

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E TECNOLOGIE
DELL'INFORMAZIONE

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Corso di Prototipazione Virtuale

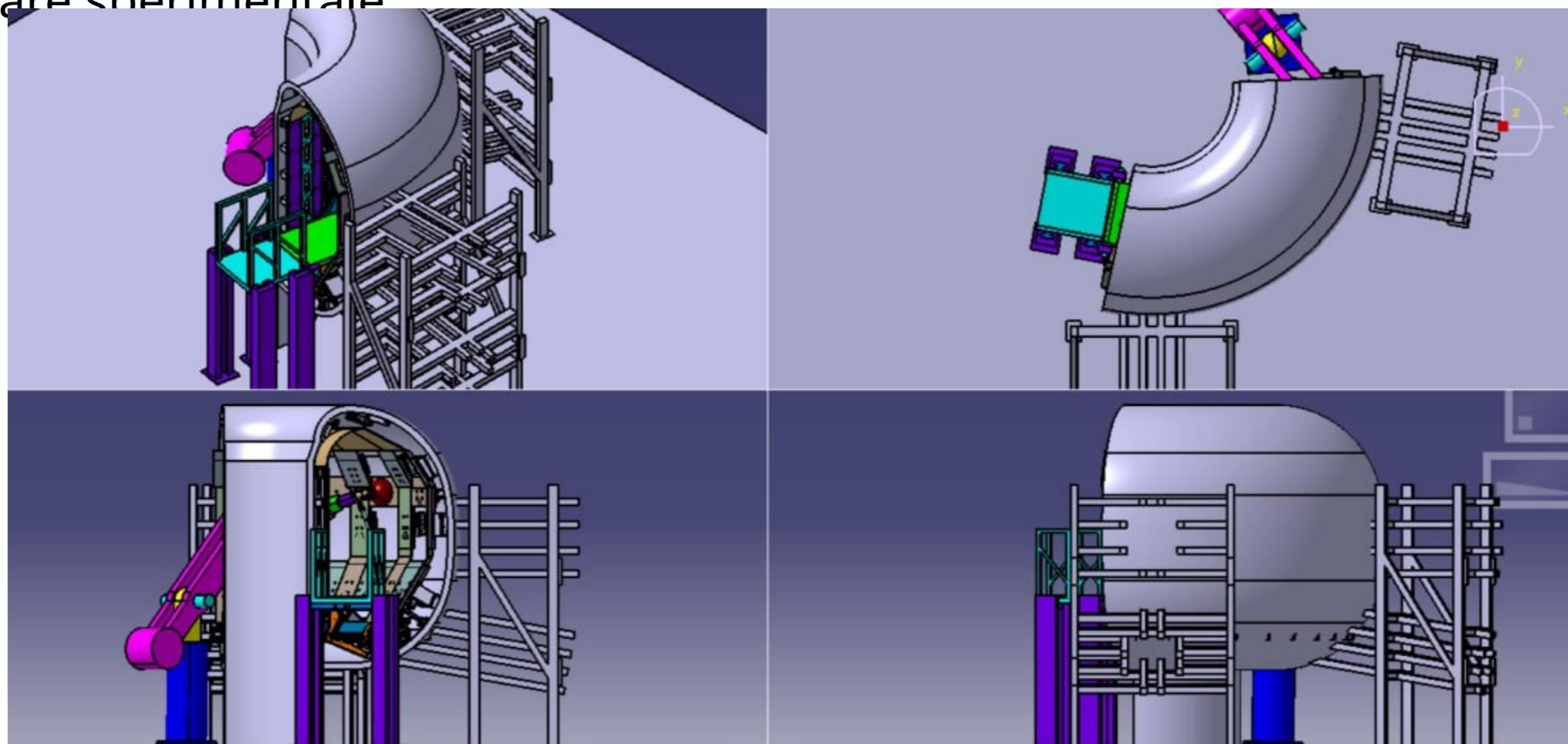
Prototipazione Virtuale del sistema di attrezzature ausiliarie
per l'installazione dei Plasma Facing Components di una
facility di Remote Handling per un reattore per la fusione
nucleare

Dario Di Francesco P38/xxx
Guendalina De Laurentis P38/xxx
Rosa Sodano P38/000235

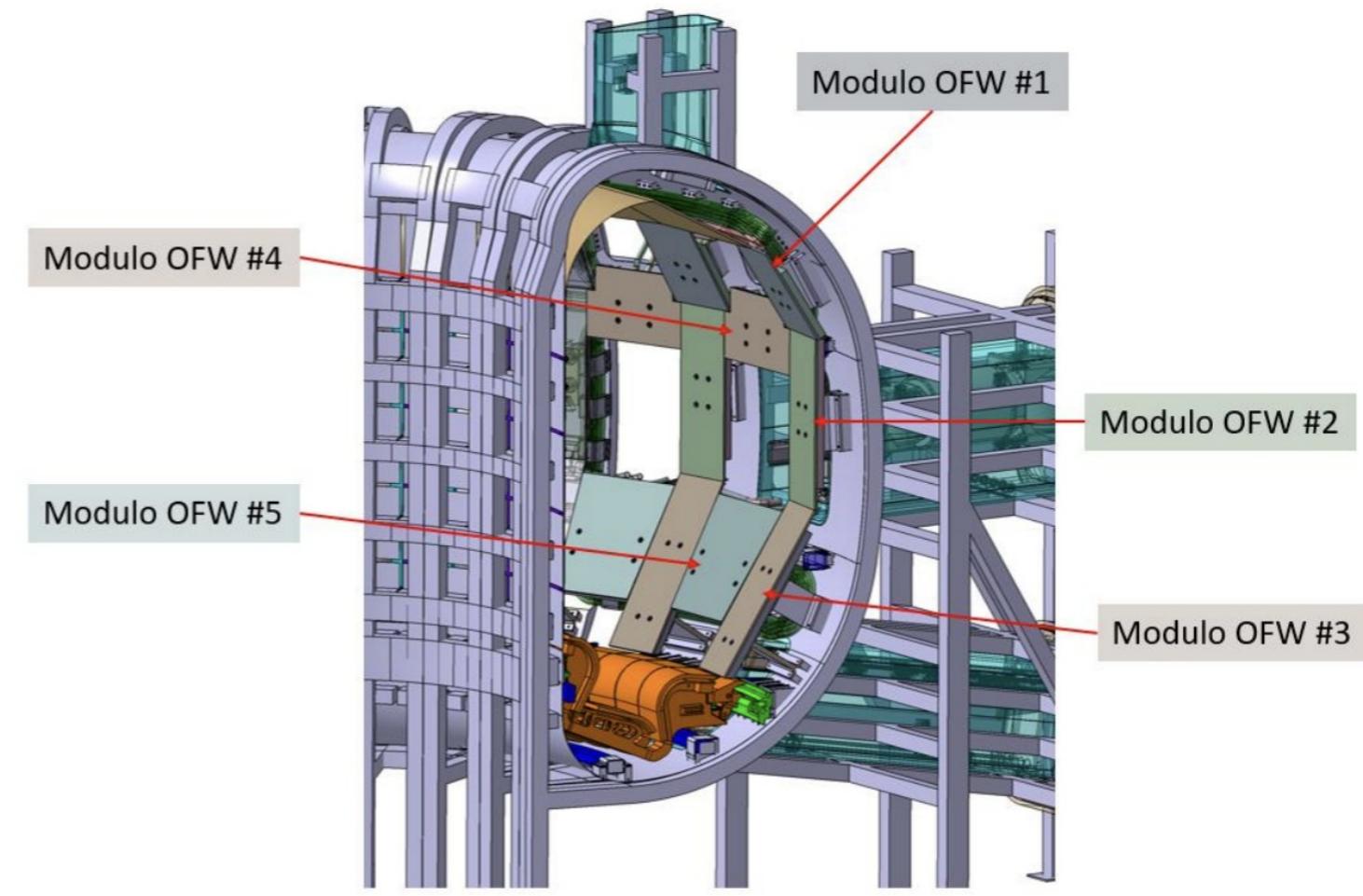
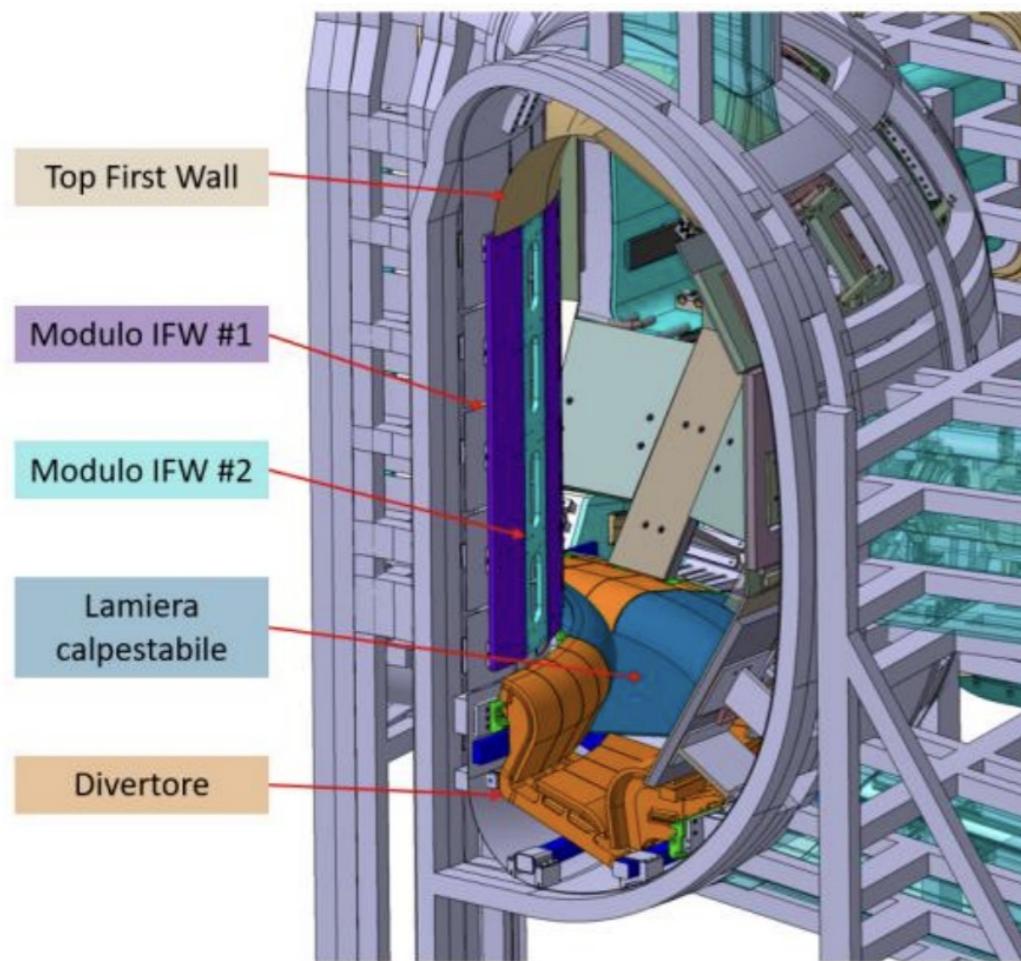


Introduzione

Questo progetto ambisce a trasformare radicalmente le procedure di manutenzione all'interno di una Remote Handling Facility presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, mediante l'impiego della Prototipazione Virtuale di un sistema meccanico innovativo. Questo sistema è stato progettato per assistere gli operatori nelle complesse operazioni di smontaggio e movimentazione dei Plasma Facing Components di un reattore a fusione nucleare sperimentale.



