

# Valutazione di fasci diagnostici mediante simulazioni Monte Carlo



**INFN Milano-Bicocca**

**O. Cremonesi**

**M. Pavan**

**E. Previtali**

# Attività svolte

**imaging diagnostico:** stime (personalizzate) di dose  
in collaborazione con Ospedale Niguarda e San Gerardo

partendo da caratteristiche macchina + protocollo diagnostico  
+ prototipo del paziente

- **stima fascio** (spettro energetico)
- **valutazione della dose** al paziente

strumenti semplici accessibili a non esperti  
validazione sperimentale

collaborazione progetto Regione Lombardia  
PREP2 “Procedure Radiodiagnostiche in Età Pediatrica”

# ARBY

## codice simulazione MC basato su GEANT4

### caratteristiche



- ottimizzato per fisica basse energie
- alta flessibilità
- semplicità di utilizzo

### esempi di applicazioni



- spettroscopia  $\gamma$  (diodi al Ge)
  - spettroscopia  $\alpha$  (Si barriera superf.)
  - bolometri
  - diagnostica raggi X
- con lo stesso eseguibile !!!

# ARBY: il codice



completamente **disaccoppiato** dalla specifica implementazione

ottimizzazione, aggiornamento e sviluppo del codice

➡ **esperti Geant & C++**

utilizzo (implementazione di uno specifico problema + analisi dei risultati)

➡ **utente non esperto**

# ARBY: il codice



## benefici di questa architettura



- stesso codice fruibile da molti utenti che non devono conoscere GEANT o il C++
- debug/ottimizzazione + verifiche della fisica sono effettuati simultaneamente da molti utenti su molti fronti

# ARBY: non expert users

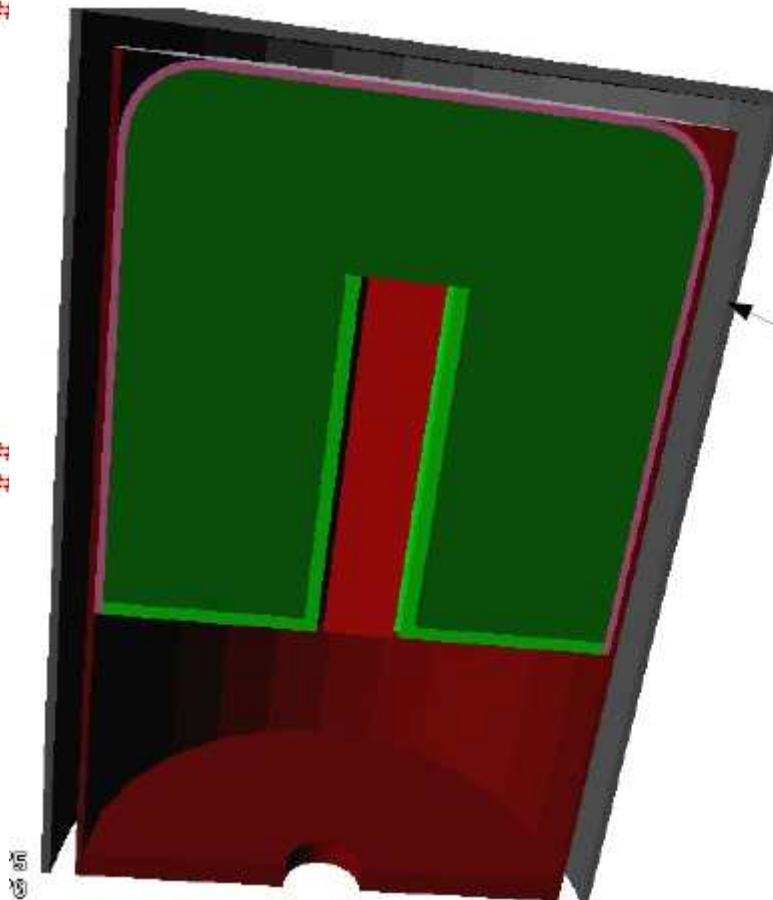



- geometria e materiali, volumi di rivelazione sono definiti da un **file testo**
- i dettagli di ciascuna simulazione (energia e tipo di particelle generati) sono definite da **linea di comando**



