

## ESERCITAZIONI 2023

- gruppi di 3-4 studenti
- tre date: 30.11, 7.12, 21.12
- **consegna esercitazioni in Moodle (il 21.12)**

## MATERIALE DISPONIBILE IN MOODLE

- file zip dei robot (ROBOT)
- cinematica inversa CyberKnife (CYBER)
- questa presentazione

## CIASCUN GRUPPO

- riceve (oggi) un numero identificativo X
- scegli (oggi) una delle esercitazioni proposte, con possibilità di concordare modifiche
- deve essere al completo in tutte e tre le date
- produce codice originale
- consegna il lavoro il 21.12

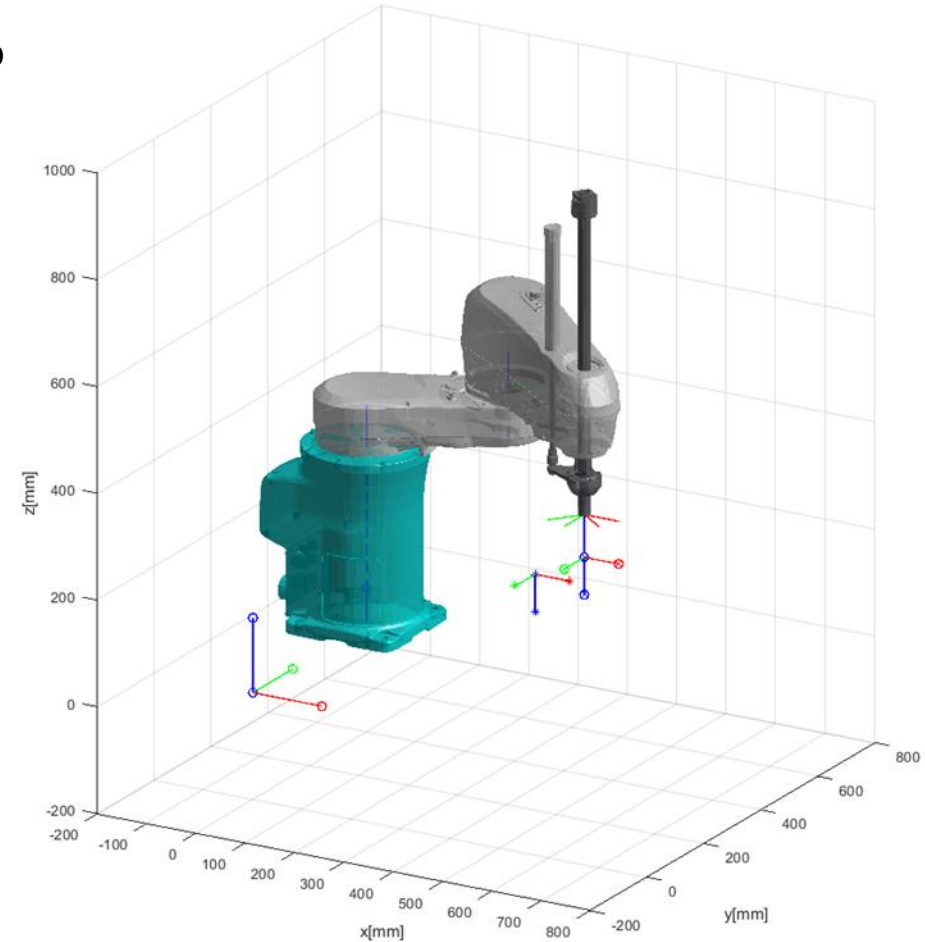
## COSA CONSEGNARE: UN FILE «**GRUPPO-X.ZIP**» CON

- il **codice sviluppato**
- un **video della simulazione (se presente)**
- un **breve PowerPoint (verrà fornito modello)**

*NOTA: i dati del modello DH dei ROBOT si trovano o nella cartella .zip o in una struttura (diversa da «base» e «link») che compare nel workspace quando si carica il file .mat del robot*

