

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale
«Analisi strutturale ad Elementi Finiti
dell'assieme: forcella anteriore e
piastre di sterzo di motociclo»***

Tutor universitario: *Prof. ssa Beatrice Pomaro*

Prof. Gianluca Mazzucco

Laureando: *Davide Foffano*

Padova, 24/11/2023

La serie sterzo è un insieme di componenti che permette la rotazione della forcella anteriore del motociclo tramite l'azione sul manubrio.

La **forcella anteriore** è costituita principalmente da:

- Canotto di sterzo
- Piastre di sterzo
- Steli forcella
- Perno ruota

Si è analizzato staticamente la struttura della serie sterzo in due condizioni critiche:

- la **frenata al limite del ribaltamento**
- la **curva al limite di aderenza**



Obiettivo: analisi del comportamento statico di una forcella anteriore di un motociclo mediante il Metodo di analisi strutturale ad Elementi Finiti (FEM)

Fasi di lavoro:

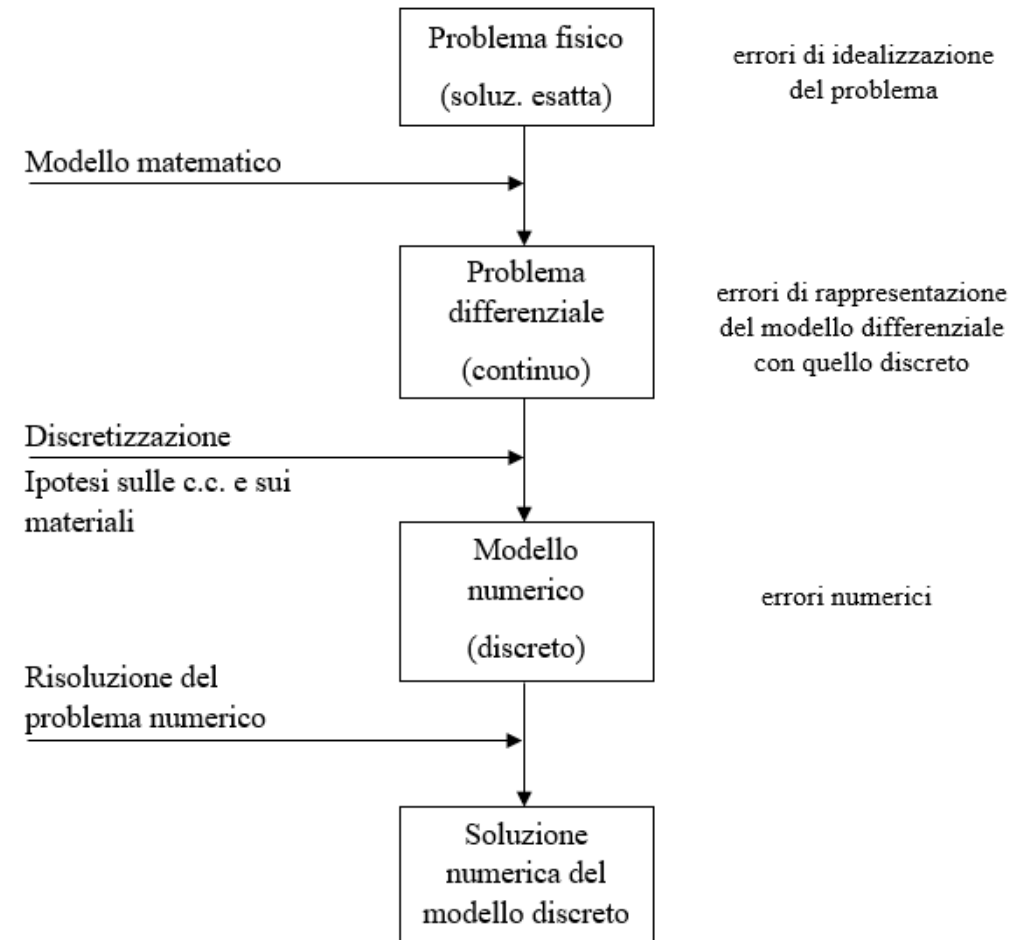
- Modellazione solida dell'assieme forcella anteriore
- Importazione in ambiente di modellazione FEM e creazione della mesh
- Applicazione delle condizioni al contorno e materiali
- Applicazione delle condizioni di carico
- Analisi statica lineare dell'assieme e risultati in diverse condizioni di carico

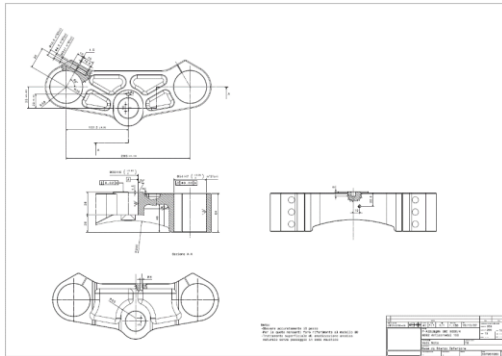
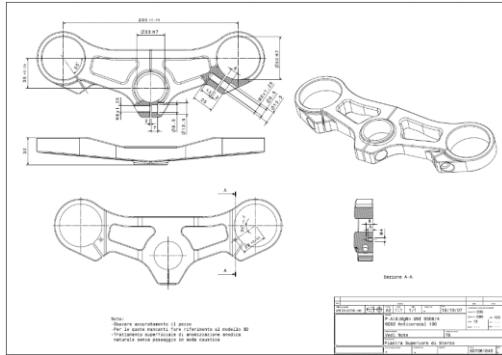
Il **Metodo di analisi ad Elementi Finiti** è un metodo numerico che permette di analizzare strutture e sistemi complessi, consentendo di prevedere il comportamento di un sistema, ottimizzare e garantire la sicurezza di un progetto.

Un fenomeno fisico può essere rappresentato in termini matematici tramite una formulazione differenziale (soluzione esatta) o integrale (discretizzazione e soluzione approssimata).

Fasi del metodo:

- Fase di modellazione matematica
- Fase di discretizzazione
- Risoluzione del sistema di equazioni
- Post - processing