# ARBY – geometria.cfg

```
1 NewMaterial = (Polietilene,1.05,1,2,Carbon,C,6,12.010,2,Hydrogen,H,1,1.008,4)
2 NewMaterial = (H2O,1,1,2,Hydrogen,H,1,1.008,2,Oxygen,O,8,16,1)
3 #####
4 ## Universe Dimensions [cm]
5 UniverseR = 200
6 UniverseH = 200
7 #####
8 ###Rivelatore Blocco 1
9 SOLID Torus
10 0.0 0.72 2.12 0 360
11 SOLID Tubs Intersection
12 2.12 2.84 0.72 0 360
13 0 0 0.0 0.0 0.36
14 SOLID Tubs Union
15 .....
16 SAVE GeDet
17 #
18 PUT GeDet Germanium Detector
19 0.15 0.25 0.55 0 0 0.0 0.0 5.04
20 #
21 #####
22 ### Litio #####
23 ###Litio Blocco 1
24 SOLID Tubs
25 2.8365 2.92 5.04 0 360
26 SAVE Li1
27 ###Litio Blocco 3 Stondature
28 SOLID Torus
29 0.7165 0.8 2.12 0 360
30 SOLID Tubs Intersection
31 2.12 2.92 0.8 0 360
32 0 0 0.0 0.0 0.4
33 SAVE Li2
34 ###Litio Blocco 4 di Riempimento toro
35 SOLID Tubs
36 0.0 2.12 0.0835 0 360
37 SAVE Li3
38 #
39 PUT Li1 Germanium Absorber
40 0.25 0.15 0.55 0 0 0.0 0.0 5.04
```



-  Ge detector
-  Ge inactive
-  Li
-  Cu Cold finger
-  Cu Holder
-  Mylar
-  Al End Cap

# ARBY – esempio

**ROMEO** (stage per la laurea triennale)

fantoccio antropomorfo *reference man*  
ICRP23 e ICRP 89

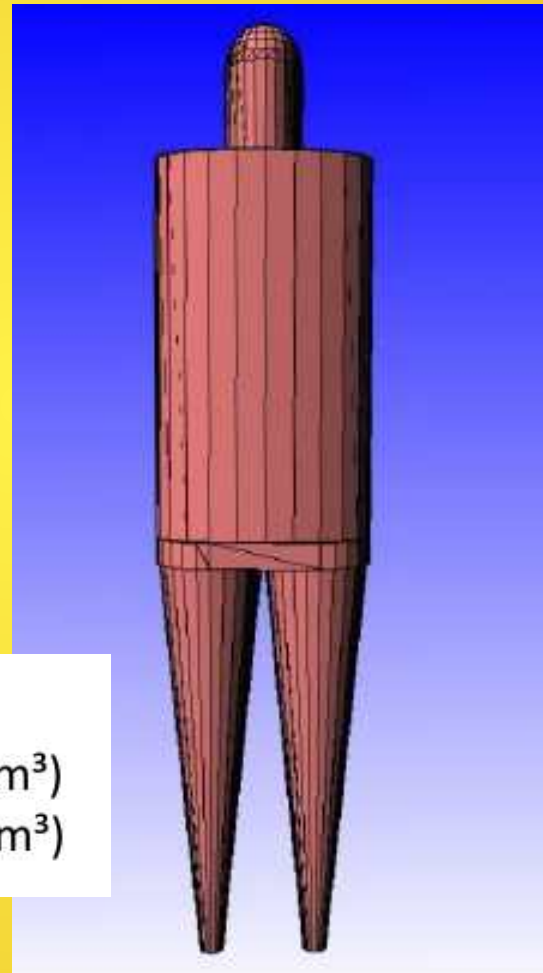
## 3 regioni

- testa-collo
- busto
- gambe-genitali

## 3 tessuti

- tessuti molli ( $\rho = 0.9869 \text{ g/cm}^3$ )
- tessuto scheletrico ( $\rho = 1.4862 \text{ g/cm}^3$ )
- tessuto polmonare ( $\rho = 0.2958 \text{ g/cm}^3$ )