Introduzione

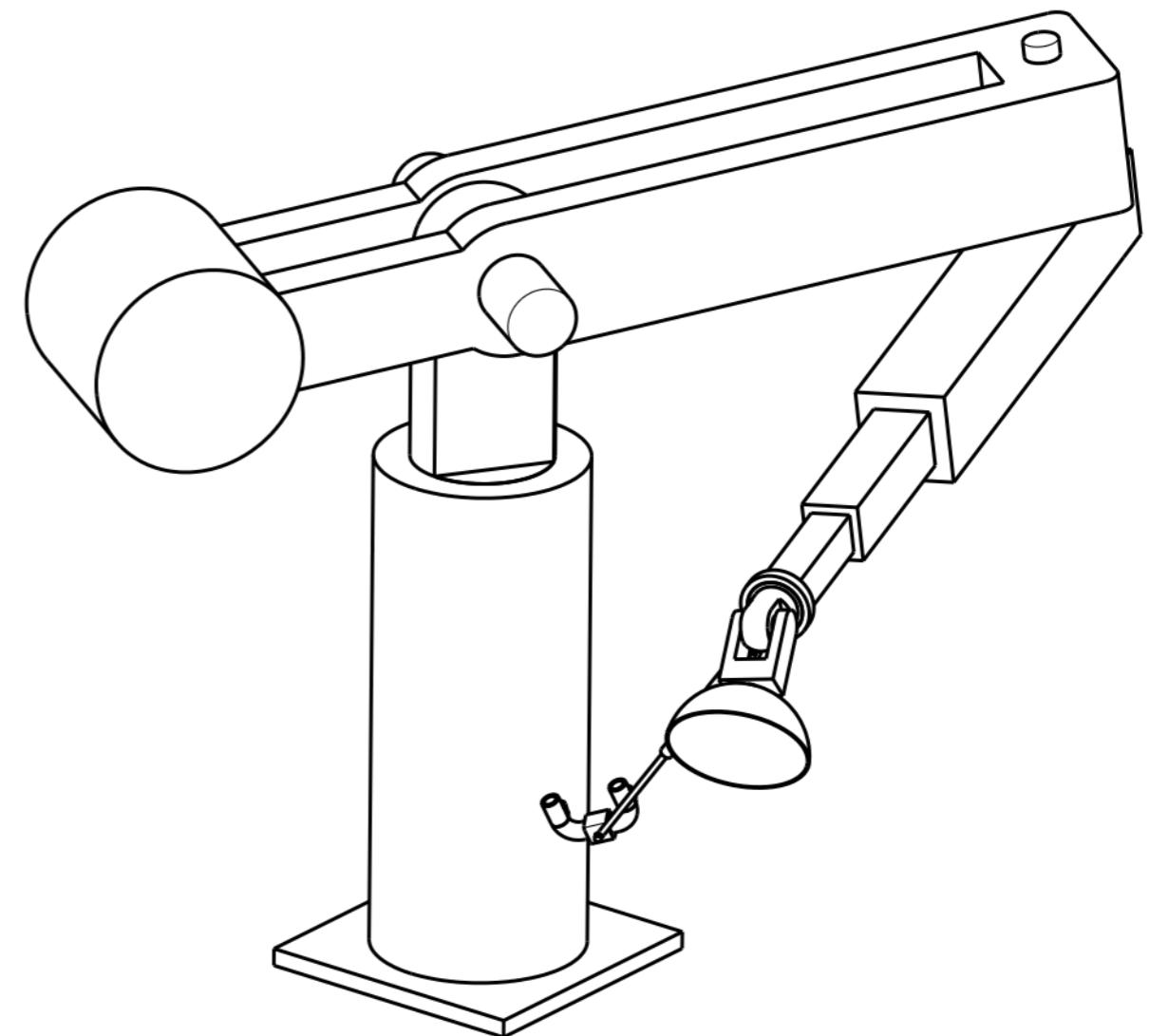
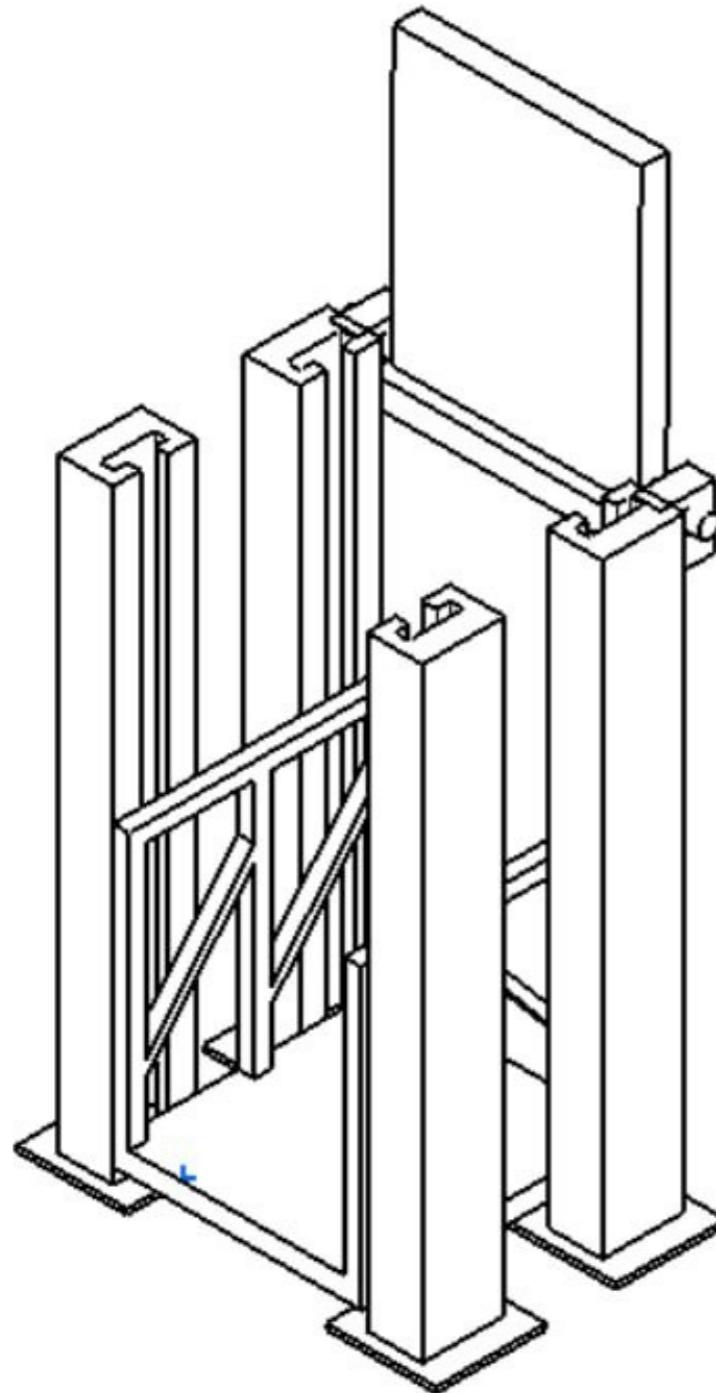


Requisiti

- Consentire al lavoratore di operare all'interno dell'ambiente di mockup
- Garantire corretto afferraggio dei moduli di First Wall
 - 5 moduli di Outboard First Wall
 - 2 moduli di Inboard First Wall
 - 2 moduli di Top First Wall
- Robustezza tale da trasportare i moduli
- Sicurezza dell'operatore
- Il manipolatore deve essere in grado di sopportare il peso massimo di una modulo pari a 250 Kg

