



RiUPTC

Repositorio Institucional
UPTC

repositorio.uptc@uptc.edu.co

XIII ENCUENTRO FACULTAD DE CIENCIAS-UPTC

I ENCUENTRO INTERNACIONAL

“La Investigación Básica en el Posconflicto”

3, 4 y 5 de octubre 2018 - Tunja, Colombia

XXII Jornada de la Investigación

1 al 5 de Octubre de 2018

Simulación de Cascadas Producidas Por Rayos Cósmicos Usando Variables

Aura Jazmín Pérez Rios^{1*}, Jossitt Williams Vargas Cruz²

¹ Grupo de Astrofísica y Cosmología, Ciencias Básicas, Física, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. *aurajazmin.perez@uptc.edu.co

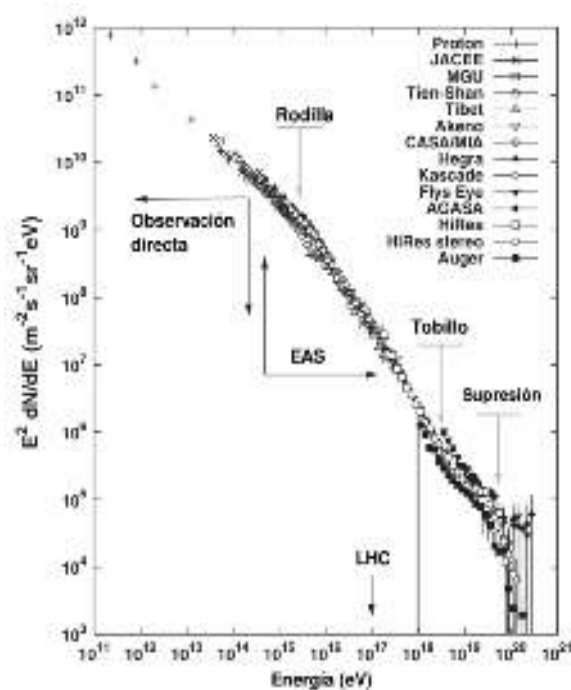
² Facultad de Ingeniería, Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia. *jossittv@gmail.com

El estudio de los rayos cósmicos (CRs) se puede hacer por varios métodos como lo son: mediciones directas de los rayos cósmicos (CRs), por las observaciones de la cascada de aire y la detección por medio de monitores de neutrones, telescopio de muones, detectores gaseosos y de centelleo [1]. Para la detección de rayos cósmicos de baja energía se puede hacer de forma directa, por medio de detectores o espectrómetros colocados en satélites artificiales y globos aerostáticos. La tarea se complica para la detección de rayos cósmicos de alta energía, ya que la tasa de partículas incidentes se hace tan pequeña y su poder de penetración en un detector se hace tan grande, que sería necesario el uso de detectores de una superficie y de un espesor másico tan grande, que su colocación en satélites o globos se hace inviable desde los puntos de vista técnico y económico [2]. Se han observado partículas cósmicas en un amplio rango de energías, que abarca desde energías menores a 10^9 eV hasta valores mayores a 10^{20} eV. En la **Gráfica 1** se muestra el flujo de partículas cósmicas en función de la energía. Distintos métodos experimentales se utilizan para detectar partículas cósmicas según la energía que posean [3].

El objetivo de este trabajo es simular las partículas generadas por un rayo cósmico primario, al interactuar con los núcleos de la atmósfera terrestre, con energías desde $\sim 10^9$ eV hasta $\sim 10^6$ GeV, para diferentes tipos de partículas, núcleos livianos y núcleos pesados. El análisis se realizó para las coordenadas magnéticas y geográficas de la ciudad de Tunja, Boyacá. Con estos resultados, esperamos identificar qué partículas secundarias tienen los mayores recuentos estadísticos y poder optimizar el rendimiento del detector, con el fin de compararlas con diferentes instalaciones de investigación en el mundo, además en Colombia no se ha realizado este tipo de estudios y menos con los Utilizando CORSIKA, se simularon diferentes haces

parámetros de Tunja. El resultado preliminar servirá para la construcción de un laboratorio de detección de Rayos Cósmicos en Tunja, con el objetivo de participar con la colaboración internacional CORSAIR (COsmic Ray SimulATIOn netwoRk: es una red internacional para la simulación sistemática de cascadas de aire de rayos cósmicos en todo el mundo para identificar nuevas y mejores métodos para su estudio).