modellizzazione principali organi di interesse  
dosimetrico





# Misura spettro Tubo X

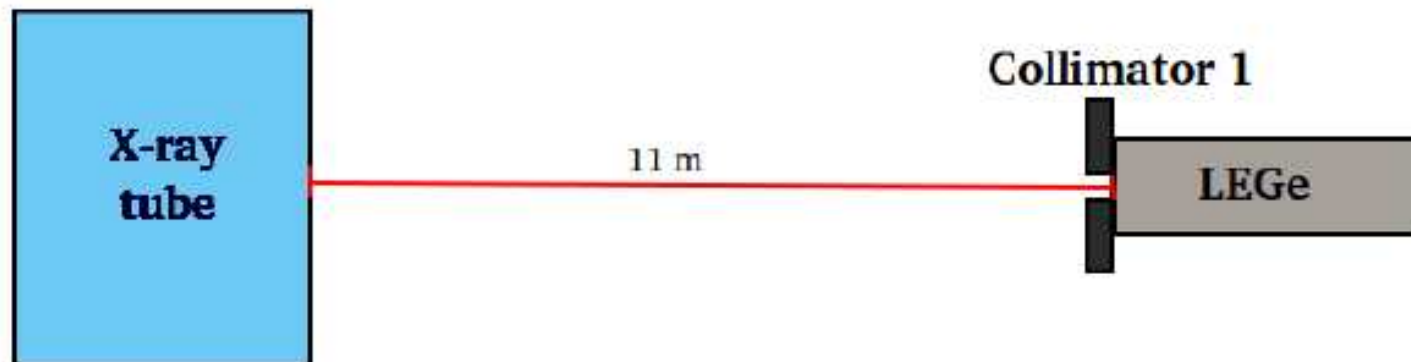


tubo raggi X per radiologia planare (Ospedale Niguarda)

- anodo in polyrenium  $12.5^\circ$
- 3.1 mm Al filtraggio equivalente

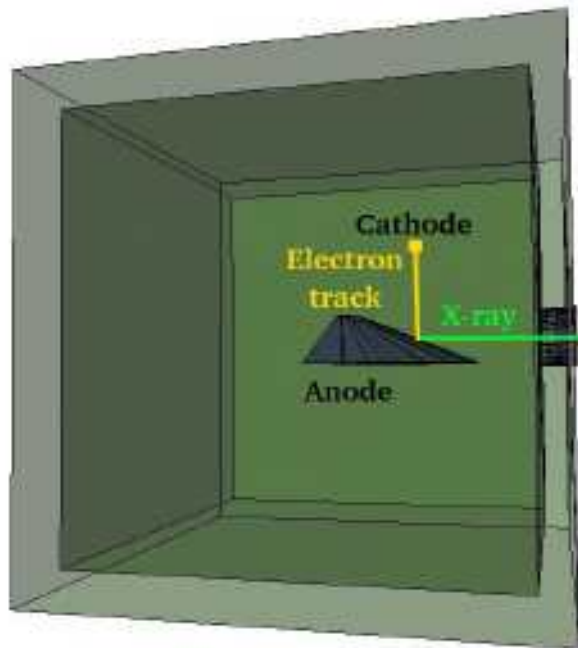
LEGe (Low Energy Germanium) + DSPEC

- Distance: 11 m.
- Alignment: X-ray tube centering laser.
- Collimation: lead, 8 mm thick, 1 mm hole diameter.