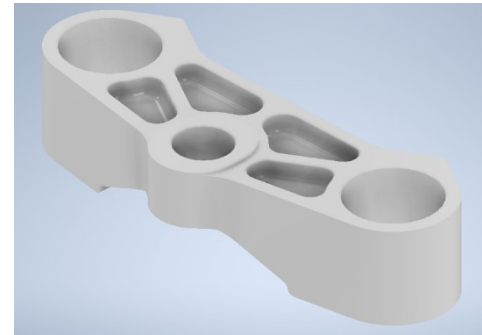


Disegni costruttivi

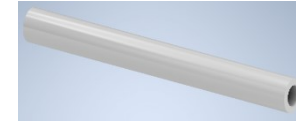
Modellazione



Piastra di sterzo superiore



Piastra di sterzo inferiore



Perno ruota



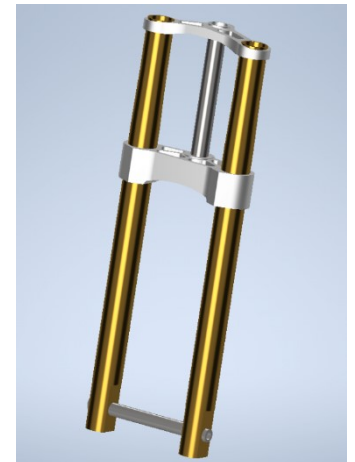
Canotto di sterzo

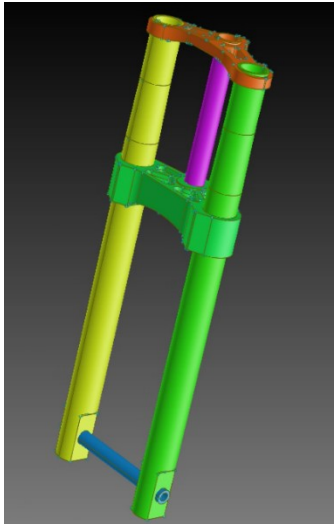


Stelo forcella

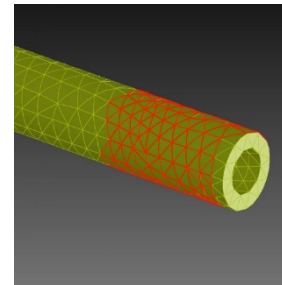
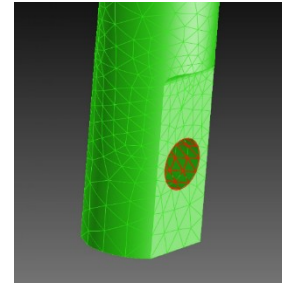
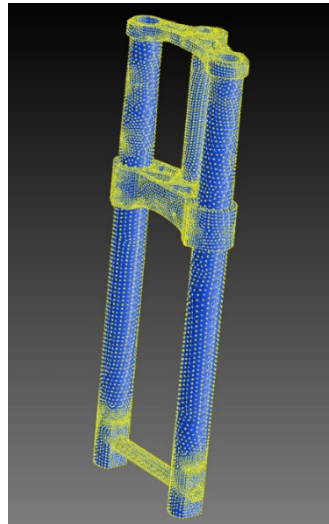


Assieme

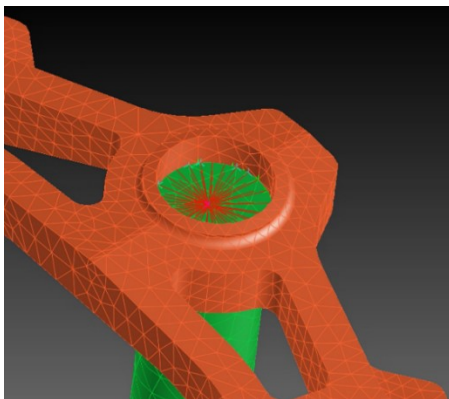
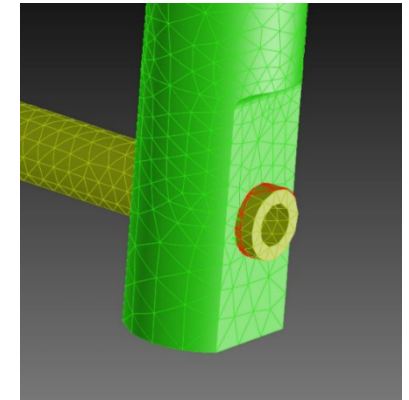




Automeshing



Condizioni di
contatto



Vincoli di
appoggio

Materiali utilizzati

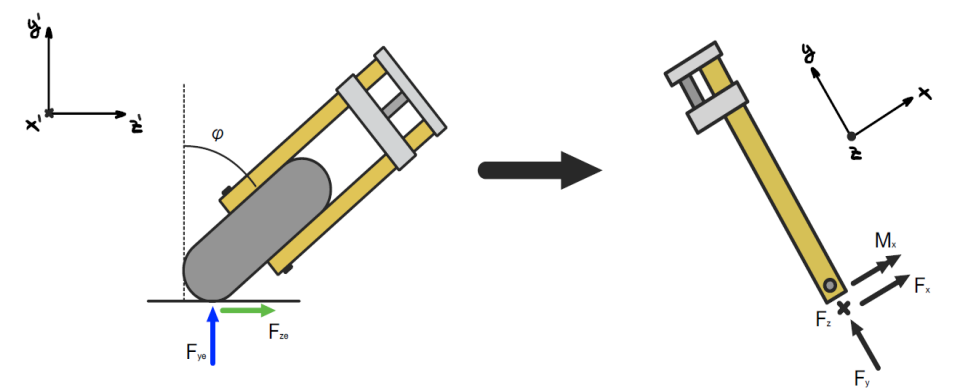
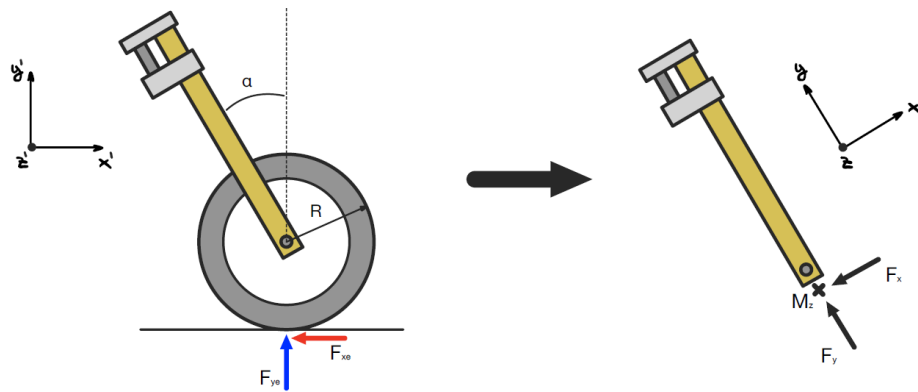
Aluminium Alloy: 6082 - T6	
Isotropic	
Material	Element
Modulus	69000.0 MPa
Poisson's Ratio	0.334
Density	2.7×10^{-6} kg/mm ³
Thermal Expansion	2.36×10^{-5} /C
Conductivity	0.0 J/s/mm/C
Specific Heat	892.0 J/kg/C