Caratteristiche del progetto

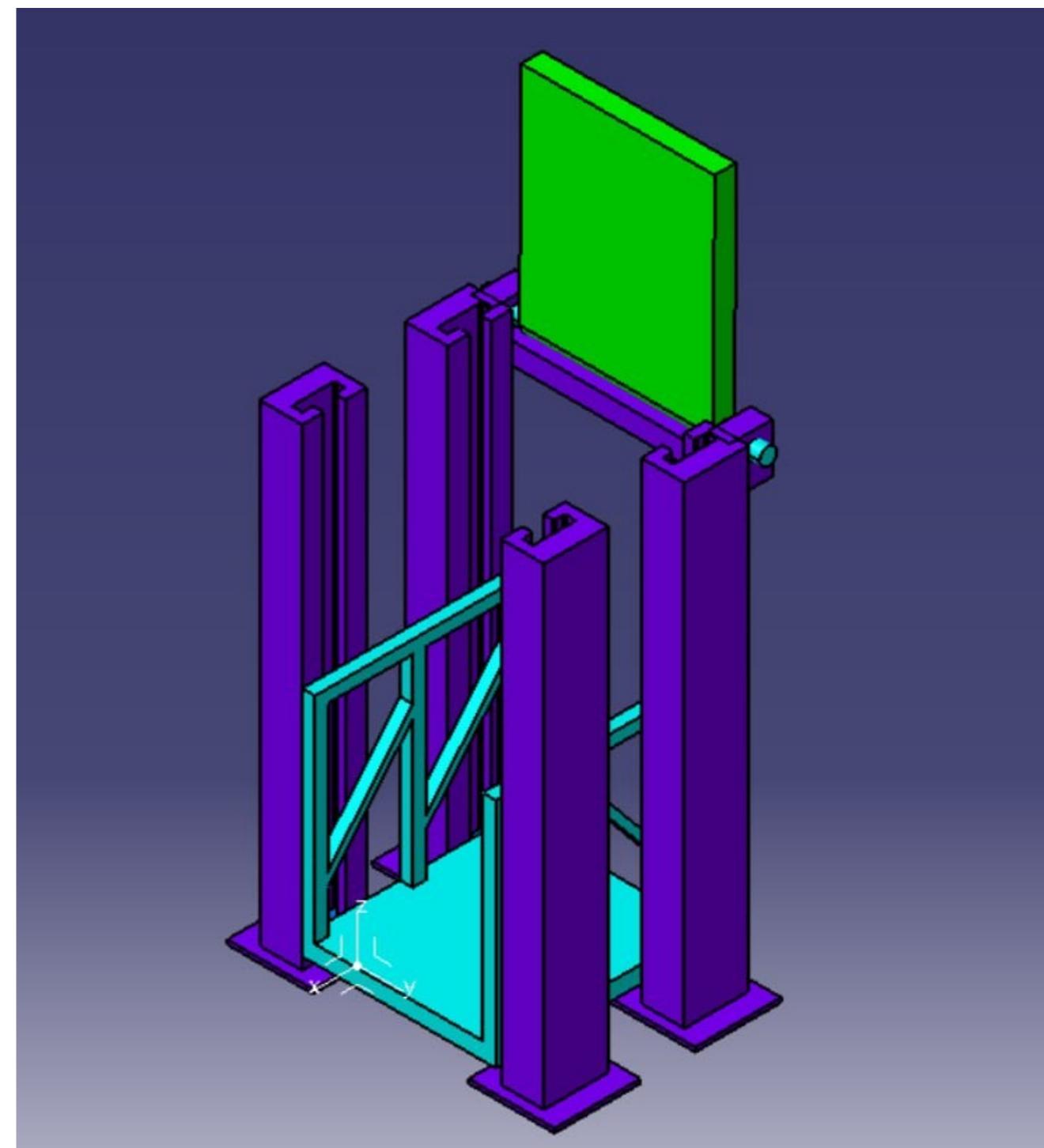
- Ascensore
- Manipolatore





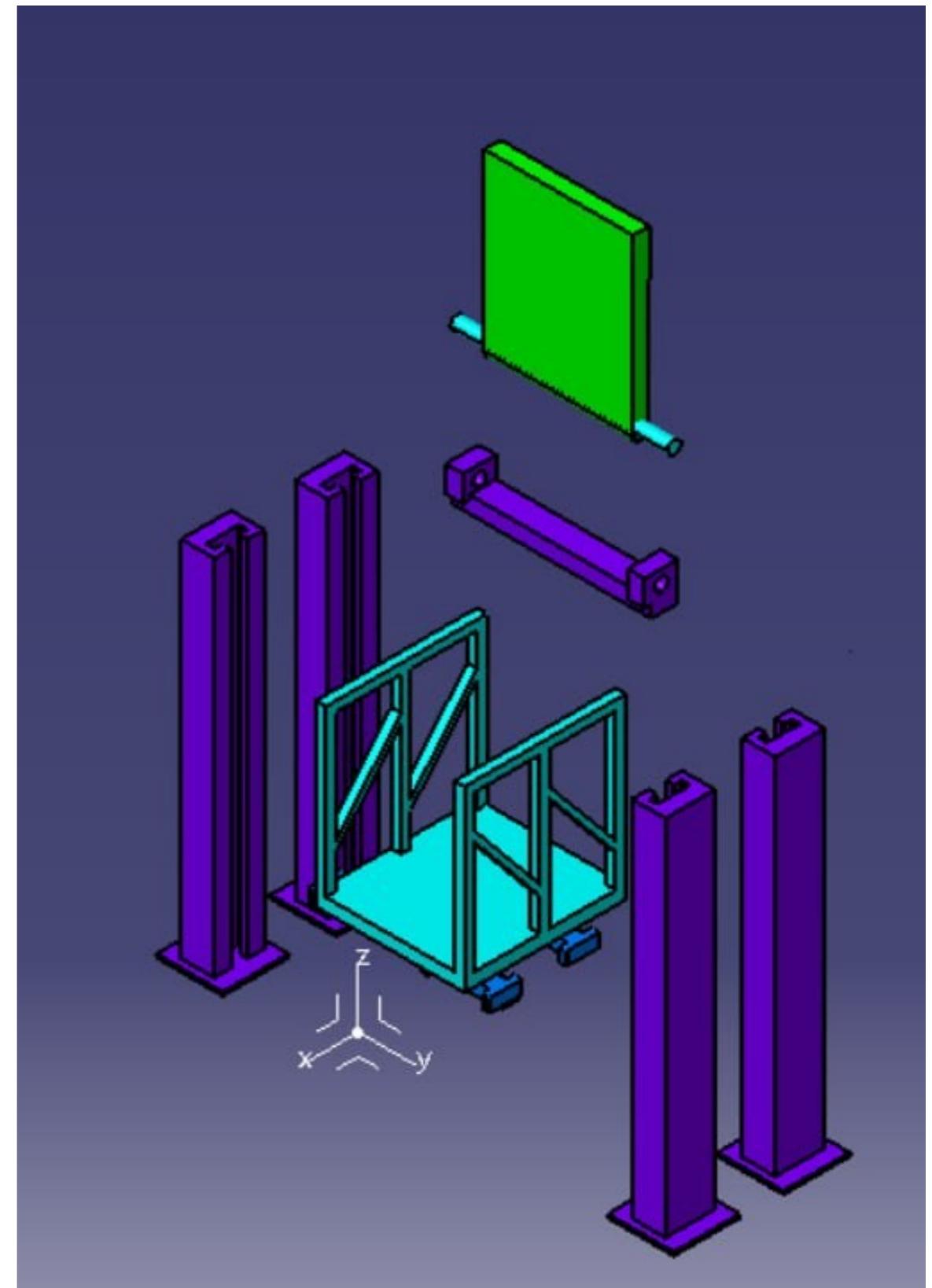
Progetto ascensore

- Permette la movimentazione dell'operatore
- Al finecorsa viene abbassata una rampa per permettere all'operatore di raggiungere la superficie calpestabile
 - Il progetto dell'ascensore è stato realizzato con approccio bottom-up

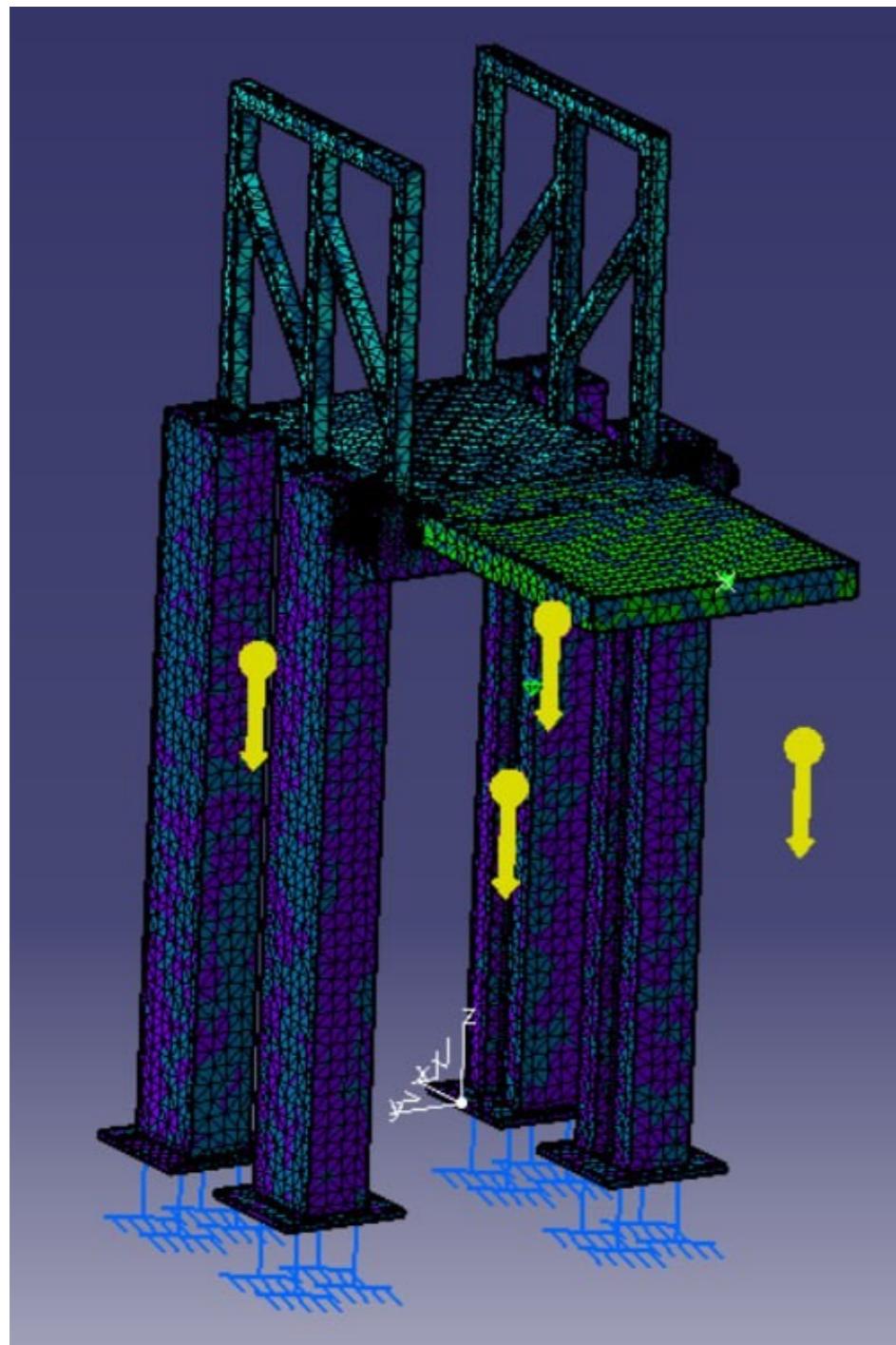


Componenti

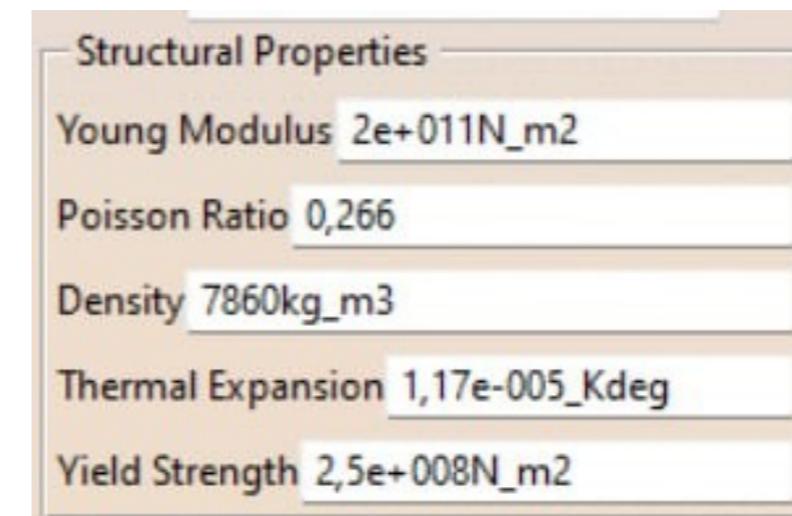
- 4 supporti
- 4 guide
- Piattaforma e ringhiera
- Ponte



