

Padova, 21/11/2022

Progettazione del supporto ammortizzatori per la vettura FSAE SGe-05 2022

Laureando: Federico Barison matr. n. 1221793

Tutor universitario: Prof. Giovanni Meneghetti

A.A. 2021-2022



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

**Università degli Studi di Padova –
Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica**

Introduzione

Formula SAE

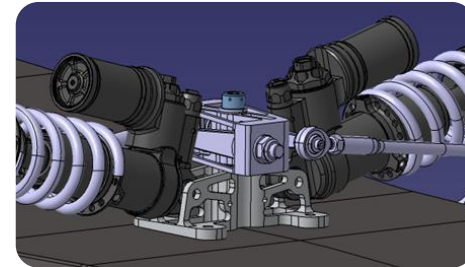
- Competizione di design ingegneristico internazionale
- Race UP Team

Supporto ammortizzatori

- Collegamento degli ammortizzatori alla monoscocca
- Sostegno al sistema ARB

OBIETTIVI:

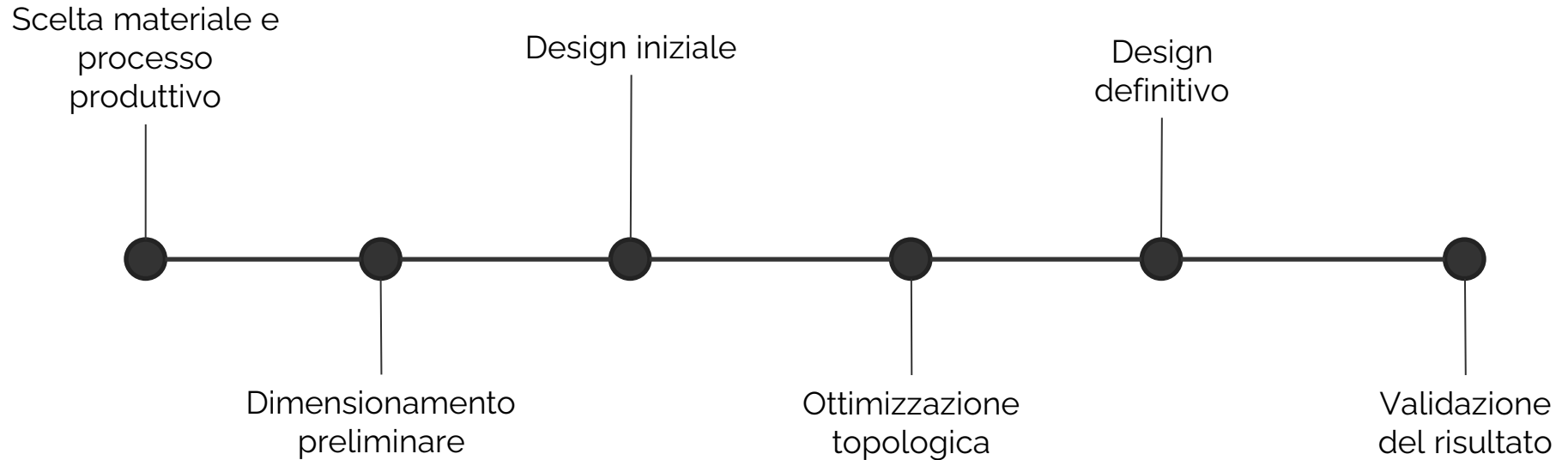
- ✓ minimizzare la **massa**
- ✓ massimizzare la **rigidezza**



Massa [g]	Caso meno cautelativo		Caso più cautelativo	
	Spostamento totale [mm]	Tensione monoassiale [MPa]	Spostamento totale [mm]	Tensione monoassiale [MPa]
110 ↑	0,122 ↑	204,1	0,123 ↑	200,8

