



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

PROTOTIPAZIONE VIRTUALE

Manipolatore per il montaggio del vetro parabrezza di una McLaren MP4-12C

Studenti:

Andrea Capuozzo, P38000096

Flaminia Spena, P38000089

Docente:

Giuseppe Di Gironimo

Introduzione

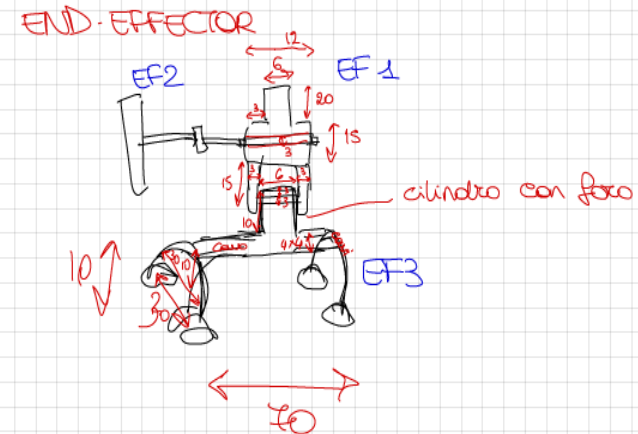
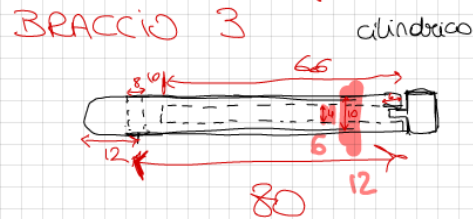
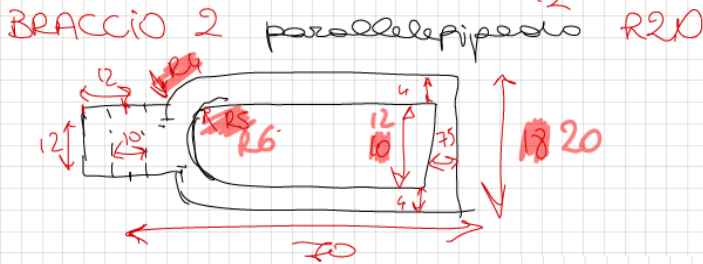
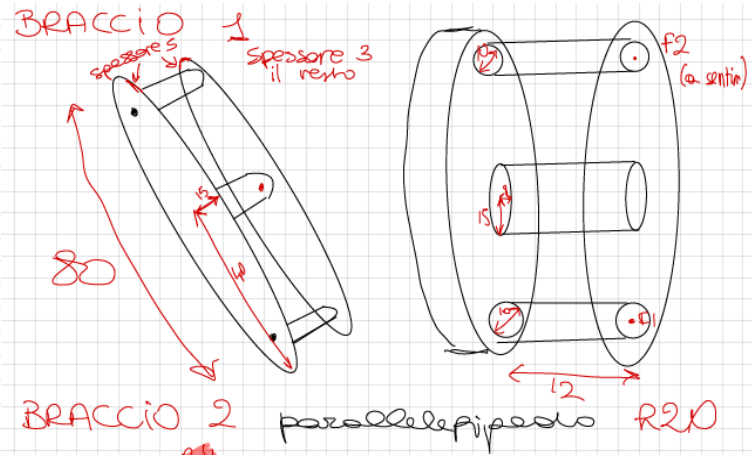
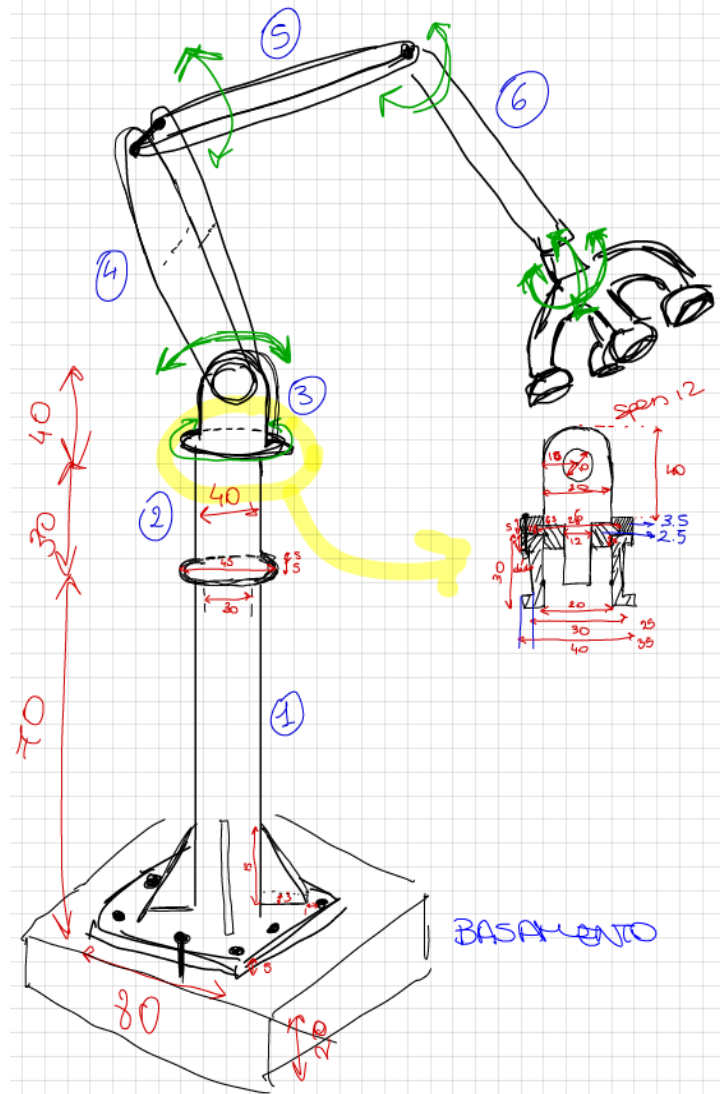
Il fine del nostro progetto sarà quello di realizzare un manipolatore a braccio che sia in grado di favorire il montaggio di un vetro parabrezza ad una McLaren. Grazie ad esso si andrà a semplificare il lavoro dell'addetto limitando anche i suoi sforzi sul punto di vista fisico.



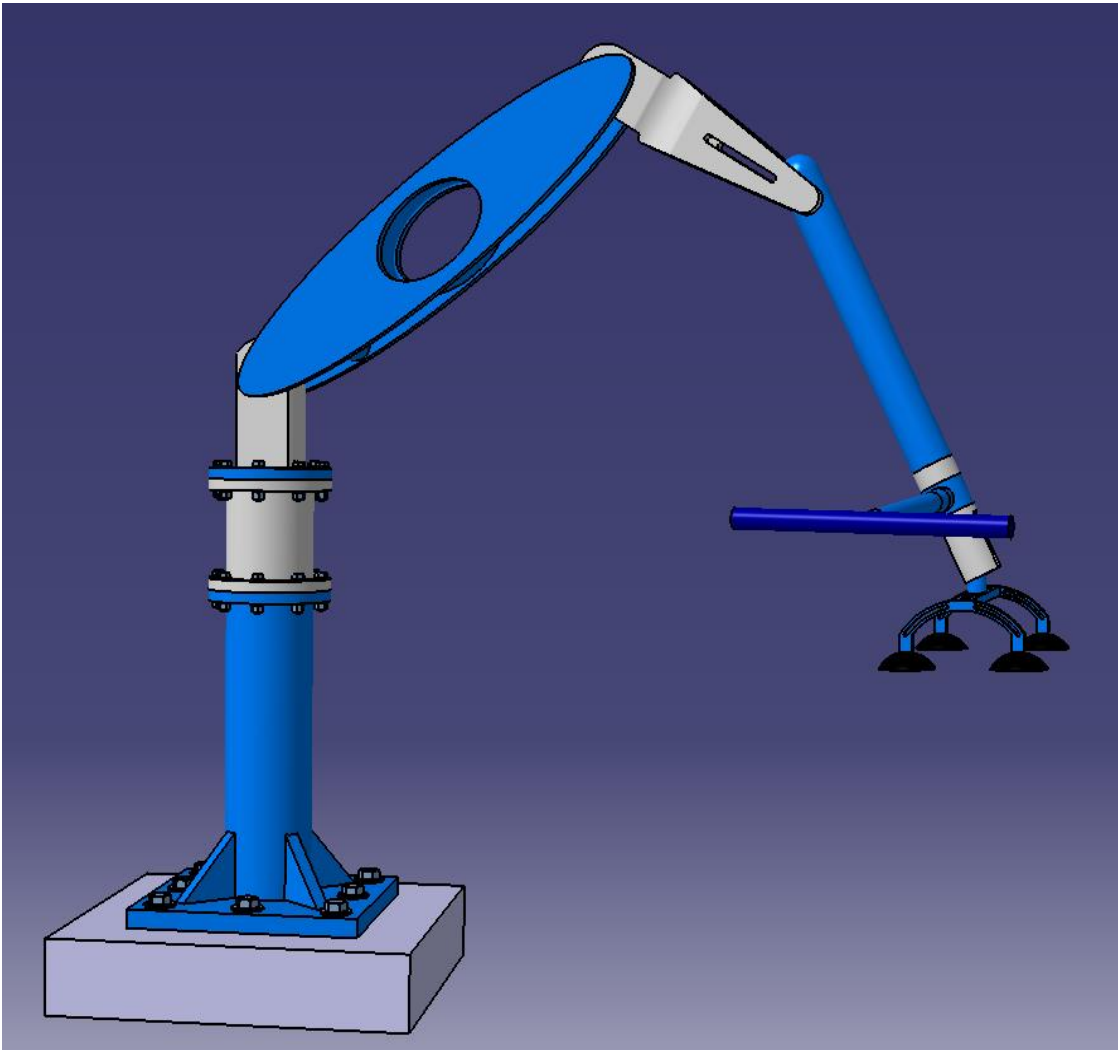
Requisiti di progetto

- Il manipolatore deve avere un numero adeguato di gradi di libertà per consentire il corretto posizionamento del vetro
- Il manipolatore non deve arrecare danno al parabrezza durante le fasi di movimentazione
- Il manipolatore deve avere una robustezza tale da poter trasportare un parabrezza di massa stimata 70 Kg
- Il sistema dovrà essere azionato mediante pulsantiera e manubrio di movimentazione

