

# DDAp - ITeDA+KIT

## Física de Astropartículas - 2017

- **Unidad** 02 – Lluvias atmosféricas extendidas
- **Clase** UO2
- **Cont** EAS
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <https://github.com/asoreyh/astroparticulas>

- **Unidad 1:** Fenomenología de Astropartículas.
- **Unidad 2:** Lluvias Atmosféricas Extendidas (EAS).  
**Laboratorio:** Simulaciones en CORSIKA
- **Unidad 3:** Técnicas de detección de Astropartículas.
- **Unidad 4:** Aplicaciones en LAGO y análisis de datos.  
**Laboratorio:** Análisis de datos de meteorología del espacio y del decaimiento del muón en un detector Cherenkov en agua.



<https://github.com/lagoproject/astroparticulas>

La idea detrás de la clase de hoy

WALLPAPERDETV.BLOGSPOT.COM



LOS  
SIMULADORES

No son sólo la mejor solución posible, son la única.

## Lluvias Atmosféricas Extendidas (EAS)

Generalidades

- **EAS** Cascada de partículas originada en la interacción de un RC con la atmósfera
- $X$  Profundidad atmosférica (masa atravesada)
- $X_0$  Punto de primera interacción
- $N_{\text{máx}}$  Número máximo de partículas en la lluvia:  $N_{\text{máx}} \propto E_p$
- $X_{\text{máx}}$  Profundidad del máximo:  $X_{\text{máx}} \propto \ln(E_p)$

### EM

- Decaimiento de  $\pi^0$ :
 
$$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$$

$$\pi^0 \rightarrow \gamma e^+ e^-$$
- Bethe-Heitler:
   
Frenado:  $e^\pm \xrightarrow{\frac{A}{Z}Y} e^\pm \gamma$ 
  
Pares:  $\gamma \xrightarrow{\frac{A}{Z}Y} e^+ e^-$
- Domina  $N_{\text{máx}} \rightarrow X_{\text{máx}}$
- $E_{\text{EM}} = (80\% - 90\%)E_p$

### Muónica

- Dec. de  $K^\pm$  y  $\pi^\pm$ :
 
$$K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$$

$$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$$

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$$
- Procesos radiativos
 
$$\mu^\pm \xrightarrow{\frac{A}{Z}Y} \mu^\pm e^+ e^-$$

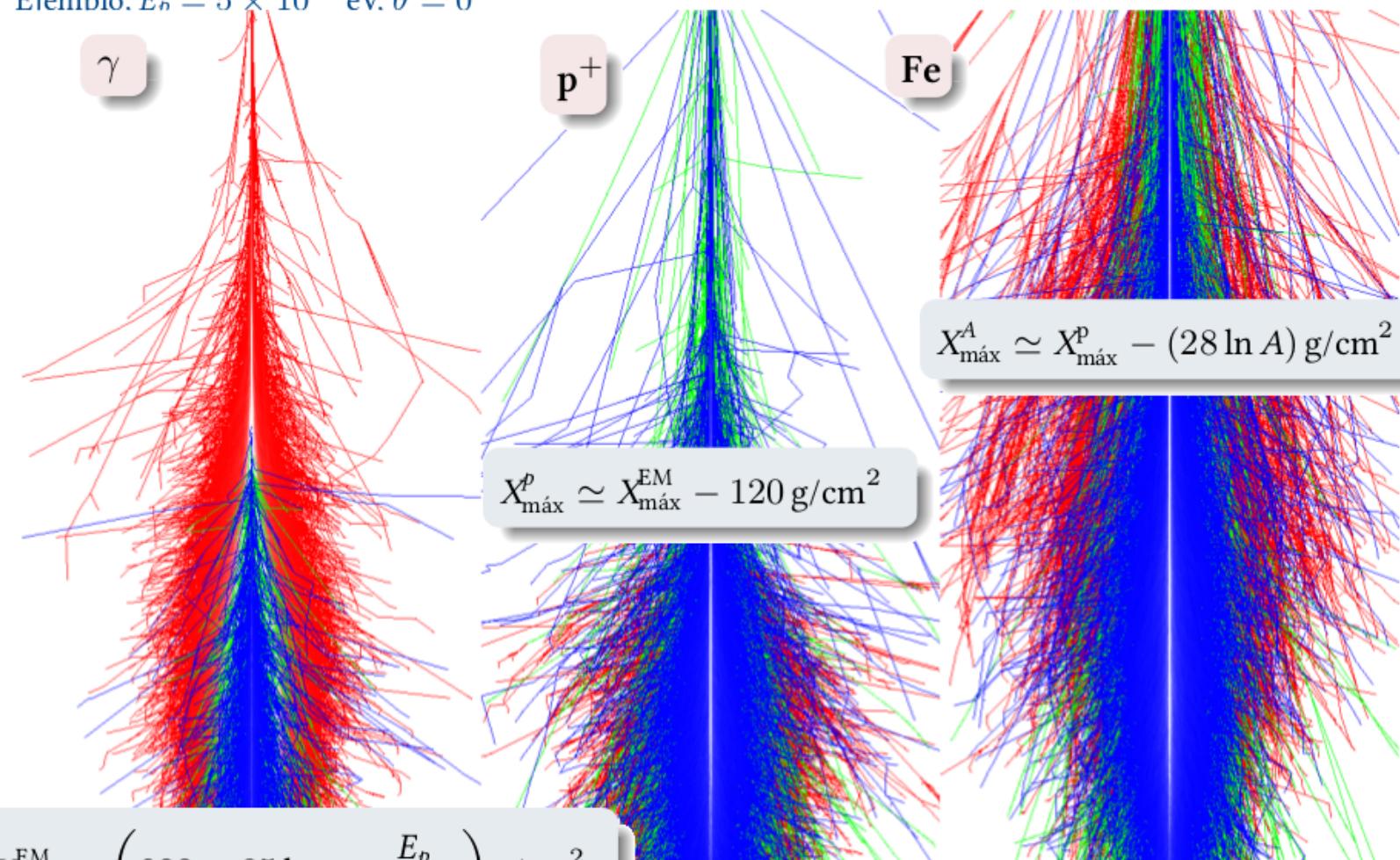
$$\mu^\pm \xrightarrow{\frac{A}{Z}Y} \mu^\pm + \text{had}$$
- $N_\mu \propto A^{0,1} E_p^{0,9}$

### Hadrónica

- Fragmentos nucleares
- $p, n, \pi^\pm, K^\pm$
- Mesones encantados
- *Leading particle effect*
- Concentrada en el eje de la lluvia
- $N_h \propto N_e^{0,95}$
- $N_h/N_e \sim 10^{-2} - 10^{-4}$

## Cascadas atmosféricas

Ejemplo.  $E_n = 5 \times 10^{14}$  eV.  $\theta = 0^\circ$



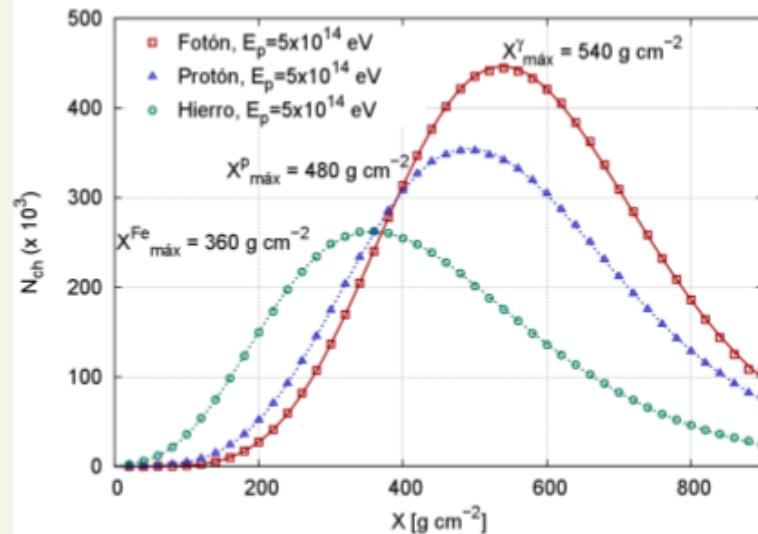
$$X_{\max}^{\text{EM}} \simeq \left( 600 + 85 \log_{10} \frac{E_p}{1 \text{ PeV}} \right) \text{ g/cm}^2$$