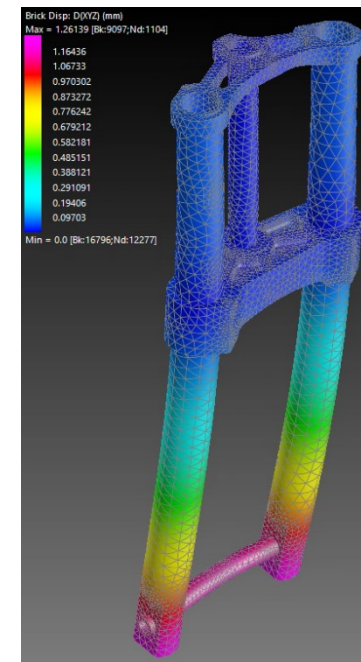
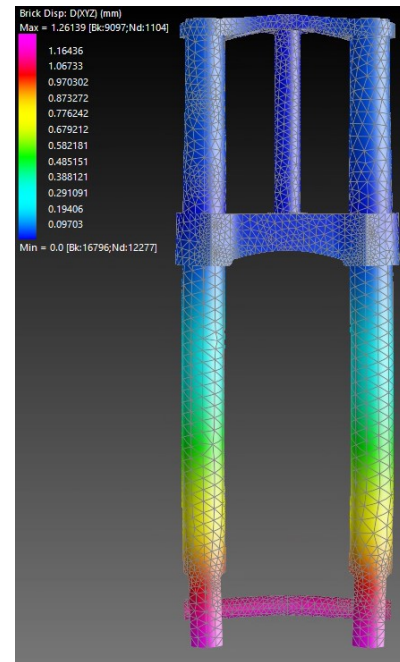
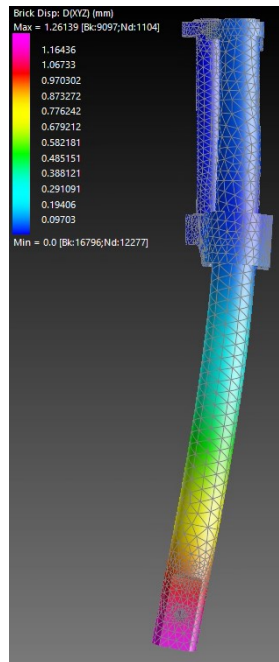
Steel	
Isotropic	
Material	Element
Modulus	200000.0 MPa
Poisson's Ratio	0.25
Density	7.87×10^{-6} kg/mm ³
Thermal Expansion	1.15×10^{-5} /C
Conductivity	0.051 J/s/mm/C
Specific Heat	500.0 J/kg/C

Frenata al limite del ribaltamento



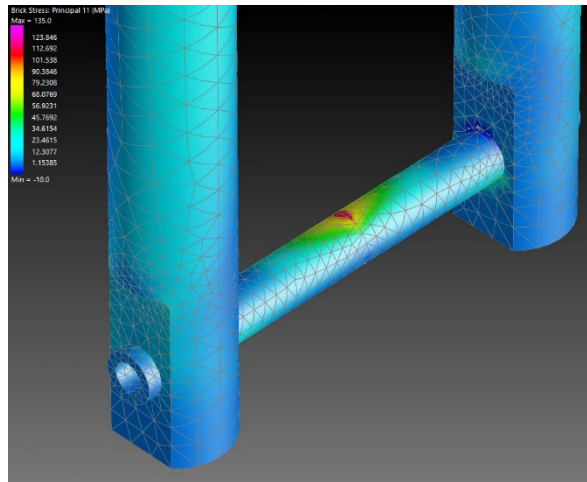
Curva al limite di aderenza



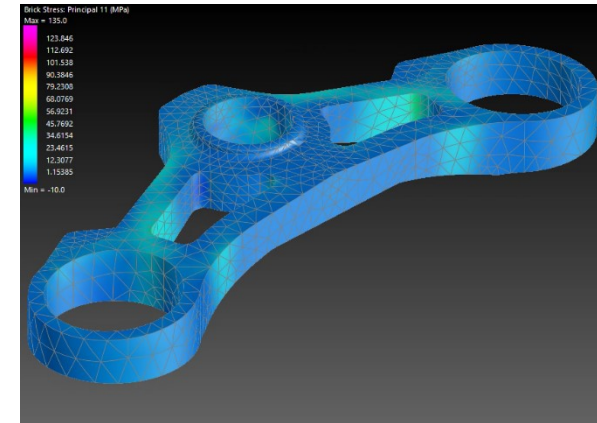


Analizzando la deformata si può notare che:

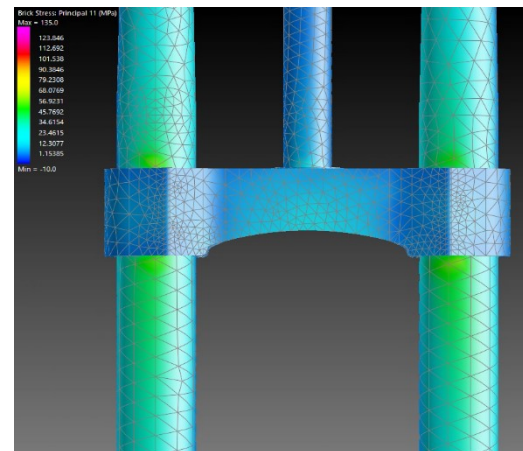
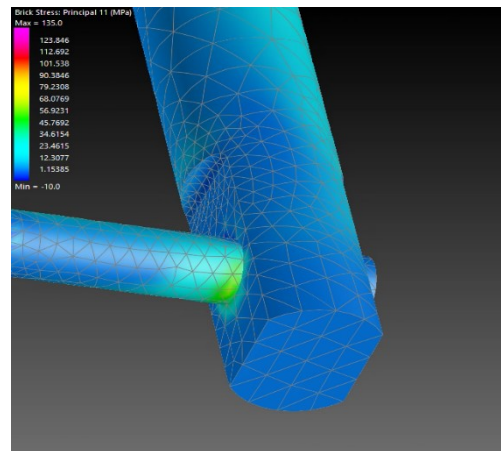
- è presente uno spanciamento degli steli forcella in direzione opposta al moto del veicolo, come è atteso che accada in fase di frenata;
- i maggiori spostamenti si hanno in corrispondenza della parte bassa degli steli forcella;
- è presente un'inflexione del perno ruota in risposta al trasferimento di carico sulla ruota anteriore.



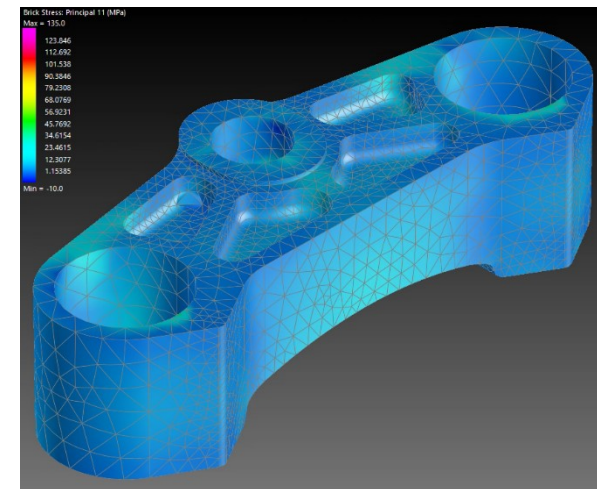
Range di tensione
min: -10 MPa
max: 135 MPa