Schizzi preliminari



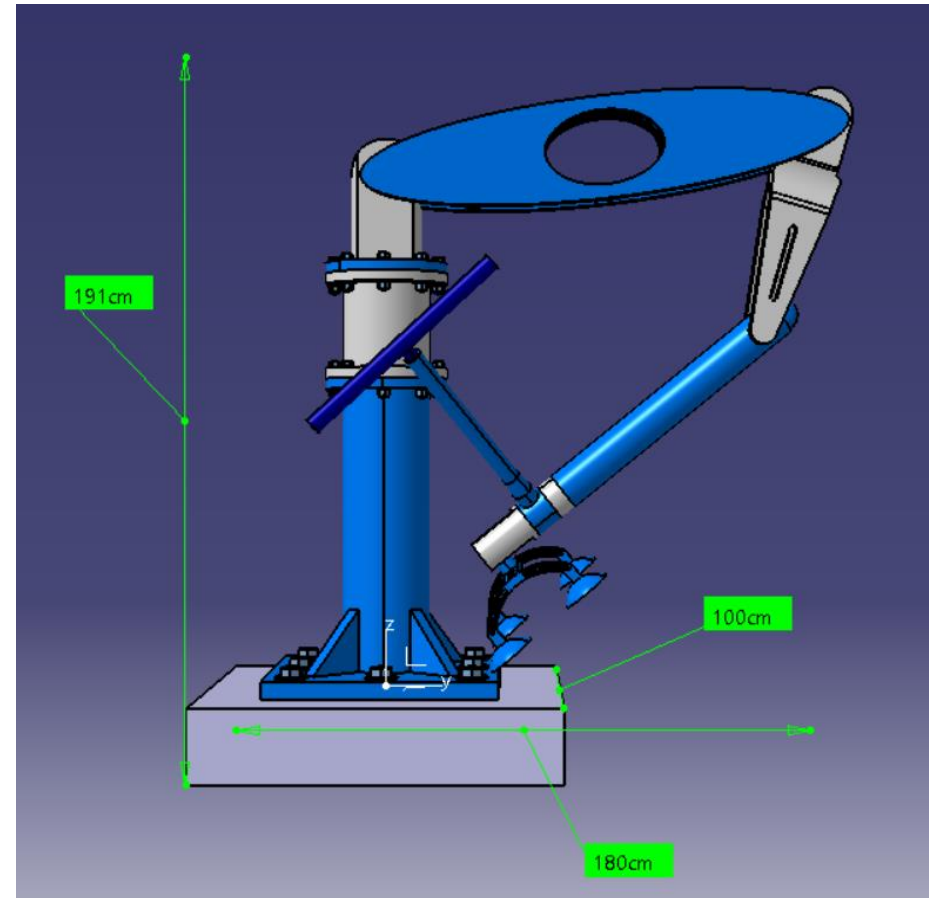
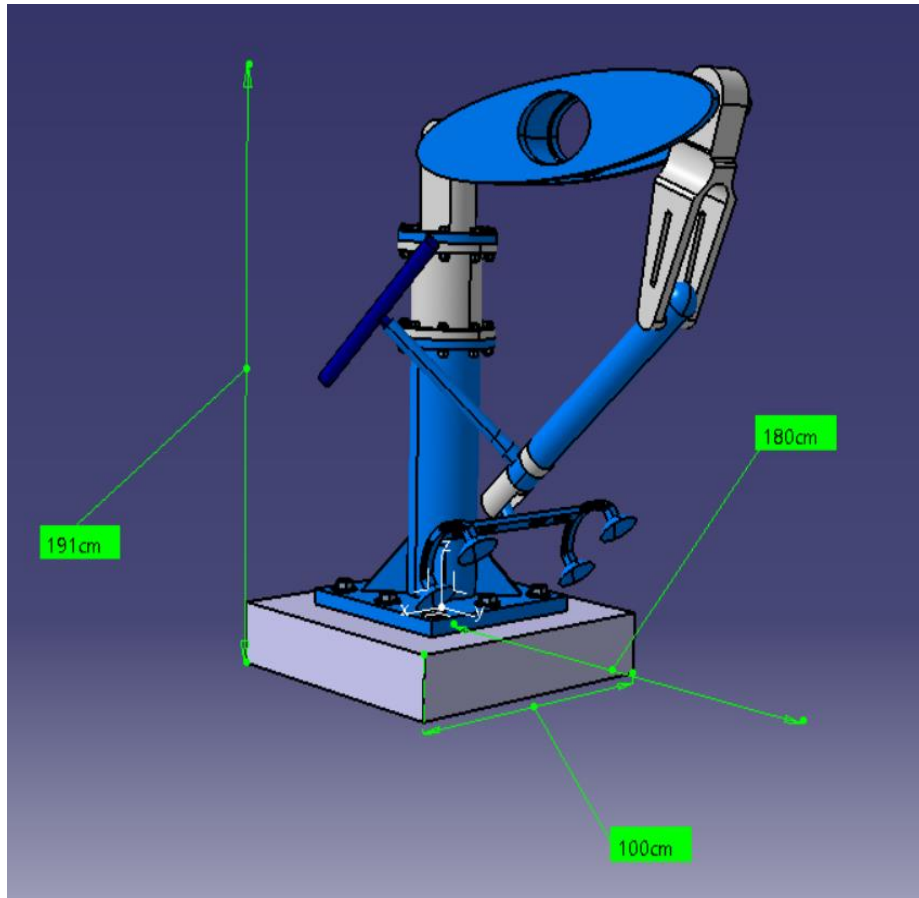
Risultato di progettazione



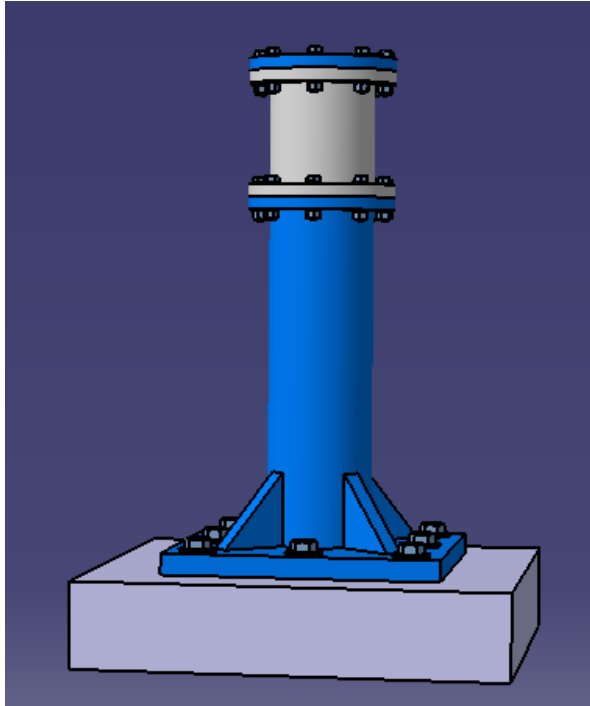
Il progetto del manipolatore è basato su quello di un robot revoluto così da garantire:

- Massima flessibilità di impiego
- Ampio volume di lavoro con possibilità di raggiungere zone al di sopra e al di sotto di oggetti
- Assenza di guide prismatiche difficili da proteggere dalla polvere

