

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

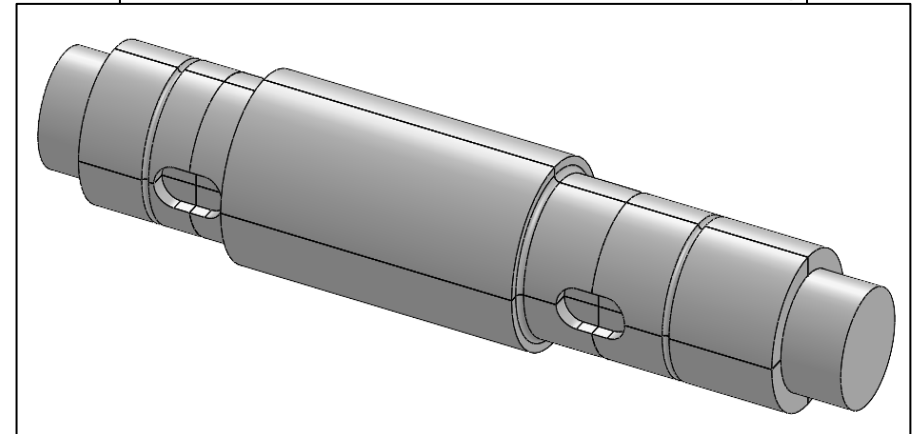
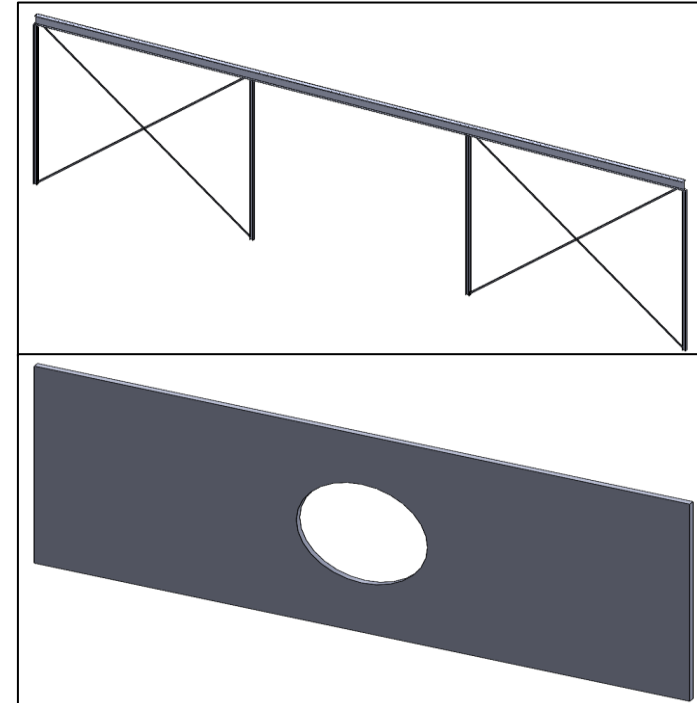
***Relazione per la prova finale***  
***ANALISI FEM STRUTTURALI DI UN RIDUTTORE A***  
***INGRANAGGI MEDIANTE SOLIDWORKS SIMULATION***

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

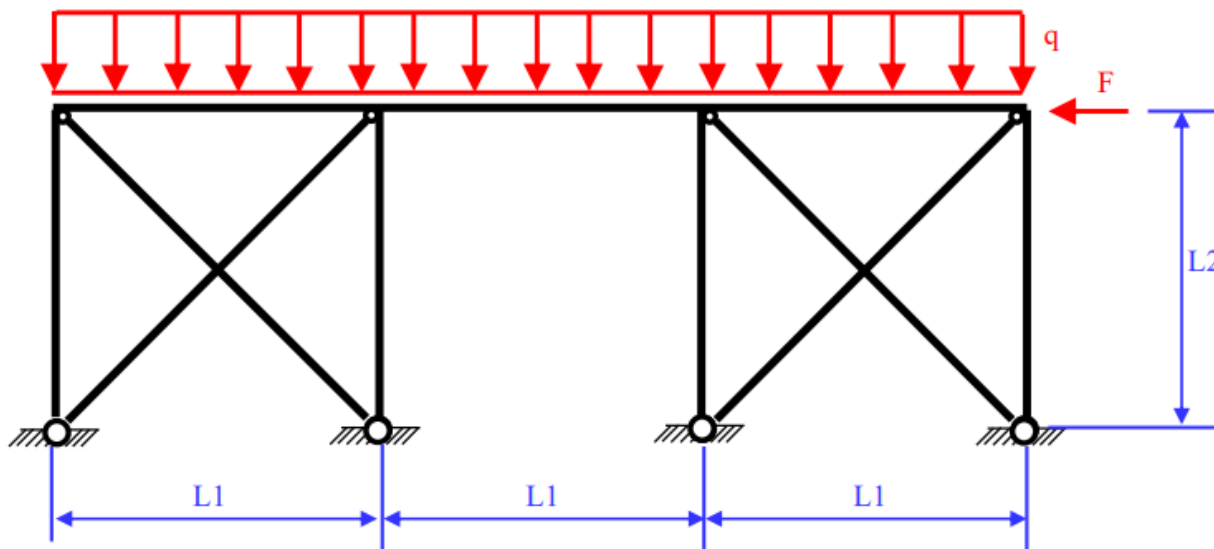
Laureando: *Marco Passaretti*

Padova, 18/11/2022

- **Obbiettivi:**
  - Verifiche a fatica, calcolo del  $K_t$  in tre sezioni dell'albero.
  - Verifiche a deformabilità, calcolo degli spostamenti e delle rotazioni.
- **Fasi di lavoro:**
  - Introduzione al metodo degli elementi finiti.
  - Addestramento a Solidworks Simulation:
    - Telaio piano.
    - Piastra forata.
  - Analisi FEM dell'albero intermedio del riduttore:
    - Calcolo del  $K_t$ .
    - Verifiche a deformabilità.

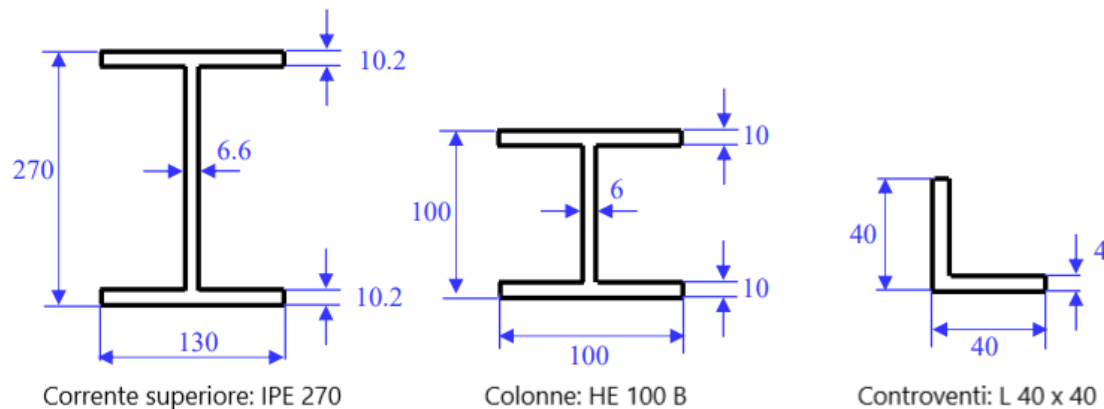


## Schematizzazione del telaio piano



- **Materiale:** Fe 430
  - $E = 206000 \text{ MPa}$
  - $\nu = 0.3$
  - $\sigma_{adm} = 190 \text{ MPa}$
  - $\sigma_R = 430 \text{ MPa}$
- **Carichi e vincoli:**
  - Carico  $q = 20 \text{ kN/m}$  distribuito lungo il corrente superiore
  - Forza  $F = 60 \text{ kN}$
  - Cerniere alla base delle colonne
- **Quote:**
  - $L_1 = 6000 \text{ mm}$
  - $L_2 = 5000 \text{ mm}$