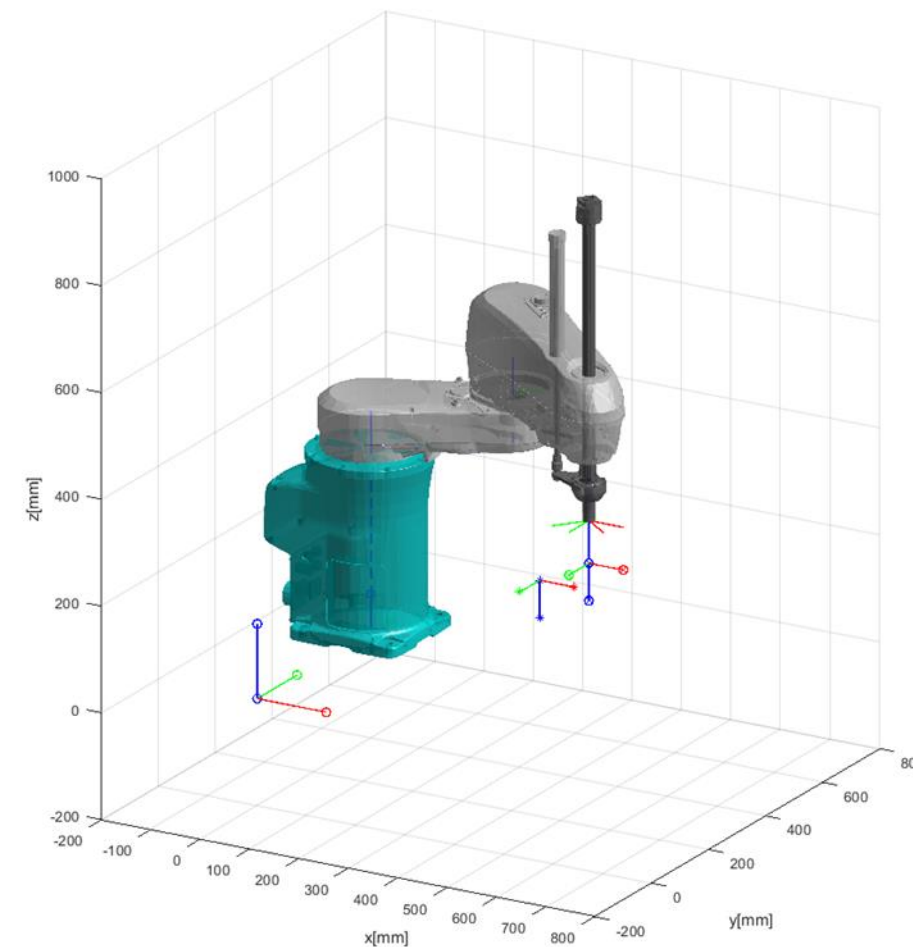
## OBIETTIVI

- definire punto iniziale, punto finale e almeno 3 via-point
- pianificazione ai giunti su N punti con polinomi interpolatori di III grado
- visualizzazione della traiettoria seguita
- grafici di giunto  $q_i(t)$  e derivate
- video del movimento
- *ripetizione movimento con configurazione braccio differente*
- *grafici  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$  e derivate*