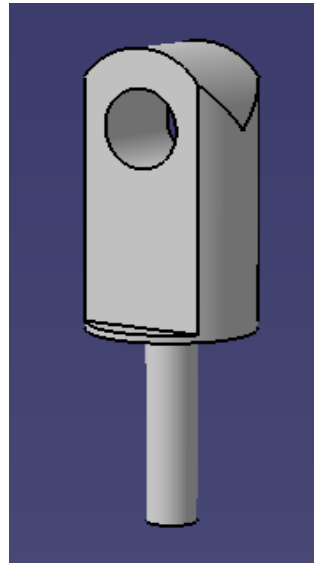
Dimensioni di minimo ingombro



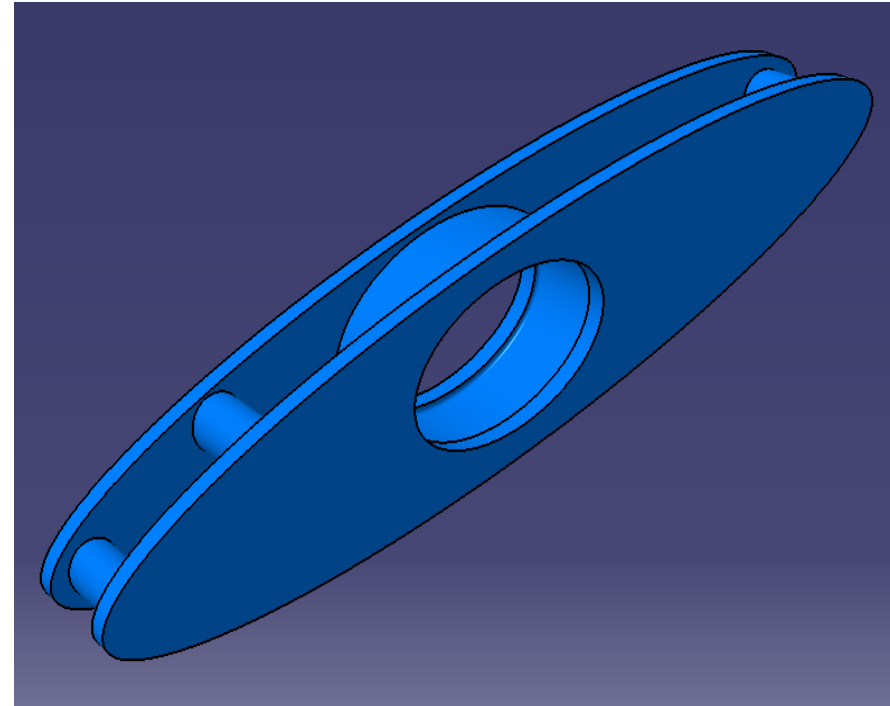
Componente N. 1



Componente N. 2

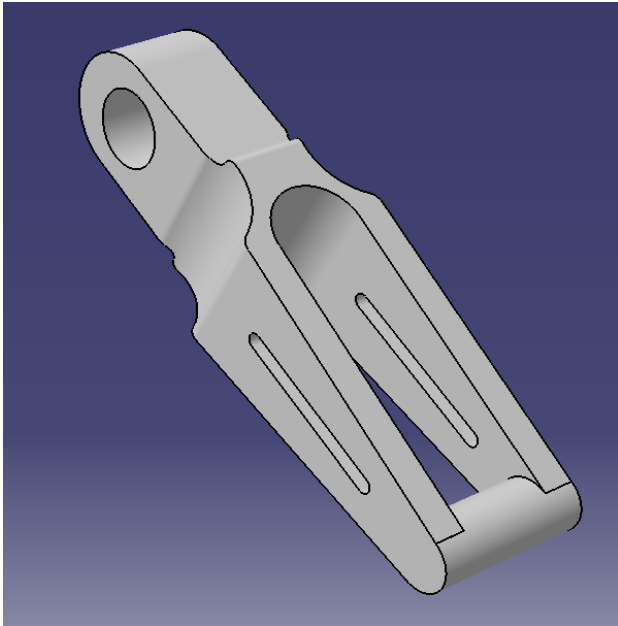


Componente N. 3



- Componente N. 1 – Basamento e colonna portante del braccio con alloggiamento per parti meccaniche (cilindro bianco)
- Componente N. 2 – Perno per la rotazione del braccio
- Componente N. 3 – Prima componente del braccio del manipolatore

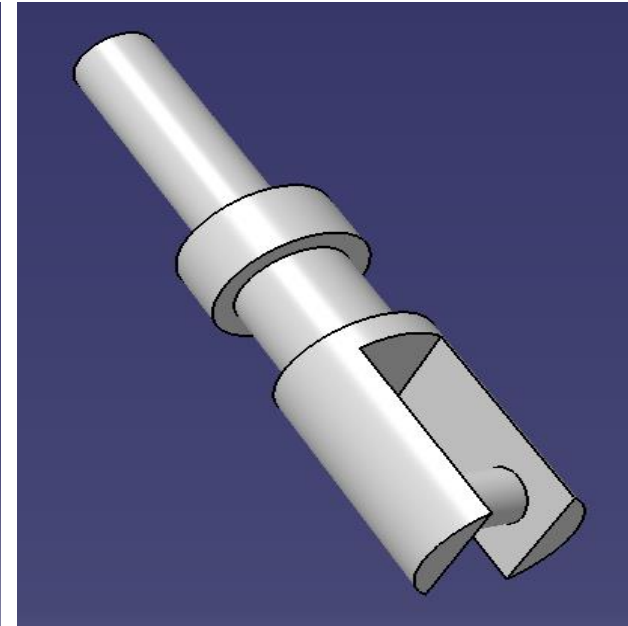
Componente N. 4



Componente N. 5

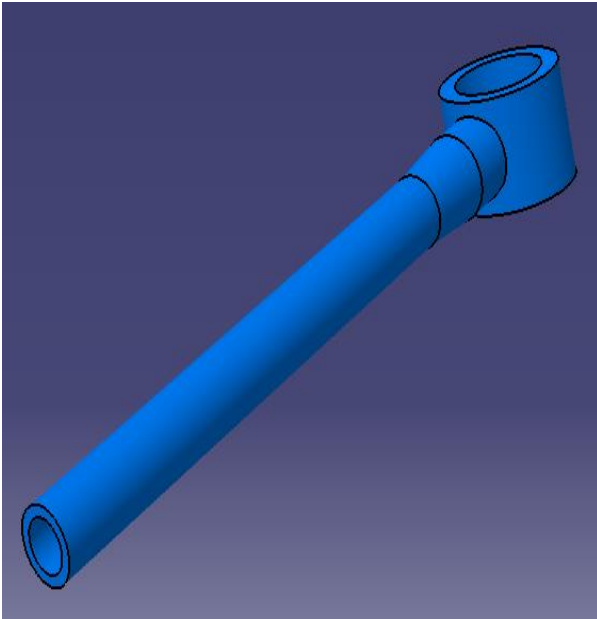


Componente N. 6

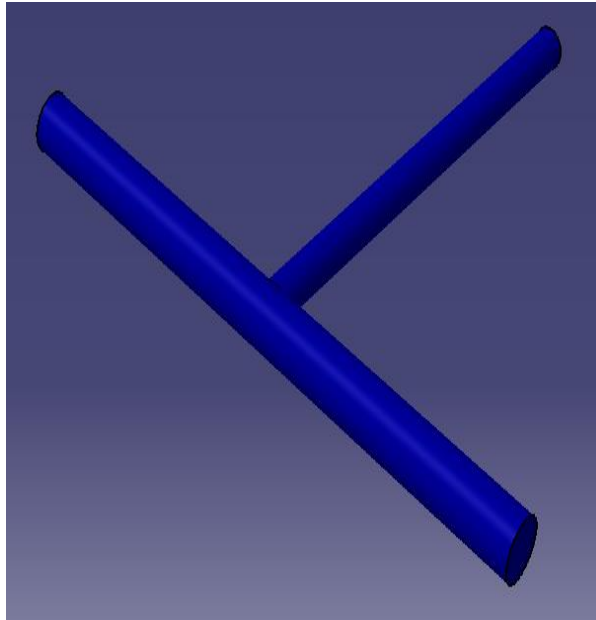


- Componente N. 4 – Seconda componente del braccio del manipolatore
- Componente N. 5 – Terza e ultima componente del braccio del manipolatore
- Componente N. 6 – Perno di collegamento tra il braccio del manipolatore e l'end-effector

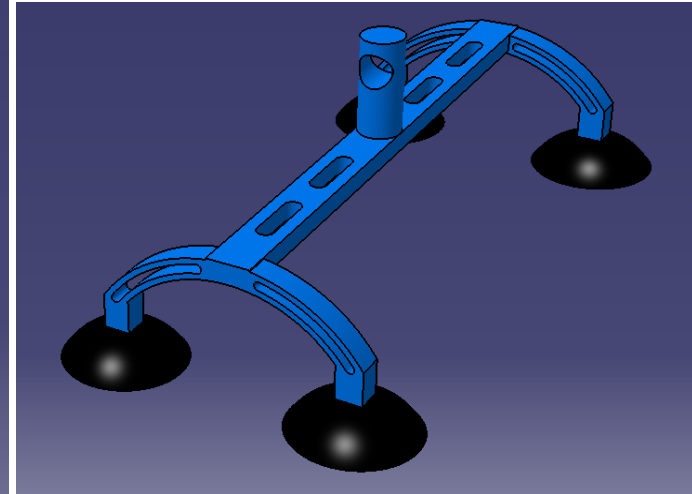
Componente N. 7



Componente N. 8



Componente N. 9

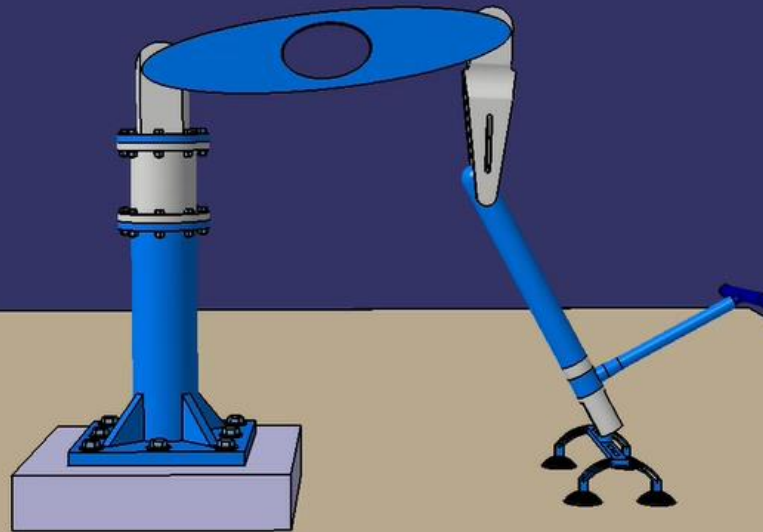


- Componente N. 7 – Prolunga del manubrio di movimentazione
- Componente N. 8 – Manubrio di movimentazione
- Componente N. 9 – End-effector dotato di ventose per aggancio parabrezza