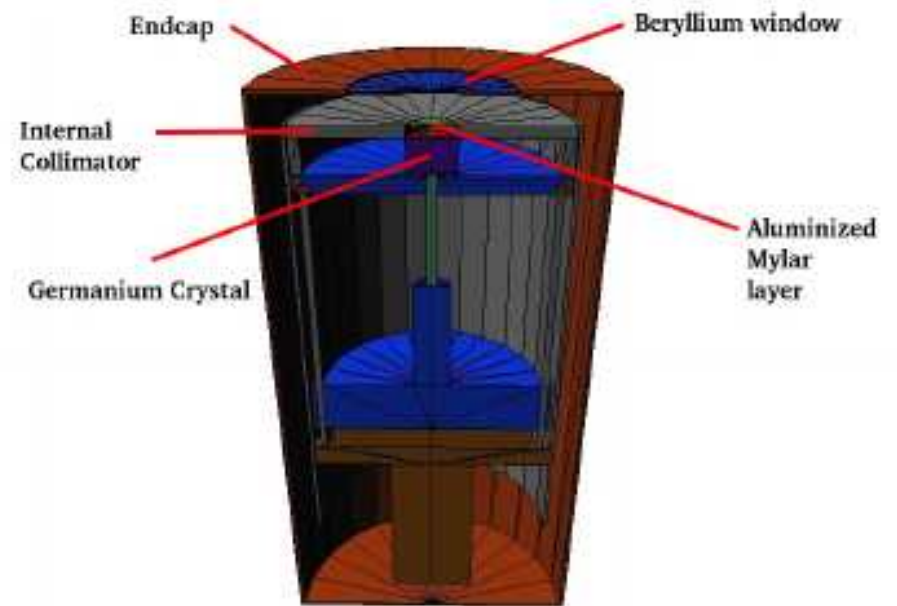
# Misura spettro Tubo X

## X-ray tube model



Introduction of the Niguarda X-ray tube parameters

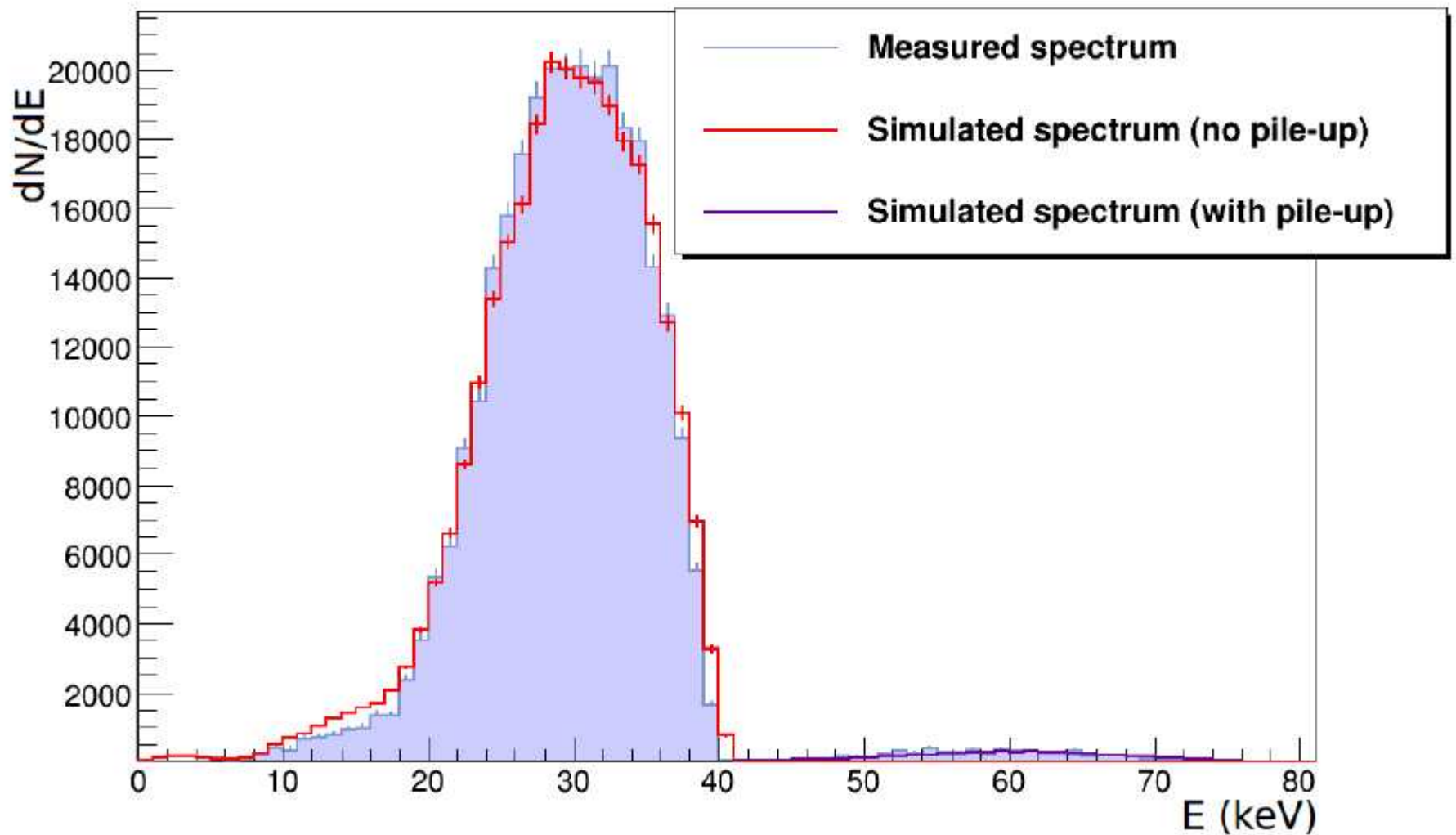
## Detector model



Checked with a  $\text{Co}^{57}$  calibrated source

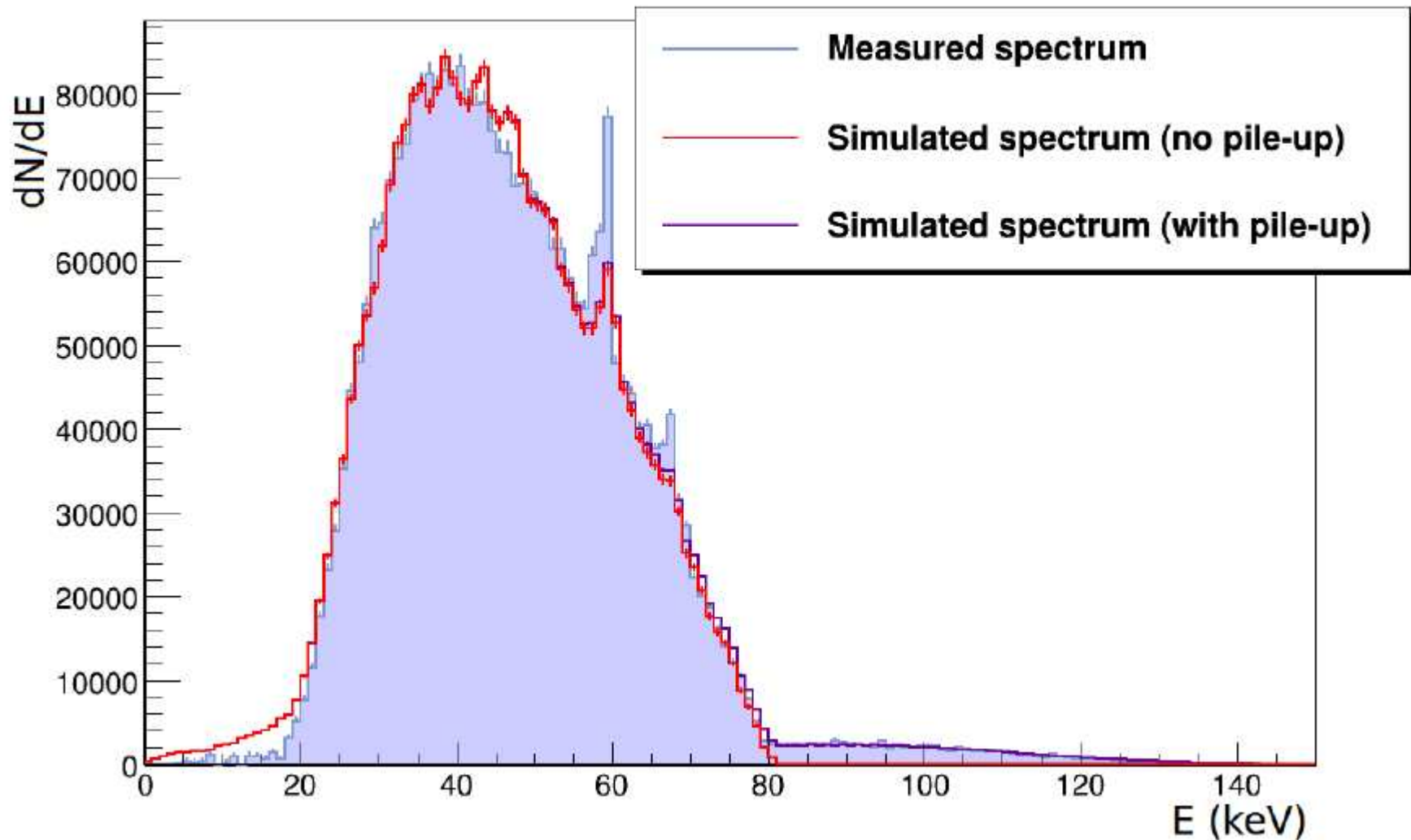
# Misura spettro Tubo X

## 40 kV



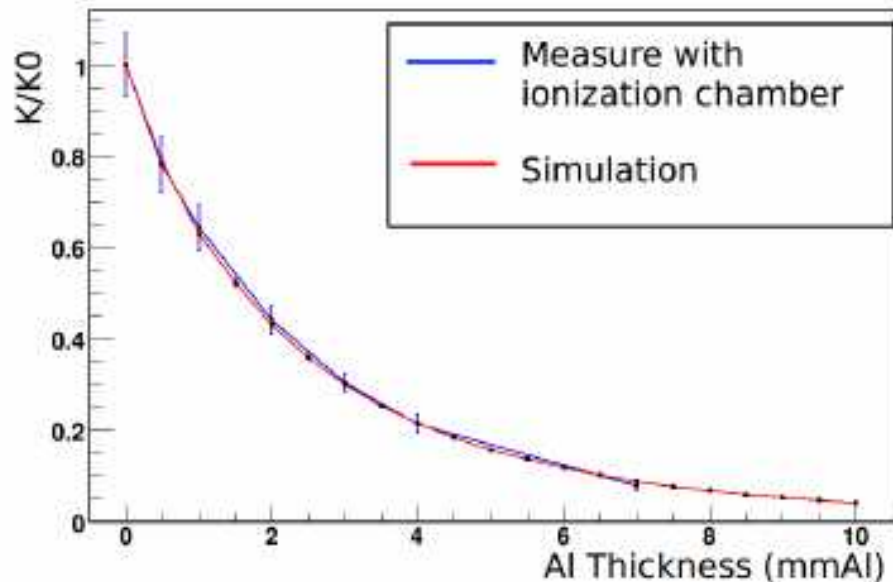