Gráfica 1: Espectro de Energía de los Rayos Cósmicos



(CRs). Se pueden observar las tres regiones energéticas: rodilla, tobillo y la zona de supresión. Como referencia, se incluye la energía de protones acelerados en el LHC a 7 TeV, $E_{cm} = 14T$ eV, expresados en el sistema del laboratorio, donde uno de los protones está en reposo [3]

primarios: gamma, protón, helio, carbono y hierro,

XIII ENCUENTRO FACULTAD DE CIENCIAS-UPTC

I ENCUENTRO INTERNACIONAL

“La Investigación Básica en el Posconflicto”

3, 4 y 5 de octubre 2018 - Tunja, Colombia

XXII Jornada de la Investigación

1 al 5 de Octubre de 2018

haciendo así un semi barrido desde una partícula liviana hasta una de las partículas mas pesadas, teniendo en cuenta los parámetros de simulación como lo son: partícula primaria, energía de la partícula primaria y las coordenadas geográficas y magnéticas de Tunja – Boyacá.

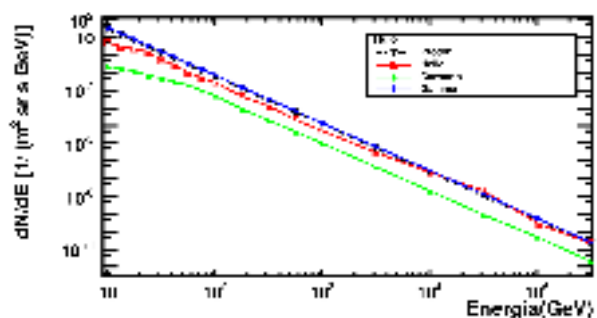
Las energías utilizadas para simulación del rayo cósmico primario están en el rango desde 10 GeV hasta $\sim 10^5$ GeV; las coordenadas geográficas son: longitud $-73,3$, latitud $5,54$ y altitud 2800 m.s.n.m. y magnéticas: $27,2$ nT y $15,3$ nT, datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration, correspondiente, como ya se dijo antes, a la ciudad de Tunja - Boyaca.

A partir de los parámetros nombrados en el párrafo anterior se calculó el flujo de cada partícula, como se observa en las gráficas 2 y 3; donde la partícula con menor flujo es el hierro (gráfica 3) y las de mayor flujo son el protón y el gamma (gráfica 2).

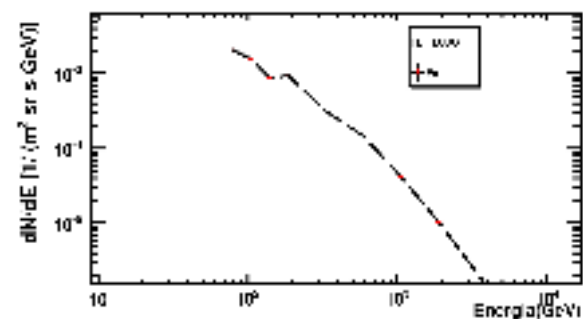
Los datos que se obtuvieron de flujo en función de la energía en la simulación para las diferentes partículas primarias cumplen con la ley de potencia; es decir; que el flujo disminuye con respecto a la energía, como se muestra en la Grafica 1; además se comprobó la dependencia del flujo con respecto a la energía y que los elementos pesados tienden a tener menos flujos.

Referencias

1. Blümer, J., Engel, R., & Hörandel, J. R. (2009). Cosmic rays from the knee to the highest energies. *Progress in Particle and Nuclear Physics*, 63(2), 293-338.
2. Hörandel, J. R. (2008). The origin of galactic cosmic rays. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 588(1), 181-188.
3. Hoerandel, J. R. (2003). On the knee in the energy spectrum of cosmic rays. *Astroparticle Physics*, 19(2), 193-220.



Gráfica 2. Flujo de las partículas: protón (negra), helio (roja), carbono (verde) y gamma (azul).



Gráfica 3. Flujo de la partícula de hierro (negra).