

CARACTERIZACIÓN DE PERFILES ATMOSFÉRICOS PARA LA CADENA DE SIMULACIÓN DE LA COLABORACIÓN LAGO

Jennifer Grisales Casadiegos

Directores:

Dr. Luis A. Núñez

Mg. Christian Sarmiento Cano



Facultad
de Ciencias

Escuela
de Física



1 ASTROPARTÍCULAS

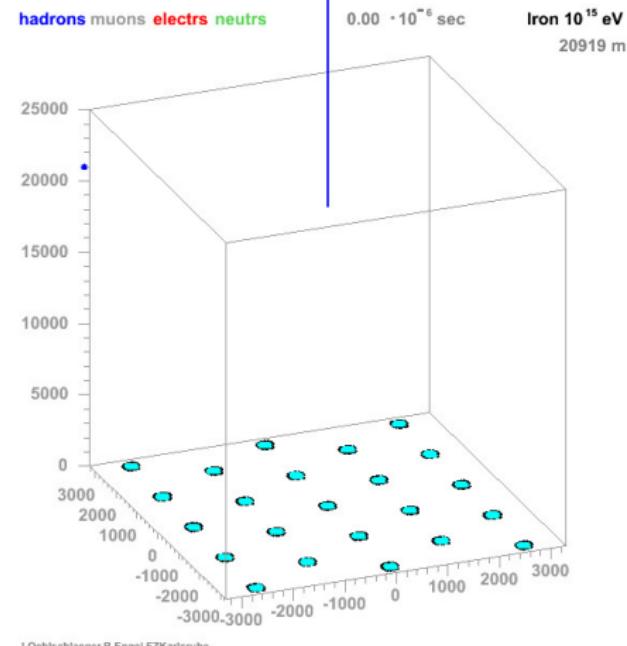
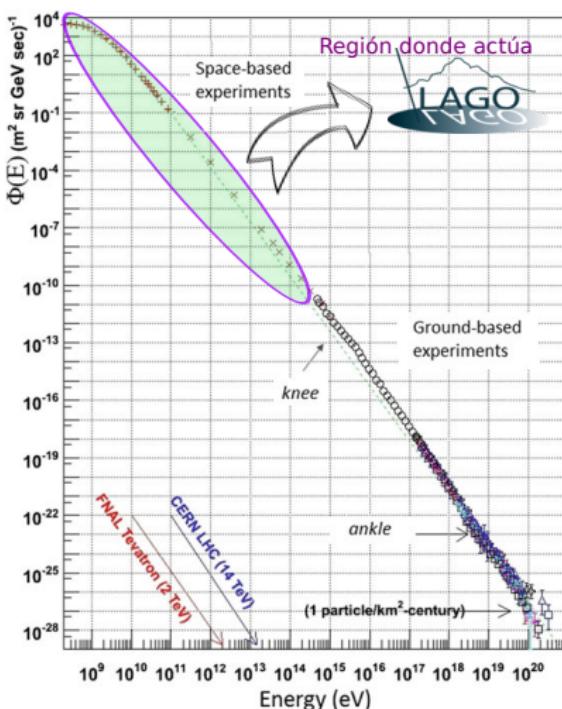
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3 METODOLOGÍA

4 RESULTADOS

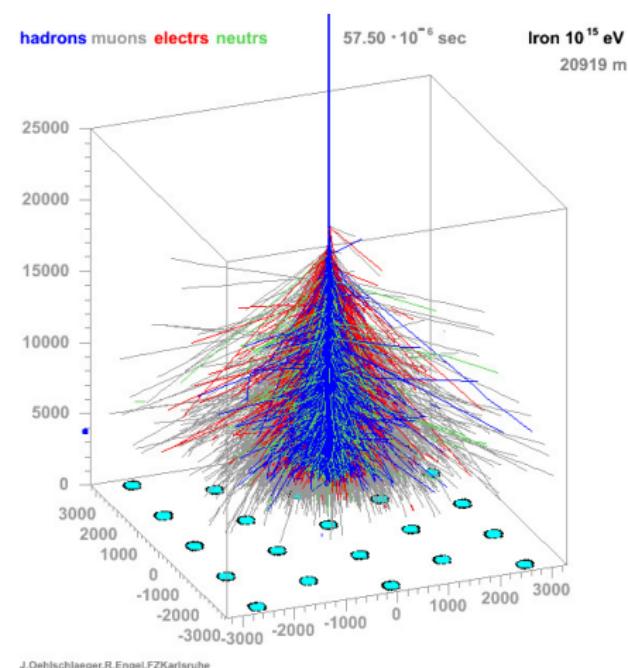
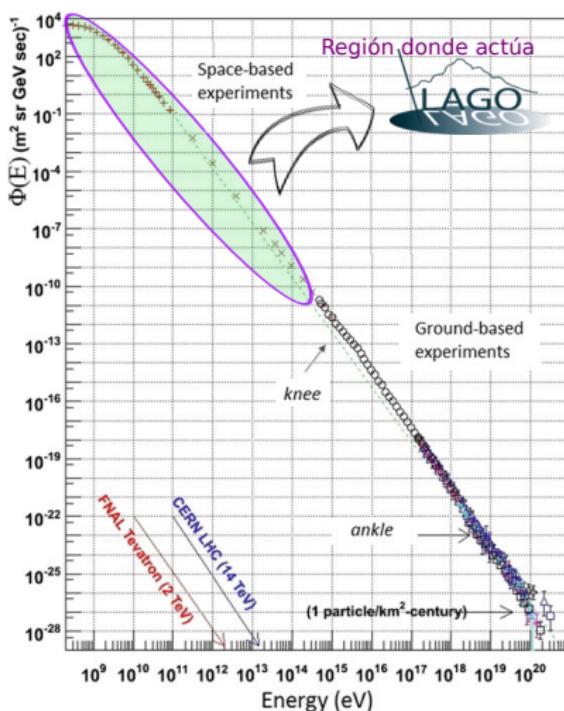
5 CONCLUSIONES

ASTROPARTÍCULAS



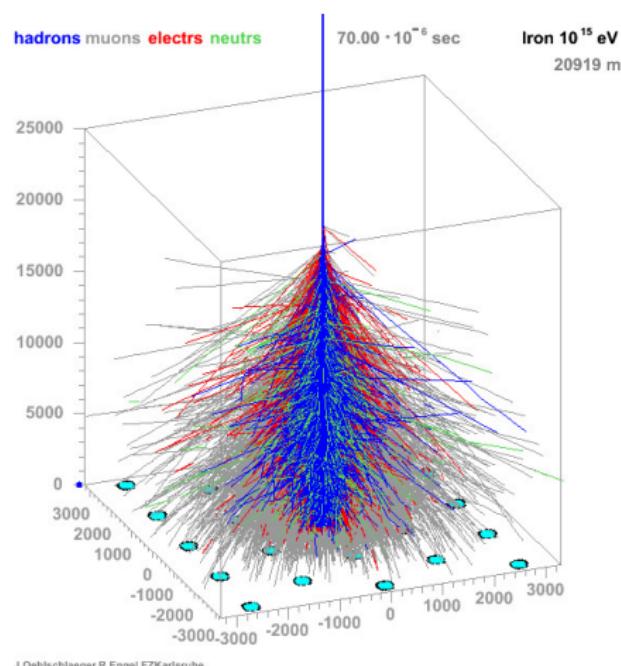
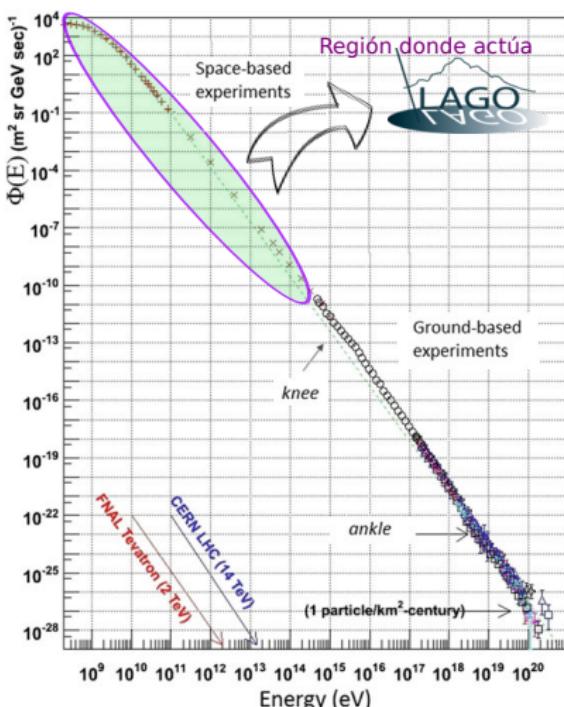
J.Oehlschlaeger,R.Engel,FZKarlsruhe