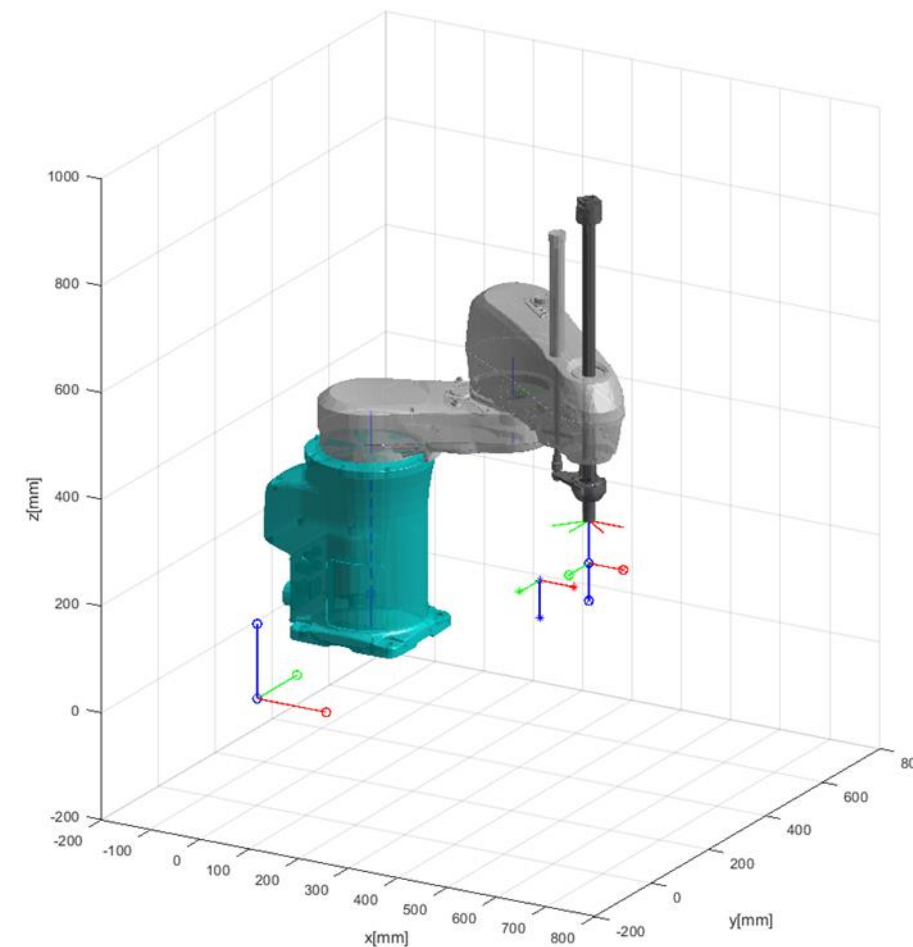
## OBIETTIVI

- definire una terna generica (target)
- pianificazione di un percorso  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$  con polinomi di terzo grado, in modo che l'origine della terna tool si muova dal punto iniziale fino all'origine della terna target
- visualizzazione della traiettoria seguita
- grafici di giunto  $q_i(t)$
- video del movimento
- *imporre nel punto finale una velocità diversa da zero nella direzione dell'asse  $x$  della terna target; verificare come cambiano la traiettoria e i grafici di giunto*