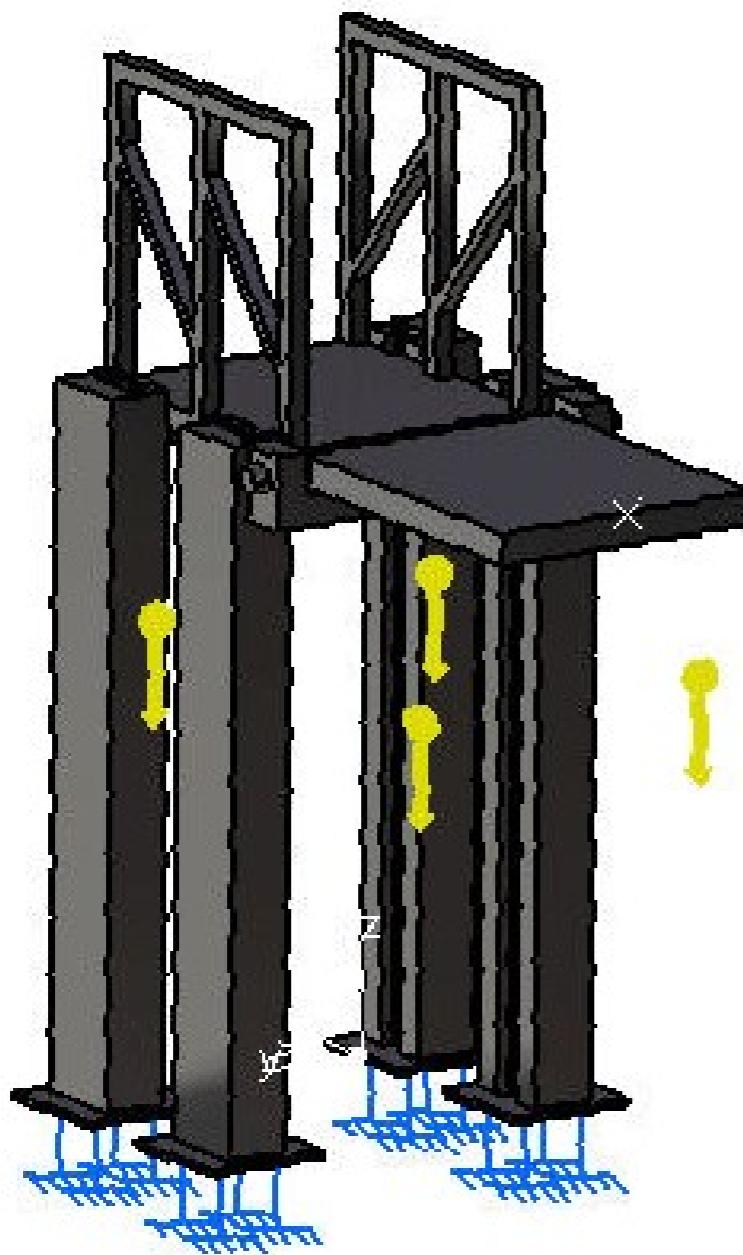
Analisi strutturale



- Impostazione della mesh
 - Size 50mm e sagitta 10mm
 - Size locale ai giunti del ponte di 5mm
- Scelta del materiale - Acciaio

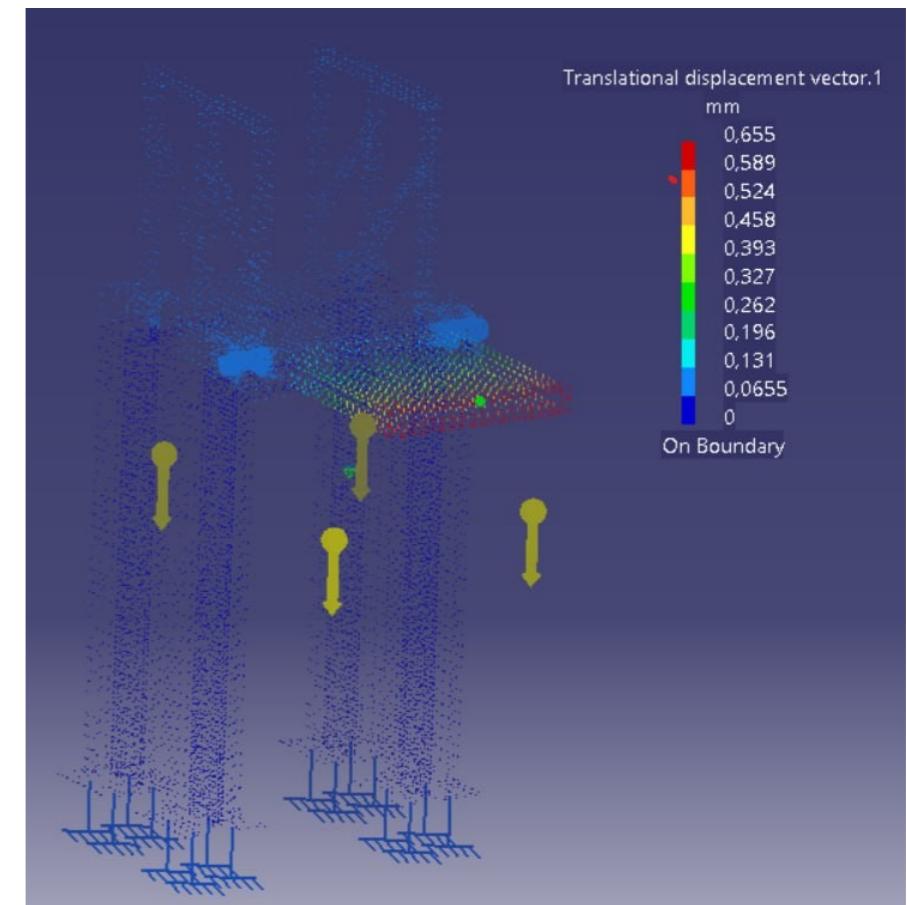
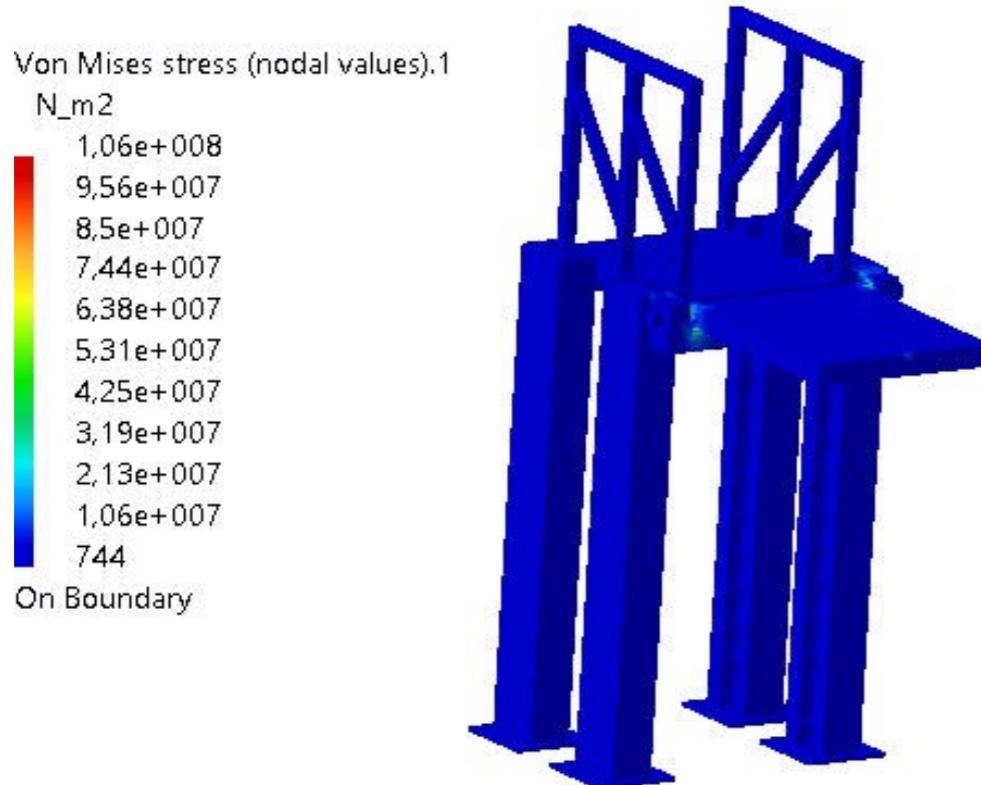


