

Estimación de la contribución del *forward scattering* de muones en la señal registrada por el detector MuTe

Propuesta de trabajo de grado presentada por
Ricardo de León Barrios

Director: Mauricio Suárez Durán
Codirector: Luis A. Núñez



#LaUISqueQueremos





Contenido

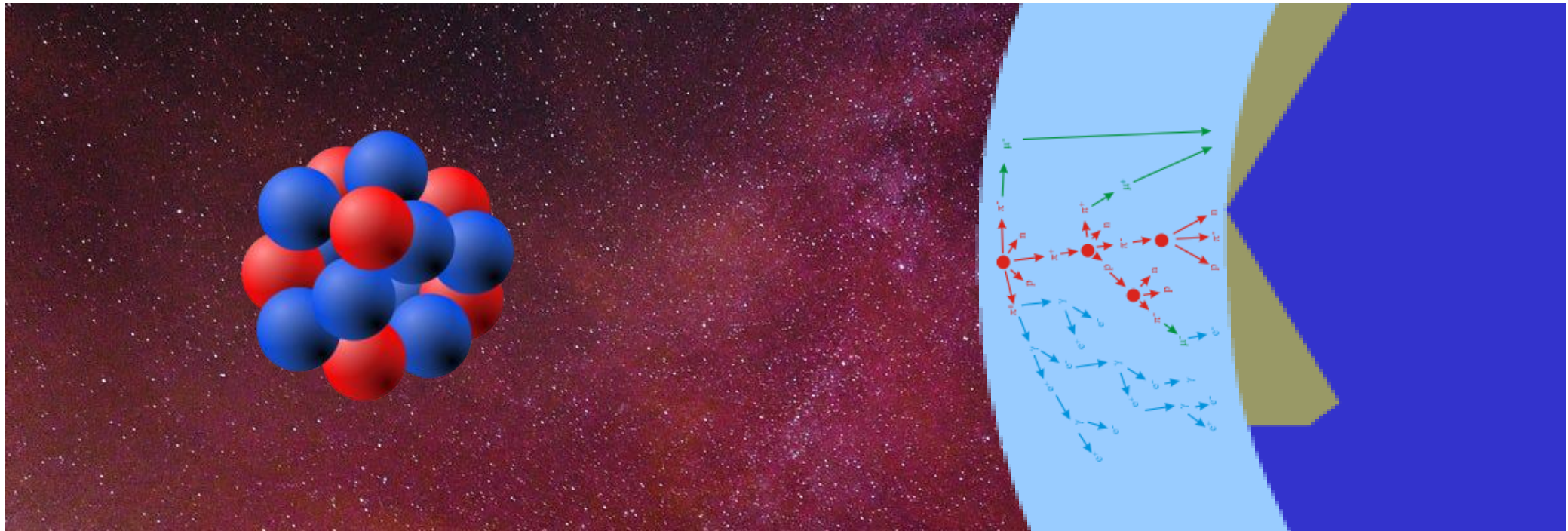
- ☐ Marco conceptual
- ☐ Planteamiento y justificación
- ☐ Objetivos
- ☐ Metodología
- ☐ Resultados esperados

