Low-Energy Cosmic Neutrons Simulations for Smart Agriculture

Yessica Domínguez

Supervisors: Luis A. Núñez, Christian Sarmiento-Cano, Hernan Asorey

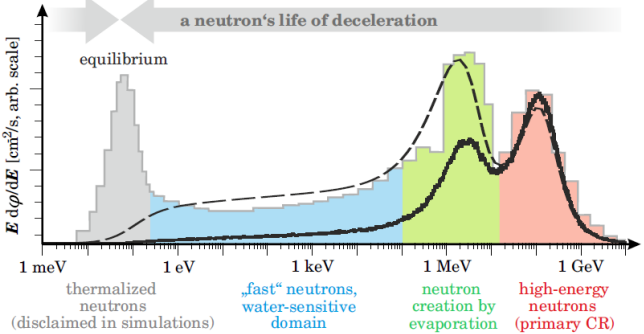
EAIFR-UNIVERSITY OF RWANDA

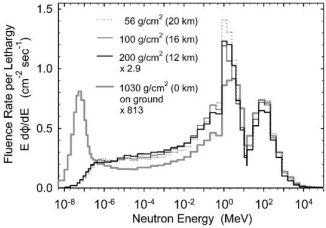
INTRODUCCIÓN

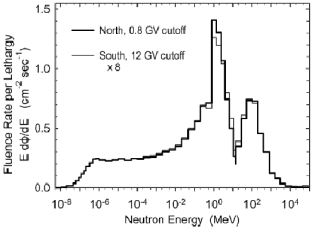
- **Neutrones Cósmicos:**

  Son producto de las reacciones en cadena que se desarrollan en la atmósfera debido a los rayos cósmicos.

  - Neutrones de altas energías (rojo).
  - Neutrones creados por evaporación (verde).
  - Neutrones rápidos (azul).
  - Neutrones de termalización (gris).



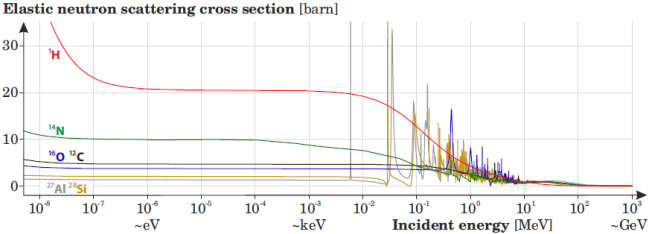


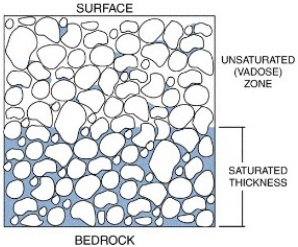


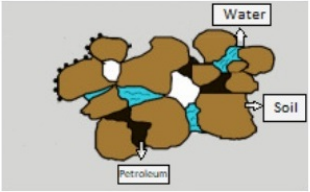
- **Probabilidad de Interacción del neutron:**

- **Algunas Aplicaciones de la técnica:**

  - Detección del flujo de agua (H_2O) en rocas (Hall 2013)
  - Estudio de la contaminacion del suelo por petroléo (Mercerd et al. 2007).
  - Detección de minas terrestres (Masoudi y Ghashami, 2014)







Cosmic Ray Neutron Sensing (CRNS)

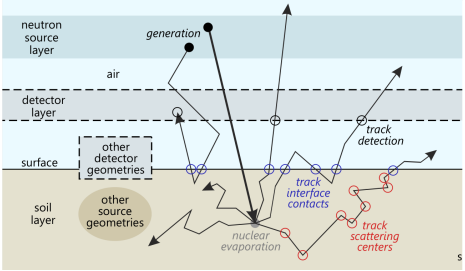
Es una técnica novedosa para determinar la humedad del suelo y una herramienta prometedora para aplicaciones hidrológicas y ambientales.

- **Agricultura inteligente:**
  - Sistemas de riego automáticos.
  - Administración óptima del recurso hídrico.
- **Detección de neutrones:**
  - Gases de isótopos (^3He).
  - Láminas de litio-6

SIMULACIONES

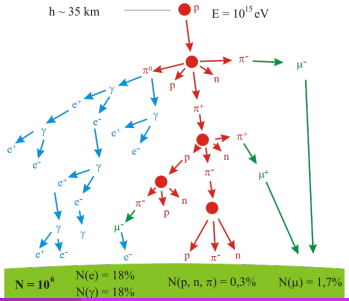
URANOS es un entorno de simulación de neutrones de bajas energías:

- Capa fuente de neutrones.
- Capa de detección.
- Capa del suelo.



FLUKA

- Simula, con alta precisión, la propagación he interacción de diferentes partículas, incluyendo neutrones.
- Los modelos físicos usados por FLUKA se encuentran respaldados por cientos de papers.



OBJETIVOS

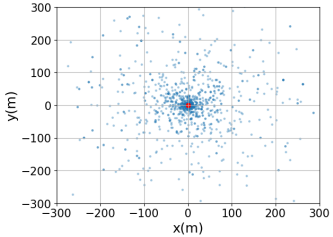
1. Simular la respuesta de un detector físico en URANOS para diferentes condiciones de humedad del suelo.

2. Obtener el espectro de simulacion en URANOS.

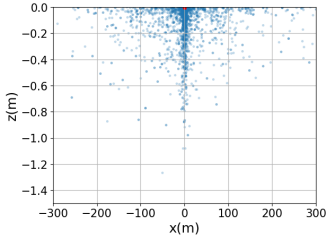
3. Simular la fuente de neutrones en URANOS para diferentes coordenadas geográficas.

