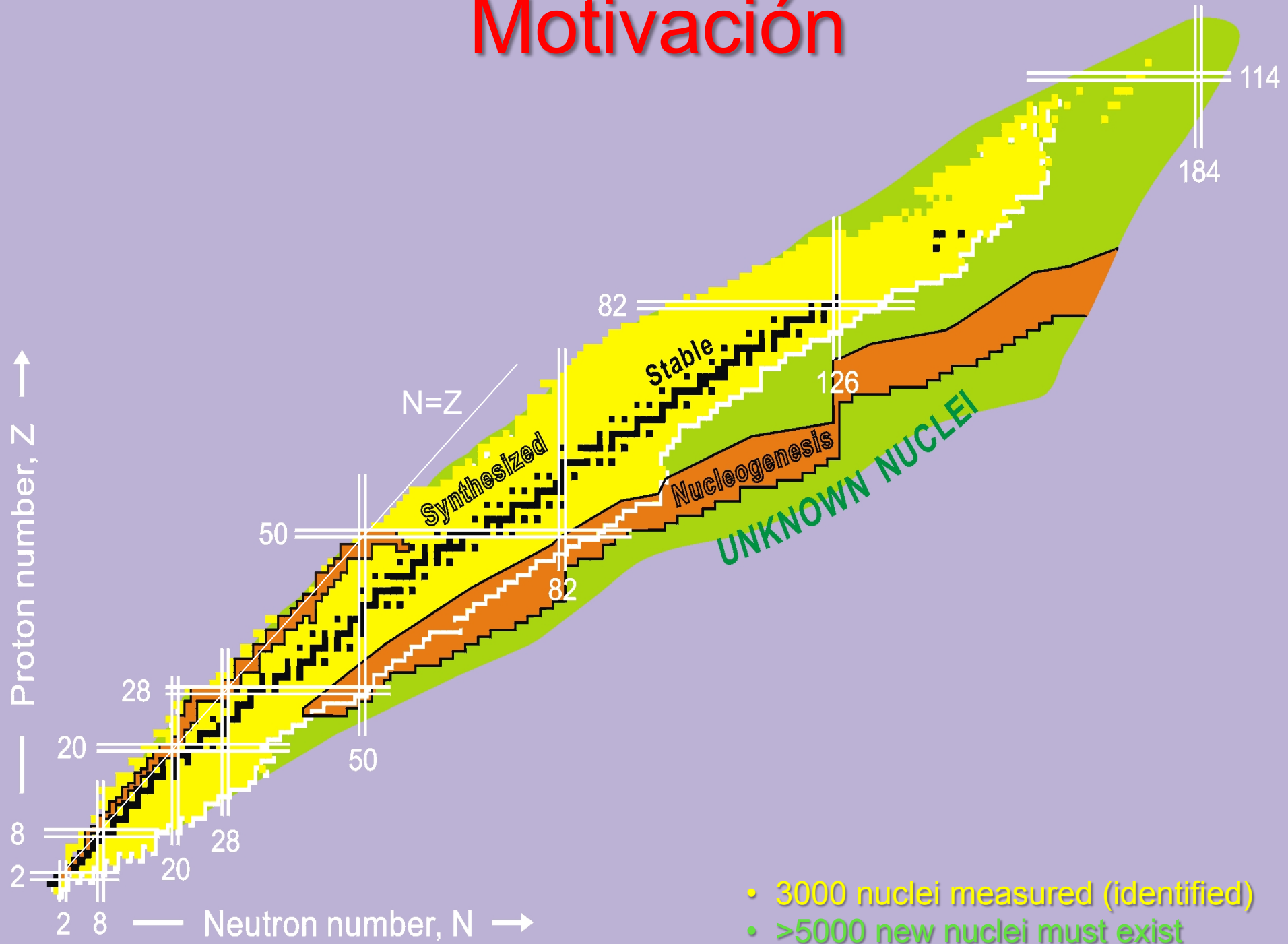
Introducción a LISE++

César Domingo Pardo

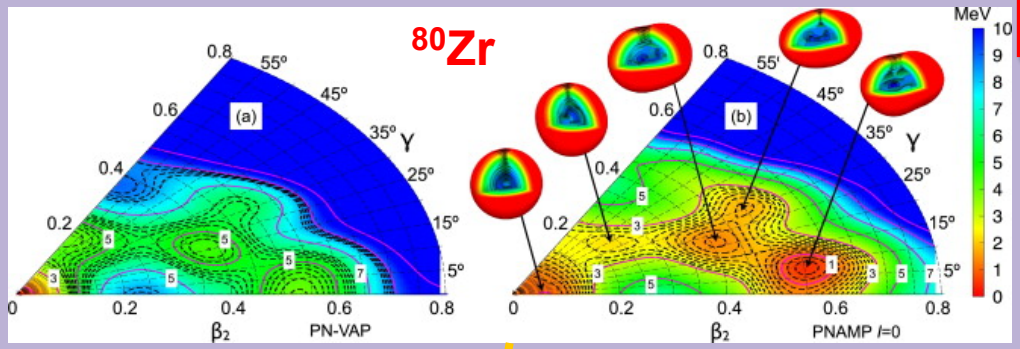
Instituto de Física Corpuscular
(CSIC-Universidad de Valencia)

Motivación

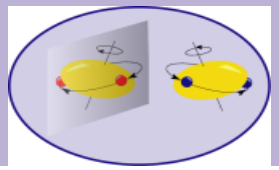


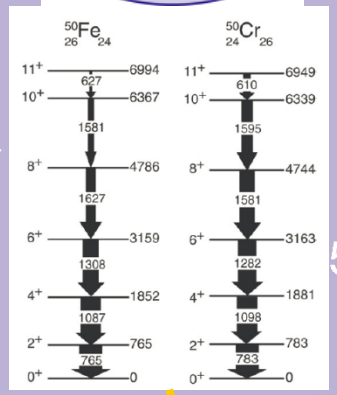
- 3000 nuclei measured (identified)
- >5000 new nuclei must exist

Motivación



T.R.Rodriguez, PLB (2011)





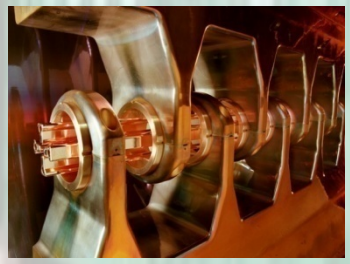
New shell gaps

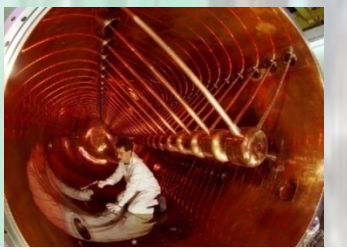
- 3000 nuclei measured (identified)
- >5000 new nuclei must exist

Producción de haces de iones exóticos

Ion estable → Blanco → Iones radioactivos

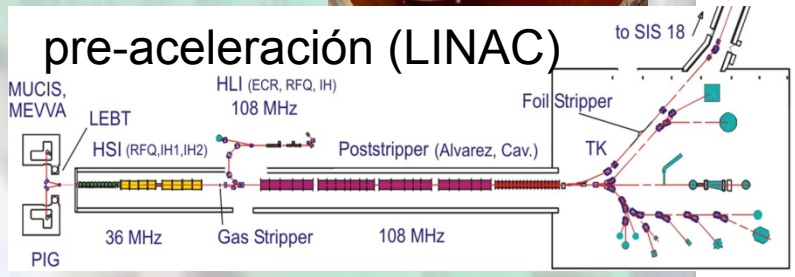
Beam In — Blanco — Beam Out

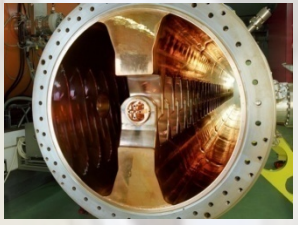




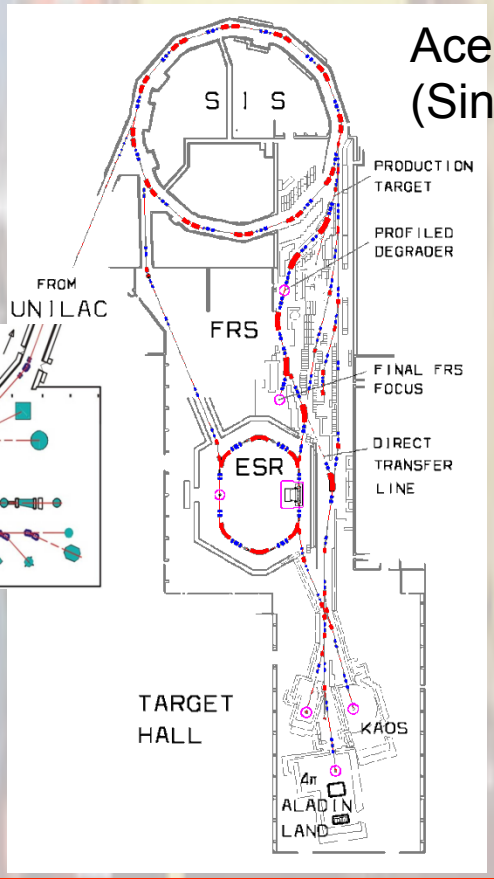
Fuente iones estables

pre-aceleración (LINAC)

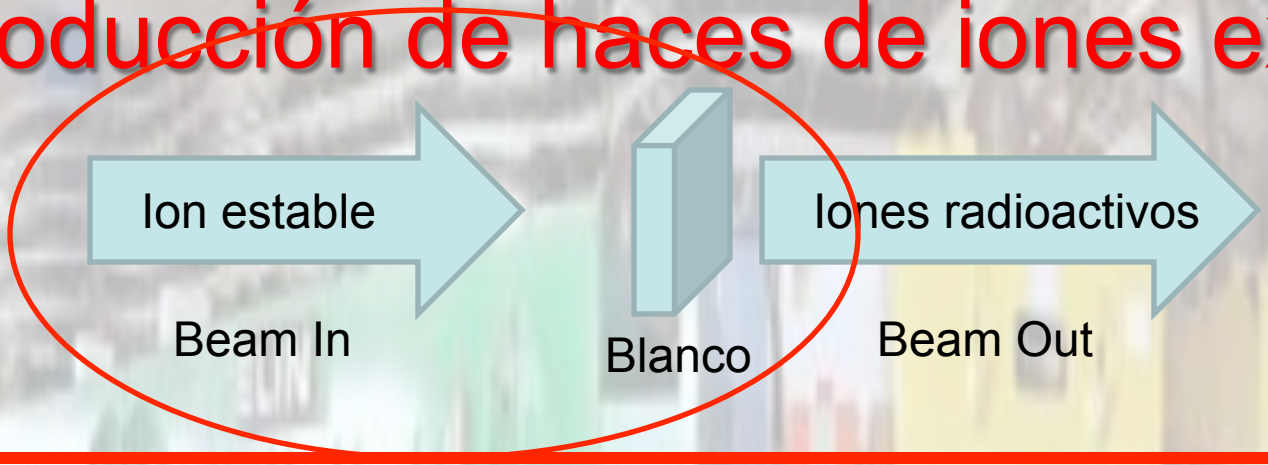




Aceleración (Sincrotrón)



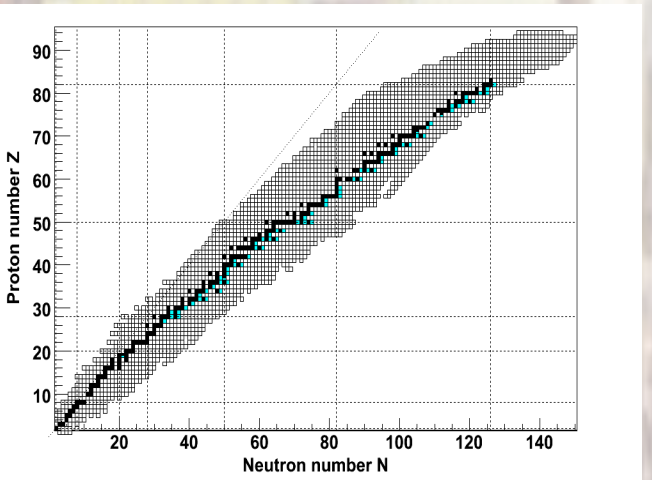
Producción de haces de iones exóticos



Es posible acelerar, cualquier isótopo estable, desde Hidrógeno hasta Uranio-238, para obtener un haz primario.