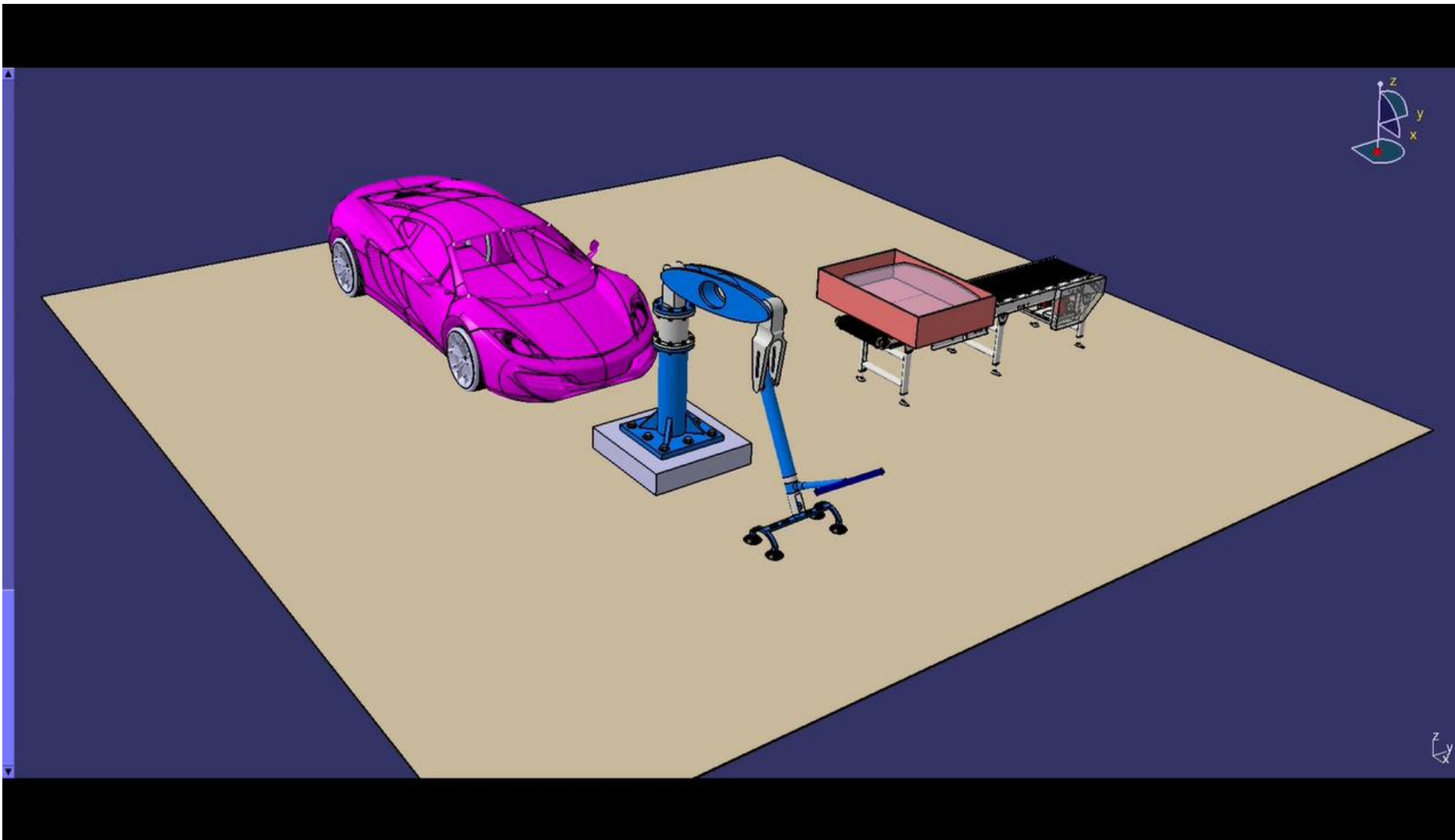
Assemblaggio

- Componente N.1 – Componente N. 2: giunto di rotazione
- Componente N.2 – Componente N. 3: giunto di rotazione
- Componente N.3 – Componente N. 4: giunto di rotazione
- Componente N.4 – Componente N. 5: giunto di rotazione
- Componente N.5 – Componente N. 6: giunto di rotazione
- Componente N.6 – Componente N. 9: giunto di rotazione
- Componente N.6 – Componente N. 7: giunto di rotazione
- Componente N.7 – Componente N. 8: giunto cilindrico

DEMO movimentazione

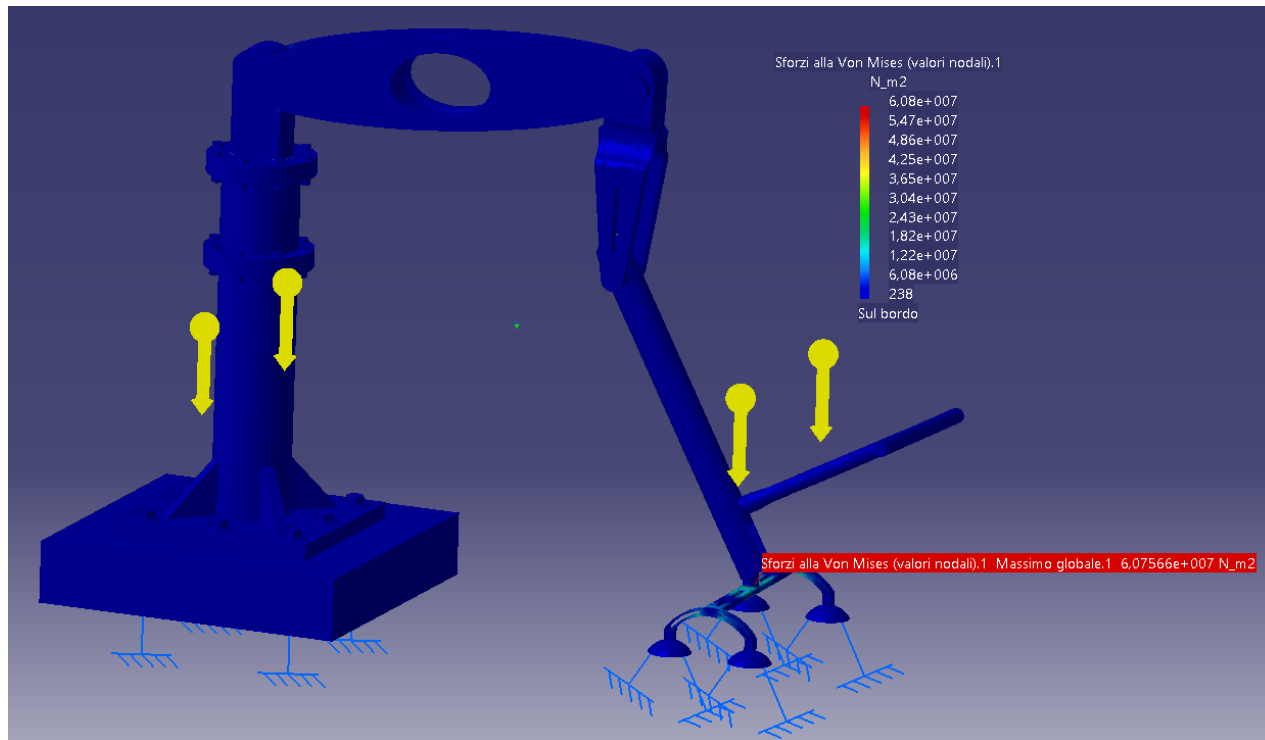


Simulazione montaggio parabrezza

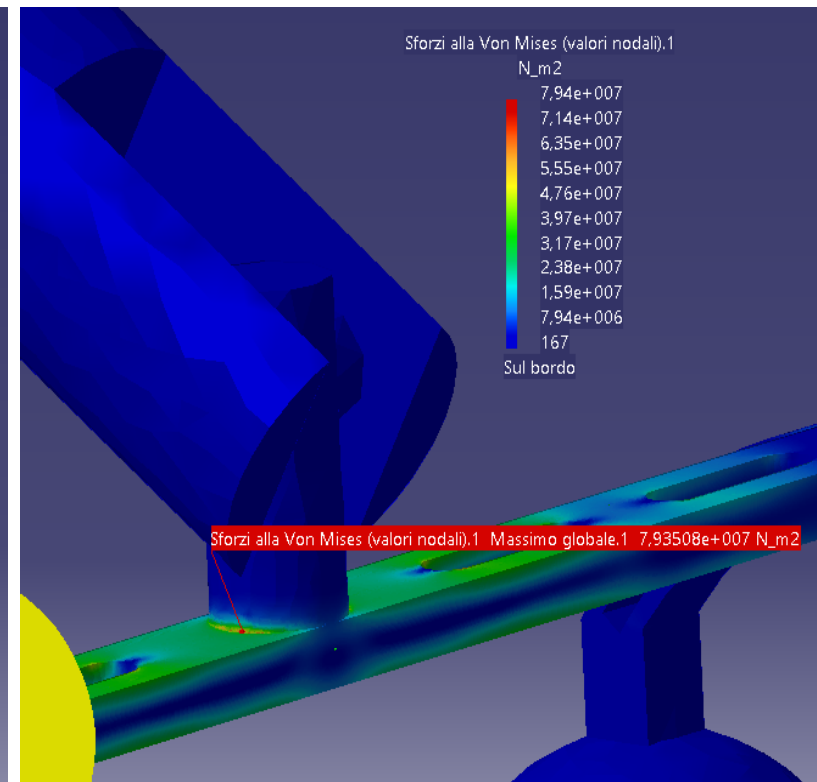
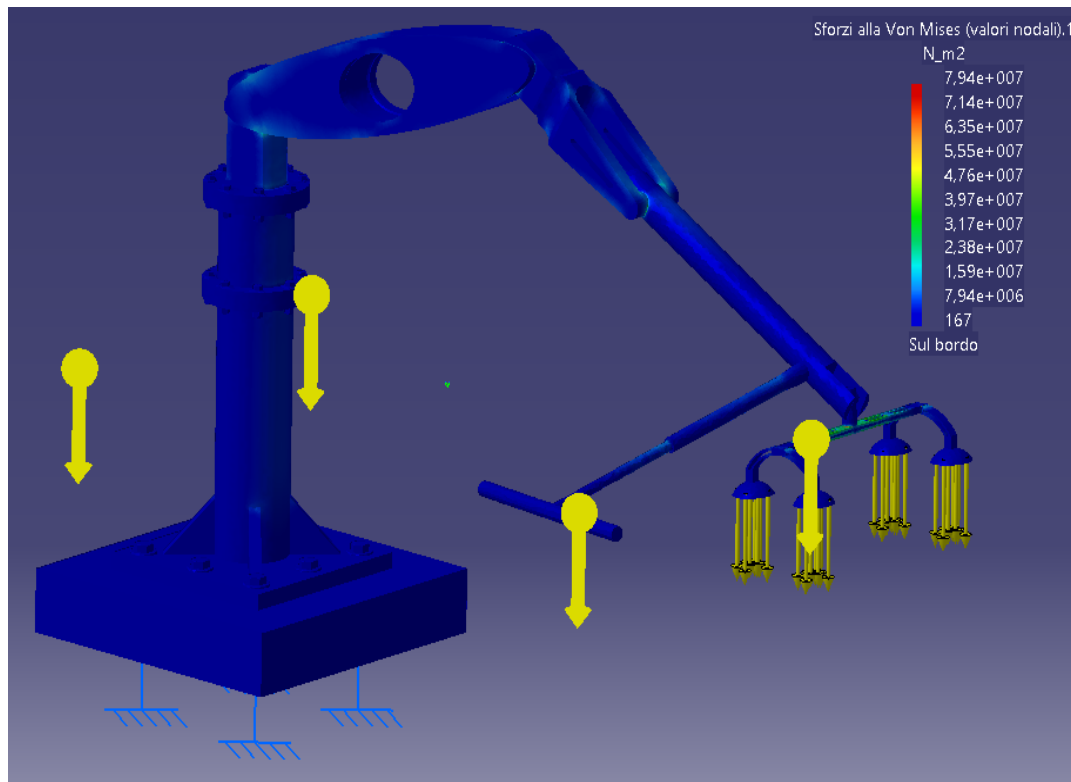