ASTROPARTÍCULAS

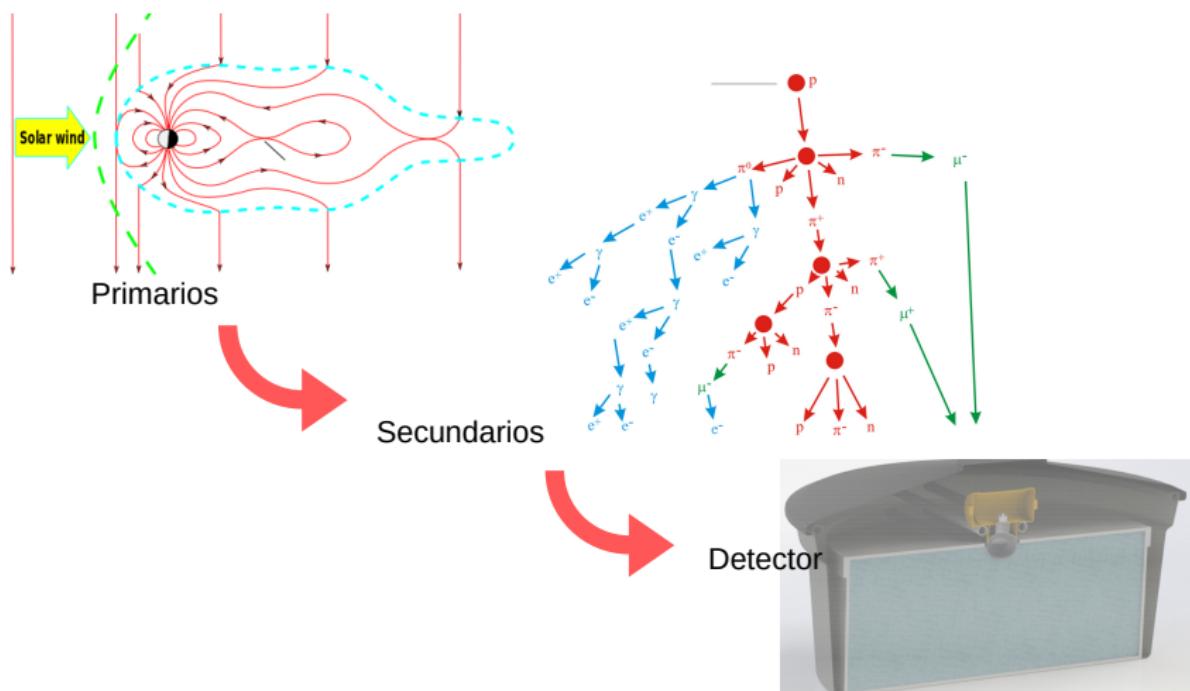


J.Oehlschlaeger,R.Engel,FZKarlsruhe

ASTROPARTÍCULAS

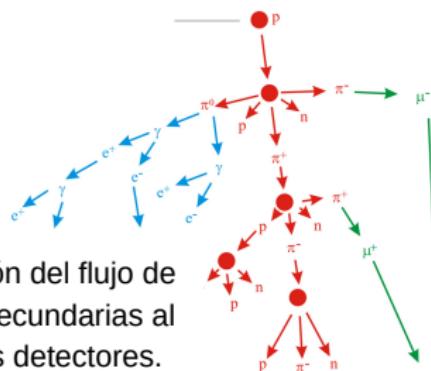
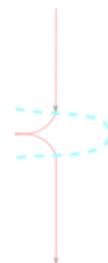


SECUENCIA DE SIMULACIONES EN LAGO



SECUENCIA DE SIMULACIONES EN LAGO

1. Efectos del campo geomagnético en la propagación de partículas cargadas.



2. Estimación del flujo de partículas secundarias al nivel de los detectores.

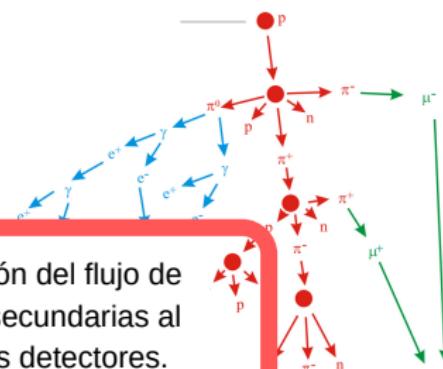
3. Obtención de la respuesta del detector para las partículas secundarias que pueden ser detectadas.

SECUENCIA DE SIMULACIONES EN LAGO

1. Efectos del campo geomagnético en la propagación de partículas cargadas.

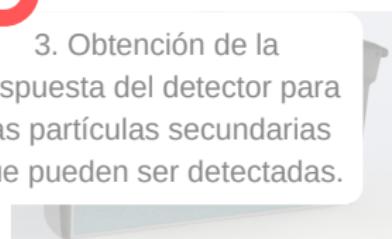


2. Estimación del flujo de partículas secundarias al nivel de los detectores.

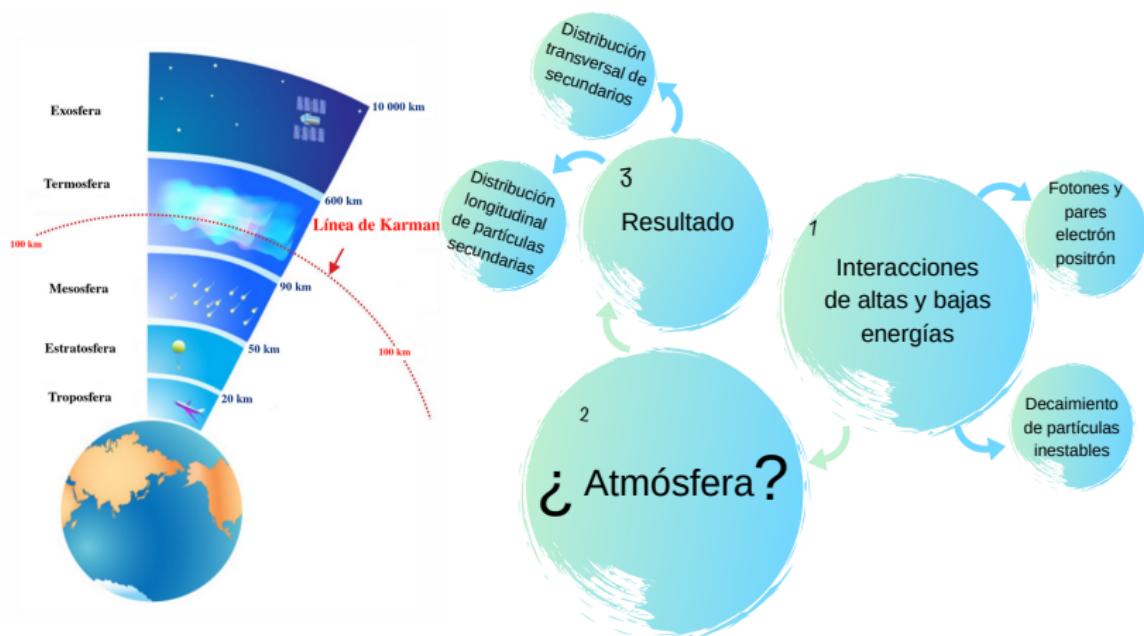


Estudio del efecto de la atmósfera en el desarrollo de las Cascadas Aéreas Extensas