Marco conceptual

Rayos cósmicos

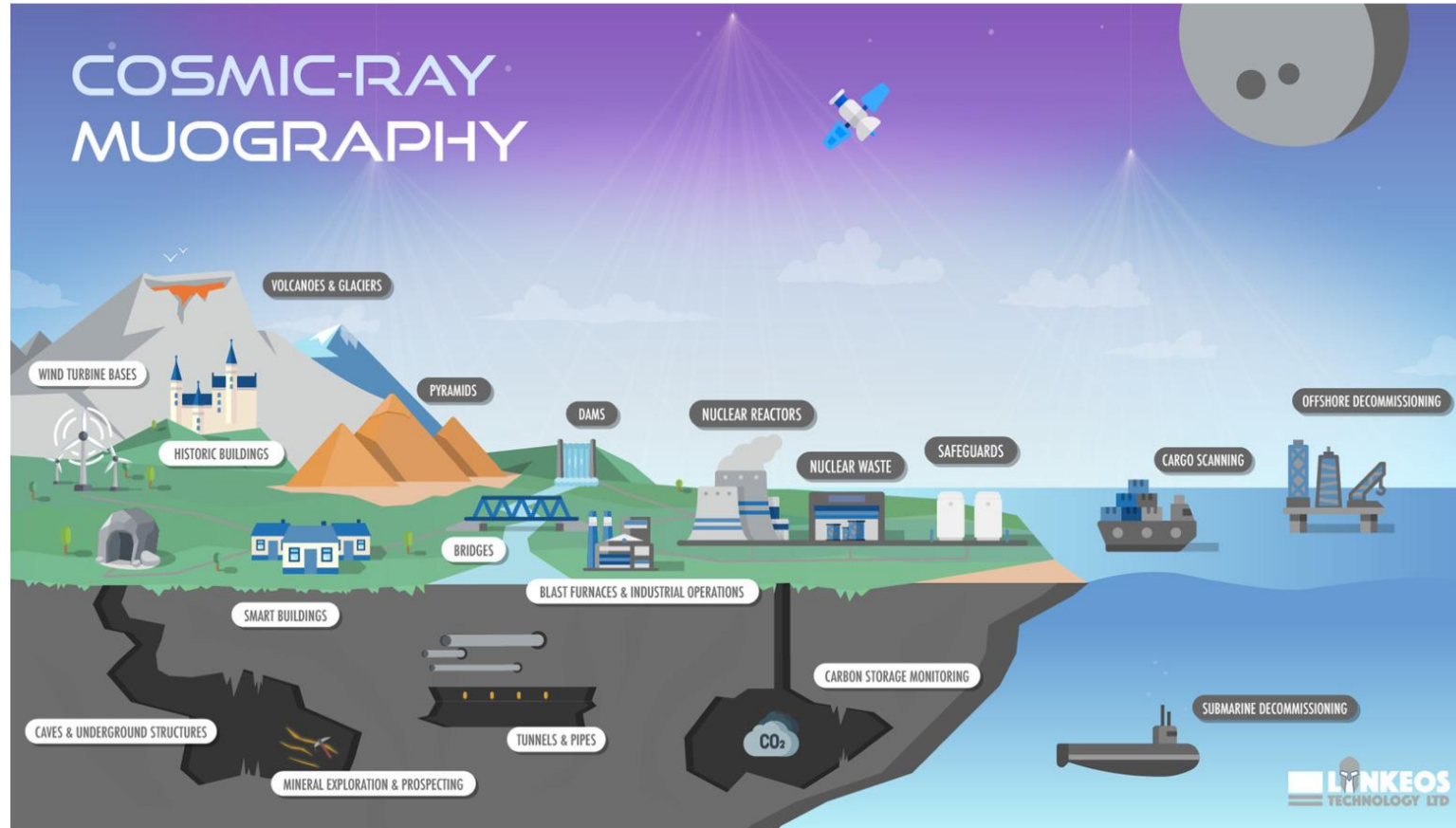
Rayos cósmicos

Cascadas atmosféricas extensas (EAS)



Marco conceptual

Muografía



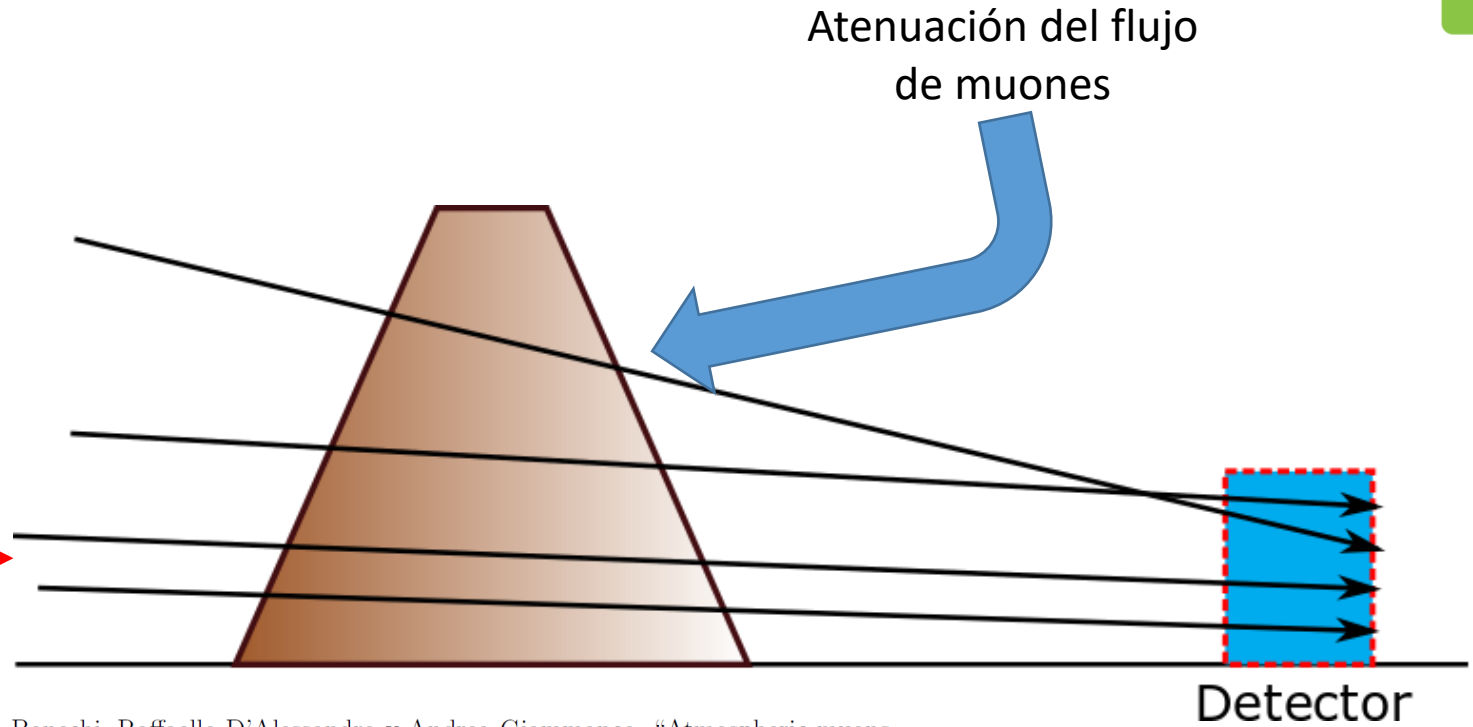
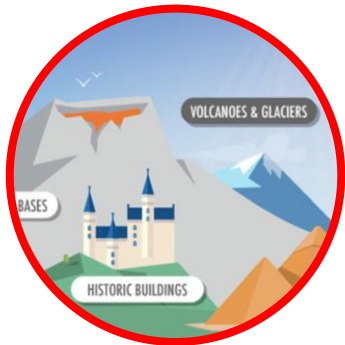
Ralf Kaiser. "Muography: overview and future directions". En: *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 377.2137 (2019), pág. 20180049.