# Repaso...

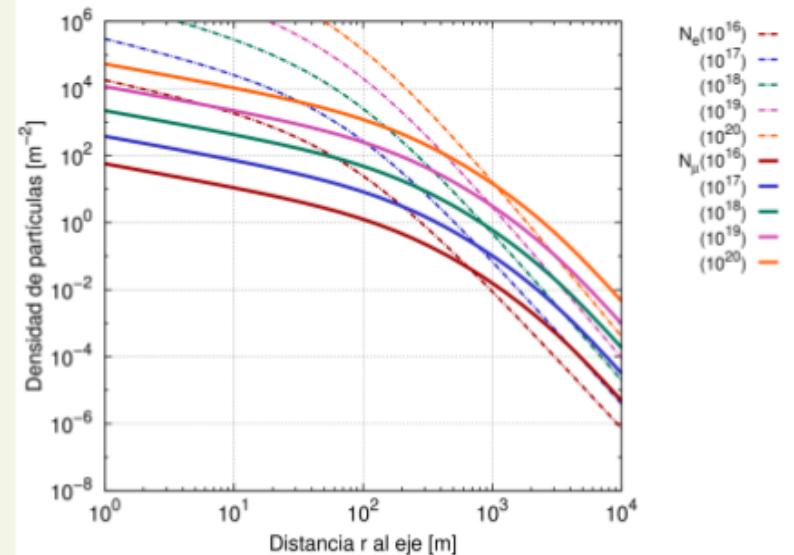
$$E_d^{\text{atm}} + E_d^{\text{suelo}} = E_p$$

Desarrollo Longitudinal y Transversal

$E_d^{\text{atm}} \rightarrow$  Gaisser-Hillas

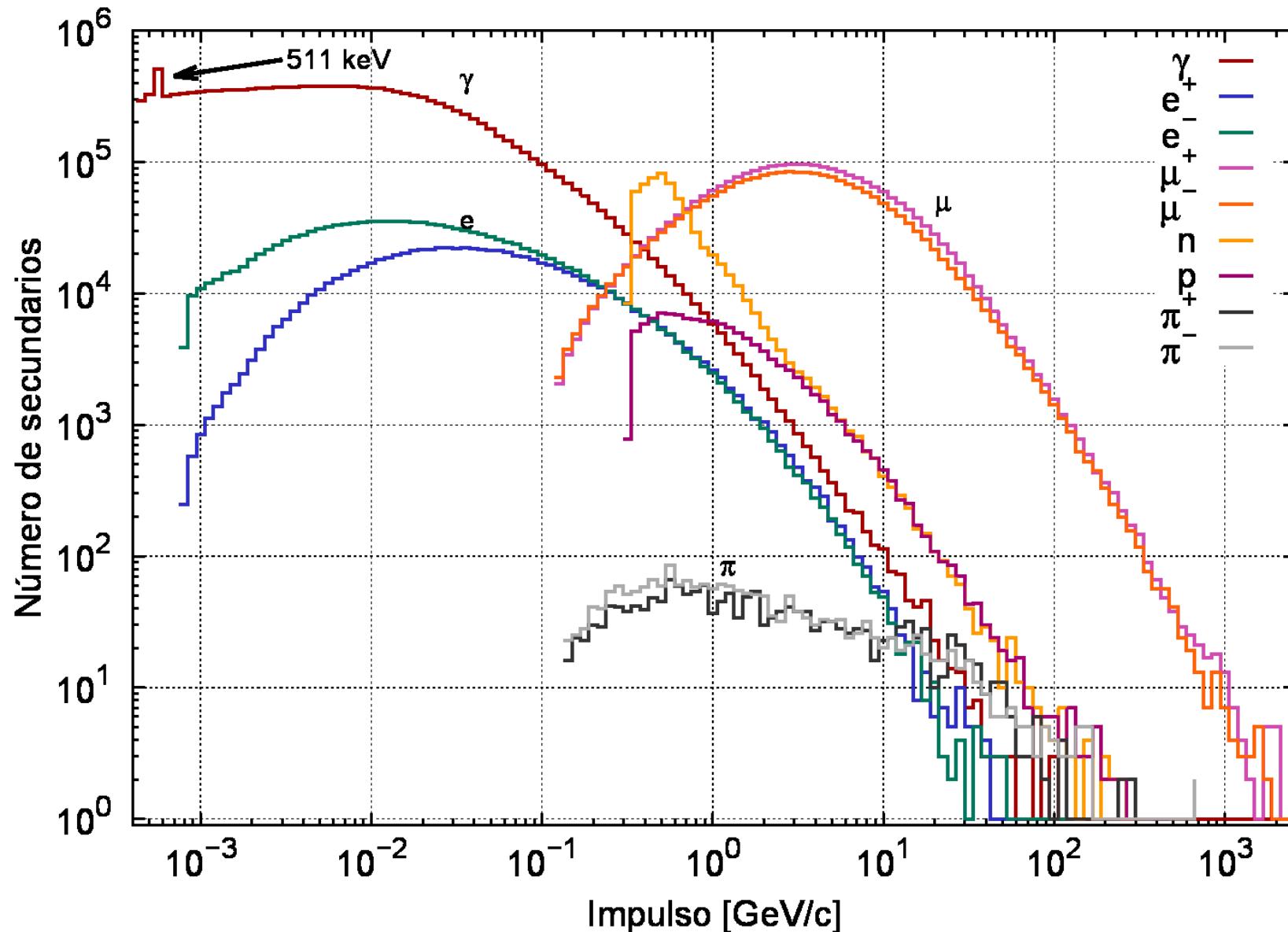


$E_d^{\text{suelo}} \rightarrow$  LDF:  $\rho_e(r)$  y  $\rho_\mu(r)$



- Desarrollo longitudinal
- $N_c h(X) \propto E_d(X)$
- Desarrollo transversal
- Función Distribución Lateral
- $\rho(r) = \sum_i \rho_i(r) \xrightarrow{\text{Detector}} S_m(r)$

# Objetivo final → Flujo de secundarios



**Abandonad toda esperanza los  
que atraveséis este umbral...**



# CORSIKA, an Air Shower Simulation Program

- CORSIKA (COsmic Ray SImulations for KAscade) is a program for detailed simulation of extensive air showers initiated by high energy cosmic ray particles. Protons, light nuclei up to iron, photons, and many other particles may be treated as primaries. The particles are tracked through the atmosphere until they undergo reactions with the air nuclei or - in the case of unstable secondaries - decay. The hadronic interactions at high energies may be described by several reaction models alternatively: The VENUS, QGSJET, and DPMJET models are based on the Gribov-Regge theory, while SIBYLL is a minijet model. The neXus model extends far above a simple combination of QGSJET and VENUS routines. The most recent EPOS model is based on the neXus framework but with important improvements concerning hard interactions and nuclear and high-density effect. HDPM is inspired by findings of the Dual Parton Model and tries to reproduce relevant kinematical distributions being measured at colliders. Hadronic interactions at lower energies are described either by the GHEISHA interaction routines, by a link to FLUKA, or by the microscopic UrQMD model. In particle decays all decay branches down to the 1 % level are taken into account. For electromagnetic interactions a taylor made version of the shower program EGS4 or the analytical NKG formulas may be used. Options for the generation of Cherenkov radiation and neutrinos exist. CORSIKA may be used up to and beyond the highest energies of 100 EeV.