3. Obtención de la respuesta del detector para las partículas secundarias que pueden ser detectadas.



SIMULACIONES DE ASTROPARTÍCULAS



LA ATMÓSFERA EN CORSIKA



LAGO AHORA

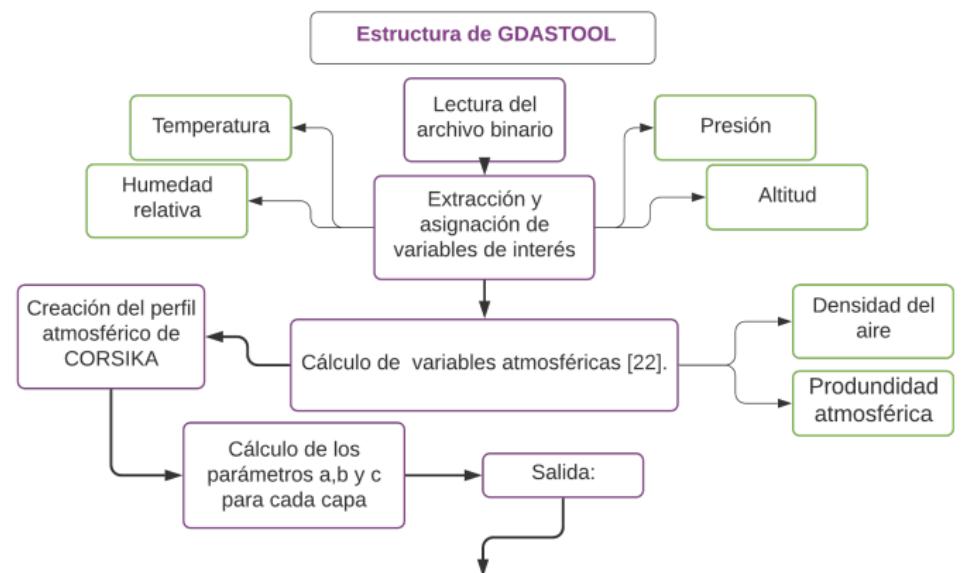
ATMÓSFERAS PERSONALIZADAS

Perfiles Atmosféricos construidos en base globos meteorológicos

Perfiles construidos en base a **GDAS**, Global Data Assimilation System.

Metodología

GDAS EN CORSIKA



atmospheric parameters ATMLAY, A, B, C respectively

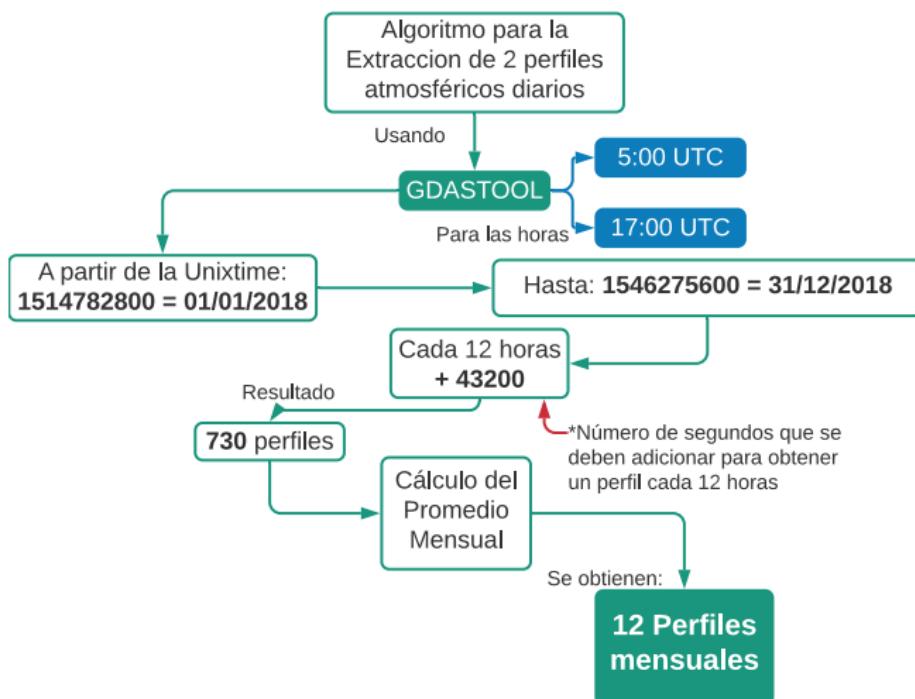
```
0.0000000E+00 3.77085145E+05 9.71902329E+05 2.66732561E+06 1.00000000E+07  
-1.75809574E+02 -8.53855180E+01 -2.82008666E+00 2.47626477E-04 1.12829200E-02  
1.23072387E+03 1.14842158E+03 1.18428382E+03 1.46462212E+03 1.00000000E+00  
1.06712836E+06 9.55492368E+05 7.65525729E+05 7.06093873E+05 1.00000000E+09
```

atmospheric height [m] and refractive index columns

```
-1.00036730E+03 1.00036717E+00  
-9.99367305E+02 1.00036713E+00
```

....

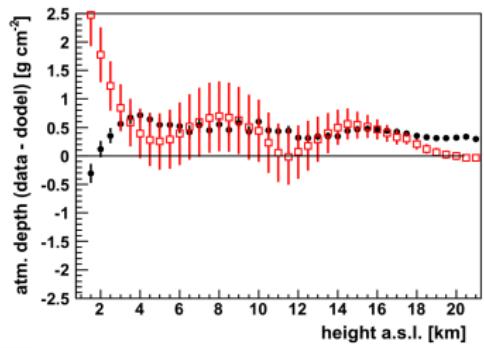
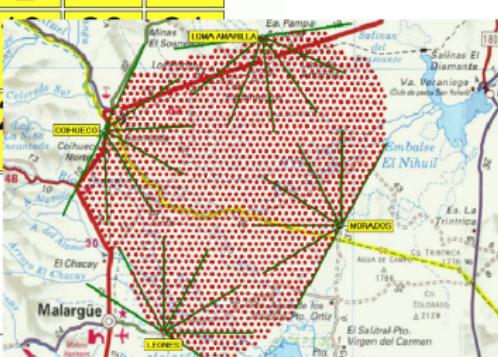
CONSTRUCCIÓN DE PERFILES MENSUALES