Analisi strutturale



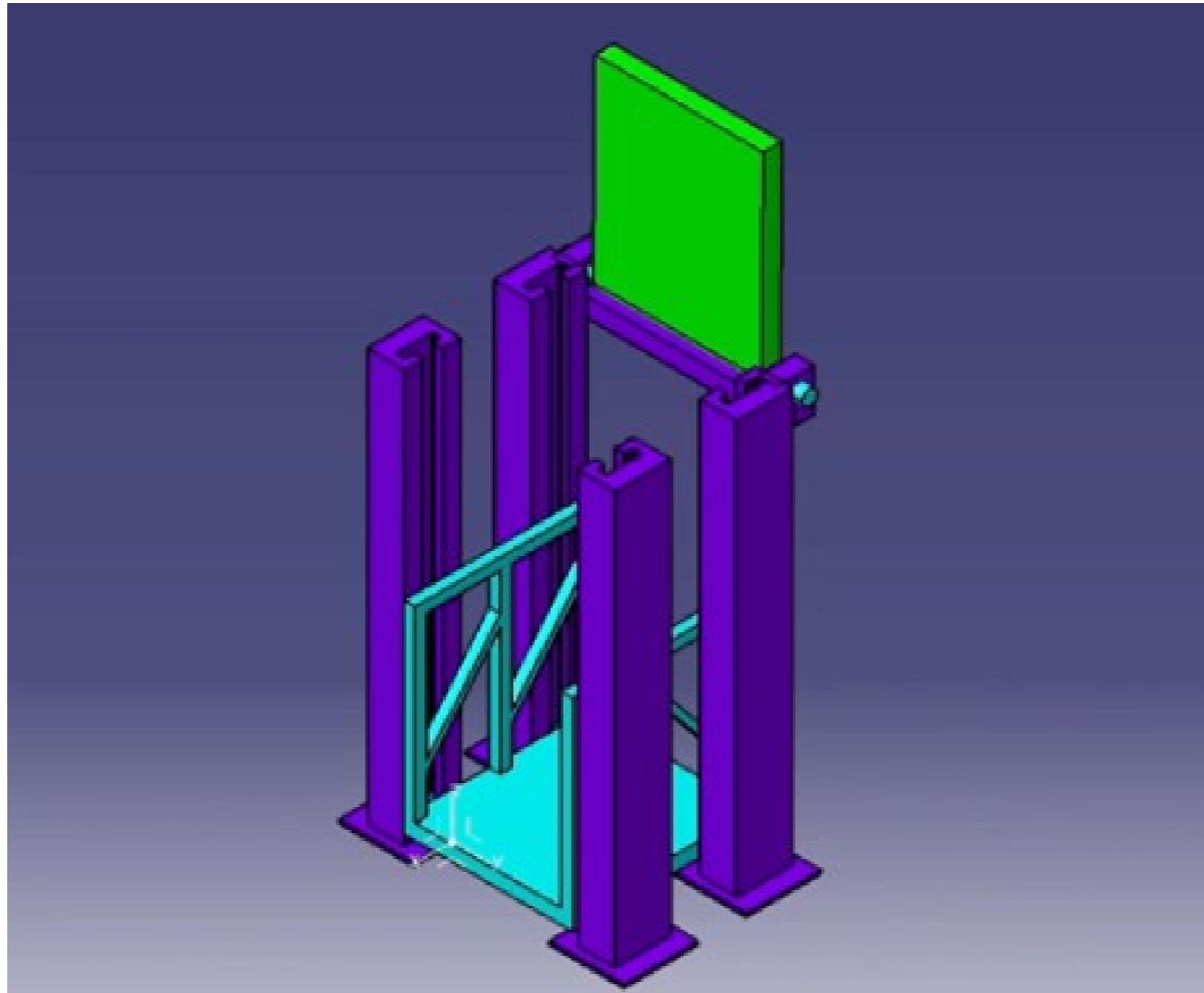
- Applicazione del carico
 - Verso il basso
 - In un punto al centro dello spigolo
 - Lo studio è stato effettuato con una forza di 10000 N (peso stimato di un uomo di 70 Kg e cassetta degli attrezzi)
- Scelta dei vincoli:
 - Supporti fissati al pavimento

Risultati analisi strutturale



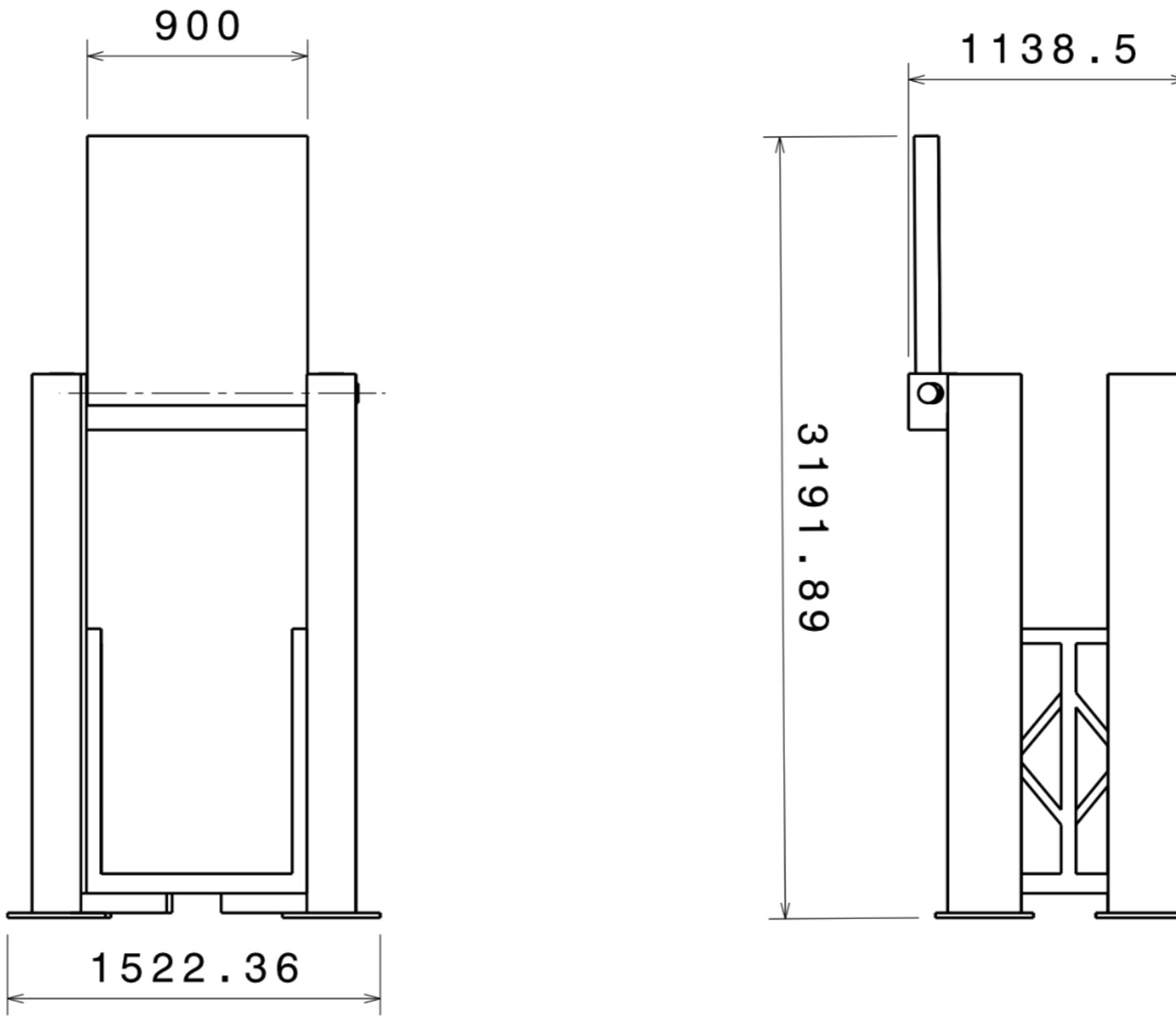
- La sollecitazione maggiore si ottiene in corrispondenza dei giunti della pedana quando viene applicato il carico
- Scelto il materiale acciaio, la sigma ammissibile è pari a $\sigma_a = 1,66 * 10^8 \frac{N}{m^2}$, quindi gli sforzi di Von Mises sono accettabili con una deformazione pari a 0.655mm

Analisi cinematica



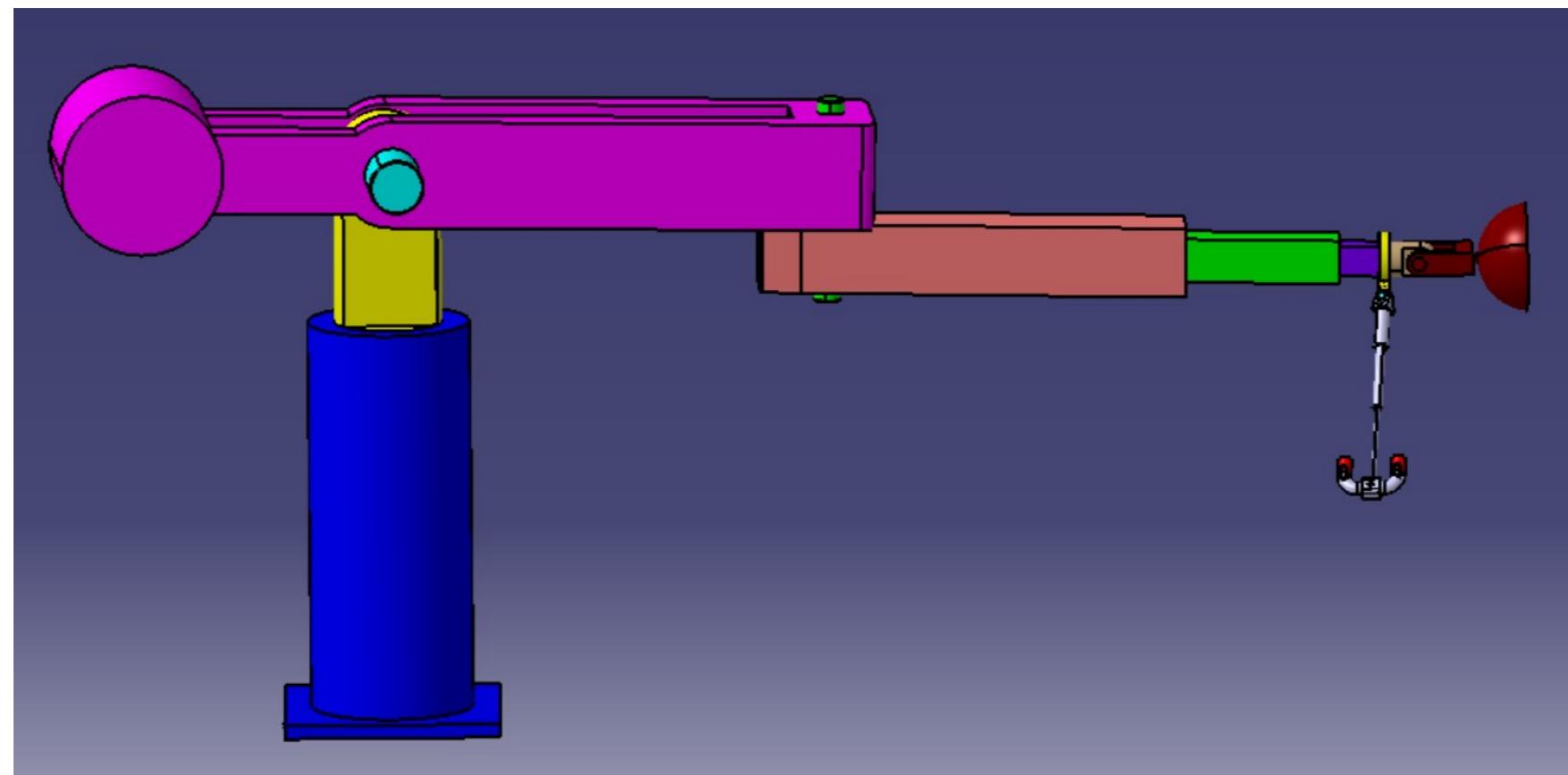
Simulazione cinematica ascensore

Ingombro dell'ascensore



Progetto manipolatore

- Il manipolatore è posizionato in corrispondenza di uno degli accessi del toroide
- L'*end-effector* è afferrabile dall'operatore sulla piattaforma calpestatile ed è caratterizzato dalla presenza di una ventosa