# Misura spettro Tubo X

## 80 kV

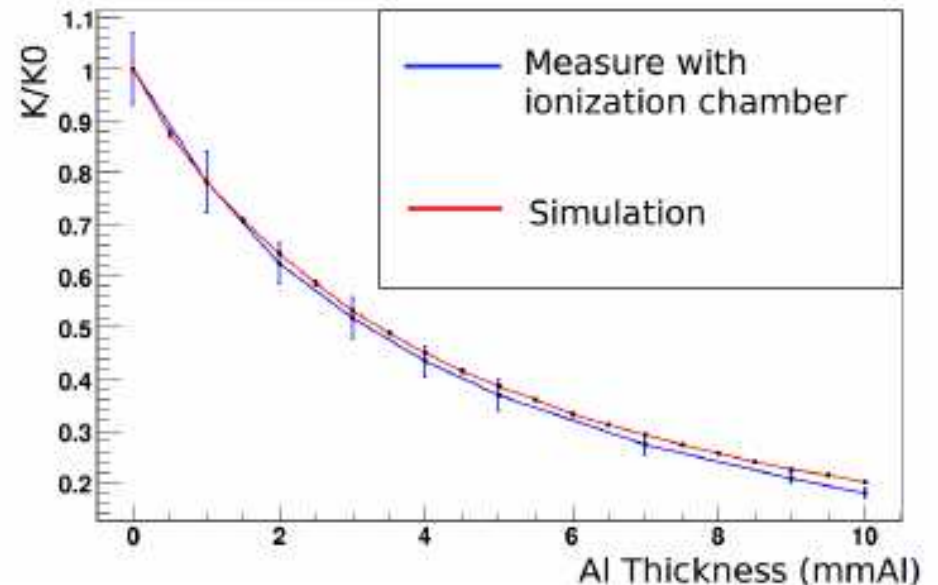


# Misura spettro Tubo X

40 kV



80 kV



---

40 kV	HVL (mmAl)
-------	------------

---

Measured	$1.69 \pm 0.05$
----------	-----------------

Simulated	$1.66 \pm 0.03$
-----------	-----------------

---

---

80 kV	HVL (mmAl)
-------	------------

---

Measured	$3.2 \pm 0.3$
----------	---------------

Simulated	$3.4 \pm 0.2$
-----------	---------------

---



# Sviluppi per la Fisica Medica

- in preparazione un'**interfaccia web** basata su JAVAScript, semplificherà ulteriormente l'utilizzo della simulazione e l'analisi dei risultati
- iniziata l'implementazione fantoccio Voxel
- validazione simulazione per confronto con dati dosimetrici su differenti macchine