Somos **el mejor** escenario
de creación e innovación.

www.uis.edu.co

Marco conceptual

Muografía volcánica



Lorenzo Bonechi, Raffaello D'Alessandro y Andrea Giammanco. "Atmospheric muons as an imaging tool". En: *Reviews in Physics* (2020), pág. 100038.

N Lesparre y col. "Geophysical muon imaging: feasibility and limits". En: *Geophysical Journal International* 183.3 (2010), págs. 1348-1361.

Ralf Kaiser. "Muography: overview and future directions". En: *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 377.2137 (2019), pág. 20180049.

Somos **el mejor** escenario
de creación e innovación.

www.uis.edu.co

Marco conceptual

Muografía volcánica

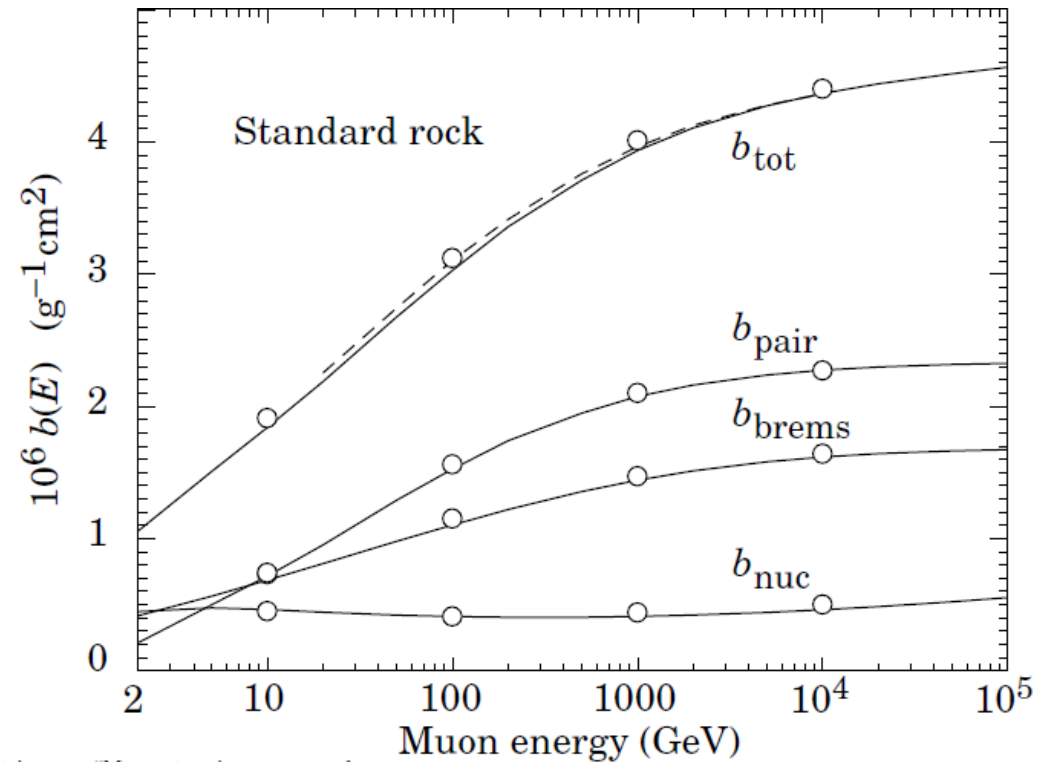
Poder de frenado

$$\left\langle -\frac{dE}{dx} \right\rangle = a(E) + b(E)E$$

Contribución de procesos radiativos

Poder de frenado electrónico

Donald E Groom, Nikolai V Mokhov y Sergei I Striganov. "Muon stopping power and range tables 10 MeV–100 TeV". En: *Atomic Data and Nuclear Data Tables* 78.2 (2001), págs. 183-356.





Marco conceptual

Herramientas de simulación

CORSIKA

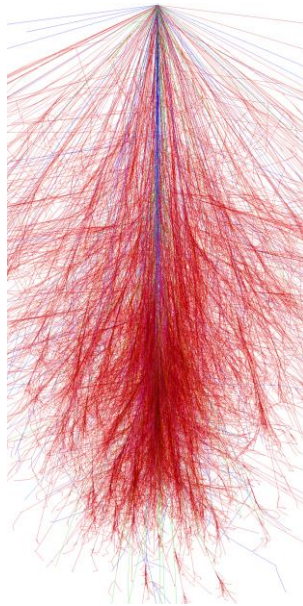


Imagen tomada de ikp.kit.edu/corsika/

MAGNETOCOSMICS

The Earth's Magnetic Field

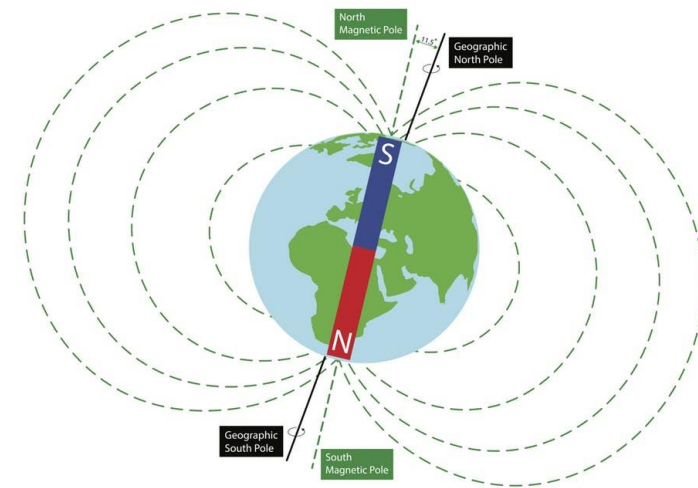


Imagen tomada de sciencealert.com



Marco conceptual

Herramientas de simulación



Sea Agostinelli y col. “GEANT4—a simulation toolkit”. En: *Nuclear instruments and methods in physics research section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 506.3 (2003), págs. 250-303.

Rolando Calderón y col. “Geant4 based simulation of the Water Cherenkov Detectors of the LAGO Project”. En: *Nuclear and Particle Physics Proceedings* 267 (2015), págs. 424-426.

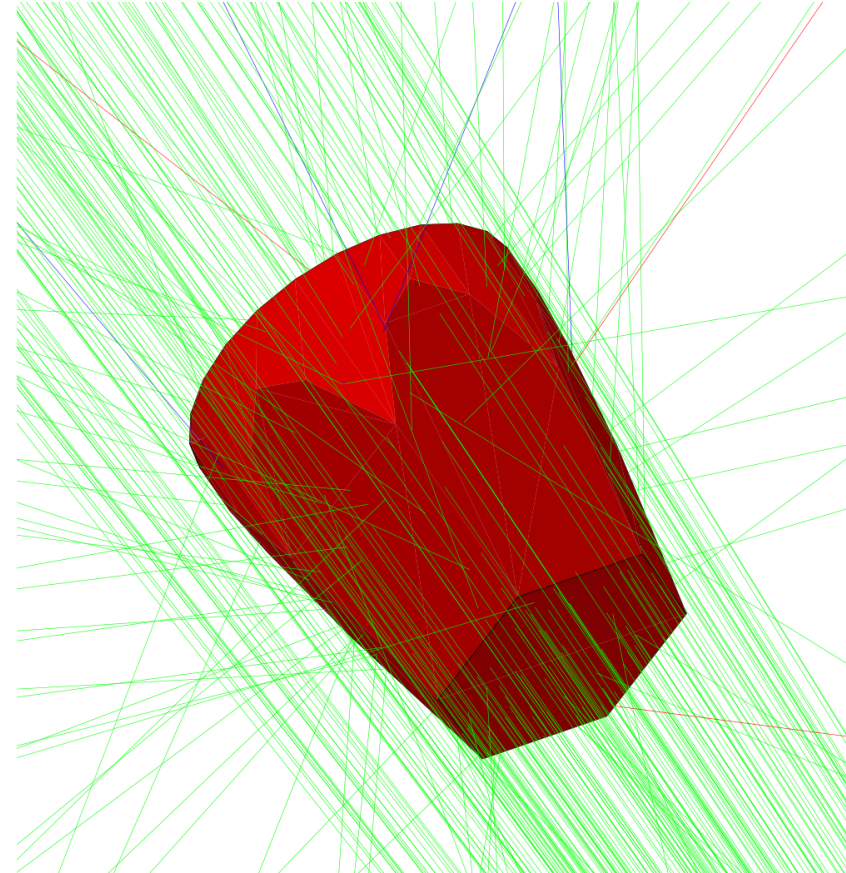


Imagen tomada de *Somos el mejor* escenario de creación e innovación.