Componenti

Manipolatore

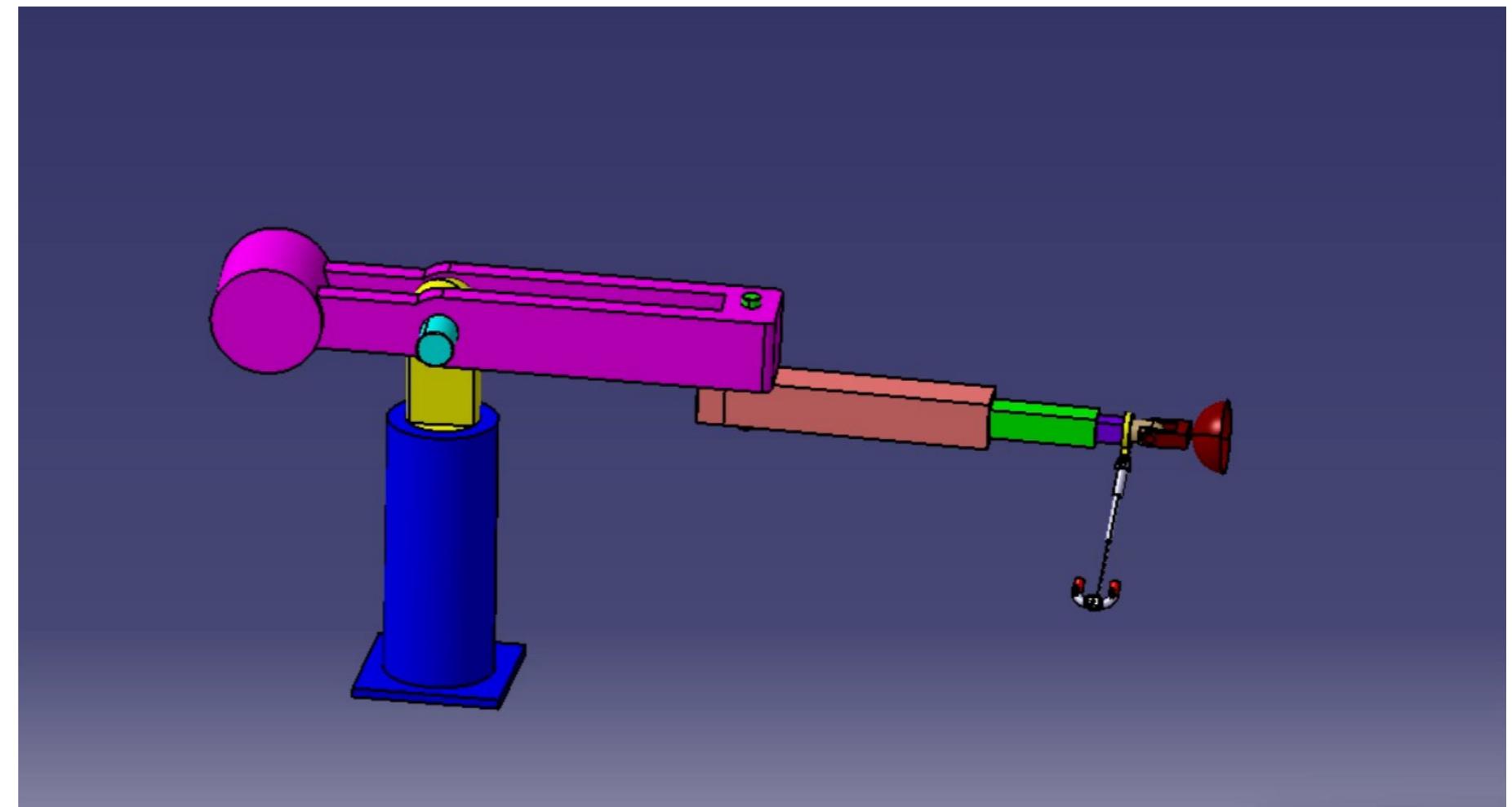
- Base fissa
- 2 giunti prismatici
- 3 giunti rotoidali

End-effector

- Polso sferico

Manubrio

- Collegato al polso attraverso un giunto sferico
- 2 giunti cilindrici
- Acceleratore e freni



Analisi strutturale

- Impostazione della mesh
 - Size 50mm e sagitta 10mm
 - Size locale 5mm
- Scelta del materiale — Acciaio

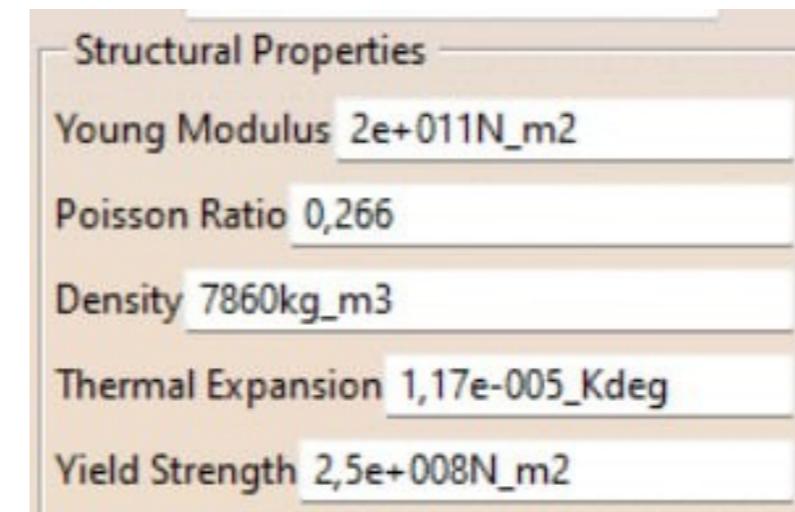


FOTO MESH

Analisi strutturale

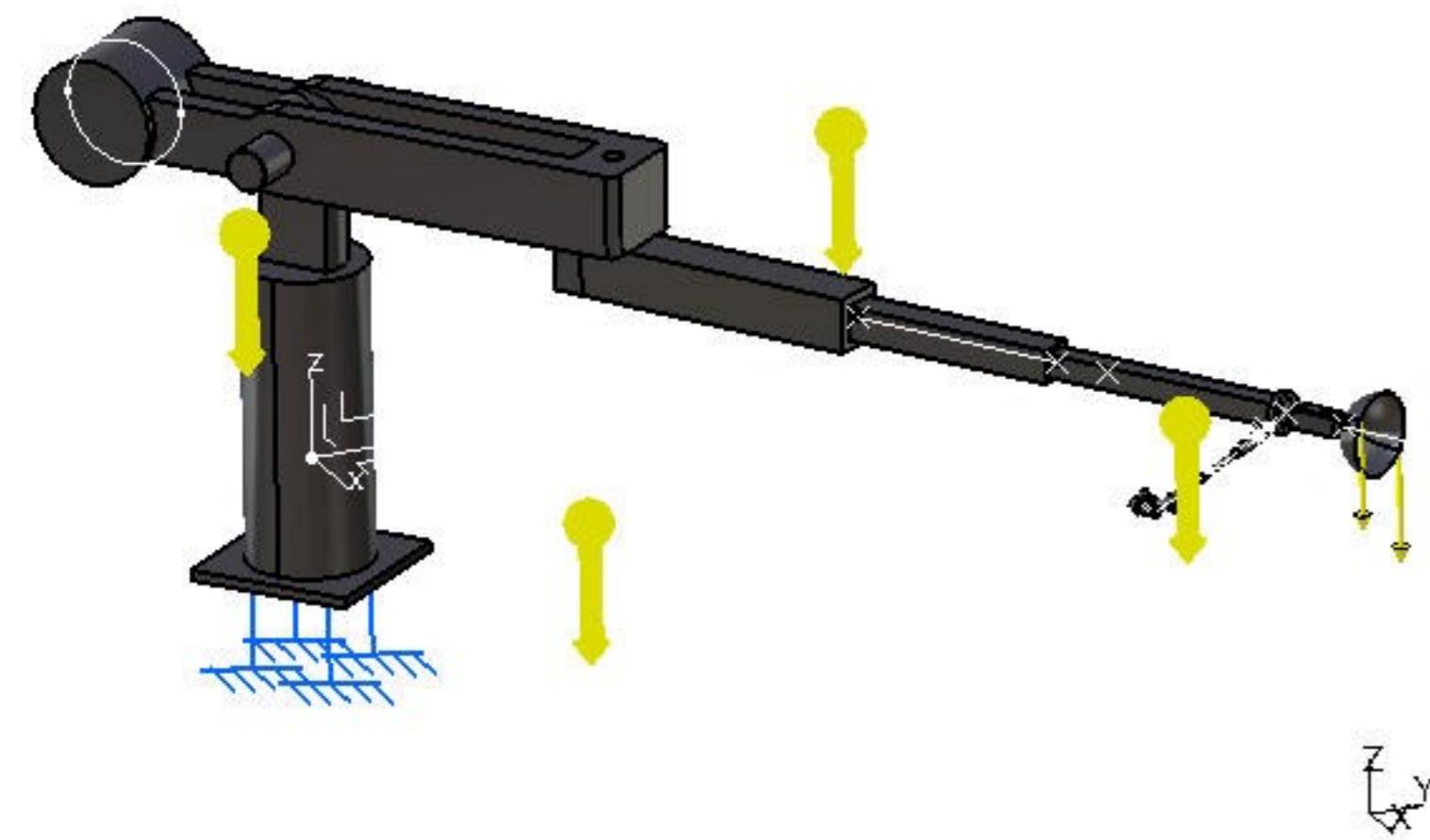


FOTO COME QUESTA MA
SENZA LINEE :)

- Applicazione del carico
 - Il carico è applicato verticalmente
 - Carico applicato al centro della ventosa dell'effector
 - Lo studio è effettuato con una forza di 2500N (peso di una lastra di 250Kg)
- Scelta dei vincoli:
 - Base fissata al pavimento

Risultati analisi strutturale (carico 2500N)

