

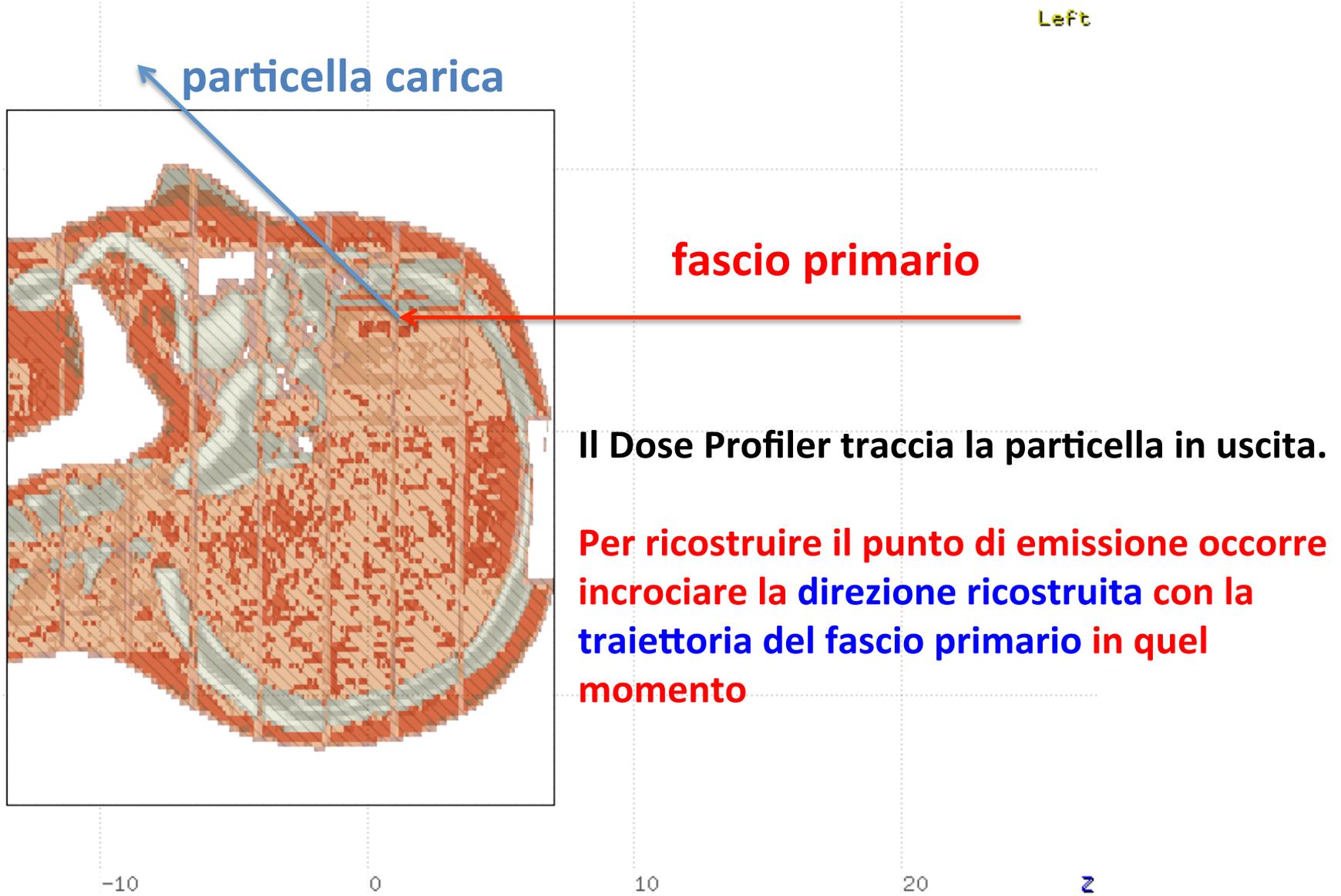
# Sviluppi Software per l'uso del Dose Profiler

