

LAGO

El Observatorio Latinoamericano Gigante: Estado Actual y Perspectivas Futuras

Iván Sidelnik^{1,2}, por la Colaboración LAGO³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),

² Depto. de Física de Neutrones, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA),
S. C. de Bariloche, Argentina.

Investigador Principal de la Colaboración LAGO

³ <http://lagoproject.net>

sidelnik@cnea.gov.ar



LAGO @ CAHEP, Dic. 2020



Overview

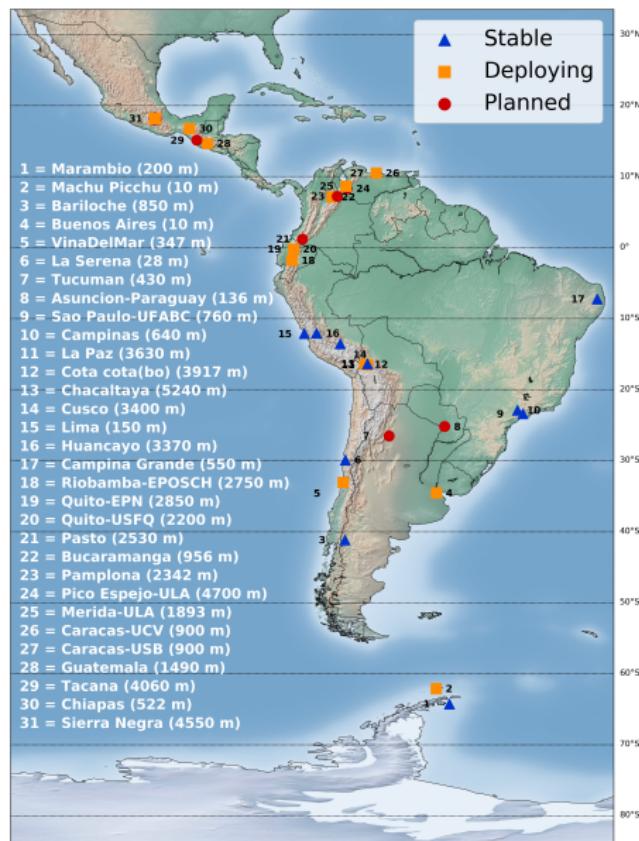
- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Latin American Giant Observatory (LAGO)

Un arreglo gigante de detectores Cherenkov en agua (WCD)



La colaboración LAGO

- 130 miembros de 36 instituciones en 12 países:
Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay, Perú, Venezuela & España.

Objetivos científicos:

- ▶ Estudio de astropartículas para observar el universo extremo
- ▶ Fenómenos de climatología espacial (transitorios o de largo plazo) estudiados a través de la modulación solar de rayos cósmicos
- ▶ Mediciones de fondo de radiación a nivel del suelo

Objetivos académicos:

- ▶ Entrenar estudiantes latinoamericanos en física de altas energías y astropartículas
- ▶ Construir una red latinoamericana de investigadores en astropartículas

Latin American Giant Observatory (LAGO)

Un arreglo gigante de detectores Cherenkov en agua (WCD)



La colaboración LAGO

- 130 miembros de 36 instituciones en 12 países:
Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia,

¿Cómo funciona?

- Red colaborativa y no centralizada de instituciones y científicos
- 3 grupos de trabajo (GT) (Física, Detectores, Datos)
- Comité de coordinación con 12+1 miembros, 1 rep. por país + 1 secretario + 1 Investigador Principal
- Desarrollos, experiencia y datos compartidos a través de toda la red
- Objetivos primarios conducidos por programas desarrollados específicamente

Overview

1 The LAGO Observatory

2 LAGO Objectives

3 Our experimental tool: the WCD

4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI

5 LAGO programs

- LAGO-Virtual
- LAGO - Universities
- LAGO - High Energies
- LAGO-SW-Background
- LAGO - Space Weather

6 LAGO - News

7 Activities today and future

8 Conclusions

Objetivos de LAGO ↔ Programas de LAGO @ 3 GT

Grupos de Trabajo: enlace entre ::Física - Detectores - Datos::

LAGO-Altas energías (HE):

- Arreglos pequeños de WCD
- Componente de altas energías de GRB
- Astropartículas de baja energía

LAGO-Universidades:

- Astrofísica y física de partículas en cursos de licenciatura
- Decaimiento del muón
- Construcción y caracterización de detectores de partículas
- Física de detectores e interacción de la radiación con la materia
- Análisis de datos y estadística

LAGO-Climatología espacial:

- Climatología espacial a nivel del suelo
- Conexiones con física de la atmósfera
- Fondo de radiación a nivel del suelo y en vuelos

LAGO-Virtual:

- Adquirir, producir colectar y preservar los datos de LAGO
- Integración con los servicios EOSC (European Open Science Cloud)
- Desarrollos de herramientas computacionales → ARTI (integración de MAGCOS, CORSIKA y Geant 4)

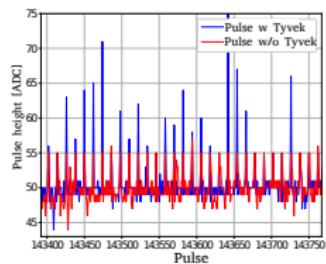
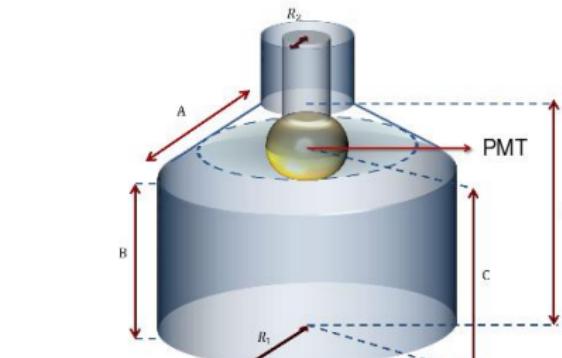
Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD**
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Nuestra herramienta experimental: el detector Cherenkov en agua (Water Cherenkov Detector, WCD)

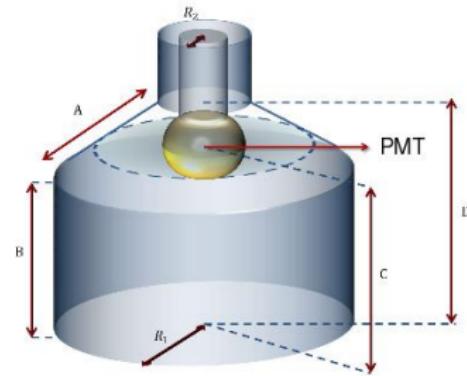


- Detector autónomo, confiable, simple y relativamente barato
- Tanques comerciales con áreas de detección que están entre $1,5 \text{ m}^2 - 10 \text{ m}^2$ llenos de agua purificada
- Tubo Fotomultiplicador (PMT) + placa digitalizadora (diseño propio)
- Recubrimiento interno de Tyvek[®] (tela que difunde y refleja el UV)



Pulse shape of background radiation with and without the presence of Tyvek inside the detector

Nuestra herramienta experimental: el detector Cherenkov en agua (Water Cherenkov Detector, WCD)



- Detector autónomo, confiable, simple y relativamente barato
- Tanques comerciales con áreas de detección que están entre $1,5 \text{ m}^2 - 10 \text{ m}^2$ llenos de agua purificada
- Tubo Fotomultiplicador (PMT) + placa digitalizadora (diseño propio)
- Recubrimiento interno de Tyvek (tela que difunde y refleja el UV)
- Actualización de la electrónica ⇒ sistema STEMLab® (redpitaya)



Efecto Cherenkov

This Week's Citation Classic © AUGUST 26, 1991

Cherenkov P A. Visible light from clear liquids under the action of gamma radiation.

C.R. (Dokl.) Acad. Sci. URSS 2:451-4, 1934.

[Physico-Mathematical Institute V.A. Steklova, Academy of Science, Leningrad, USSR]

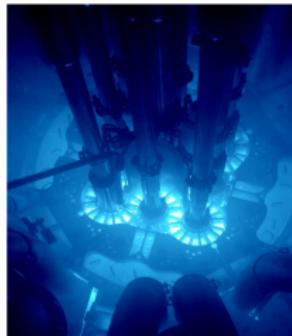
AUGUST 15, 1937

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 52

Visible Radiation Produced by Electrons Moving in a Medium with Velocities Exceeding that of Light

In a note published in 1934¹ as well as in the subsequent publications²⁻⁴ the present author reported his discovery of feeble visible radiation emitted by pure liquids under the action of fast electrons (β -particles of radioactive elements or Compton electrons liberated in liquids in the process of scattering of γ -rays). This radiation was a novel phenomenon, which could not be identified with any of the kinds of luminescence then known as the theory of luminescence failed to account for a number of unusual properties (insensitivity to the action of quenching agents, anomalous polarization, marked spacial asymmetry, etc.) exhibited by the radiation in question.