RESULTADOS

Vista aerea del suelo (plano x-y)

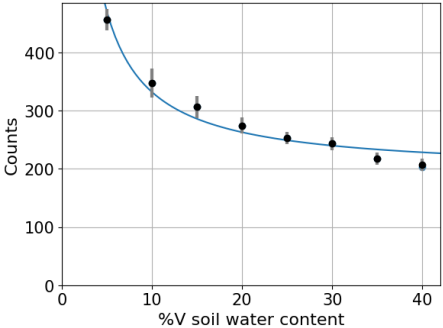


Vista transversal del suelo: (Max Depth)



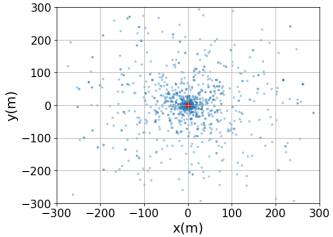
Relación de humedad:

- Porosidad 50%, Cerca del ecuador, al nivel del mar y humedad variable.
- Relación inversa $Counts = a + \frac{b}{\%Vwater}$
- $b = 1427.58 \qquad a = 187.49$

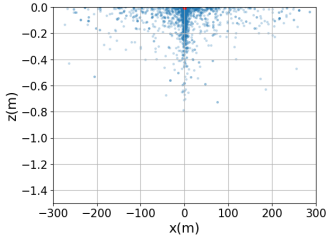


RESULTADOS

Vista aerea del suelo (plano x-y)

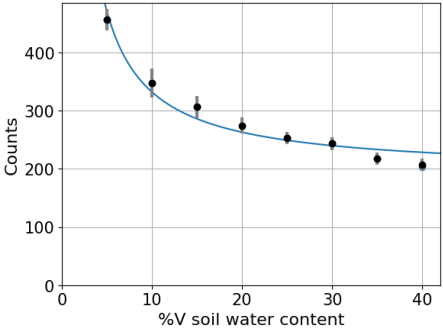


Vista transversal del suelo: (Max Depth)



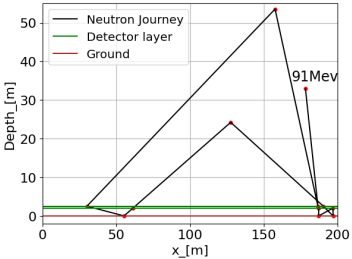
Relación de humedad:

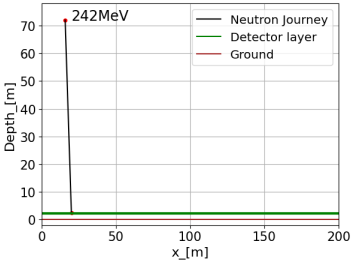
- Porosidad 50%, Cerca del ecuador, al nivel del mar y humedad variable.
- Relación inversa $Counts = a + \frac{b}{\%Vwater}$
- $b = 1427.58 \qquad a = 187.49$



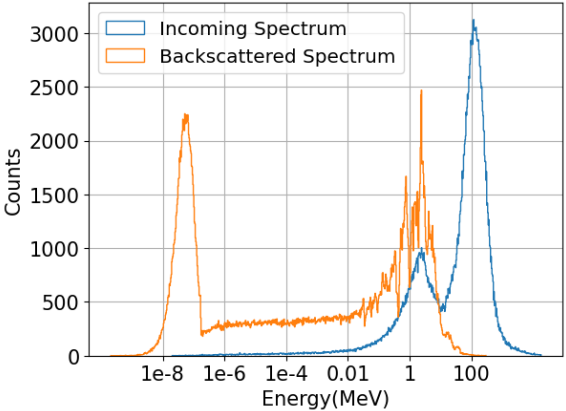
RESULTADOS

Camino realizado por un neutron



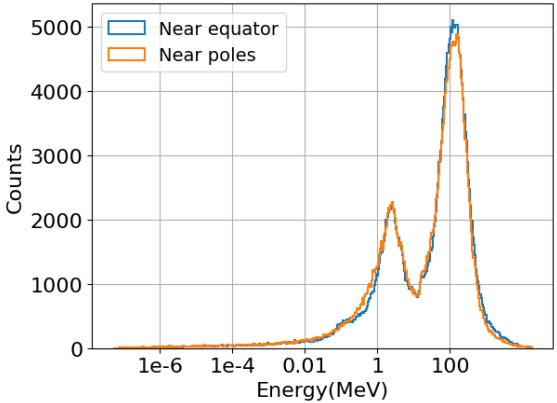


Porosidad 50%, Cerca del ecuador, al nivel del mar y humedad 10%.

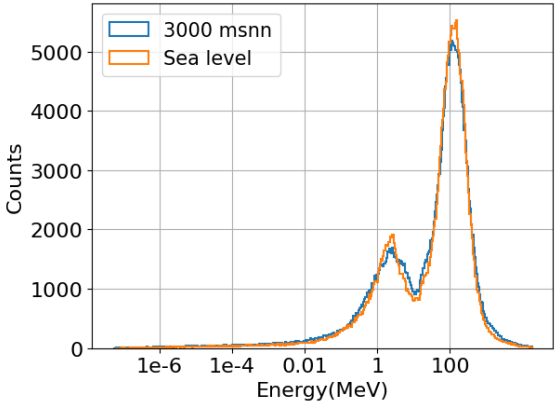


RESULTADOS

Dependecia con el campo geomagnético (Latitud)



Dependencia con la profundidad atmosférica (Altitud)



MUCHAS GRACIAS