Parametri di **confronto** componente precedentemente utilizzato

Fasi della progettazione



Scelta del materiale e del processo produttivo

Tecnologia di produzione

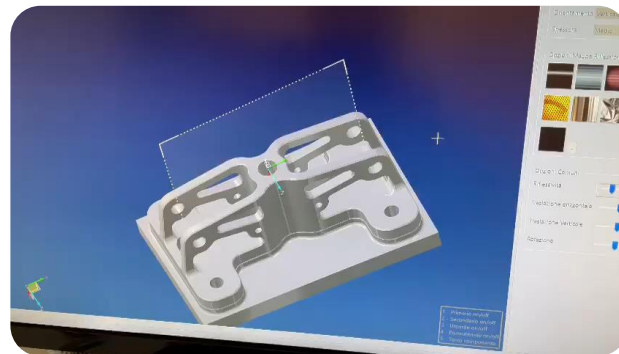
Fresatura a cinque assi



Scelta del materiale

Materiale adatto al processo produttivo scelto, con peso specifico contenuto e modulo di Young elevato

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$



Materiale	Peso specifico [g/cm ³]	Modulo di Young [Gpa]	Tensione di snervamento	Disponibilità
Acciaio C40	7,8	220	450	Sì
Alluminio 7075-T6	2,8	72	510	Sì
Titanio grado 5	4,5	110	830	No

Scelta del materiale: **tabella di confronto**

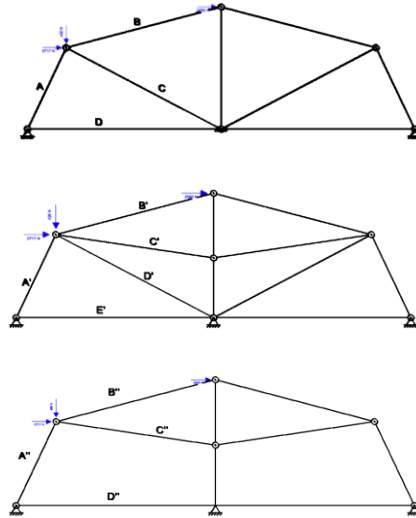
Dimensionamento preliminare

Grazie al software **Ftool** sono state analizzate le seguenti configurazioni reticolari, in cui varia la posizione del puntone che assorbe il carico dell'ammortizzatore. Si definisce una sezione generica di partenza e si applicano sulla struttura carichi puntuali, determinando gli sforzi assiali su ogni asta.

Spessore
 $s = 5\text{mm}$

Tensione di snervamento
 $\sigma_s = 510\text{ Mpa}$

Coefficiente di sicurezza statico
 $\nu_s = 2$



Distribuzione dei **carichi assiali** nelle diverse configurazioni

Lato della sezione rettangolare minima di ogni asta

$$\sigma_{amm} = \frac{\sigma_s}{\nu_s} = \frac{510}{2} = 255\text{MPa}$$



$$A_{min,A} = \frac{|N_A|}{\sigma_{amm}} = \frac{1251}{255} = 4,91\text{mm}^2$$



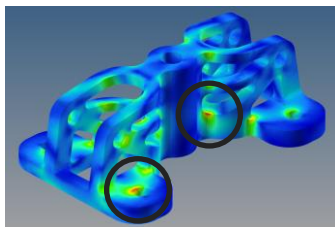
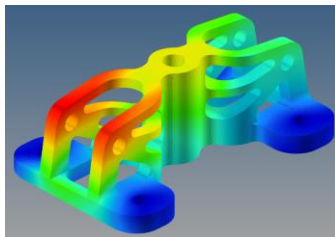
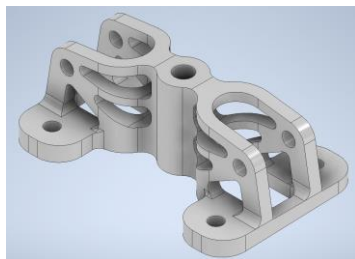
$$l_{min,A} = \frac{A_{min,A}}{s} = \frac{4,91}{5} = 0,98\text{mm}$$