G. Battistoni



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

# Procedura hardware/software per l'utilizzo del Dose Profiler in tempo reale



# Procedura hardware/software per l'utilizzo del Dose Profiler in tempo reale

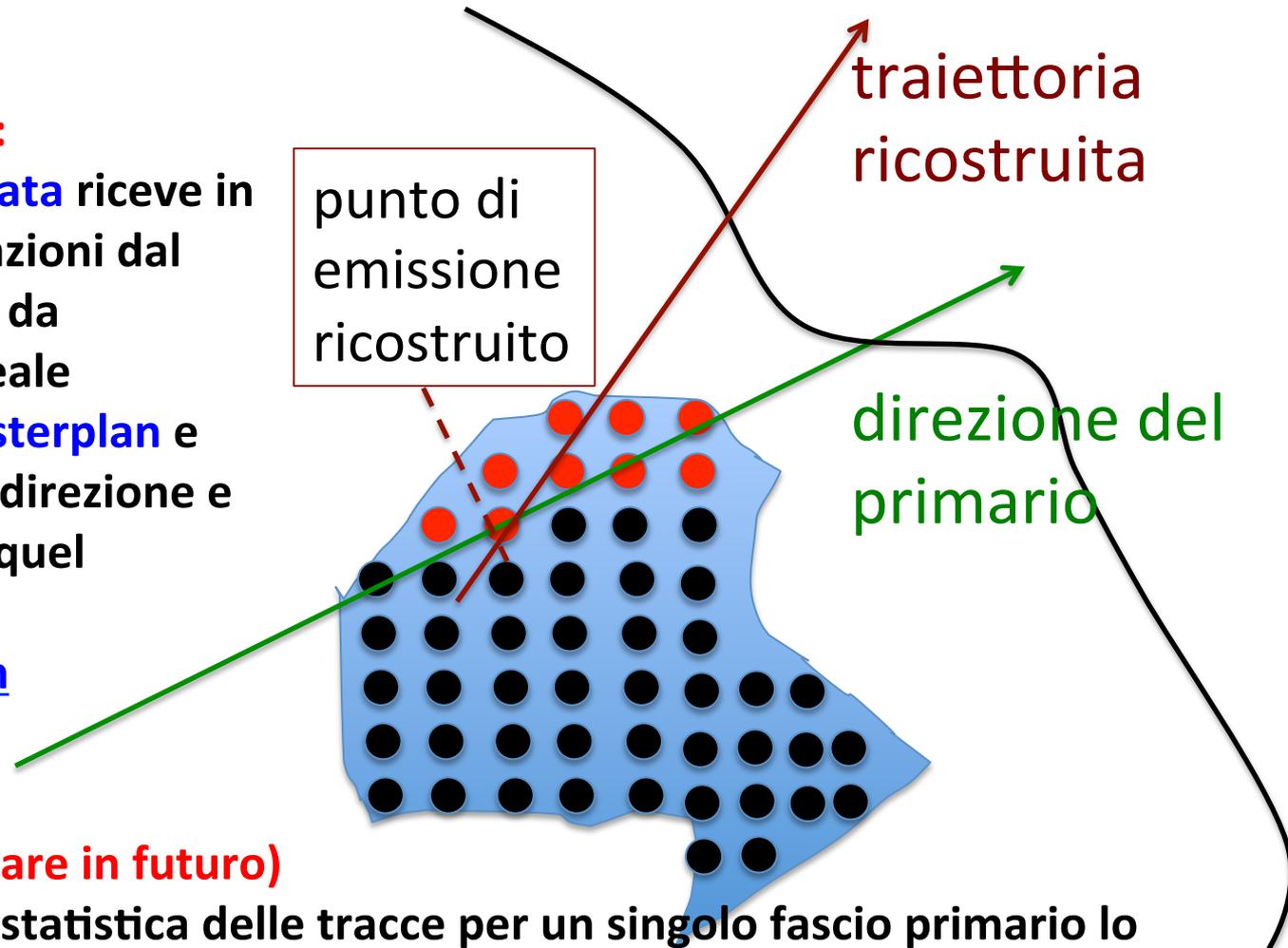
## 1) Approccio standard:

Una **workstation dedicata** riceve in tempo reale le informazioni dal Dose Delivery in modo da recuperare in tempo reale l'associazione con il  **rasterplan**  e quindi avere il dato su direzione e posizione del fascio in quel momento.