Fuente iones estables

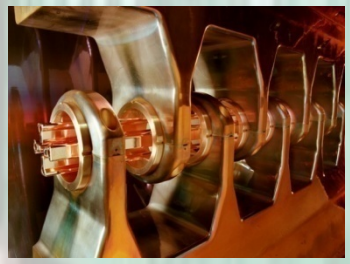
^{238}U: $2 \cdot 10^{9}$
^{208}Pb: $2 \cdot 10^{9}$
^{144}Sm: $2 \cdot 10^{9}$ (ns, used once)
^{136}Xe: 10^{10}
^{124}Xe: 10^{10} (requires enriched material)
^{112}Sn: $\sim 10^{8}$ (requires enriched material)
^{107}Ag: $4 \cdot 10^{9}$
^{86}Kr: $2 \cdot 10^{10}$
^{78}Kr: $2 \cdot 10^{10}$ (requires enriched material)
^{76}Ge: $3 \cdot 10^{8}$ (no standard beam, needs to be developed)
^{64}Ni: $5 \cdot 10^{9}$ (requires enriched material)
^{58}Ni: $5 \cdot 10^{9}$
^{48}Ca: $3 \cdot 10^{7}$ (low intensity from the ECR source when used for pulsed beams for SIS. Or very very expensive …)

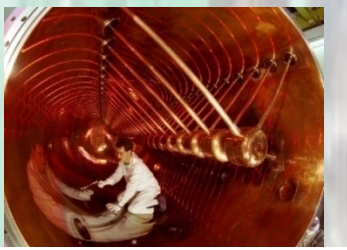


Producción de haces de iones exóticos

Ion estable → Blanco → Iones radioactivos

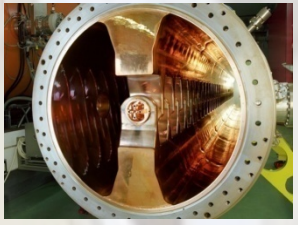
Beam In — Blanco — Beam Out

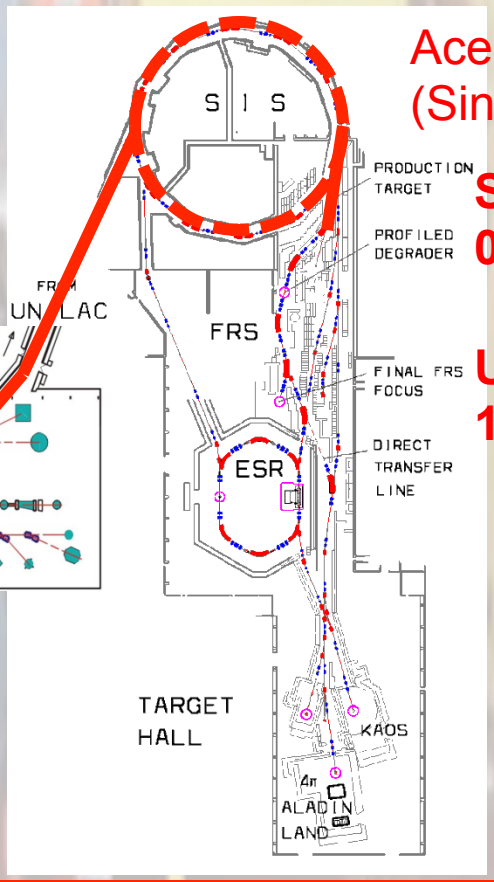




Fuente iones estables

pre-aceleración (ULINAC)





Aceleración (Sincrotrón)

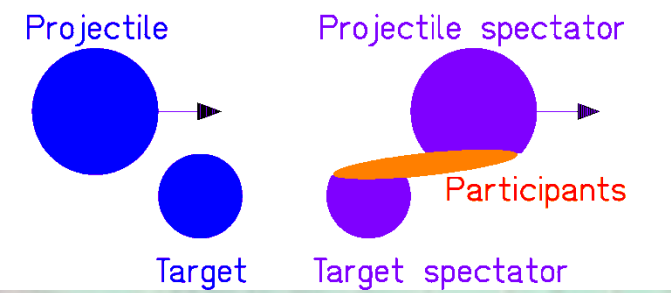
SIS18: 0.1-1 GeV/u

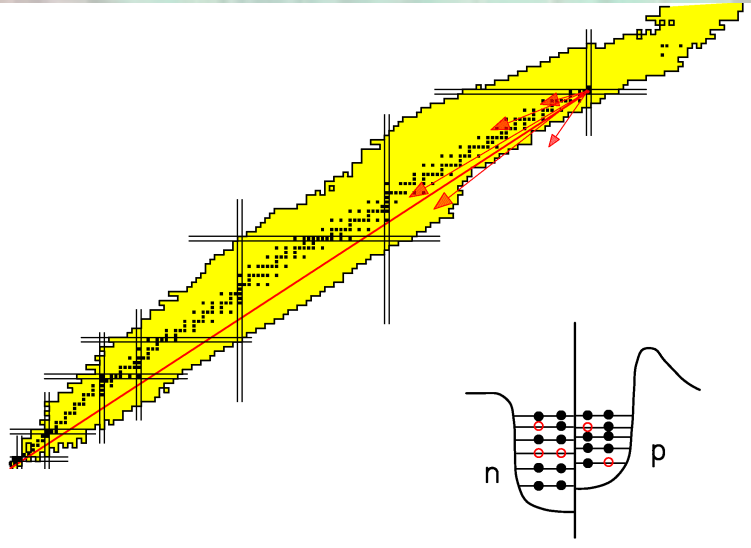
UNILAC: 11.4 MeV/u

Producción de haces de iones exóticos

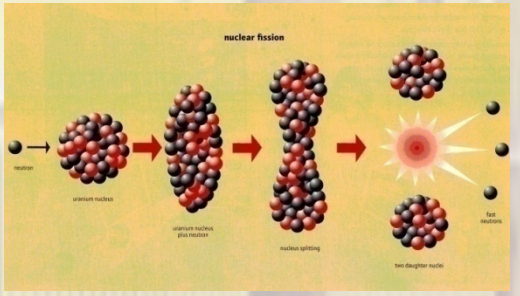
Ion estable → Blanco → Iones radioactivos

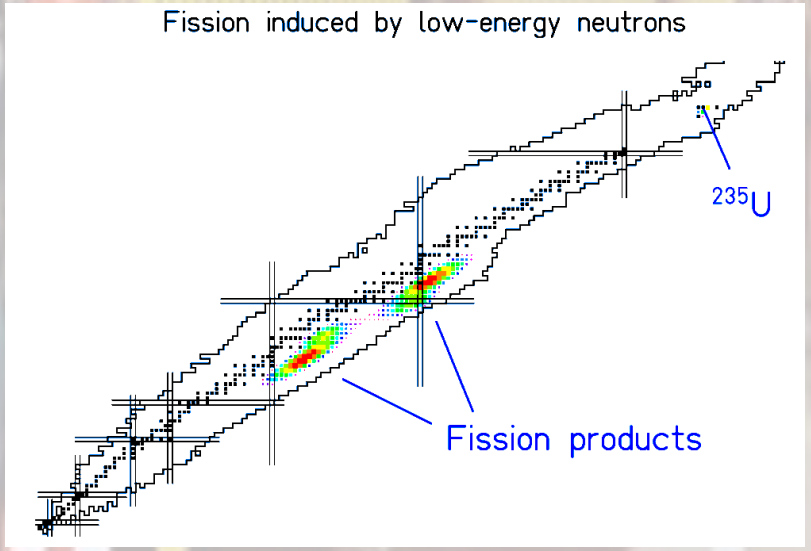
FRAGMENTACIÓN





FISIÓN

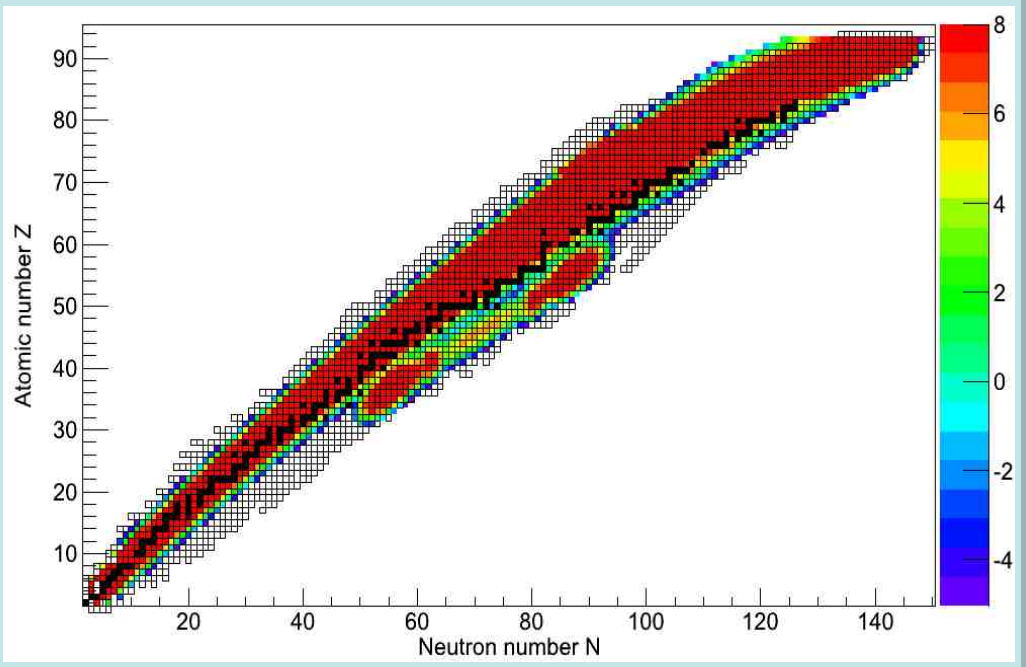




Producción de haces de iones exóticos

EJEMPLO:

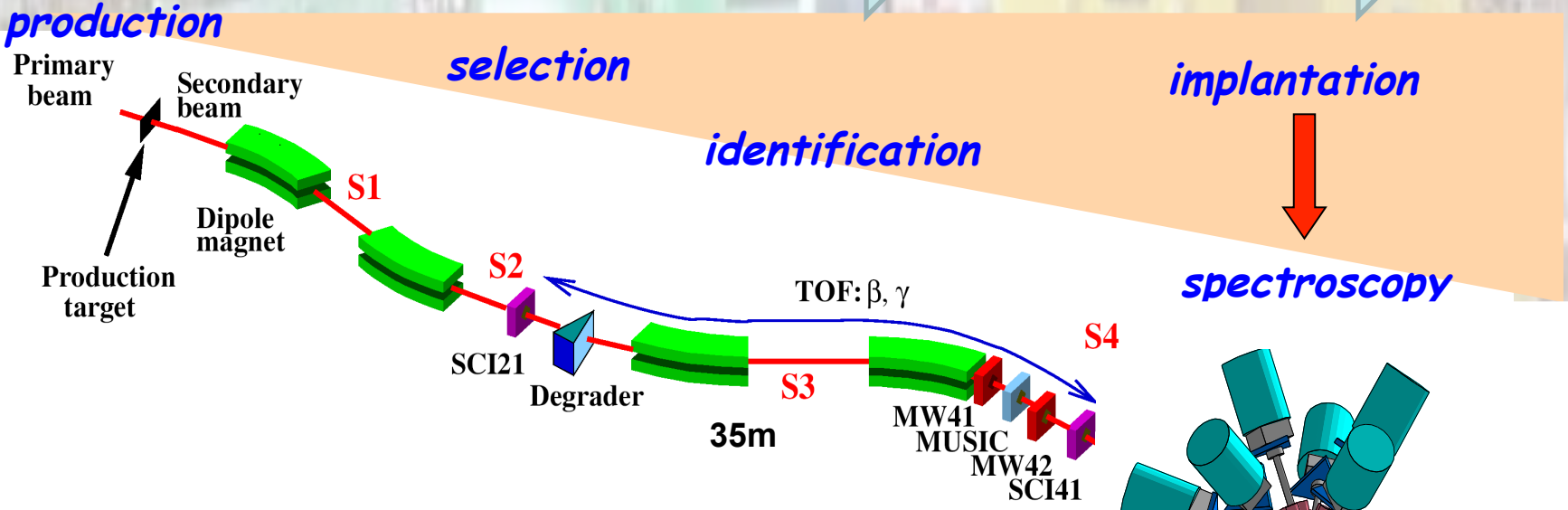
$2x10^9$ ^{238}U/pulso



Tasas prohibitivamente altas para medirlos todos a la vez: hay que seleccionar una pequeña porción de todos ellos!

Selección/identificación del isótopo de interés

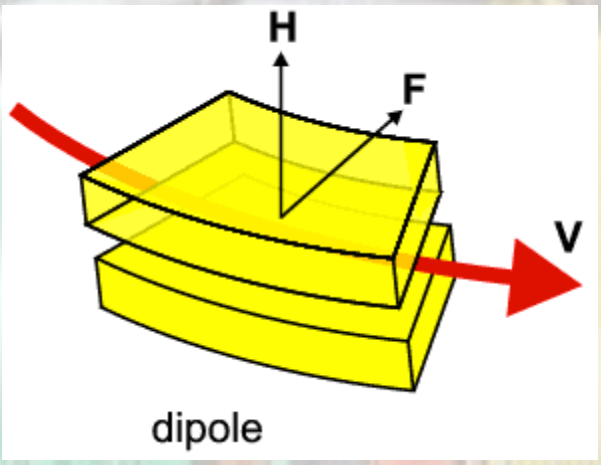
Ion estable → Iones radioactivos → Ion exótico d.l.

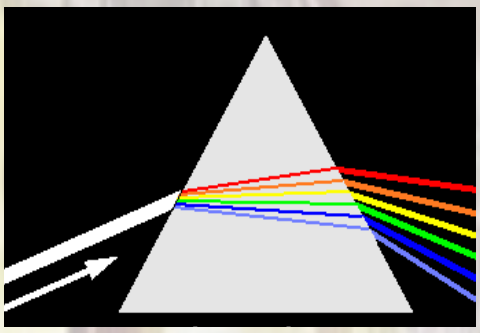


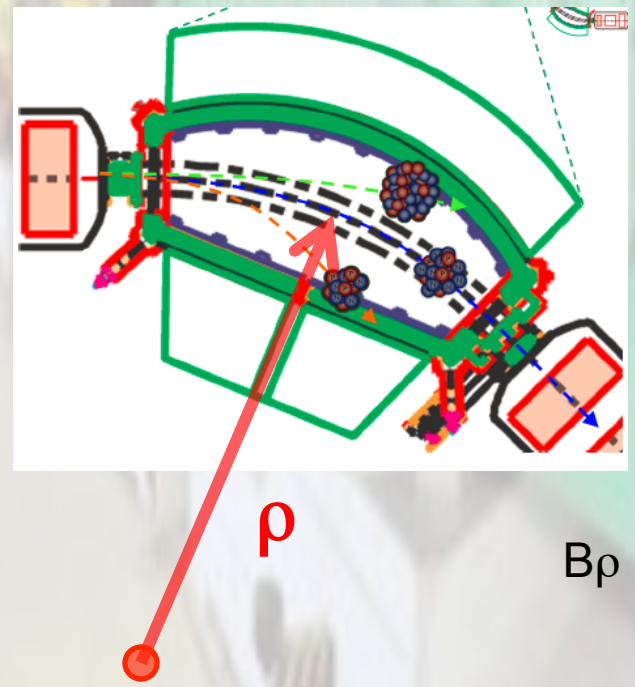
Event by event identification

Selección del isótopo de interés

Dipolos magnéticos:





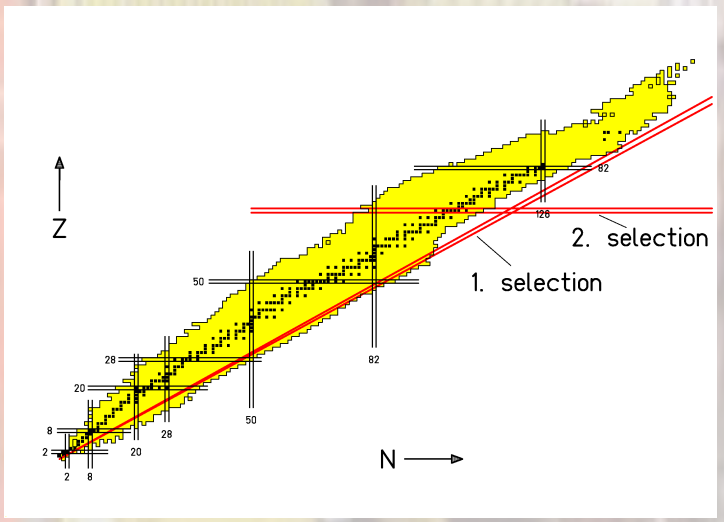


$F_{lorentz} = F_{centrípeta}$

$q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B} = m\, v^2/\rho$

$B \cdot \rho = \beta\, \gamma\, c\, m/q$

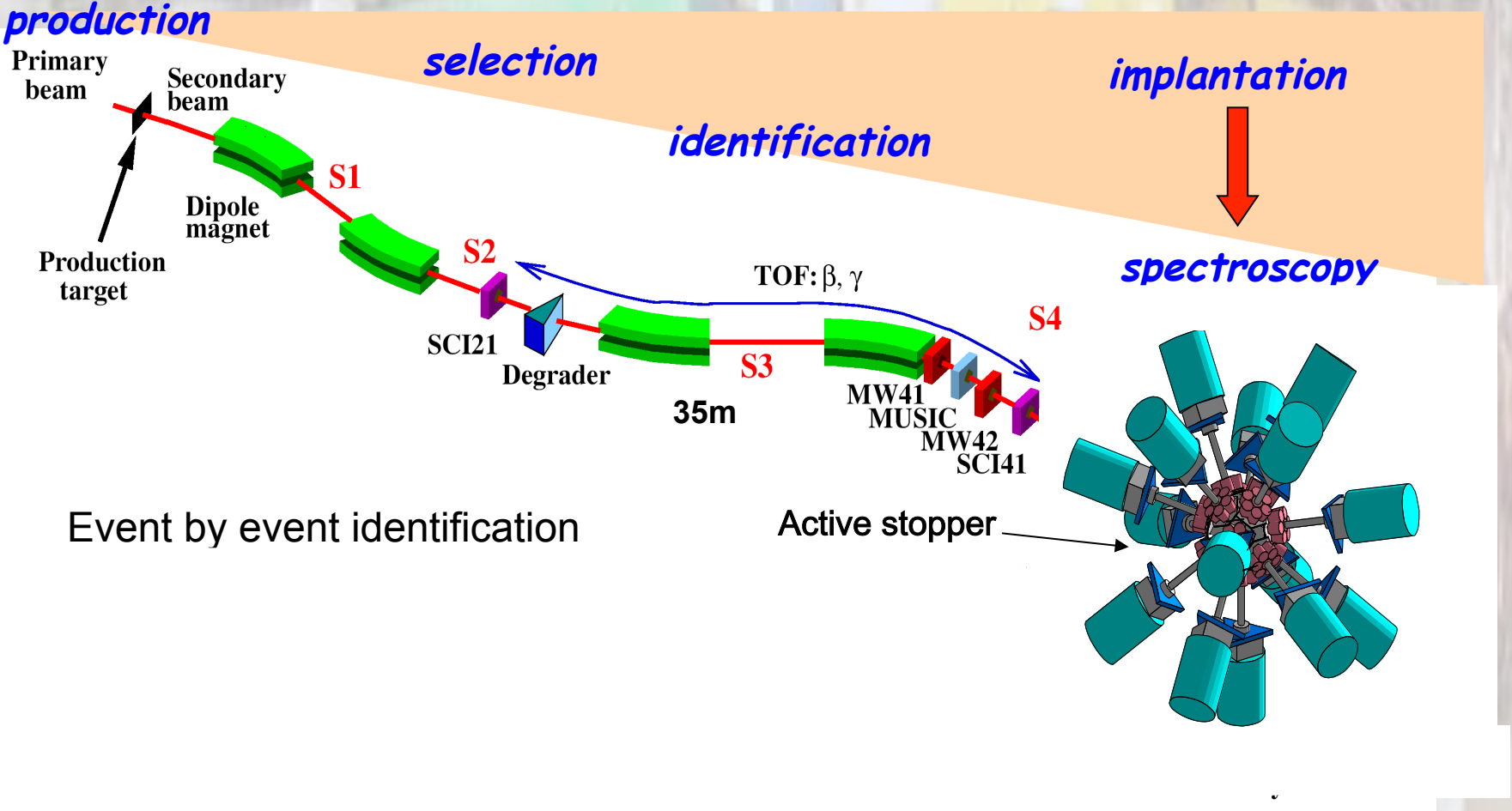
$B \cdot \rho = \beta\, \gamma\, c\, A/Z$



