

# Dependencia de las asimetrías temporales en cascadas atmosféricas con la composición química.

D. García Pinto, F. Arqueros <sup>1</sup>  
M.T. Dova, M. Manceñido, A. Mariazzi <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear  
Universidad Complutense de Madrid

<sup>2</sup>Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

XXX Reunion Bienal de la Real Sociedad Española de Física  
12-16 Septiembre



# Índice

- 1 Introducción
- 2 Asimetrías
- 3 Resultados
- 4 Conclusiones



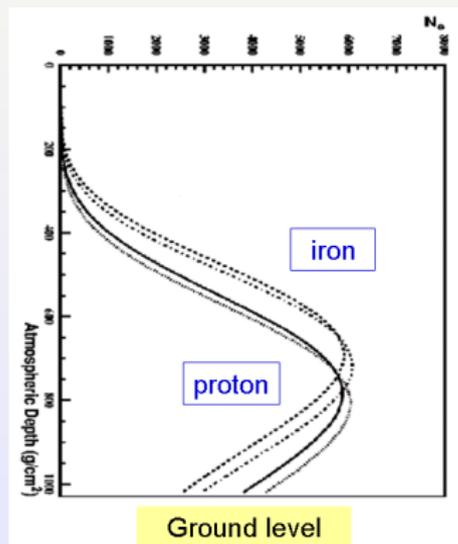
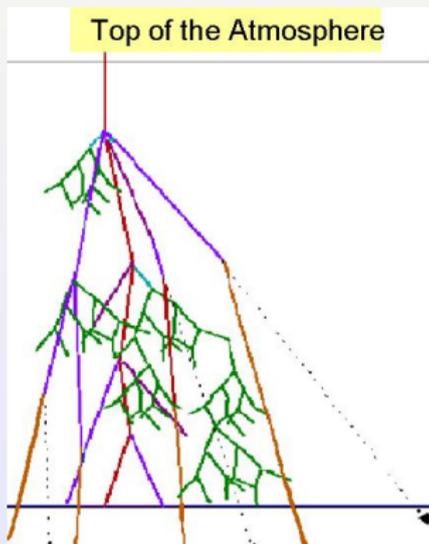
# Índice

- 1 Introducción
- 2 Asimetrías
- 3 Resultados
- 4 Conclusiones



# El problema de la composición

Determinar la **composición de UHECR** es uno de los objetivos del Observatorio Pierre Auger. El principal observable es el desarrollo de la cascada.



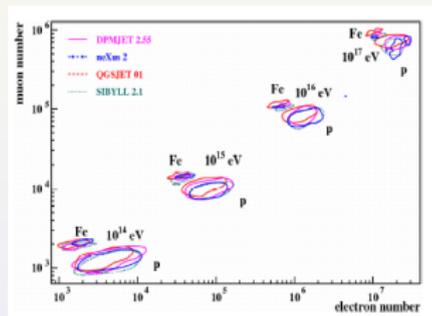
# Observables relacionados con la composición

- Detectores de Fluorescencia

- $X_{MAX}$

- Detectores de Superficie

- Relación  $e^{\pm}/\mu^{\pm}$
- Forma de la distribución lateral
- Curvatura del frente de la cascada
- Estructura temporal de las cascadas



- Detector de Superficie del Observatorio Auger

Forma de los pulsos en los WCD del detector de Superficie.



Asimetrías azimutales en las distribuciones temporales en cascadas no verticales.