## Schematizzazione dei profili



## Deformata del telaio

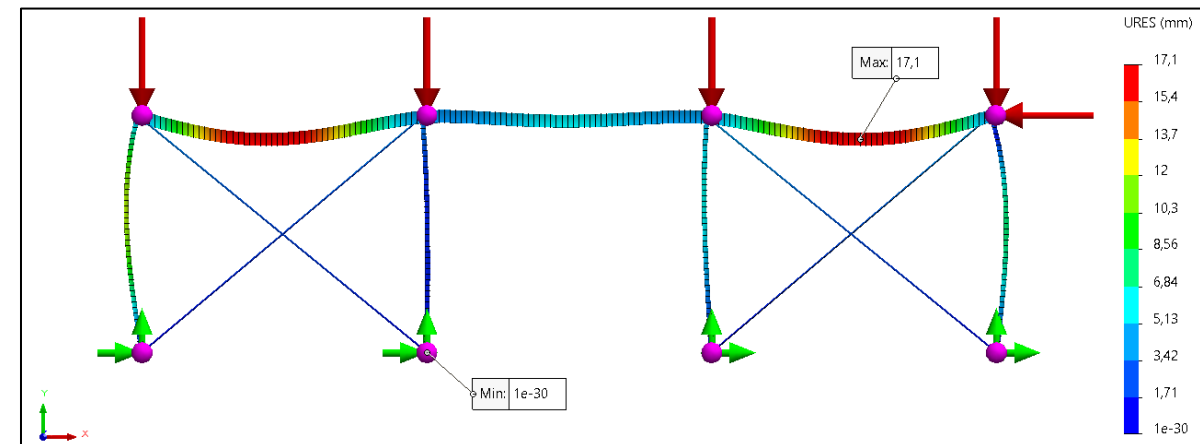


Diagramma dello sforzo normale

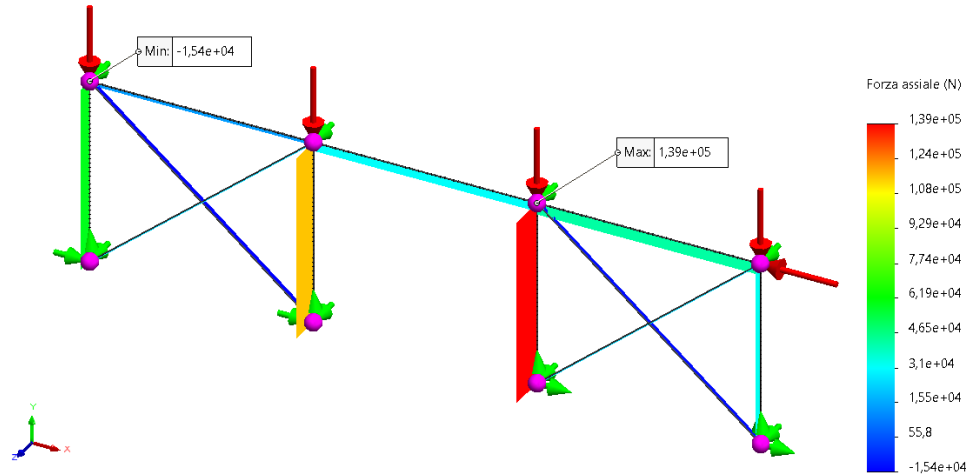


Diagramma del taglio in direzione y

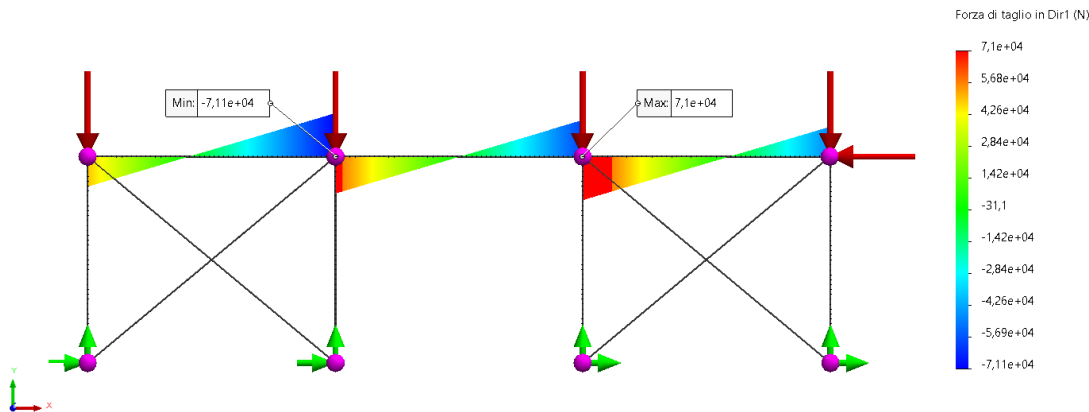
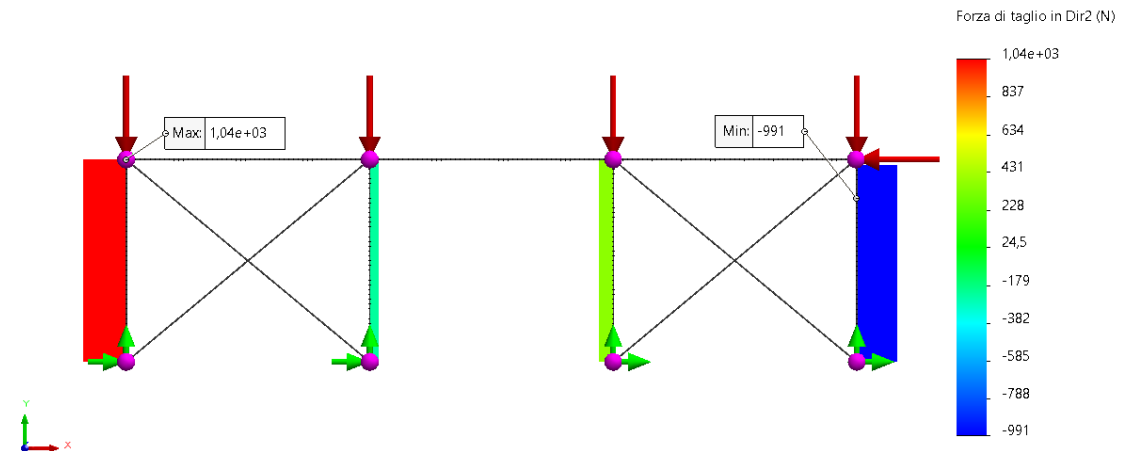
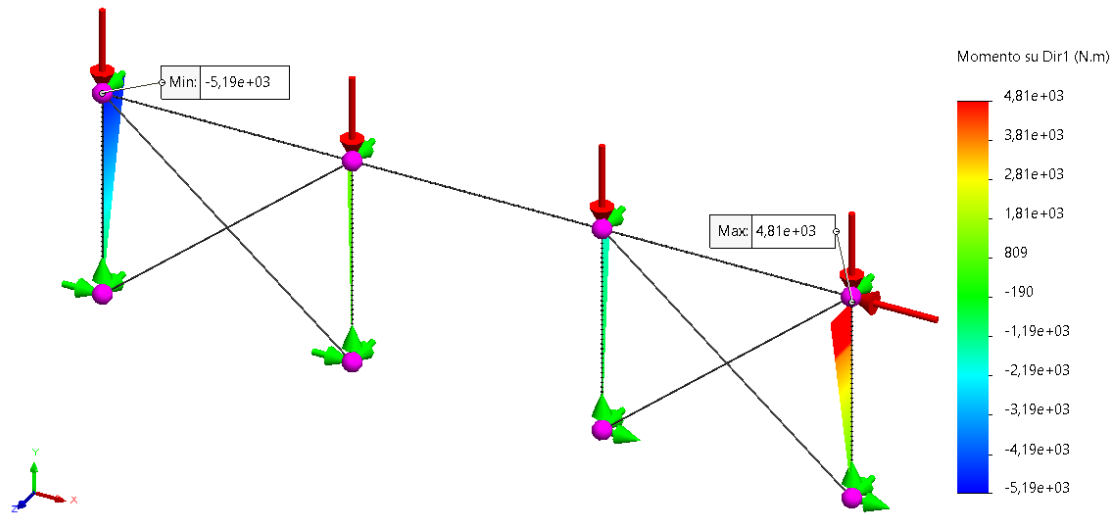


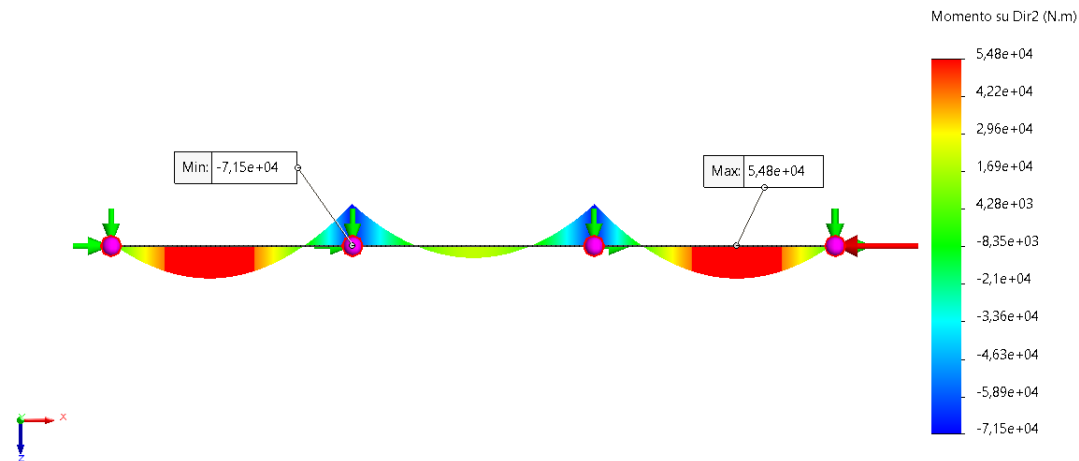
Diagramma del taglio in direzione x



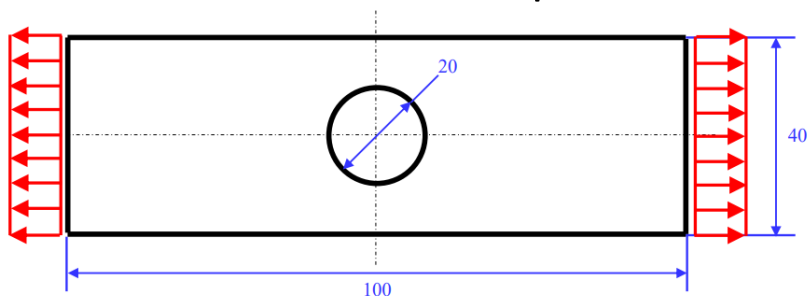
### Diagramma del momento flettente in direzione y



