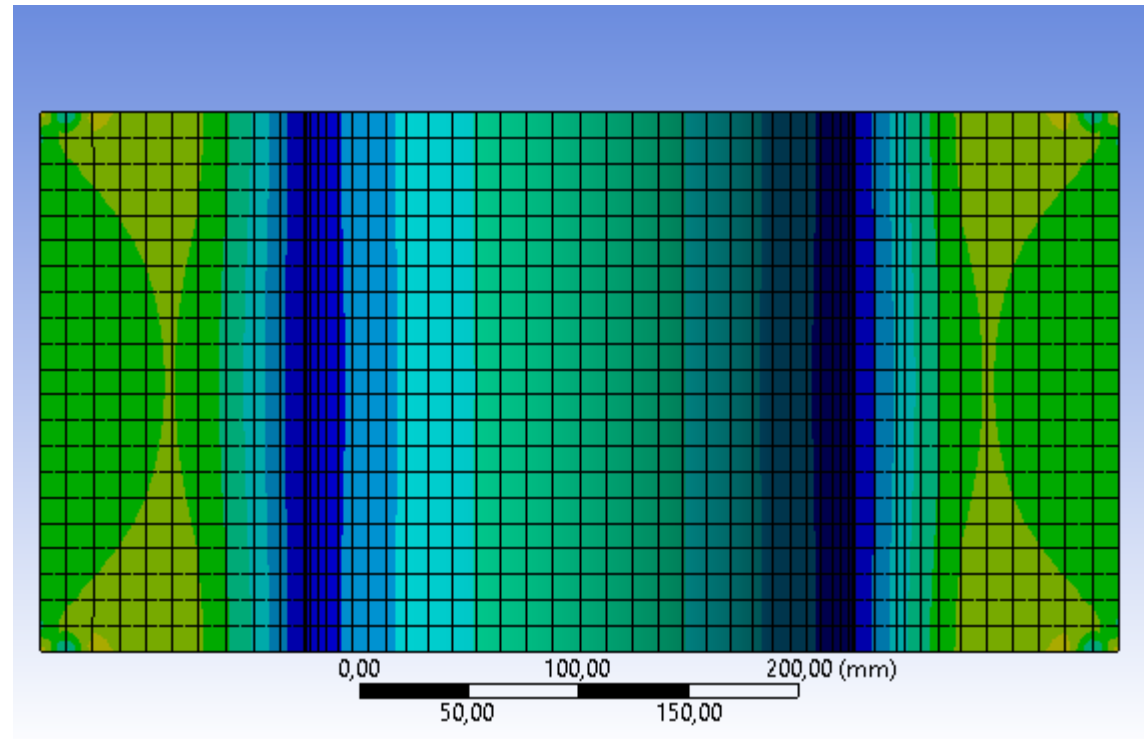
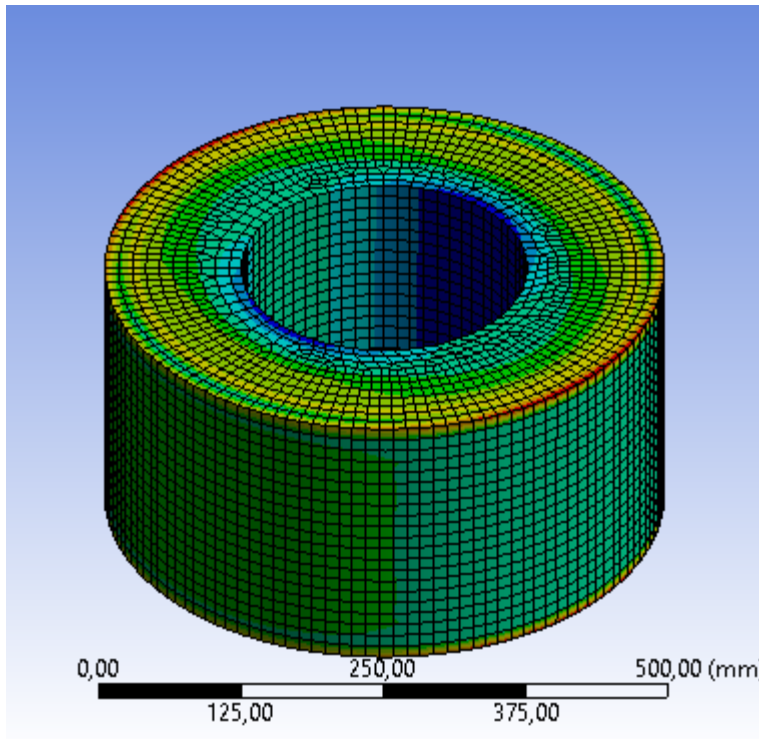
$$\sigma_Y = 600 \text{ MPa.}$$