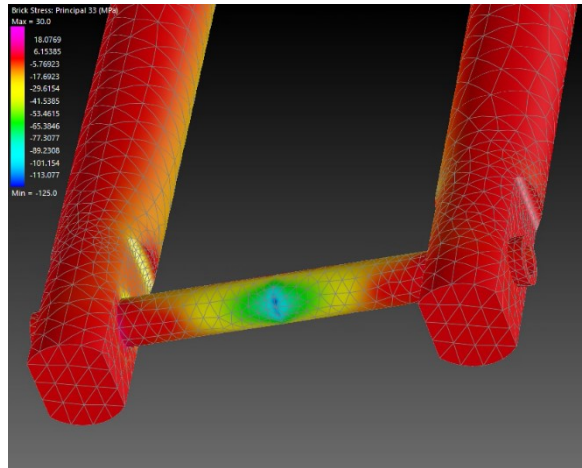
Picco di massima tensione di trazione



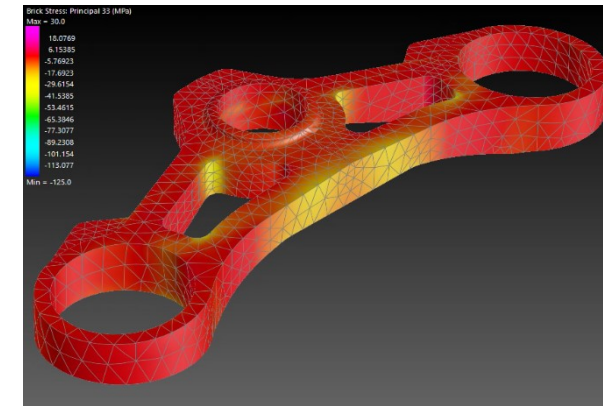
Zone sollecitate a trazione



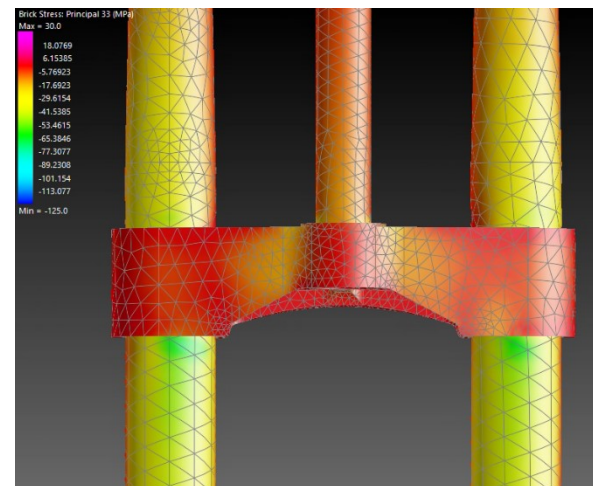
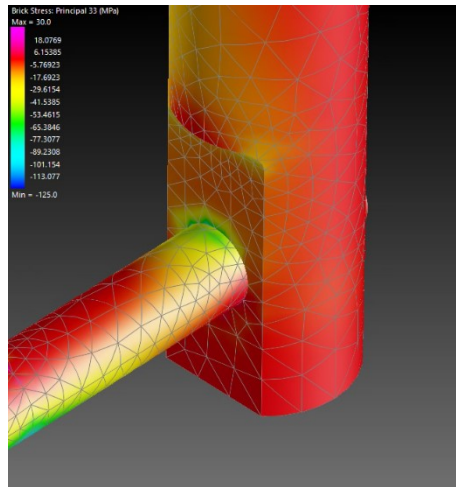
Distribuzione delle tensioni di trazione
sulle piastre



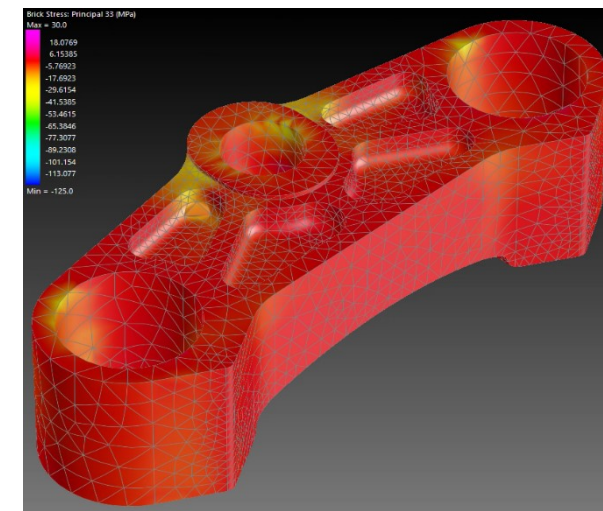
Range di tensione
min: -125 MPa
max: 30 MPa



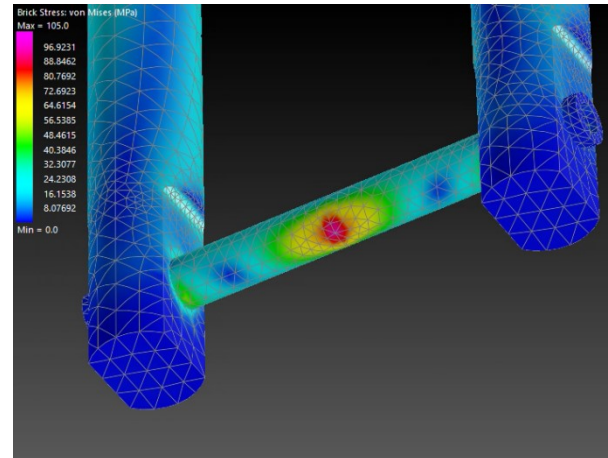
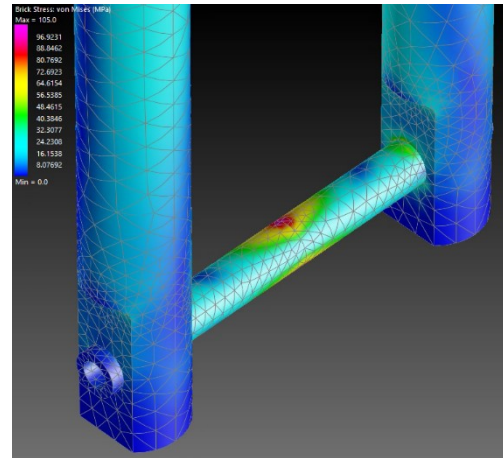
Picco di massima tensione di compressione