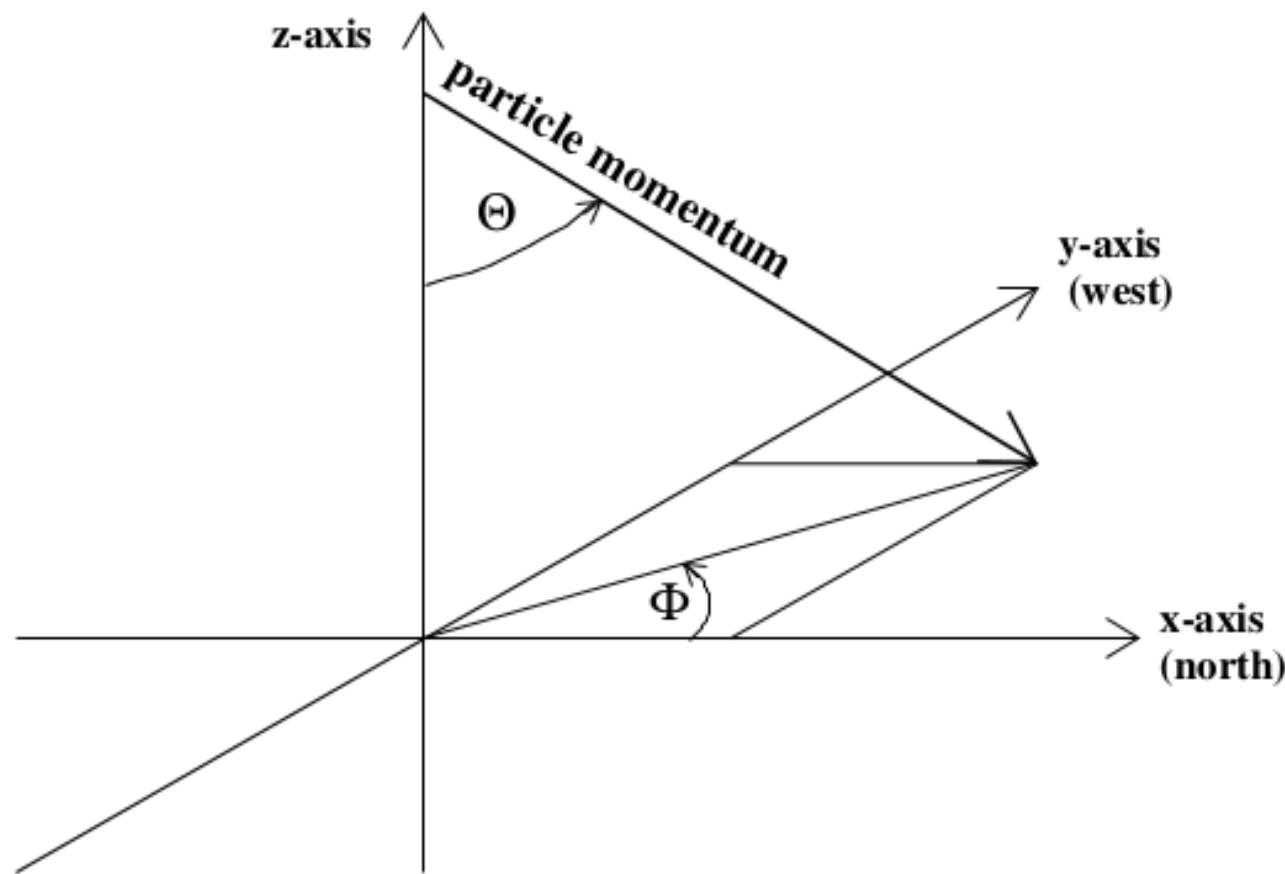


# Instalación de corsika

- LAGO pre-compila y prepara versiones de CORSIKA para uso interno
- La versión actual es CORSIKA 7.5600 (Agosto 2016)
- Disponible en la **wiki** de LAGO y en la máquina virtual
- **Wiki LAGO → <http://wiki.lagoproject.org>**
- La configuración **estándar** de LAGO-CORSIKA es:
  - options: QGSJETII GHEISHA TIMEAUTO VOLUMEDET
  - selection: ATMEXT LPM EFIELD BERNLOHRDIR CURVED
- Para compilar con esta configuración, en la terminal

```
$ ./coconut -b
```
- **Una vez compilado, el directorio run/ es portable y autocontenido, i.e., todo lo necesario para realizar las simulaciones está en /run.**

# Sistema de Coordenadas en CORSIKA



Quantity	CORSIKA	EGS4	FLUKA GHEISHA UrQMD	SIBYLL	DPMJET EPOS NEXUS QGSJET VENUS
length	cm	cm			
energy	GeV	MeV	GeV	GeV <sup>3)</sup>	GeV
mass	GeV	MeV	GeV	GeV	GeV
time	sec <sup>1)</sup>	sec			
magn. field	$\mu$ T				
density	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>			
mass overburden	g/cm <sup>2</sup>				
angle	rad <sup>2)</sup>	rad			
wavelength	nm				
	<sup>1)</sup> For output files also nsec is used. <sup>2)</sup> For in- and output files also ° is used. <sup>3)</sup> In some subroutines also TeV is used.				

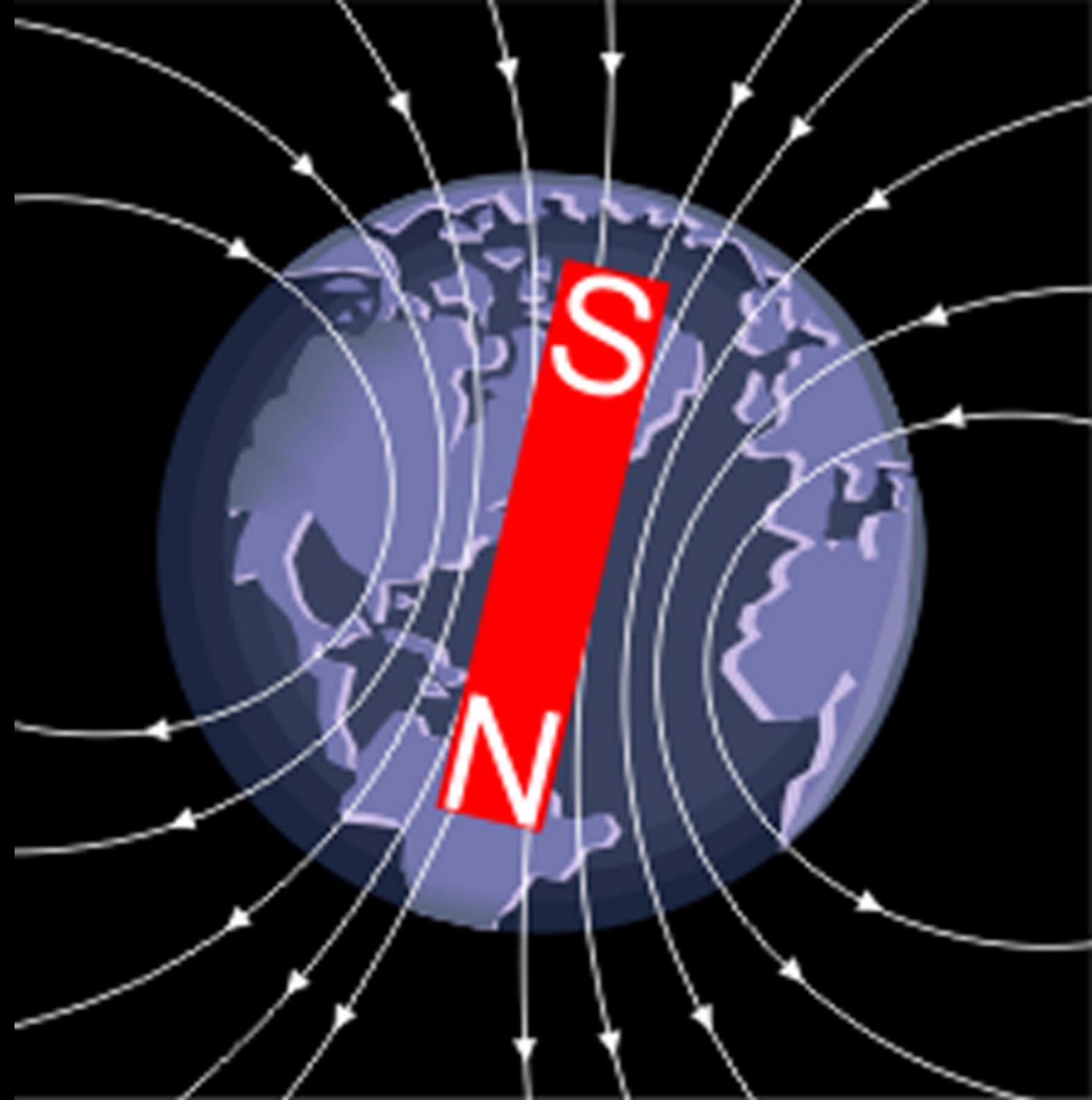
Table 3: Units used in CORSIKA and the coupled programs.