Condición Cherenkov

$$\beta c > c' = \frac{c}{n}$$

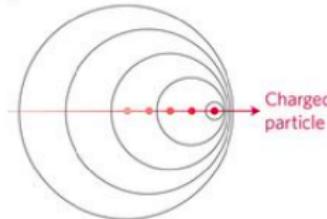
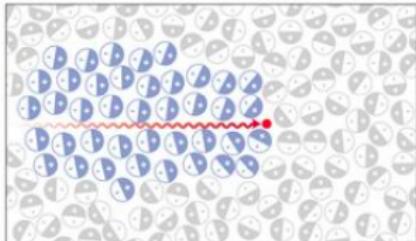
Threshold energy

$$E = m_0 c^2 \left[\frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}} \right]$$

H_2O $n = 1,333$ en el rango visible

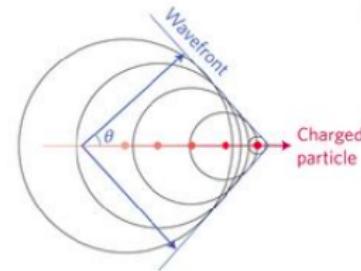
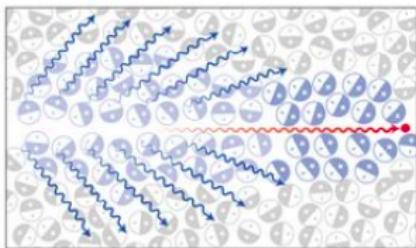
Partícula	Masa $\left[\frac{MeV}{c^2} \right]$	Kinetic E. [MeV]	Energía umbral para producción de luz Cherenkov [MeV]
$e^+ e^-$	0.511	0.264	0.775
$\mu^+ \mu^-$	105	54.26	159.26
Protón	938	484	1422

Efecto Cherenkov



Condición Cherenkov

$$\beta c > c' = \frac{c}{n}$$



Threshold energy

$$E = m_0 c^2 \left[\frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}} \right]$$

H_2O $n = 1,333$ en el rango visible

Partícula	Masa $\left[\frac{\text{MeV}}{c^2} \right]$	Kinetic E. [MeV]	Energía umbral para producción de luz Cherenkov [MeV]
$e^+ e^-$	0.511	0.264	0.775
$\mu^+ \mu^-$	105	54.26	159.26
Protón	938	484	1422

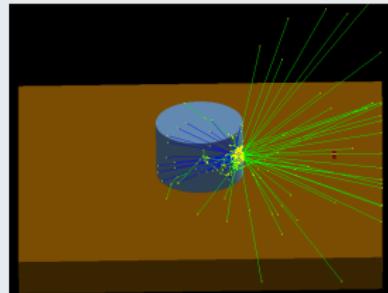
Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

New LAGO simulation Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

Detailed simulation chain

- Directional rigidity cut-off at each site $R(\varphi, \lambda, \theta, \phi)$
- Primary flux at the top of the atmosphere (CORSIKA simulations for each site (φ, λ, h))
 - ▶ Measured spectra for all nuclei $1 \leq Z_p \leq 26$, $1 \leq A_p \leq 56$
 - ▶ $(R(\theta, \phi) \times Z_p) \leq (E_p/\text{GeV}) \leq 10^6$, $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$
 - ▶ Integrated primary flux: $\sim 10^7 - 10^8 \text{ hour}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ($\gtrsim 5$ hours at each site)
- Secondary flux at detector level
- Detector response:
 - ▶ Detailed GEANT 4 model



Simulated primary cosmic rays entering the atmosphere

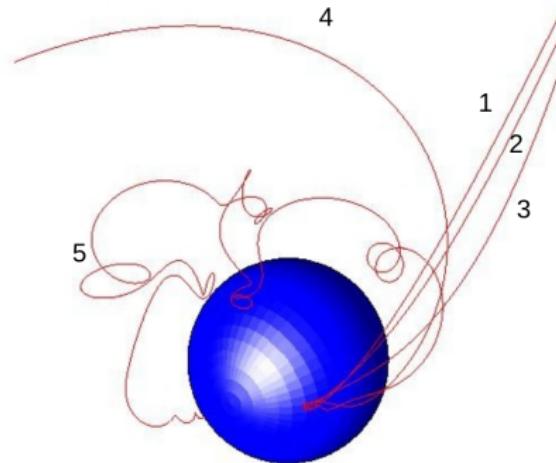
New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

Cosmic Background Radiation at ground corrected by Geomagnetic Field

This method builds a magnetic rigidity cutoff (R_c) as a function of the geographical latitude, longitude, altitude above sea level, the arrival direction (ϕ and θ) and a cumulative probability distribution function.

- **CORSIKA** tiene la corrección del campo geomagnético desde el nivel del mar hasta 112 km (donde ocurren las primeras interacciones de los RC con la atmósfera)

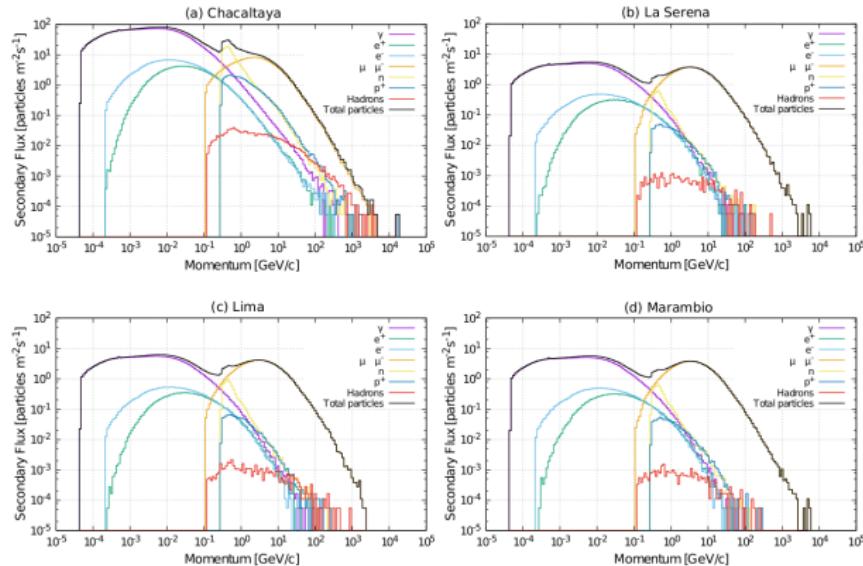
- **MAGCOS** hace la corrección desde 112 km hacia afuera usando modelos IGRF (International Geomagnetic Reference Fields) hasta 5 radios terrestres y después usa Tsyganenko 2001 (mas de 5 radios terrestres)



Flujo simulado a nivel del detector

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

- Expected secondary flux at ground for different LAGO sites

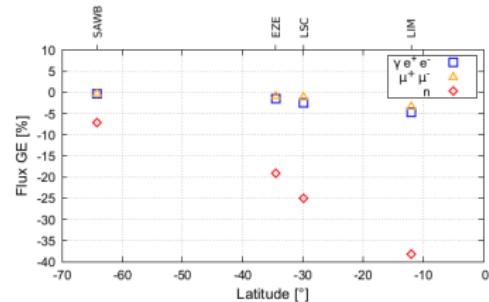
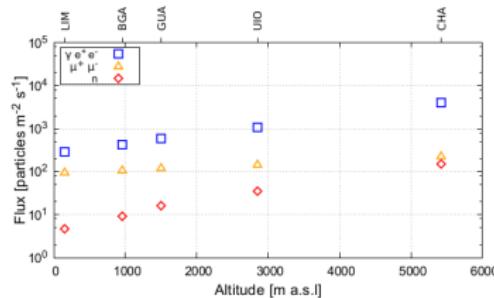


- The spectrum of the secondary particles at four LAGO sites: Chacaltaya (a), La Serena (b), Lima (c) and Marambio (d).

Flujo simulado a nivel del detector

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

- Expected secondary flux at ground for different LAGO sites

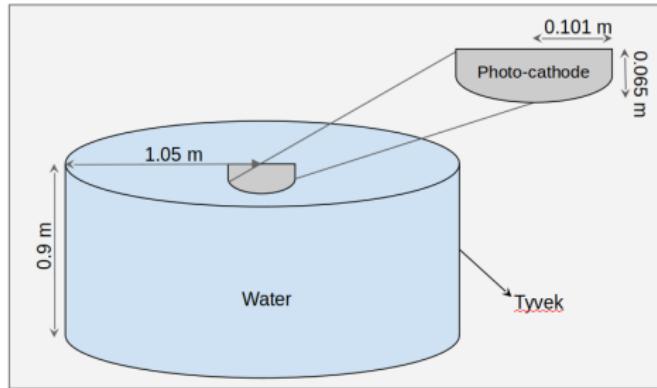


- The flux of cosmic background radiation at ground as a function of the altitude at five LAGO sites with very different altitude but similar geomagnetic rigidities (left) and with similar altitudes but very different values of the rigidity cut-offs (right).