[Interfaccia hardware in costruzione](#)

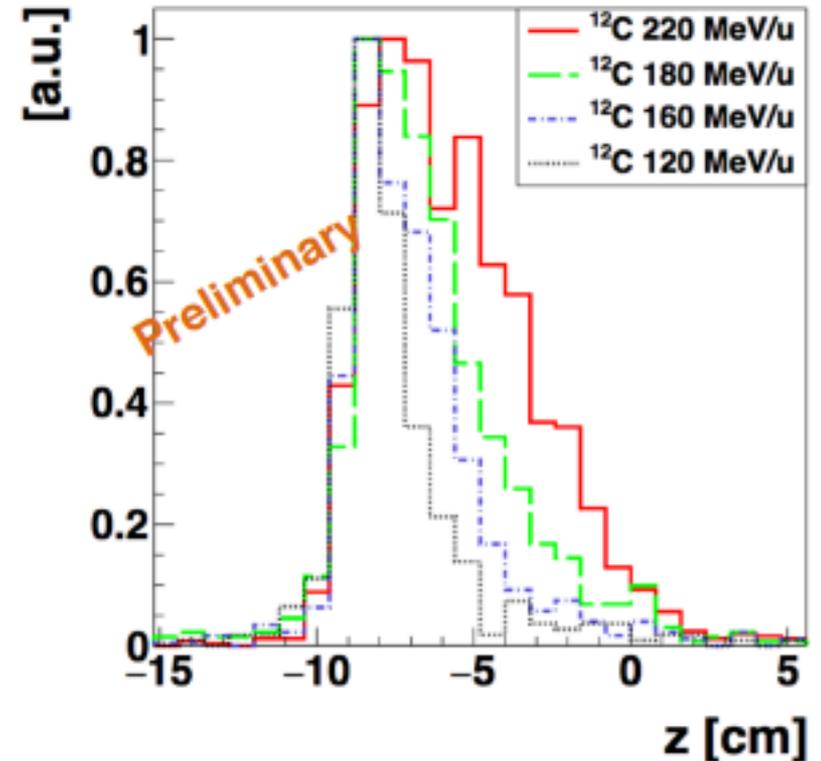
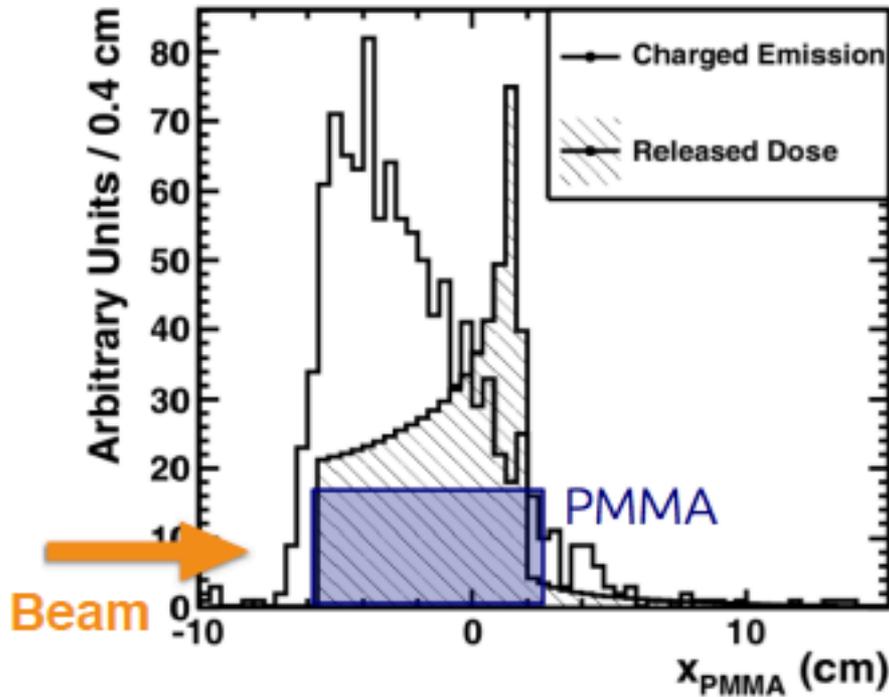
## 2) Alternativa (da validare in futuro)