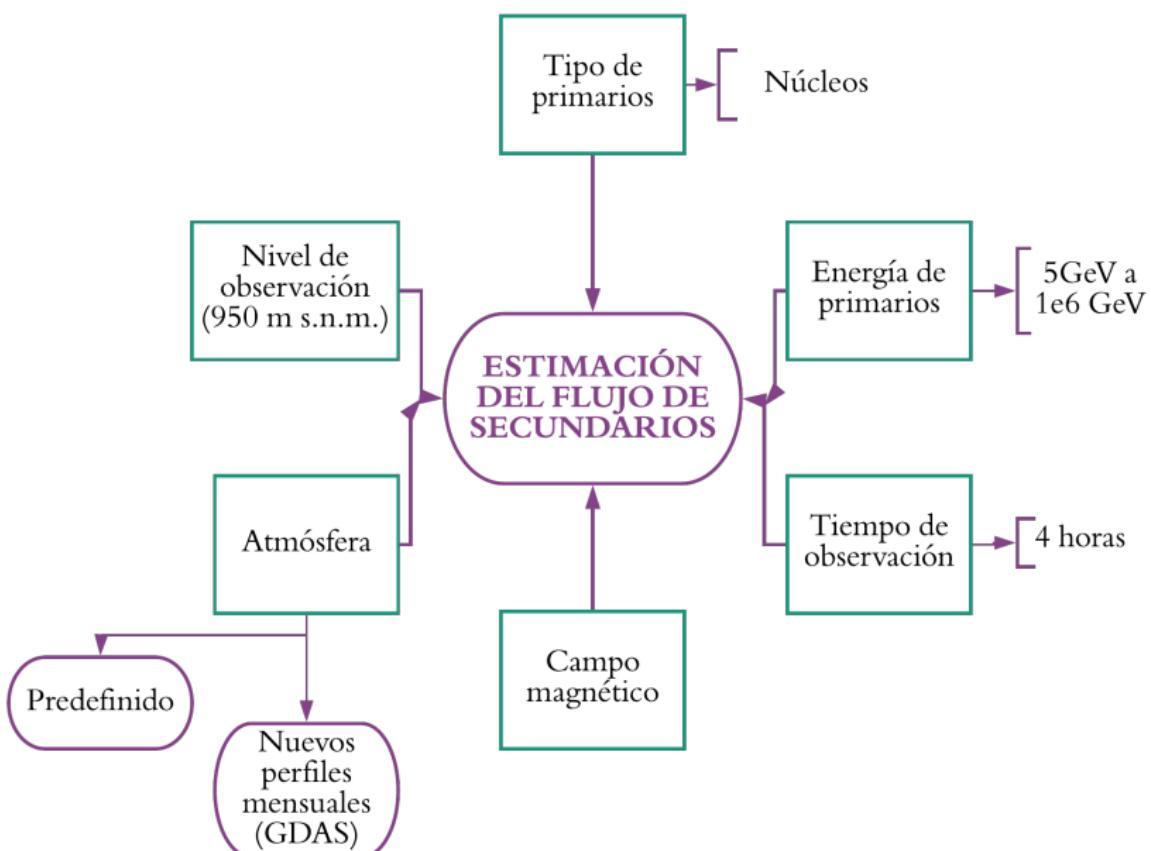
VALIDACIÓN DE LOS PERFILES ATMOSFÉRICOS

April of 2006,2007,2008,2009,2010,2011

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18			
22	23	24	25			
29	30					

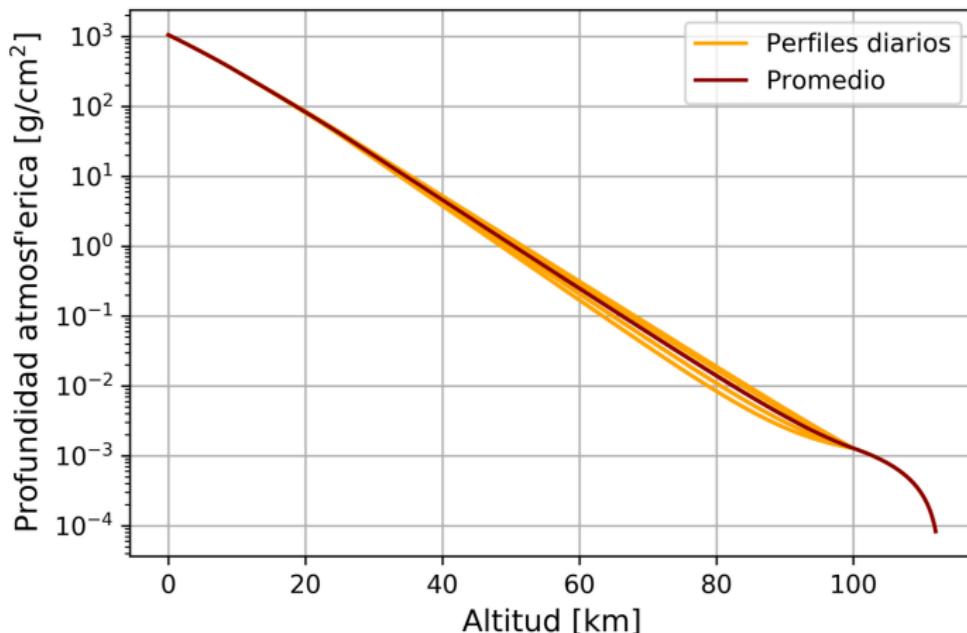
<http://luing.altervista.org/calendar/index.php>