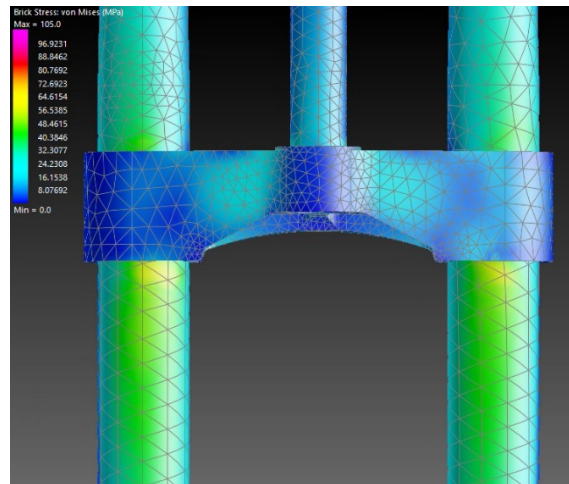
Zone sollecitate a compressione



Distribuzione delle tensioni di compressione
sulle piastre

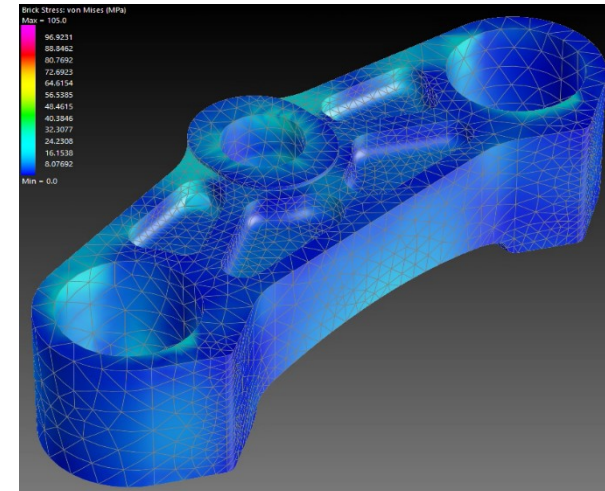
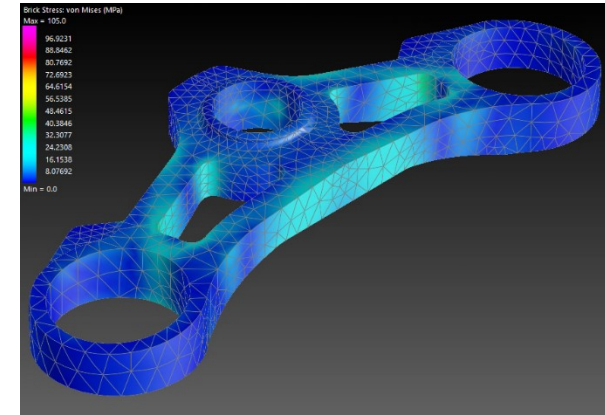


Picco di massima tensione di Von Mises

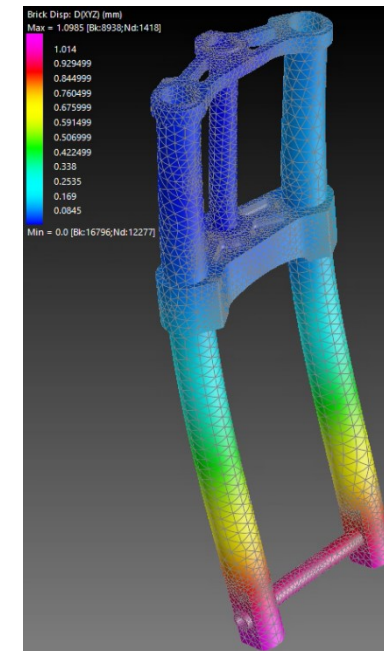
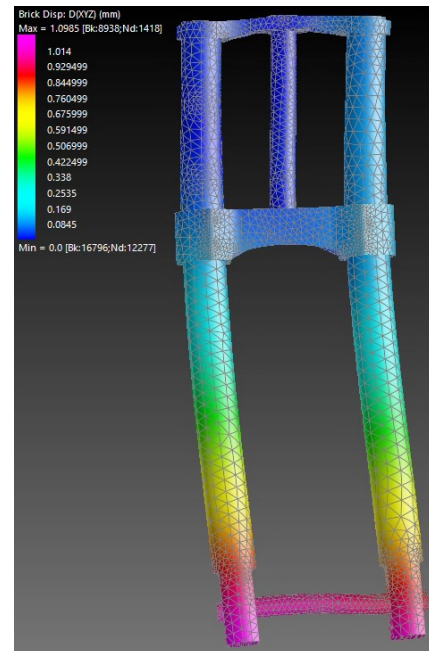
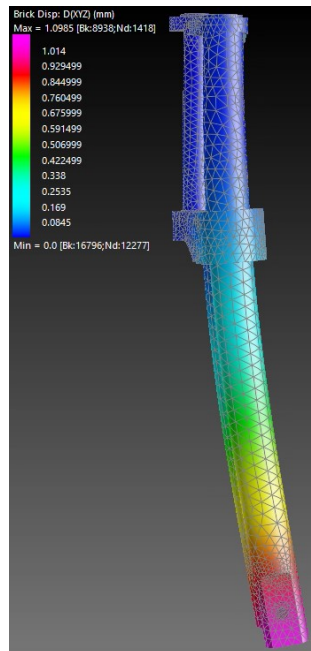


Zone con maggior tensione di Von Mises

Range di tensione
min: 0 MPa
max: 105 MPa

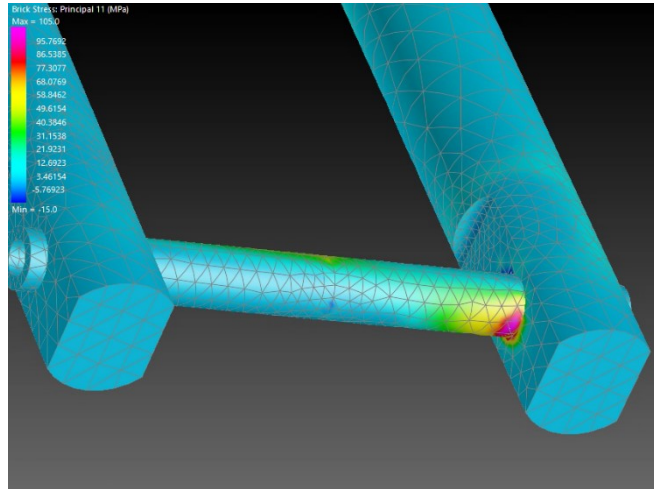


Distribuzione delle tensioni di Von Mises
sulle piastre

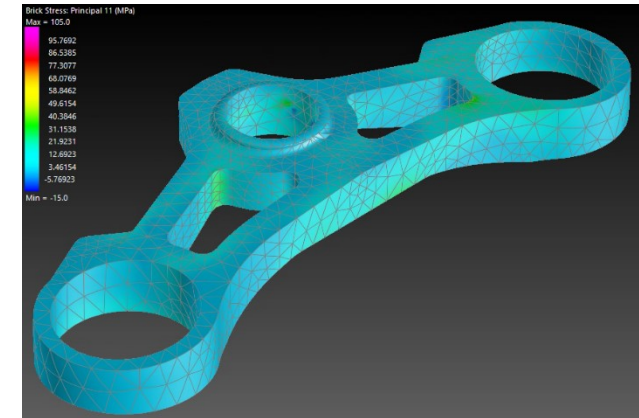


Analizzando la deformata si può notare che:

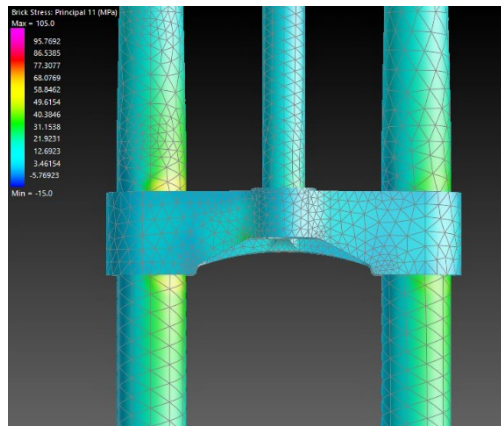
- è presente un'inflessione degli steli forcella sia in avanti che lateralmente;
- i maggiori spostamenti si presentano all'estremo degli steli forcella;
- il perno ruota è inoltre soggetto a torsione.