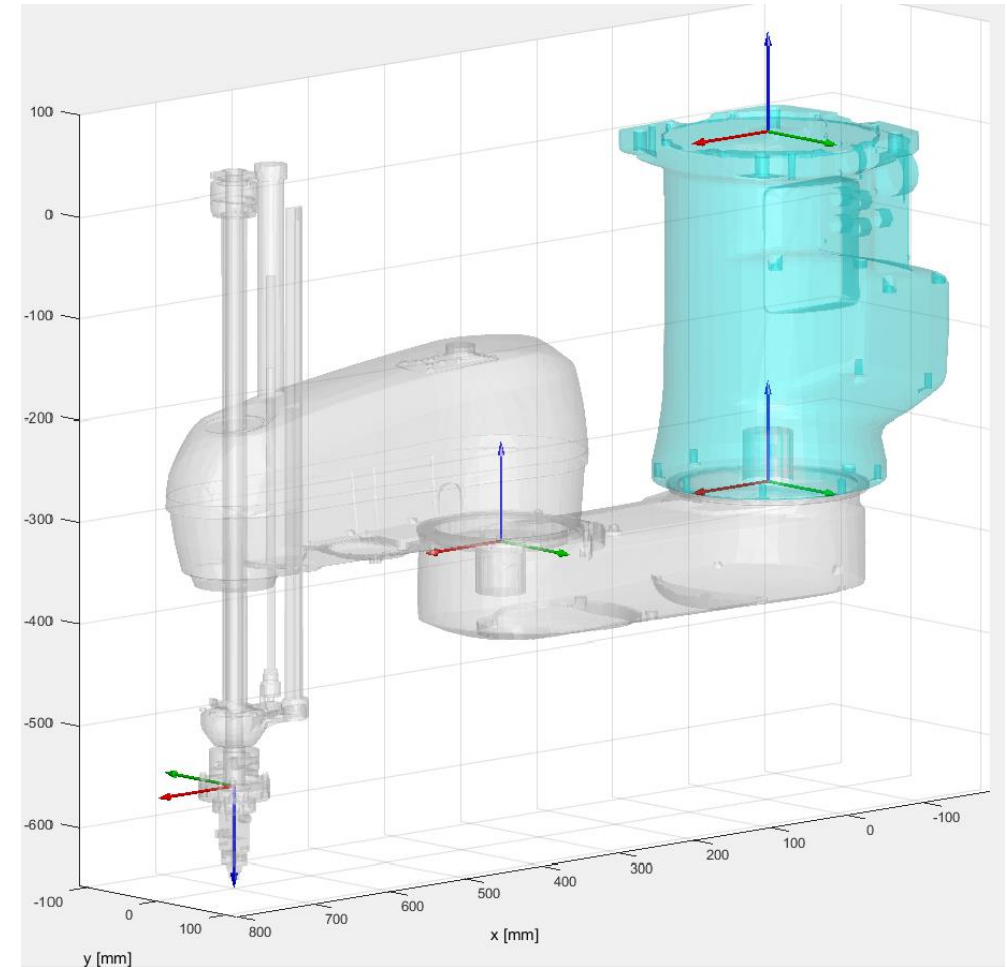
## OBIETTIVI

- legge trapezia in forma normalizzata per  $s(t)$
- pianificazione su percorso ad U
  - in un piano xy genericamente inclinato
  - con i tratti dritti della U paralleli all'asse x
- visualizzazione della traiettoria seguita
- grafici di giunto  $q_i(t)$
- video del movimento
- *ripetizione movimento con configurazione braccio differente*