**Nuevo observable en el estudio de la composición**

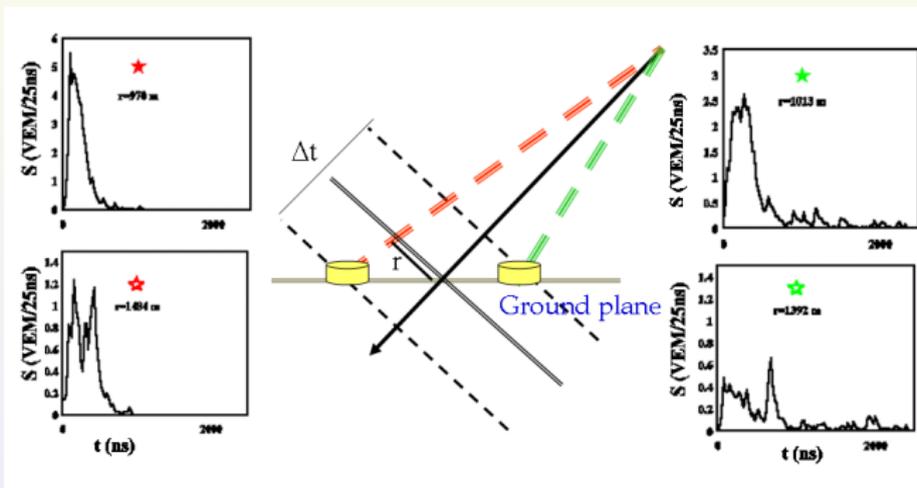


# Índice

- 1 Introducción
- 2 Asimetrías**
- 3 Resultados
- 4 Conclusiones



# Asimetría debida a la evolución de la cascada I



- Desarrollo de la distribución lateral en la atmósfera.
- Atenuación de la componente EM a lo largo del array.



# Índice

- 1 Introducción
- 2 Asimetrías
- 3 Resultados**
- 4 Conclusiones



## Análisis realizado con simulaciones MC

Para el estudio de la sensibilidad del PAO en la separación de las especies con las asimetrías de eventos inclinados:

- AIRES 2.6.0/QGSJET01
- Auger Offline
- Cascadas iniciadas por p y núcleos de Fe.
- $E = 10^{19}$  eV,  $E = 10^{20}$  eV.
- $\theta = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 60^\circ$ .

Distribuciones temporales analizadas.

- **Rise Time**: Tiempo entre el 10% y el 50% de la señal integrada.
- **Fall Time**: tiempo entre el 50% y el 90%.

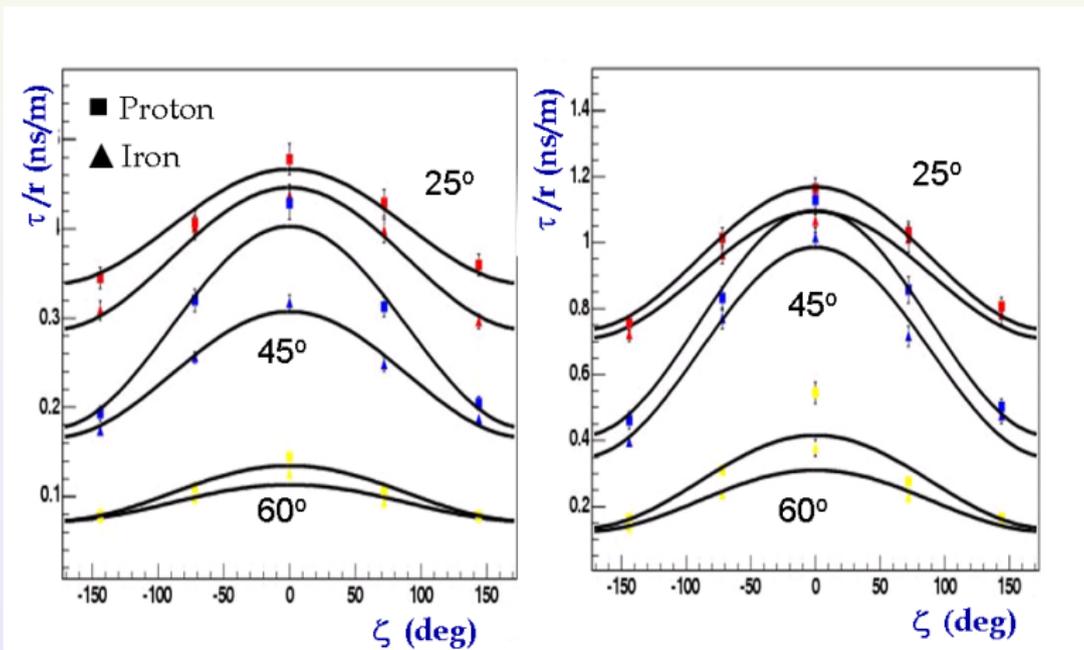
Ajuste utilizando  $\tau(r, \zeta) = a + b \cos \zeta \rightarrow \frac{b}{a}$