E' possibile, quando la statistica delle tracce per un singolo fascio primario lo permette, ottenere la posizione del centroide trasversale del fascio primario dal Dose Profiler stesso.



# Procedura hardware/software per l'utilizzo del Dose Profiler in tempo reale

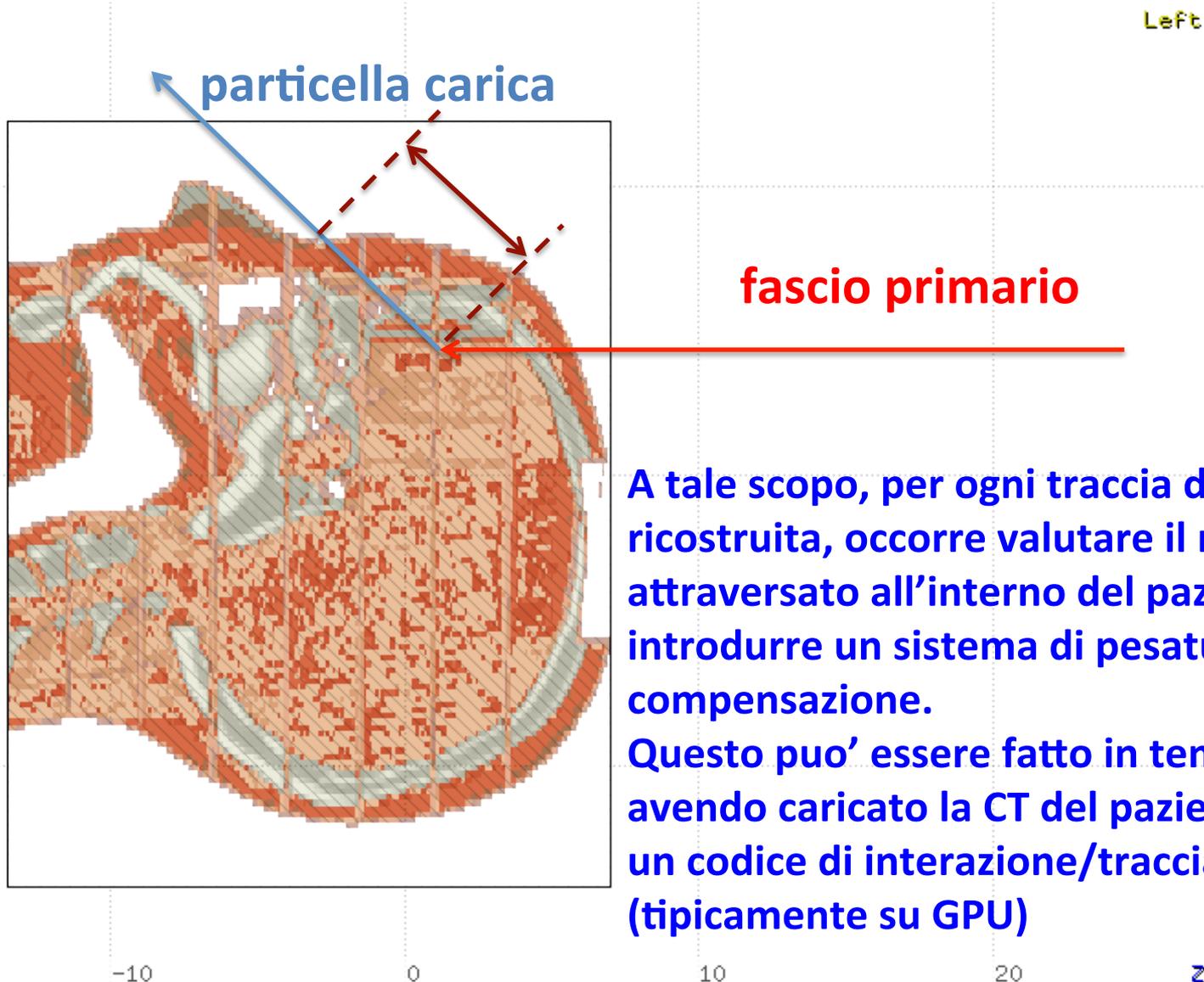
L. Piersanti et al., Phys. Med. Biol. 59 (2014) 185



