

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale***  
***«Progetto e verifica strutturale di un  
rinvio per il gruppo sospensivo della  
vettura SG-e 05 2022»***

Tutor universitario: Prof. Giovanni Meneghetti

Laureando: *Alberto Cappello*

Padova, 15/07/2022

---

Progetto e verifica strutturale di un rinio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

## **OBIETTIVO:**

Progettazione di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022.

Lo scopo meccanico del rocker (bell crank) è quello di tradurre gli spostamenti o i carichi orientati in determinate direzioni in altre quando questo passaggio non possa avvenire direttamente per vincoli costruttivi.

## **STEPS DEL PROGETTO:**

- Dati di progetto
- Verifica statica
- Implementazione in 3D e analisi FEM
- Processo produttivo

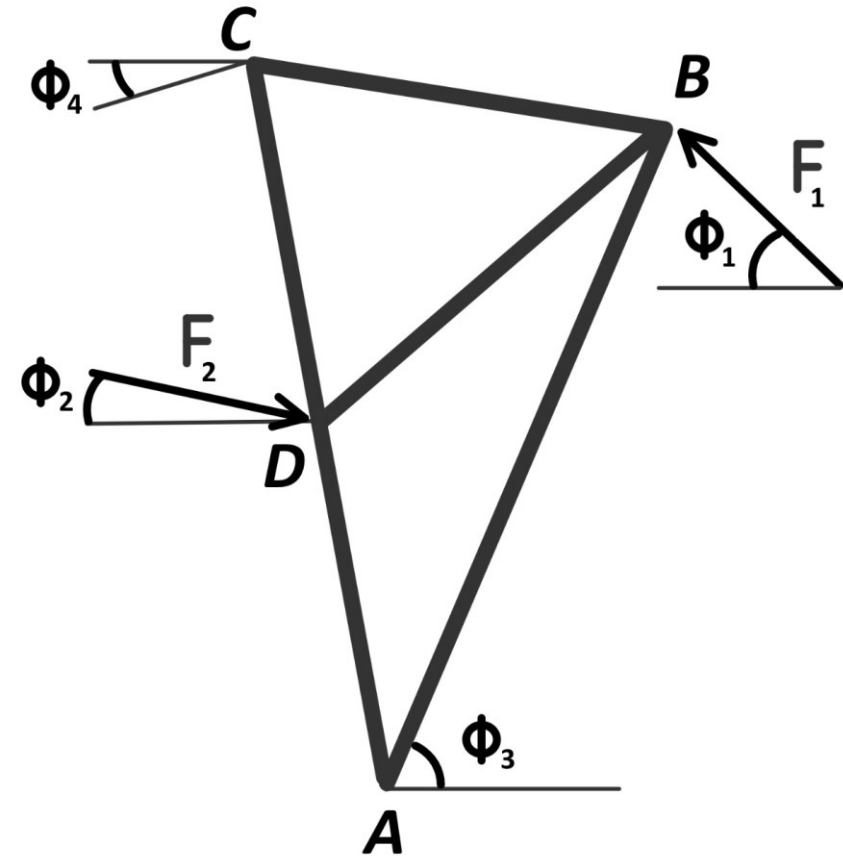
---

*Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022*

*Alberto Cappello*

## DATI DI PROGETTO

- $F_1=3400\text{N}$ , forza che arriva al rocker dal pushrod
- $F_2=1100\text{N}$ , forza che arriva al rocker dal potenziometro
- $\Phi_1=43,3^\circ$ , angolo di  $F_1$  rispetto all'orizzontale
- $\Phi_2=7^\circ$ , angolo di  $F_2$  rispetto all'orizzontale
- $\Phi_3=66,58^\circ$ , angolo tra tratto AB e l'orizzontale
- $\Phi_4=18^\circ$ , angolo tra l'asse dell'ammortizzatore e l'orizzontale
- Punti cinematici del rocker, triangolo di lati  $BC=30\text{ mm}$ ,  $AB=50\text{ mm}$  e  $AC=52\text{ mm}$
- Foro del punto incernierato di diametro  $D=22\text{mm}$  (Punto A)
- Fori di attacco del pushrod e dell'ammortizzatore entrambi di diametro  $D=6\text{mm}$  (Punti B e C)
- Foro di attacco dell'antiroll di diametro  $D=8\text{mm}$  (Punto D)