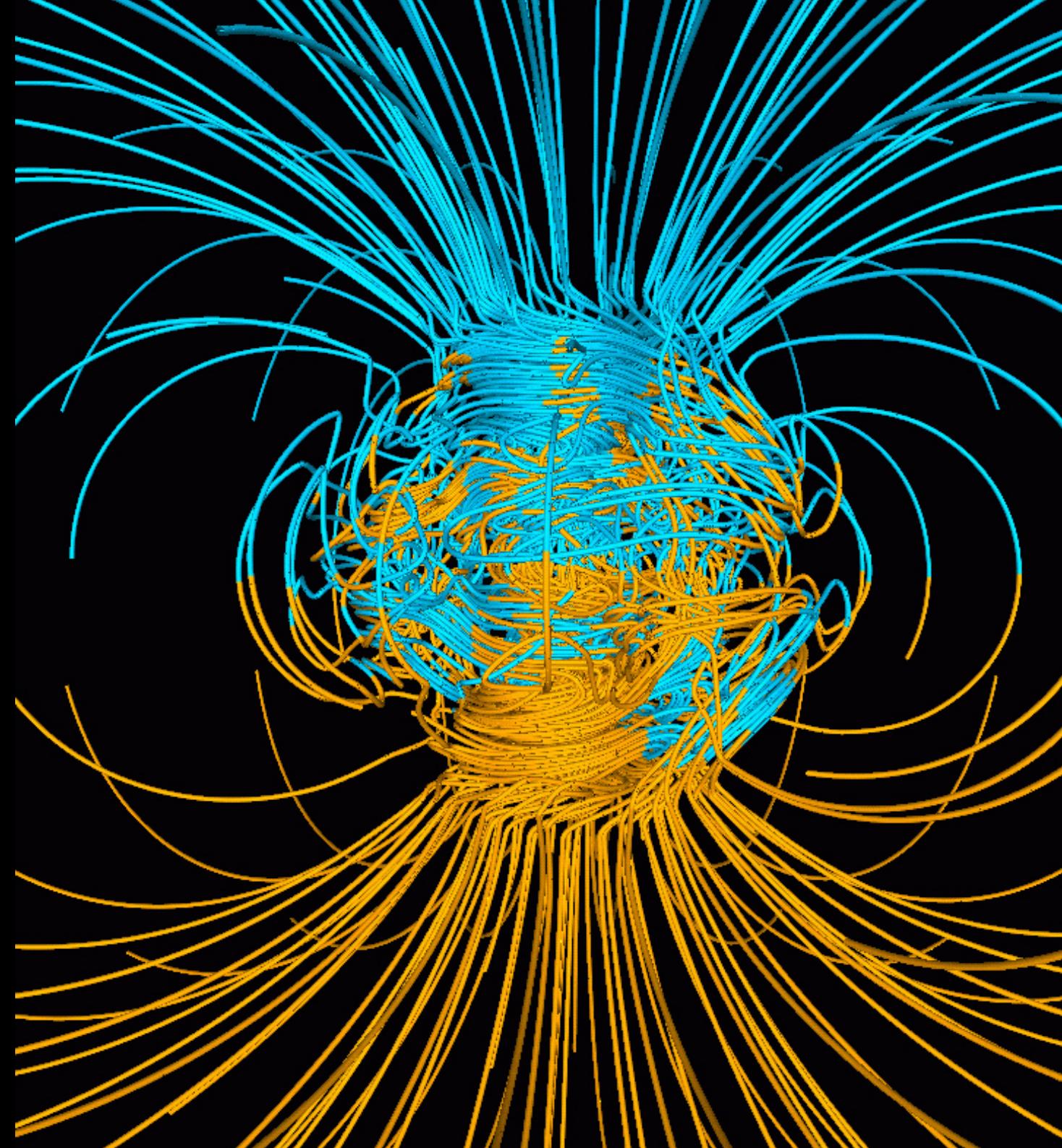
# Partículas: CORSIKA Id

Particle identifications			
Identification	Particle	Identification	Particle
1	$\gamma$	51	$\rho^\circ$
2	$e^+$	52	$\rho^+$
3	$e^-$	53	$\rho^-$
		54	$\Delta^{++}$
5	$\mu^+$	55	$\Delta^+$
6	$\mu^-$	56	$\Delta^\circ$
7	$\pi^\circ$	57	$\Delta^-$
8	$\pi^+$	58	$\overline{\Delta}^-$
9	$\pi^-$	59	$\overline{\Delta}^\circ$
10	$K_L^\circ$	60	$\overline{\Delta}^+$
11	$K^+$	61	$\overline{\Delta}^+$
12	$K^-$	62	$K^{*0}$
13	$n$	63	$K^{*+}$
14	$p$	64	$K^{*-}$
15	$\bar{p}$	65	$\overline{K^{*0}}$
16	$K_S^\circ$	66	$\nu_e$
17	$\eta$	67	$\overline{\nu}_e$
18	$\Lambda$	68	$\nu_\mu$
19	$\Sigma^+$	69	$\overline{\nu}_\mu$
20	$\Sigma^\circ$		
21	$\Sigma^-$	71	$\eta \rightarrow \gamma\gamma$
22	$\Xi^\circ$	72	$\eta \rightarrow 3\pi^\circ$
23	$\Xi^-$	73	$\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^\circ$
24	$\Omega^-$	74	$\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$
25	$\bar{n}$	75	$\mu^+$ add. info.
26	$\bar{\Lambda}$	76	$\mu^-$ add. info.
27	$\overline{\Sigma}^-$		
28	$\overline{\Sigma}^\circ$		
29	$\overline{\Sigma}^+$		
30	$\overline{\Xi}^\circ$		
31	$\overline{\Xi}^+$		
32	$\overline{\Omega}^+$		
50	$\omega$		

Particle identifications (continued)			
Identification	Particle	Identification	Particle
116	$D^\circ$	149	$\overline{\Lambda}_c^-$
117	$D^+$	150	$\overline{\Xi}_c^-$
118	$\overline{D}^-$	151	$\overline{\Xi}_c^\circ$
119	$\overline{D}^\circ$	152	$\overline{\Sigma}_c^-$
120	$D_s^+$	153	$\overline{\Sigma}_c^\circ$
121	$\overline{D}_s^-$	154	$\overline{\Sigma}_c^0$
122	$\eta_c$	155	$\overline{\Xi}'_c^-$
123	$D^{*0}$	156	$\overline{\Xi}'_c^\circ$
124	$D^{*+}$	157	$\overline{\Omega}_c^\circ$
125	$\overline{D}^{*-}$		
126	$\overline{D}^{*0}$	161	$\Sigma_c^{*++}$
127	$D_s^{*+}$	162	$\Sigma_c^{*+}$
128	$\overline{D}_s^{*-}$	163	$\Sigma_c^{*0}$
130	$J/\psi$	171	$\overline{\Sigma}_c^{*-}$
131	$\tau^+$	172	$\overline{\Sigma}_c^*$
132	$\tau^-$	173	$\overline{\Sigma}_c^*$
133	$\nu_\tau$		
134	$\overline{\nu}_\tau$		
137	$\Lambda_c^+$		
138	$\Xi_c^+$		
139	$\Xi_c^\circ$		
140	$\Sigma_c^{*++}$		
141	$\Sigma_c^{*+}$		
142	$\Sigma_c^{*0}$		
143	$\Xi'_c^+$		
144	$\Xi'_c^\circ$		
145	$\Omega_c^\circ$		
$A \times 100 + Z$		nucleus of $Z$ protons and $A - Z$ neutrons ( $2 \leq A \leq 59$ )	
9900		Cherenkov photons on particle output file	