La capacità di misurare il range con il profilo di emissione è stata elaborata nel caso di fantocci omogenei e a spessore fissato.

Occorre ricondurre il profilo misurato per un paziente a questo tipo di situazione

# Procedura hardware/software per l'utilizzo del Dose Profiler in tempo reale



A tale scopo, per ogni traccia di protone ricostruita, occorre valutare il materiale attraversato all'interno del paziente e introdurre un sistema di pesatura/compensazione.

Questo puo' essere fatto in tempo reale, avendo caricato la CT del paziente, mediante un codice di interazione/tracciamento veloce (tipicamente su GPU)

# Procedura di re-weighting

Physica Medica 34 (2017) 18–27

Contents lists available at ScienceDirect

Physica Medica

journal homepage: <http://www.physicamedica.com>



Original paper

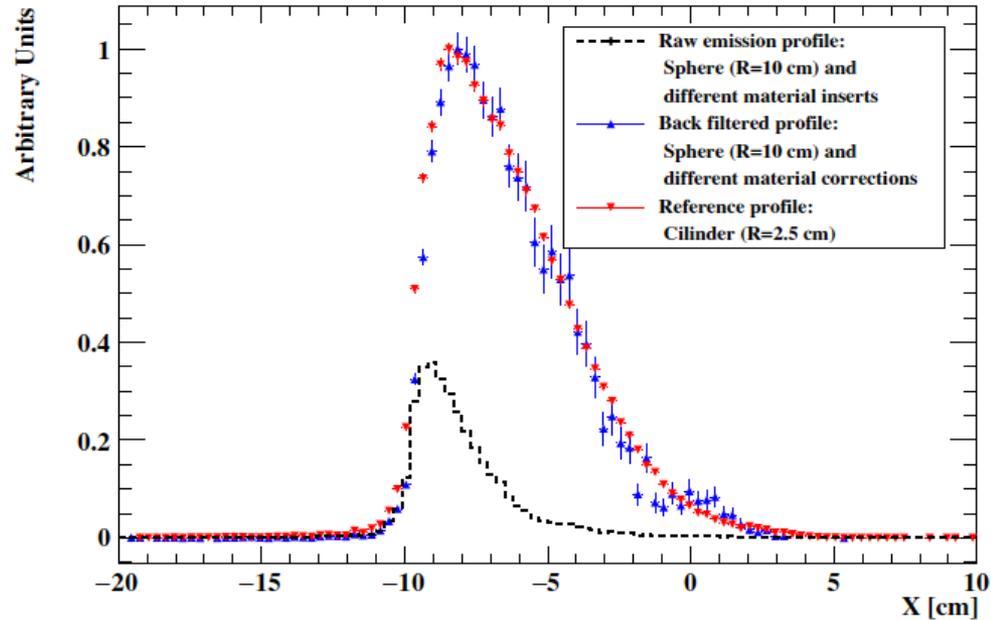
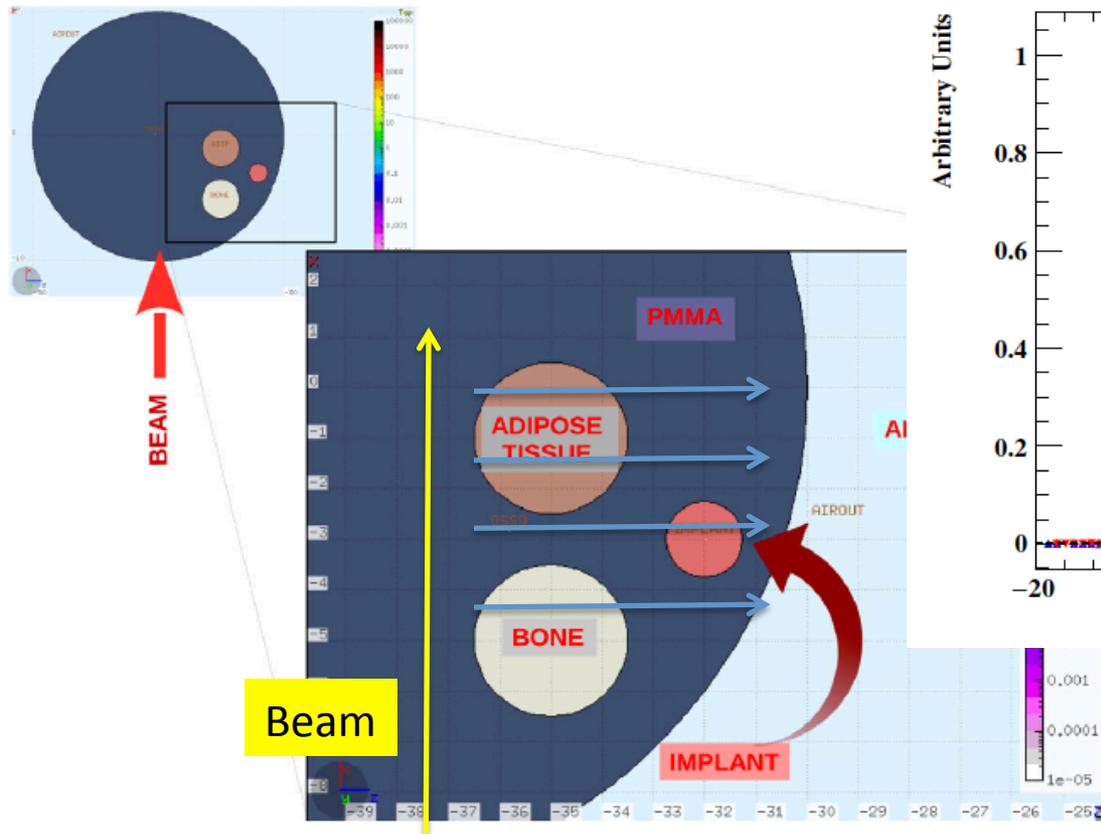