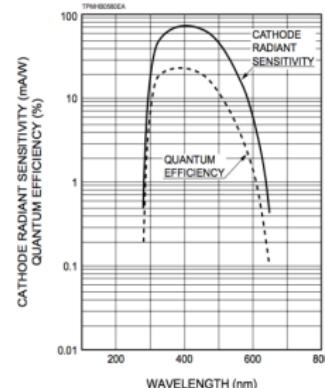
Detector response @ ground level

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

- GEANT 4 simulation of a *standard* detector and PMT quantum efficiency



The standard LAGO WCD

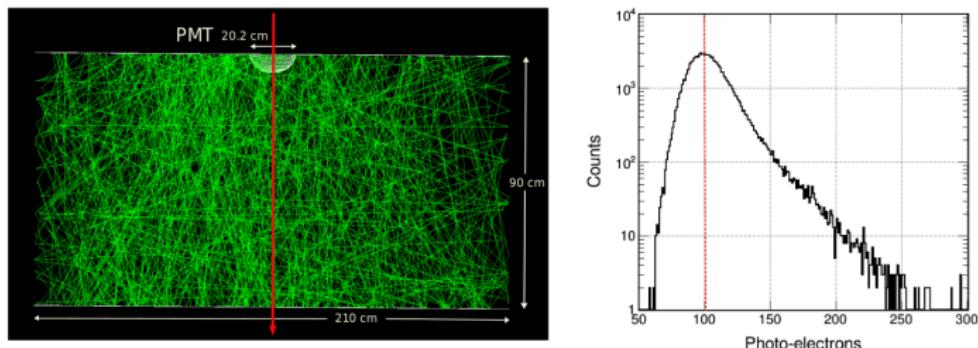


Quantum efficiency of the
PMT R5912-Hamamatsu

Detector response @ ground level

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

- GEANT 4 simulation of a *standard* detector and calibration with a 3 GeV muon

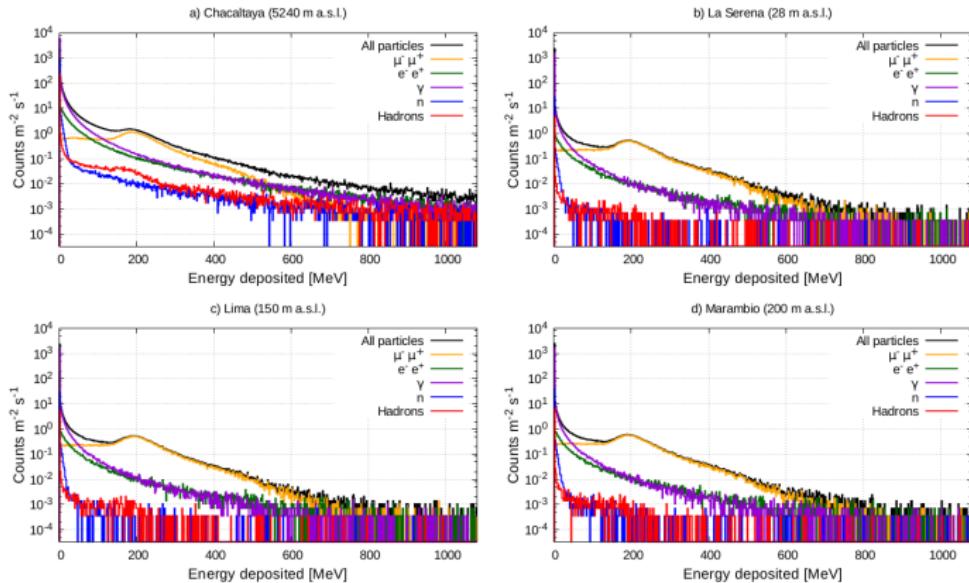


- Distribution of the number of *pe* obtained for 10^5 central and vertical muons of 3 GeV
- The mode of 100 *pe* represents the main unit of calibration for the simulated detector geometry. $1 \text{ VEM} \simeq 100 \text{ pe} \simeq 180 \text{ MeV}$ of deposited energy.

Detector response @ ground level

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

- Expected secondary flux at ground for different LAGO sites

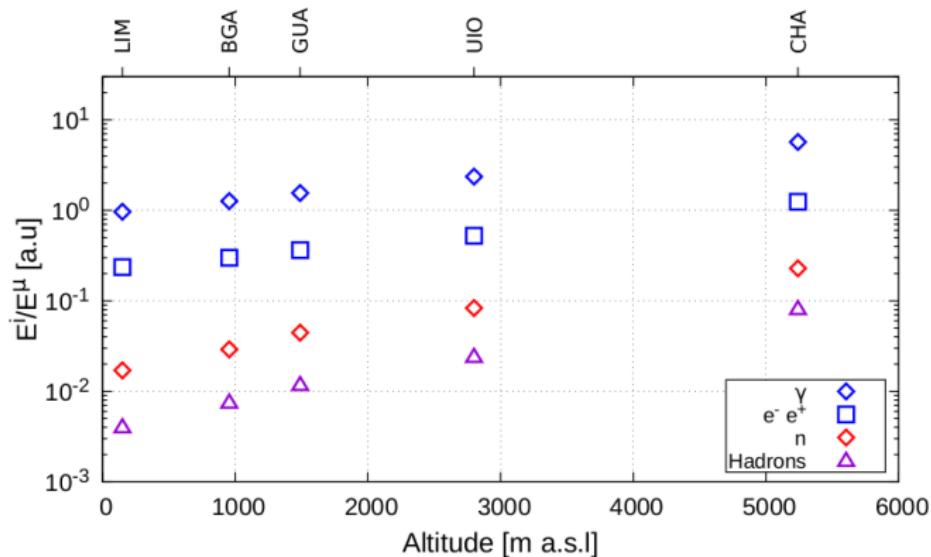


- Charge histograms of the total signal (black line) and single component contributions (color lines)

Detector response @ ground level

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4)

- Expected secondary flux at ground for different LAGO sites



- The component-to-muon ratio divided by the energy deposited by muons, is shown for five LAGO sites with similar geomagnetic rigidity but increasing altitude

From the primary Cosmic Ray to the detector response @ ground level

New LAGO Framework: ARTI (MAGCOS + CORSIKA + GEANT4) arXiv:2010.14591

PREPARED FOR SUBMISSION TO JCAP

Performance of the LAGO water Cherenkov detectors to cosmic ray flux

C. Sarmiento-Cano^{a,b} M. Suárez-Durán^c R. Calderón-Ardila^{a,b} A. Vásquez-Ramírez^d A. Jaimes-Motta^d I. Sidelnik^e L. A. Núñez^d
H. Asorey^f, for the LAGO Collaboration^f

^aInstituto de Tecnología Sabato, Universidad Nacional de San Martín,
Centro Atómico Constituyentes, Buenos Aires, Argentina

^bInstituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (CNEA, CONICET, UNSAM),
Centro Atómico Constituyentes, Buenos Aires, Argentina

^cDepartamento de Física y Geología, Universidad de Pamplona,
Pamplona, Colombia

^dEscuela de Física, Universidad Industrial de Santander,
Bucaramanga, Colombia

^eCentro Atómico Bariloche (CNEA, CONICET),
Bariloche, Argentina

^fThe LAGO Collaboration,

see the complete list of authors and institutions at <http://lagoproject.net/collab.html>
I. Sidelnik (CONICET-CAB)

Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 **LAGO programs**
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Overview

- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather

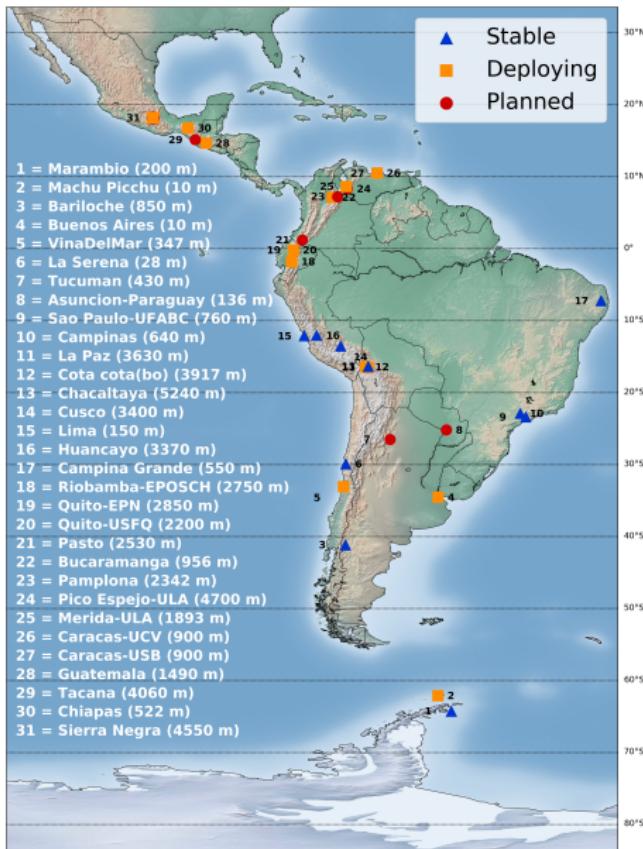
LAGO-Virtual: the Latin American astroparticle network

LAGO Data

- Two types of data: measured and simulated
- Measured data: 4 quality levels:
 - L1 raw data,
 - L2 preliminary,
 - L3 Data Quality,
 - L4 High Quality
- Massive data production:
raw ($\sim 1 \text{ TiB year}^{-1} \text{ det}^{-1}$);
sims ($\sim 3 \text{ TiB year}^{-1} \text{ site}^{-1}$)

LAGO & RedCLARA

- Data repository located at UIS (BGA, Colombia)
- Data transfer from Sites to Repository using RedCLARA (where available)
- Data mirrors @ BsAs and Madrid