Asimetría temporal,  $E = 10^{20}$  eV, 500 - 2000 m

Rise Time

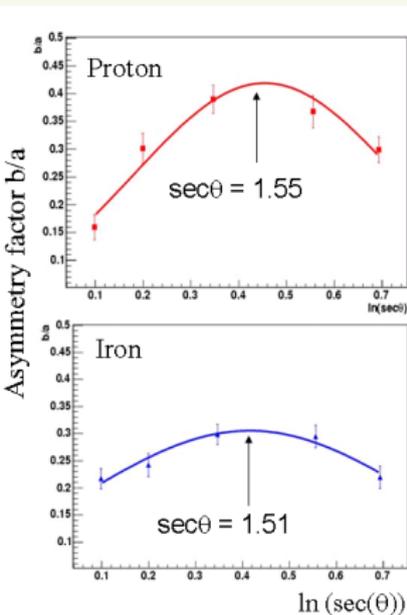
$$\tau(r, \zeta) = a + b \cos \zeta$$

Fall Time

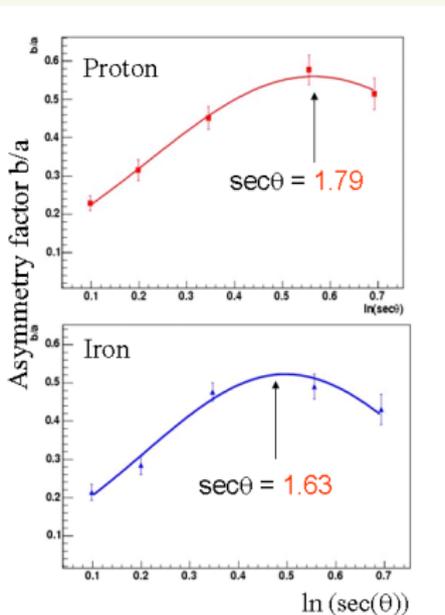


# Parámetro de asimetría $b/a$ vs $\sec \theta$ , $E = 10^{20}$ eV

## Rise Time

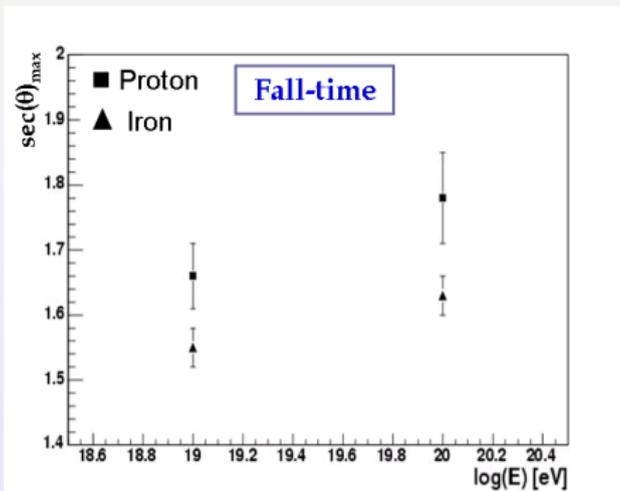


## Fall Time



## Sensibilidad a la composición química

- Claro máximo de la distribución del factor de asimetría con  $\ln \sec \theta$ .
- La posición del máximo  $X_{asymax}$  es sensible a la masa del primario.
- Fall Time parece ser mejor discriminador que Rise Time.



# Índice

- 1 Introducción
- 2 Asimetrías
- 3 Resultados
- 4 Conclusiones**



# Conclusiones

- 1 Nuevo observable para la discriminación de la masa de la partícula primaria.
- 2 El método puede ser aplicado a cualquier distribución temporal.
- 3 Se espera una buena separación de las especies de primarios con una muestra de gran estadística de cascadas inclinadas recogida por el Observatorio Pierre Auger.

# No todo es trabajo con el ordenador ...