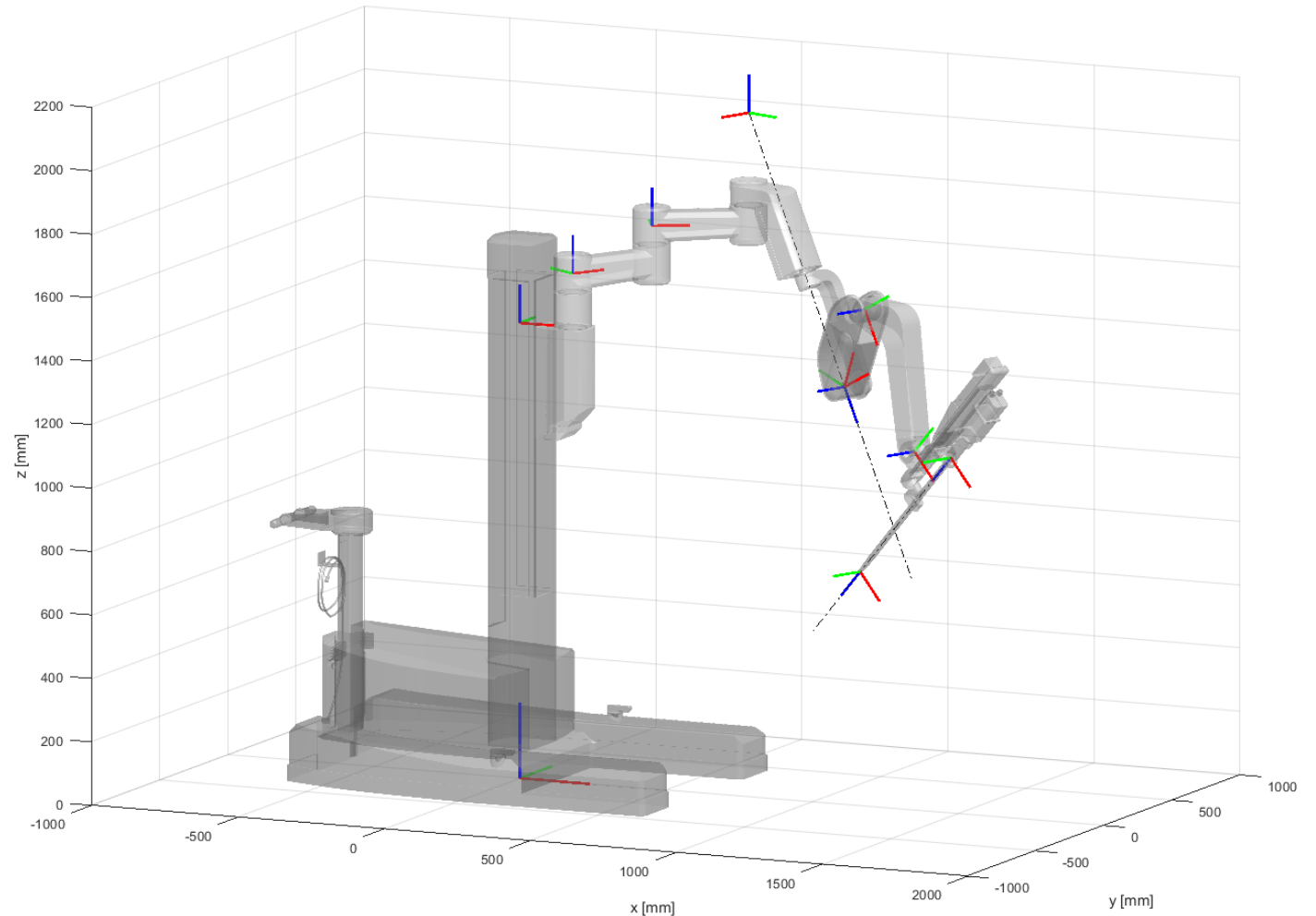
## OBIETTIVI

- utilizzo scara\_2 (montato a soffitto)
- verifica/modifica funzione cinematica inversa
- polinomio cubico in forma normalizzata per  $s(t)$
- pianificazione su percorso lineare
- visualizzazione della traiettoria seguita
- grafici di giunto  $q_i(t)$
- video del movimento
- *aggiunta del ritorno al punto di partenza*
- *cambio configurazione del braccio prima di tornare indietro*