Bρ proportional to mass over charge

Dipoles: 1st Selection in A/Z

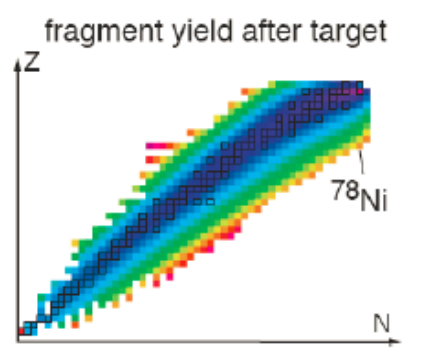
Selección/identificación del isótopo de interés

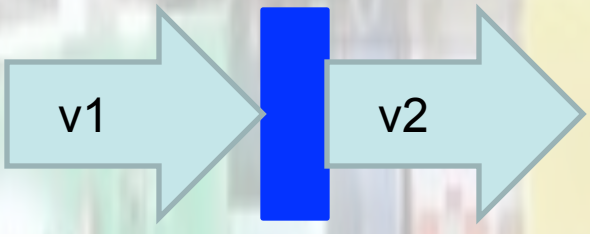


Event by event identification

Selección del isótopo de interés

Degradadores:



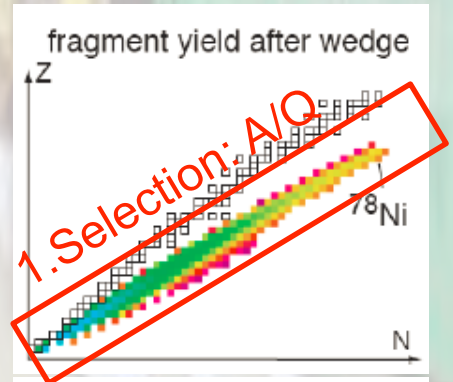


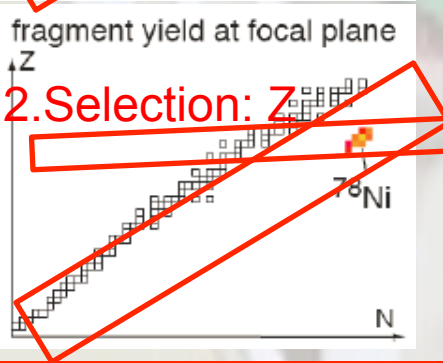
v2 < v1

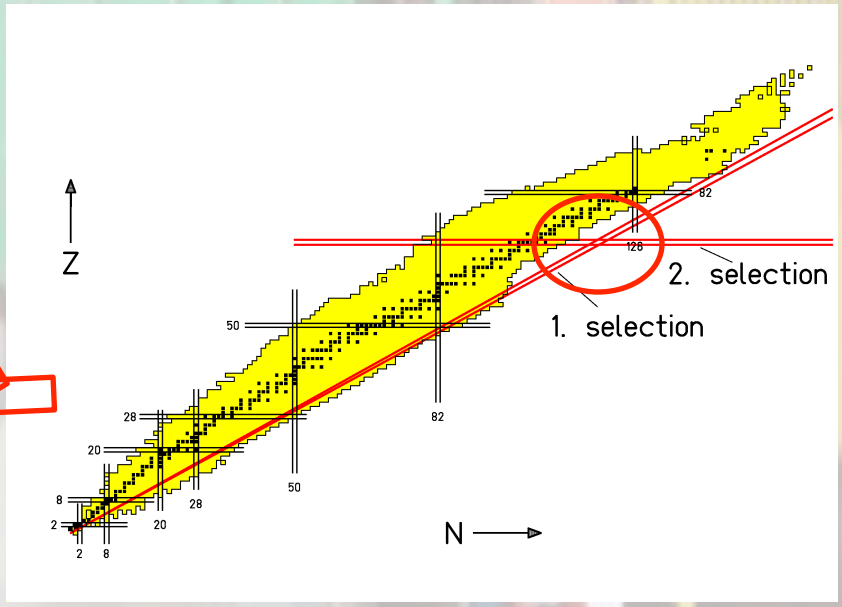
$$\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi Z^2 e^4}{m_e v^2} N \left[\ln\left(\frac{2m_e\gamma^2 v^2}{I}\right) - \frac{v^2}{c_0^2} \right]$$

Eloss proportional to Z^2

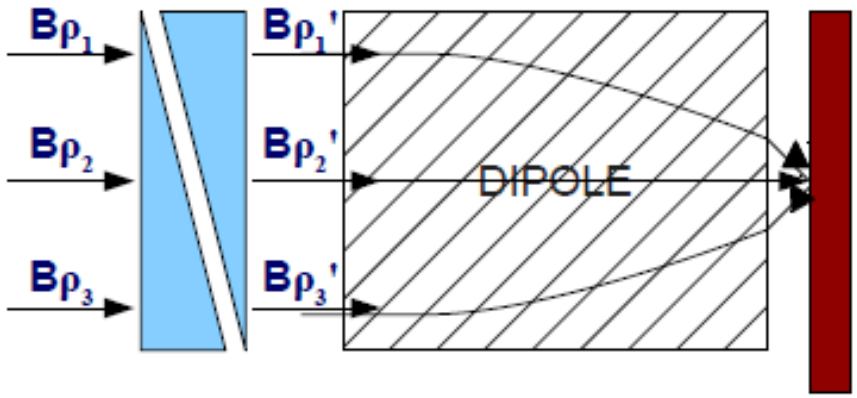
Energy Degrader → 2nd Selection: in Z

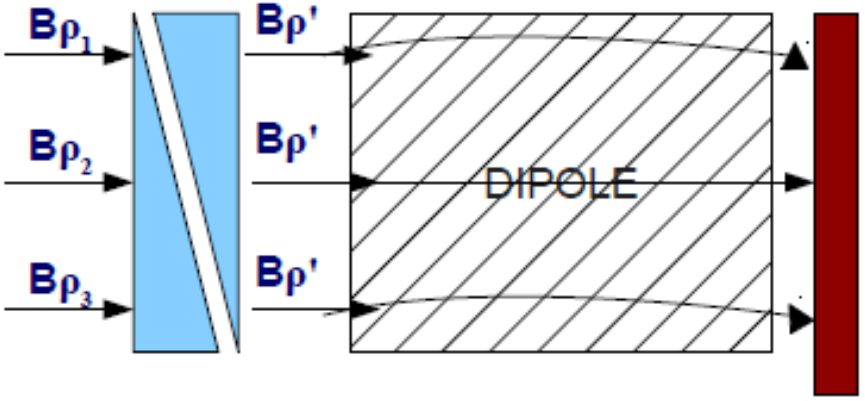






Selección del isótopo de interés

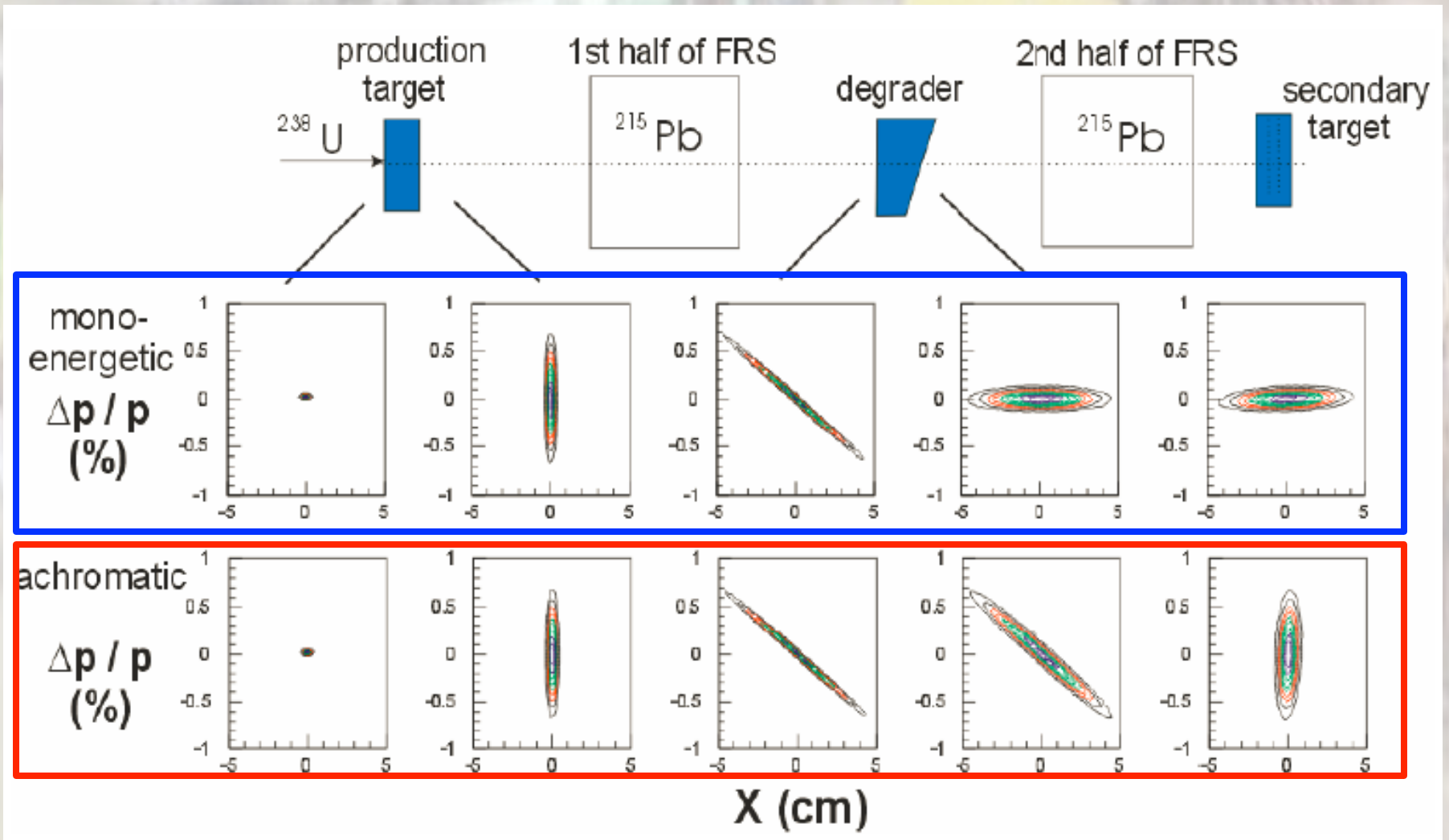




- **ACHROMATIC MODE**
  - Ions lose constant amount of energy in wedge
  - All nuclei of same species arrive at same position on focal plane