## Design of a new tracking device for on-line beam range monitor in carbon therapy



Giacomo Traini <sup>a,b</sup>, Giuseppe Battistoni <sup>c</sup>, Angela Bollella <sup>a</sup>, Francesco Collamati <sup>a,b</sup>, Erika De Lucia <sup>d</sup>, Riccardo Faccini <sup>a,b</sup>, Fernando Ferroni <sup>a,b</sup>, Paola Maria Frallicciardi <sup>e</sup>, Carlo Mancini-Terracciano <sup>a,b</sup>, Michela Marafini <sup>b,f</sup>, Iliaria Mattei <sup>c</sup>, Federico Miraglia <sup>a</sup>, Silvia Muraro <sup>c</sup>, Riccardo Paramatti <sup>a,b</sup>, Luca Piersanti <sup>d</sup>, Davide Pinci <sup>b</sup>, Antoni Rucinski <sup>b,f</sup>, Andrea Russomando <sup>a,b</sup>, Alessio Sarti <sup>b,f</sup>, Adalberto Sciubba <sup>b,f,g</sup>, Martina Senzacqua <sup>f</sup>, Elena Solfaroli-Camillocchi <sup>a,b</sup>, Marco Toppi <sup>d</sup>, Cecilia Voena <sup>b,\*</sup>, Vincenzo Patera <sup>b,f,g</sup>