- Materiale: acciaio → sigma di snervamento 250 Mpa
- Crico: parabrezza 70Kg (circa 700 N)
- Coefficiente di sicurezza: 1,5 → sigma massima ammissibile 167 Mpa
- Mesh: dimensione 15 mm, sagitta 3 mm (infittita dove necessario)

POSIZIONE DI RIPOSO

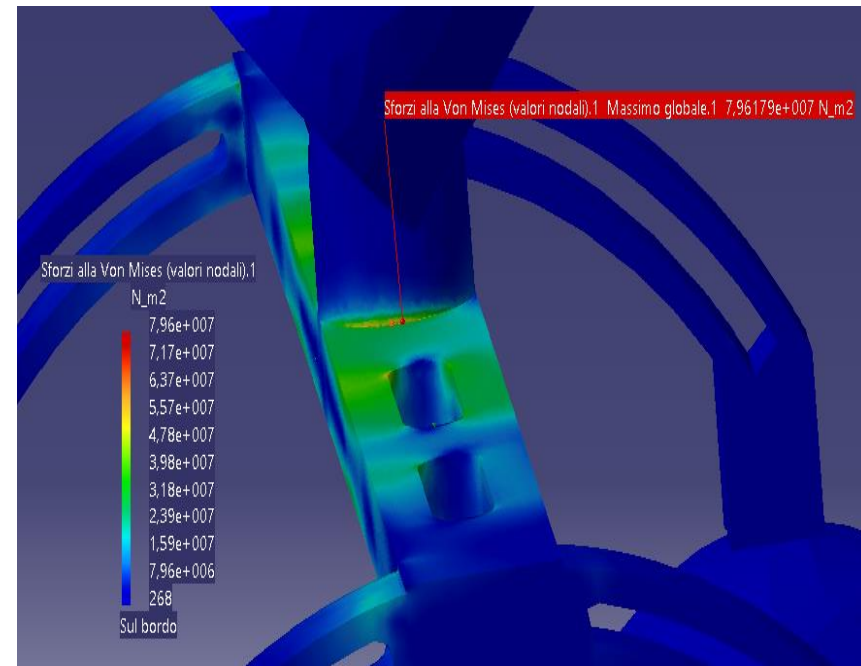
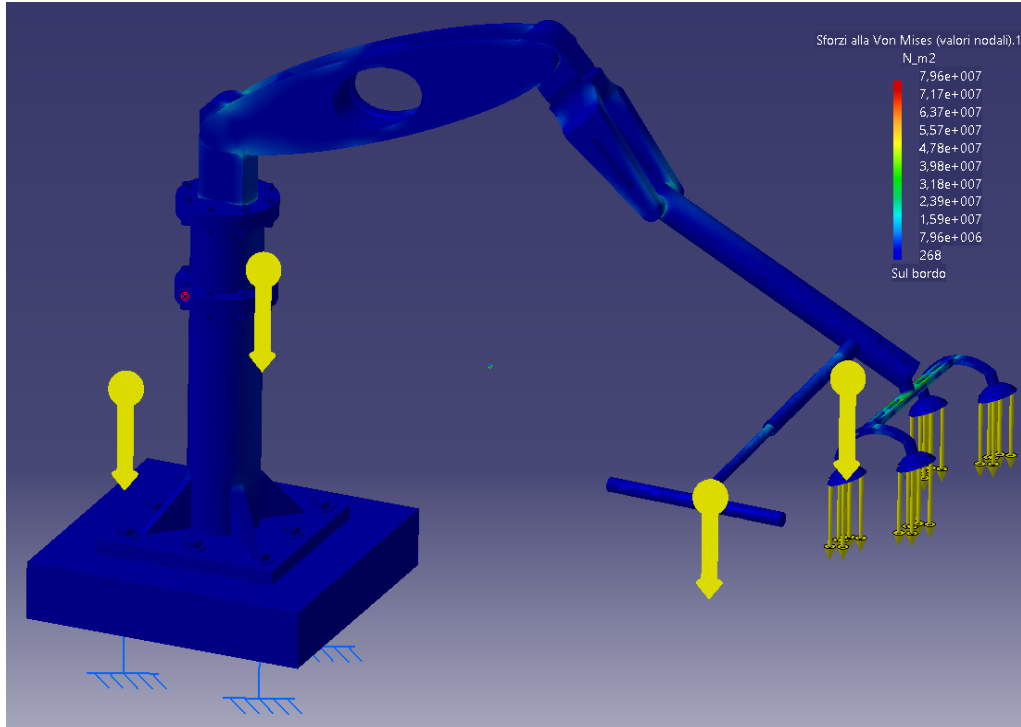


AGGANCIO PARABREZZA



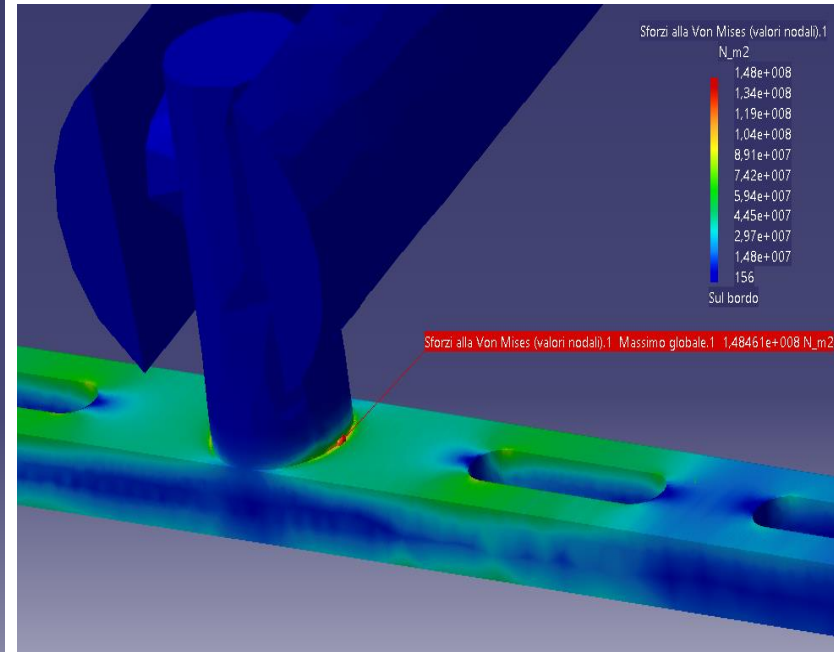
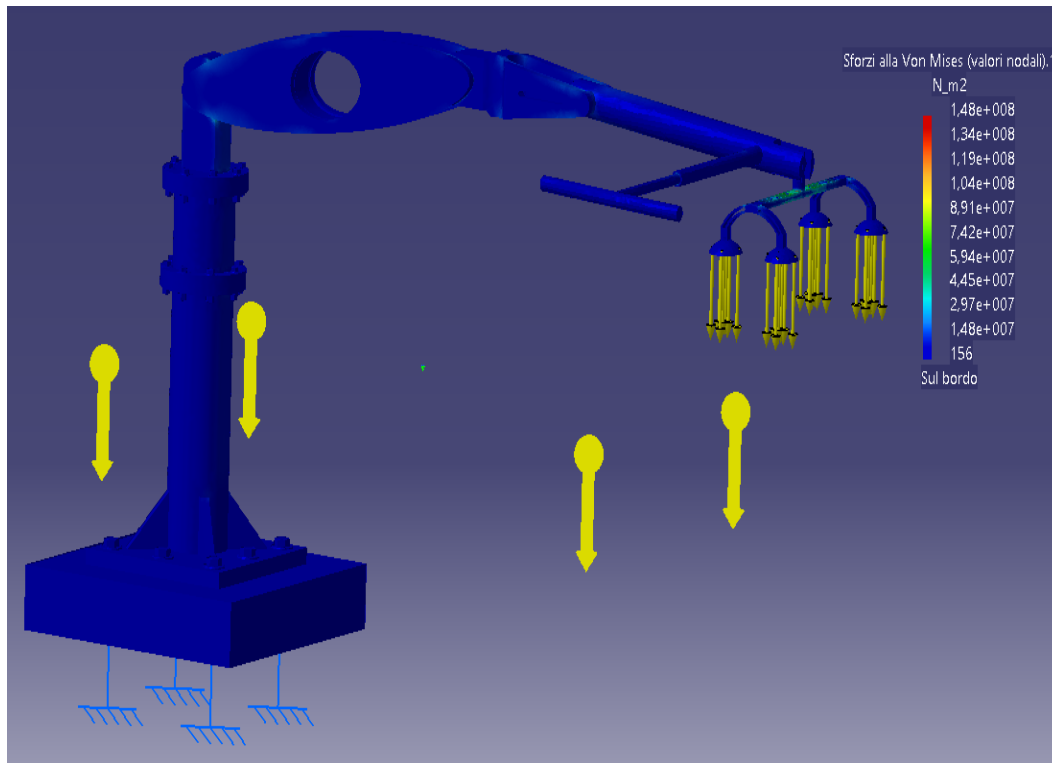
In questo test il valore di picco di sigma è circa 79 Mpa, quindi siamo in sicurezza.