Wikimedia Commons

www.uis.edu.co

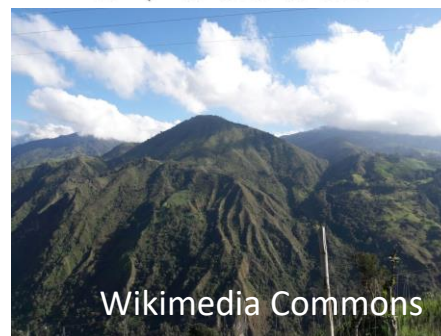


Planteamiento y justificación

Proyecto

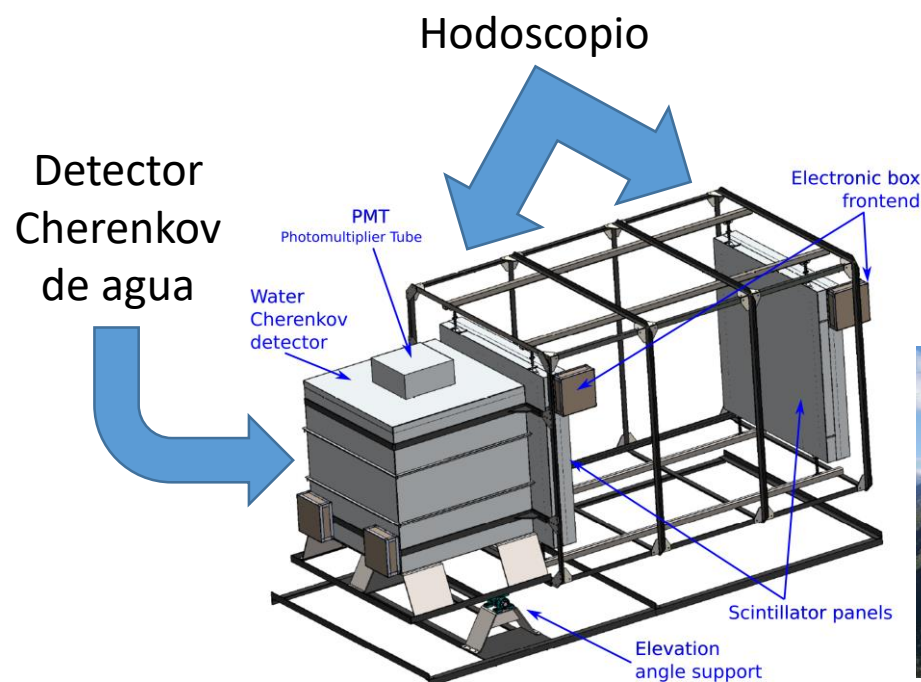
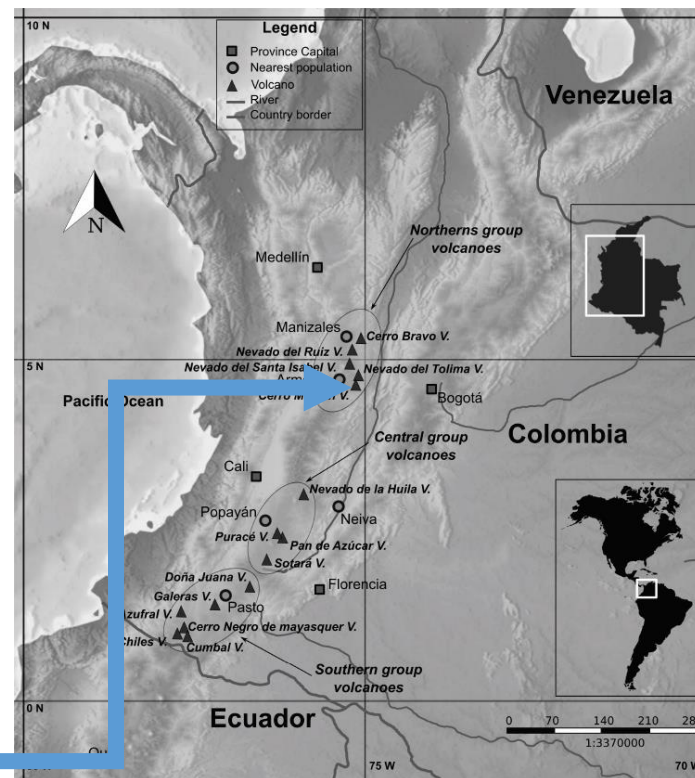


Mute



Wikimedia Commons

Cerro Machín



Adriana Vásquez-Ramírez y col. “Calibration and first measurements of MuTe: a hybrid Muon Telescope for geological structures”. En: *PoS (ICRC2019)* 381 (2019).

Jesús Peña Rodríguez. “miniMuTe: A muon telescope prototype for studying volcanic structures with cosmic ray flux.” En: *Scientia et technica* 23.3 (2018), págs. 386-391.

Jose Sanabria-Gomez. “Mute: Muon Telescope for Volcanic Muonography.” En: *AGUFM* 2018 (2018), NS23B-0703.