Abreu, 2012 for Pierre Auger Colaboration

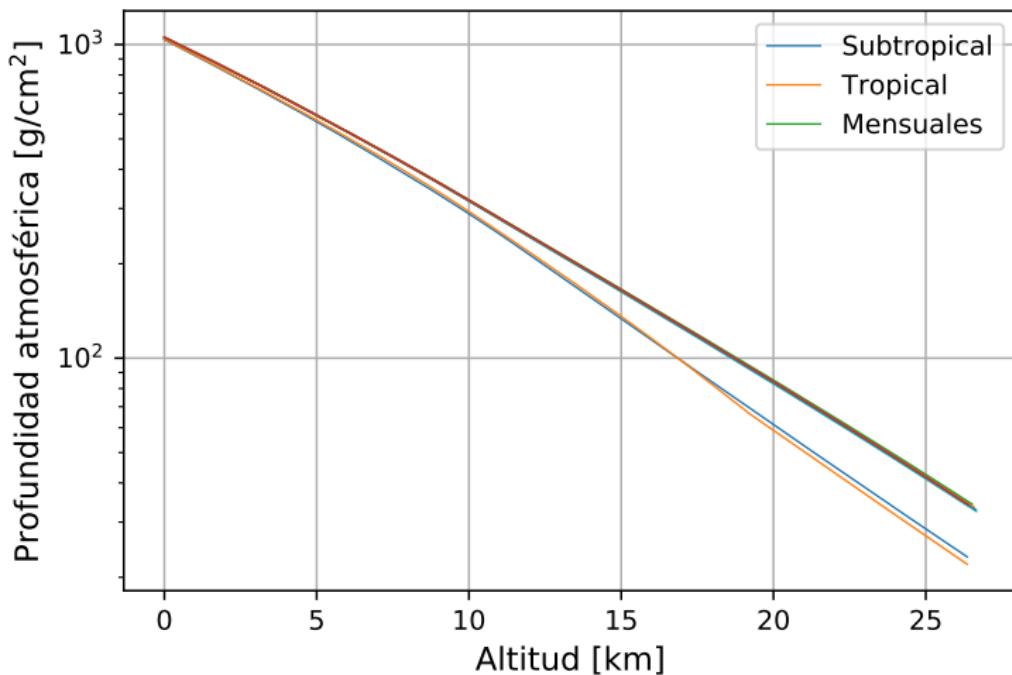


Resultados

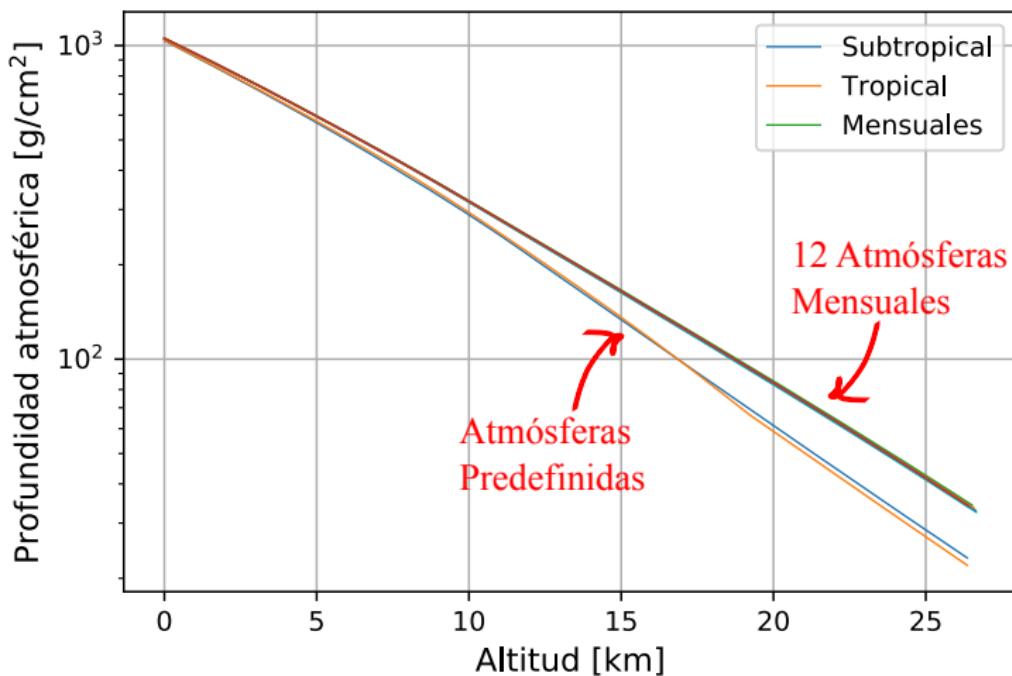
NUEVOS PERFILES MENSUALES



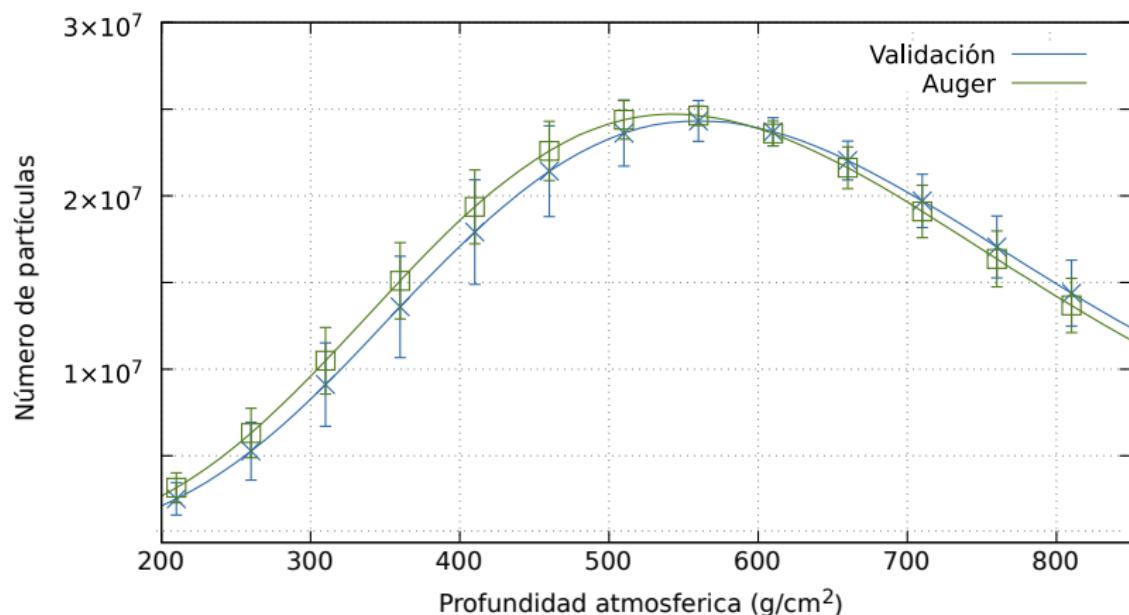
COMPARACIÓN CON LOS PERFILES PREDETERMINADOS



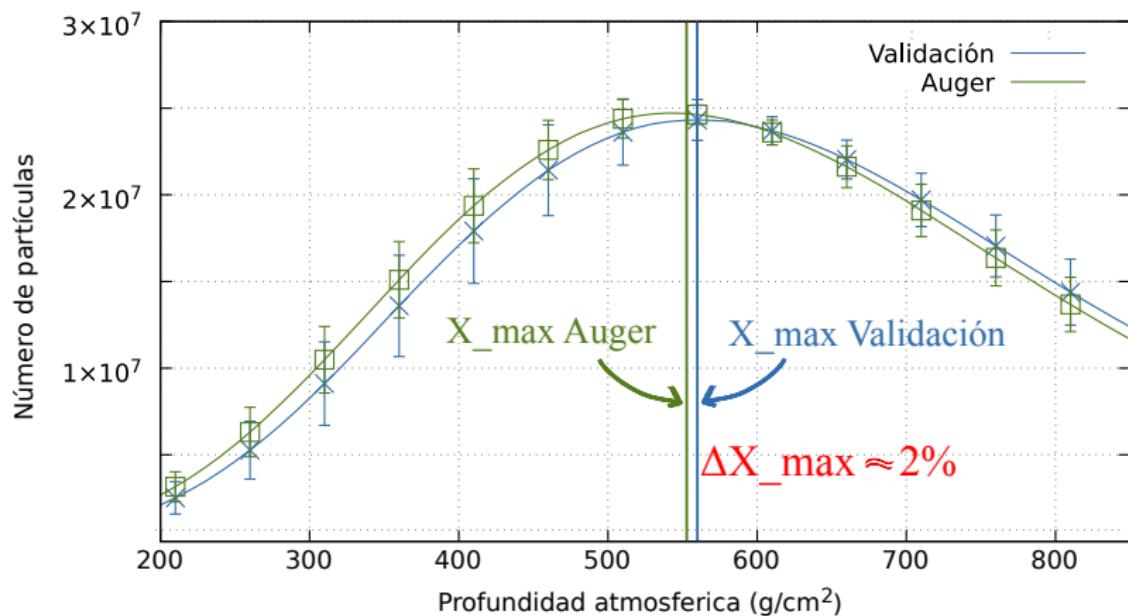
COMPARACIÓN CON LOS PERFILES PREDETERMINADOS



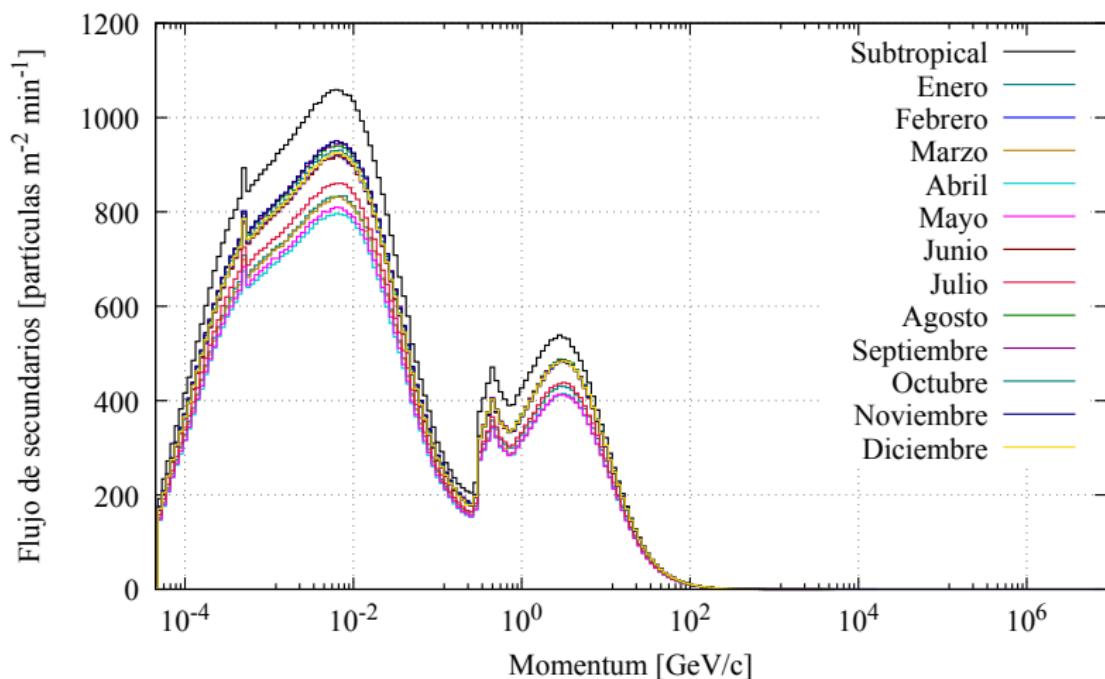
VALIDACIÓN DE RESULTADOS



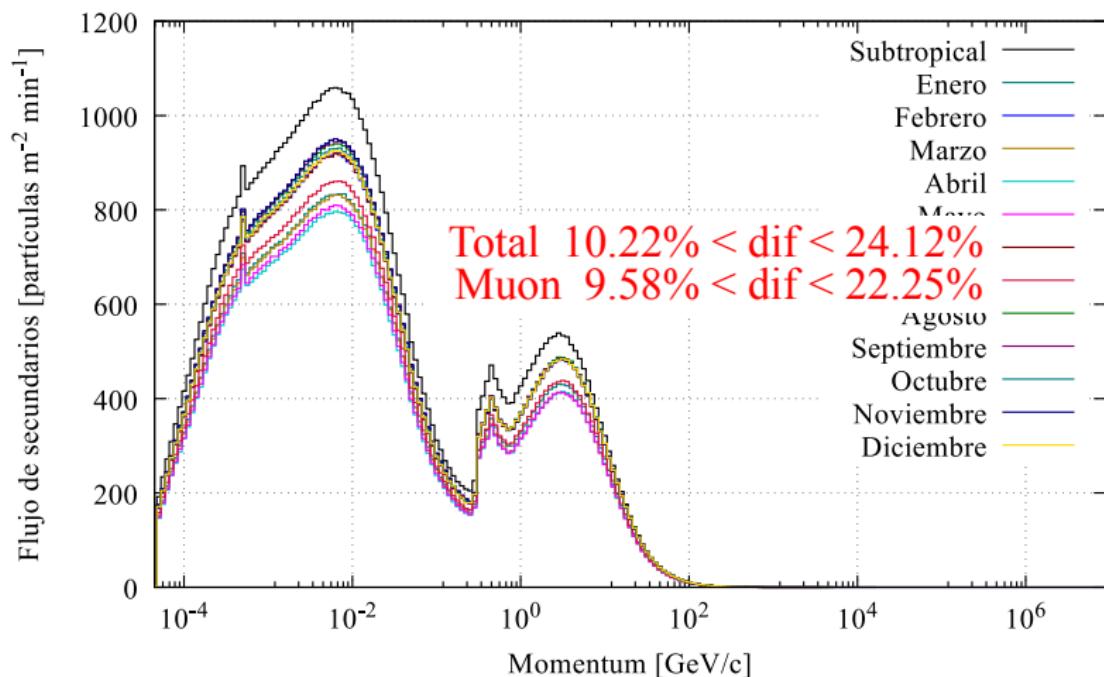
VALIDACIÓN DE RESULTADOS



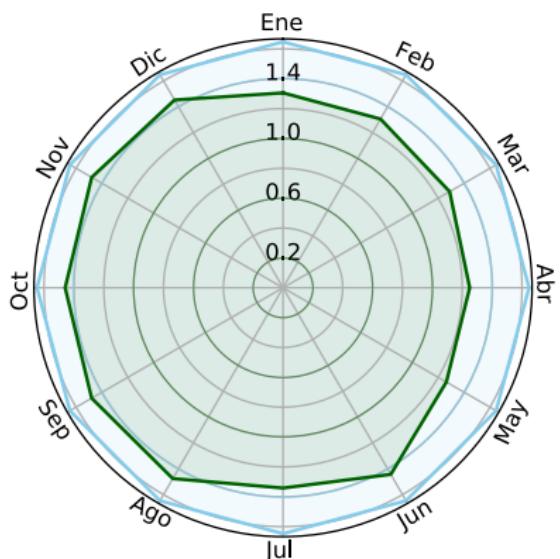
FLUJO DE SECUNDARIOS MES A MES SOBE BUCARAMANGA



FLUJO DE SECUNDARIOS MES A MES SOBE BUCARAMANGA

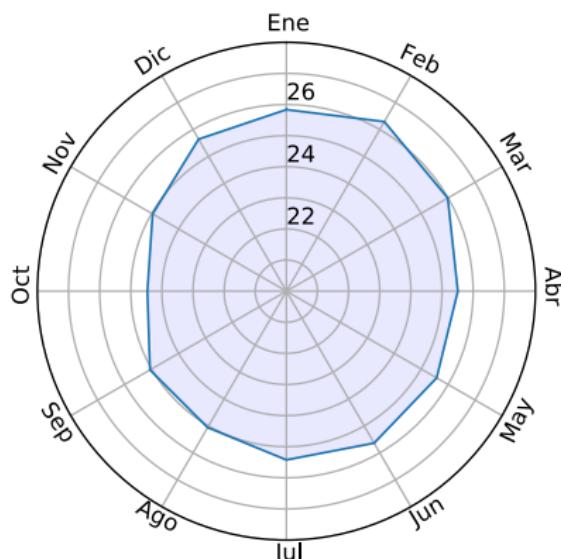


TEMPERATURA Y FLUJO



#Partículas /(m²·4h)

- Flujo mensual/1e7
- Flujo Subtropical/1e7



Temperatura Mensual

EN CONCLUSIÓN

- Se construyó una metodología que permite crear perfiles atmosféricos promediados mes a mes para cualquier ubicación geográfica usando GDAS.
- Se observaron diferencias en los primeros 30 km, entre los Nuevos Perfiles Mensuales y los perfiles predeterminados.

EN CONCLUSIÓN

- Se construyó una metodología que permite crear perfiles atmosféricos promediados mes a mes para cualquier ubicación geográfica usando GDAS.
- Se observaron diferencias en los primeros 30 km, entre los Nuevos Perfiles Mensuales y los perfiles predeterminados.

EN CONCLUSIÓN

- Se encontraron diferencias significativas en el flujo simulado sobre Bucaramanga.
- Es importante implementar modelos atmosféricos realistas para estudiar el flujo de secundarios.
- Ahora es posible caracterizar todos los flujos en todos los detectores de la colaboración, para cualquier ubicación geográfica y nivel de observación.