## OBIETTIVI

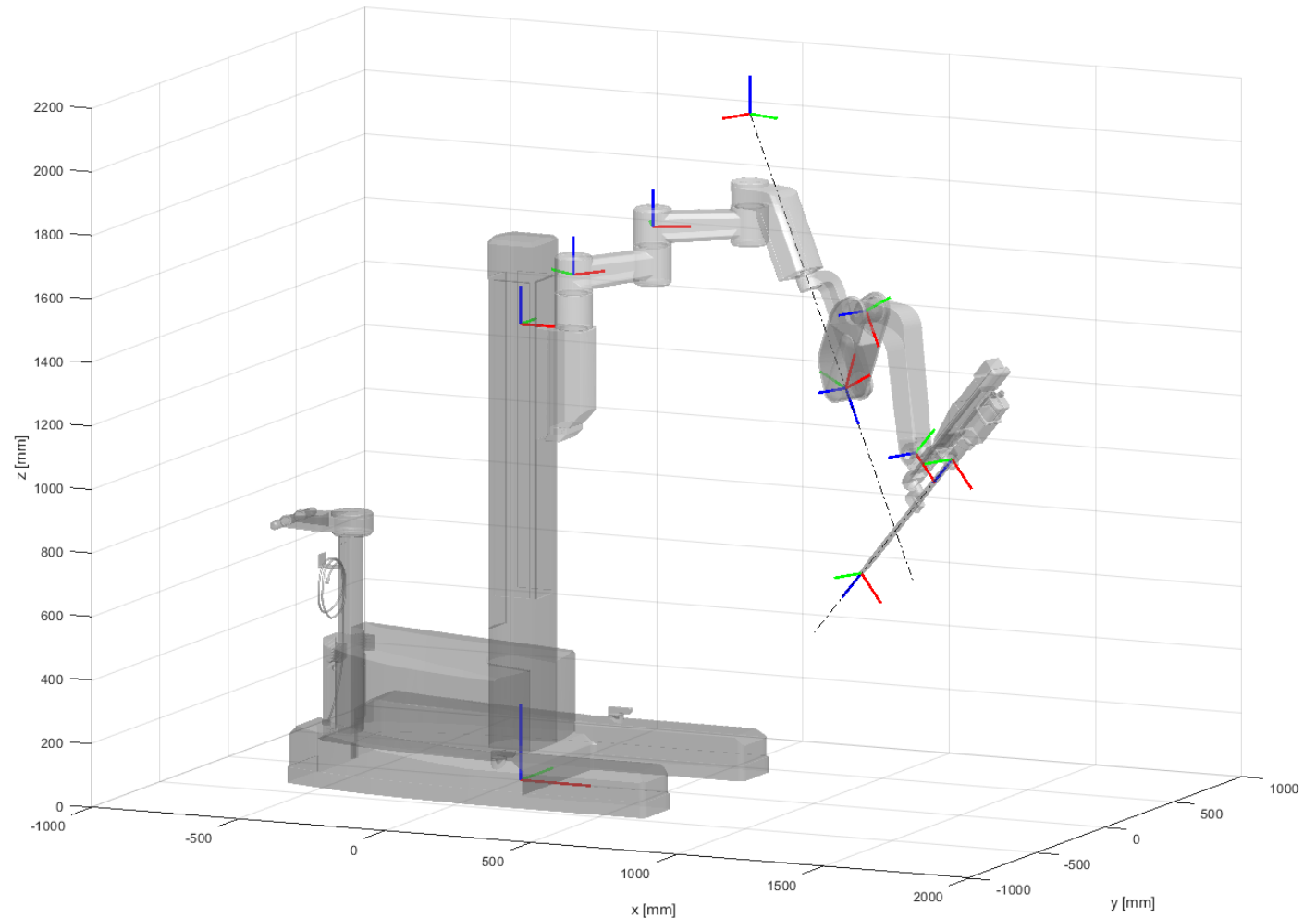
- funzione kindirDaVinci
- posizionamento braccio (primi 4 giunti)
- definizione punto target Pw
- funzione invkinDaVinci
- disegno robot in posizione
- *movimento robot* Video
- *aggiunta lettino e ridefinizione target*



**NOTA:** usare il file «DaVinci\_mod.zip»

## OBIETTIVI

- funzione kindirDaVinci
- posizionamento braccio 1
- aggiunta bracci 2-3-4
- *movimento bracci* Video
- *aggiunta lettino*



**NOTA:** usare il file «DaVinci\_mod.zip»



## OBIETTIVI

- creare script unico che carica/disegna entrambi i robot
- posizzionarli nel layout
- disporre manualmente il roboCouch (da q)
- definire la posizione del target (nel sistema del lettino)
- definire azimuth ed elevazione del fascio
- posizionare il Cyber con cinematica inversa
- *mostrare modi alternativi di eseguire lo stesso irraggiamento*
- *pianificare un movimento verso un nuovo target*
- *eseguire la simulazione del movimento*