## **MATERIALE UTILIZZATO**

Alluminio 7075-T6 («Ergal»)

## **PROPRIETA'**

- Carico di snervamento  $\sigma_s > 500$  MPa
- Modulo elastico  $E = 72000$  MPa
- Coefficiente di Poisson  $\nu = 0,33$
- Densità  $\rho = 2,7$  g/cm<sup>3</sup>
- Elementi alliganti principali: Zn(5,1-6,1%), Mg(2,1-2,9%), Cu(1,2-2,0%)
- Leggero, alta durezza, alta malleabilità e lavorabilità, tenace
- Poco resistente alla corrosione

---

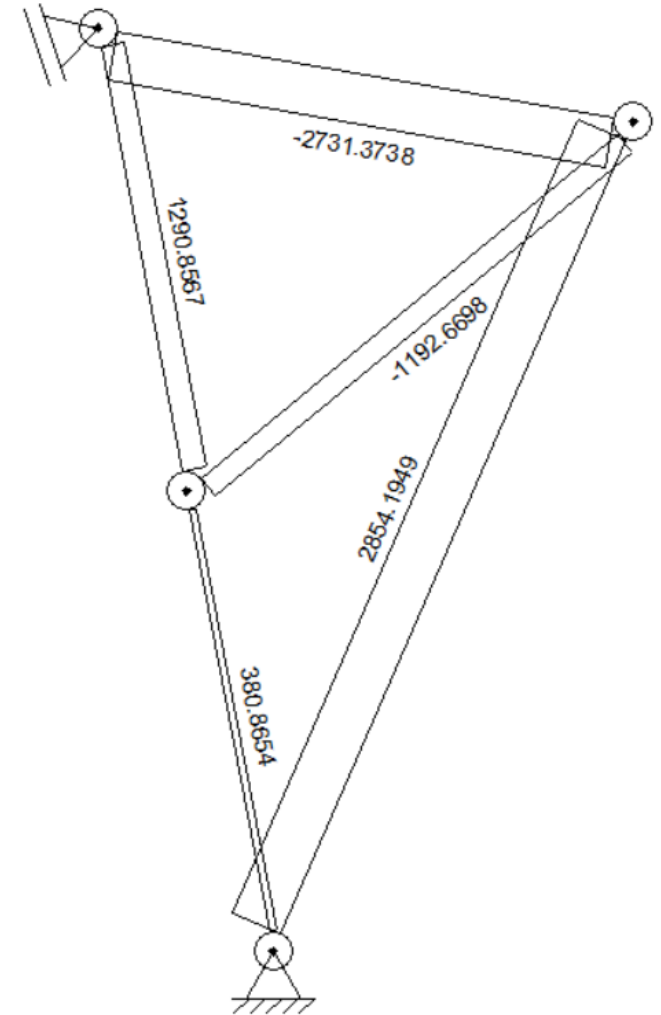
Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

Il rocker è schematizzabile come degli elementi asta collegati tra loro da cerniere interne (nodi), vincolato isostaticamente a telaio tramite cerniere o carrelli esterni e le forze vengono applicate sui nodi stessi. Ciò implica che è una **struttura reticolare**.

## FORZE IN GIOCO

- $F_{AB} = +2855N$
- $F_{BC} = -2732N$
- $F_{CD} = +1291N$
- $F_{DA} = +381N$
- $F_{DB} = -1193N$



$$\sigma_s = 434 \text{ MPa} ; \nu_s = 4 ; \sigma_{id} = \frac{\sigma_s}{\nu_s} = \frac{434 \text{ MPa}}{4} = 108,5 \text{ MPa}$$

Dopo varie considerazioni fatte in sede di progetto si è arrivati a determinare le varie sezioni a geometria rettangolare e i relativi coefficienti di sicurezza che i vari tiranti e puntoni del componente dovessero avere:

$$A_{AB} = s \cdot l'_{AB} = 4 \text{ mm} \cdot 4 \text{ mm} = 16 \text{ mm}^2$$

$$A_{BC} = s \cdot l'_{BC} = 4 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} = 20 \text{ mm}^2$$

$$A_{CD} = s \cdot l'_{CD} = 4 \text{ mm} \cdot 9 \text{ mm} = 36 \text{ mm}^2$$

$$A_{DA} = s \cdot l'_{DA} = 4 \text{ mm} \cdot 14 \text{ mm} = 56 \text{ mm}^2$$

$$A_{DB} = s \cdot l'_{DB} = 4 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} = 20 \text{ mm}^2$$