EN CONCLUSIÓN

- Se encontraron diferencias significativas en el flujo simulado sobre Bucaramanga.
- Es importante implementar modelos atmosféricos realistas para estudiar el flujo de secundarios.
- Ahora es posible caracterizar todos los flujos en todos los detectores de la colaboración, para cualquier ubicación geográfica y nivel de observación.

EN CONCLUSIÓN

- Se encontraron diferencias significativas en el flujo simulado sobre Bucaramanga.
- Es importante implementar modelos atmosféricos realistas para estudiar el flujo de secundarios.
- Ahora es posible caracterizar todos los flujos en todos los detectores de la colaboración, para cualquier ubicación geográfica y nivel de observación.

DIVULGACIÓN DE RESULTADOS



XI LAGO WORKSHOP
OCTOBER 28th TO NOVEMBER 1st 2019
BUENOS AIRES, ARGENTINA



The workshop subject will be:

- New electronics design and implementation
- Towards the development of new physics for LAGO
- New sites and prospects
- Central LAGO Data Repository and data analysis chain





Gracias

BIBLIOGRAFÍA

- Patrignani, C., et al. *PDG, Review of Particle Physics*, 2016.
- E. Ferrer Soria y Ros Martínez, *Física de partículas y de astropartículas*, 2005.
- Asorey, H., Núñez, L.A. y Suárez-Durán, M. *Preliminary results from the latin american giant observatory space weather simulation chain*, 2018.
- National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA *National Weather Service, Layers of the Atmosphere*, 2019.
- D. Heck, et. al. *CORSIKA : A Monte Carlo Code to Simulate Extensive Air Showers*, 1998.