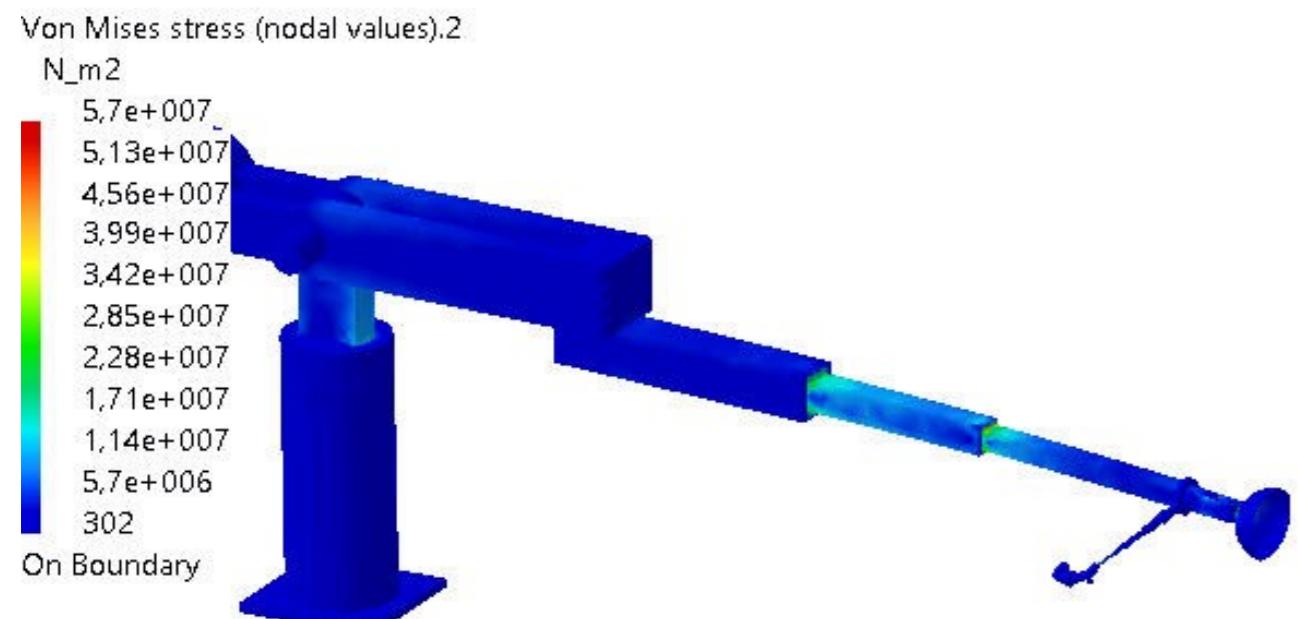


FOTO DELLE
DEFORMAZIONI
MASSIME



- La sollecitazione maggiore si ottiene in corrispondenza dei giunti prismatici
- Gli sforzi di Von Mises sono abbondantemente accettabili, con una deformazione massima in corrispondenza dell'end-effector di (VALORE DELLA DEFORMAZIONE)

Risultati analisi strutturale (carico 6250N)