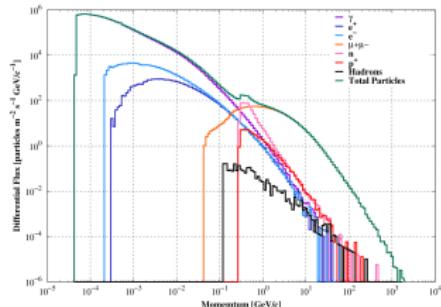
Overview

- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - **LAGO - Universities**
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather

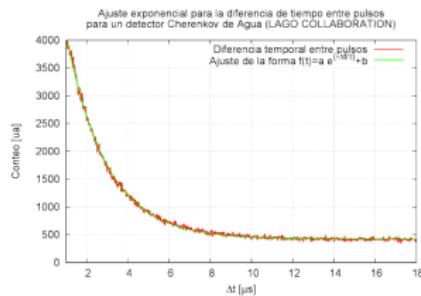
LAGO-Universities



LAGO workshop & escuela 2019 @ BsAs:
Simulaciones + análisis de datos +
trabajos de la colaboración



Cursos de Física experimental y de partículas en distintas Instituciones, ej:
UIS (COL), Balseiro (ARG) and UCV (VEN):
Teoría electrodébil + python + técnicas de análisis de datos



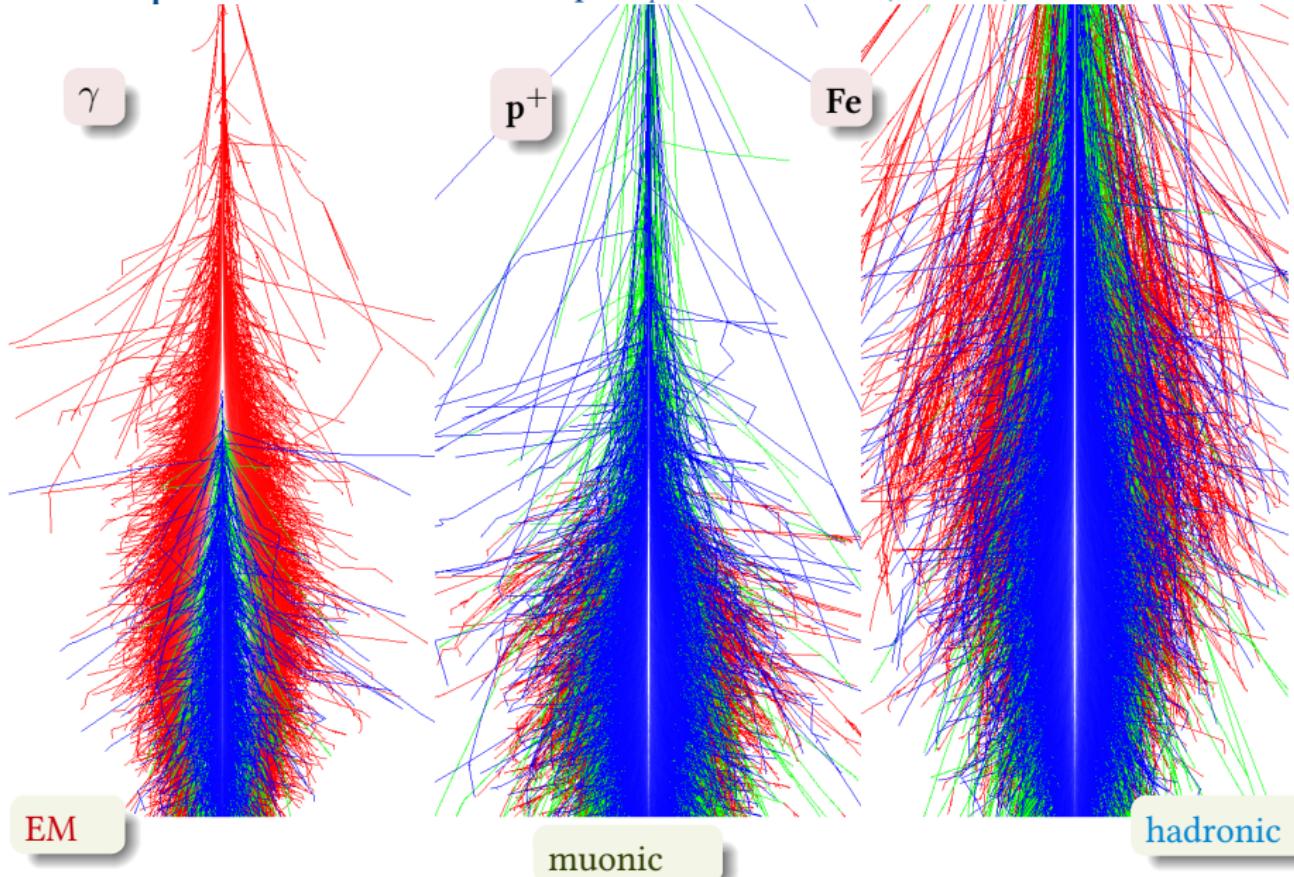
$$\tau_\mu = (2020 \pm 0,1) \text{ ns}$$

$$\rightarrow g_w = \frac{m_W}{m_\mu \tau_\mu^{1/4}} \left(\frac{12\hbar(8\pi)^3}{m_\mu c^2} \right)^{1/4}$$
$$g_w = 0,7 \pm 0,1$$

Overview

- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - **LAGO - High Energies**
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather

Atmospheric showers Example, $E_p = 5 \times 10^{14}$ eV (500 TeV), $\theta = 0^\circ$



Extended Air Showers (EAS)

EAS Particle cascade that originates with the interaction of a CR with the atmosphere

- X Atmospheric depth (traversed mass)
- $N_{\text{máx}}$ Maximum number of particles in the shower: $N_{\text{máx}} \propto E_p$
- $X_{\text{máx}}$ Maximum depth: $X_{\text{máx}} \propto \ln(E_p)$

EM

- Decay of π^0 : $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$
 $\pi^0 \rightarrow \gamma e^+ e^-$
- Bethe-Heitler:
Bremsstrahlung:
 $e^\pm \xrightarrow{\text{Z}Y} e^\pm \gamma$
- Pair production:
 $\gamma \xrightarrow{\text{Z}Y} e^+ e^-$
- Dominates $N_{\text{máx}} \rightarrow X_{\text{máx}}$
- $E_{\text{EM}} = (80\% - 90\%)E_p$

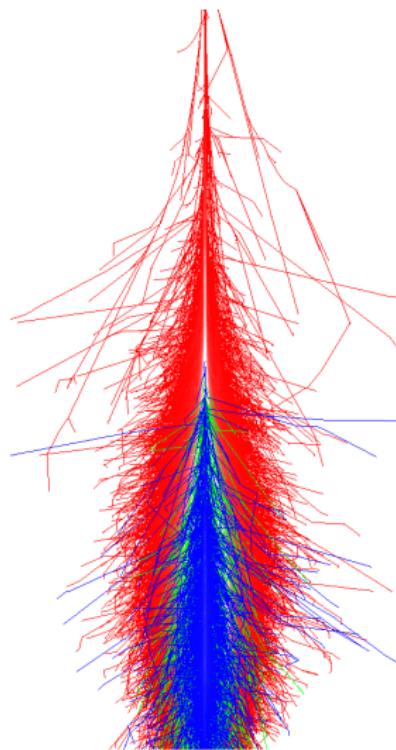
Muonic

- Decay of K^\pm and π^\pm :
 $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$
 $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$
 $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$
- Radiative processes
 $\mu^\pm \xrightarrow{\text{Z}Y} \mu^\pm e^+ e^-$
 $\mu^\pm \xrightarrow{\text{Z}Y} \mu^\pm + \text{had}$
- $N_\mu \propto A^{0,1} E_p^{0,9}$