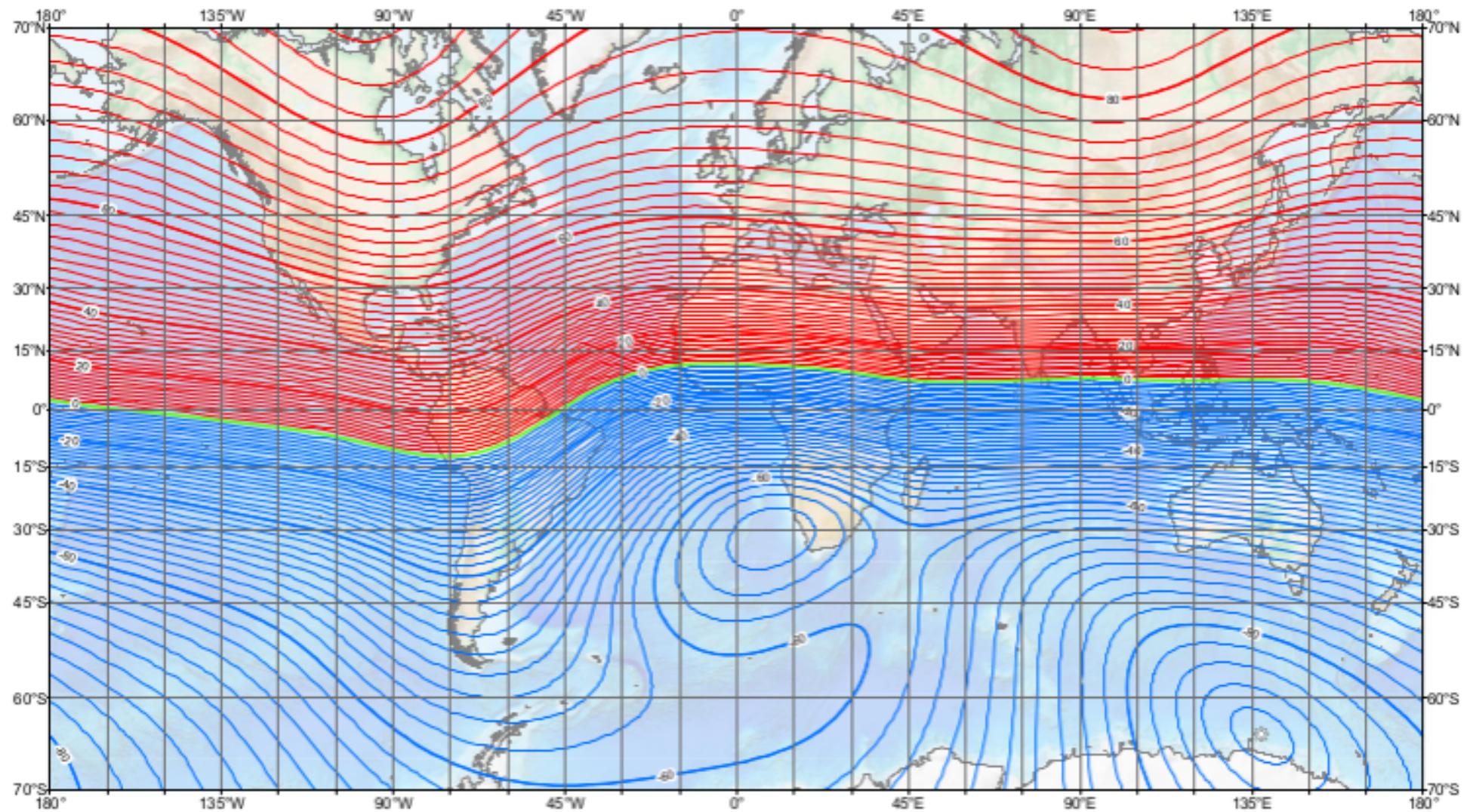
Table 4: Particle identifications as used in CORSIKA (to be continued).





# Campo geomagnético: el “dipolo”

US/UK World Magnetic Model -- Epoch 2010.0  
Main Field Inclination (I)



Main field inclination (I)  
Contour interval: 2 degrees, red contours positive (down); blue negative (up); green zero line.  
Mercator Projection.  
⊕ : Position of dip poles

Map developed by NOAA NGDC & ORES  
<http://hgdcc.noaa.gov/geomag/WMM>  
Map reviewed by NGA/BGS  
Published January 2010

# El modelo IGRF

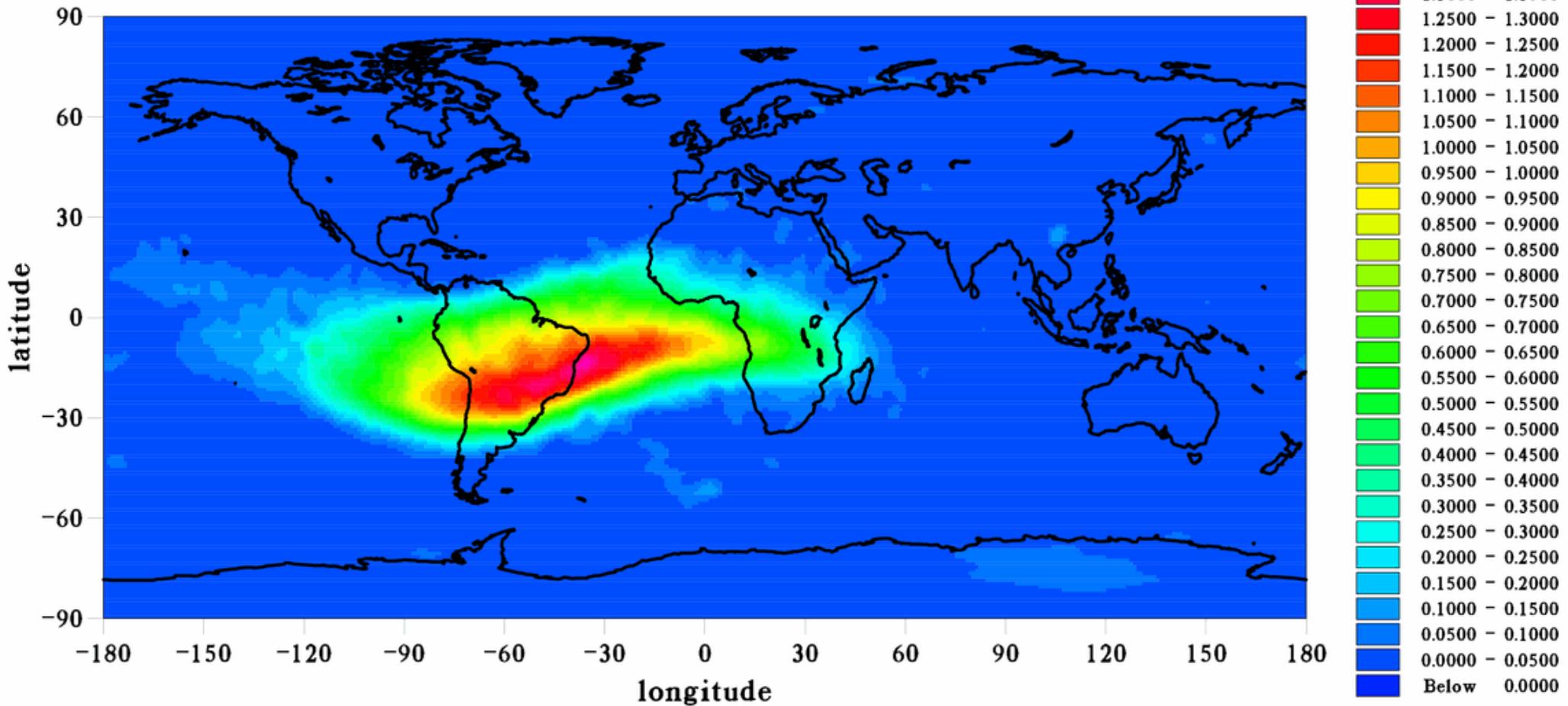
- Expansión multipolar de armónicos esféricos del campo magnético

$$V(r, \phi, \theta) = a \sum_{\ell=1}^L \sum_{m=-\ell}^{\ell} \left(\frac{a}{r}\right)^{\ell+1} (g_{\ell}^m \cos m\phi + h_{\ell}^m \sin m\phi) P_{\ell}^m(\cos \theta)$$