MONTAGGIO SU AUTO

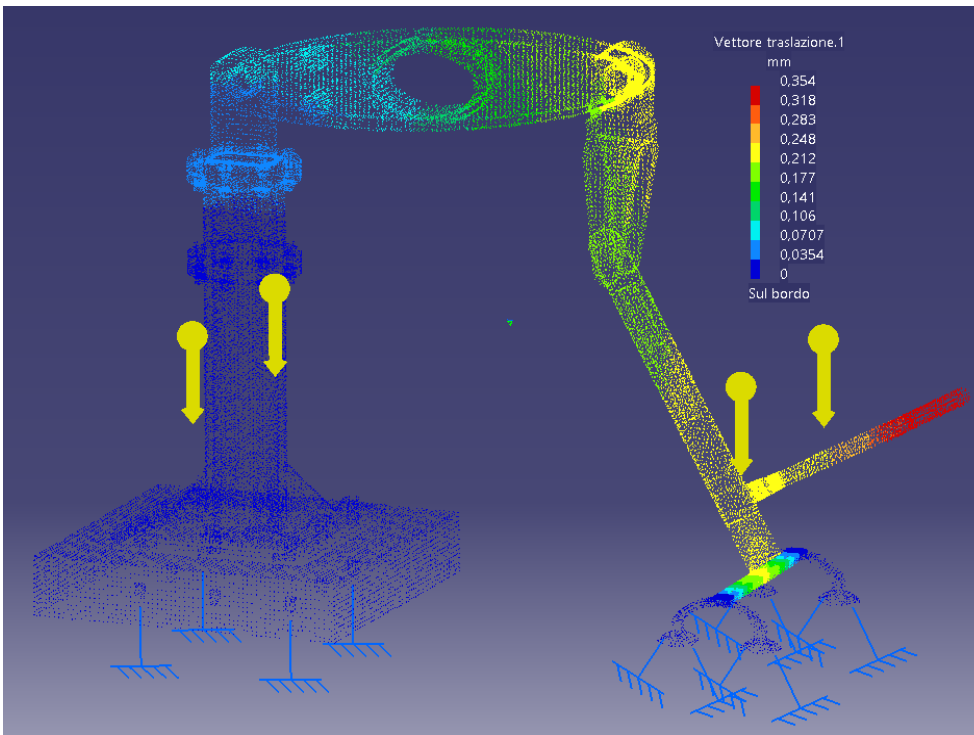


In questo test il valore di picco di sigma è circa 79 Mpa, quindi siamo in sicurezza.

MASSIMA ESTENSIONE CON CARICO DOPPIO (1400 N)

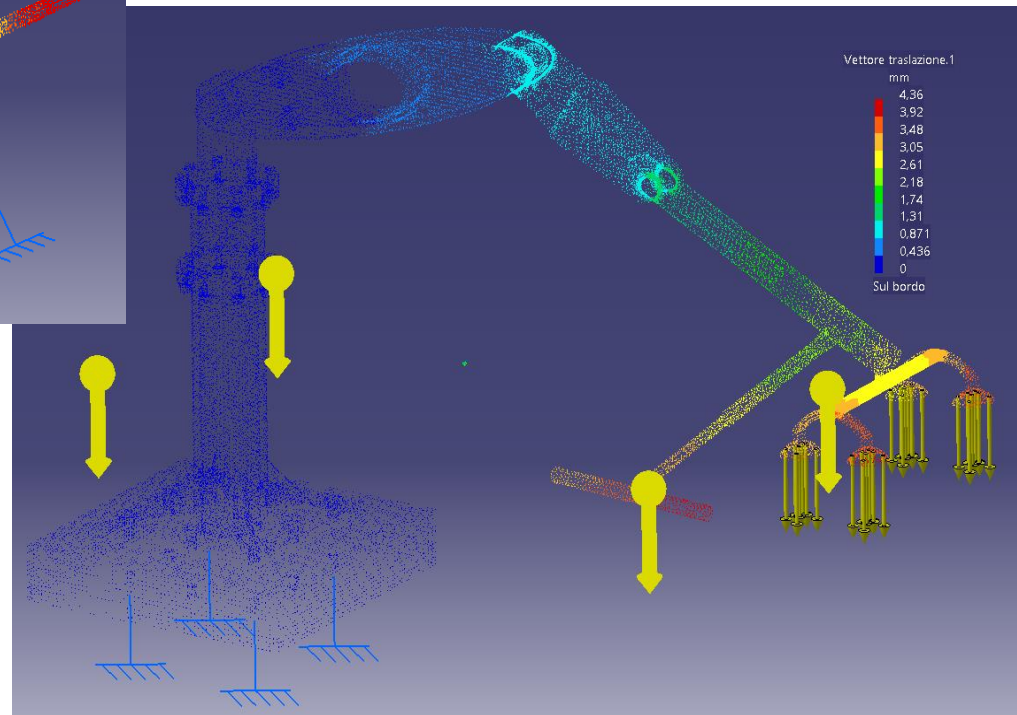


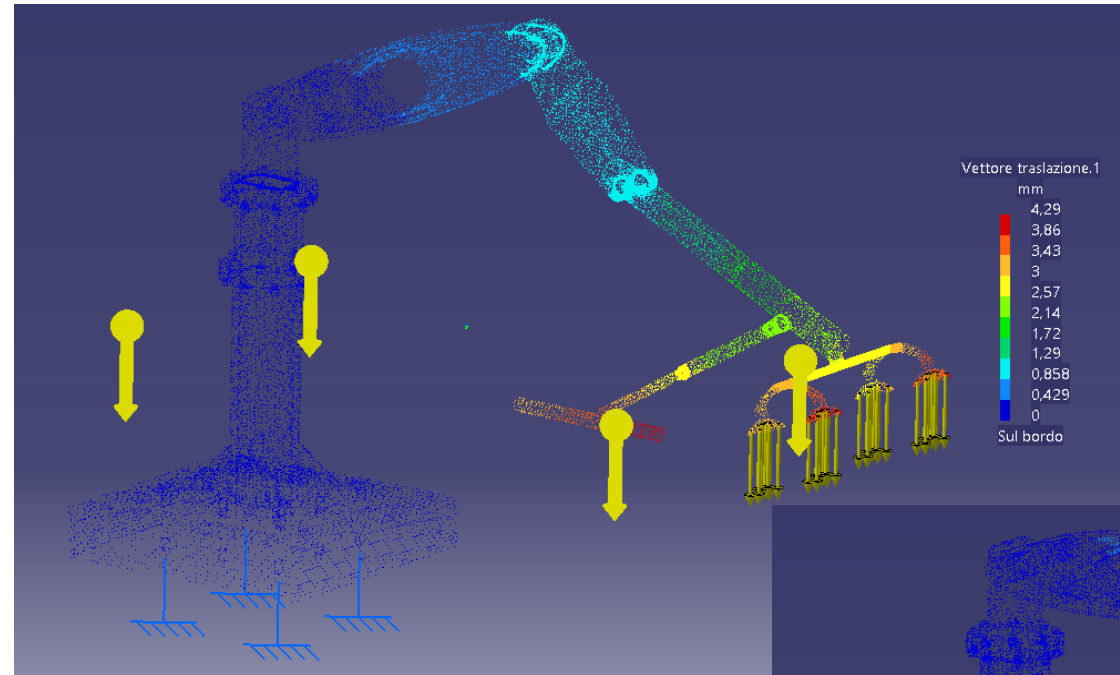
In questo test il valore di picco di sigma è circa 148 Mpa, quindi siamo in sicurezza.