*NOTA: la cinematica inversa del CyberKnife è nel file «CYBER.zip»*

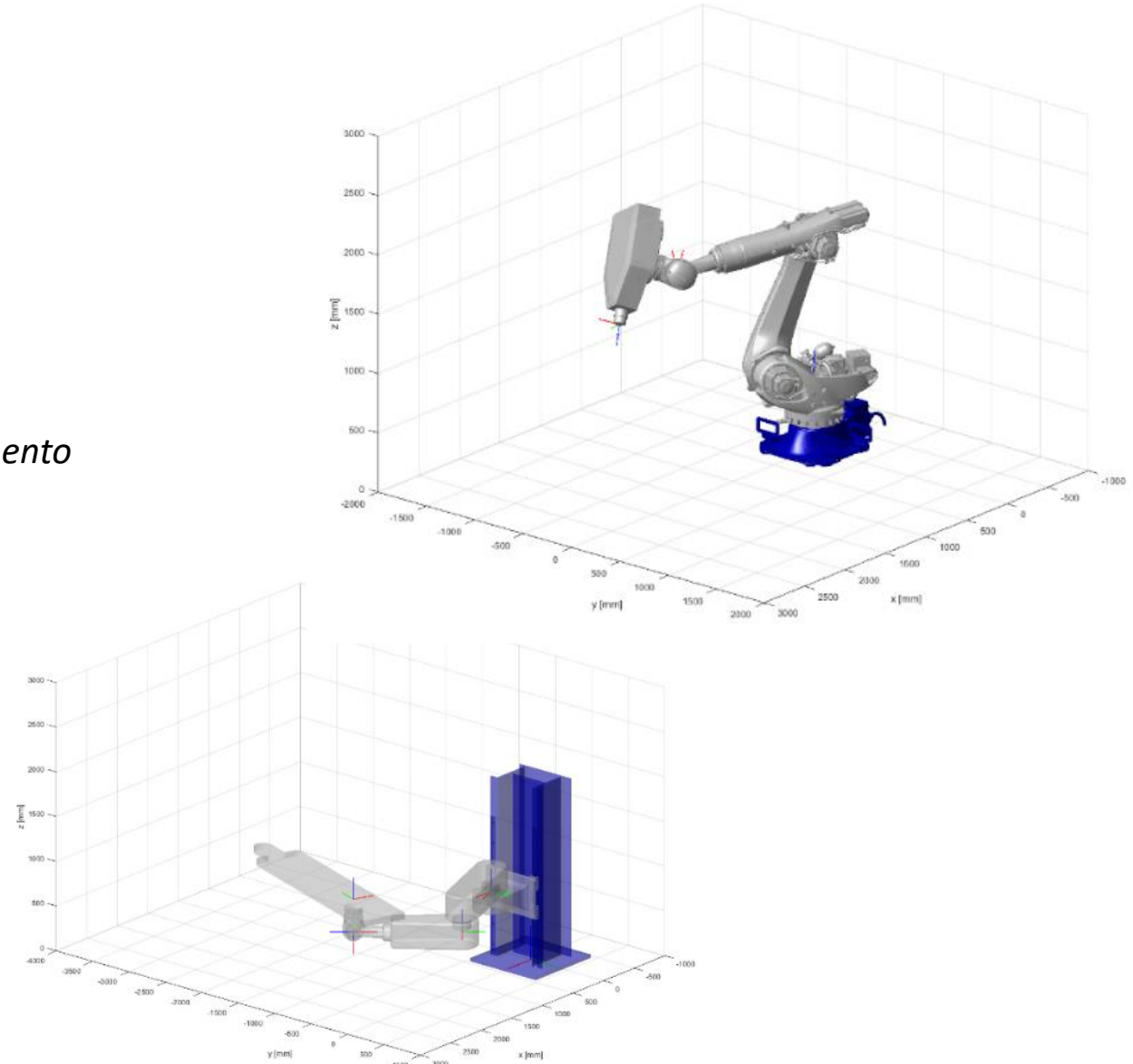




Tabella DH del 6-assi in figura [KUKA KR 250 R2700-2]:  
riportare nel disegno le terne di riferimento.

| $T_{ij}$ | $\alpha_{i-1}$ | $a_{i-1}$ | $\theta_i$ | $d_i$ |
|----------|----------------|-----------|------------|-------|
| 10       | 0              | 0         | $q_1$      | 645   |
| 21       | -90            | 330       | $-90+q_2$  | 0     |
| 32       | 0              | 1150      | $q_3$      | 0     |
| 43       | -90            | 115       | $q_4$      | 1220  |
| 54       | 90             | 0         | $q_5$      | 0     |
| 65       | -90            | 0         | $q_6$      | 240   |

ATTENZIONE: la posizione raffigurata è  
 $\mathbf{q} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$