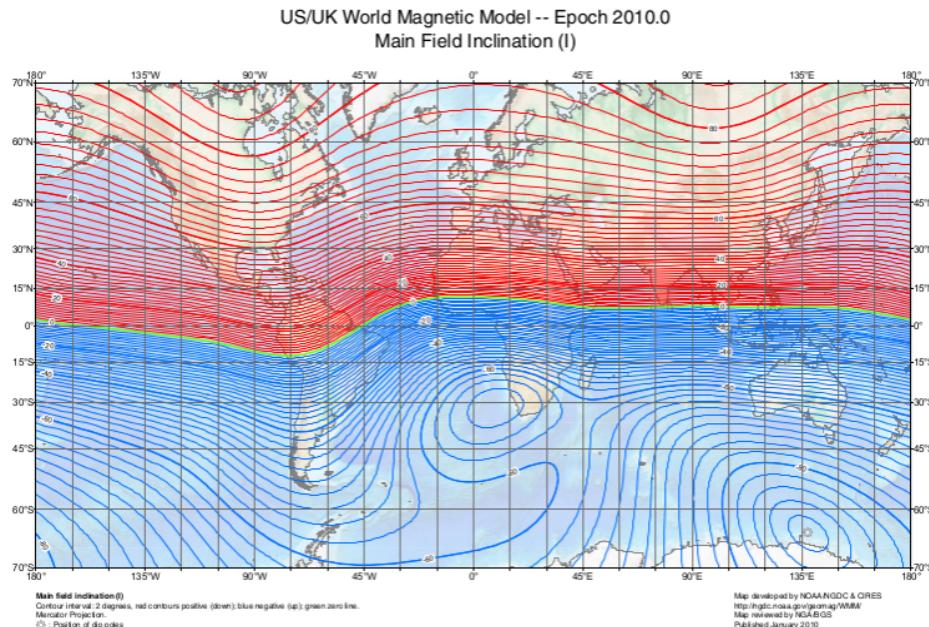
- L es el máximo multipolo considerado en la expansión
- $\phi$  es la longitud Este,  $\theta$  es la colatitud (ángulo polar)
- a es el radio terrestre
- $g_{\ell}^m$  y  $h_{\ell}^m$  son los coeficientes de Gauss de la expansión
- $P_{\ell}^m(\cos \theta)$  son las funciones de Schmidt (Legendre) de orden l y m
- Descarga de coeficientes y explicación detallada
  - Ver <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/> y <http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html>

# Anomalía del Atlántico Sur

(rms : 0.2560 / moy : 0.1117 / min : 0.0010 / max : 1.4814)



# Campo Geomagnético



**(X component/1000) en IGRF2011 → BX (Horizontal)**  
**(Z component/1000) en IGRF2011 → BZ (Vertical)**

MAGNET      BX      BZ

Format = (A6, 2F), Defaults = 20.40, 43.23

BX : Is the horizontal component of the Earth's magnetic field (in  $\mu\text{T}$ ) to the x-direction of the detector (North) and

BZ : Is the vertical component of the Earth's magnetic field (in  $\mu\text{T}$ ) downwards.

## Modelo Campo Magnético

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>

Magnetic Field							
Model Used: IGRF12							
Latitude: 29.90° S							
Longitude: 71.25° W							
Elevation: 28.0 m Mean Sea Level							
Date	Declination (+ E   - W)	Inclination (+ D   - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N   - S)	East Comp (+ E   - W)	Vertical Comp (+ D   - U)	Total Field
2017-02-17	0.4706°	-30.0538°	20,283.0 nT	20,282.4 nT	166.6 nT	-11,735.8 nT	23,433.5 nT
Change/year	-0.1657°/yr	-0.1130°/yr	-78.7 nT/yr	-78.2 nT/yr	-59.3 nT/yr	-7.9 nT/yr	-64.2 nT/yr

Cuidado con las unidades (nT vs  $\mu$ T)

**Horizontal Intensity:** The horizontal intensity is the intensity of the component of the magnetic field is tangent to the Earth surface at a given point.

**North Component:** The North component is the portion of the magnetic field that is directed horizontally northward. A southward directed field would have a negative value for the North component.

**East Component:** The East component is the portion of the magnetic field that is directed horizontally eastward. A westward directed magnetic field has a negative value for the East component.

**Vertical Component:** The vertical component is the portion of the magnetic field that is directed perpendicular to the Earth's surface at a given location. Down is measured as positive and up as negative.

**Total Field:** The total field is the intensity (or strength) of the entire magnetic field at a given location. Geometrically, it is the length of the magnetic field vector.

# Input files

```
RUNNR      756014
EVTNR      0
NSHOW      1

PRMPAR     14
ESLOPE    -2.77
ERANGE    1.00e+04 1.00e+04
THETAP     30. 30.
PHIP       90. 90.

OBSLEV     2800.
ATMOSPHERE 2 Y
MAGNET    20.29 -11.74
FIXCHI     0.

SEED       6215087  0  0
SEED       7466722  0  0
SEED       4220892  0  0
SEED       7906236  0  0

ECUTS      0.05 0.05 0.00005 0.00005

CURVOUT    T
MUADDI    F
MUMULT    T
MAXPRT    0
ELMFLG    F T
LONGI     F 10. T T
ECTMAP    1.E3

DIRECT    ./
DATBAS    T
PAROUT   T F

USER      lago
EXIT
```

Ejemplo

Protón

$10 \text{ TeV} < E^{-2.7} < 10 \text{ TeV}$

$30^\circ < \theta < 30^\circ$

$90^\circ < \phi < 90^\circ$

$h=28 \text{ m snm}$

Atmosfera Tropical

La Serena

Semillas

# Corriendo la simulación manual

1) Escribir el archivo input: proton-lago.input

2) cd /path/to/corsika-75600/run

3) ejecutar la simulación:

```
$ ./corsika75600Linux_QGSII_gheisha < proton-lago.input >  
proton-lago.lst &
```