Design iniziale

Realizzazione nel software **Inventor 2022** di Autodesk dei modelli CAD del componente

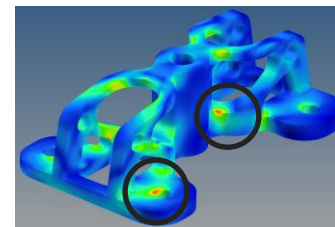
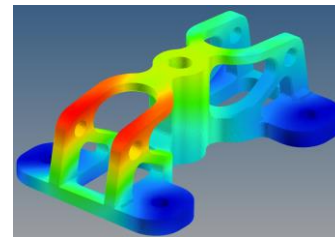
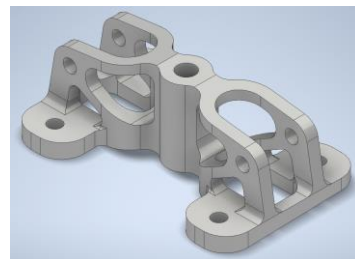
Versione **2 evo1**

seconda configurazione della struttura reticolare



Versione **2 evo2**

prima configurazione della struttura reticolare

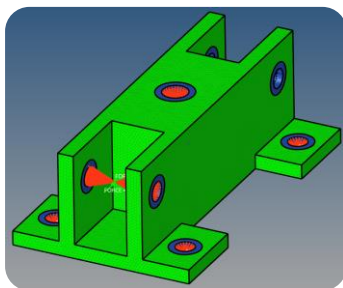


Risultati **analisi FEM** delle due versioni

	Massa [g]	Tensione monoassiale [MPa]	Spostamento totale [mm]	Coefficiente di sicurezza statico
2 evo1	88 ↑	91,4	0,043 ↓	5,58 ↑
2 evo2	84 ↑	96,2	0,052 ↓	5,30 ↑

Ottimizzazione topologica

L'ottimizzazione topologica viene eseguita in **Hypermesh 2019** di Altair, con lo scopo di determinare la geometria che minimizza la frazione volumetrica del componente e nel contempo rispetta i valori di massima tensione monoassiale e spostamento totale.

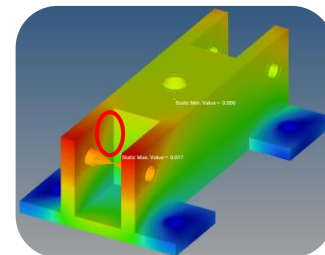
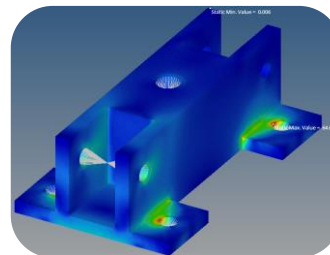


Spazio di **non-design**:

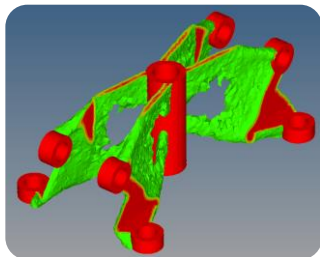
- Fori per giunzione al **telaio**
- Fori per giunzione degli **ammortizzatori**
- Foro per il perno del **sistema ARB**



Analisi FEM della geometria semplificata



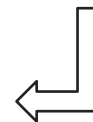
Geometria ottimizzata



- **40** iterazioni
- **13%** della frazione volumetrica iniziale
- **34,5g** di massa totale



Imposizione dei **vincoli** alle variabili di design e dell'**obbiettivo di ottimizzazione**