- Spurio, M. *Particles and Astrophysics, A multi-messenger approach*, 2015
- Asorey, H. *Los Detectores Cherenkov del Observatorio Pierre Auger y su Aplicación al Estudio de Fondos de Radiación*, 2012
- H. Asorey y S. Dasso *LAGO: the Latin American Giant Observatory*, 2015
- Suarez-Duran, M. *Instalación de un detector Chérenkov de agua para la detección de trazas de rayos cósmicos a 956 metros sobre el nivel del mar*, 2011.
- Martin Will for the Pierre Auger Collaboration, *Global Atmospheric Models for Cosmic Ray Detectors*, 2013
- W. Wergen, NOAA *Datenassimilation – ein Überblick*, 2002

ASTROPARTÍCULAS
oooo

EL PROBLEMA
oooooo

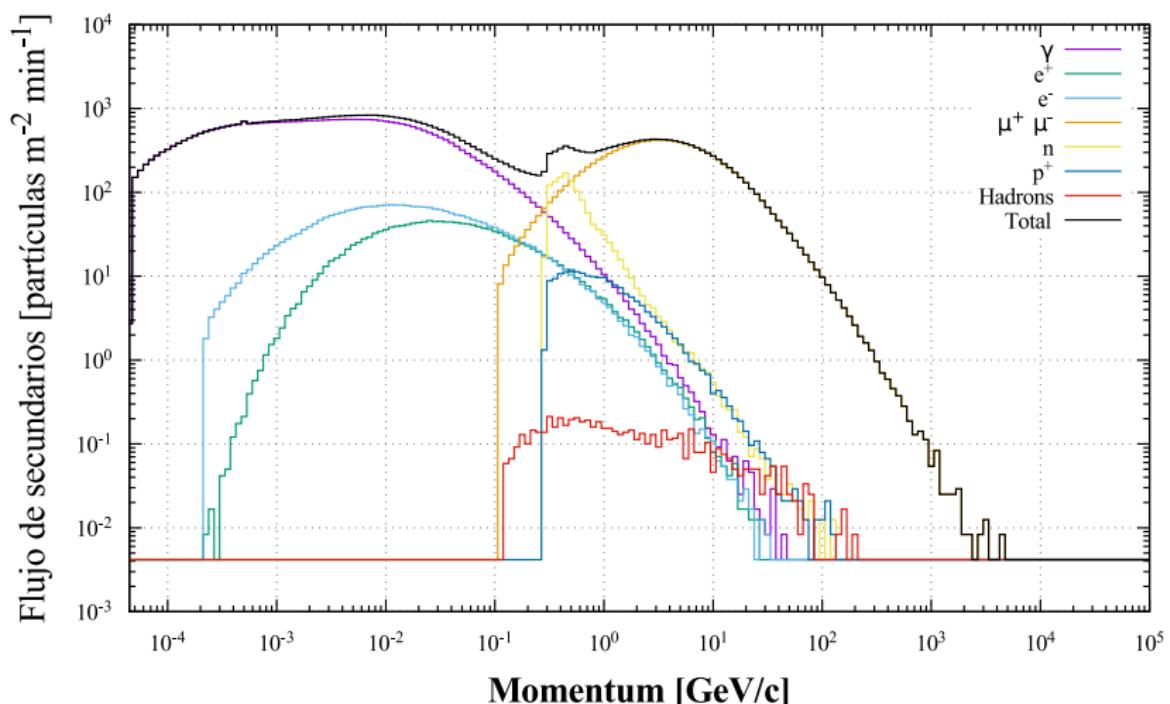
METODOLOGÍA
ooooo

RESULTADOS
ooooooooo

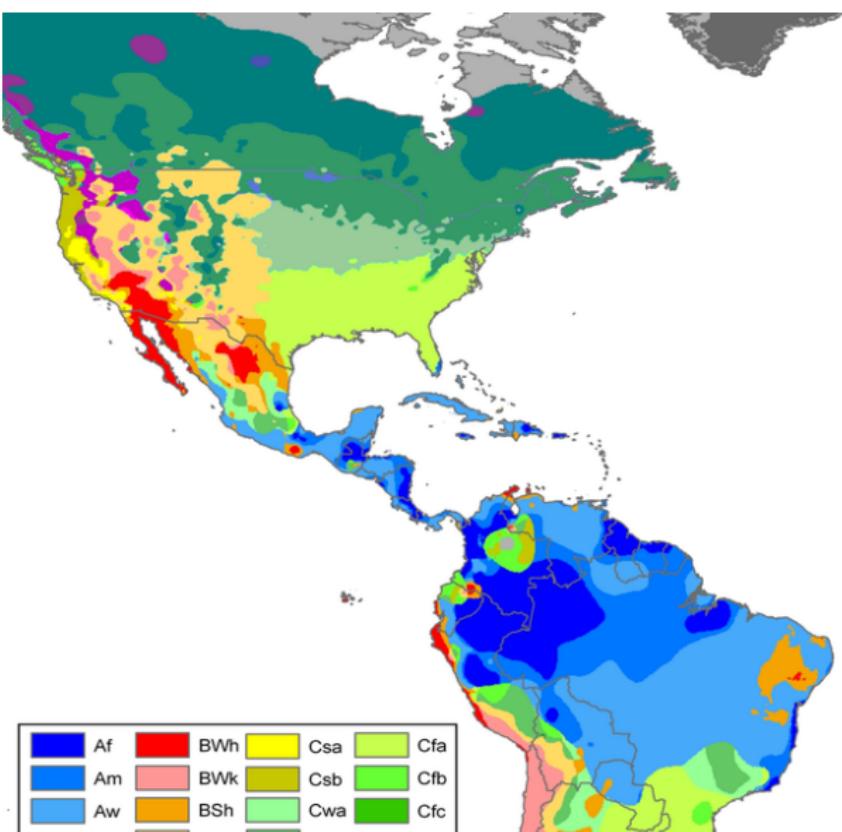
CONCLUSIONES
oooooooo●oooooooooooo

Backup

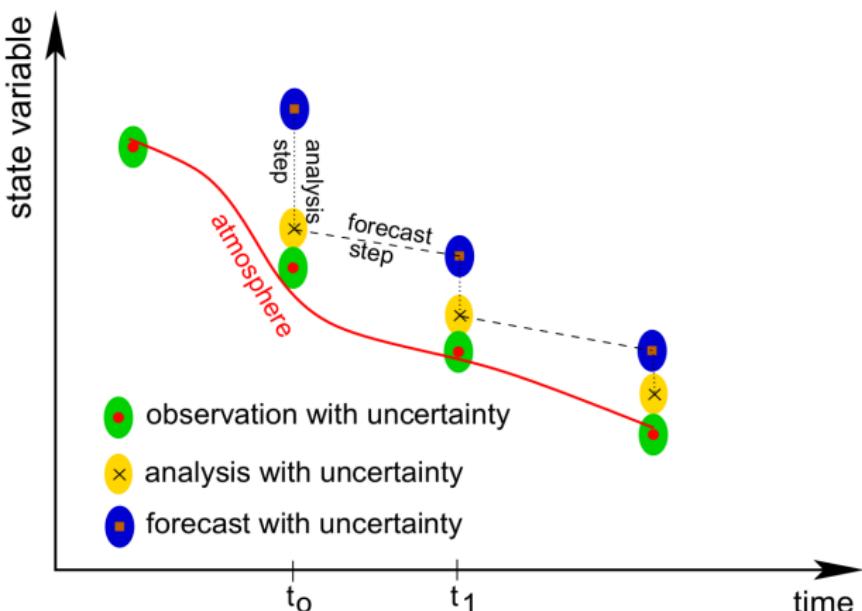
ESPECTRO DE SECUNDARIOS SOBRE BUCARAMANGA