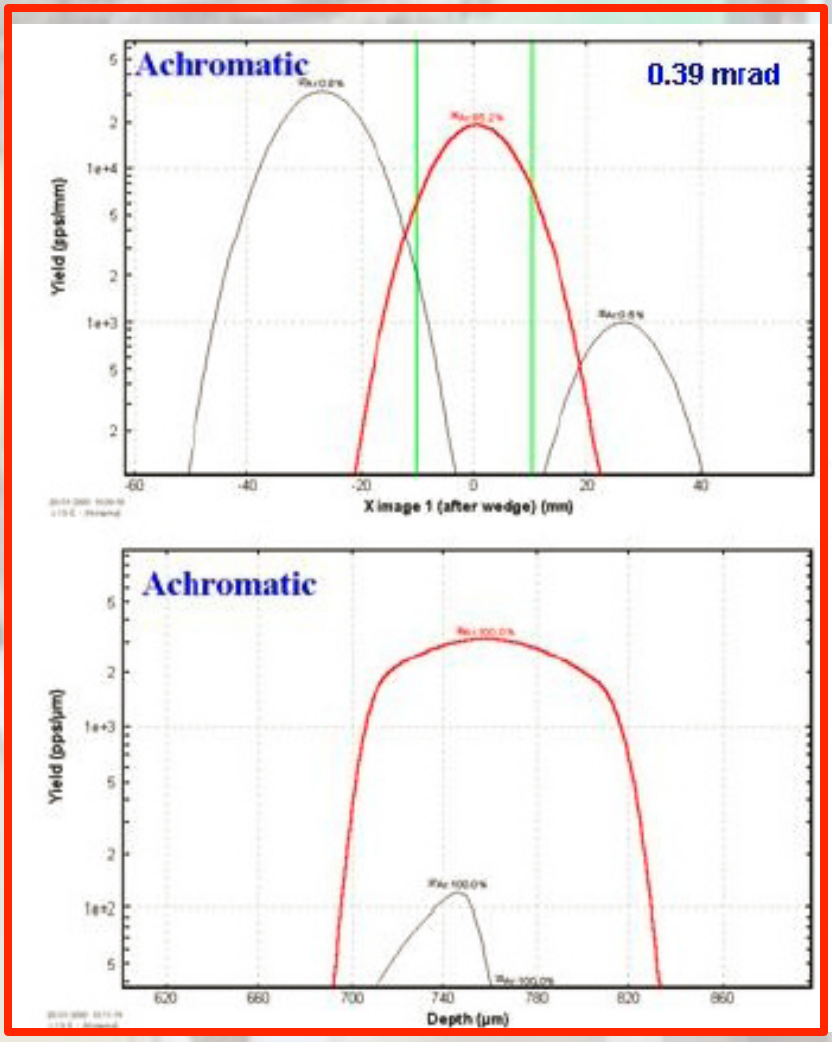
- **MONOENERGETIC MODE**
  - Momentum spread compensated by different path lenths in degrader
  - All fragments of same species have same energy
  - Fragments preserve their spacial distribution

Selección del isótopo de interés

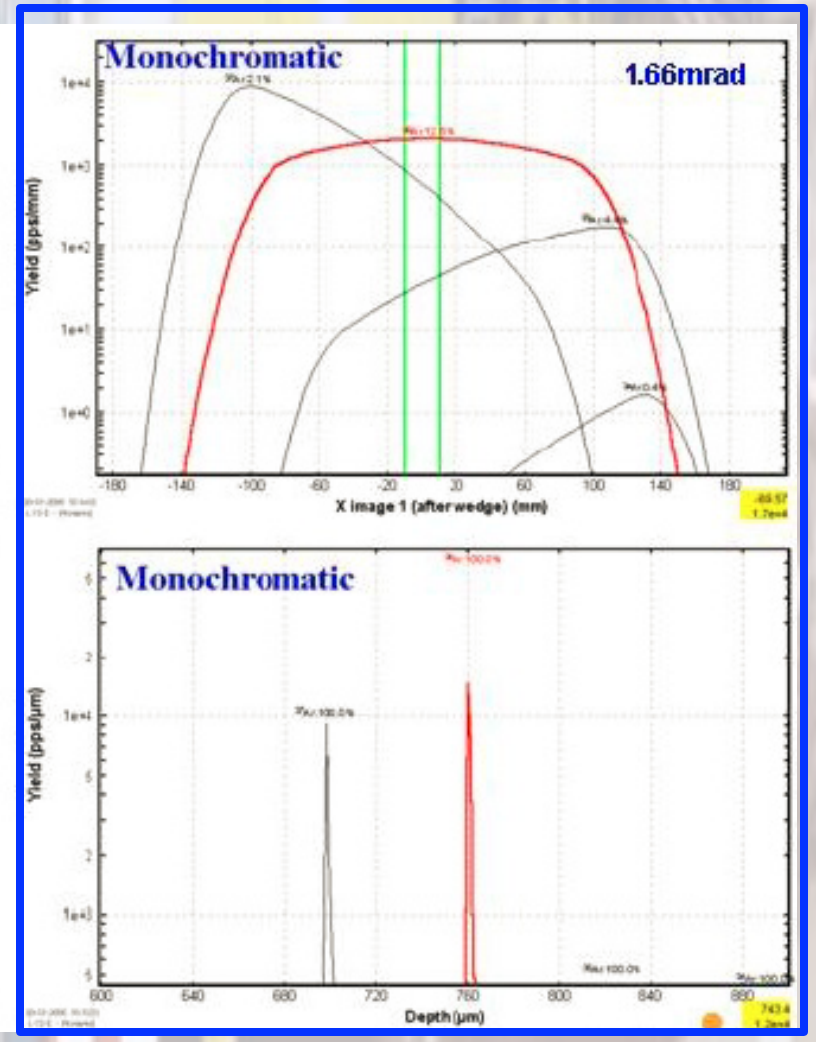


Separación acromática y monoenergética
40Ar@50MeV/u + Ta 100 um – Degradador 200 um Al