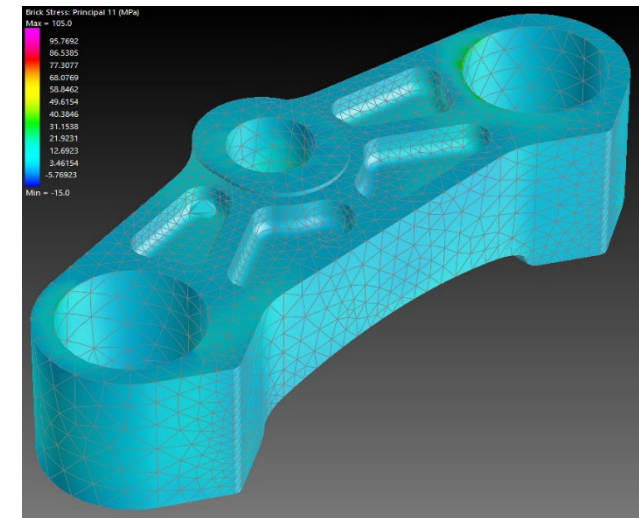
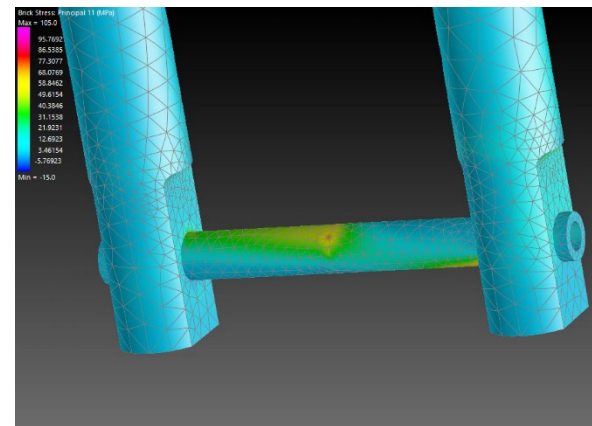
Range di tensione
min: -15 MPa
max: 105 MPa



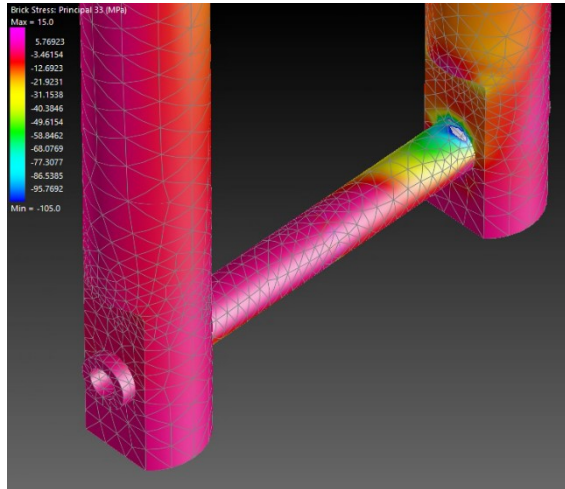
Picco di massima tensione di trazione



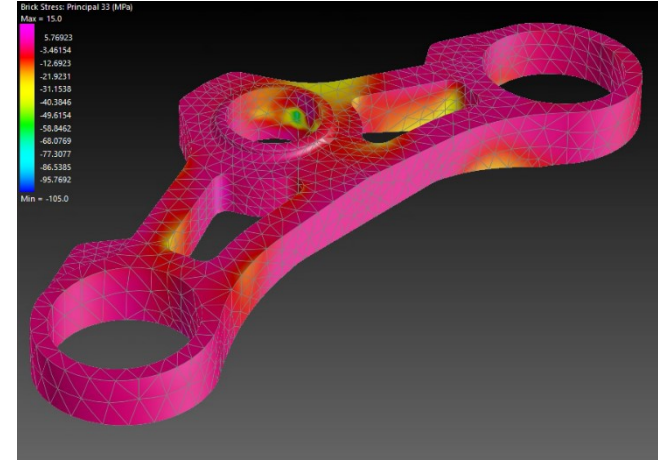
Zone sollecitate a trazione



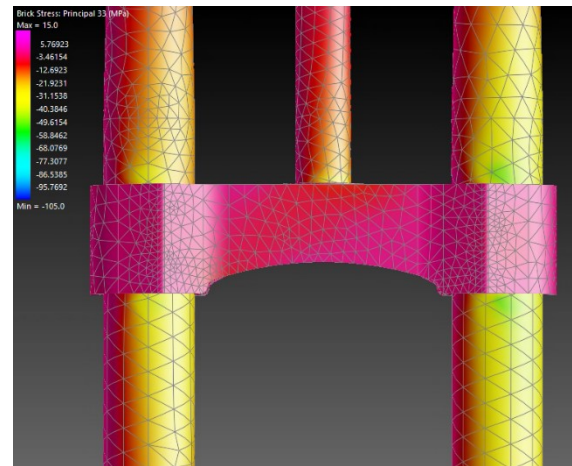
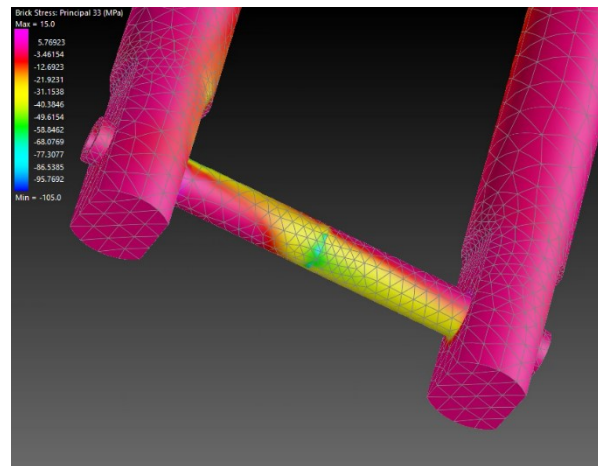
Distribuzione delle tensioni di trazione
sulle piastre



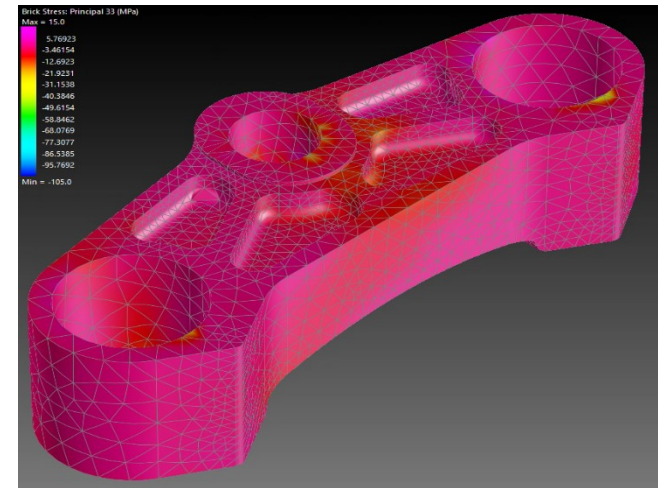
Range di tensione
min: -105 MPa
max: 15 MPa