CLIMA EN COLOMBIA



GDAS, *Global Data Assimilation System*



W. Wergen, 2002

MODELO DE ATMÓSFERA EN CORSIKA

La atmósfera que establece CORSIKA consiste en N_2 , O_2 y Ar con unas concentraciones de 78,1 %, 21,0 % y 0,9 % respectivamente. La densidad de la atmósfera es modelada mediante 5 capas donde, para las 4 primeras capas se establece una relación exponencial:

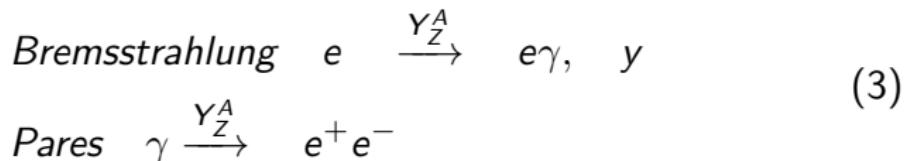
$$T(h) = a_i + b_i e^{\frac{-h}{c_i}} \quad i = 1, \dots, 4 \quad , \quad (1)$$

y en la última capa, la densidad decrece linealmente con la altura de la forma:

$$T(h) = a_s - b_s \frac{h}{c_s} \quad \text{con } h_{max} = 112.8 \text{ km.} \quad (2)$$

CASCADAS GENERADAS POR UN FOTÓN O ELECTRÓN

Para un núcleo de aire con carga Z y número atómico A , los procesos de producción son:



CASCADAS ORIGINADAS POR UN PROTÓN O HADRÓN

Las interacciones entre hadrones dan origen a piones cargados, neutros (π^- , π^+ , π^0) y kaones que tienden a decaer antes que a interactuar. Los canales de decaimiento con mayor probabilidad para estas partículas son:

$$\begin{aligned}\pi^0 &\rightarrow \gamma\gamma \quad [98.823 \pm 0.034 \%] \quad y \\ \pi^0 &\rightarrow e^+e^-\gamma \quad [1.174 \pm 0.035 \%].\end{aligned}\tag{4}$$

Estos canales contribuyen a la componente electromagnética de la lluvia.

Los piones cargados dan origen a la componente muónica mediante los siguientes procesos:

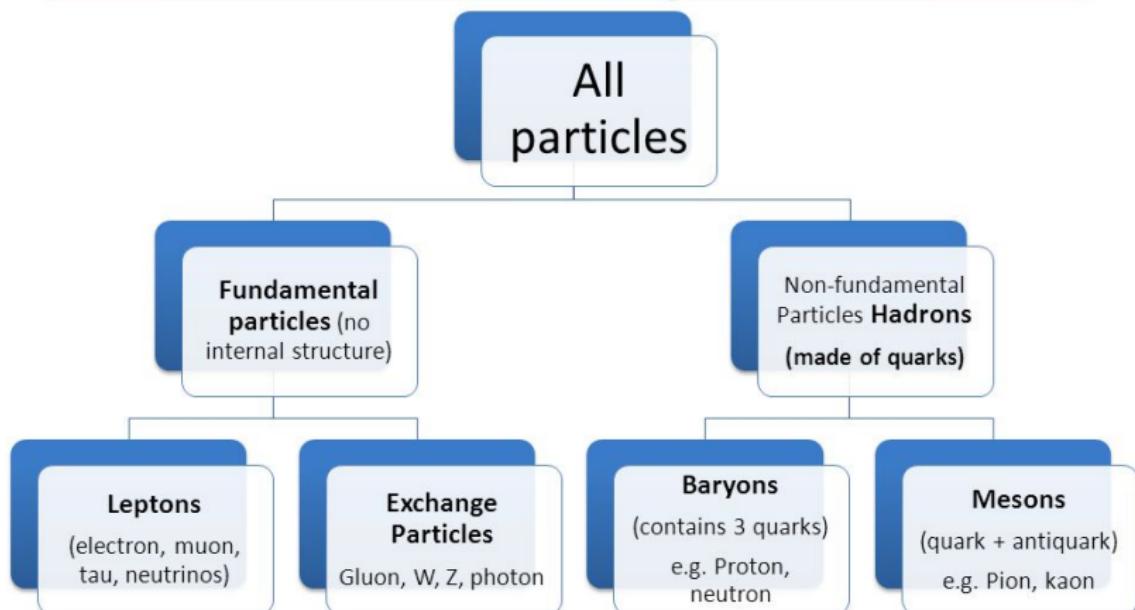
$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu \quad [99.98 \pm 0.00004 \%] \quad y$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- \nu_\mu \quad [99.98 \pm 0.00004 \%]. \quad (5)$$

También, mesones extraños, principamnete Kaones producen muones luego de decaer mediante los canales,

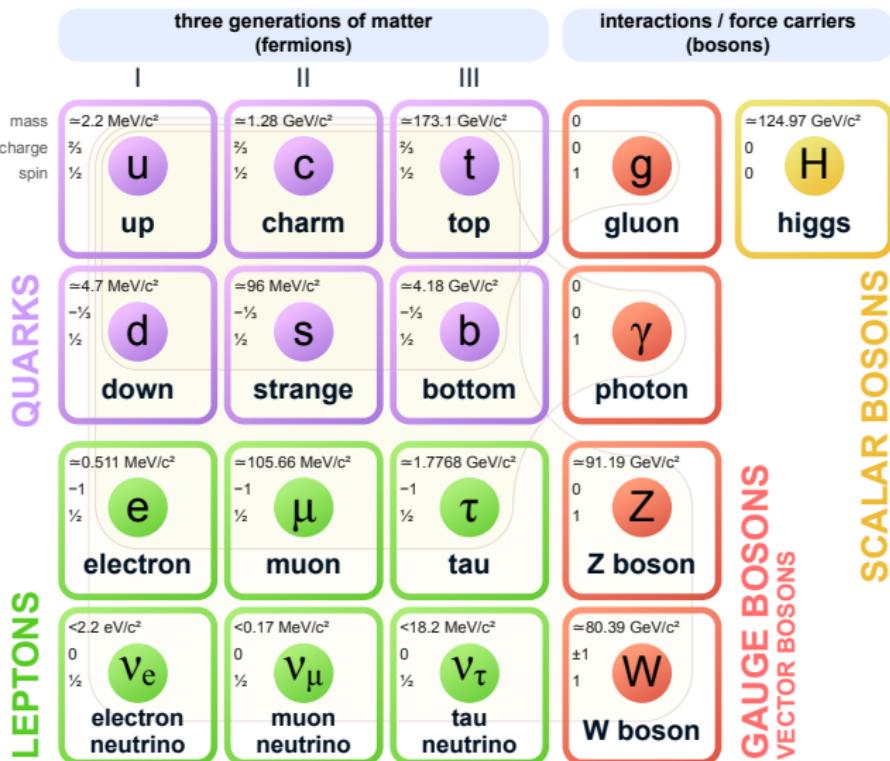
$$\begin{aligned} K^+ &\rightarrow \mu^+ \nu_\mu \quad [63.56 \pm 0.11 \%], \\ K^+ &\rightarrow \pi^0 e^+ \nu_e \quad [5.07 \pm 0.004 \%], \\ K^+ &\rightarrow \pi^+ \pi^0 \quad [20.67 \pm 0.08 \%] \quad y \\ K^+ &\rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \quad [5.583 \pm 0.024 \%]. \end{aligned} \tag{6}$$

Particle Family Tree



As we currently understand!!

Standard Model of Elementary Particles



CORSIKA, SOFTWARE DE SIMULACIÓN DE EAS