Hadronic

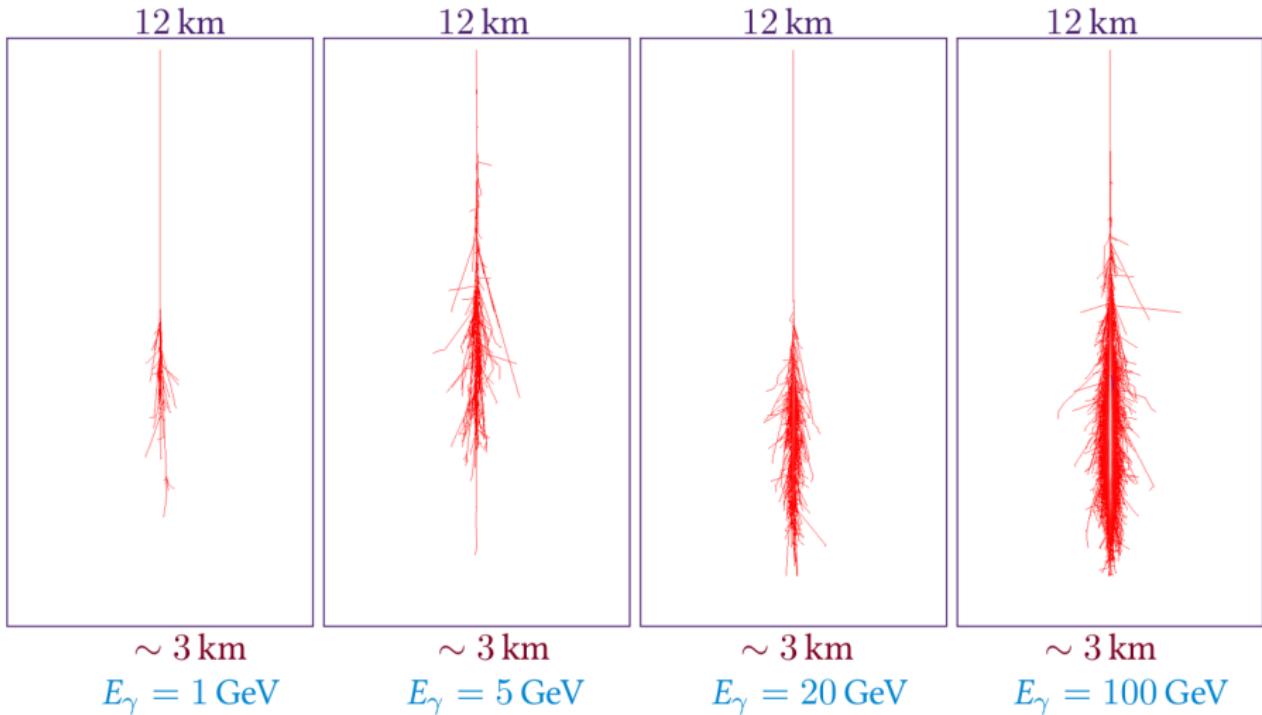
- Nuclear fragments
- p, n, π^\pm, K^\pm
- Charmed mesons
- *Leading particle effect*
- Concentrated in the axis shower
- $N_h \propto N_e^{0,95}$
- $N_h/N_e \sim 10^{-2} - 10^{-4}$

Altitude vs. Primary energy



$$E_\gamma = 500 \text{ TeV}$$

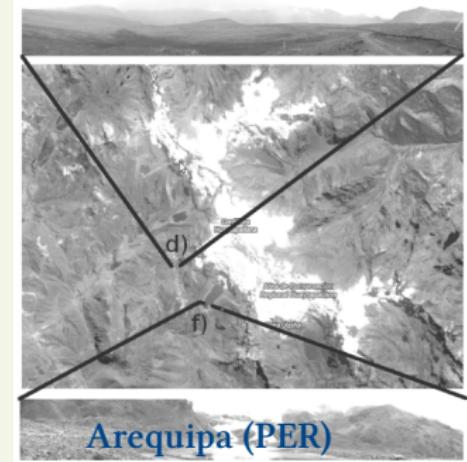
Altitude vs. Primary energy



New LAGO EU program

- Single particle technique and signal coincidences
- Detectors at Sierra Negra: segmented 40 m² WCDs
- Re-deploy detectors at Chacaltaya and Chimborazo (underway)
- Re-analysis of the full data set
- Building arrays at medium altitude sites ($h > 3000$ m a.s.l.)
- Signal time superposition analysis at Chacaltaya, Chimborazo and Atacama for Galactic Center studies

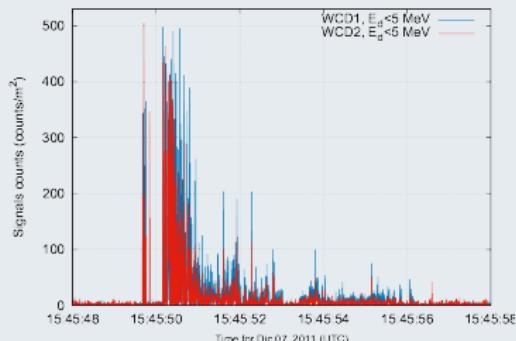
LAGO @ high altitudes



New LAGO EU program

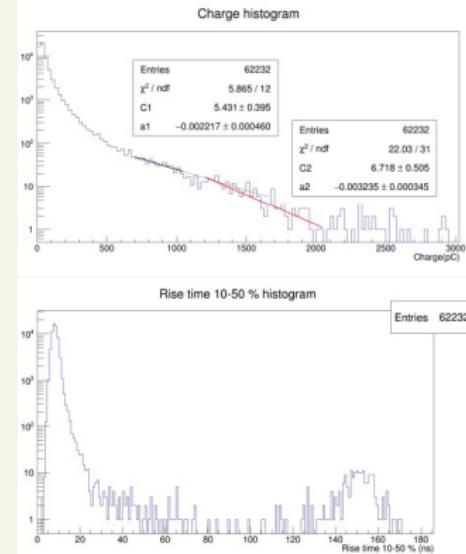
Candidato en Chacaltaya

- Exposure, $\theta \leq 25^\circ$: $2.7 \times 10^8 \text{ m}^2 \text{ s sr}$
- Stricter data rejection criteria
- 2-min moving window averaging
- Alert: $\geq |3\sigma|$ on two sub-channels & two detectors



Dic 07 15:45:49.675 UTC 2011, 5.5 s
RA/Dec^{J2000} 16^h17^m31^s / -16°21'00"

Sierra Negra Calibration

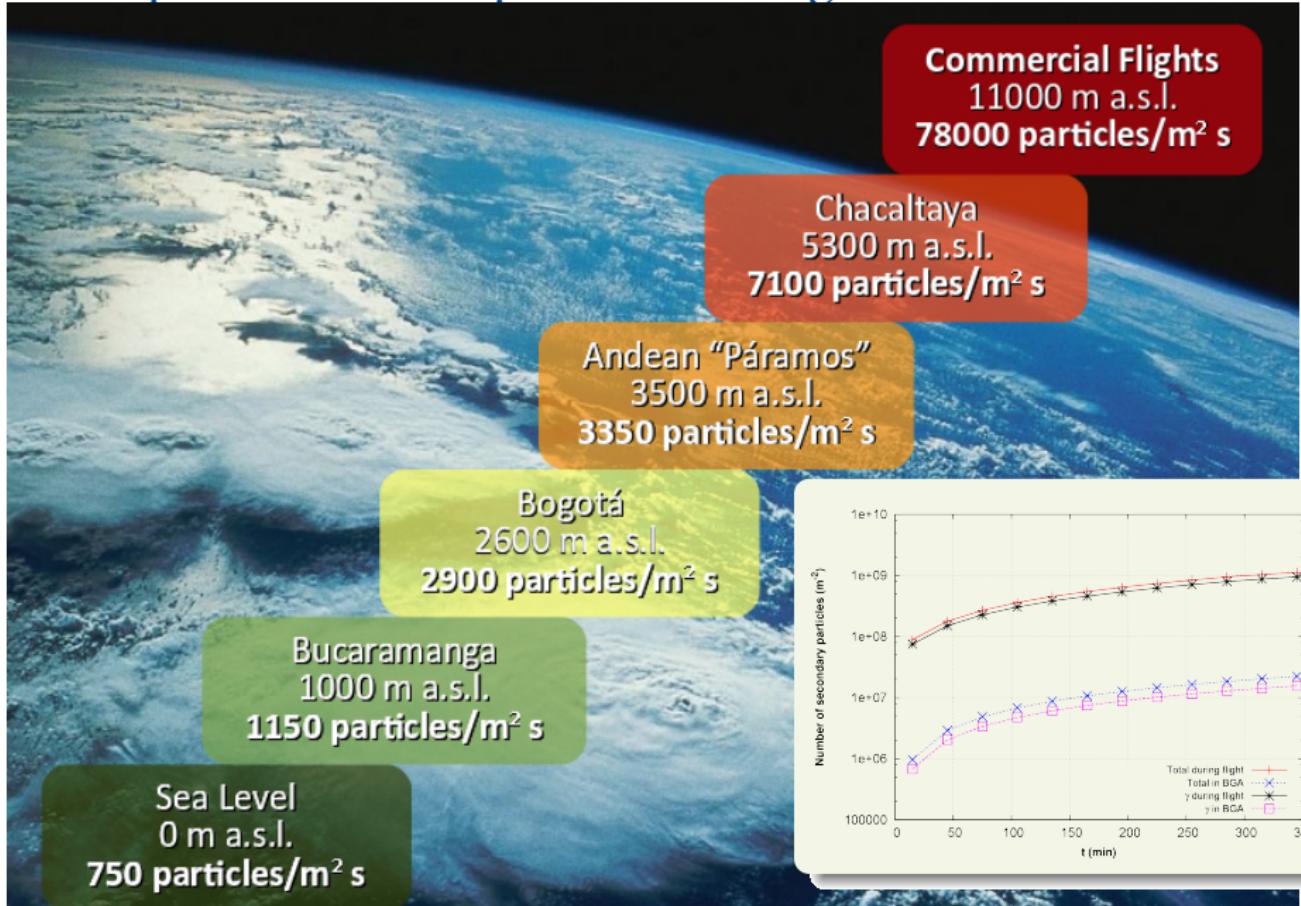


Histograma de carga, características y análisis de forma de pulso
→ discriminación de partículas

Overview

- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background**
 - LAGO - Space Weather