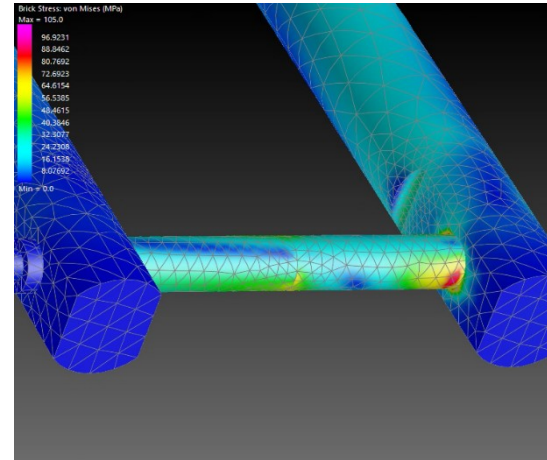
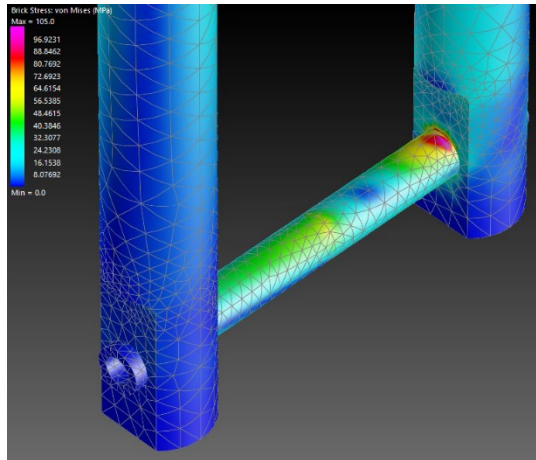
Picco di massima tensione di compressione



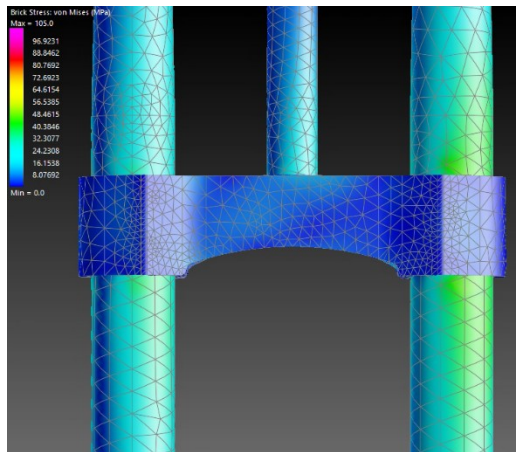
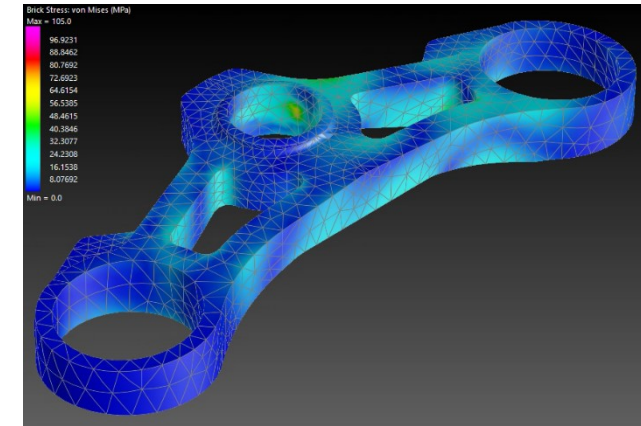
Zone sollecitate a compressione



Distribuzione delle tensioni di compressione
sulle piastre

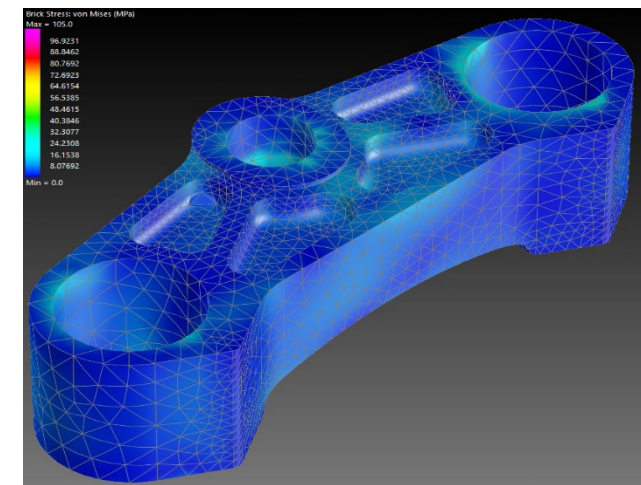


Picchi di massima tensione di Von Mises



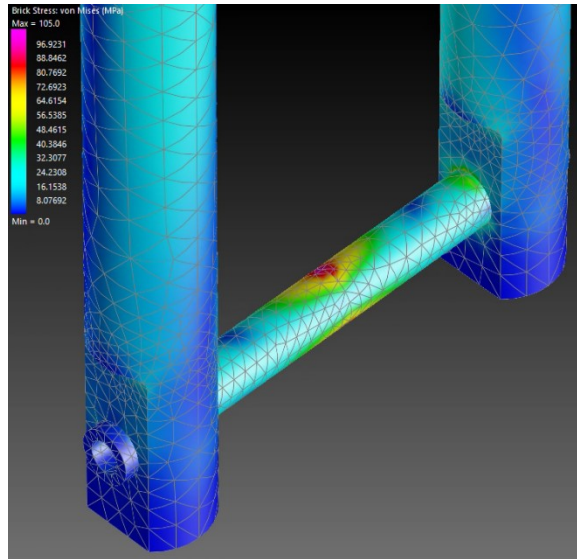
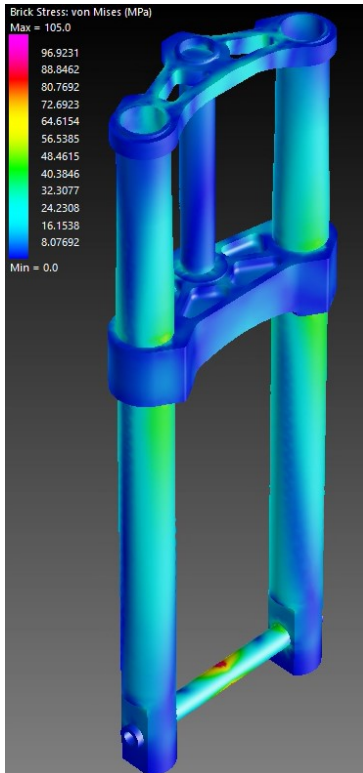
Range di tensione
min: 0 MPa
max: 105 MPa