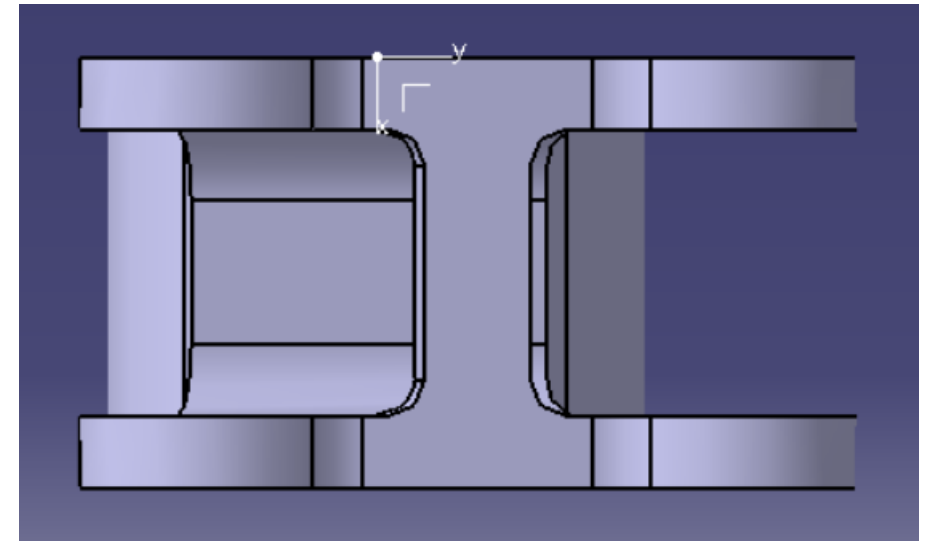
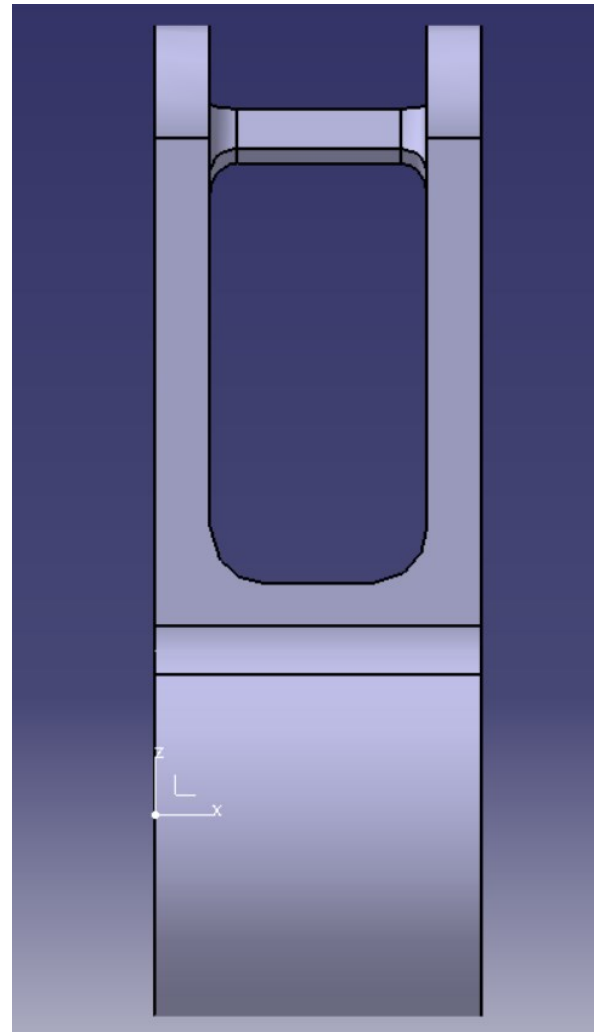
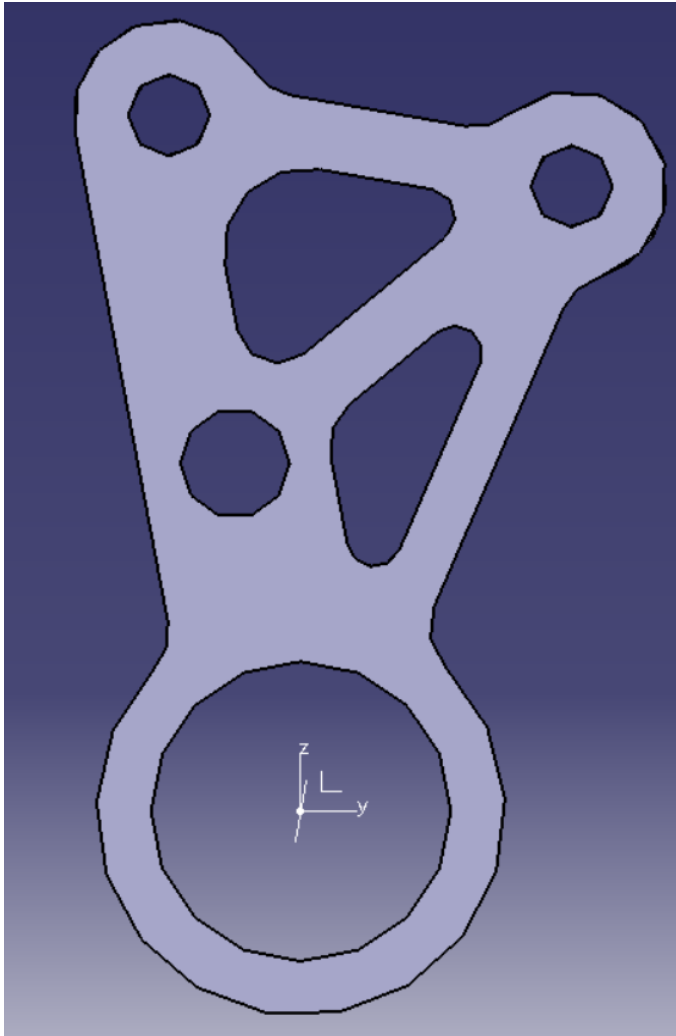
$$\nu_{AB} = \frac{A_{AB} \cdot \sigma_s}{F_{AB}/2} = \frac{16 \text{ mm}^2 \cdot 434 \text{ MPa}}{2855/2 \text{ N}} = 4,86$$