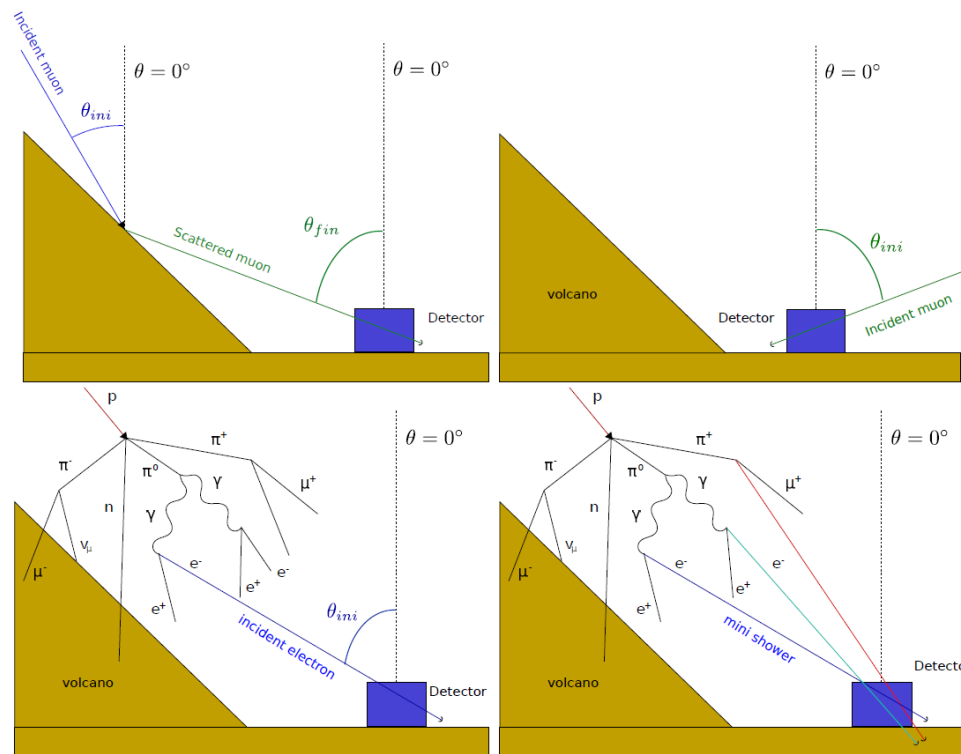
A Vesga Ramírez y col. “Muon Tomography sites for Colombia volcanoes”. En: *arXiv preprint arXiv:1705.09884* (2017).

María Alejandra Vesga Ramírez. “Inversión Geofísica A Partir De Datos De Muonografía Volcánica Para Proyecto MuTe.” Tesis de maestría. Universidad Industrial de Santander, Escuela De Física, 2018.