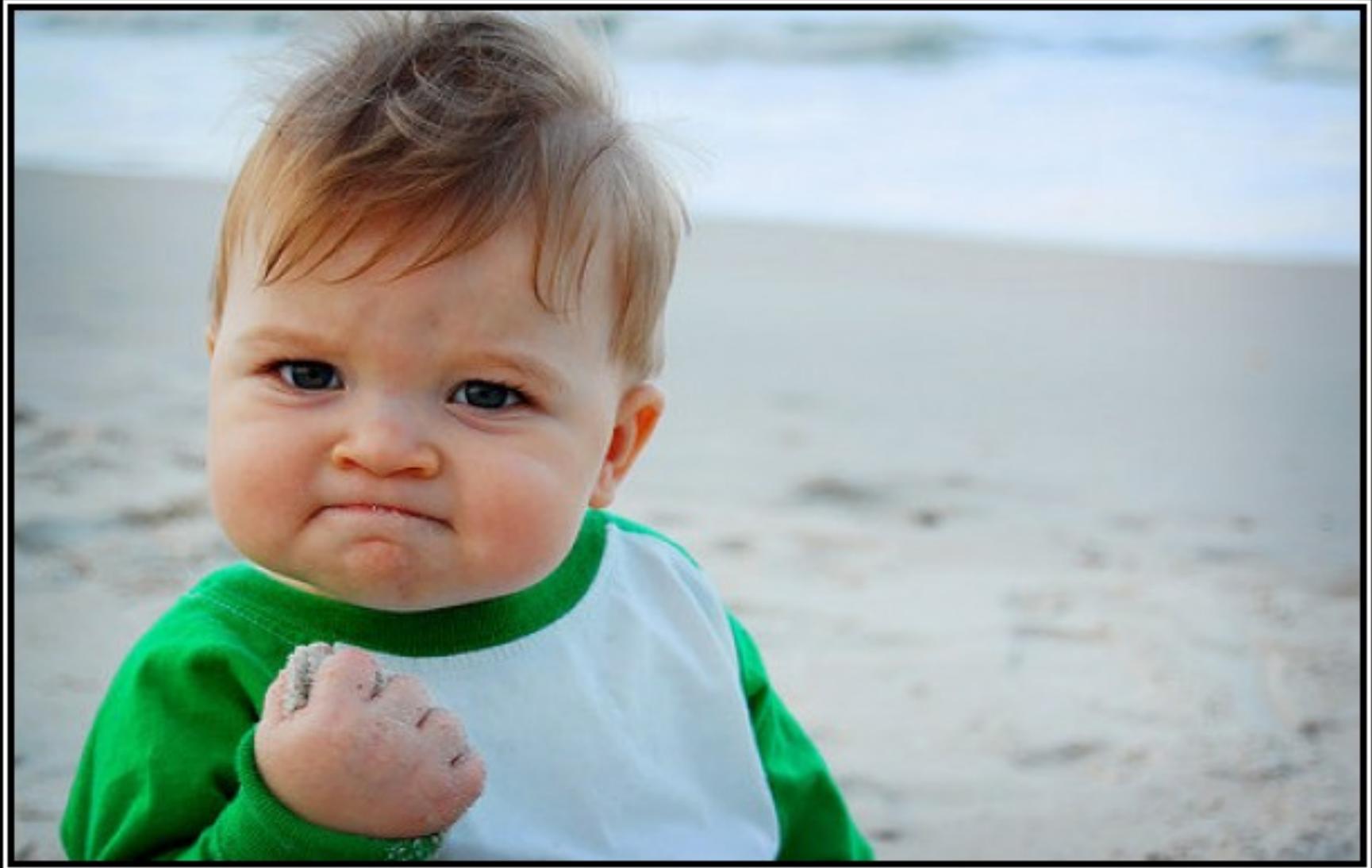
4) verificar avance

```
$ tail -f proton-lago.lst
```

5) esperar la finalización

```
PRESENT TIME : 18.01.2017 11:48:36
```

```
===== END OF RUN =====
```



# SUCCESS

Because you too can own this face of pure accomplishment

Depende de la configuración de CORSIKA y del input

3 archivos básicos: NNNNNNN = RUNNR

DATNNNNNN ← Secundarios + info

DATNNNNNN .dbase ← Para librería de lluvias

nombre .lst ← Output de control

Otros archivos

.long .tab .info ...

Ver Cap. 10 Manual del Usuario

Atmospheric profile with 50 levels read from file atmoprofil.dat

Results of the atmosphere fit:

Layer 1: 0.00 km < h < 10.00 km: a = -135.708, b = 1174.01, c = 994186  
 Layer 2: 10.00 km < h < 19.00 km: a = +22.0191, b = 1261.58, c = 721829  
 Layer 3: 19.00 km < h < 42.50 km: a = 0.587399, b = 1350.34, c = 636143  
 Layer 4: 42.50 km < h < 105.00 km: a = -0.000577176, b = 560.655, c = 772170  
 Layer 5: 105.00 km < h < 116.20 km: a = 0.00124205, b = 1, c = 9.35523e+09

[...]

AAA

```

    OOO      OOO      0000      0000      00      0      0      0
    O   O      O   O      O   O      O   O      OO      O   O
    O      O      O   O      O   O      OO      O   O      O   O
    O      O      O   O      O   O      OO      O   O      O   O
    O      O      O   O      O   O      OO      O   O      O   O
    O   O      O   O      O   O      O   O      OO      O   O
    OOO      OOO      O   O      OOOO      OO      O   O      O
  
```

COSMIC RAY SIMULATION FOR KASCADE

[...]

===== USERS RUN DIRECTIVES FOR THIS SIMULATION =====

DATA CARDS FOR RUN STEERING ARE EXPECTED FROM STANDARD INPUT

RUNNR 1

[...]

AVERAGE NUMBER OF PARTICLES PER EVENT :

FROM LEVEL NUMBER	1
HEIGHT IN CM	9.000E+04
HEIGHT IN G/CM**2	9.374E+02
NO OF PROTONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF ANTI PROTONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF NEUTRONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF ANTI NEUTRONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF GAMMAS	= 0.000000E+00 +- 0.000000E+00
NO OF ELECTRONS	= 0.000000E+00 +- 0.000000E+00
NO OF POSITRONS	= 0.000000E+00 +- 0.000000E+00
NO OF MU -	= 0.0 +- 0.0
NO OF MU +	= 0.0 +- 0.0
NO OF PI 0	= 0.0 +- 0.0
NO OF PI -	= 0.0 +- 0.0
NO OF PI +	= 0.0 +- 0.0
NO OF K0L	= 0.0 +- 0.0
NO OF K0S	= 0.0 +- 0.0
NO OF K -	= 0.0 +- 0.0
NO OF K +	= 0.0 +- 0.0
NO OF STR. BARYONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF DEUTERONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF TRITONS	= 0.0 +- 0.0
NO OF 3HELIUM	= 0.0 +- 0.0
NO OF ALPHAS	= 0.0 +- 0.0
NO OF OTHER PART.	= 0.0 +- 0.0
NO OF DECAYED MUON	= 5.0 +-

PRESENT TIME : 02.05.2013 11:29:53

===== END OF RUN =====

1.00100E+03	-5.46885E-03	-4.30982E-04	8.00286E-03	-1.09995E+05	2.67416E+04	3.65921E+05	per event)
3.00100E+03	3.36570E-03	-3.16320E-03	1.09089E-02	2.59059E+04	-9.41258E+03	3.65278E+05	rd (as real numbers R*4)
1.00100E+03	1.39548E-02	1.44308E-03	5.08759E-02	1.52463E+05	9.26423E+03	3.65832E+05	
1.00100E+03	1.98270E-03	1.18373E-03	6.73459E-03	3.56049E+04	6.99683E+04	3.65540E+05	
1.00100E+03	2.70109E-04	5.36199E-03	2.54889E-02	-4.02150E+03	8.87279E+04	3.65494E+05	
1.00100E+03	1.60414E-03	-1.38442E-03	8.80514E-03	7.86012E+03	7.17196E+02	3.65272E+05	particle code or $A \times 100 + Z$ for nuclei)
1.00100E+03	1.31139E-03	-4.13751E-04	7.60755E-03	1.93719E+04	-6.21680E+03	3.65321E+05	GeV
1.00100E+03	4.52887E-04	4.59891E-04	8.79854E-03	5.27229E+03	7.75617E+03	3.65250E+05	in g/cm <sup>2</sup>
1.00100E+03	-4.74282E-04	3.71646E-04	2.47985E-02	-4.33793E+03	1.95580E+03	3.65243E+05	target if fixed
1.00100E+03	9.15386E-05	2.78302E-03	5.88027E-03	-1.79104E+04	2.31367E+04	3.65377E+05	height) of first interaction in cm
1.00100E+03	-1.92442E-03	-4.20737E-04	9.12530E-03	-2.14523E+04	-5.10769E+03	3.65317E+05	king starts at margin of atmosphere, see TSTART)
1.00100E+03	-4.72408E-03	-6.27047E-03	9.72252E-02	-5.45996E+03	-6.97886E+03	3.65253E+05	in x direction in GeV/c
1.00100E+03	4.96364E-04	4.78332E-04	4.78139E-03	8.61395E+03	8.53885E+03	3.65269E+05	in y direction in GeV/c
1.00100E+03	2.14301E-03	-6.12580E-04	3.94709E-03	3.51325E+04	8.64202E+03	3.65547E+05	in -z direction in GeV/c
1.00100E+03	1.03227E-03	6.72250E-03	4.26197E-02	2.10635E+03	1.29102E+04	3.65273E+05	for downward going particles)
1.00100E+03	1.87294E-04	-1.30695E-04	9.84595E-02	4.72510E+02	1.30224E+02	3.65240E+05	n radian
1.00100E+03	1.02055E-02	3.00120E-03	9.61462E-02	1.16803E+04	2.82851E+03	3.65260E+05	$\phi$ in radian
1.00100E+03	6.20602E-04	-3.99478E-04	8.32675E-03	8.84100E+03	-2.35870E+03	3.65252E+05	current random number sequences (max. 10)
1.00100E+03	-1.15495E-03	-1.72205E-03	5.94811E-02	2.03891E+03	-1.62658E+03	3.65245E+05	sequence <i>i</i>
1.00100E+03	-5.04701E-04	-1.57059E-03	3.35787E-03	-3.66002E+03	-1.77579E+04	3.65368E+05	get random calls (mod 10 <sup>6</sup> ) of sequence <i>i</i>
1.00100E+03	-3.02525E-06	2.10781E-03	7.28154E-03	9.29422E+02	1.79657E+04	3.65323E+05	get random calls (/ 10 <sup>6</sup> ) of sequence <i>i</i>
1.00100E+03	-2.47017E-04	5.55099E-03	2.74278E-02	4.24123E+02	1.29336E+04	3.65283E+05	