ACRO

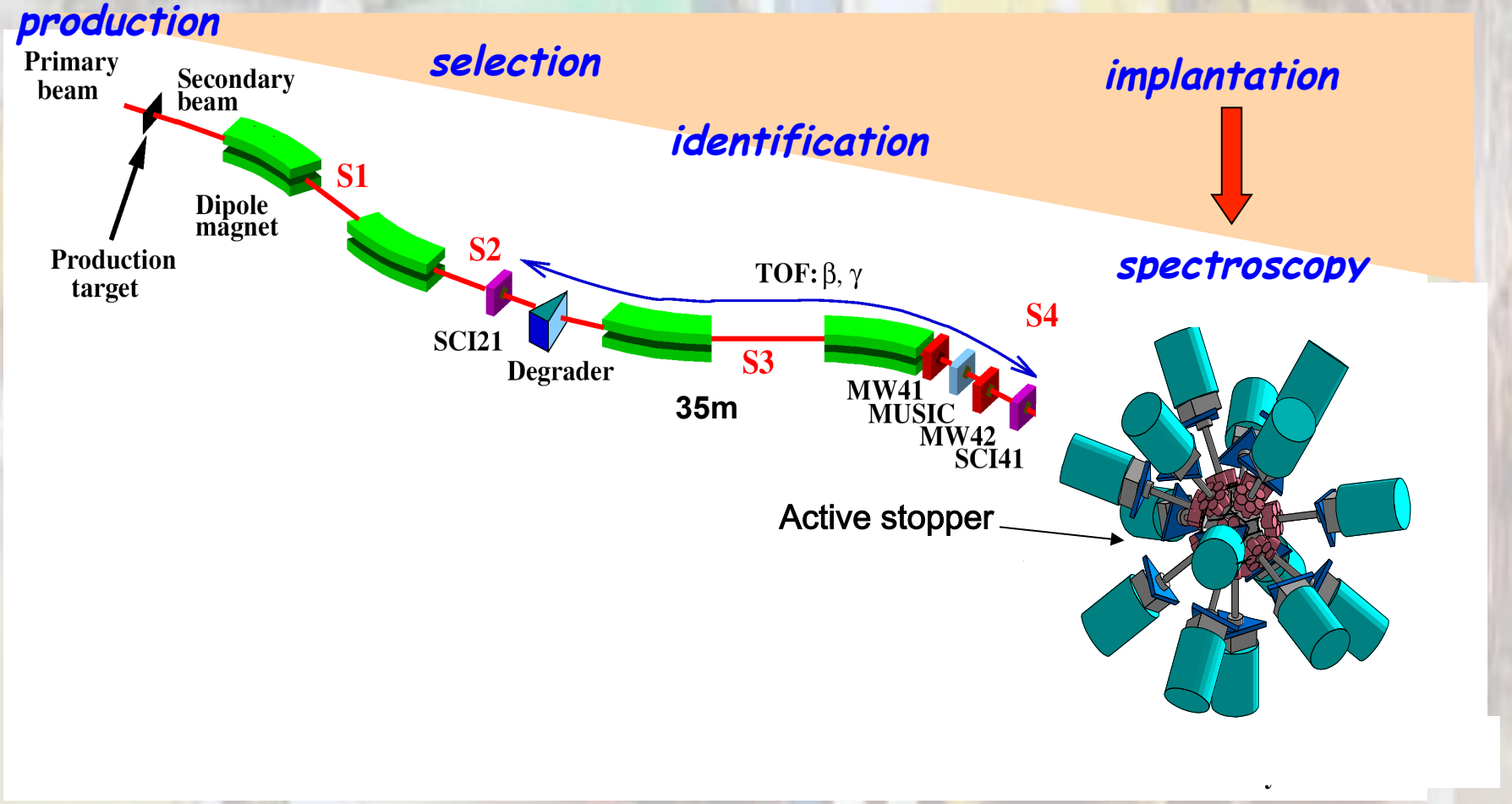


MONO



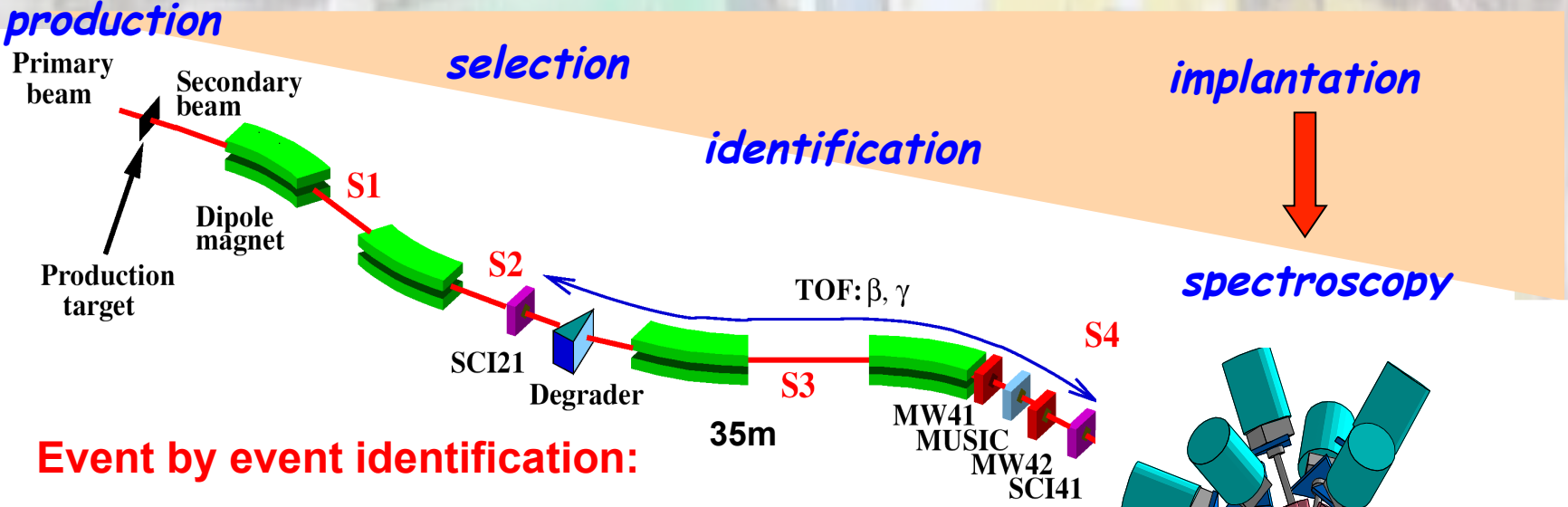
Selección del isótopo de interés

Selección final por medio de la técnica Bρ – ΔE - Bρ



Identificación del isótopo de interés

Identificación por medio de detectores de tracking

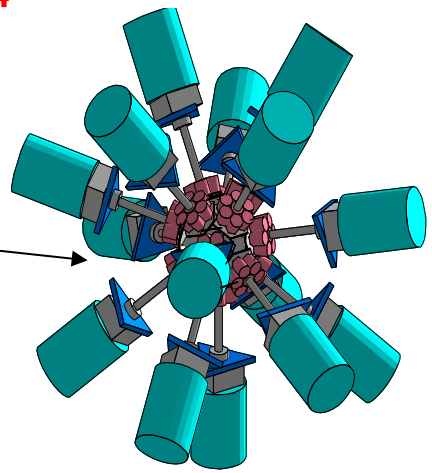


Event by event identification:

Ionization Chambers → ΔE → Z^2 → **Z**

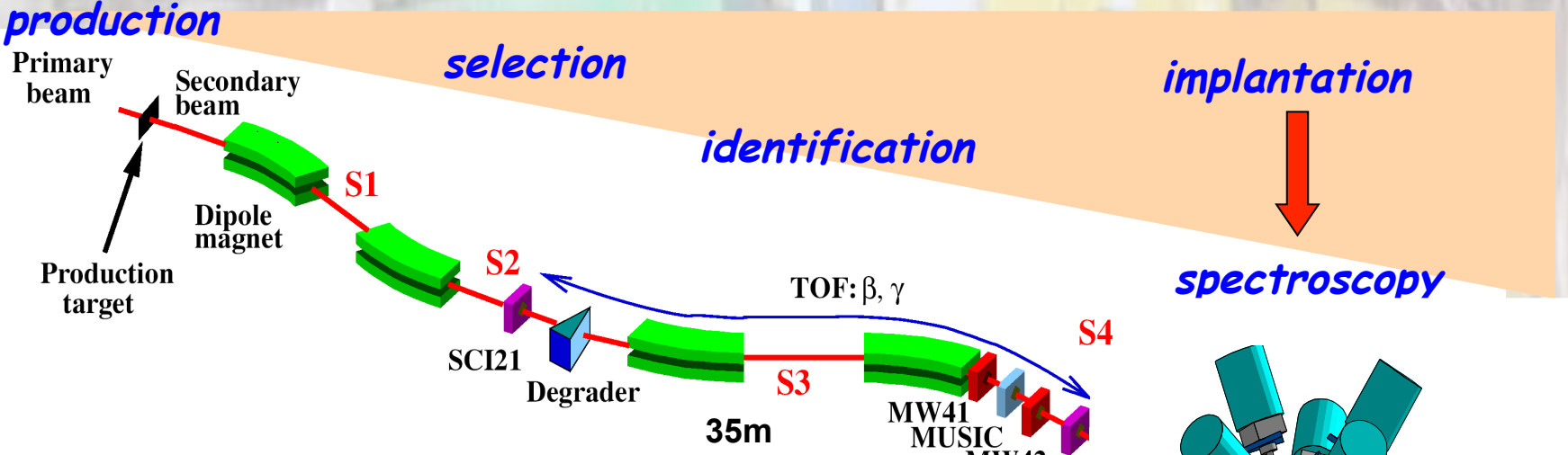
Scintillators S2, S4 → ToF → velocity = L/Δt

A/Z = m/q = B ρ / (γ v)

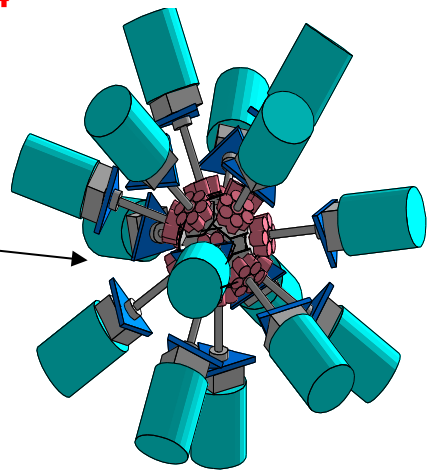


Identificación del isótopo de interés

Identificación por medio de detectores de tracking



Tracking Detectors → Total Rate Limits:



Total Rate Limit @ S2 = 3E6 Hz

Total Rate Limit @ S4 = 1E4 Hz

Aspectos prácticos del código:

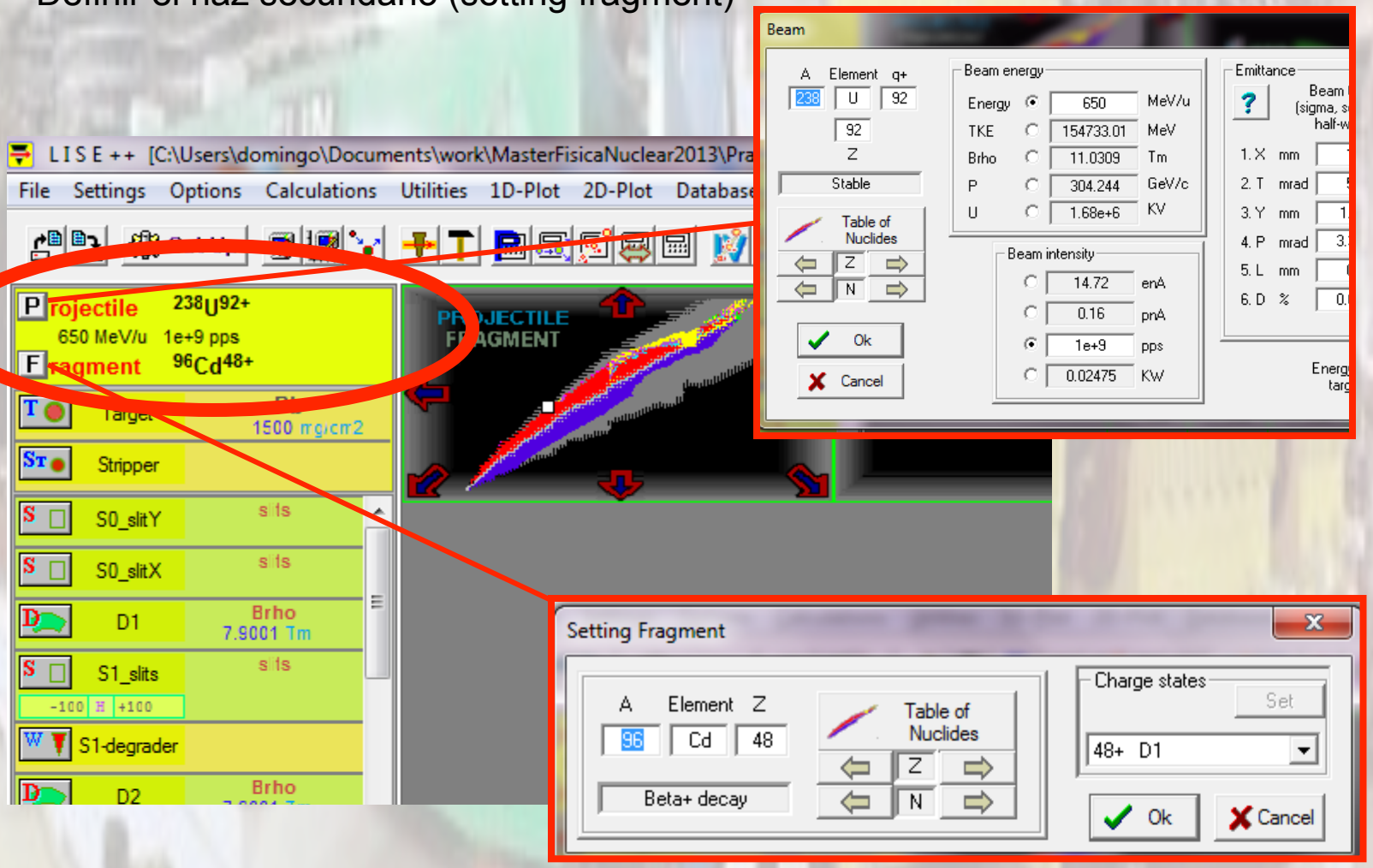
0

- LISE++ es un código de libre uso, se puede descargar de internet y no necesita instalación.
- Creado por O.Tarasov y D.Bazin de MSU-NSCL (USA).
- Útil para calcular la producción y transmisión de fragmentos exóticos de interés en los experimentos de física nuclear.
- Muchas funcionalidades añadidas, como cálculo del rango y la pérdida de energía en materiales, y un largo etc.
- La mejor forma de aprender el código, es jugar/practicar con él.