Planteamiento y justificación

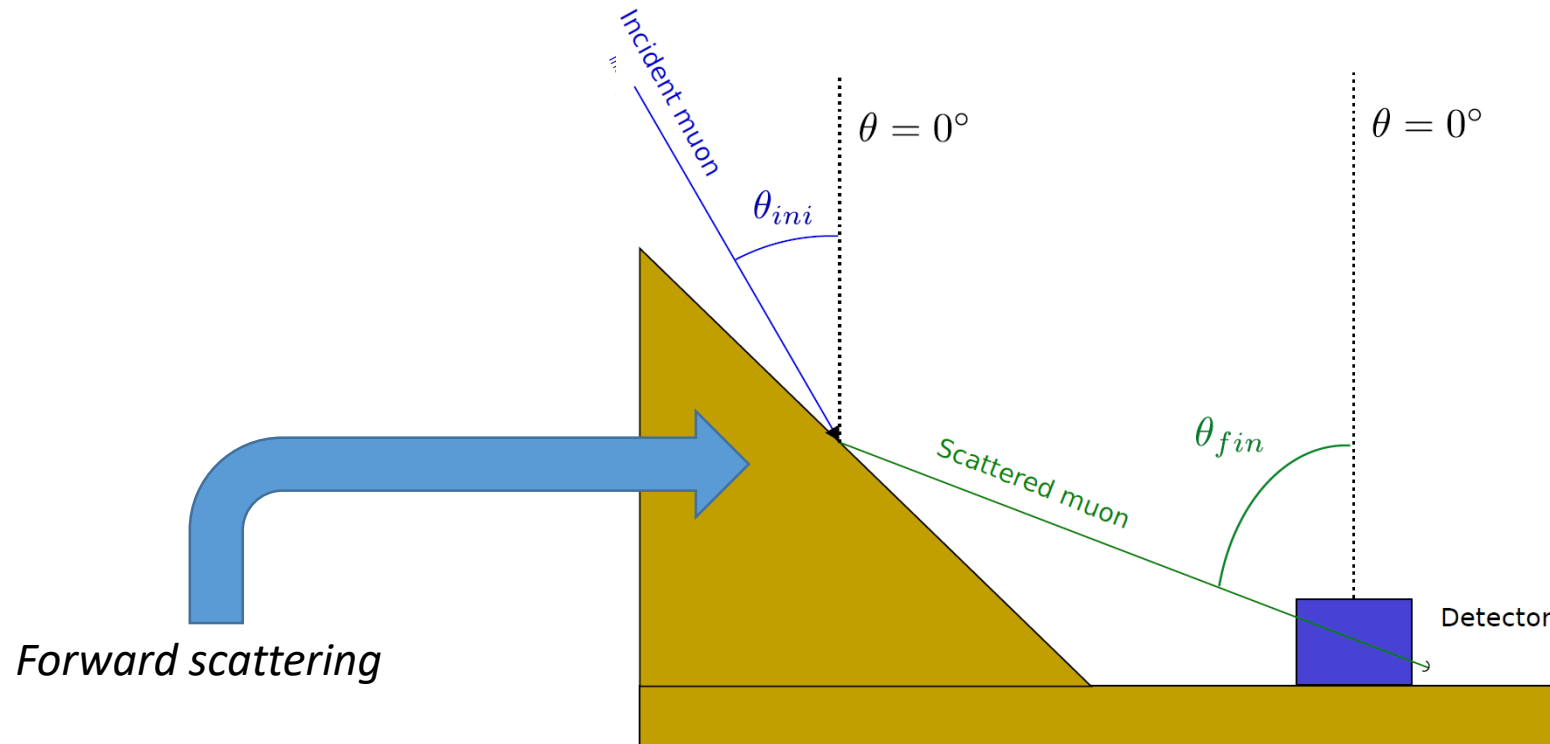
Fuentes de Ruido



A Vesga Ramírez y col. “Muon Tomography sites for Colombia volcanoes”. En: *arXiv preprint arXiv:1705.09884* (2017).

Planteamiento y justificación

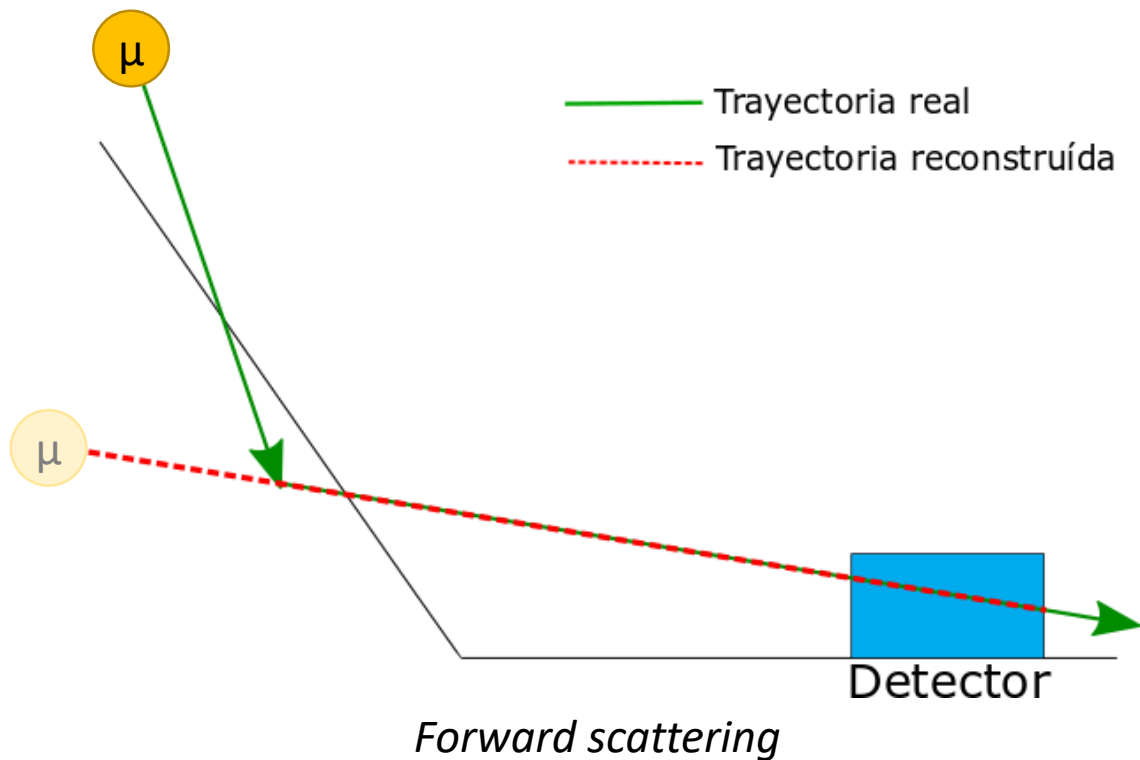
Fuentes de Ruido



A Vesga Ramírez y col. "Muon Tomography sites for Colombia volcanoes". En: *arXiv preprint arXiv:1705.09884* (2017).