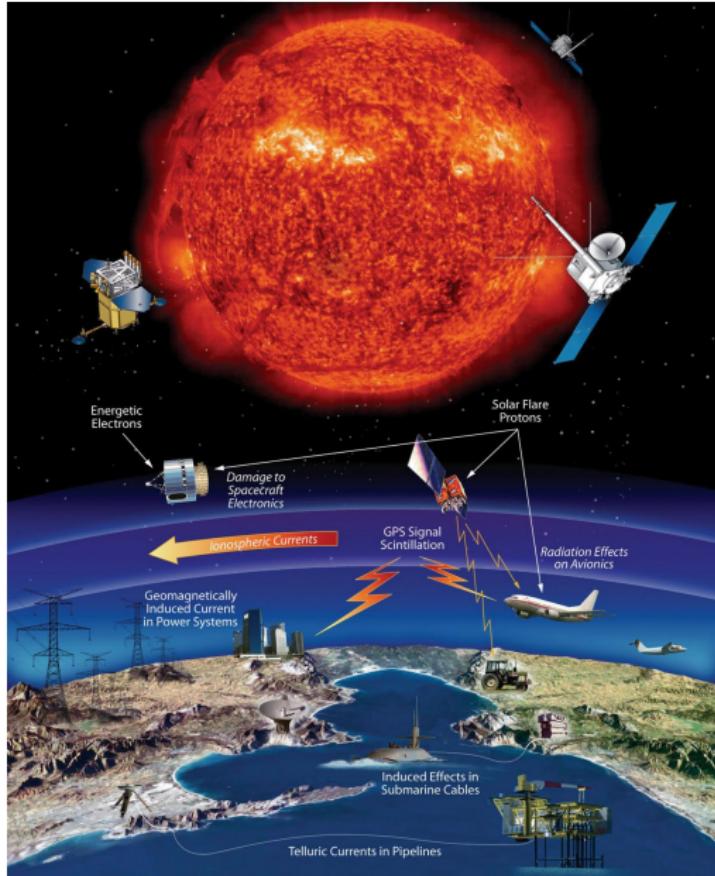
Atmospheric reaction produces background radiation



Overview

- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather

Climatología espacial



Conexión entre el Sol y la Tierra

- Condiciones dinámicas en el ambiente espacial de la Tierra:
 - ▶ Disruption of electrical power grids
 - ▶ Contribute to the corrosion of long pipelines
 - ▶ HF radio communications and GPS interferences
 - ▶ Operational anomalies and damage or degradation of critical electronics on spacecraft, satellites and even on board of commercial airplanes

El programa de climatología espacial de LAGO [H. Asorey]

via modulación solar de rayos cósmicos de baja energía

Conexiones

Flujo RC

Actividad Solar

Flujo modulado ...

El programa de climatología espacial de LAGO [H. Asorey]

via modulación solar de rayos cósmicos de baja energía

Conexiones

Flujo RC

- ... Flujo modulado
- ... Primarios
- ... Part. secundarias

Actividad Solar

Campo Geomagnético

Condiciones atmosféricas

Respuesta detector

Flujo modulado ...

Primarios ...

Part. secundarias ...

Señales

El programa de climatología espacial de LAGO [H. Asorey]

via modulación solar de rayos cósmicos de baja energía

Conexiones

Flujo RC

- ... Flujo modulado
- ... Primarios
- ... Part. secundarias

Actividad Solar

Campo Geomagnético

Condiciones atmosféricas

Respuesta detector

Flujo modulado ...

Primarios ...

Part. secundarias ...

Señales

Sinergia

Variaciones de flujo reflejadas en las señales a nivel del detector



Actividad solar

El programa de climatología espacial de LAGO [H. Asorey]

via modulación solar de rayos cósmicos de baja energía

Conexiones

Flujo RC

- ... Flujo modulado
- ... Primarios
- ... Part. secundarias

Actividad Solar

Campo Geomagnético

Condiciones atmosféricas

Respuesta detector

Flujo modulado ...

Primarios ...

Part. secundarias ...

Señales

Sinergia

Variaciones de flujo reflejadas en las señales a nivel del detector



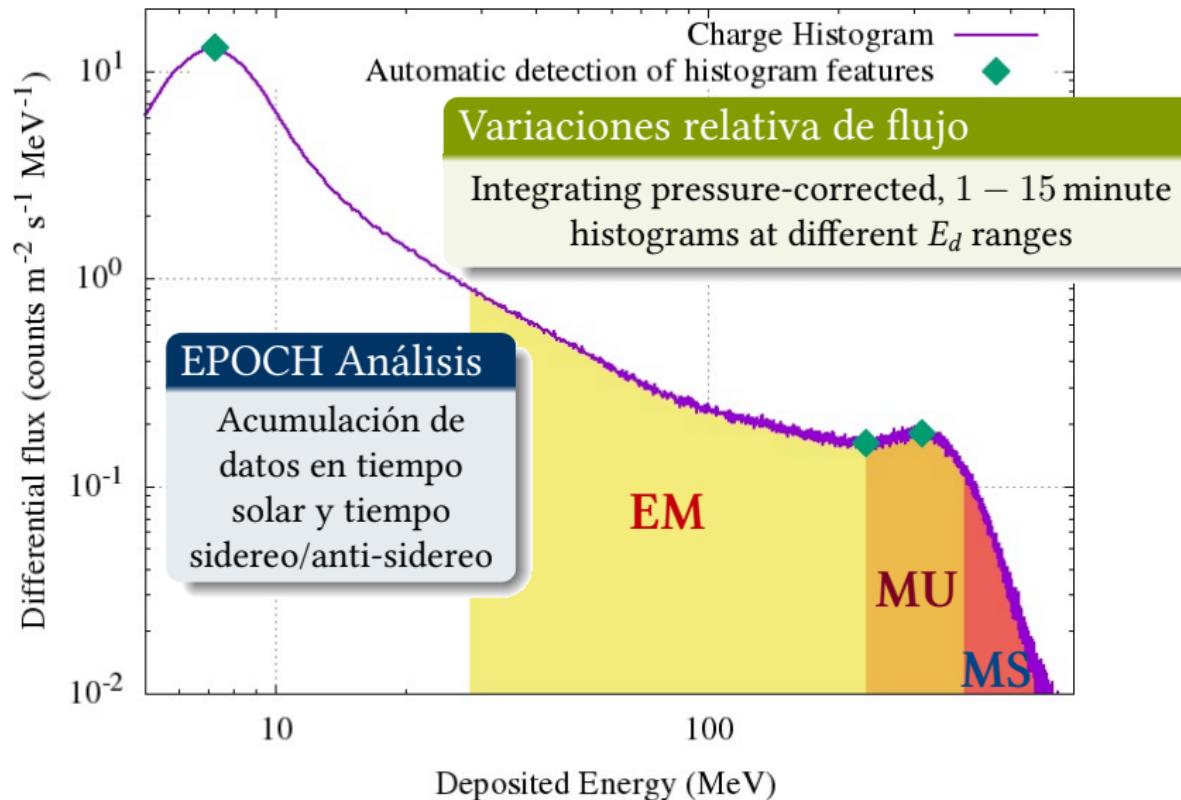
Actividad solar

Capacidades de LAGO: análisis multi espectral

Mediciones simultáneas de partículas secundarias a nivel del suelo en distintas alturas y R_c en 3 bandas: EM, μ , multi-particles dominated

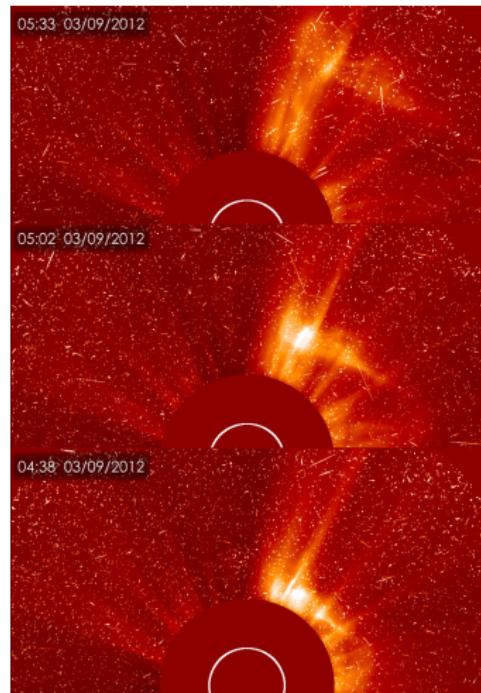
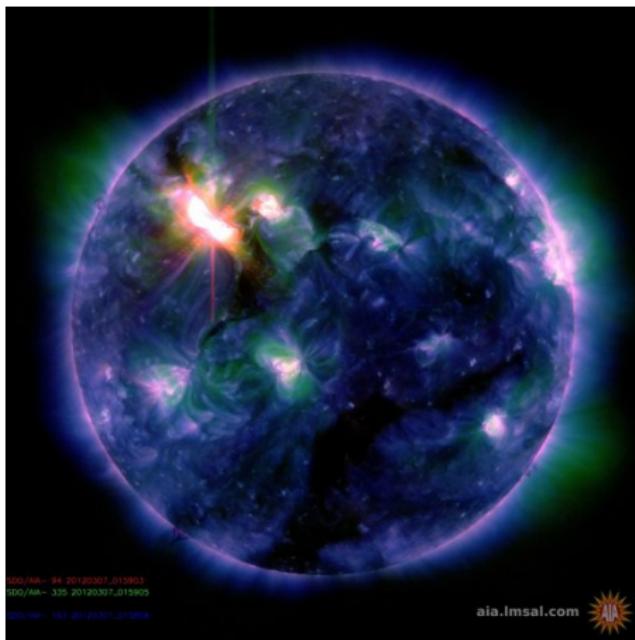
Data analyses for space weather

Histograma de integral de los pulsos (carga) $\xrightarrow[\text{simulaciones}]{\text{Respuesta del detector}}$ energía depositada E_d

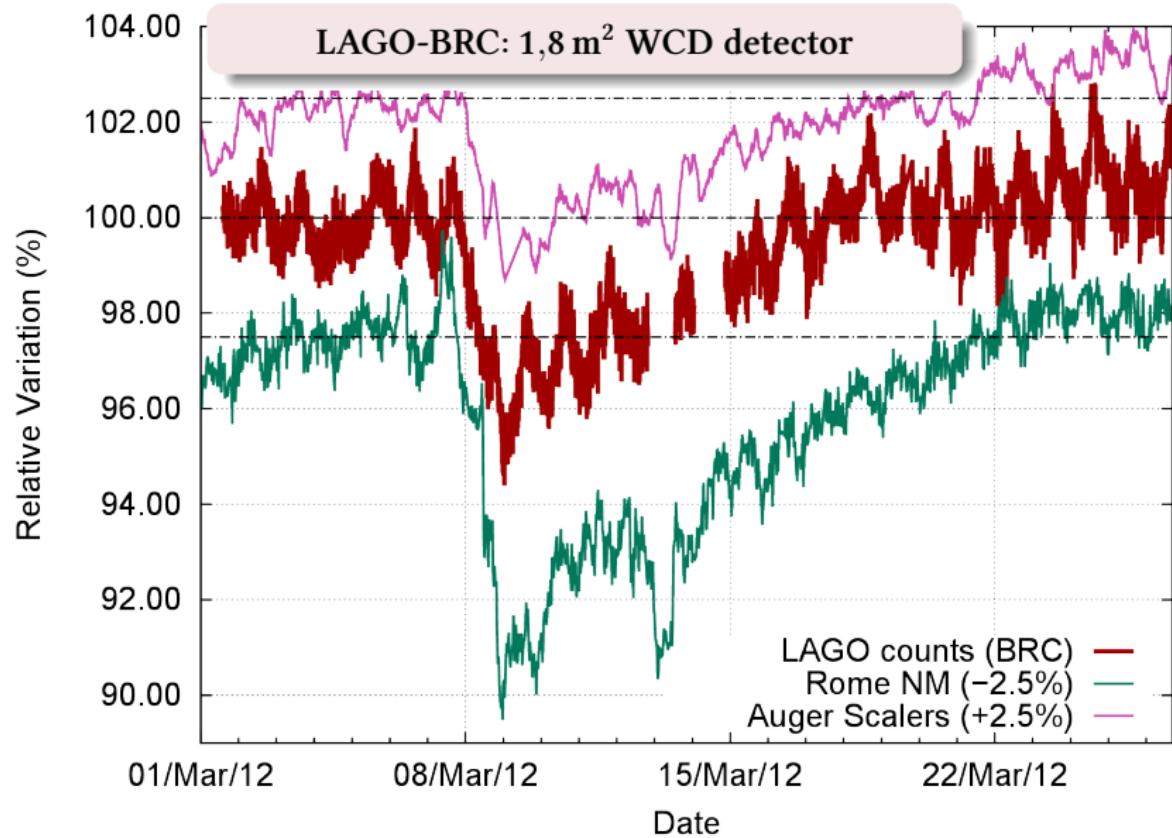


March/2012: Solar eruptive event

07/March: X5.4 major solar flare + Halo CME/iCME towards earth + Geomagnetic storm

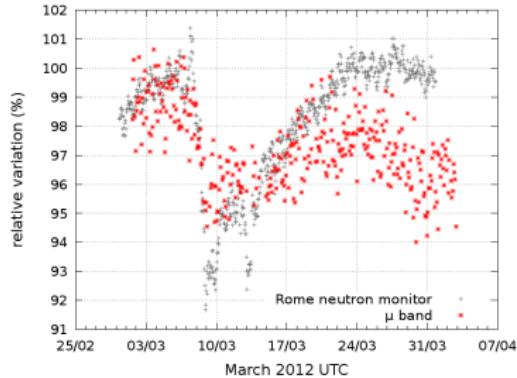
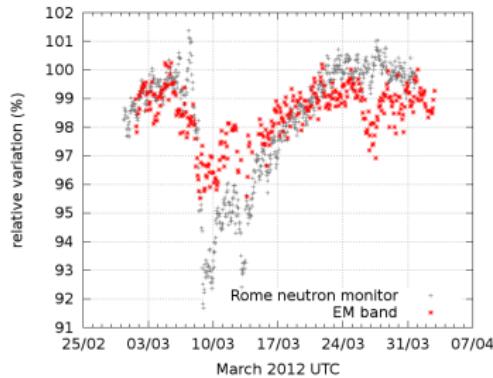


08/March/2012: Forbush event ← single LAGO detector



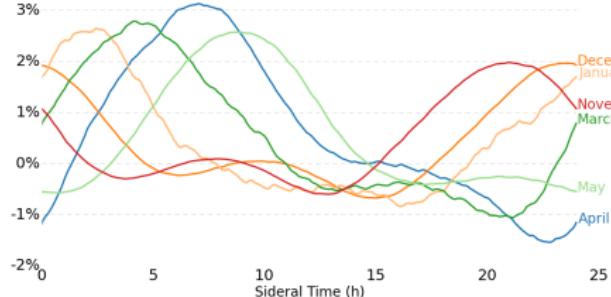
Space Weather Phenomena at single WCD (Underway)

- Multi-spectral analysis of the March/08/2012 Forbush event:

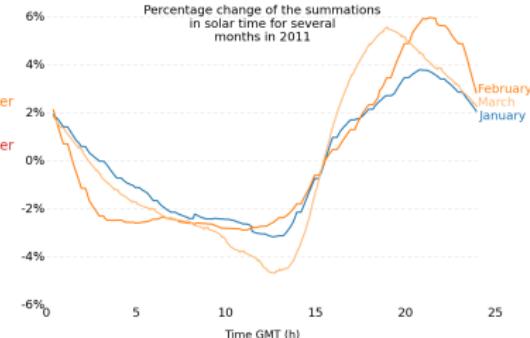


- EPOCH Analysis in Solar and Sidereal times: Solar Daily Modulation

Percentage change of the summations
in sidereal time for several
months in 2011



Percentage change of the summations
in solar time for several
months in 2011



Nuevos sitios dedicados a climatología espacial

Pequeños arreglos: HUA, BGA, BRC



LAGO en Antartida



Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 **LAGO - News**
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Algunas de las ultimas noticias de LAGO

Thesis

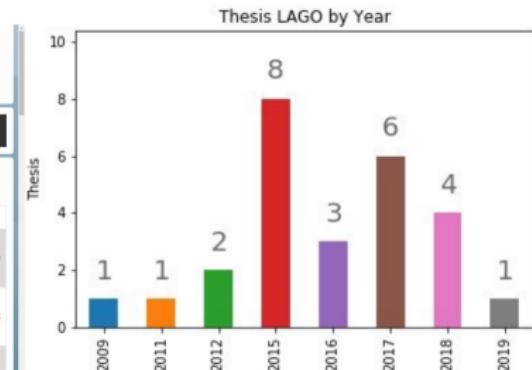


The Latin American Giant Observatory (LAGO)

[Home](#) [About](#) [Publications](#) [Activities](#) [News](#) [Contact](#)

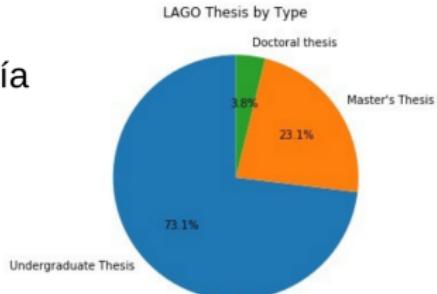
LAGO Thesis

Title	Author [Director]	Thesis Type	School	Year
Caracterización de perfiles atmosféricos para la cadena de simulación de la colaboración LAGO	Grisales-Casadiegos, J. []	Undergraduate thesis	Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia	2019
Estimación de la respuesta de un detector Cherenkov de agua al fondo de rayos cósmicos en Bucaramanga(956 m s.n.m)	Jaimes-Motta, A. []	Undergraduate thesis	Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia	2018
Procedimiento de instalación, calibración y sincronización del arceo de detectores cherenkov de agua (quarzo), para la detección y estudio de rayos cósmicos en Bucaramanga	Hernández-Barajas SP, León-Carreño YF. []	Undergraduate thesis	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia	2018



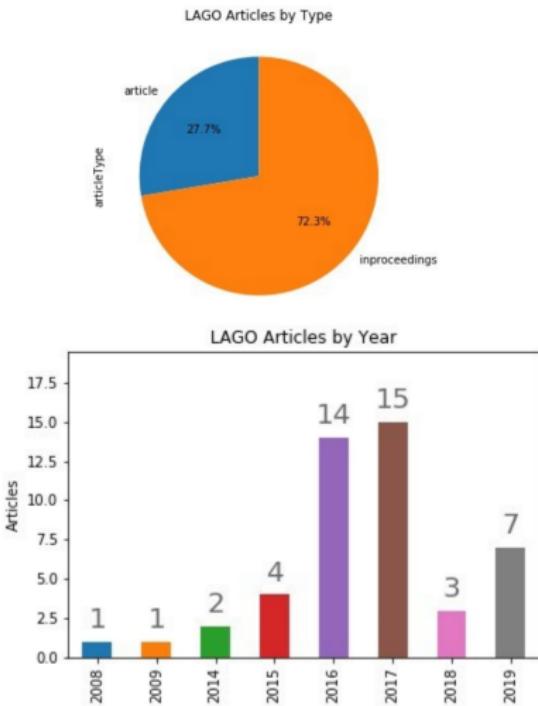
26 tesis en su mayoría de licenciatura o maestría

En lagoproject.net toda la info



Algunas de las ultimas noticias de LAGO

Publications



The Latin American Giant Observatory (LAGO)

Home About Publications Activities News Contact

LAGO Articles

1. Development of a web monitor for the water Cherenkov detectors array of the LAGO project
Author(s): Oltmann, Luis and Sidelnik, Iván and Lago Collaboration and others
Journal: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (2019). DOI: 10.1016/j.nima.2019.02.035
2. Hardware-level calibration of the Chilag Water Cherenkov Detector in the GUANE array for space weather study
Author(s): Rodríguez, Jesús Peña
Journal: Scientia et technica (2019). DOI:
3. Implementación de una tarjeta digitalizadora especializada para el sistema de detección de Radiación Cherenkov en el proyecto LAGO
Author(s): Perenigiez, Juan E. AND Basildas, Cristian C. AND Escobar, Edisson
Journal: Momento (2019). DOI:
4. Performance of the Water Cherenkov detector LAGO-Chiapas, Mexico
Author(s): Morales Olivares, Oscar G. and de León Hidalgo, Hugo and Caballero Mora, Karen Salomé and Arceo Reyes, Roberto and Moreno Barbosa, Eduardo and Zepeda Domínguez, Arnulfo and Álvarez Ochoa, César and Hueyotl Zahuantitla, Filiberto and Pérez Sánchez, Luis Rodolfo and Santos for the LAGO Collaboration, Eli
Journal: PoS (2019). DOI: 10.22323/1.398.0358
5. Modeling the LAGO's detectors response to secondary particles at ground level from the Antarctic to Mexico

44 artículos, en su mayoria conferencias

En lagoproject.net toda la info

Algunas de las ultimas noticias de LAGO

XI LAGO Workshop y VII Escuela: 'La física de LAGO' - 2019



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

El workshop retomó las actividades en conjunto de todos los sitios.

- Reporte de estado de todos los sitios
- Charlas de estudiantes sobre los análisis que se están llevando a cabo dentro de la colaboración
- Presentaciones sobre los resultados obtenidos con herramientas simulaciones y los nuevos perfiles de atmósfera orientados en la física y los sitios de LAGO.
- Se dictó la VII escuela de LAGO, orientada en la física de space weather, rayos cósmicos, WCD, simulaciones con ARTI, técnicas en computación científica, y el estudio de la física de LAGO usando ANNA y ACQUA.

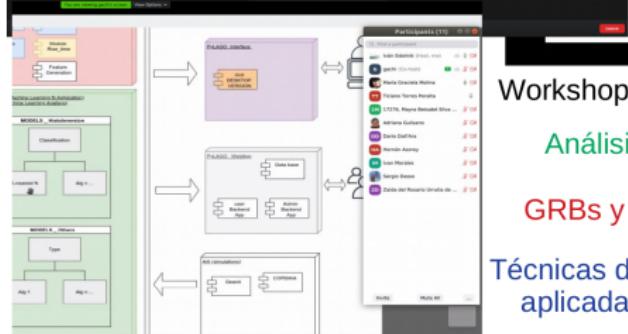
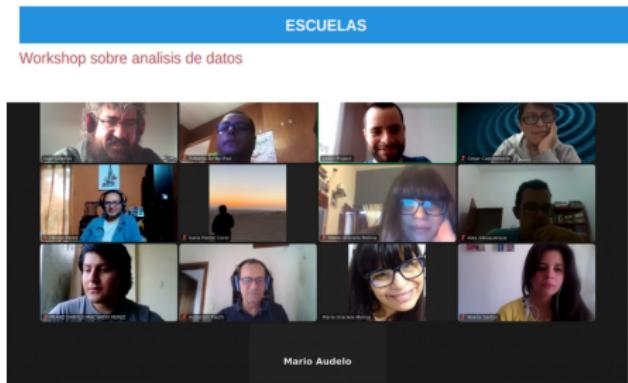
Algunas de las ultimas noticias de LAGO

XI LAGO Workshop y VII Escuela: 'La fisica de LAGO' - 2019



Algunas de las ultimas noticias de LAGO

Workshop virtuales y Reuniones de trabajo online - 2020

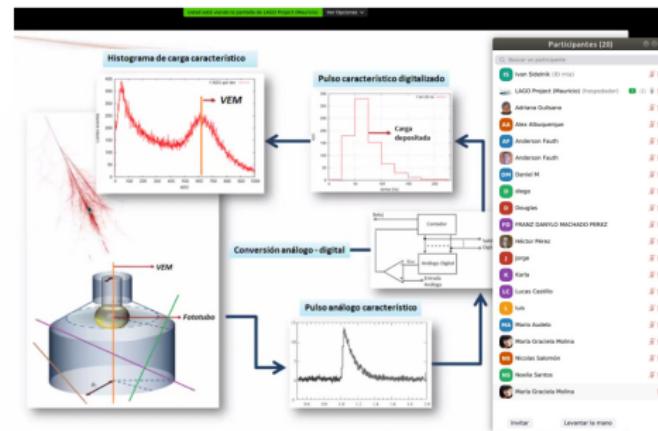


Workshop virtuales

Análisis de datos

GRBs y fotones primarios

Técnicas de Machine Learning aplicada a datos de LAGO



Reuniones GRBs@LAGO 2020

Bíbora de minutos, reuniones, apuntes y referencias de los trabajos para la detección de GRBs en LAGO

Participantes

Ivan Sidelnik (ISL), Hernán Asorey (HA), Luis Oltrman (LO), José Rodrigo Sacahui (RS), Christian Sarmiento (CS), Hugo Rivera (HR), Karla Pastor (KP).

GRBs con emisión en TeV: (RS)

GRB190114C

Referencia: TeV-electronvolt emission from

the gamma-ray burst GRB190114C

Tiempo de detección: 0-20 minutos.

Eison: 3×10^{37} ergs.

$p=0.6245$



Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Proyecciones y actividades separadas en dos grupos

Objetivos de uniformizar los detectores

- Fin 2019: nueva electrónica y caracterización (**hecho/parcial**)
- Med. 2020: Instalación de nueva electronica en todos los sitios (**pospuesto-covid19**)
- 2020/21: Repositorio central de LAGO y cadena análisis de datos (**en marcha**)
- 2021: Selección de sitios e instalación de nuevos detectores (**en marcha**)
- 2019/21: Reemplazo e instalación de detectores permanentes en Antártida (**hecho**)

Objetivos académicos → 2 escuelas por año en diferentes sitios de LAGO

- 2019: 2 escuelas (America del Sur) (1@Perú - 1@BsAs)
- 2020: 2 escuelas (America del Sur y America Central) (**posuesto-covid19**) Reemplazada por la escuela virtual "Data analysis @ LAGO.
- 2021: 2 escuelas (C-America y S-America)
- 2022: 2 escuelas (S-America)
- 2023: 2 escuelas (N-America y C-America)

Una escuela sincronizada con la reunión anual de la colaboración.

Overview

- 1 The LAGO Observatory
- 2 LAGO Objectives
- 3 Our experimental tool: the WCD
- 4 Our computational tool: the LAGO Simulation Framework, ARTI
- 5 LAGO programs
 - LAGO-Virtual
 - LAGO - Universities
 - LAGO - High Energies
 - LAGO-SW-Background
 - LAGO - Space Weather
- 6 LAGO - News
- 7 Activities today and future
- 8 Conclusions

Conclusiones

- Arreglo de base ultra larga de WCDs desde México a la Antártida
- Sitios de altitud baja y alta a través de la cordillera de los Andes: Radiación de fondo, Climatología espacial y física de altas energías
- Cadena de simulación completa: desde el flujo de primarios hasta la señal en el detector, análisis de datos multiespectral
- Nuevos sitios en LA (incluyendo dos en Antártida)

- Integración local a regional de Institutos y Universidades
- Entrenamiento de estudiantes en física de altas energías en LA: escuelas y experimentos en los sitios
- **Comunidad muy activa en LA: varios proyectos financiados en distintos países de LA**

El Observatorio LAGO: Una Red Latinoamericana de estudiantes e investigadores en astropartículas y física de altas energías