# Procedura di re-weighting

Utilizzando la simulazione abbiamo provato a ricostruire lo shape emesso all'interno di un fantoccio disomogeneo



# Strumento software da utilizzare per il back-tracing e re-weighting dei protoni rivelati dal Dose Profiler in tempo reale: **FRED**

(**F**ast **p**article **t**herapy **D**ose evaluator)

---

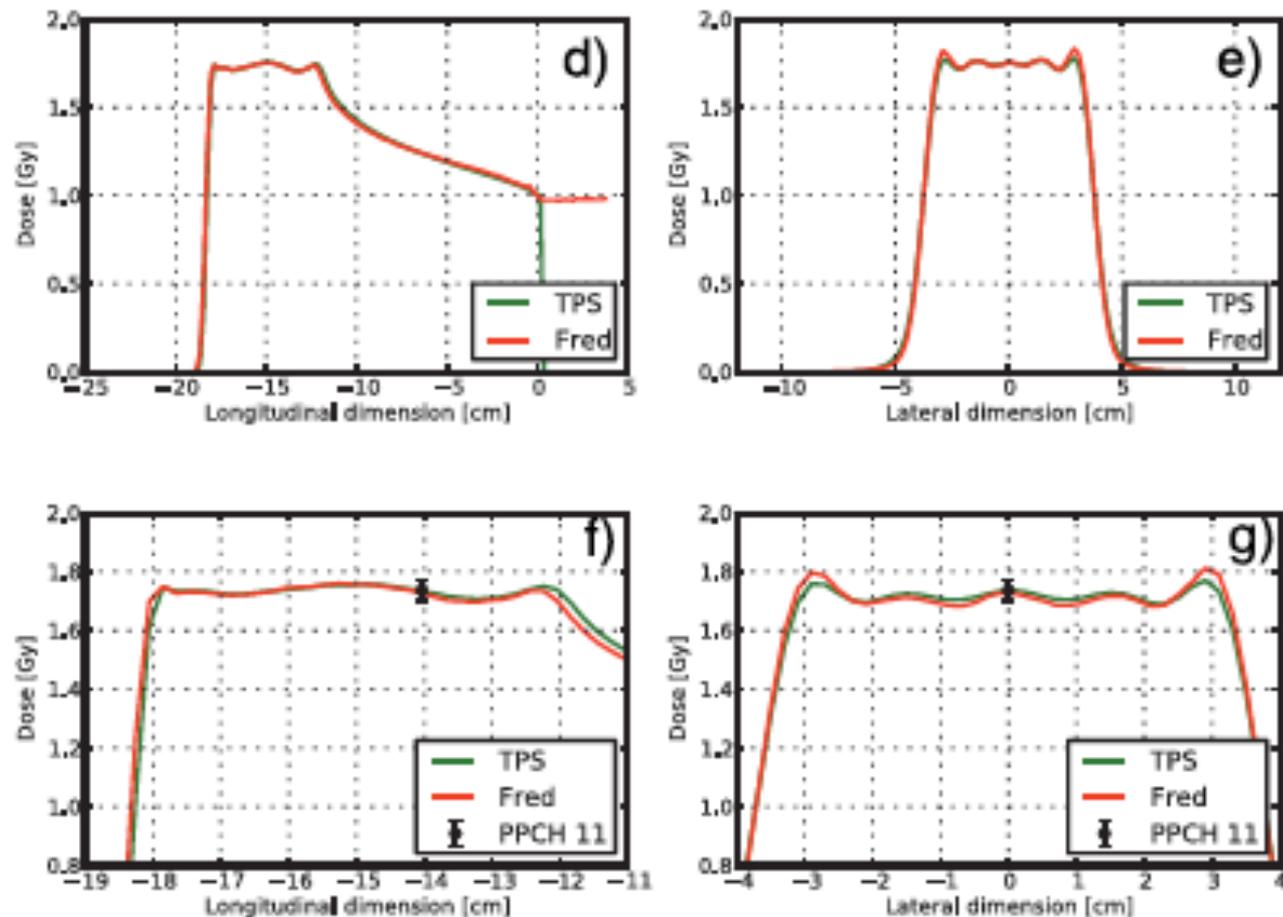
Phys. Med. Biol. 62 (2017) 7482–7504

<https://doi.org/10.1088/1361-6560/aa8134>

## **Fred: a GPU-accelerated fast-Monte Carlo code for rapid treatment plan recalculation in ion beam therapy**

A Schiavi<sup>1,2</sup>, M Senzacqua<sup>1,2</sup>, S Pioli<sup>1,5</sup>, A Mairani<sup>3,4</sup>,  
G Magro<sup>3</sup>, S Molinelli<sup>3</sup>, M Ciocca<sup>3</sup>, G Battistoni<sup>6</sup>  
and V Patera<sup>1,2</sup>

## Esempio di risultati di FRED



**Figure 10.** SOBP QA cube at a depth of 15 cm: irradiation geometry (a); CT scan of the water phantom with the overlaid FRED dose map in the longitudinal (b) and transverse (c) plane; TPS and FRED dose lineouts through the cube center ((d) and (e)). Enlarged version of the profiles together with the measured dose level for pin-point IC number 11 ((f) and (g)).



DUTY CYCLE

Under sustained raytracing workload, in order to keep temperature of all GPU cards below 70°, we obtain:

AIR-COOLED 2X NVIDIA GTX TITAN      30% duty cycle  