$$\nu_{BC} = \frac{A_{BC} \cdot \sigma_s}{F_{BC}/2} = \frac{20 \text{ mm}^2 \cdot 434 \text{ MPa}}{2732/2 \text{ N}} = 6,35$$

$$\nu_{CD} = \frac{A_{CD} \cdot \sigma_s}{F_{CD}/2} = \frac{36 \text{ mm}^2 \cdot 434 \text{ MPa}}{1291/2 \text{ N}} = 24,20$$

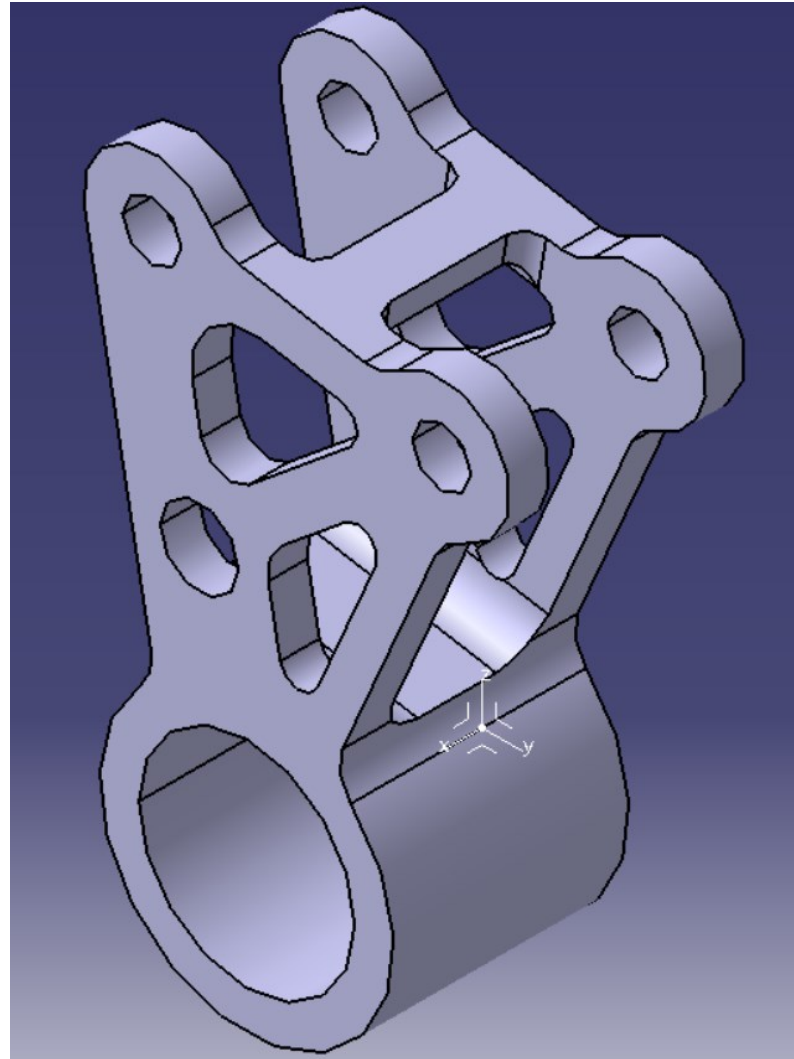
$$\nu_{DA} = \frac{A_{DA} \cdot \sigma_s}{F_{DA}/2} = \frac{56 \text{ mm}^2 \cdot 434 \text{ MPa}}{381/2 \text{ N}} = 127,58$$

$$\nu_{DB} = \frac{A_{DB} \cdot \sigma_s}{F_{DB}/2} = \frac{20 \text{ mm}^2 \cdot 434 \text{ MPa}}{1193/2 \text{ N}} = 14,55$$



Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

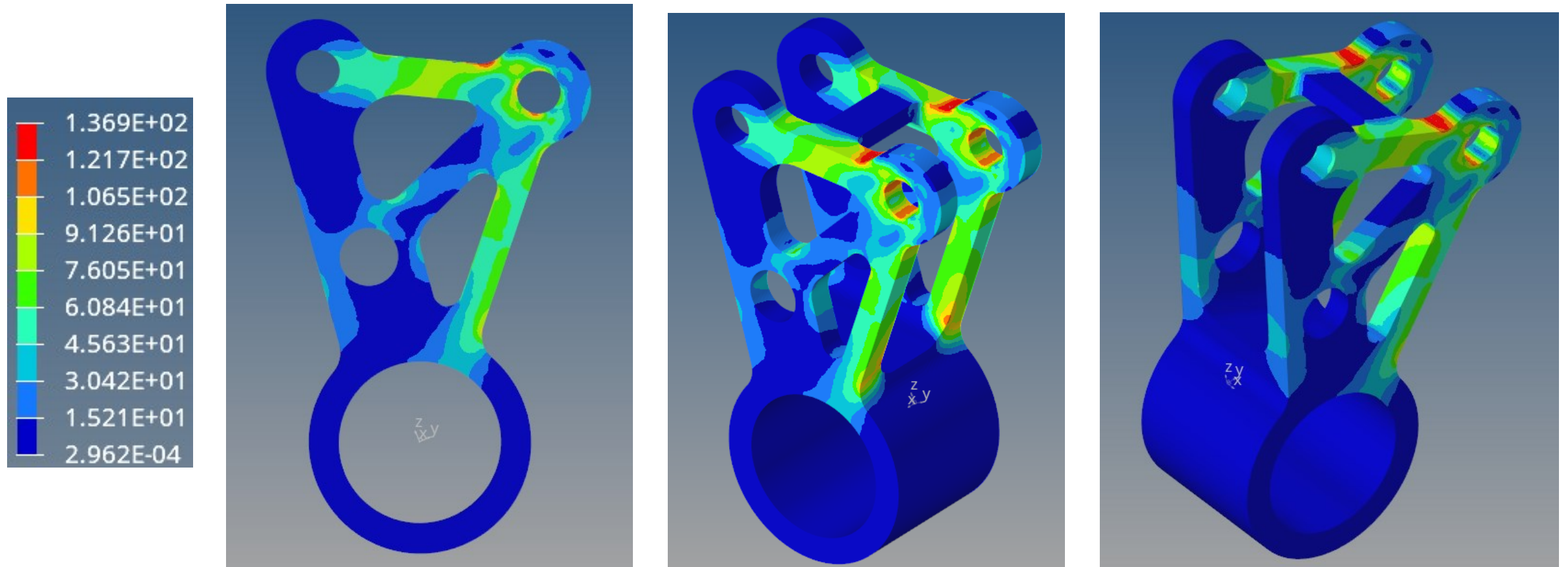


Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello



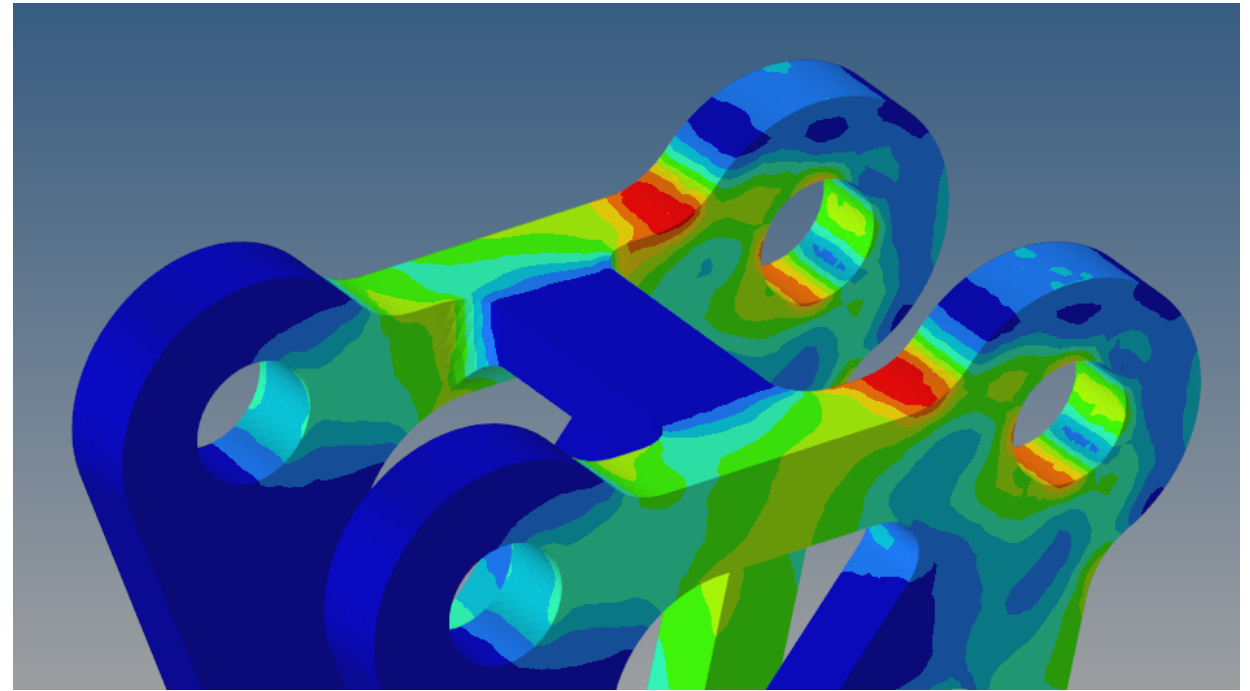
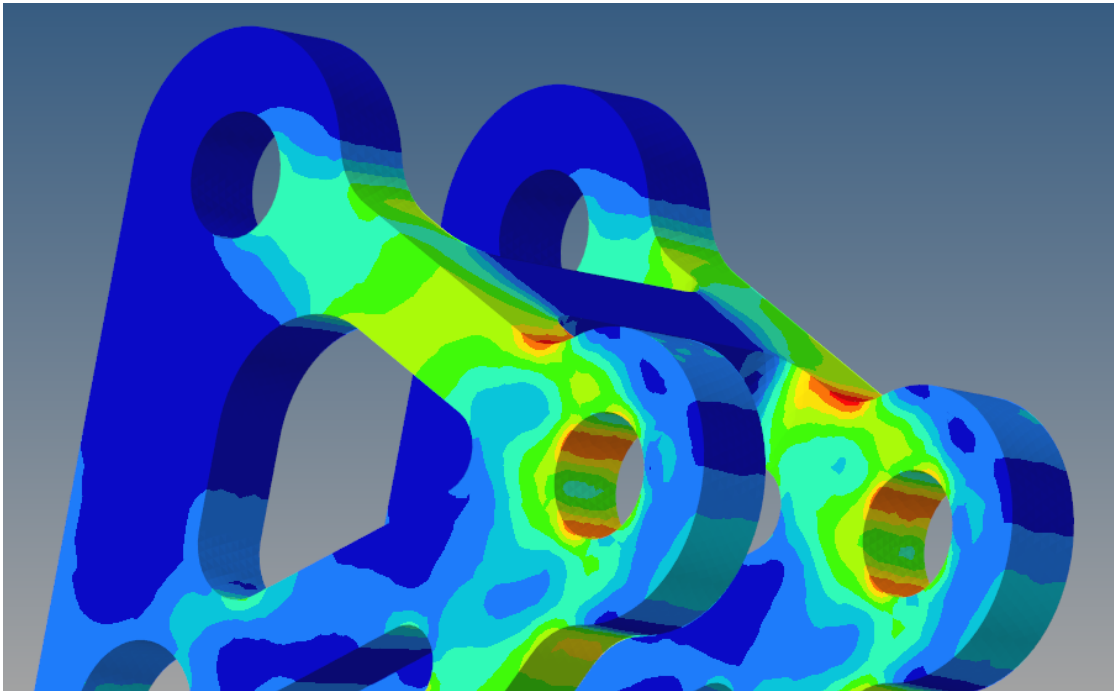
Tensione massima rilevata  $\approx 137$  MPa



Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

Messa in evidenza delle zone più critiche:



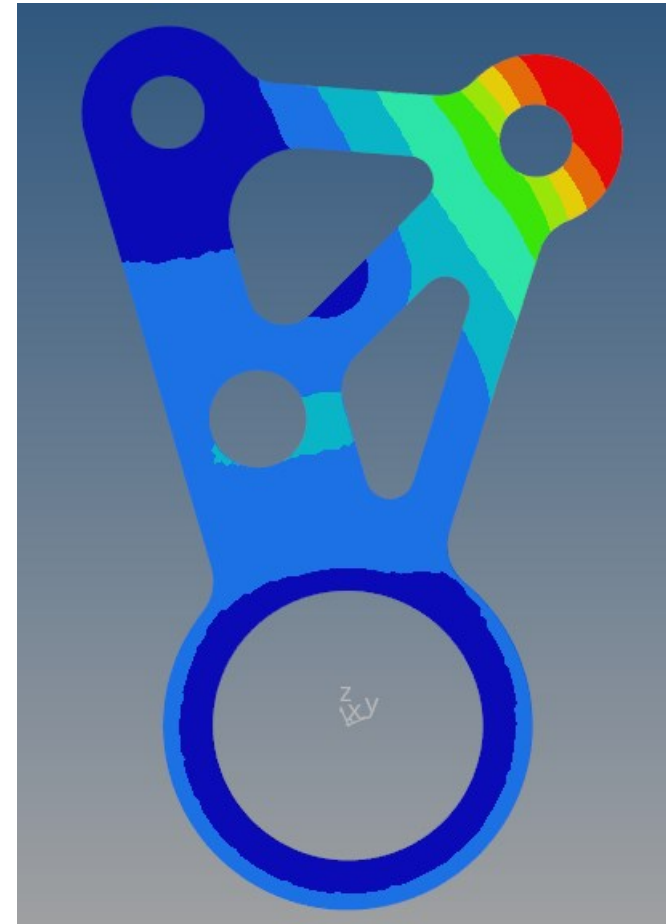
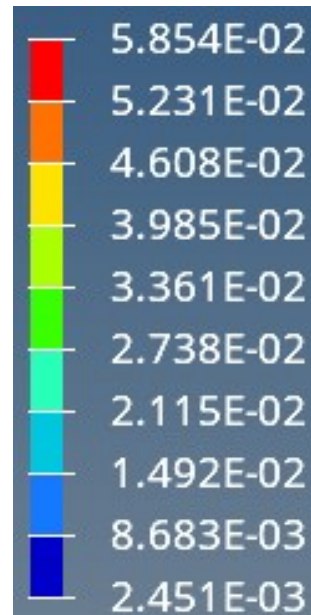
Un componente meccanico è resistente tanto quanto lo è nel suo punto più debole:

