



# Rosalind Franklin: DNA e dintorni

11 febbraio 2022



Women in Science 2022

## NANODOSIMETRIA E DANNO DA RADIAZIONE:

il link tra Fisica e Biologia

Anna Selva

## Diagnosi

### *Esterna*

Radiografie

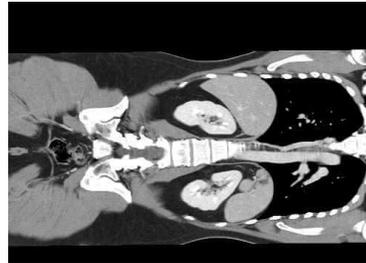


TAC

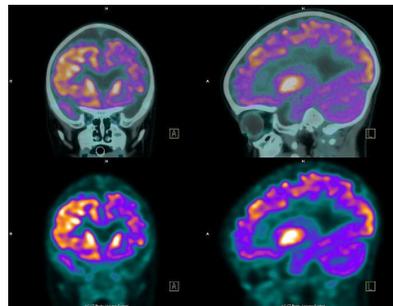


### *Interna*

TAC con contrasto

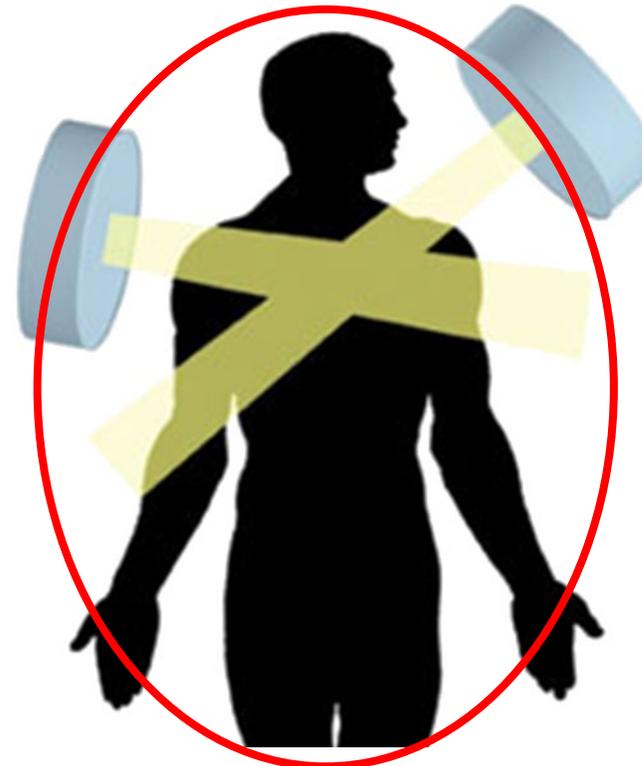


PET

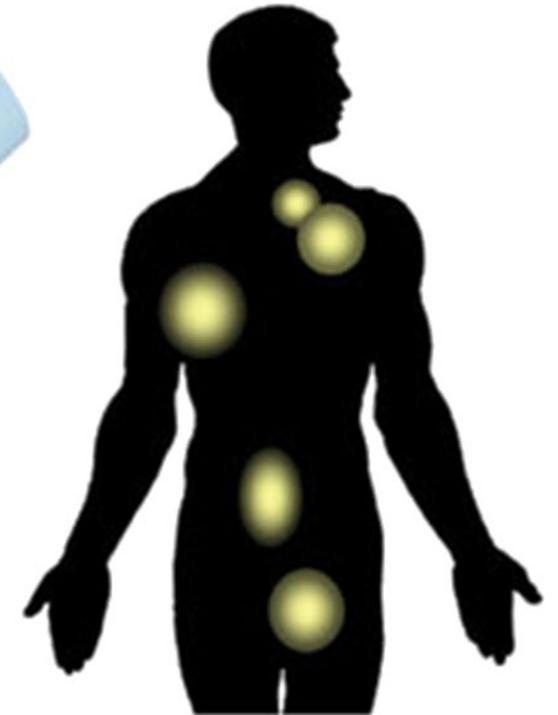


## Terapia

### *Esterna*



### *Interna*

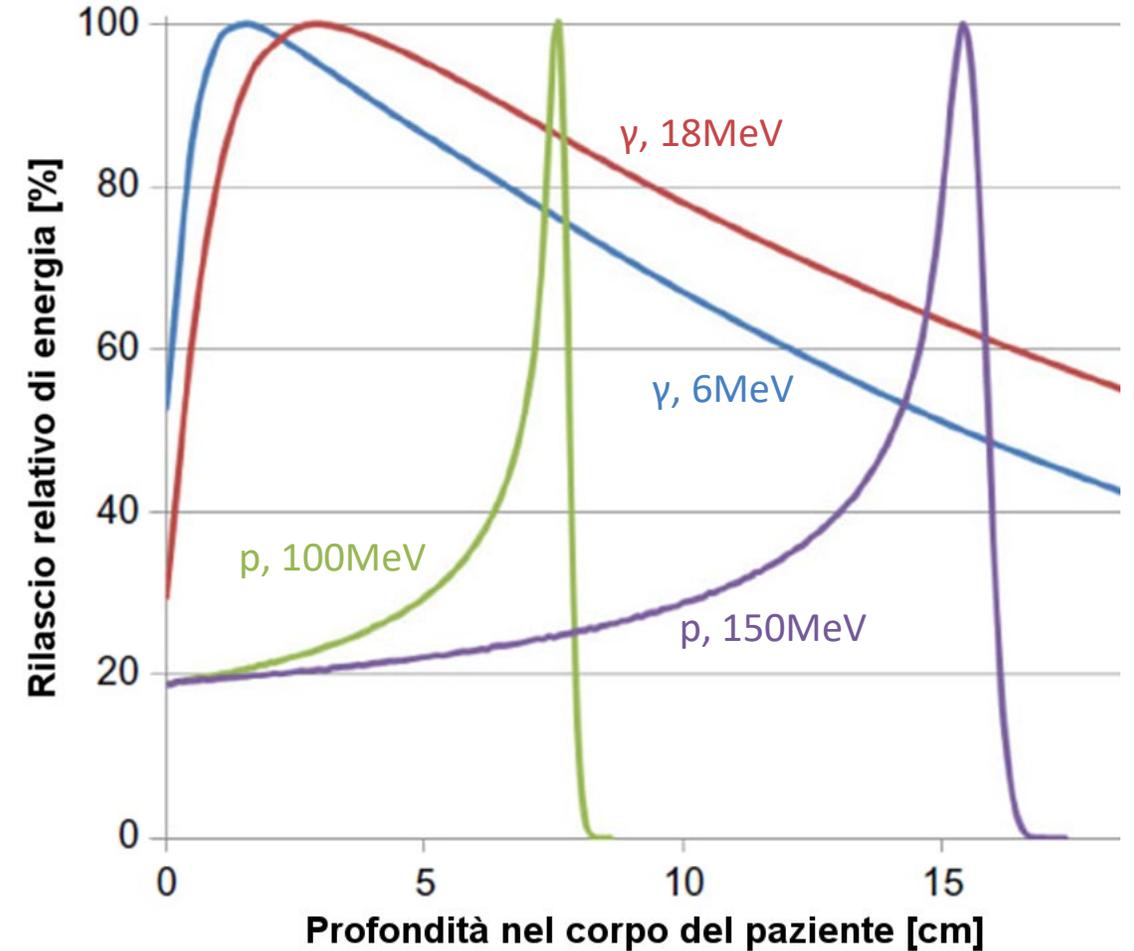
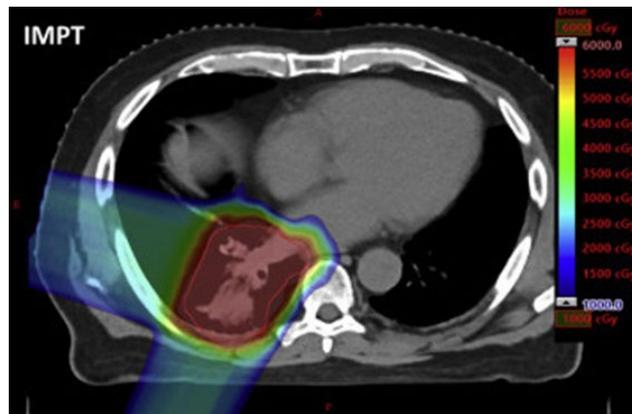
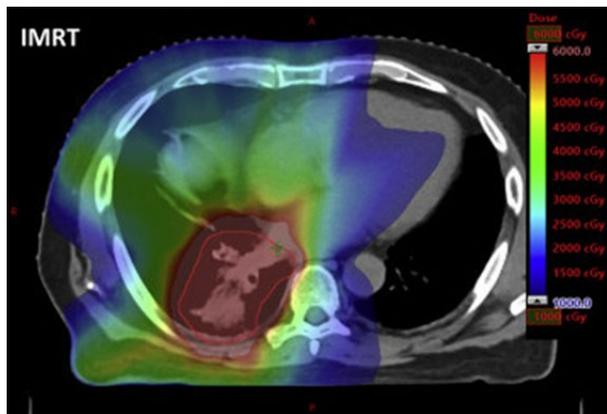


# RADIOTERAPIA ESTERNA

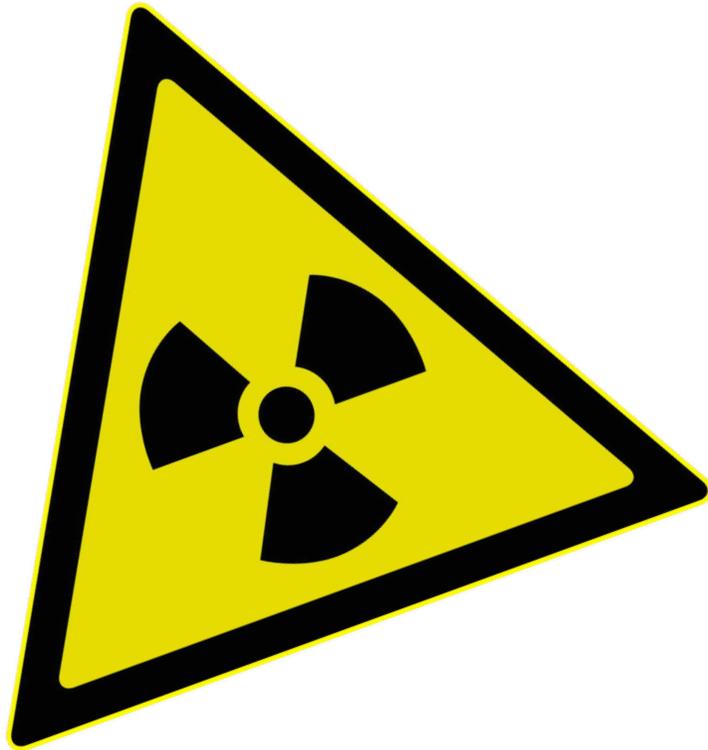
SELETTIVITÀ

elettroni (beta)  
**fotoni (gamma)**  
protoni  
ioni carbonio

COMPLESSITÀ



# QUANTA RADIAZIONE ?



$$\text{Dose} = \frac{\text{Energia depositata}}{\text{massa}}$$

Unità di misura: **gray [Gy]**

$$1 \text{ Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 0.00024 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

# LA DOSE E I SUOI LIMITI

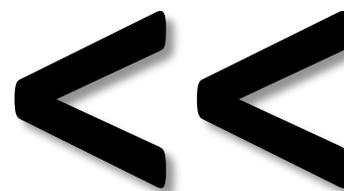
$$1 \text{ Gy} = 0.00024 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Persona di 70 kg:

1 Gy corrisponde a assorbire meno di 0.02 kcal

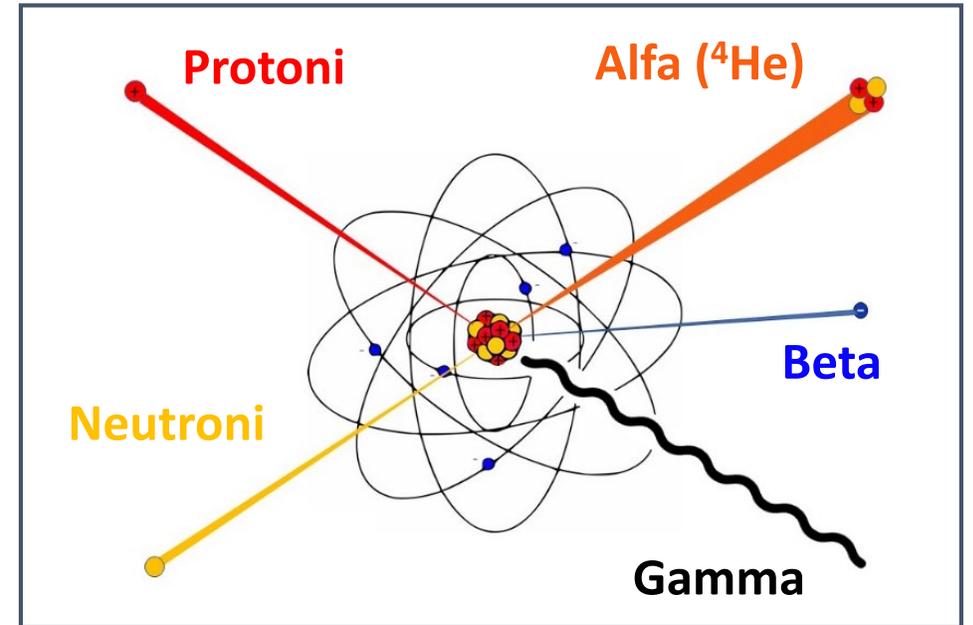
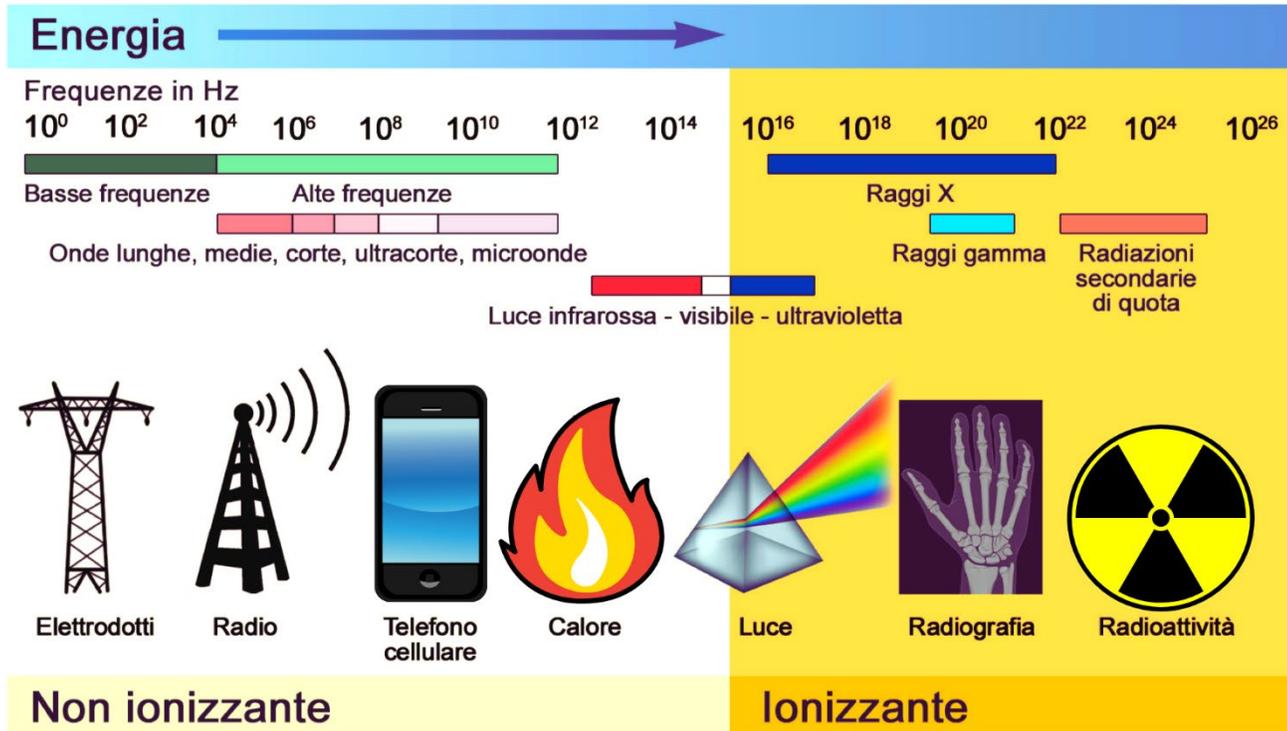


**10 Gy: dose  
letale!**



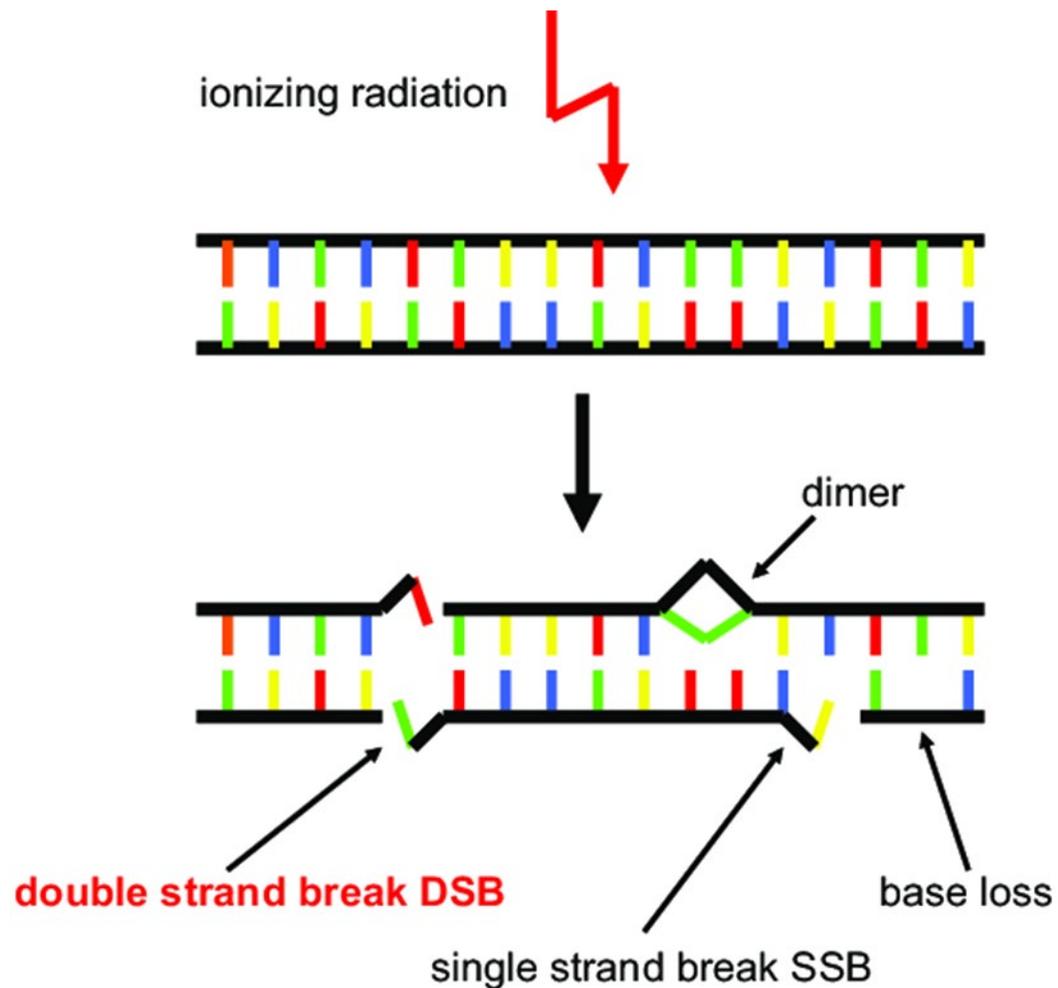
**Non è l'energia rilasciata a creare il danno...**

# RADIAZIONI IONIZZANTI



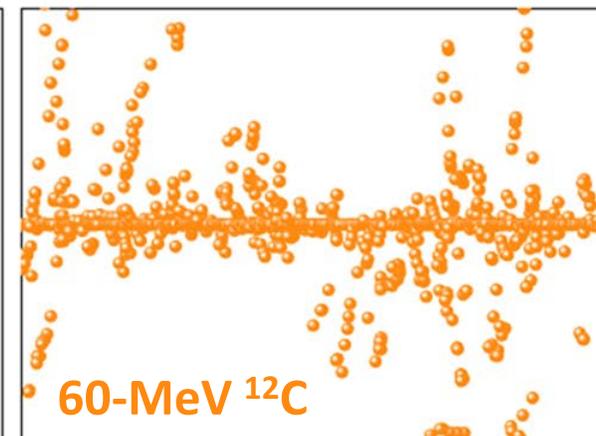
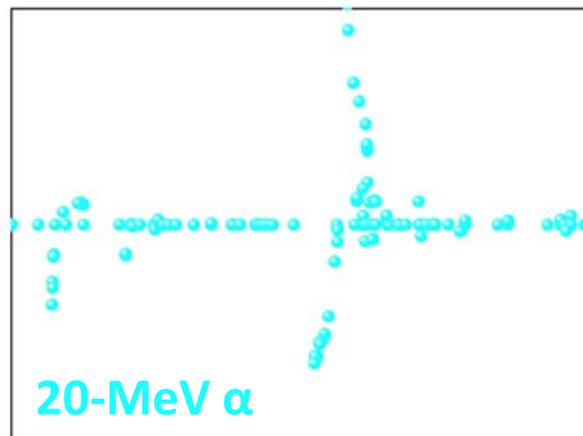
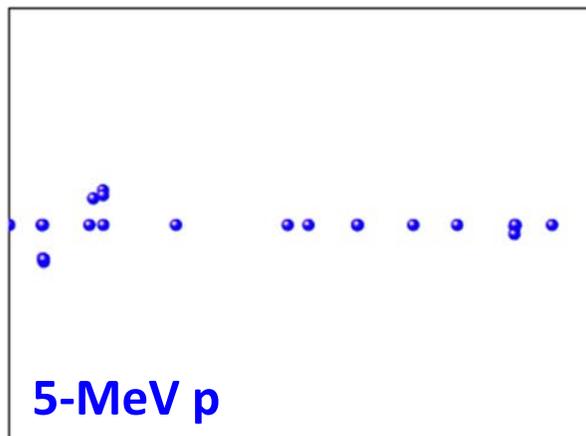
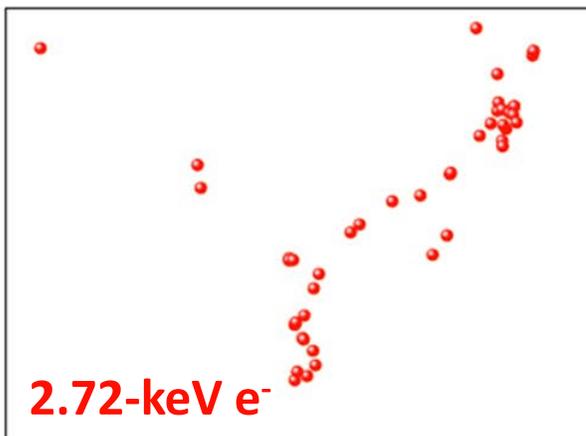
**Processo fisico critico: IONIZZAZIONI → Rompono i legami chimici nelle molecole**

# DANNO SEMPLICE O COMPLESSO ?

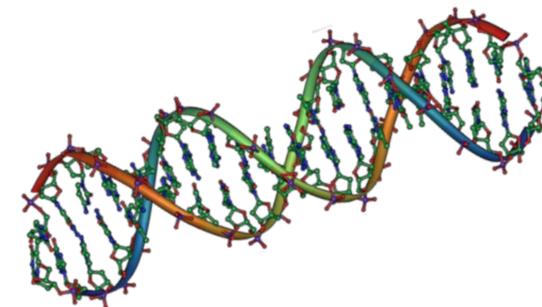


**Importanza di numero e distanza spaziale tra le ionizzazioni: STRUTTURA DI TRACCIA**

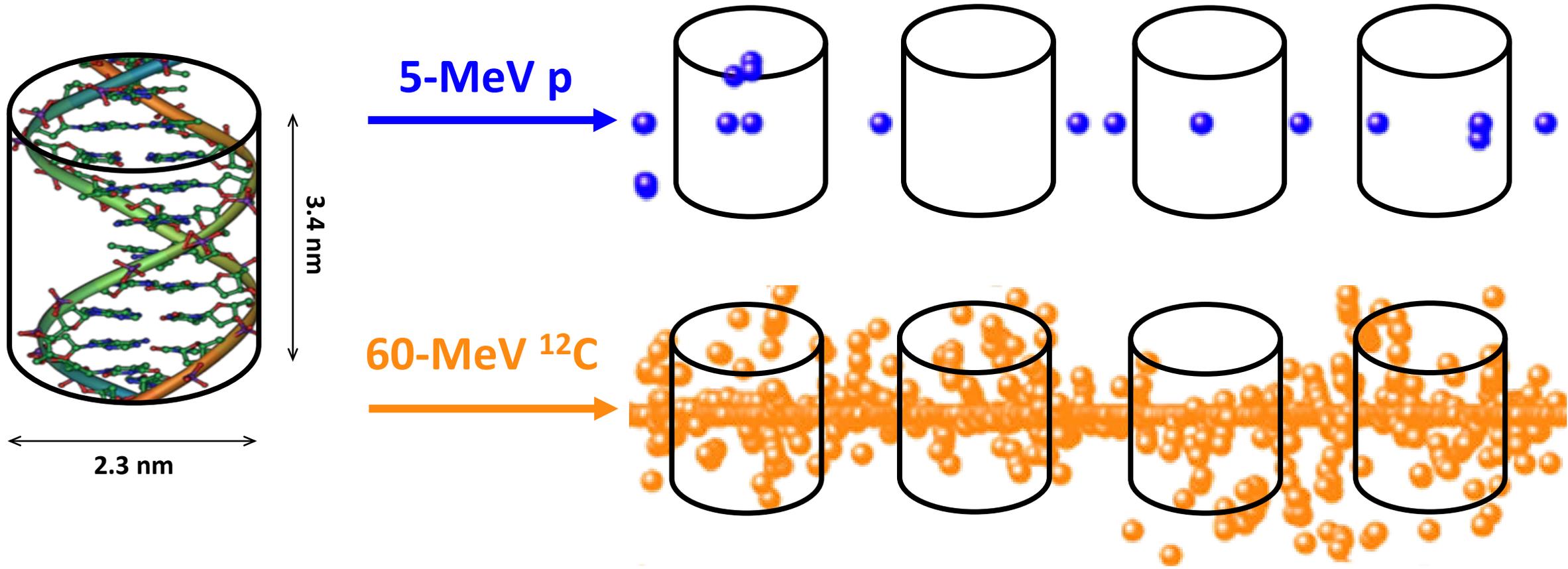
# LA STRUTTURA DI TRACCIA



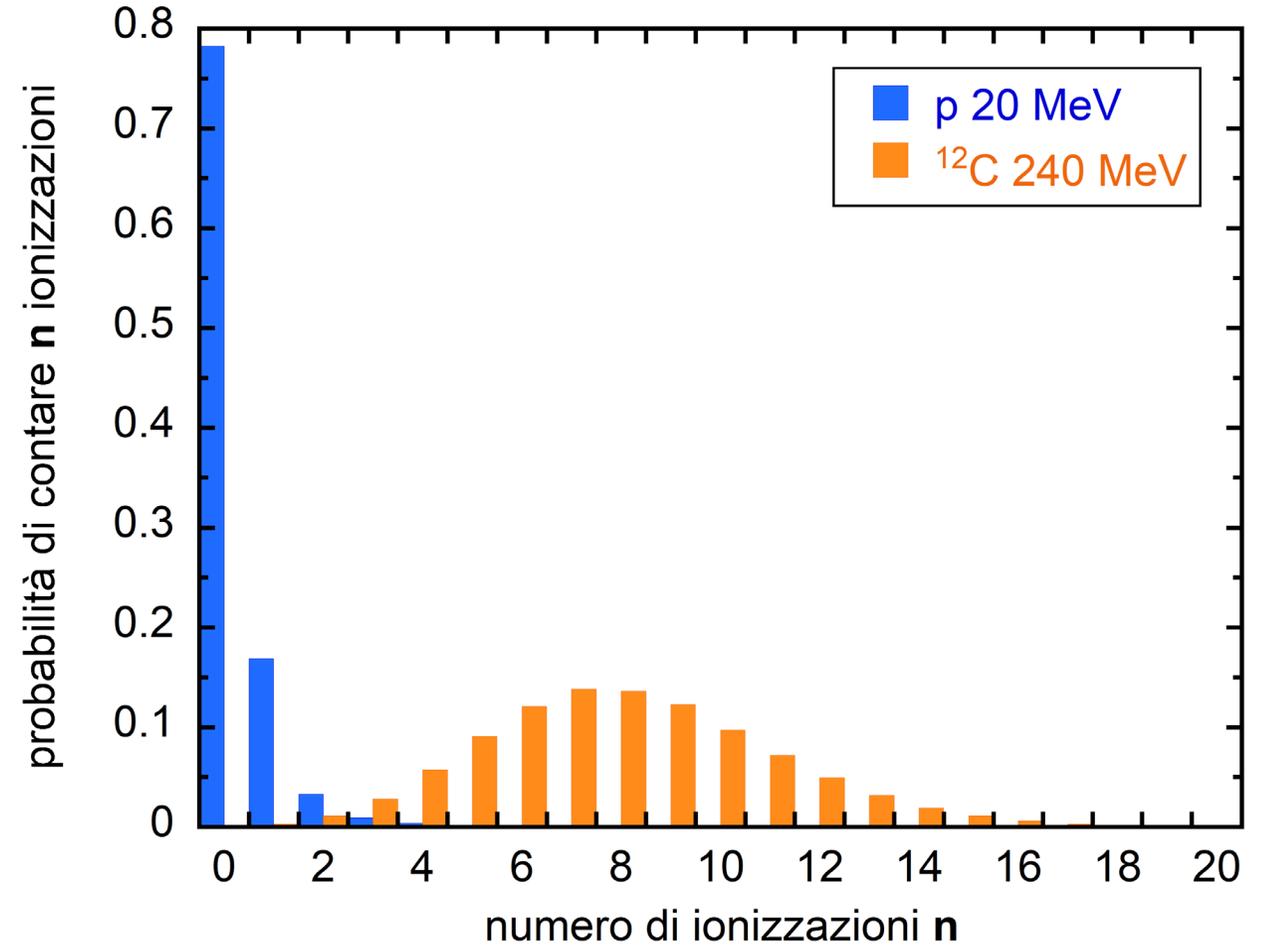
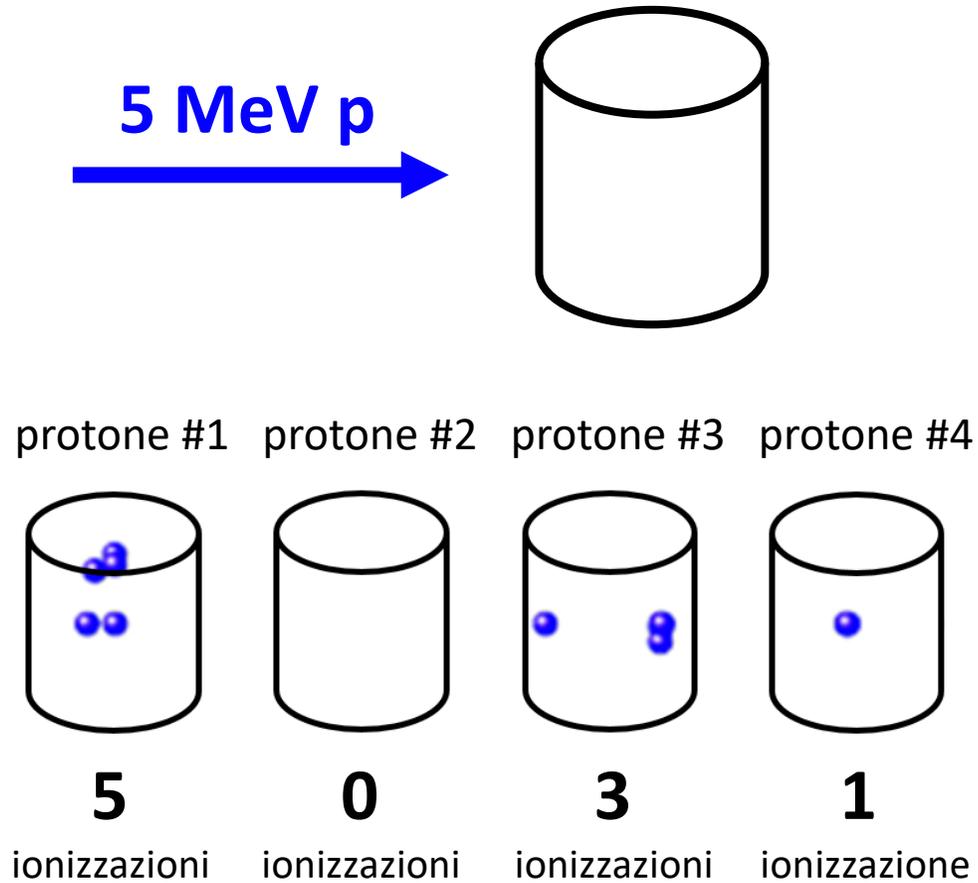
**NANODOSIMETRIA: analisi della struttura di traccia della radiazione alla scala del DNA (nanometro)**



# NANODOSIMETRIA

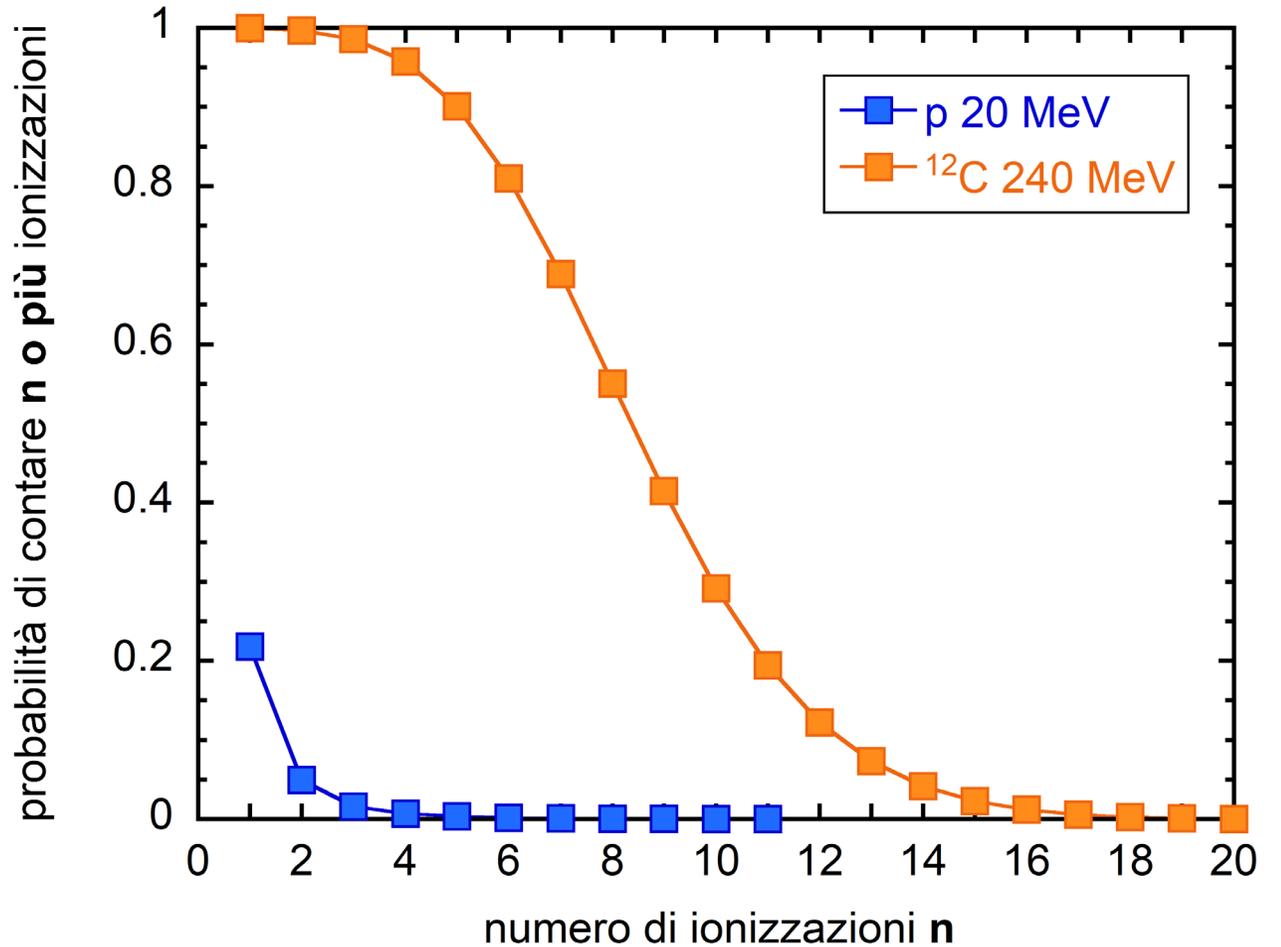
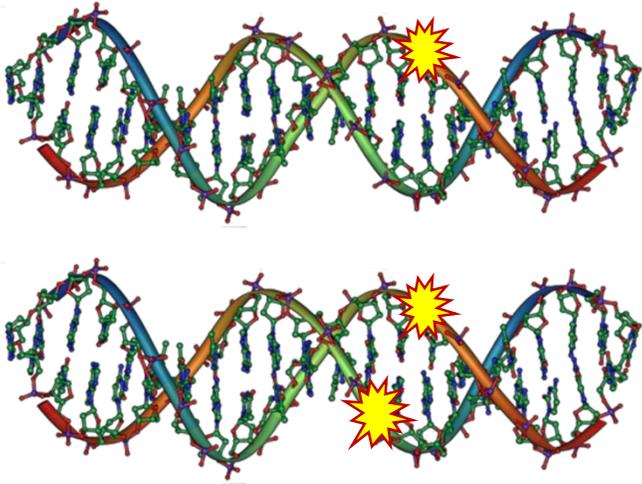


# LA MISURA NANODOSIMETRICA



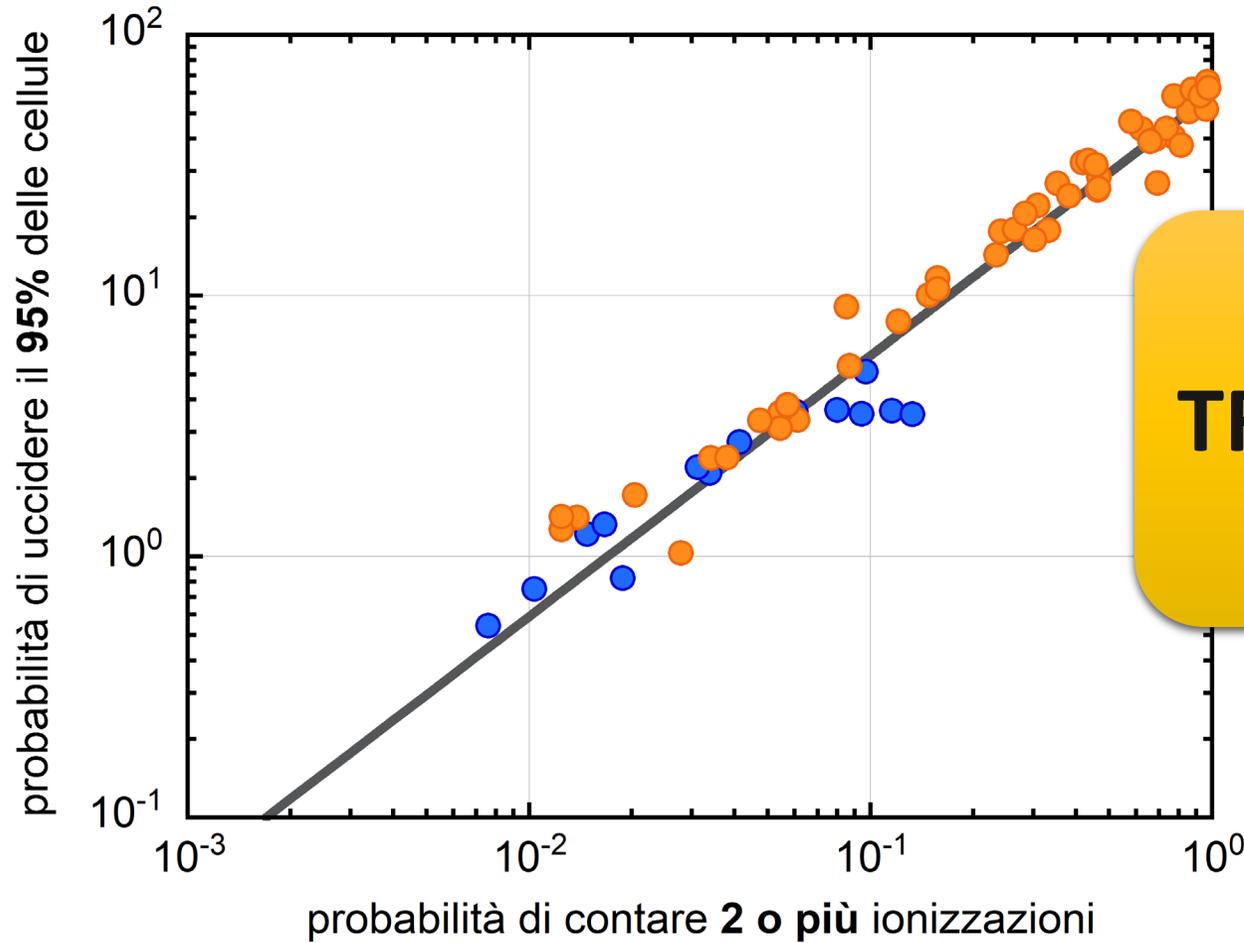
# PROBABILITÀ CUMULATIVE

Probabilità di contare
   
**n o più ionizzazioni:**
  
 legate intuitivamente alla
   
 complessità del danno



# NANODOSIMETRIA E DANNO BIOLOGICO

QUANTITÀ BIOLOGICA



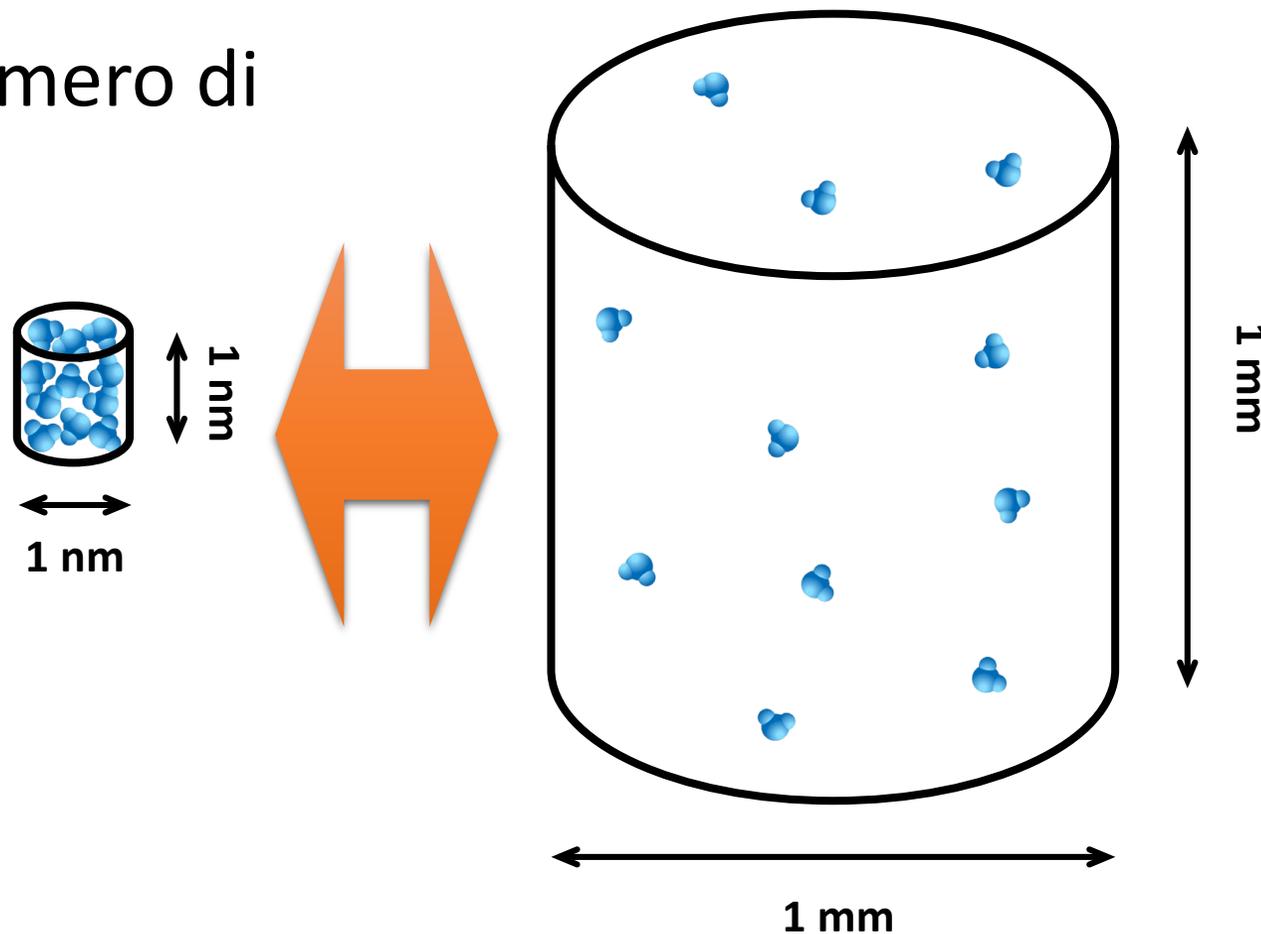
**CORRELAZIONE  
TRA MISURA FISICA  
E BIOLOGICA**

QUANTITÀ  
FISICA

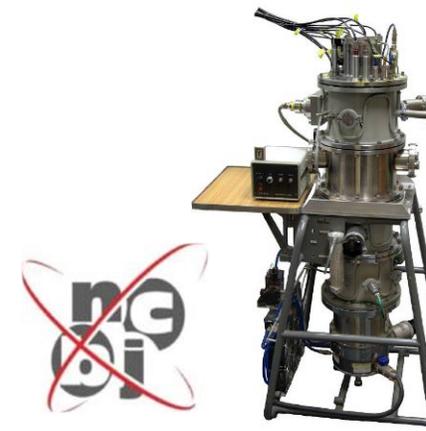
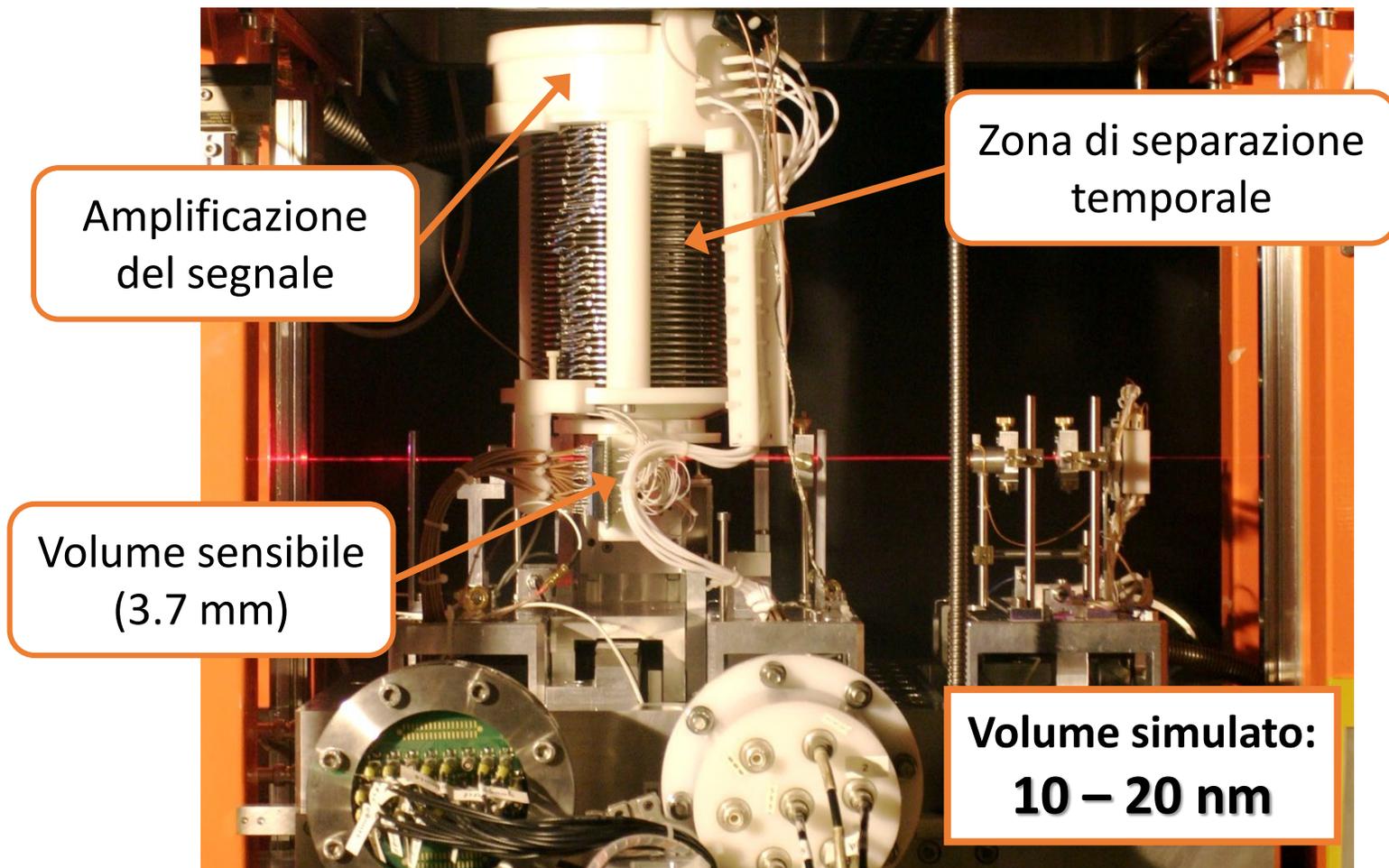
La radiazione vede lo stesso numero di molecole per unità di percorso

## In pratica:

- rivelatori a gas a bassa pressione
- costruiti con materiali simili al tessuto umano
- raccolgo gli elettroni (segnale elettrico) prodotti nelle singole ionizzazioni



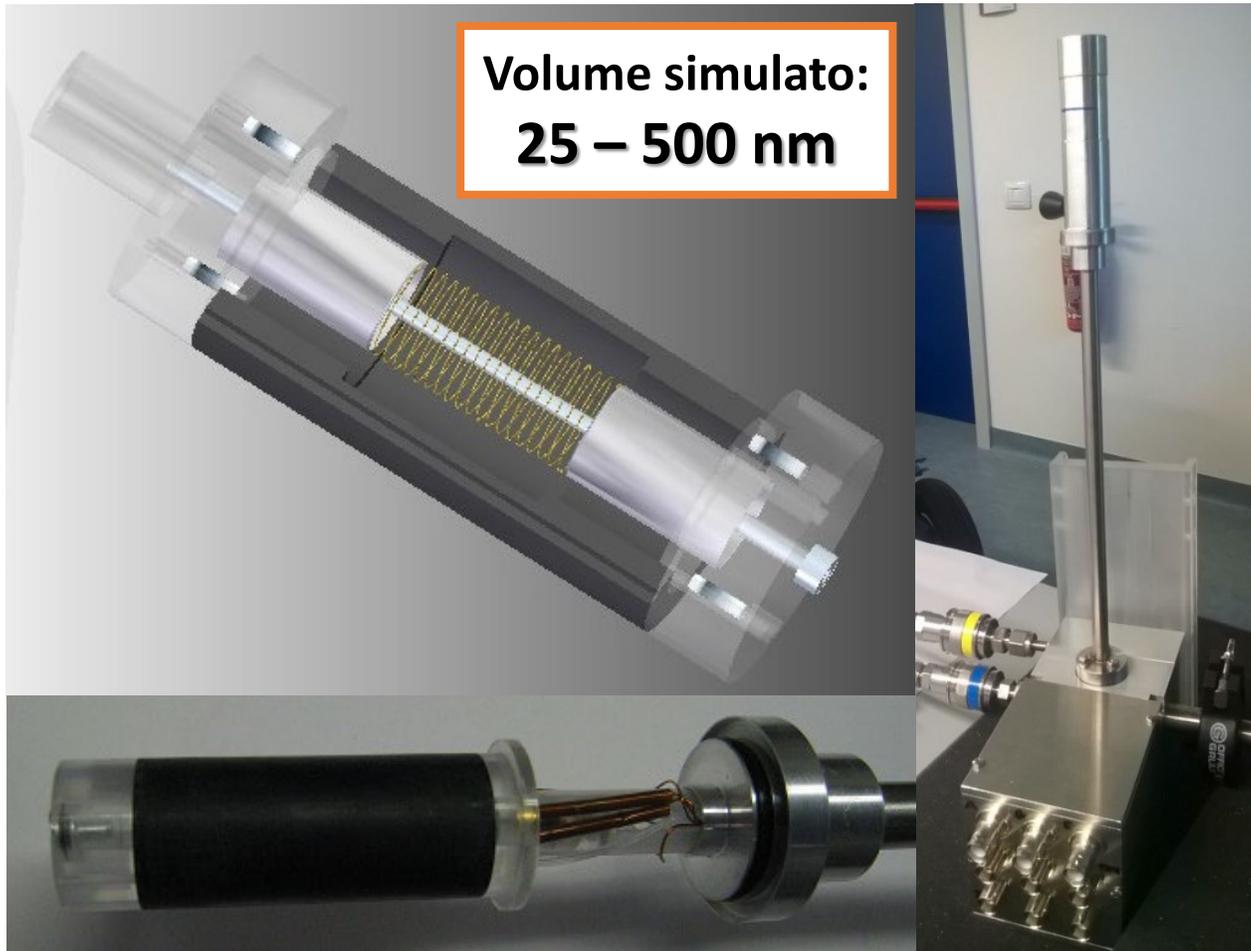
# IL RIVELATORE STARTRACK



+ altri due rivelatori al mondo

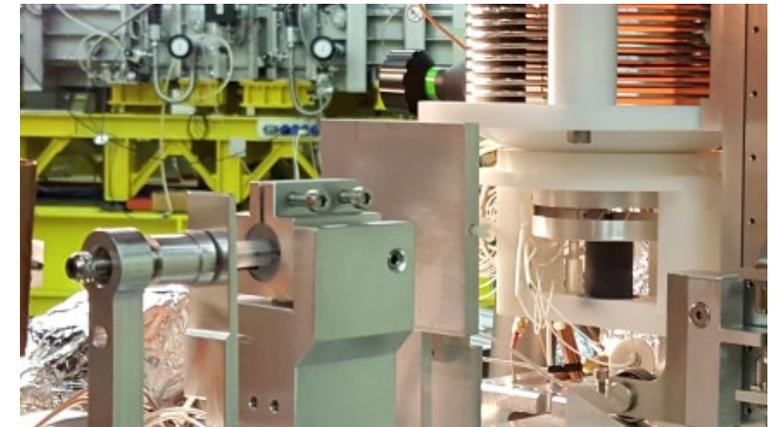


# RIVELATORI PORTATILI?

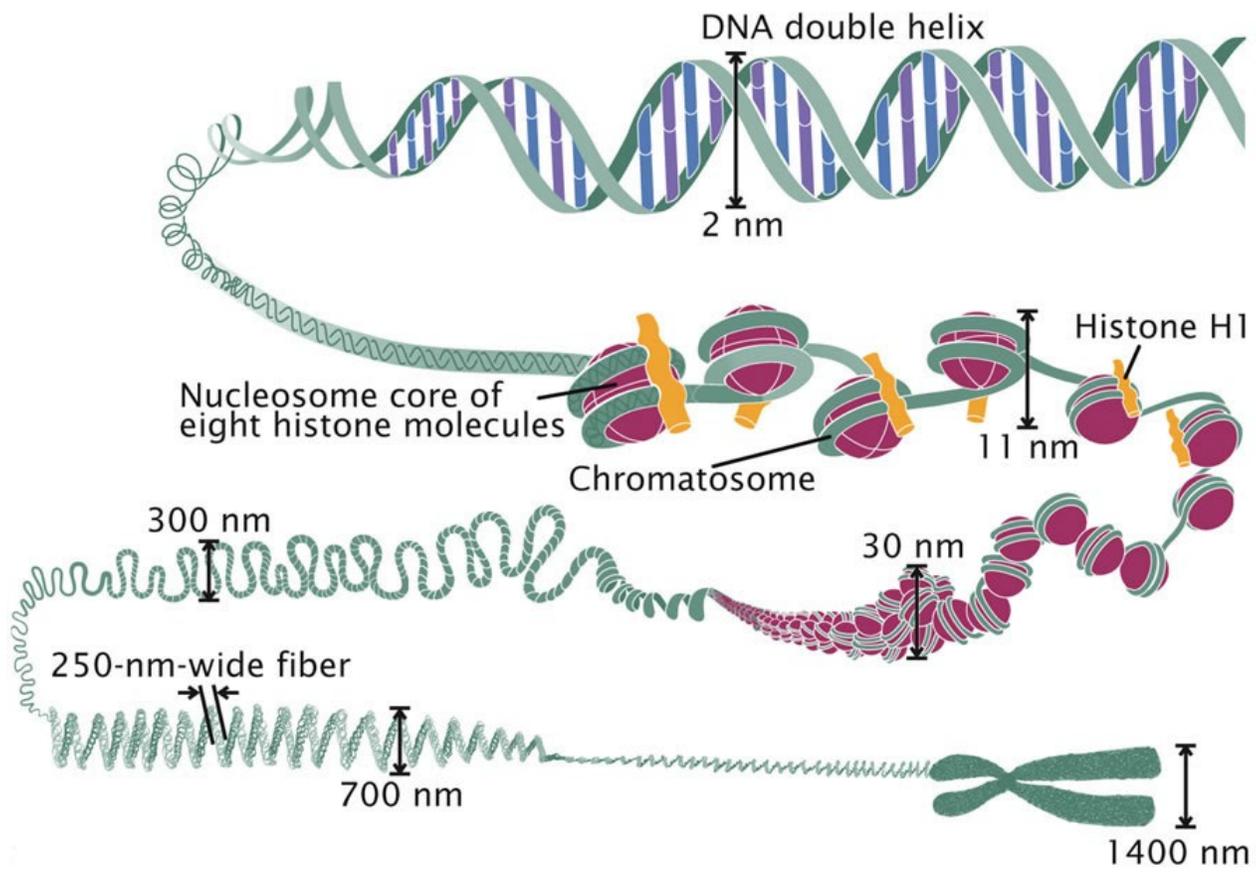


Sì ma... non si riesce a misurare  
la singola ionizzazione

Segnale **proporzionale** (in media)  
al numero iniziale di ionizzazioni



# MISURE A DIVERSE DIMENSIONI



## NANODOSIMETRIA:

- Misura di singole ionizzazioni
- Rivelatori ingombranti
- Correlazione diretta con danno



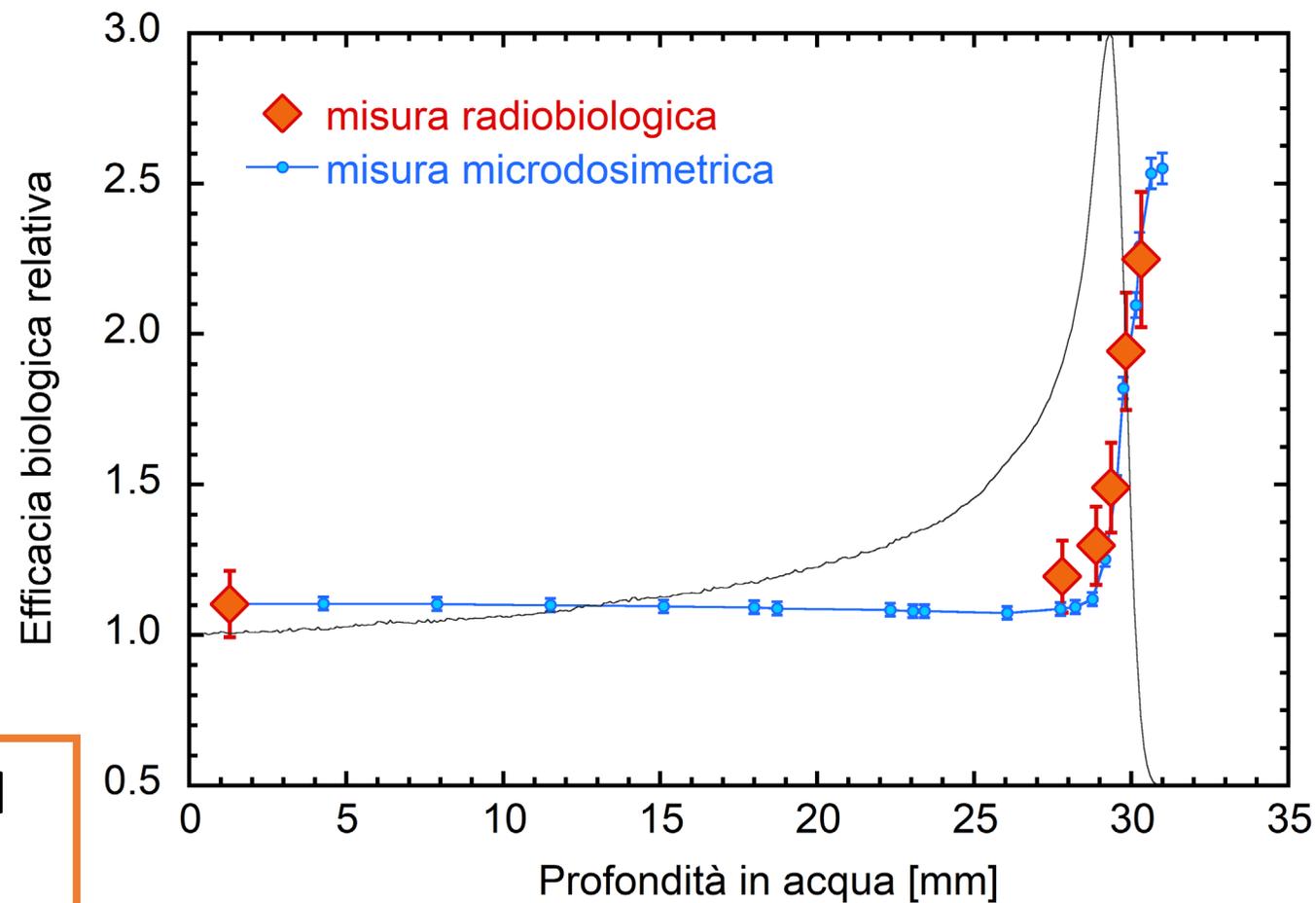
## MICRODOSIMETRIA:

- Misura proporzionale
- Rivelatori portatili
- Correlazione indiretta con danno

# MICRODOSIMETRIA



Misura alla **scala del cromosoma** (1  $\mu\text{m}$ )



# IN CONCLUSIONE...



La **dose (quantità)** di radiazione **non basta** a descrivere il danno biologico



## NANODOSIMETRIA:

- Analisi della traccia alla scala del DNA
- Correlazione diretta col danno biologico



## DANNO DA RADIAZIONE

Importanza di **numero** e **distanza spaziale** tra le ionizzazioni (**qualità** della radiazione)

## MICRODOSIMETRIA:

- Analisi della traccia alla scala del cromosoma
- Rivelatori portatili