 WATER-COOLED 4X NVIDIA GTX 980      100% duty cycle

		THREADS	primary/s	µs/primary
<b>C P U</b>	FLUKA	1	0.75 K	1340
	FRED	1	15K	68
	FRED	16	48K	21
	FRED	32	80K	12.5
<b>G P U</b>	FRED	1 GPU*	800K	1.35
	FRED	2 GPU**	3500K	0.3
	FRED	4 GPU***	50000K	0.02

\*LAPTOP: MacBookPro(AMD Radeon R9 M370X)

\*\* DESKTOP: Mac Pro (AMD FirePro D300)

\*\*\*

Librerie per la  
rappresentazione grafica

ROOT

An Object-Oriented  
Data Analysis Framework



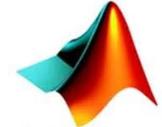
Software di trasporto delle  
particelle

FRED

Linguaggio di  
programmazione



Manipolazione di CT



MATLAB

Tools

## Diagramma di flusso del software di monitoraggio

CT phantoms



FRED

Acquisizione dati col  
Dose profiler

FRED plugin  
(ricostruzione)



FRED

Trasformazione per  
l'emissione in acqua  
equivalente



ROOT



Visualizza  
risultati

# Conclusioni

- L' utilizzo effettivo nella pratica clinica del Dose Profiler per il monitoring del range dei  $^{12}\text{C}$  necessita l'implementazione di alcuni codici da utilizzare in tempo reale su una workstation dedicata
- E' necessario caricare alcuni dati per il trattamento specifico. Fra questi la CT e le informazioni del Rasterplan
- Gli algoritmi di base sono stati già sviluppati
- Il codice di trasporto FRED è adeguato per il backtracing e re-weighting dei protoni misurati