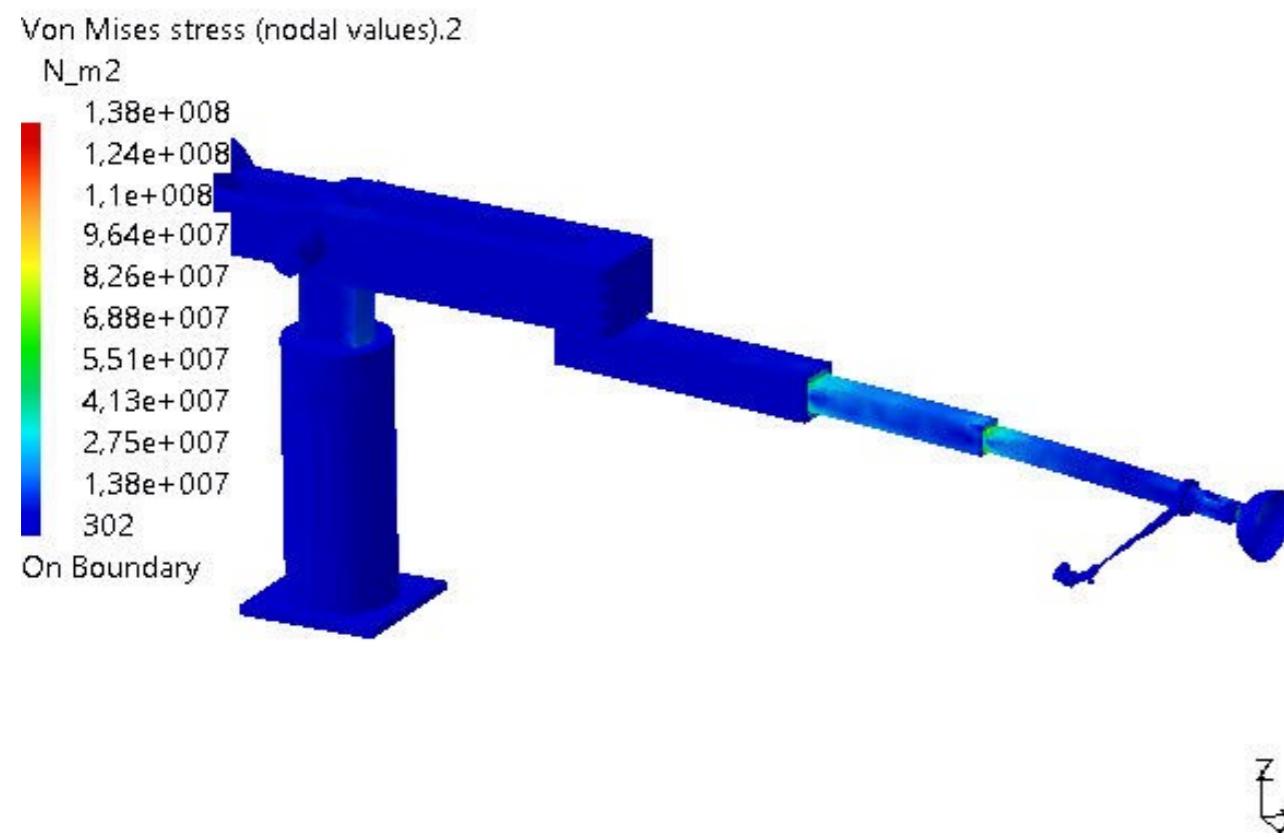


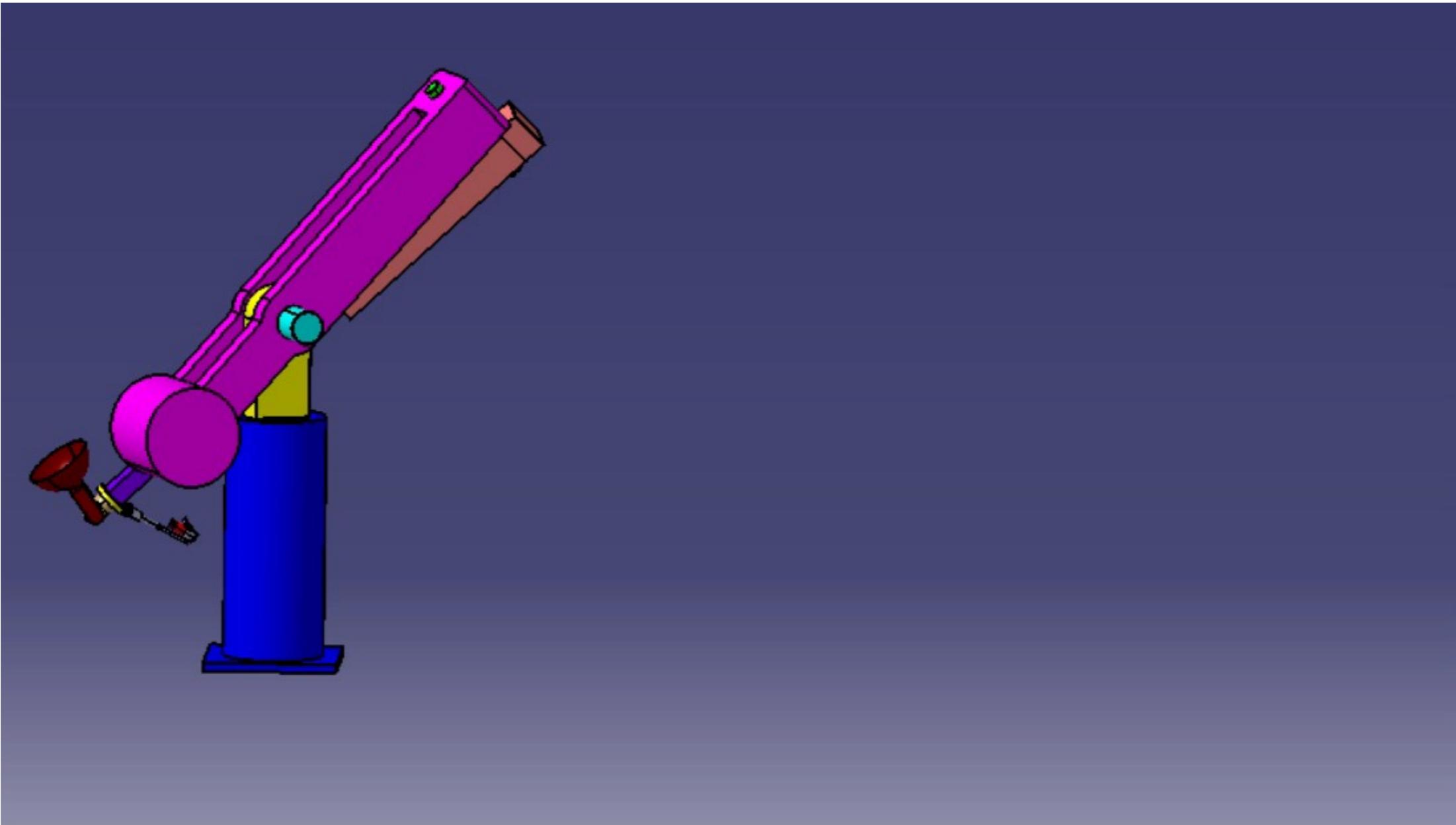
FOTO DEFORMAZIONI



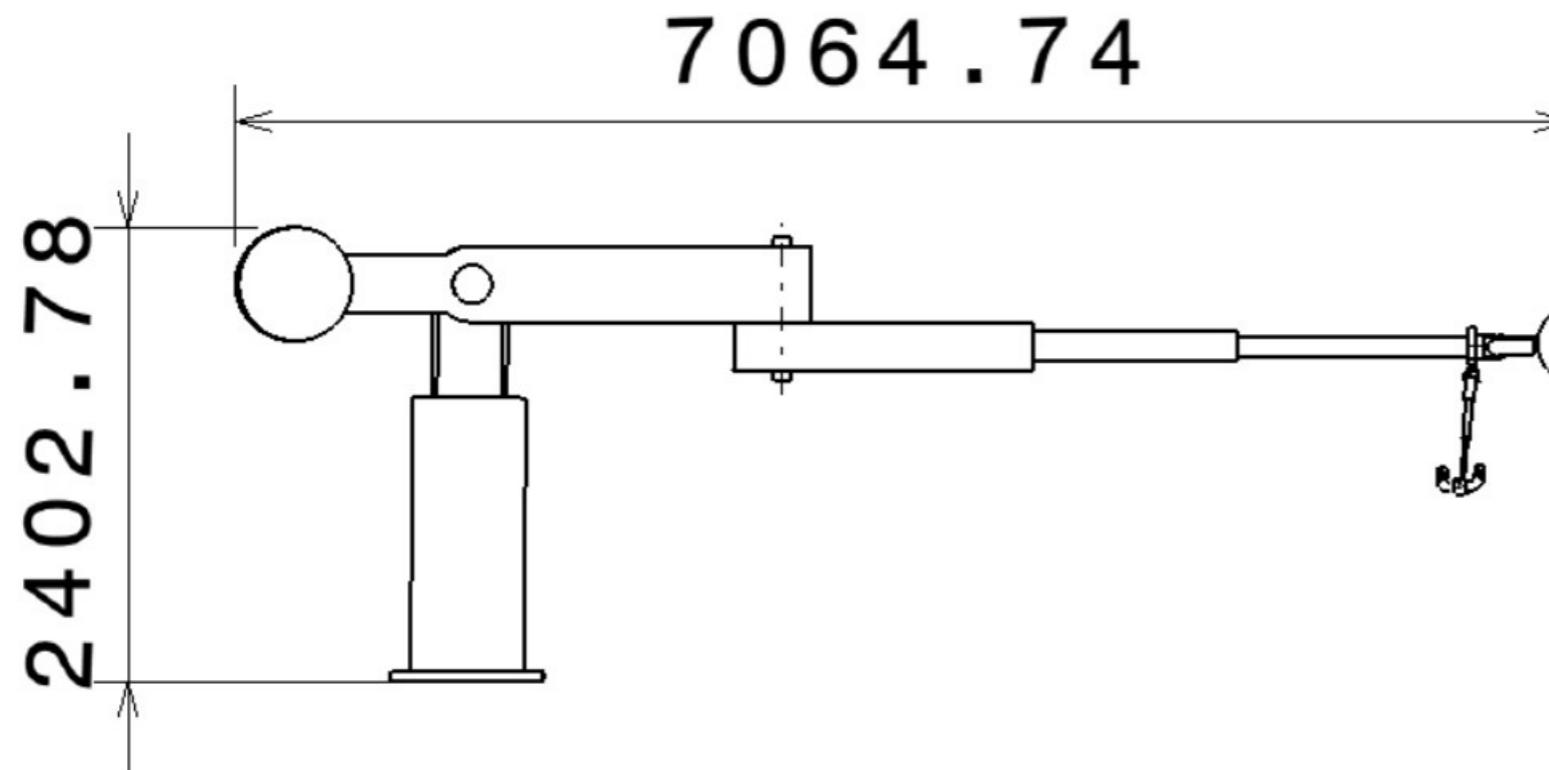
- La sollecitazione maggiore si ottiene in corrispondenza dei giunti prismatici
- Gli sforzi di Von Mises sono ancora accettabili con una deformazione di (VALORE DELLA DEFORMAZIONE) in corrispondenza dell'end-effector



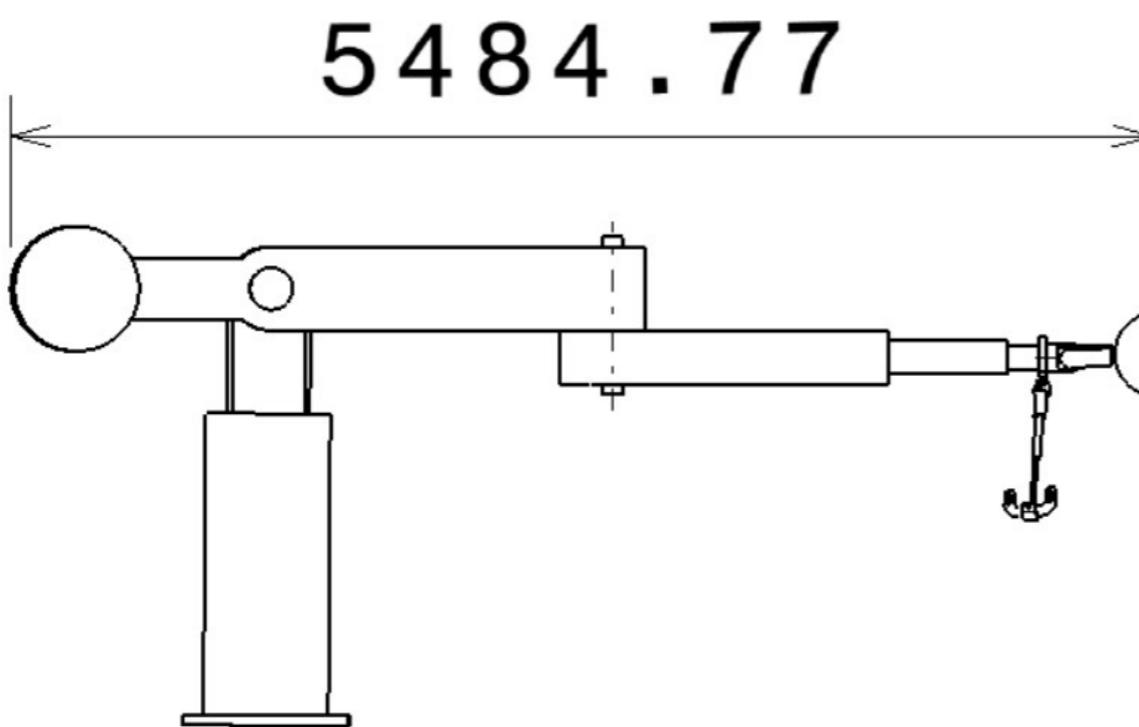
Analisi cinematica



Ingombro del manipolatore



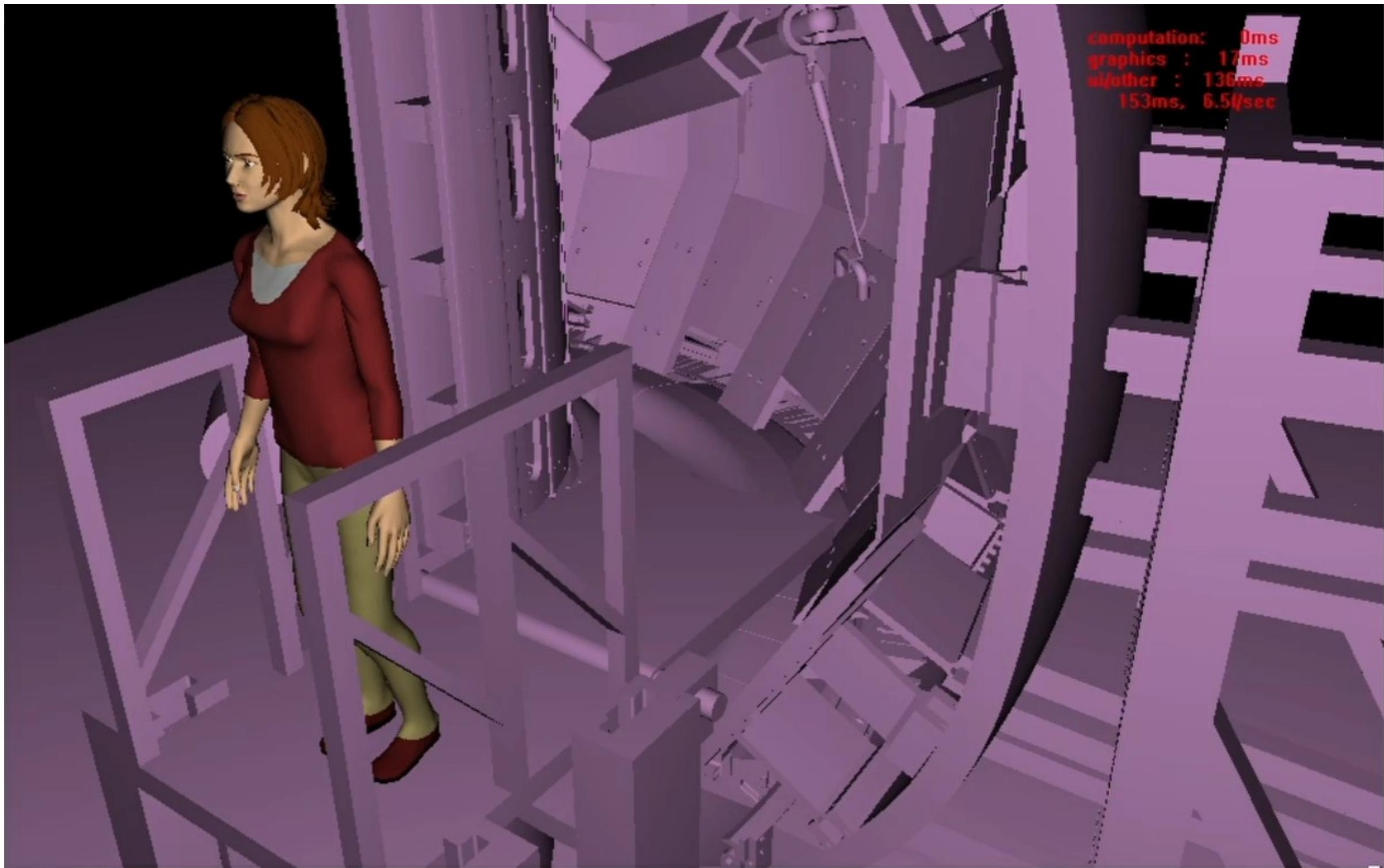
Massima estensione
dei giunti prismatici



Minima estensione
dei giunti prismatici



Valutazione ergonomica



Valutazione ergonomica

- Dall'analisi SSP risulta che i giunti che sono più sotto sforzo sono quelli relativi al ginocchio e all'anca sinistra i quali sono particolarmente flessi durante l'ultima fase della simulazione, cioè quando il manichino deve risalire la pedana per evitare di calpestare il divertore.

Conclusioni

- Il numero dei giunti è direttamente proporzionale all'ergonomia
 - Più giunti sono presenti nella struttura più è ergonomico per l'utente utilizzare il robot
- Si consiglia un implementazione ad infiniti gradi di libertà
- Possibili sviluppi futuri potrebbero essere sviluppare una progettazione che non sia solo concettuale del robot, aggiungendo eventuali elementi standard all'assieme