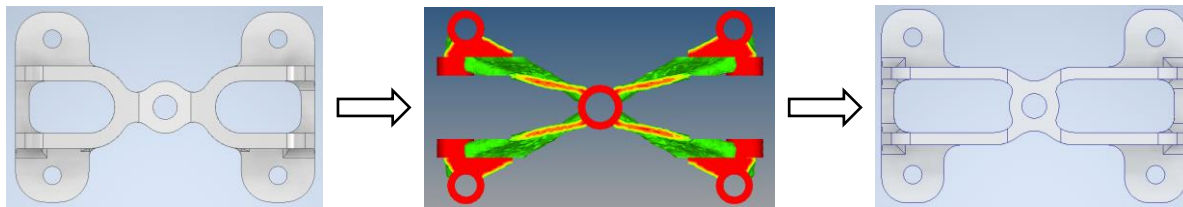


$$\text{volumefrac} = \frac{\text{volume totale iterazione attuale} - \text{volume iniziale non design volume}}{\text{volume iniziale design volume}}$$

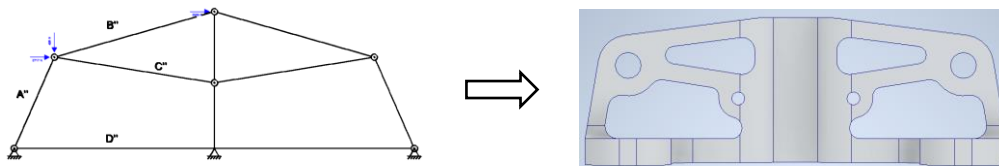
Massimo spostamento totale $d_{OT} = \pm 0,09 \text{ mm}$ **Massima tensione monoassiale** $\sigma = \pm 200 \text{ Mpa}$

Design della versione finale

Viene modellata la **sezione di base** del componente sfruttando come riferimento la **geometria ottimizzata**



Viene modellata la **sezione laterale** del componente utilizzando come riferimento la **struttura reticolare**



Risultati delle analisi FEM con giunzione a **taglio** e ad **attrito**

	Massa [g]	Tensione monoassiale [MPa]	Spostamento totale [mm]	Coefficiente di sicurezza statico
SGe-05 Taglio	71	165,3	0,080	3,09
SGe-05 Attrito	71	123,6	0,030	4,13

Componente installato sulla vettura



Validazione del risultato

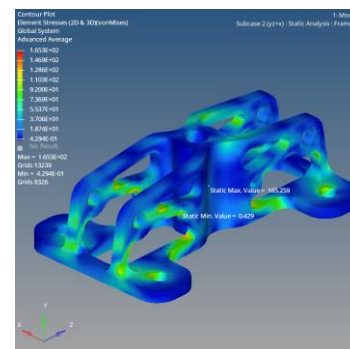
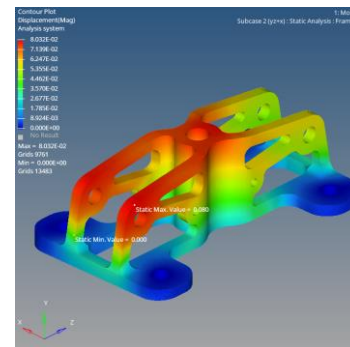
	Massa [g]	Tensione monoassiale [MPa]	Spostamento totale [mm]	Coefficiente di sicurezza statico
2 evo1	88	91,4	0,043	5,58
2 evo2	84	96,2	0,052	5,30
SGe-05 Taglio	71	165,3	0,080	3,09
SGe-04	110	204,1	0,123	2,50

Confronto i parametri di progetto della nuova versione con la precedente:

- ✓ Riduzione della **massa** del 35,45%
- ✓ Riduzione dello **spostamento totale** massimo del 34,96%
- ✓ Riduzione della massima **tensione monoassiale** del 19,01%
- ✓ Aumento del **coefficiente di sicurezza statico**

L'obiettivo di progetto viene raggiunto: il risultato si considera soddisfacente

Risultati analisi Fem sul componente **Sge-05**
Con giunzione a taglio



Grazie



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE