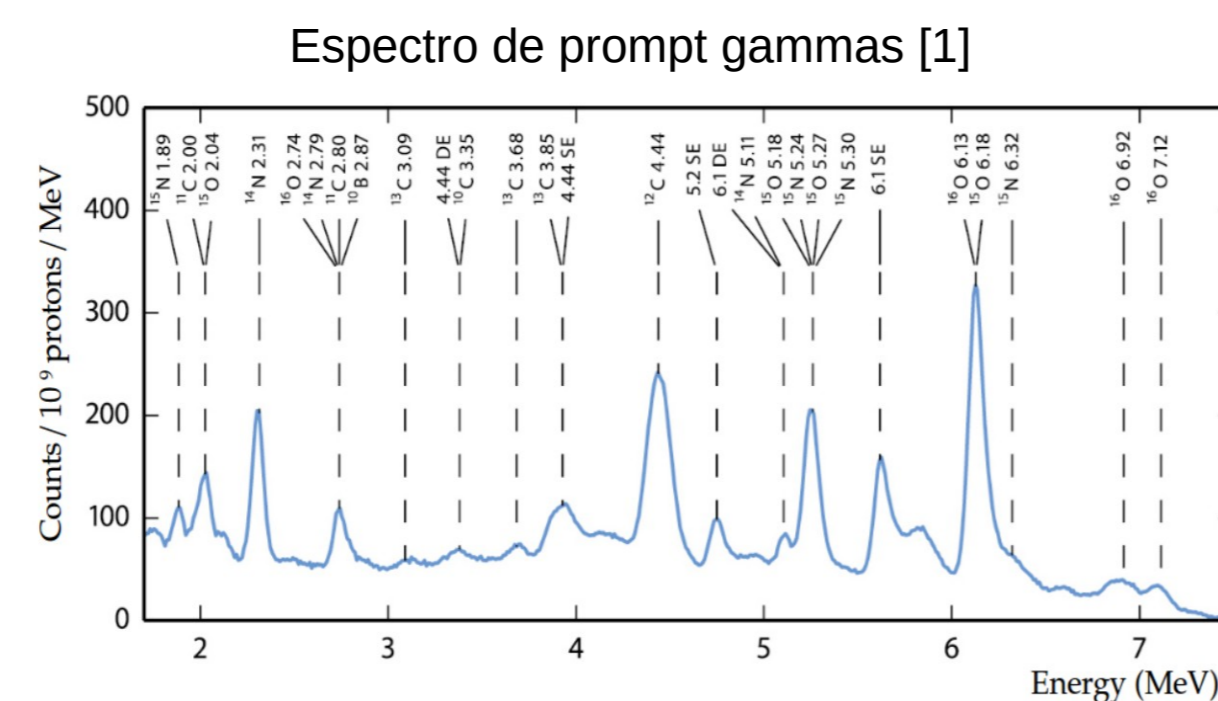
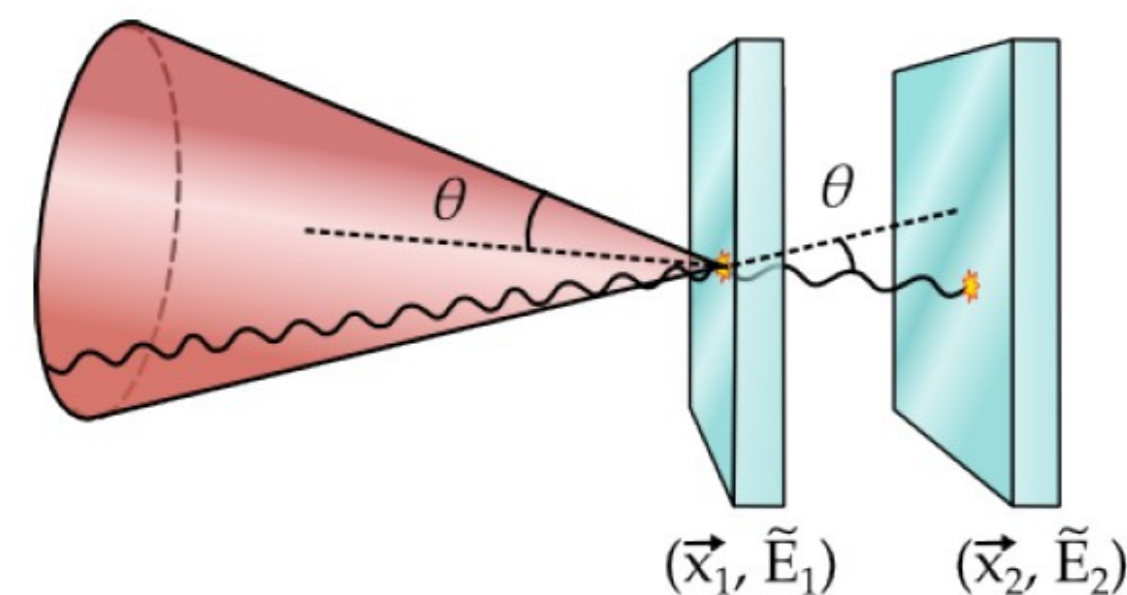
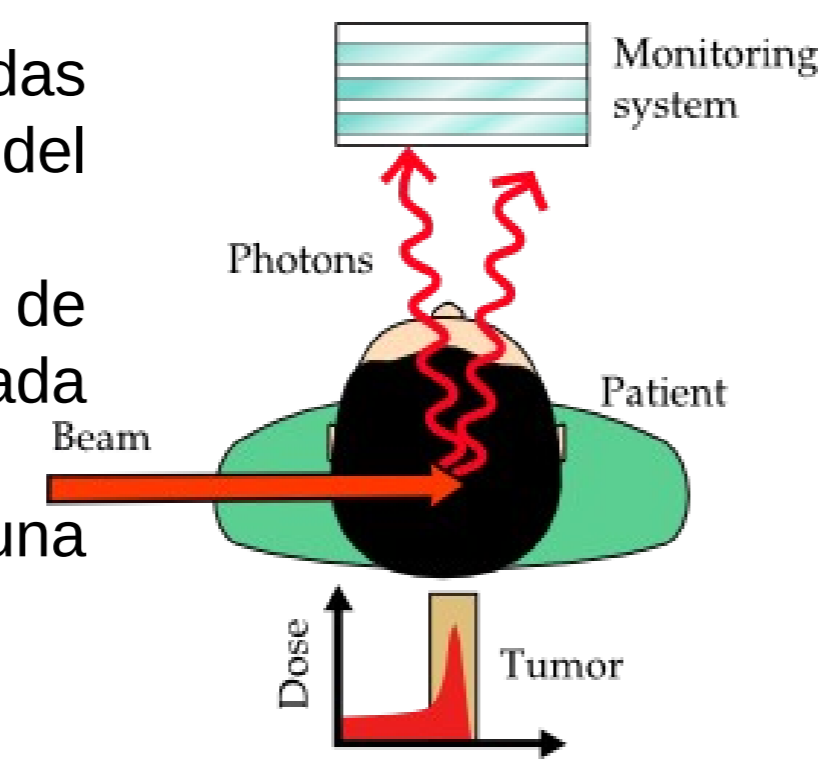


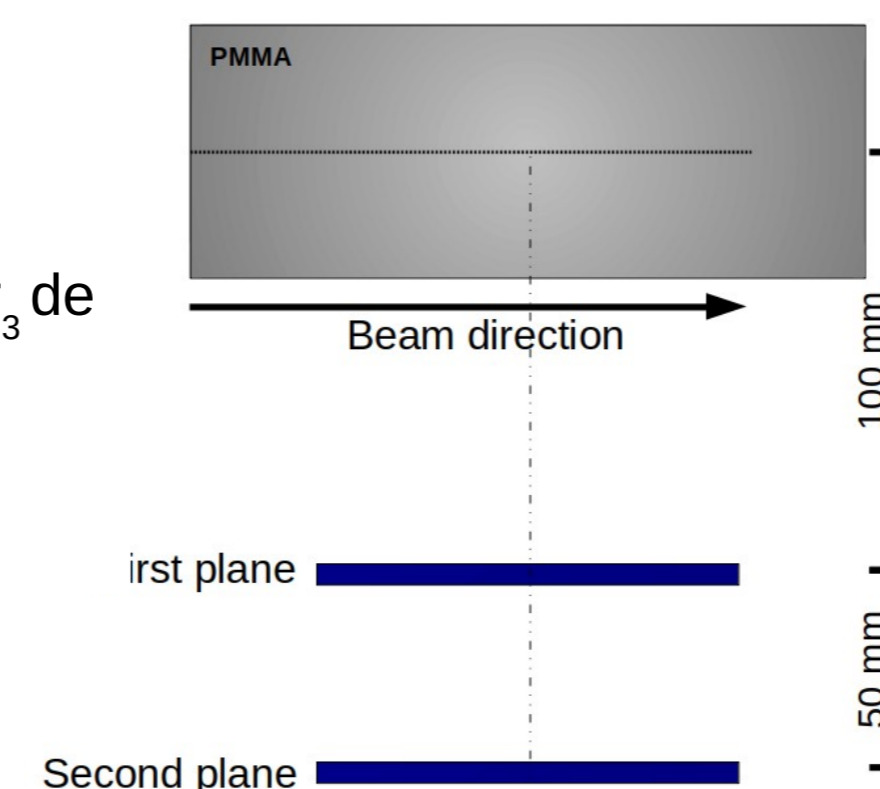
Introducción

- En terapia hadrónica, la detección de partículas secundarias emitidas durante la irradiación puede ser utilizada para la verificación del tratamiento.
- Las cámaras Compton pueden obtener imágenes de la distribución de *prompt gammas* emitidos, que guardan correlación con la dosis depositada en el paciente.
- Un estudio del fondo es necesario para optimizar el rendimiento de una cámara Compton en condiciones clínicas [3].



Descripción de las simulaciones

- GATE v8.2
- Haz de protones: $E_p=150$ MeV
- Fantoma de PMMA.
- Compton camera: 2 planos de LaBr₃ de dimensiones $100 \times 100 \times 5$ cm³.
- Lista física: QGSP_BIC_HP_EMZ.



Simulaciones de *prompt gamma*

- Distribución de *prompt gamma* precalculada.
- PromptGammaTLEActor* [2].

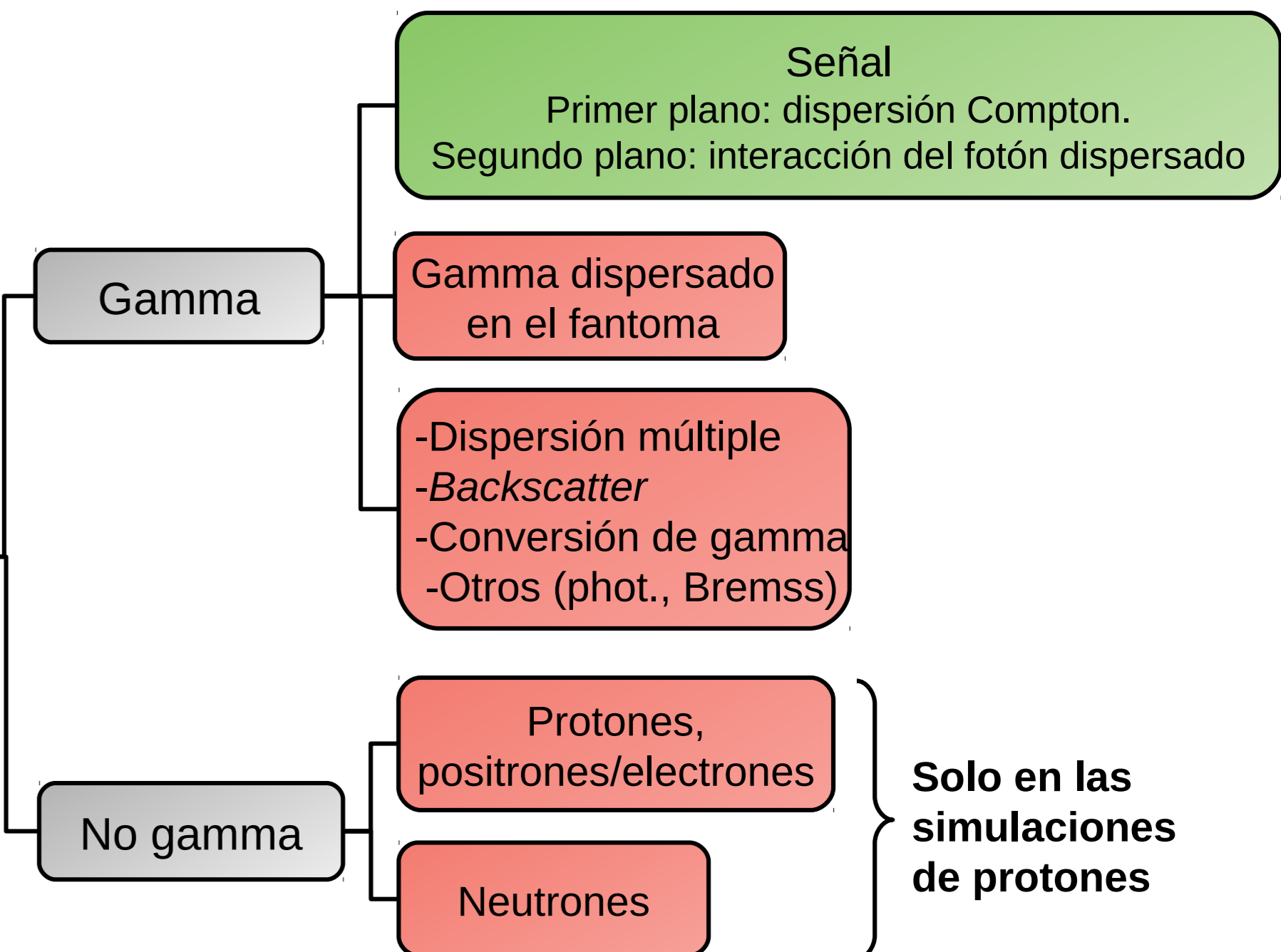
Simulaciones de protones

- Haz de protones incide al fantoma.
- Las partículas secundarias generadas en las interacciones secundarias también llegan al detector.

Reconstrucción espectral: ML-EM [4]

- $300 \times 300 \times 1$ vóxeles espaciales.
- 99 bins espectrales de 0.1 MeV, desde 0.05 MeV hasta 9.95 MeV.
- Bin de 4.4 MeV: línea de emisión muy correlacionada con el rango del haz.

Coincidencia

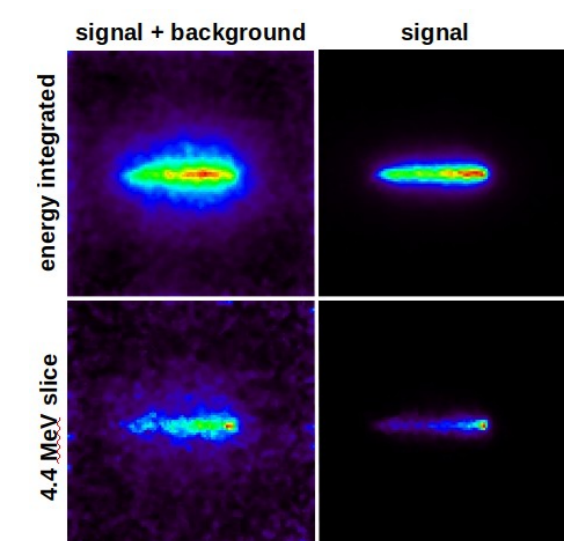
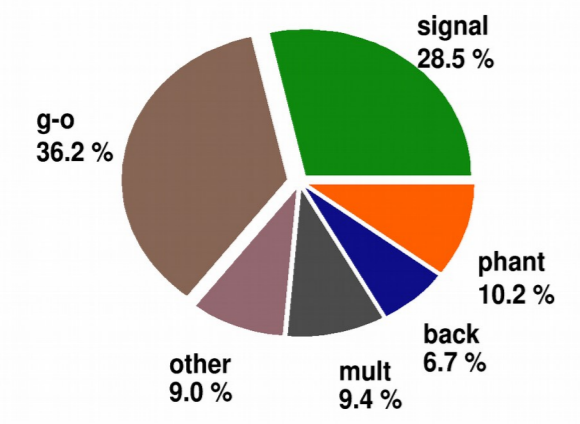


Resultados

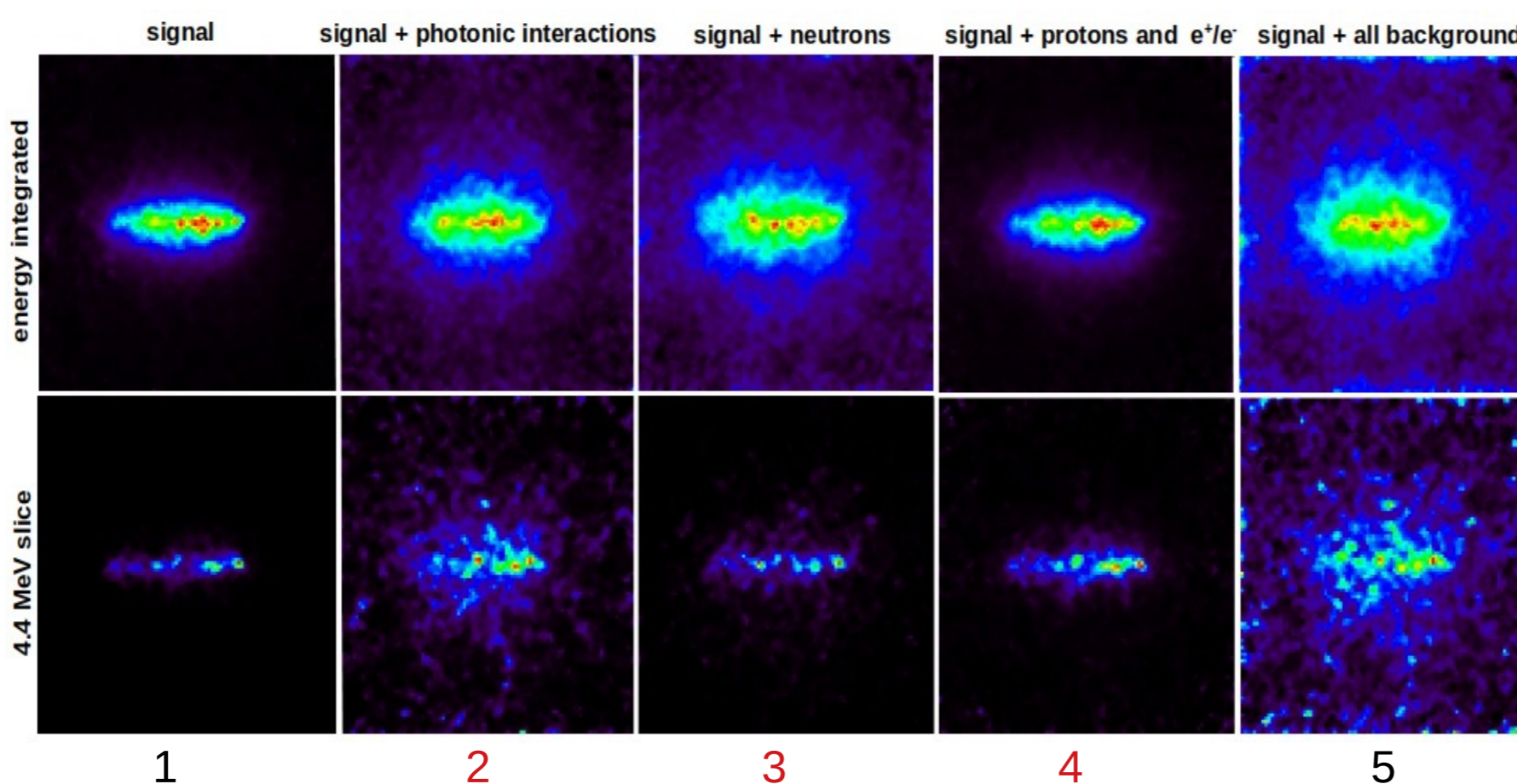
Simulaciones de *prompt gamma*

- g-o: conversión gamma a par electrón-positrón en el primer plano.
- phant: fotones dispersados en el fantoma
- mult: fotones con múltiples interacciones en un plano
- back: eventos que han sufrido *backscatter*
- other: otros procesos fotónicos en el primer plano (principalmente efecto fotoeléctrico)

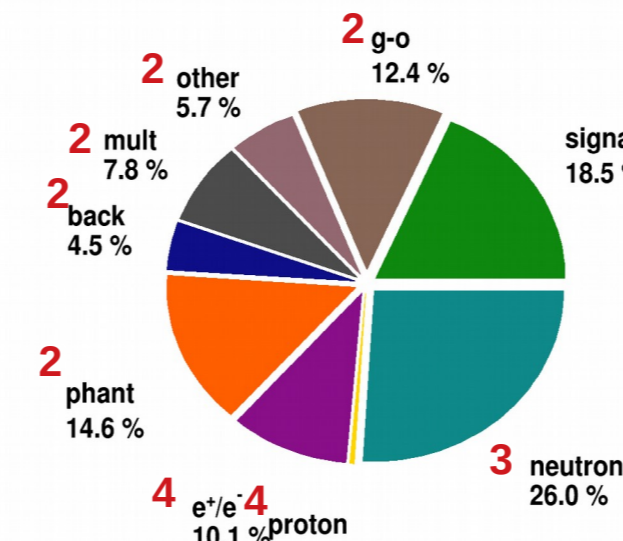
Composición de las coincidencias detectadas a todas las energías



Simulaciones de protones

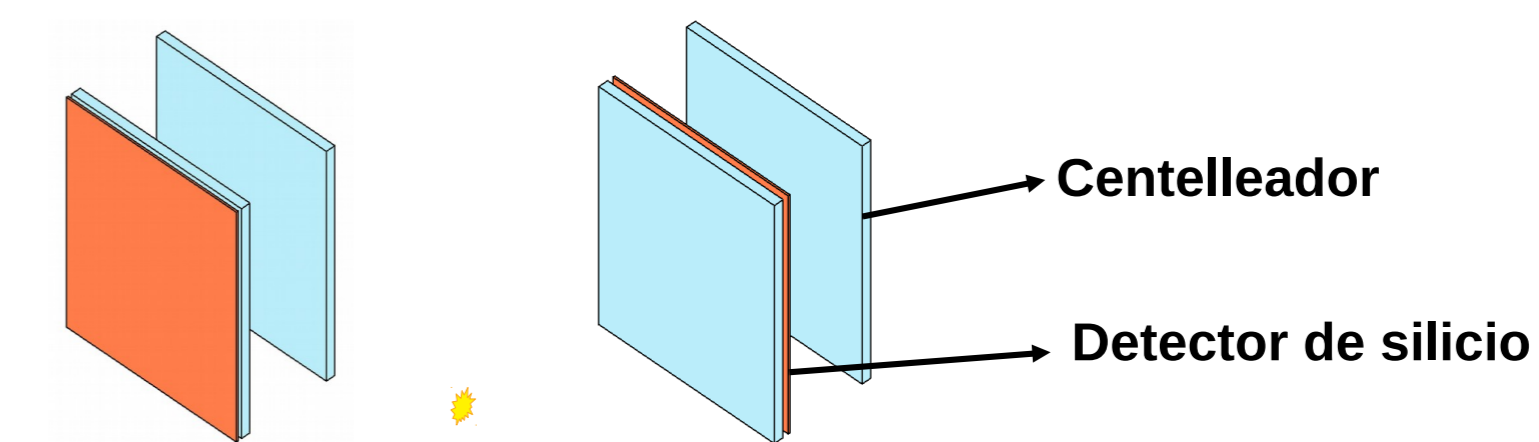


Composición de las coincidencias detectadas con $E_{plano1} + E_{plano2} < 10$ MeV



Reducción de eventos de fondo

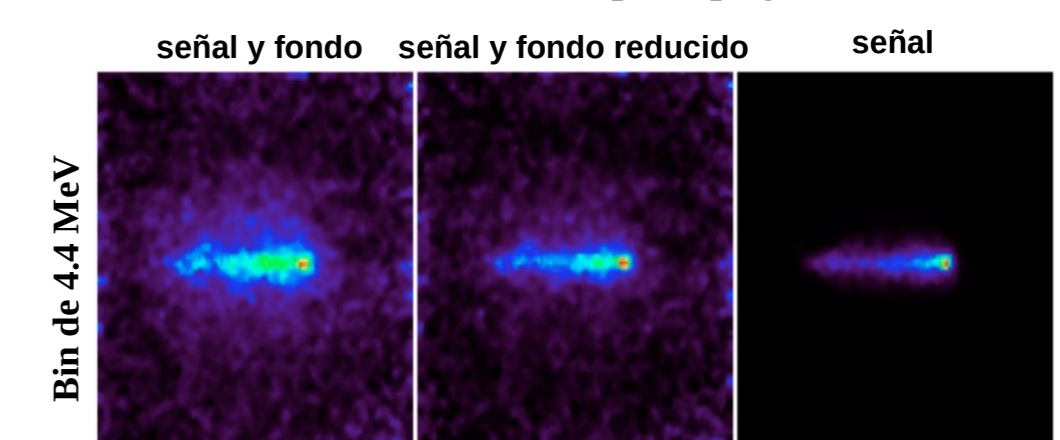
Detector de silicio para detectar eventos asociados a partículas cargadas



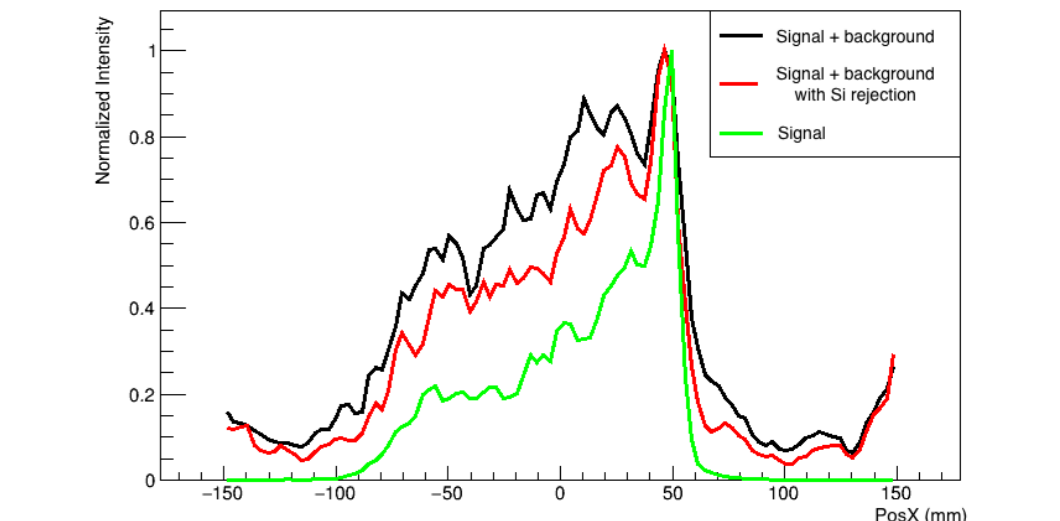
Primeros estudios de reducción de eventos de fondo con este método con simulaciones Monte Carlo.

La técnica consiste en descartar los eventos en los que el detector de silicio registra una señal en la reconstrucción de imagen.

Simulaciones de *prompt gamma*



Perfiles en la dirección del haz



Conclusiones y trabajo futuro

- La contribución a la degradación de cada tipo de evento no es igual a todas las energías.
- Detectores de silicio están siendo investigados para rechazar eventos asociados a partículas cargadas.
- Futuro: extender este estudio a haces de carbono. El módulo de cámara Compton de GATE, CCMoD, se empleará en las futuras simulaciones.

Referencias

- [1] Joost M Verburg and Joao Seco 2014 Phys. Med. Biol. 59 7089
- [2] Huisman et al, Phys. Med. Biol. 61 (2016) 7725
- [3] P. G. Ortega et al 2015 Phys. Med. Biol. 60 1845
- [4] E. Muñoz et al 2020 Phys. Med. Biol. 65 025011

Contacto: Marina.Borja@ific.uv.es

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-110657RB-I00, FPA2017-85611-R, SEV-2014-0398), programa CSIC PIC 2018 con referencia 2018FR0032 y Comisión Europea H2020 ENSAR2-MediNet (proyecto número 654002). Los autores están contratados a través de programas Ramón y Cajal, SEJI, GENT y contratos predoctorales UVEG Atracción de Talent, Generalitat Valenciana y FPU del Ministerio de Universidades.