EVENT HEADER nevt		76	YPINCL	Y-displacement of inclin			
DATABLOCK		77	ZPINCL	Z-displ			
DATABLOCK		78	THINCL	$\theta$ ang			
...		79	PHINCL	$\phi$ ang			
(LONG nevt:1)		79 + <i>i</i>	0,	$i = 1, 15$ (n			
...		94 + <i>i</i>	CKA( <i>i</i> ), <i>i</i> = 1,				
(LONG nevt: <i>n</i> )		134 + <i>i</i>	CETA( <i>i</i> ), <i>i</i> = 1,				
EVENT END nevt		139 + <i>i</i>	CSTRBA( <i>i</i> ), <i>i</i> =				
RUN END nrun		150 + <i>i</i>	0, <i>i</i> = 1, 97 (n				
		248	XSCATT scatte				
		249	YSCATT scatte				
		249 + <i>i</i>	HLAY( <i>i</i> ), <i>i</i> = 1				
		254 + <i>i</i>	AATM( <i>i</i> ), <i>i</i> = 1				
		259 + <i>i</i>	BATM( <i>i</i> ). <i>i</i> = 1				
Particle data sub-block : (up to 39 particles, 7 words each)							
				No. of word	Contents of word (as real numbers R*4)		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 1	particle description encoded as:		
					part. id × 1000 + hadr. generation <sup>84</sup> × 10 + no. of obs. level		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 2	px, momentum in x direction in GeV/c		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 3	py, momentum in y direction in GeV/c		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 4	pz, momentum in -z direction in GeV/c		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 5	x position coordinate in cm		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 6	y position coordinate in cm		
				7 × ( <i>n</i> - 1) + 7	t time since first interaction (or since entrance into atmosphere) <sup>85</sup>		
					in nsec		
					[for additional muon information: z coordinate in cm]		
					for $n = 1 \dots 39$		
					if last block is not completely filled, trailing zeros are added		

# Id, px, py, pz, x, y, t

# La wiki de LAGO

## Latin American Giant Observatory [edit]

Bienvenidos a la Wiki interna del Latin American Giant Observatory (LAGO). Por favor, si usted tiene consultas y sugerencias envíe un correo a [lagowiki@lagoproject.org](mailto:lagowiki@lagoproject.org). Antes de editar o modificar una página, por favor consulte el [Manual del Usuario](#).

## Grupos de Trabajo [edit]

### WG1: Física

Seminarios del Grupo de Trabajo de Física

[File:Fluencia-lago.pdf](#)

[File:Analisis CHA.pdf](#)

[File:Presentation 2.pdf](#)

### WG2: Detectores

LAGO Adquisicion de datos: Quick Start

Bases del PAO

WG2.1: Electrónica

WG2.2: Calibración

### WG3: Data

El Repositorio de datos LAGO

El Programa LAGO Virtual

Respositorio de tesis y documentos de LAGO

### WG0: Project Management

La Organización del Proyecto LAGO

Objetivos Organizacionales Anuales

Meetings anuales de la colaboración

Comités: Coordinación, Científico, Editorial.

Comunidades: LAGO-Argentina, LAGO-Bolivia, LAGO-Brasil, LAGO-Colombia, LAGO-Ecuador, LAGO-España, LAGO-Guatemala, LAGO-Méjico, LAGO-Perú, LAGO-Venezuela.

## Recursos [edit]

### ACQUA: LAGO Data Acquisition

ACQUA: la suite de adquisición de datos de LAGO

Configuración Básica Raspberry Pi

Datos en LAGO-ACQUA

Metadatos en LAGO-ACQUA

### ARTI: LAGO Simulations

ARTI: el paquete de simulaciones de LAGO

CORSIKA para LAGO

Géant4 en LAGO

Simulación WCD

Curso de simulaciones para cálculo de Fluencia

### ANNA: LAGO Data Analysis

ANNA: el entorno de análisis de datos de LAGO

Uso de ANNA

Ejemplo de Análisis de Datos

### ADVI: LAGO Documents

LAGO Virtual

Repositorio de datos LAGO

Repositorio de tesis y documentos de LAGO (enlace directo)

(reservado para próximos recursos)

### NETI: LAGO Clusters and grid

Cluster Halley

Cluster Guane

Cluster Sumo

LAGO Grid

<http://wiki.lagoproject.org/>

## Proyectos Asociados [edit]

### RACIMO: Red Ambiental Ciudadana de MOnitoreo

El Proyecto RACIMO

### MuTe: Muon Telescope (for Volcanoes muongraphy)

El Proyecto MuTe

### ESCARAMUJO

El Proyecto Escaramujo

# Simulaciones en LAGO → ARTI™

ARTI™ es un paquete diseñado para automatizar y simplificar estas tareas

Instrucciones en la sección ARTI de la wiki de LAGO

<http://wiki.lagoproject.org/index.php?title=ARTI>

Con git, desde la terminal:

```
$ git clone https://github.com/lagoproject/arti.git
```

**Simulaciones**: do\_sims.sh; rain.pl; do\_grid.sh;  
generate\_espectra.pl

**Análisis**: lagocrkread.f; lagocrkthin.f; onlysecs.f;  
analysis.cc; showers.cc;

**Antes de usar → \$ git pull; make**

# Pequeño glosario

- Ejecución automatizada de las simulaciones (`./sims/`)
  - **rain.pl** → automatiza el método de generación de inmutas mediante una serie de preguntas y modificadores en linea de comando
  - **generate\_espectra.pl** → integra numéricamente espectros de la forma E-g para obtener los flujos a partir del tiempo de simulación (1h, 1d, 1m, etc). Produce archivos que leerá el rain.pl para producir los inputs (27 especies en total, de protón a hierro)
  - **do\_sims.sh** → Automatiza la producción de inputs combinando los códigos anteriores para producir los scripts finales de simulación y calcular la fluencia de cada sitio

# Pequeño glosario

- Ejecución automatizada de los análisis (`./analysis/`)
  - **lagocrkread.f** → convierte los archivos DATNNNNNN de salida de CORSIKA en tablas ASCII (**lagocrkthin.f** es equivalente para simulaciones con thinning)
  - **onlysecs.f** → procesa los DATNNNNNN mostrando solo los bloques de secundarios, sin información
  - **analysis.cc** → lee los archivos ASCII producidos por lagocrkread.f y produce archivos de secundarios para cada tipo de primario
  - **showers.cc** → procesa las salidas de analysis.cc para obtener un único archivo con el *background* de secundarios, y archivos de análisis como el histograma de energias, distancias, etc

Seguimos en la terminal