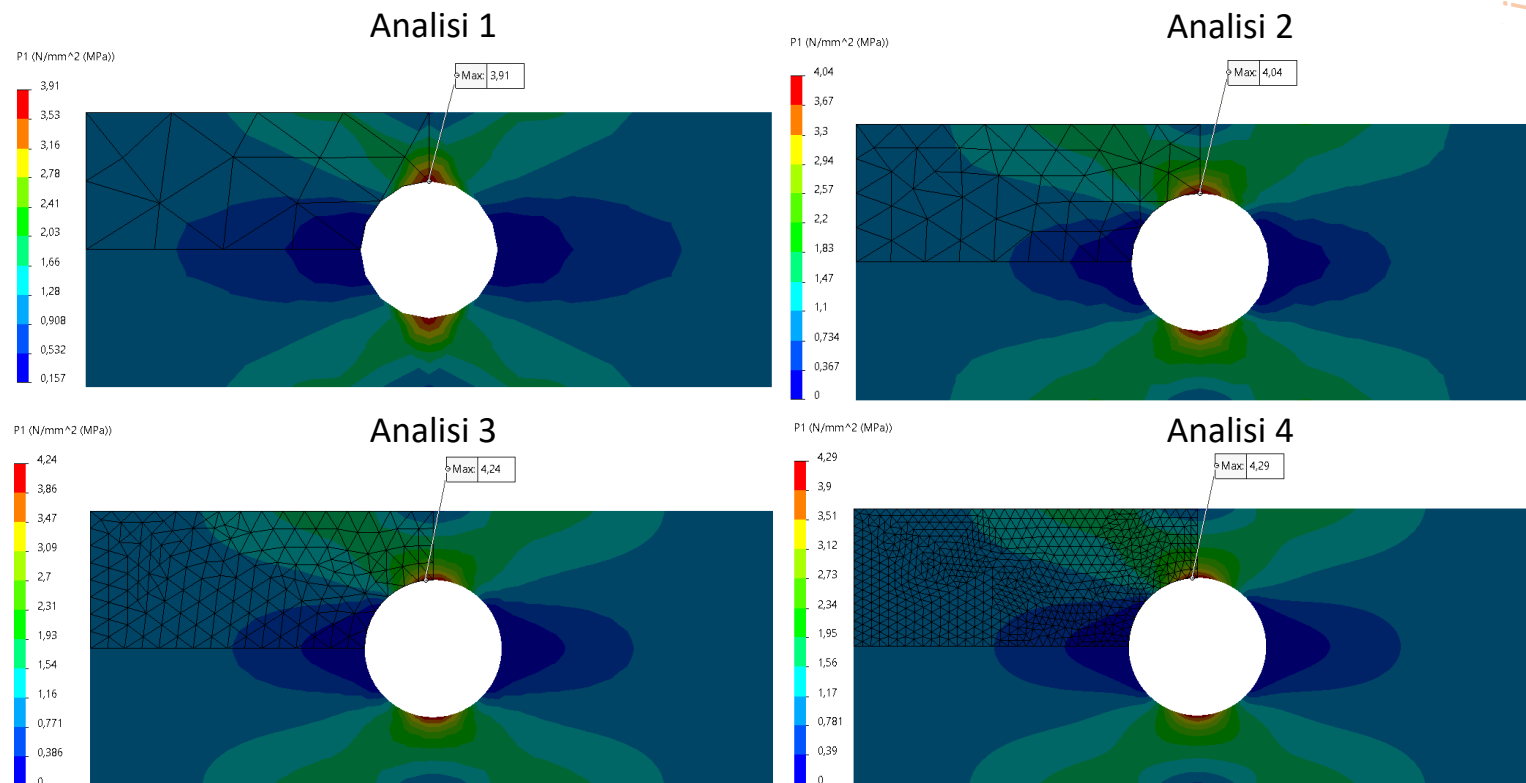
### Diagramma del momento flettente in direzione x



## Schematizzazione della piastra forata

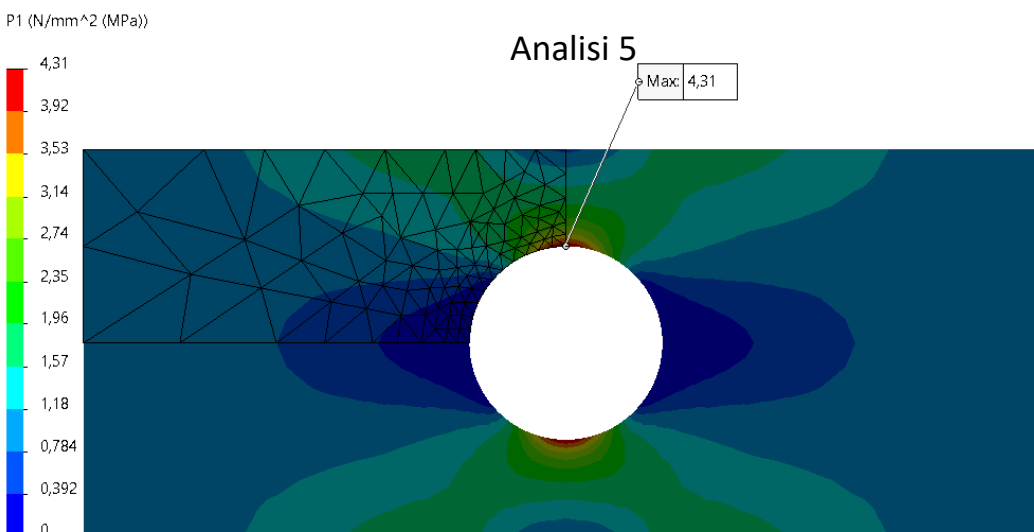
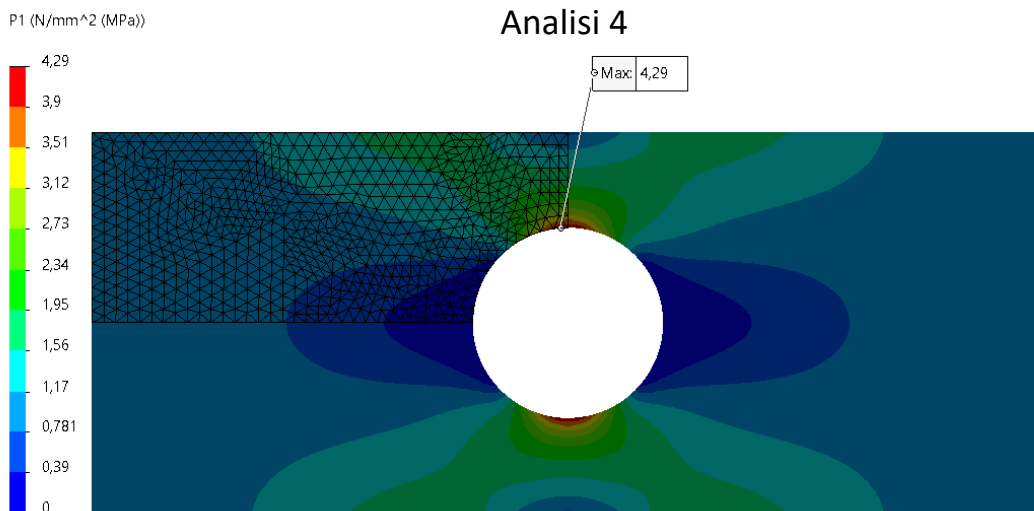


- **Materiale: Fe 360**
  - $E = 206000 \text{ MPa}$
  - $\nu = 0.3$
  - $\sigma_R = 360 \text{ MPa}$
- **Dati:**
  - spessore = 1 mm
  - Pressione = 1 MPa