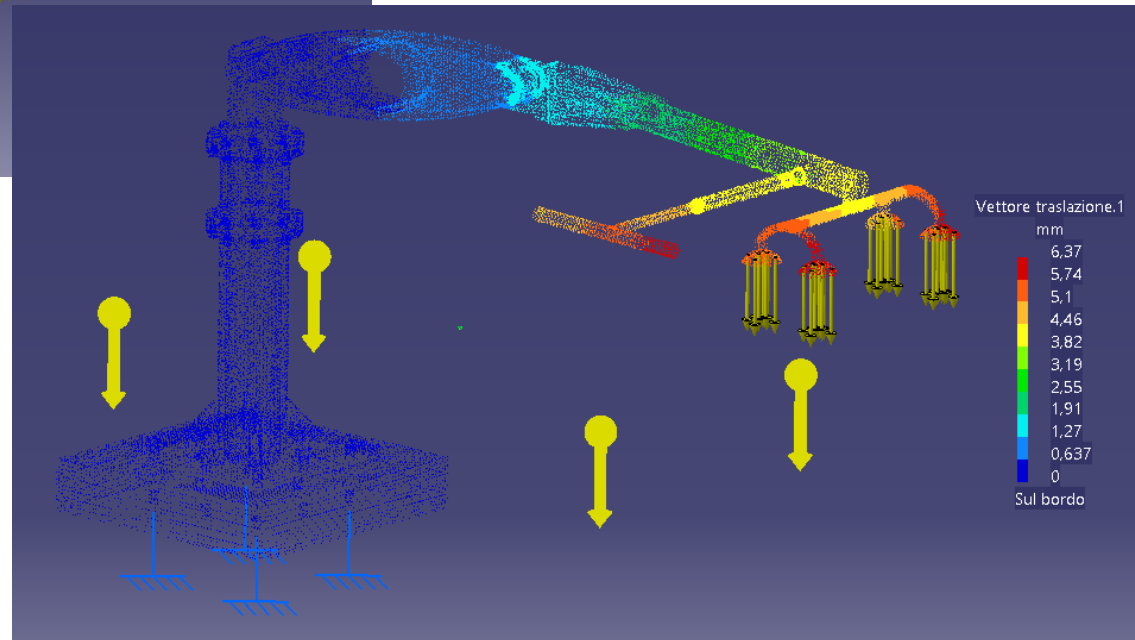
Posizione di riposo

Aggancio parabrezza





Montaggio su auto



Massima estensione con
carico 1400N

L'analisi ergonomica è stata eseguita al fine di verificare se l'utilizzo del manipolatore può arrecare danni posturali all'operatore. Tale valutazione si basa sull'utilizzo dell'indice **PEI** (***P**osture **E**valuation **I**ndex*) dato dalla formula:

$$PEI = \frac{LBA}{3400} + \frac{OWAS}{3} + \frac{RULA}{5}$$

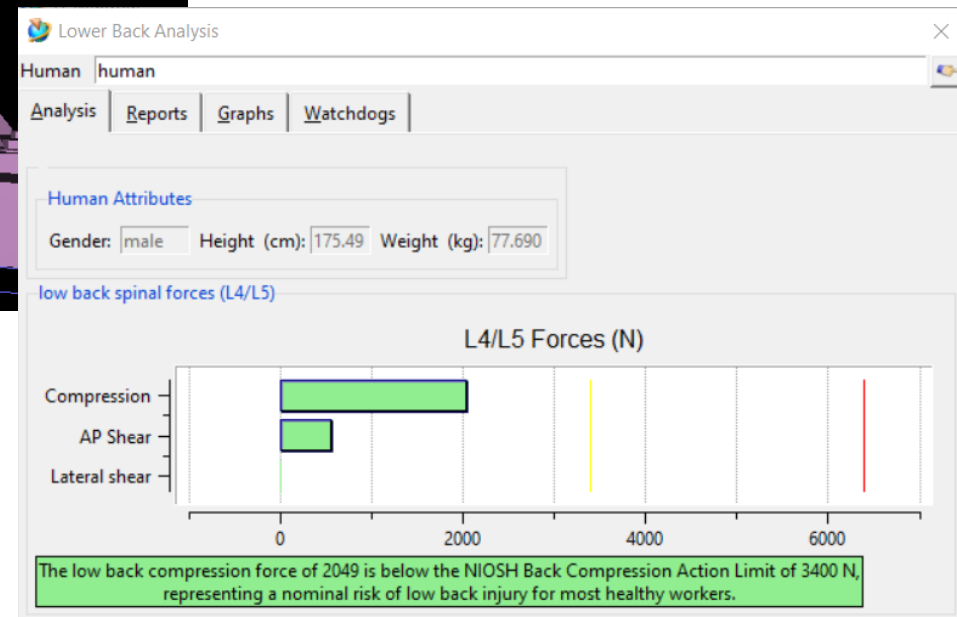
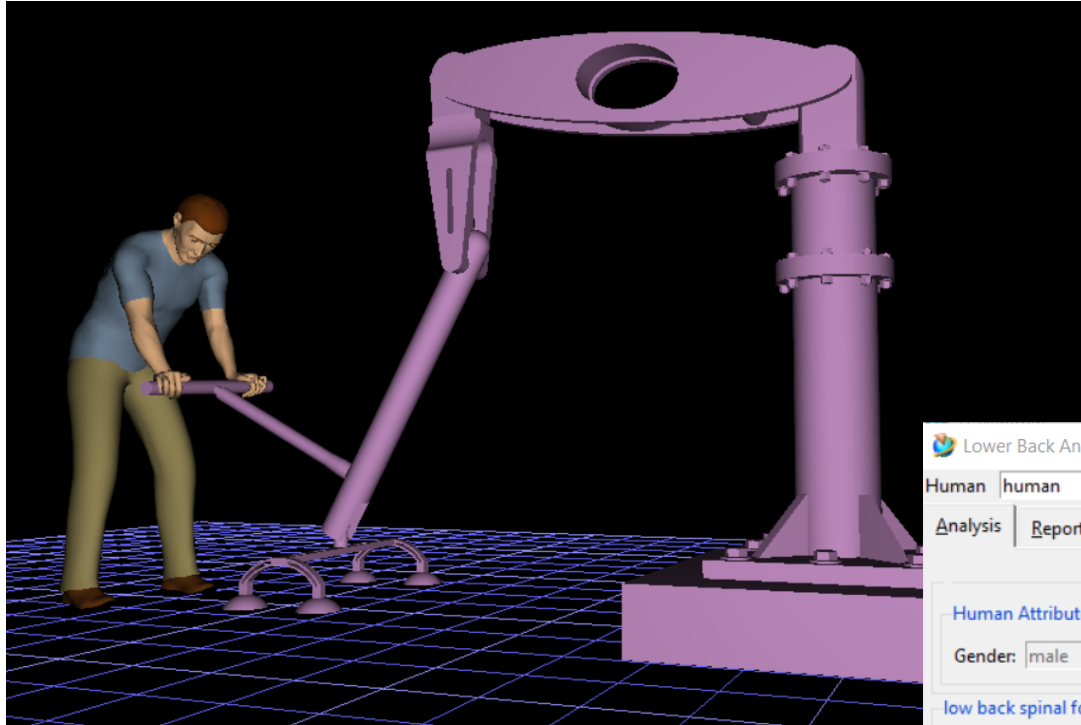
Dove **LBA** (***L**ower **B**ack **A**nalysis*), **OWAS** (***O**vako **W**orking **P**osture **A**nalysis*), **RULA** (***R**apid **U**pper **L**imb **A**ssessment*) sono tre parametri forniti dal software utilizzato: **Jack**. Se l'indice PEI risulta minore di 3 allora l'operatore non risulta in una condizione critica.

Le posizioni prese in analisi sono tre:

- Posizione di riposo
- Aggancio del parabrezza
- Montaggio del parabrezza sull'auto

Si supponga che l'operatore applichi una forza di 25 N su ogni palmo.

POSIZIONE DI RIPOSO



Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

×

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Job Number:
Location: Analyst:
Comments: Date:

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 4
Lower arm: 3
Wrist: 2
Wrist Twist: 2
Total: 7

Body Group B Posture Rating

Neck: 1
Trunk: 3
Total: 3

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
Arms: Not supported

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

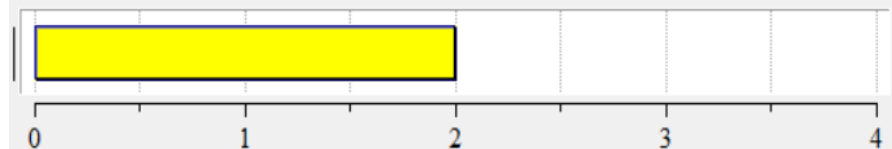
Grand Score: 6
Action: Investigation and changes are required soon.

Ovako Working Posture Analysis

Human: human

Analysis | Reports

OWAS Posture Evaluation



(Owas Code: 2121)

The work posture may have harmful effects on the musculoskeletal system.

Musculoskeletal loading is not extreme with this posture, however, corrective measures are encouraged. Note that only downward force components are considered in the analysis.