Zone con maggior tensione di Von Mises

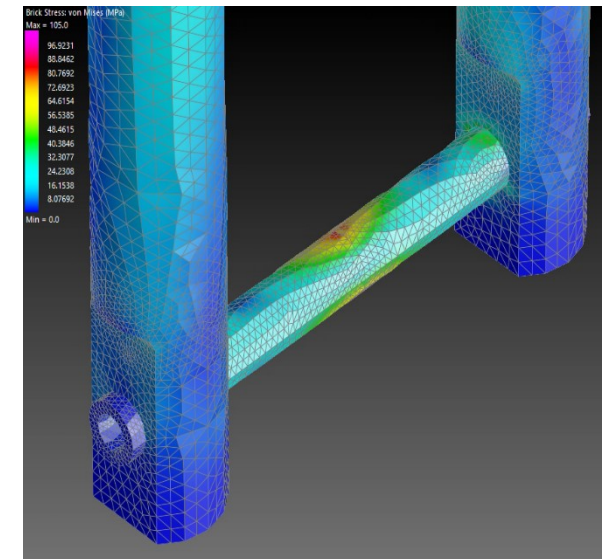
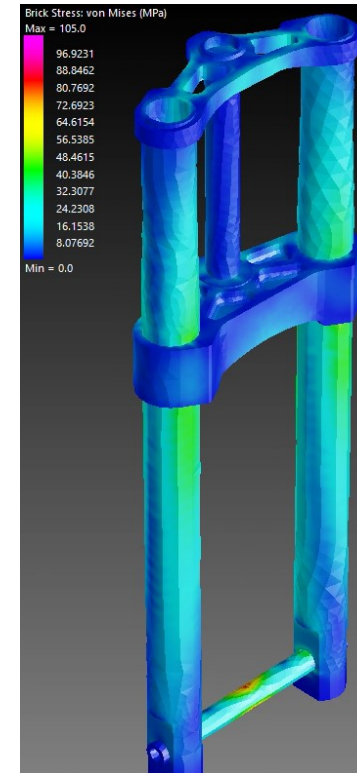


Distribuzione delle tensioni di Von Mises sulle piastre

Modello originale

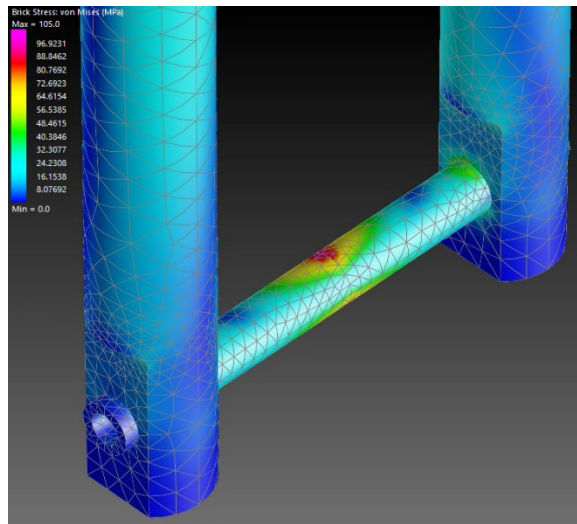
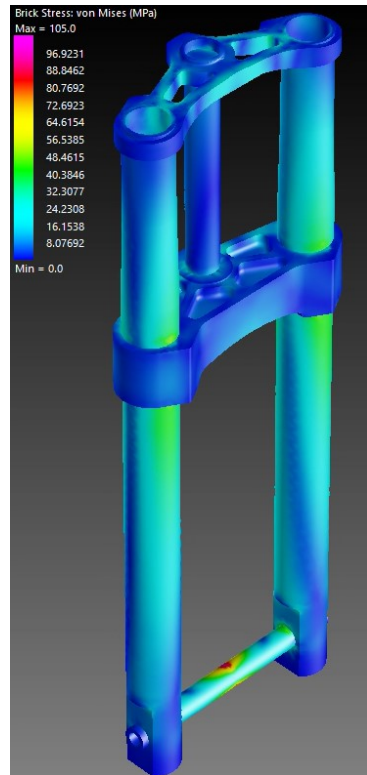


Modello con mesh infittita

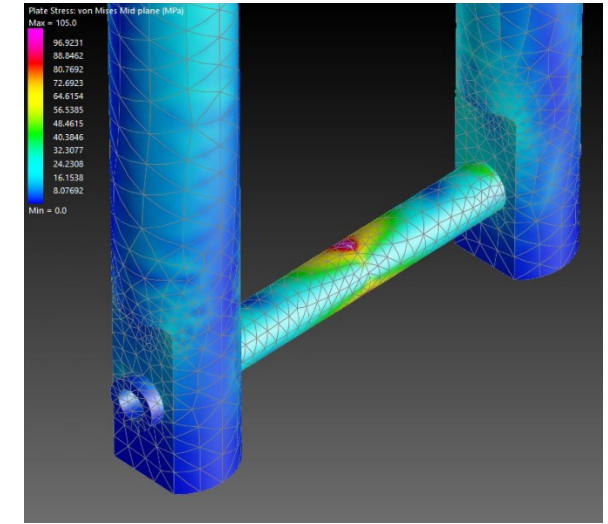
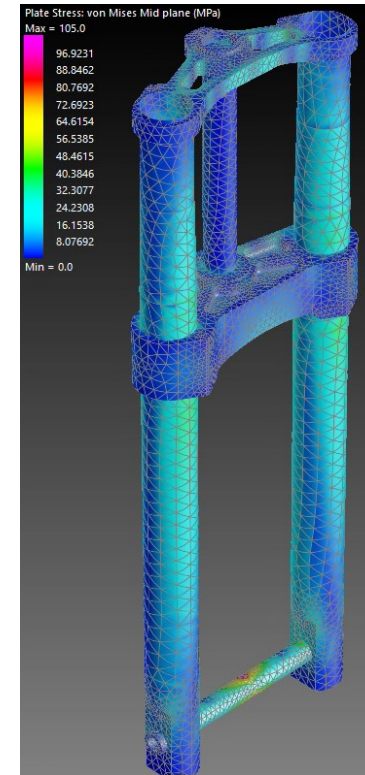


L'infittimento della mesh non porta a vantaggi significativi, è quindi sufficiente utilizzare una mesh intermedia per avere dei risultati soddisfacenti.

Modello originale



Modello con importazione delle
forcelle come elementi superficiali



Anche l'importazione delle forcelle come elementi superficiali non porta a vantaggi significativi, può comunque essere una valida alternativa di modellazione.

Le **deformate** della struttura, le quali mostrano in maniera amplificata gli spostamenti, sono verosimili per le condizioni di carico applicate e compatibili con quanto ci si attende dalla fisica del fenomeno reale.

Le **zone più sollecitate** della struttura si trovano in corrispondenza del **perno ruota**, componente sul quale sono applicate le forze.

Le **piastre** non risultano particolarmente sollecitate, se non in corrispondenza degli intagli per la configurazione di frenata.

I risultati ottenuti mostrano che i **materiali** utilizzati possono sopportare staticamente tensioni ben superiori a quelle che si generano nei casi presi in esame.

Una **mesh più fitta** rende il calcolo più oneroso senza di fatto portare vantaggi significativi, è quindi sufficiente utilizzare una mesh intermedia per avere dei risultati soddisfacenti.