$$v_s = \frac{434 \text{ MPa}}{137 \text{ MPa}} = 3,17$$

Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

Deformazione massima rilevata  $\approx 0,06$  mm



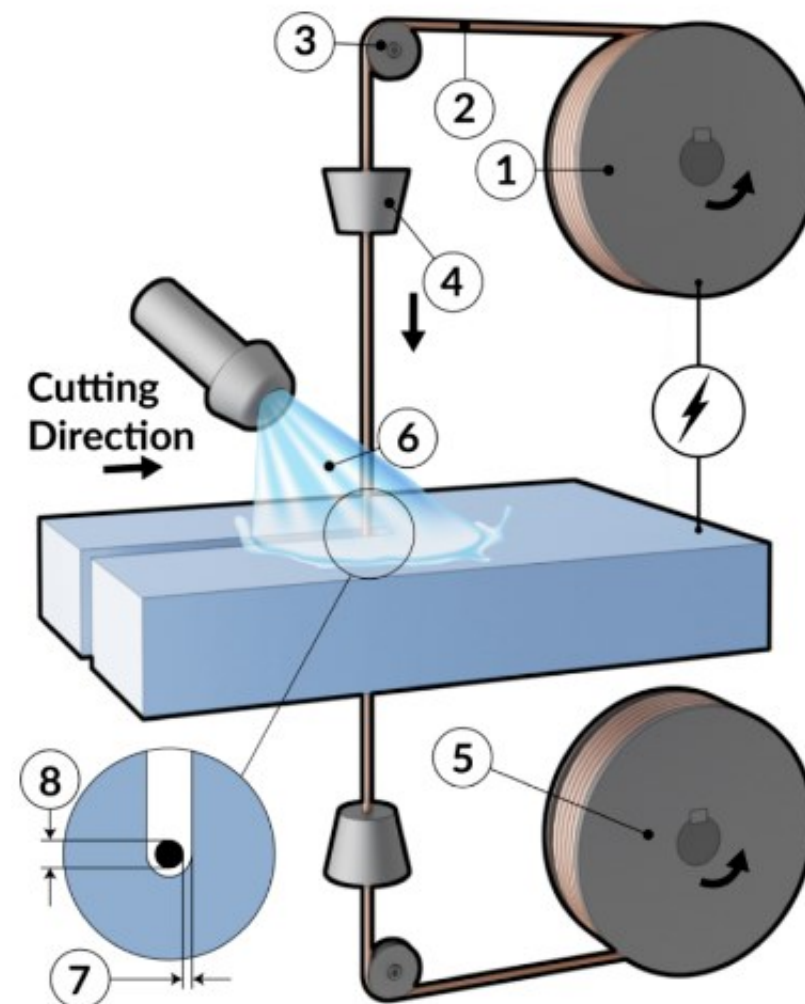
Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

## ELETTROEROSIONE A FILO

Questo processo si basa sull'erosione di materiali conduttori mediante scariche elettriche. I due conduttori in posizione ravvicinata e collegati in corrente continua, immersi in un fluido dielettrico, generano un arco elettrico che scalda fino a fusione una porzione del materiale del componente.

- 1) Bobina motorizzata
- 2) Filo (elettrodo)
- 3) Carrucola ridirezionatrice
- 4) Unità di controllo
- 5) Bobina di raccolta
- 6) Fluido dielettrico
- 7) Distanza tra filo e pezzo da lavorare (costante)
- 8) Diametro del filo



Progetto e verifica strutturale di un rinvio per il gruppo sospensivo della vettura SG-e 05 2022

Alberto Cappello

- Il materiale utilizzato consente di conciliare ottime proprietà meccaniche in rapporto al suo peso specifico, garantendo resistenza e peso ridotto
- Nella verifica statica sono stati ottenuti dei coefficienti di sicurezza rassicuranti
- L'analisi FEM ha fornito risultati attendibili e in favore di sicurezza anche nelle aree critiche
- Per la realizzazione del componente è stata utilizzata una tecnologia con tempi di lavorazione relativamente più lunghi rispetto ad altri processi ma che garantisce ottima precisione di lavorazione