Objetivos



General

- Estimar la contribución del *forward scattering* de muones en la señal registrada por el detector MuTe.

Específicos

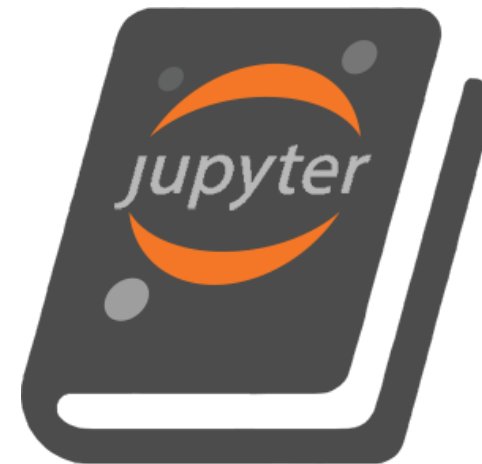
1. Estimar el flujo de fondo de partículas secundarias a nivel del suelo en el Cerro Machín teniendo en cuenta el efecto del campo geomagnético.
2. Estimar la señal producida en MuTe debido al flujo de fondo en el Cerro Machín.
3. Modelar computacionalmente un volumen de materia compuesto de roca estándar y estimar cuánta radiación es producida por el fenómeno de *forward scattering* de muones usando como fuente los muones obtenidos en el objetivo 1.
4. Calcular si la señal producida por el *forward scattering* de muones en MuTe es estadísticamente significativa respecto de la estimada en el objetivo 2.

Metodología

Actividades

1. Desarrollo de código para integración de CORSIKA & MAGNETOCOSMICS.
2. Estimación de señal de fondo en detector con códigos MuTe.
3. Cálculo de radiación por *forward scattering* de muones con Geant4.
4. Comparación entre señal de fondo y ruido por *forward scattering* y análisis de resultados.
5. *Divulgación de resultados mediante libro de trabajo de grado.*

1. – 2.
CORSIKA + MAGNETOCOSMICS



Metodología

Actividades

1. Desarrollo de código para integración de CORSIKA & MAGNETOCOSMICS.
2. Estimación de señal de fondo en detector con códigos MuTe.
3. Cálculo de radiación por *forward scattering* de muones con Geant4.
4. Comparación entre señal de fondo y ruido por *forward scattering* y análisis de resultados.
5. *Divulgación de resultados mediante libro de trabajo de grado.*

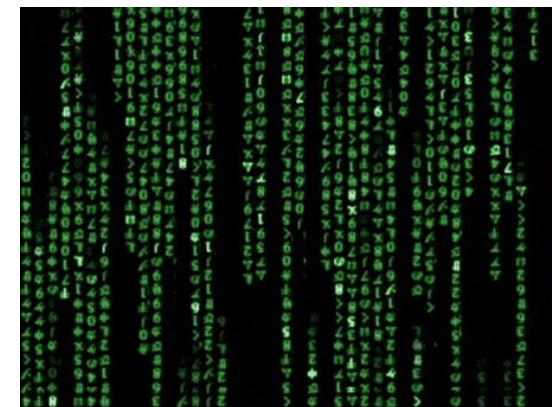




Metodología

Actividades

1. Desarrollo de código para integración de CORSIKA & MAGNETOCOSMICS.
2. Estimación de señal de fondo en detector con códigos MuTe.
3. Cálculo de radiación por *forward scattering* de muones con Geant4.
4. Comparación entre señal de fondo y ruido por *forward scattering* y análisis físico-matemático de resultados.
5. *Divulgación de resultados mediante libro de trabajo de grado.*



Metodología

Actividades

1. Desarrollo de código para integración de CORSIKA & MAGNETOCOSMICS.
2. Estimación de señal de fondo en detector con códigos MuTe.
3. Cálculo de radiación por *forward scattering* de muones con Geant4.
4. Comparación entre señal de fondo y ruido por *forward scattering* y análisis de resultados.
5. *Divulgación de resultados mediante libro de trabajo de grado.*

5.



Metodología

Actividades

1. Desarrollo de código para integración de CORSIKA & MAGNETOCOSMICS.
2. Estimación de señal de fondo en detector con códigos MuTe.
3. Cálculo de radiación por *forward scattering* de muones con Geant4.
4. Comparación entre señal de fondo y ruido por *forward scattering* y análisis de resultados.
5. *Divulgación de resultados mediante libro de trabajo de grado.*

Cronograma

Actividades	Meses 2020						
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Oct. 1 - 15
1	X	X	X				
2			X	X			
3				X	X		
4					X	X	
5 (Escritura del libro de tesis)			X	X	X	X	X



Resultados esperados

- Notebook de integración de CORSIKA + MAGNETOCOSMICS para automatizar y simplificar la simulación de EAS a disposición del proyecto MuTe.
- Evaluación detallada de los efectos del *forward scattering* de muones en señal de detector para beneficio del proyecto MuTe.



Universidad
Industrial de
Santander

#LaUISqueQueremos

iGracias!