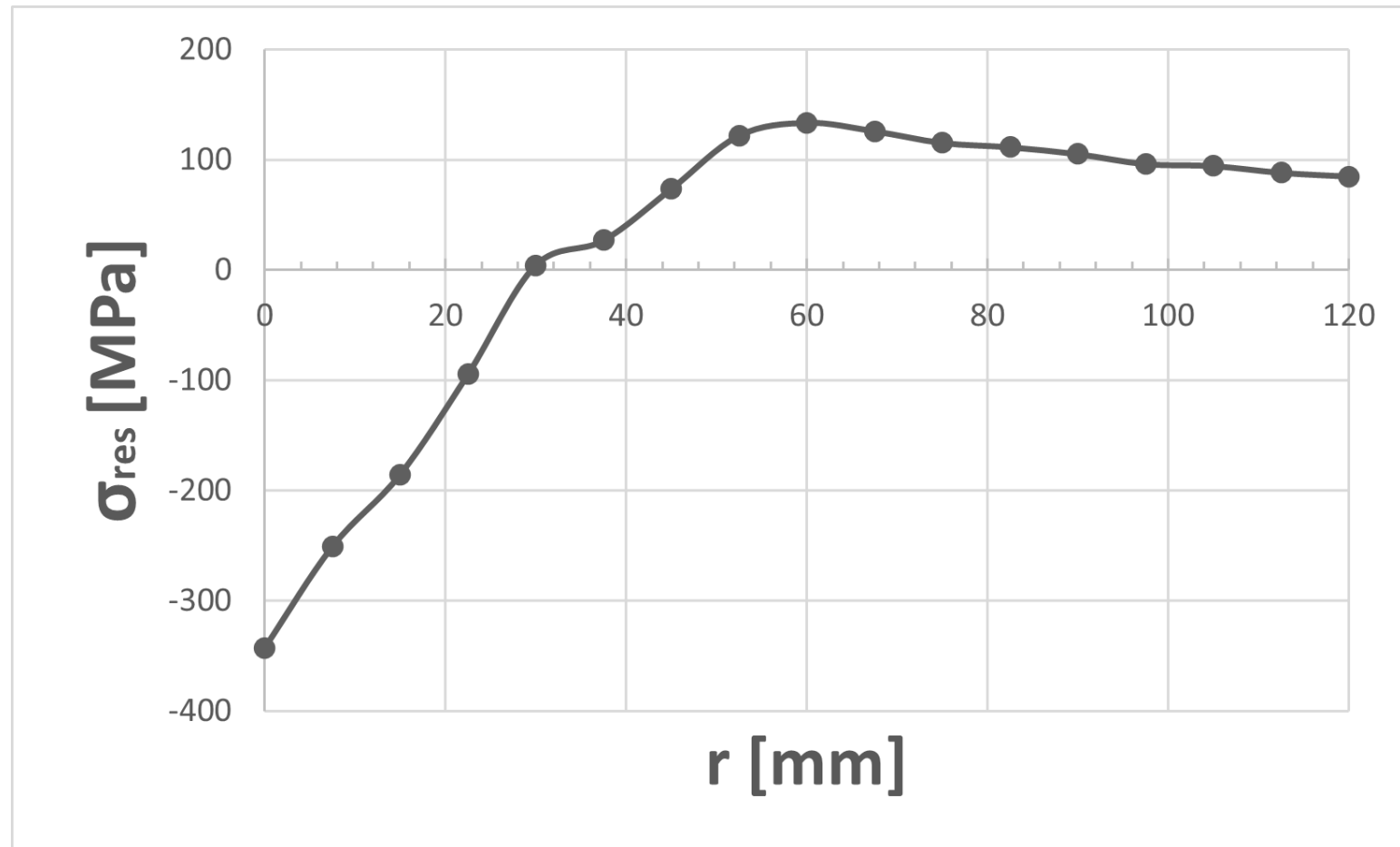


Lo strato di materiale plasticizzato si aggira intorno ai 50 *mm*.



Tensioni circonferenziali che agiscono sull'intero componente e su una sezione interna.





Lo strato di materiale alterato corrisponde a circa 30 *mm*.

A questo punto è possibile vedere in che modo le tensioni contribuiscono al rafforzamento meccanico del componente:

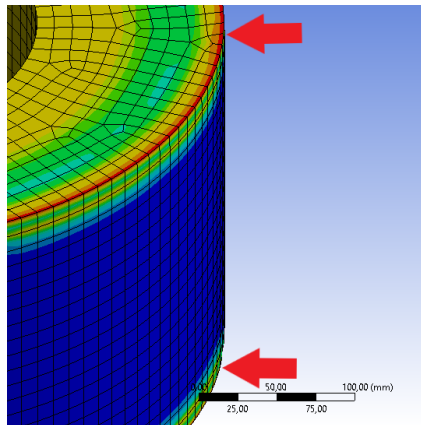
- σ_Y maggiore di quella iniziale.
- Tensioni residue di compressione.

Caratteristiche del componente alla fine del processo:

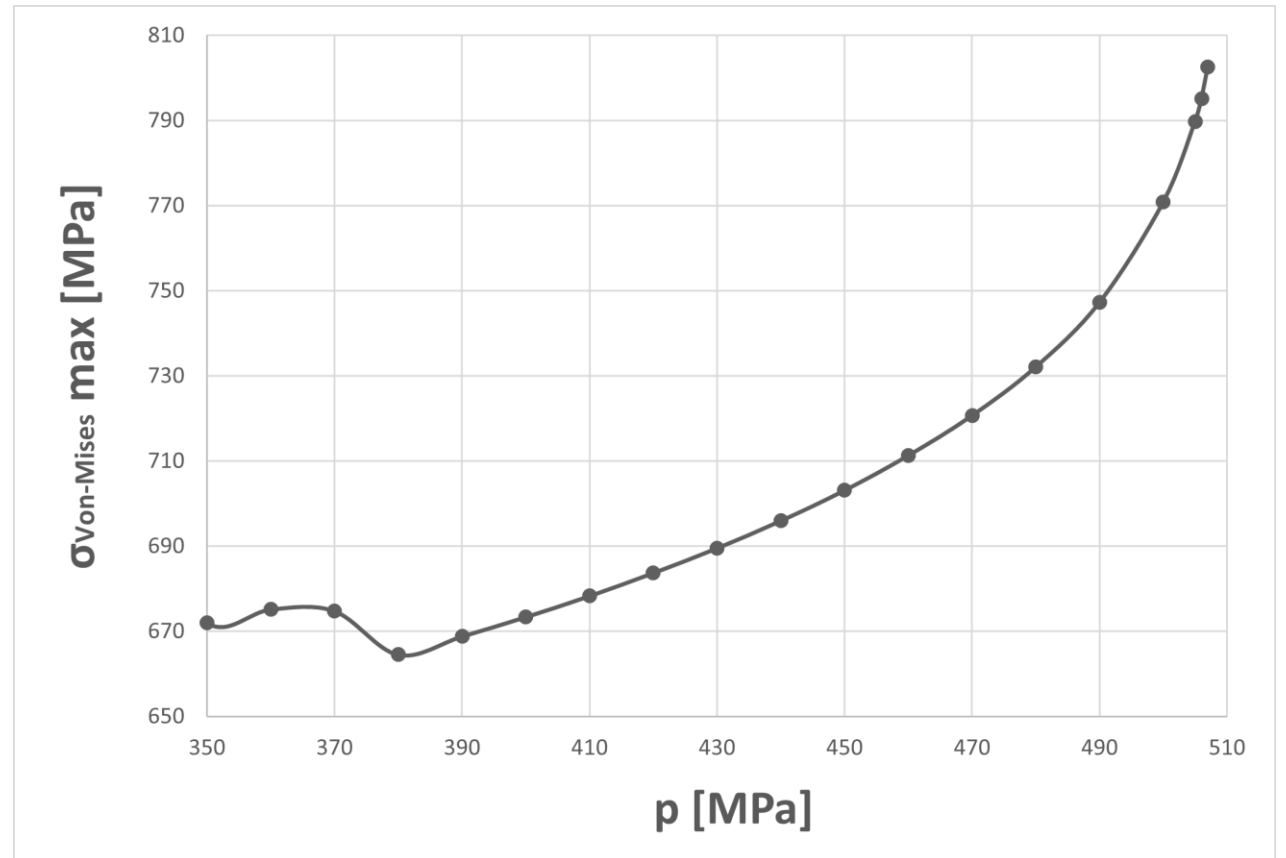
- lo strato plasticizzato ha uno spessore di circa 50 *mm*.
- lo strato sottoposto a tensioni residue di compressione ha spessore minimo di circa 30 *mm*.
- il valore massimo delle tensioni circonferenziali di compressione è di circa -385 *MPa*.

Si è poi proseguito andando a variare il parametro della pressione applicata per valutare entro quali valori di quest'ultima sia possibile eseguire un trattamento di autofrettaggio.

Nel grafico è mostrata la tensione massima che viene raggiunta nel componente.



$$p \cong 500 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{\text{Von-Mises}} \cong \sigma_R$$



Nel grafico è visibile la tensione che viene raggiunta sulla superficie interna.

$$p \cong 350 \text{ MPa}$$

$$\downarrow$$

$$\sigma_{\text{Von-Mises}} < \sigma_Y$$

Valori limite per il processo:

$$350 \text{ MPa} \leq p \leq 500 \text{ MPa}$$