Aspectos prácticos del código:

1

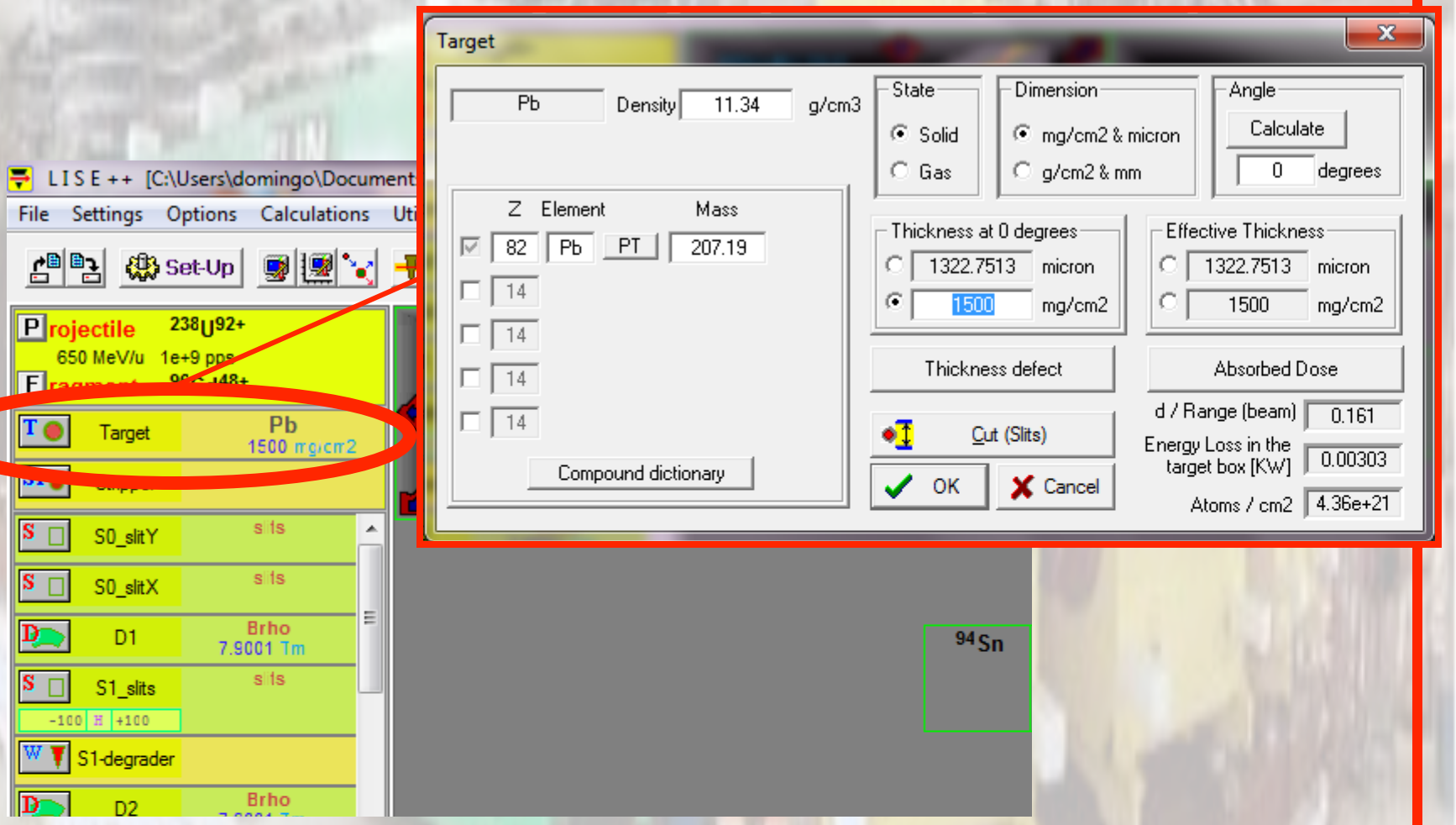
- Definir las caraterísticas del haz primario (proyectil isótopo, energía e intensidad)
- Definir el haz secundario (setting fragment)



Aspectos prácticos del código:

2

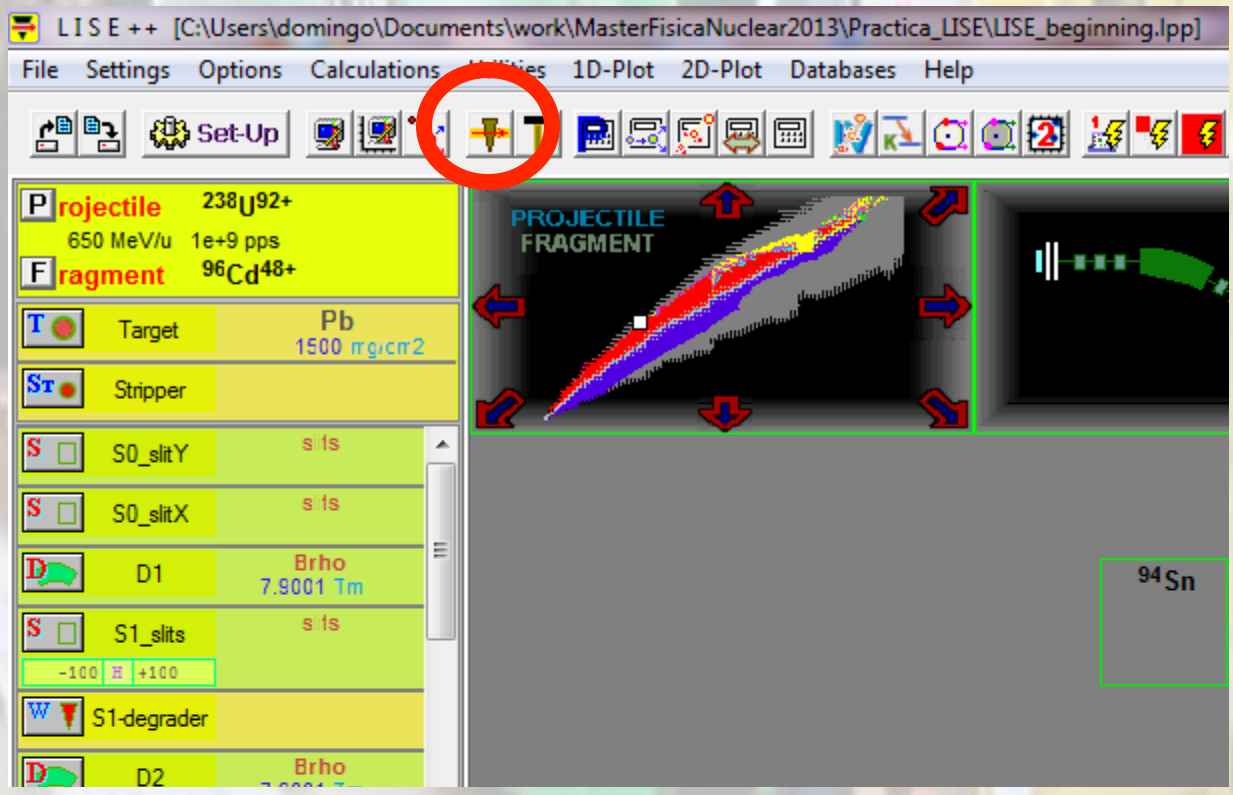
•Definir las caraterísticas del blanco de producción (Target)



Aspectos prácticos del código:

3

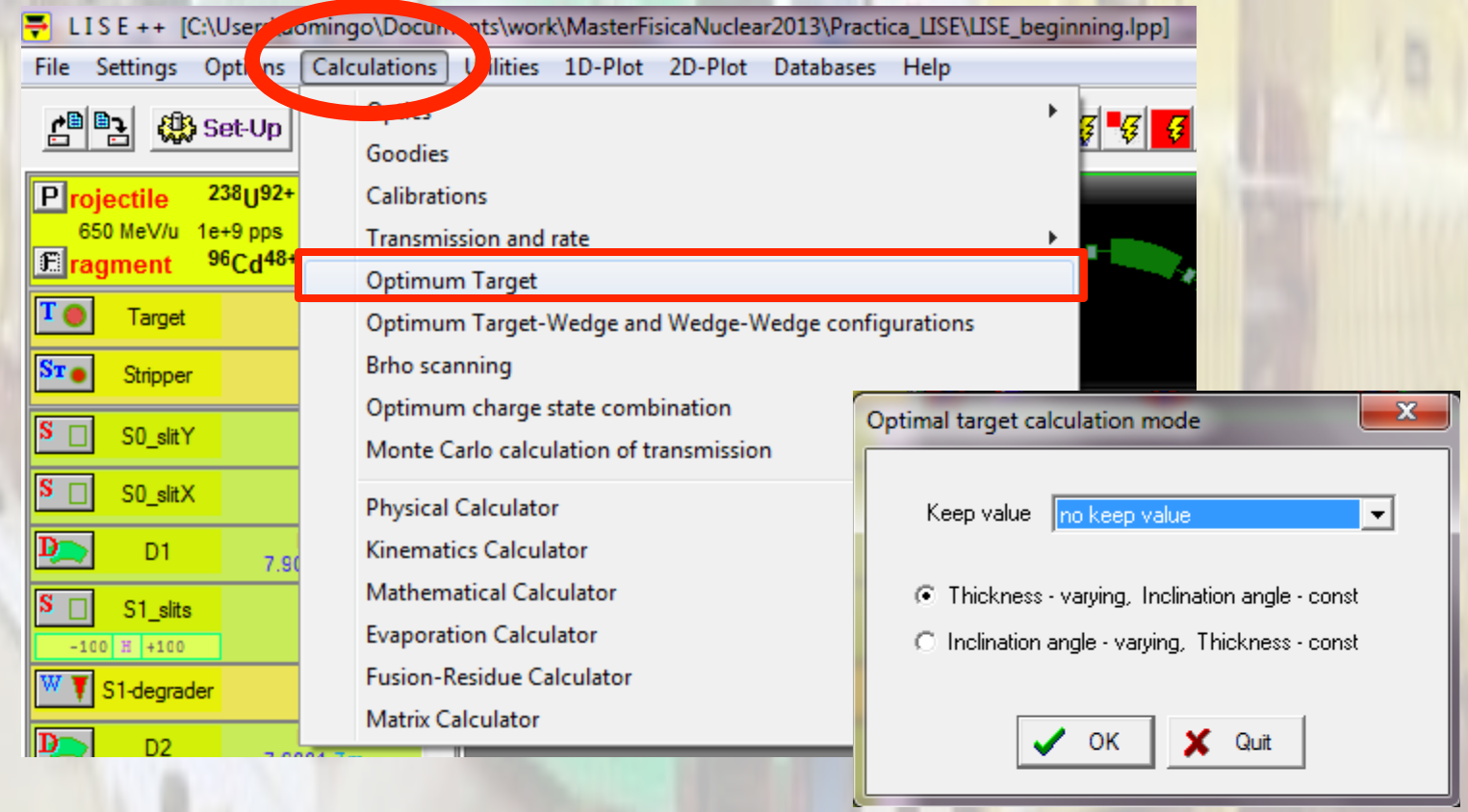
- Ajustar los campos magnéticos (Br) para el fragmento de interés (setting fragment)



Aspectos prácticos del código:

4

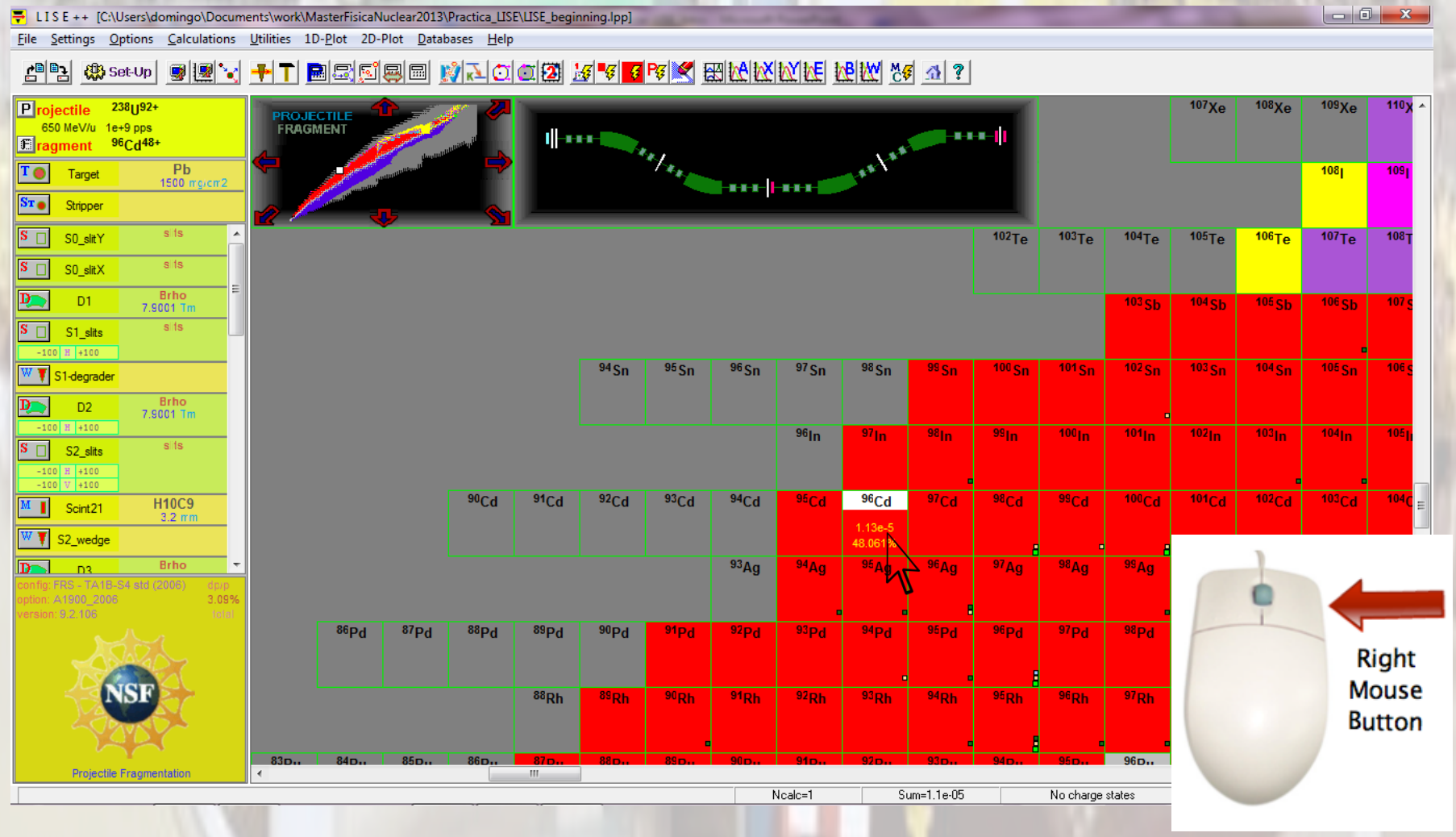
• Optimizar el target de producción (**cada vez que se modifiquen los parámetros del haz primario o del haz secundario**)



Aspectos prácticos del código:

5

- Calcular la producción del fragmento de interés (en primera aproximación):

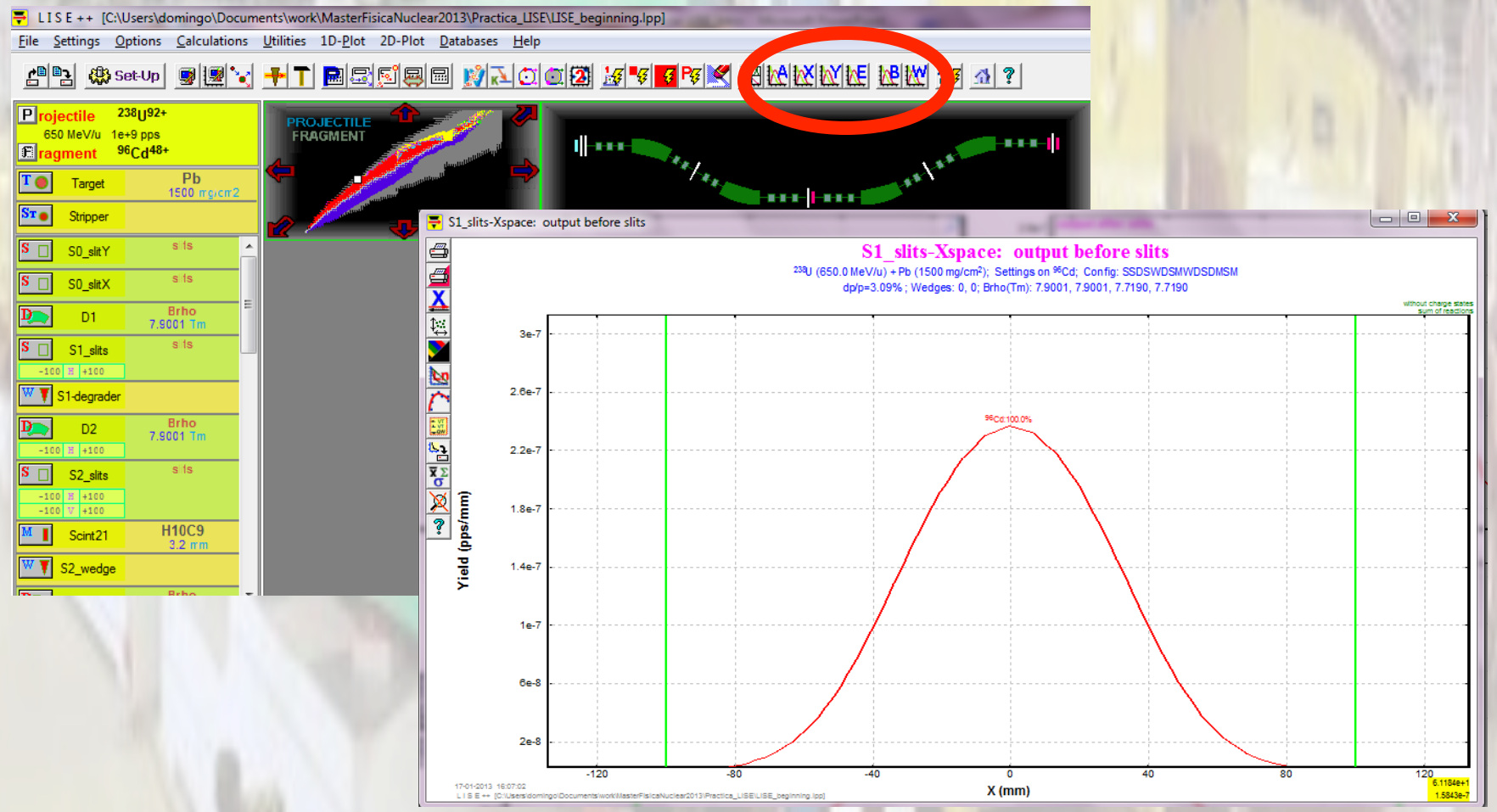


Aspectos prácticos del código:

6

- Menús de uso frecuente:

Distribución del RIB en posiciones (X) y en energía (E)

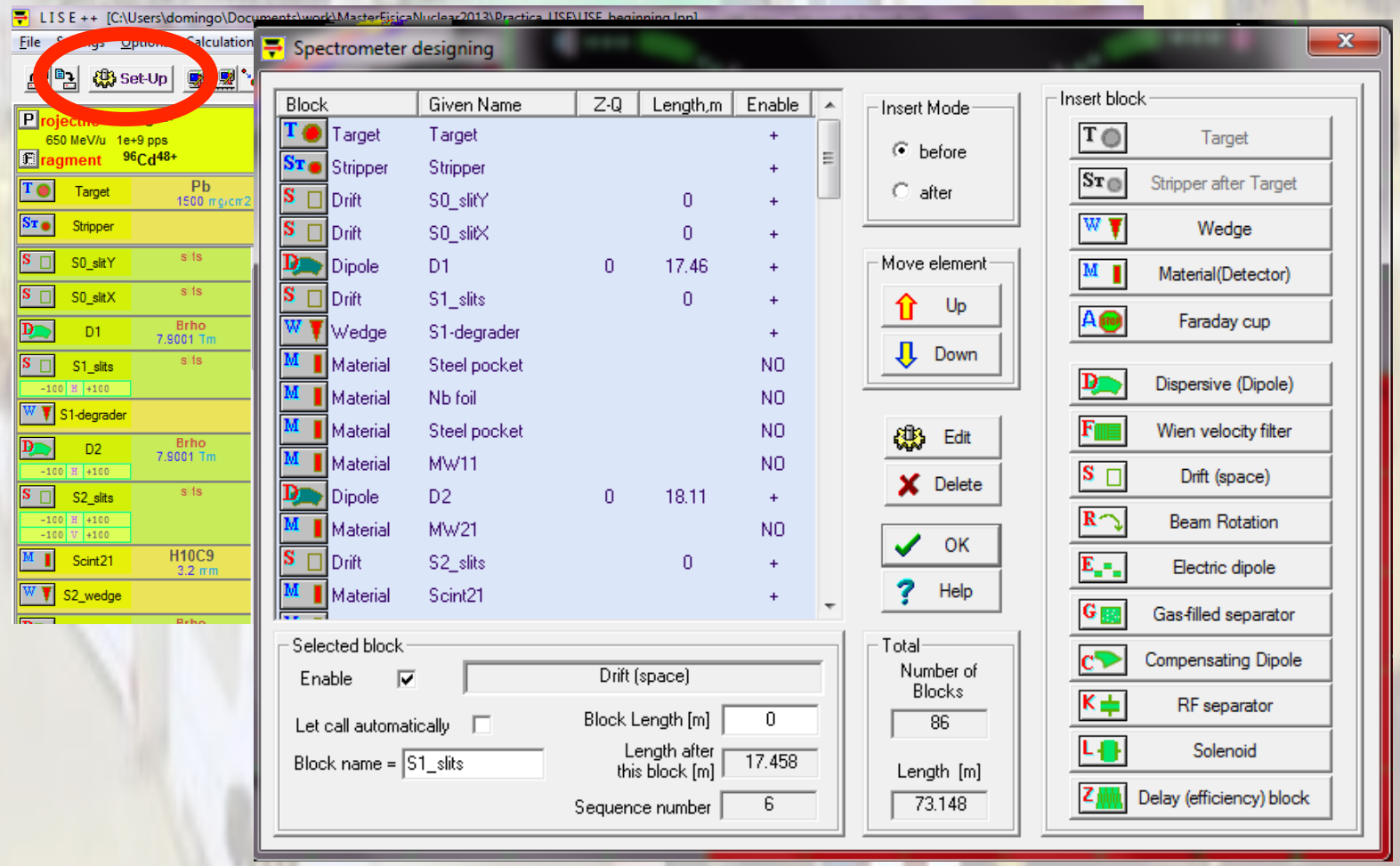


Aspectos prácticos del código:

6

- Menús de uso frecuente:

Diseño del espectrómetro: desactivar elementos, ajustar S2-wedge, añadir una Faraday Cup, etc



Aspectos prácticos del código:

6

- Menús de uso frecuente:

Diseño del espectrómetro: desactivar elementos, ajustar S2-wedge, añadir una Faraday Cup, etc