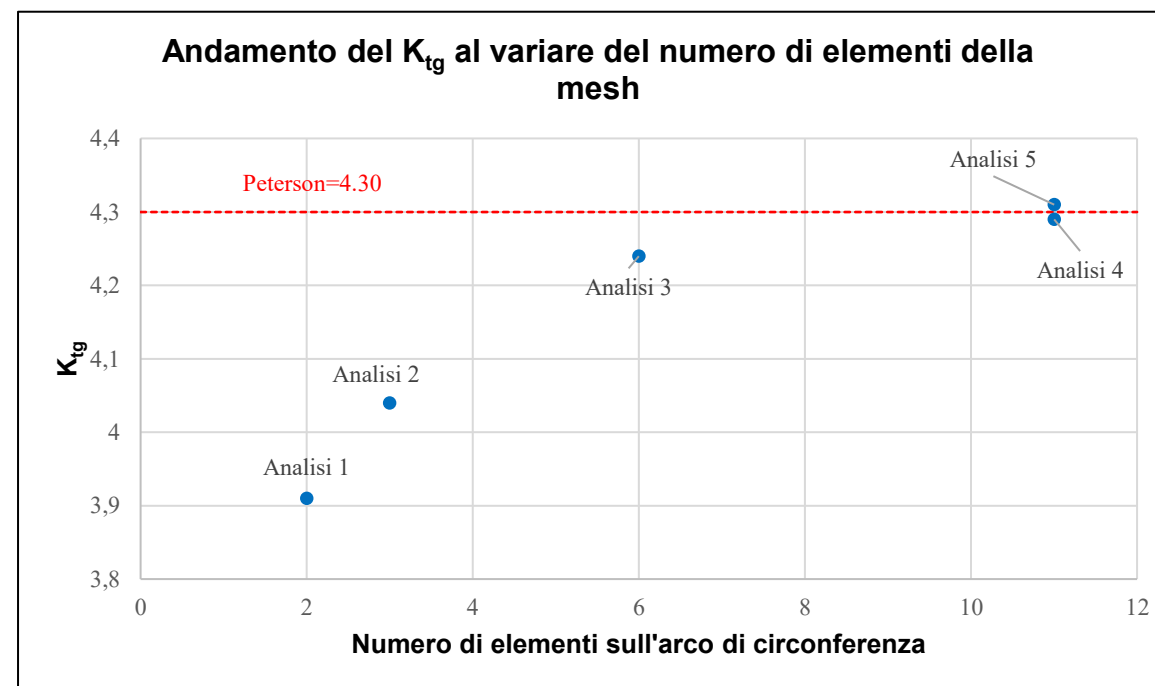
Confronto tra i grafici della prima sollecitazione normale

	<b>Analisi 1</b>	<b>Analisi 2</b>	<b>Analisi 3</b>	<b>Analisi 4</b>
<b>Dimensione massima</b>	10 mm	5 mm	2.5 mm	1.2 mm
<b>Ktg</b>	3.91	4.04	4.24	4.29

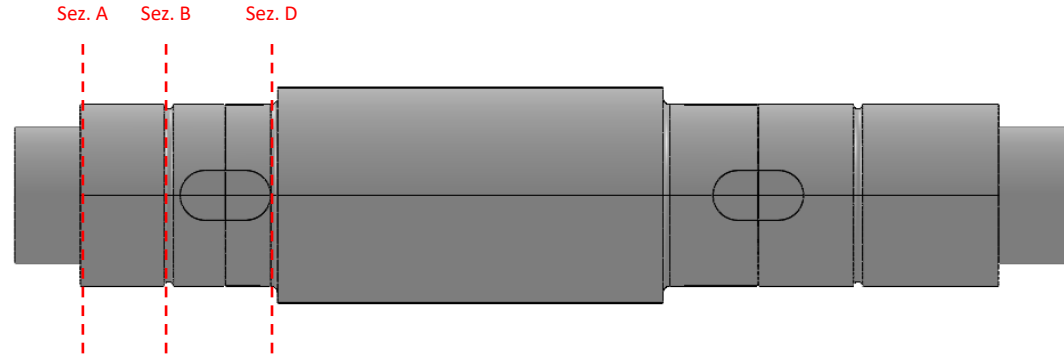


Confronto tra i grafici della prima sollecitazione normale per le analisi 4 e 5

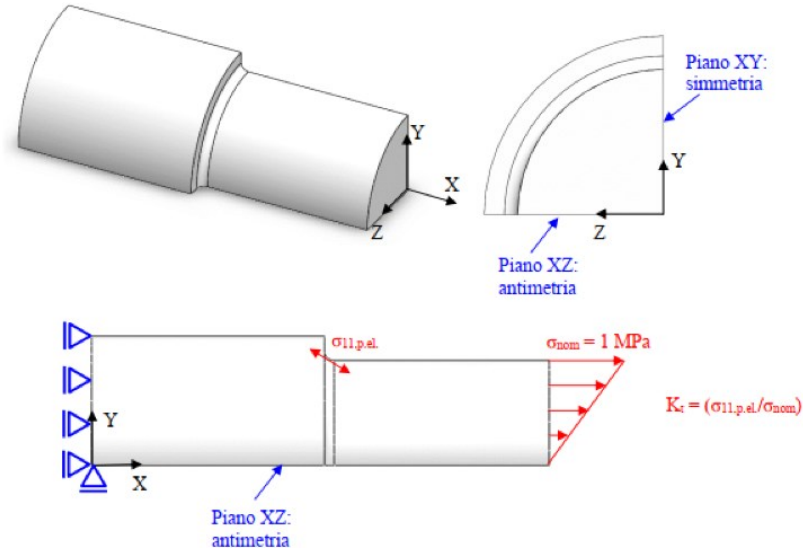
	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4	Analisi 5
<b>K<sub>tg</sub></b>	3.91	4.04	4.24	4.29	4.31
<b>Deviazione</b>	9.1 %	6.0 %	1.4 %	0.2 %	0.2 %



Andamento del K<sub>tg</sub> per le analisi effettuate, confrontato con il valore fornito dal Peterson



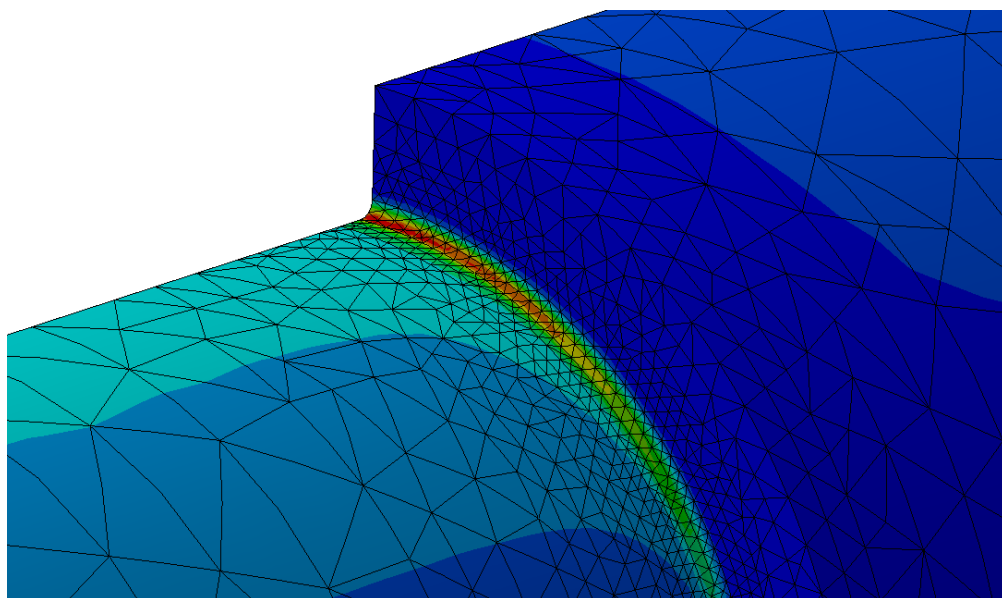
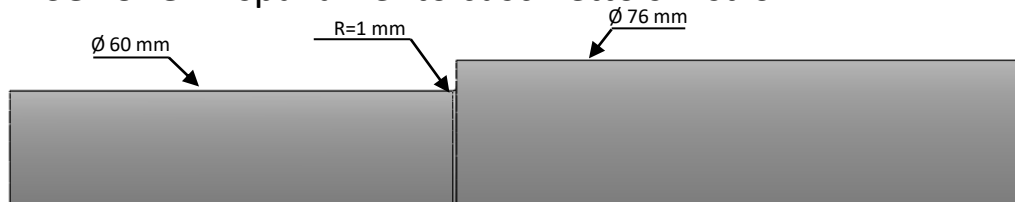
- **Sez.A:** spallamento del cuscinetto sinistro
- **Sez.B:** gola di scarico della filettatura
- **Sez.D:** spallamento della ruota dentata