LBA = 2049

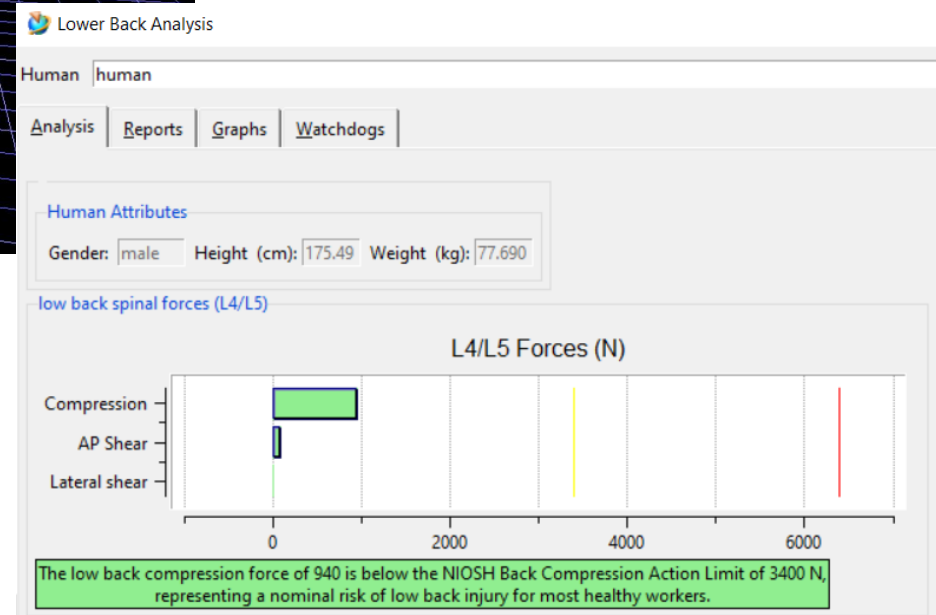
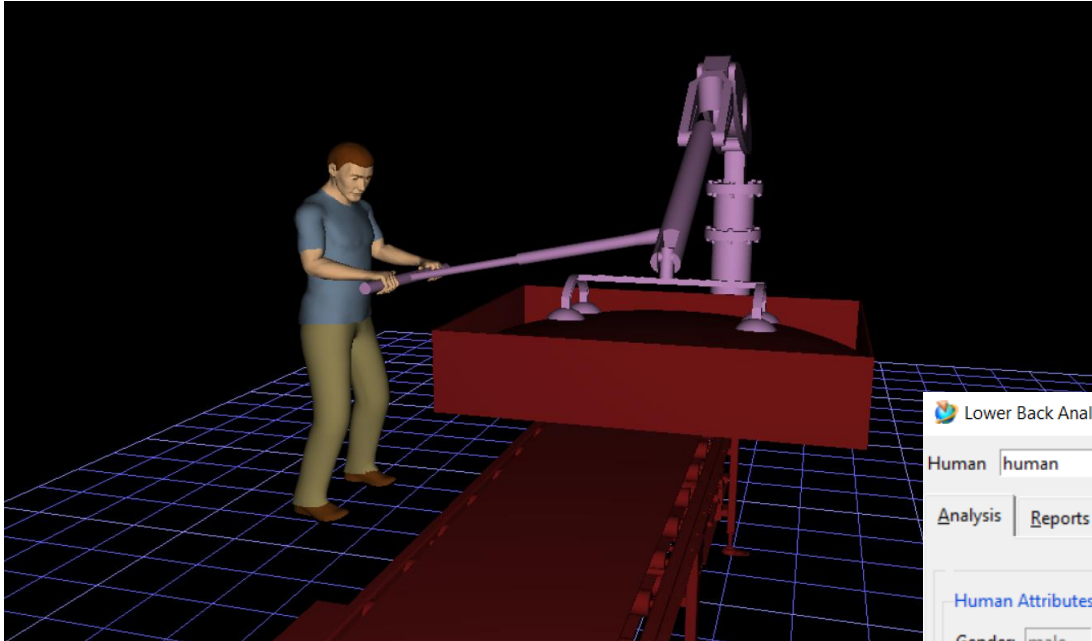
OWAS = 2

RULA = 6

PEI = 2.4

L'operatore non risulta in una condizione critica.

AGANCIO DEL PARABREZZA



Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Job Number:
Location: Analyst:
Comments: Date:

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 2
Lower arm: 3
Wrist: 1
Wrist Twist: 2
Total: 6

Body Group B Posture Rating

Neck: 1
Trunk: 1
Total: 1

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
Arms: Not supported

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

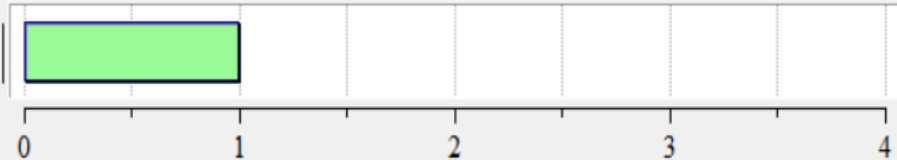
Grand Score: 4
Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Ovako Working Posture Analysis

Human: human

Analysis | Reports

OWAS Posture Evaluation



(Owas Code: 1121)
The work posture seems normal and natural. The postural load on the musculoskeletal system is acceptable. There is no need for corrective measures.
Note that only downward force components are considered in the analysis.

LBA = 940

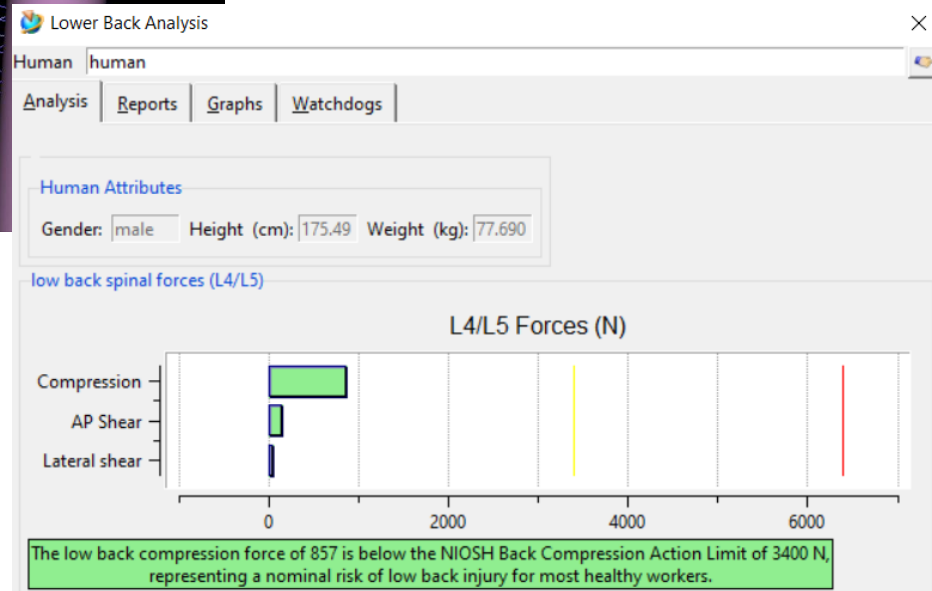
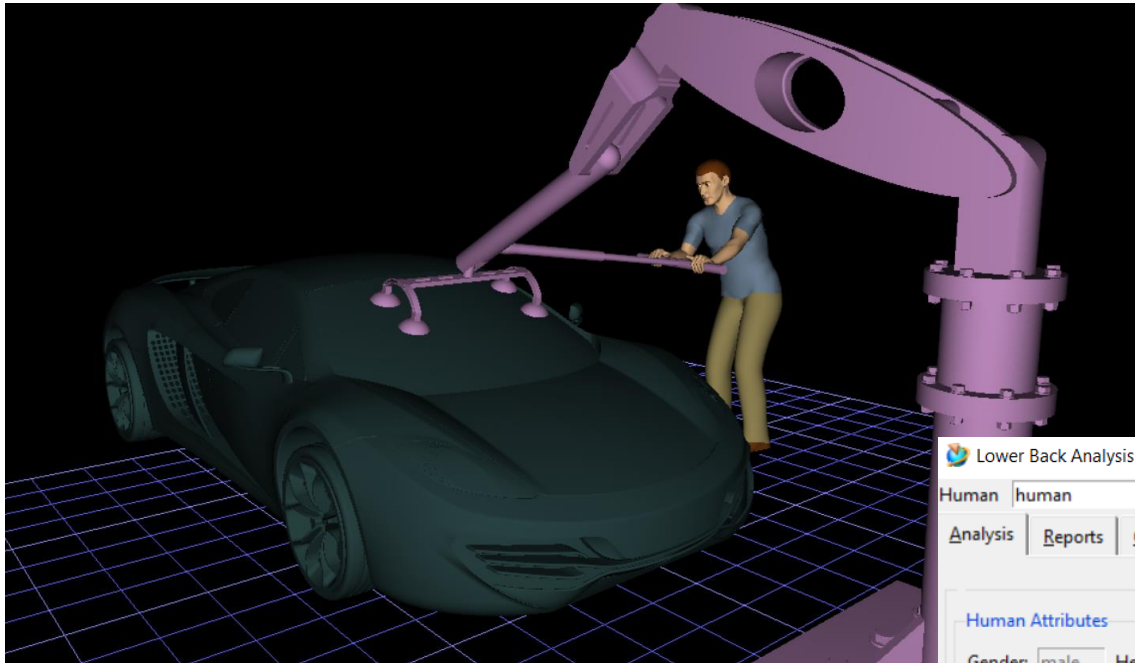
OWAS = 1

RULA = 4

PEI = 1,4

L'operatore non risulta in una condizione critica.

MONTAGGIO DEL PARABREZZA SULL'AUTO



Analisi ergonomica

7/7

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Job Number:
Location: Analyst:
Comments: Date:

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 2
Lower arm: 3
Wrist: 3
Wrist Twist: 2
Total: 6

Body Group B Posture Rating

Neck: 1
Trunk: 1
Total: 1

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
Arms: Not supported

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 4

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Ovako Working Posture Analysis

Human: human

Analysis | Reports

OWAS Posture Evaluation

0 1 2 3 4

(Owas Code: 2121)
The work posture may have harmful effects on the musculoskeletal system.
Musculoskeletal loading is not extreme with this posture, however, corrective measures are encouraged.
Note that only downward force components are considered in the analysis.

☐ Watchdog

Usage Watchdog Only Loads & Weights **Active** Dismiss

LBA = 857

OWAS = 2

RULA = 4

PEI = 1,5

L'operatore non risulta in una condizione critica.

Conclusioni

Il manipolatore rispetta le specifiche di progetto. E' possibile apportare miglioramenti come:

- Miglioramenti dell'ergonomia, in particolar modo la posizione di riposo del manipolatore
- Analisi strutturale con diversi materiali
- Alleggerimento struttura
- Miglioramento mobilità end-effector