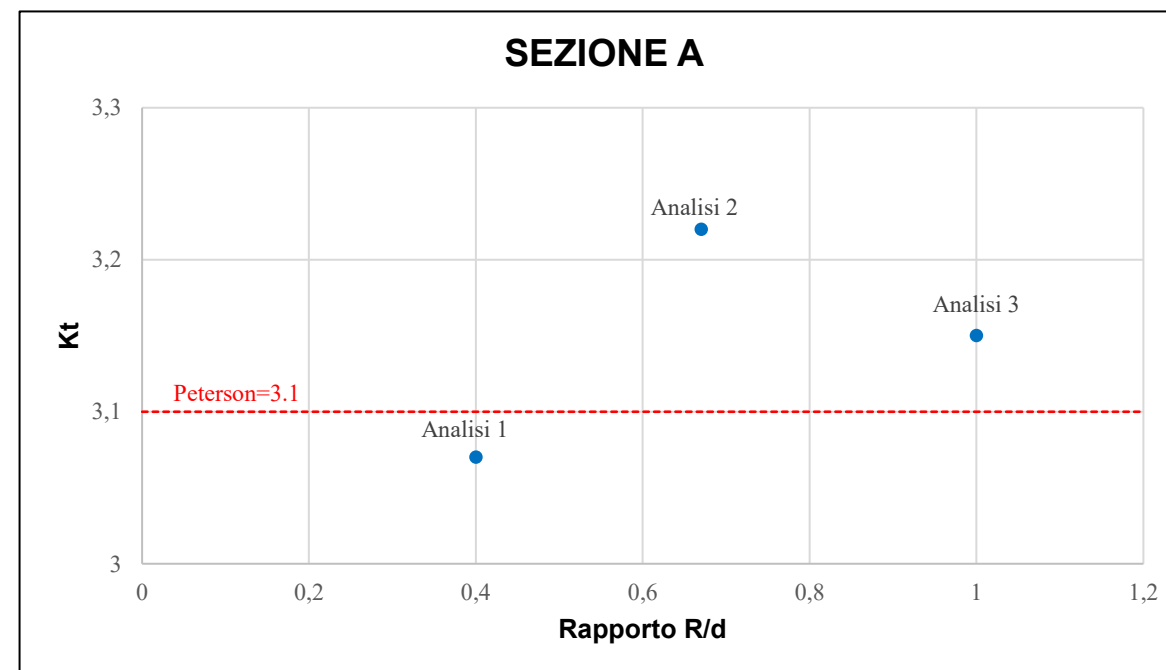
Condizioni di vincolo e carico adottate



**Sezione A: spallamento cuscinetto sinistro**

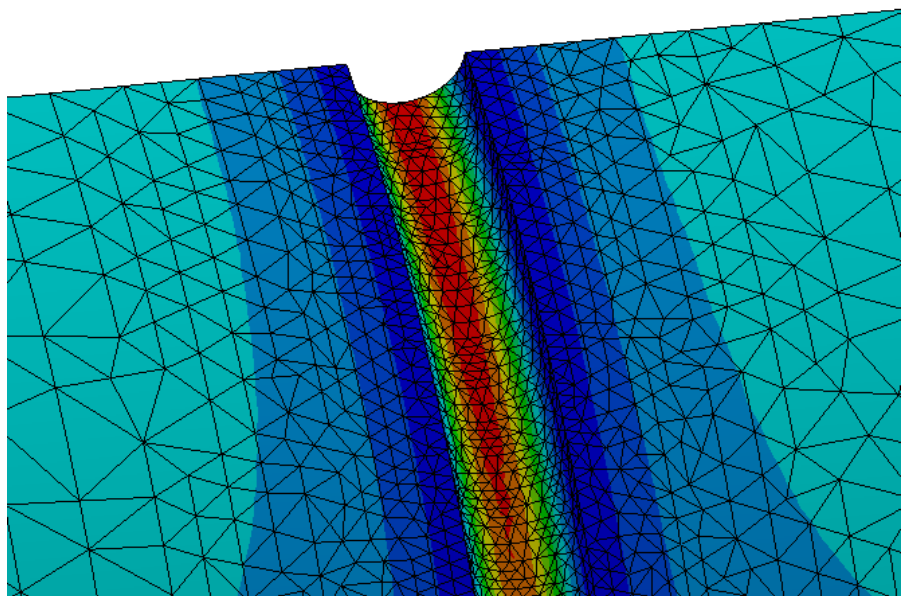
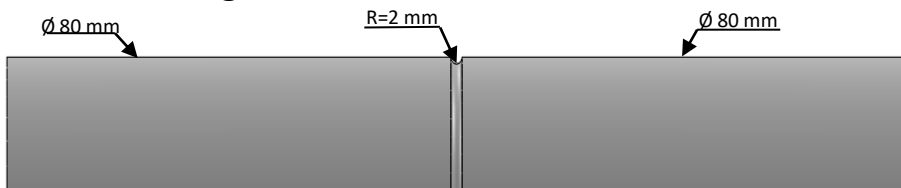


	<b>Analisi 1</b>	<b>Analisi 2</b>	<b>Analisi 3</b>
<b>Dimensione elemento</b>	2.5 mm	1.5 mm	1.0 mm
<b>Kt</b>	3.07	3.22	3.15
<b>Deviazione</b>	1.0 %	3.9 %	1.6 %



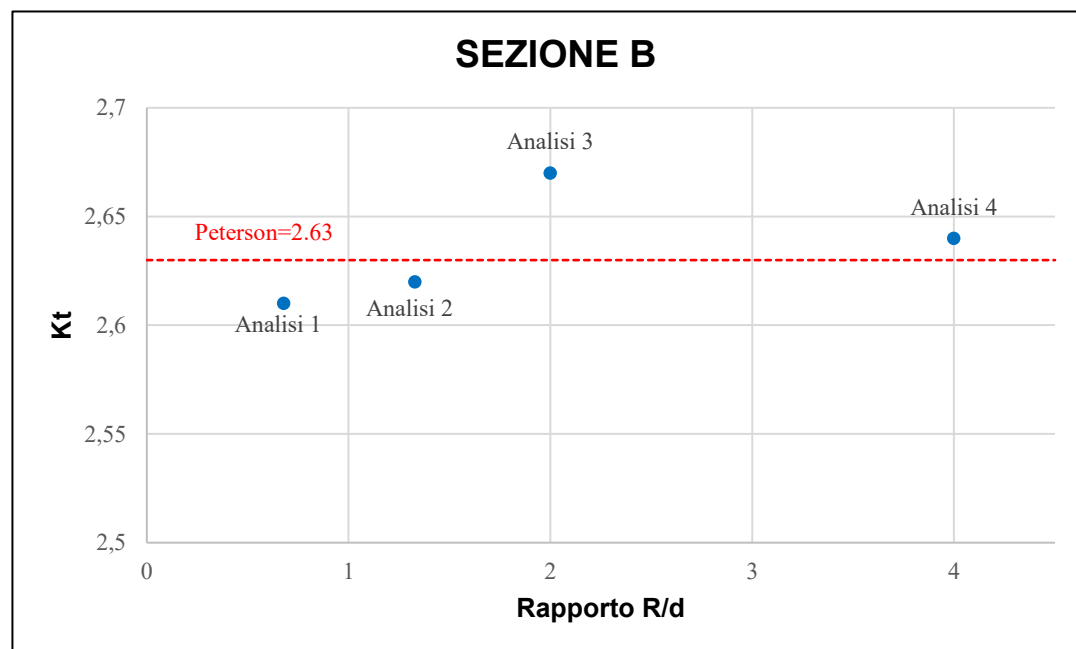
Andamento del  $K_t$  in funzione del rapporto  $R/d$  per le analisi effettuate sulla sezione A

**Sezione B: gola di scarico della filettatura**



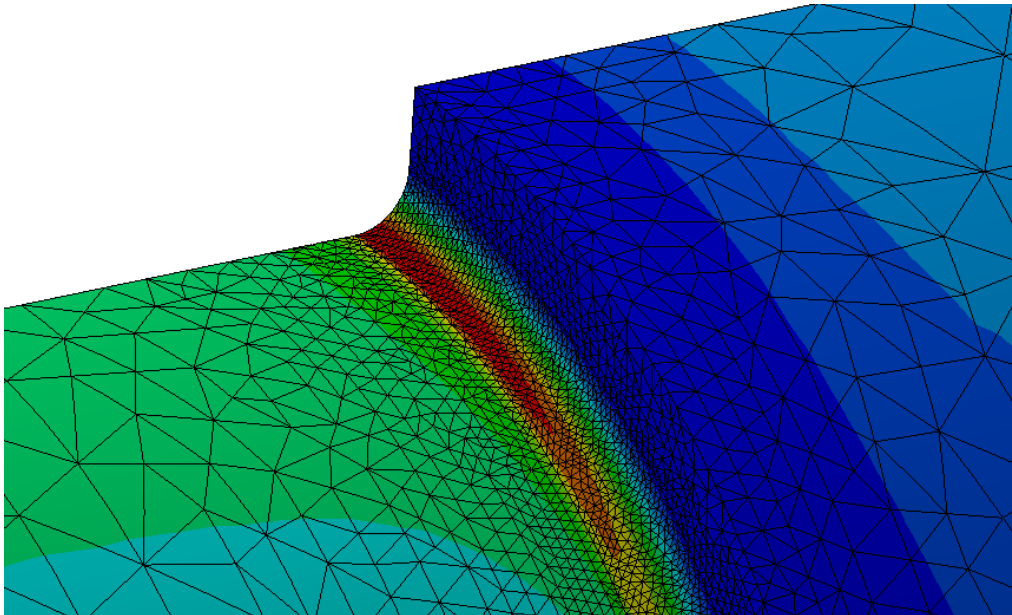
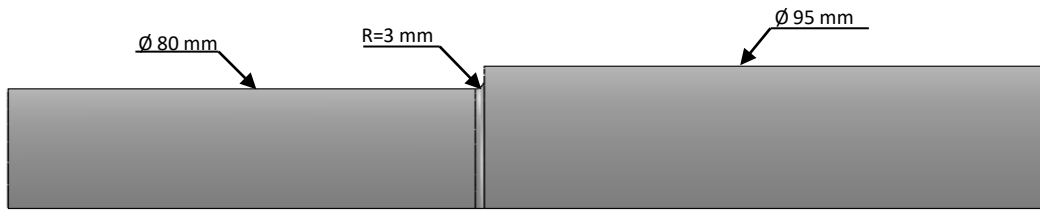
$$\frac{K_{tn}}{K_{tg}} = \frac{W_{fn}}{W_{fg}} = \frac{d^3}{D^3} \quad \rightarrow \quad K_{tn} = \frac{d^3}{D^3} K_{tg}$$

	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4
<b>Dimensione elemento</b>	2.96 mm	1.5 mm	1.0 mm	0.5 mm
$K_{tg}$	3.05	3.06	3.11	3.08
$K_{tn}$	2.61	2.62	2.67	2.64
<b>Deviazione</b>	0.8 %	0.4 %	1.5 %	0.8 %

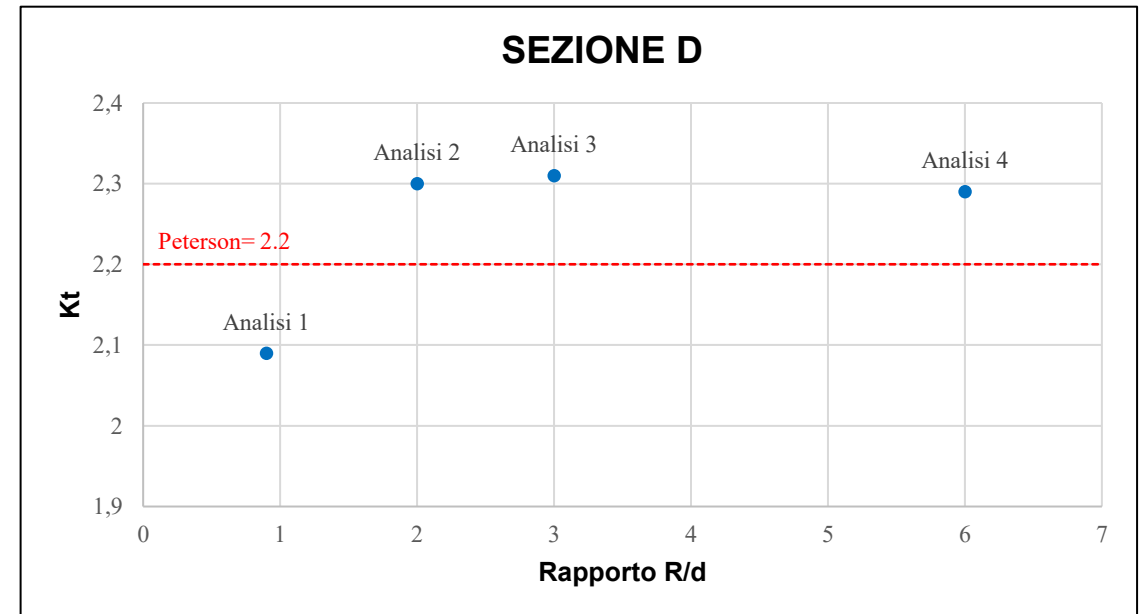


Andamento del  $K_{tn}$  in funzione del rapporto R/d per le analisi effettuate sulla sezione B

### Sezione D: spallamento della ruota dentata

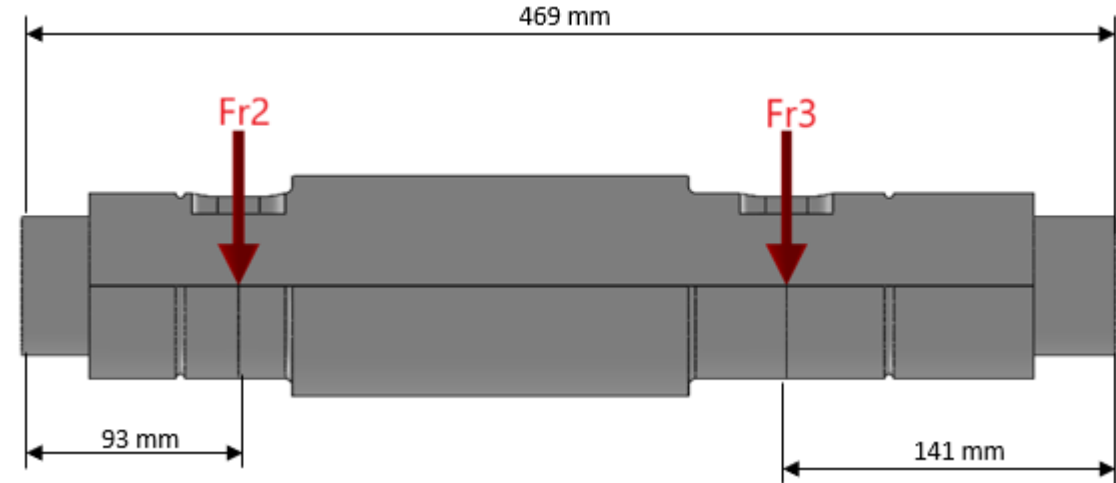
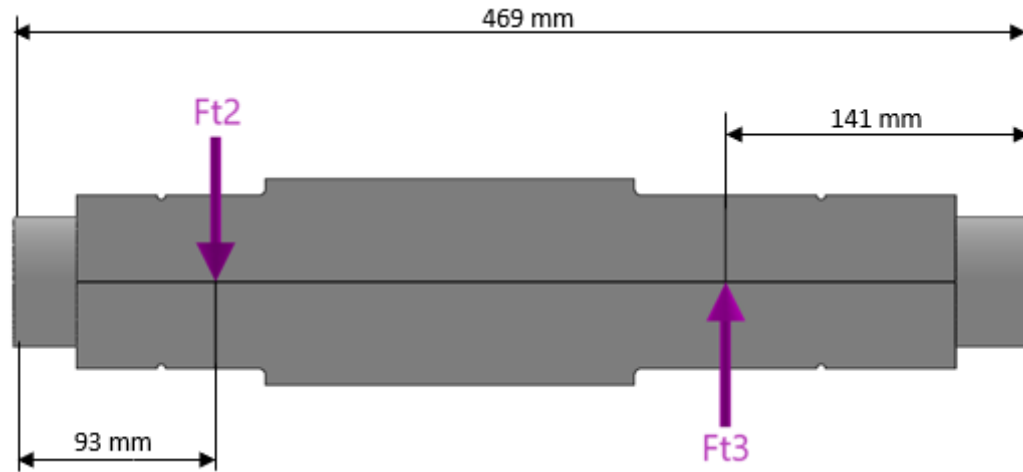


	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4
<b>Dimensione elemento</b>	3.25 mm	1.5 mm	1.0 mm	0.5 mm
<b><math>K_t</math></b>	2.09	2.30	2.31	2.29
<b>Deviazione</b>	5.0 %	4.5 %	5.0 %	4.1 %

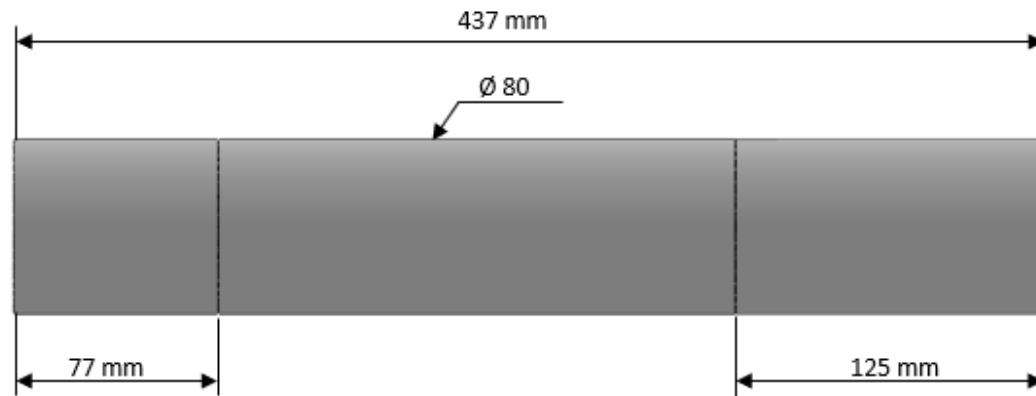


Andamento del  $K_t$  in funzione del rapporto  $R/d$  per le analisi effettuate sulla sezione D

- **Modello tridimensionale**



- **Modello monodimensionale**



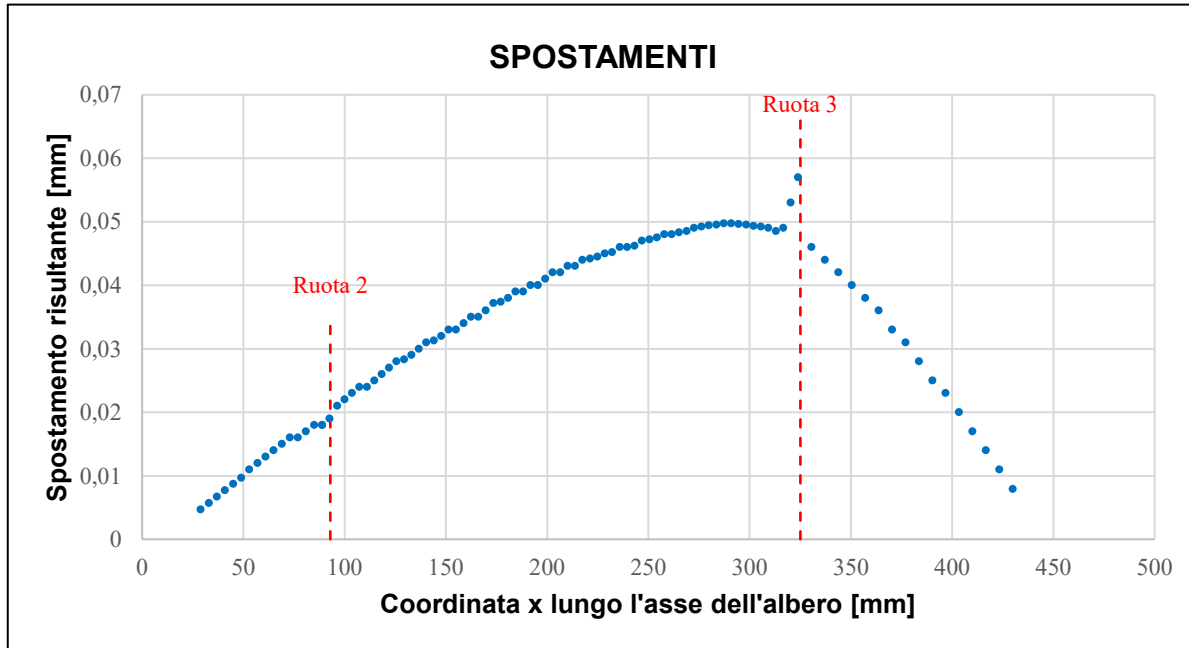
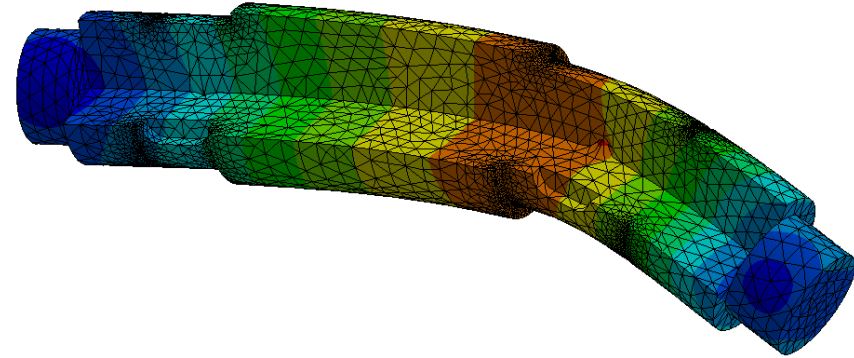
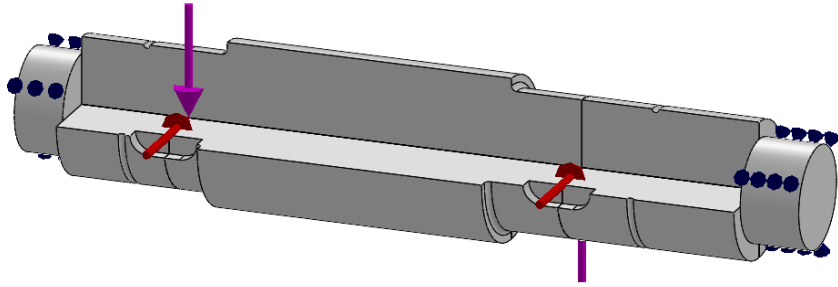
- **MATERIALE:** C45 bonificato

- $E = 206000$  MPa
- $\sigma_R = 640$  MPa
- $\sigma_s = 410$  MPa

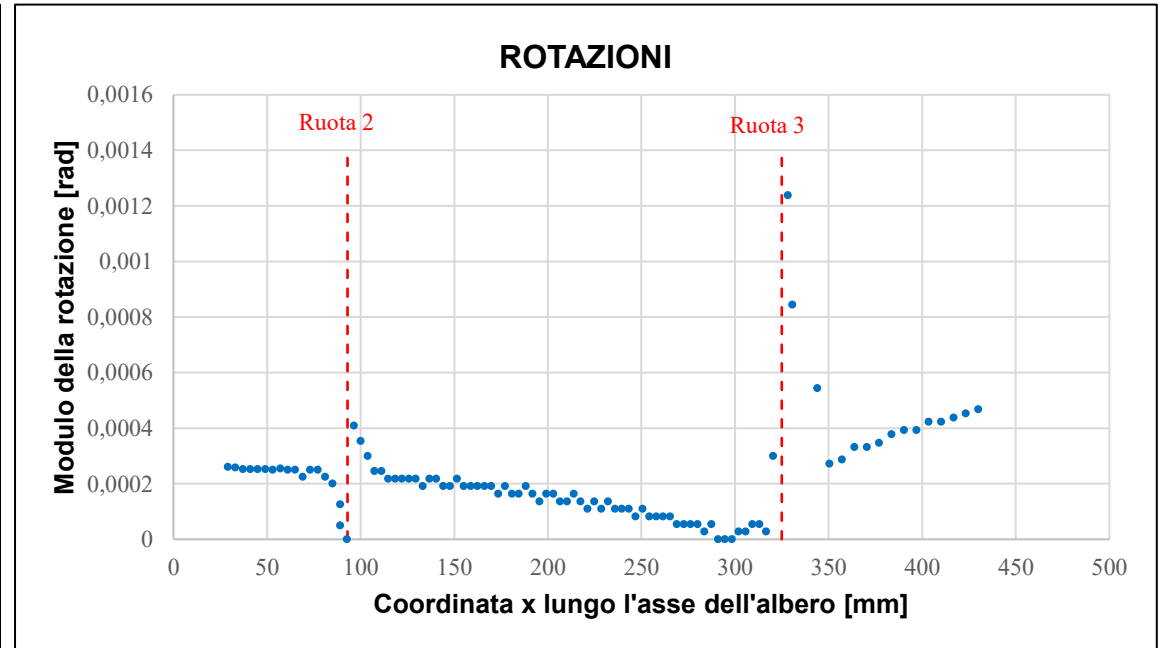
- **FORZE:**

- $F_{t2} = 6055$  N
- $F_{t3} = 20999$  N
- $F_{r2} = 2202$  N
- $F_{r3} = 7642$  N

- MODELLO 3D

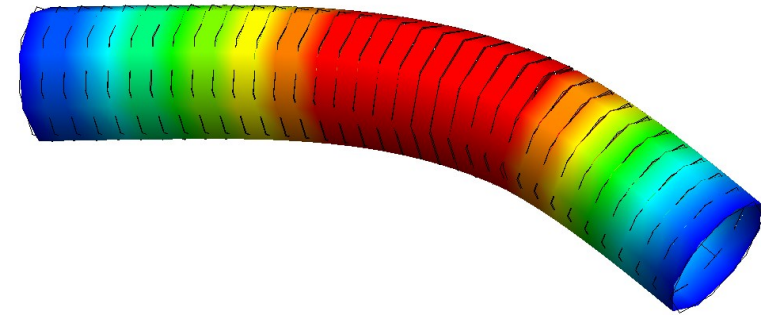
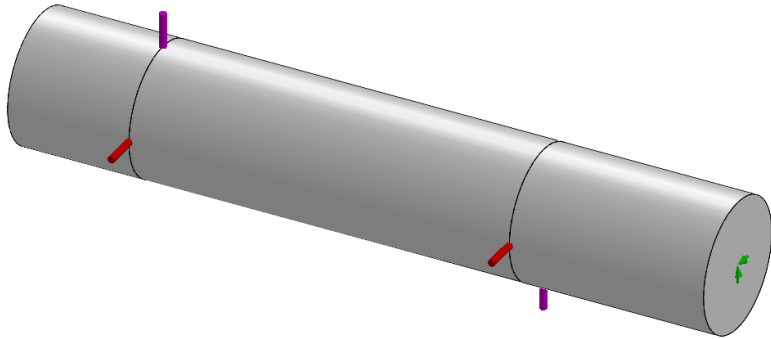


Andamento della freccia dell'asse dell'albero

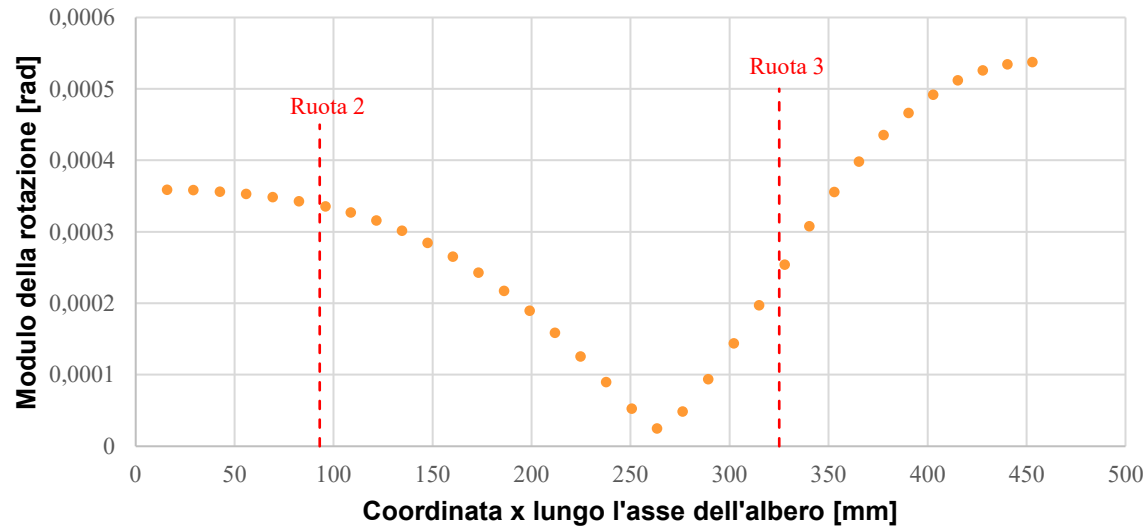


Andamento dell'angolo di inclinazione dell'albero

• **MODELLO 1D**

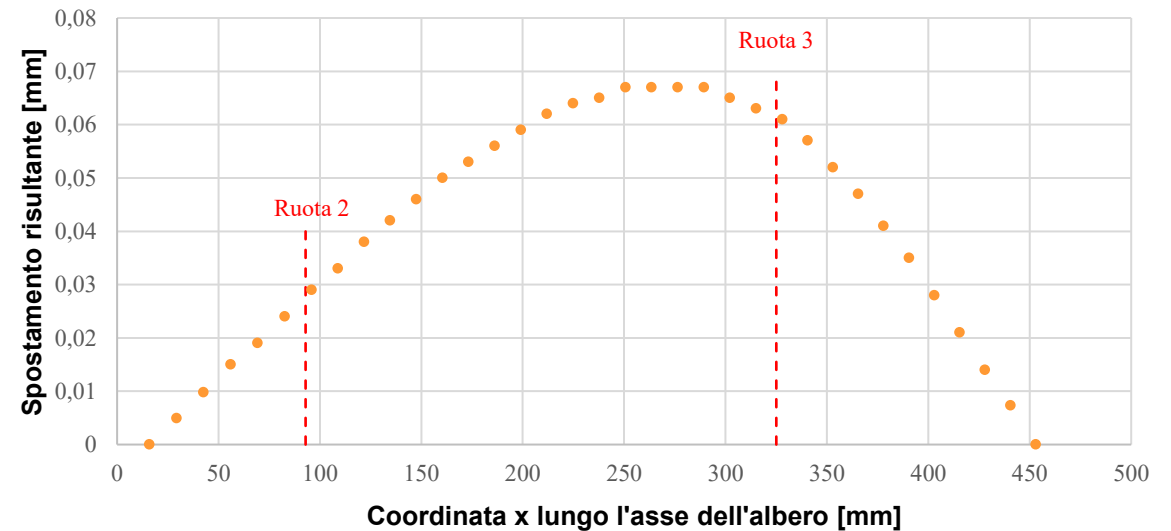


**ROTAZIONI**

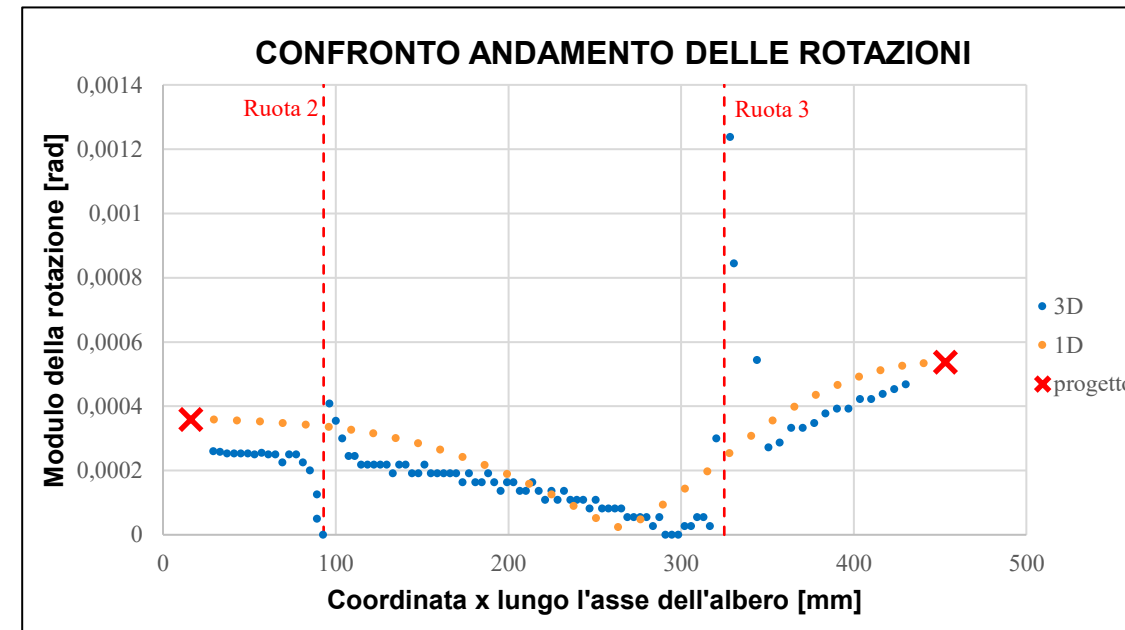
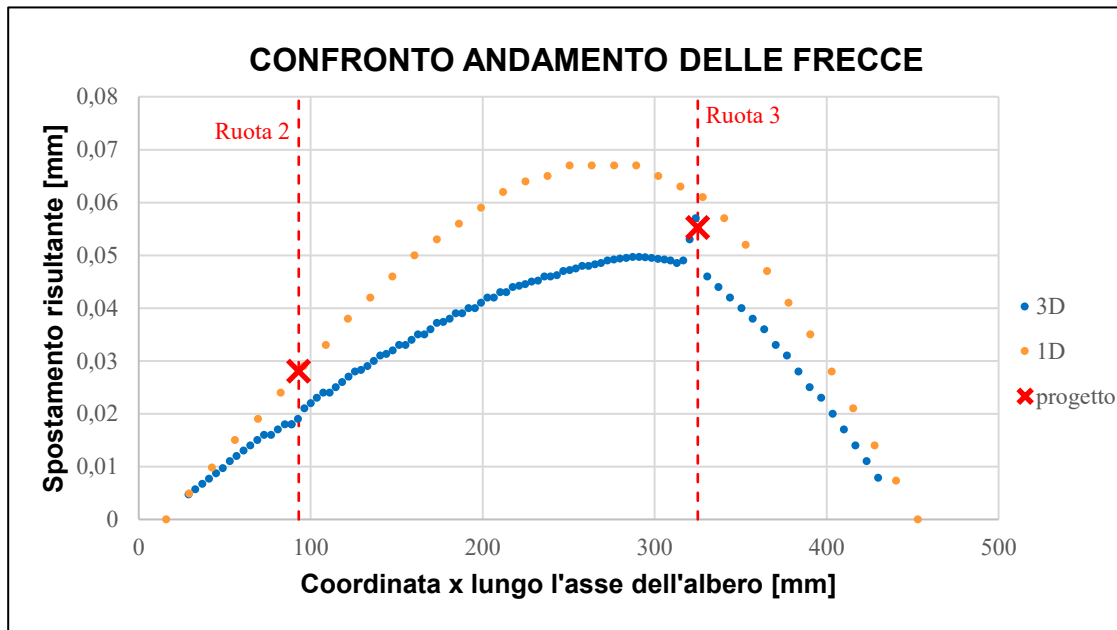


Andamento della freccia dell'asse dell'albero

**SPOSTAMENTI**



Andamento dell'angolo di inclinazione dell'albero



- **Verifiche a deformabilità:** determinazione degli spostamenti

	Modello 3D	Modello 1D	Progetto
<b>Ruota 2</b>	0.019 mm	0.029 mm	0.028 mm
<b>Ruota 3</b>	0.057 mm	0.062 mm	0.055 mm

- **Verifiche a deformabilità:** determinazione degli spostamenti

	Modello 3D	Modello 1D	Progetto
<b>Cuscinetto sx</b>	$2.6 \cdot 10^{-4}$ rad	$3.59 \cdot 10^{-4}$ rad	$3.59 \cdot 10^{-4}$ rad
<b>Cuscinetto dx</b>	$4.6 \cdot 10^{-4}$ rad	$5.37 \cdot 10^{-4}$ rad	$5.36 \cdot 10^{-4}$ rad