



Sobre trasgos, chaneques y otros cuentos cósmicos

Juan A. Garzón

LabCAF, F. Física. Univ. Santiago de Compostela (España)

INDICE

1. Los rayos cósmicos
2. Los rayos cósmicos: técnicas de medida
3. Los rayos cósmicos, el cielo y la tierra
4. Los rayos cósmicos en el experimento HADES
5. Sobre Trasgos
6. Sobre Chaneques
7. Resumen y conclusiones

1. Los rayos cósmicos

1. LOS RAYOS COSMICOS

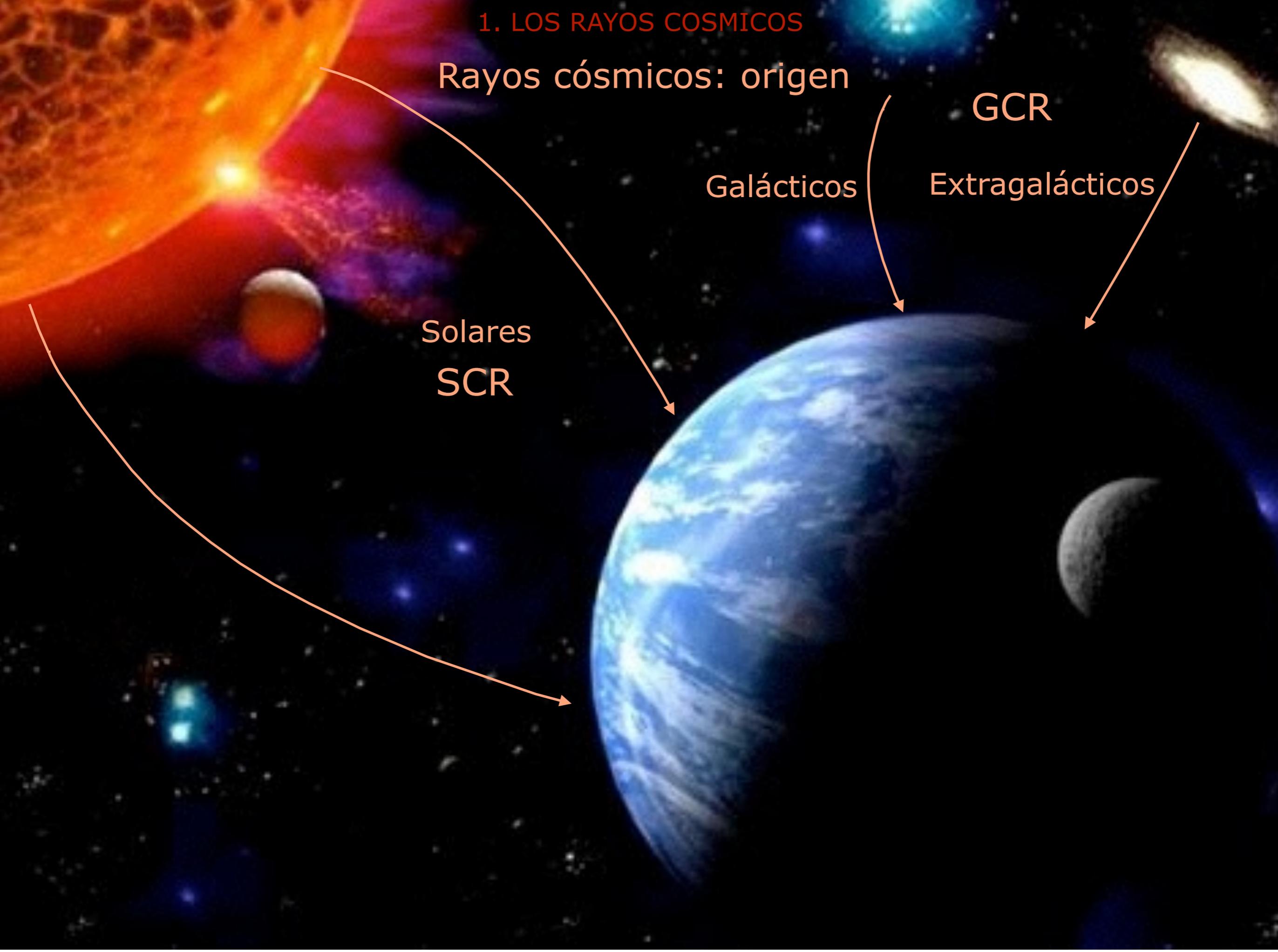
Rayos cósmicos: origen

GCR

Galácticos

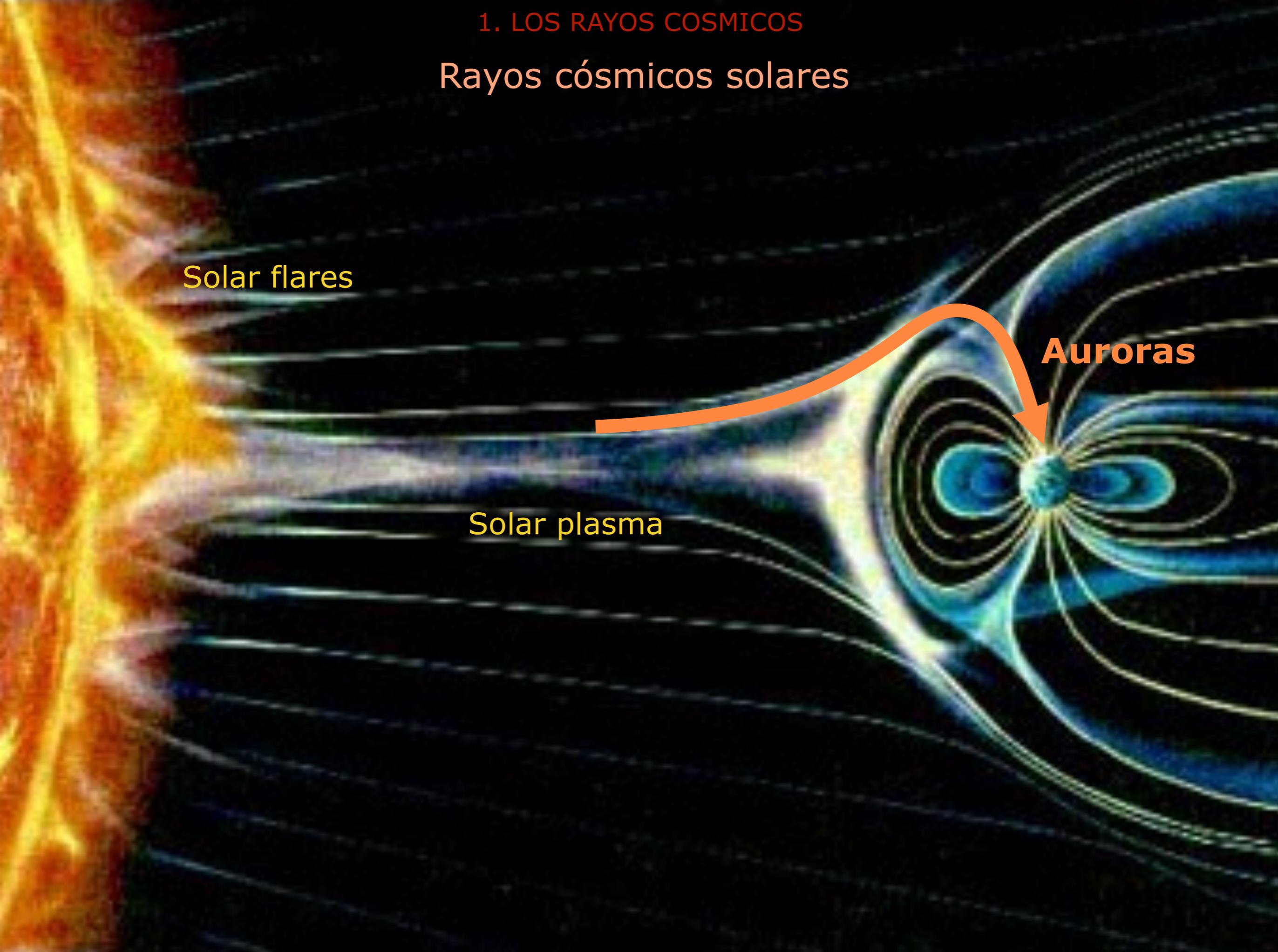
Extragalácticos

Solares
SCR



1. LOS RAYOS COSMICOS

Rayos cósmicos solares



Solar flares

Solar plasma

Auroras

1. LOS RAYOS COSMICOS

Rayos cósmicos solares



1. LOS RAYOS COSMICOS

Rayos cósmicos galácticos

Nebulosa del cangrejo (supernova en 1054)



1. LOS RAYOS COSMICOS

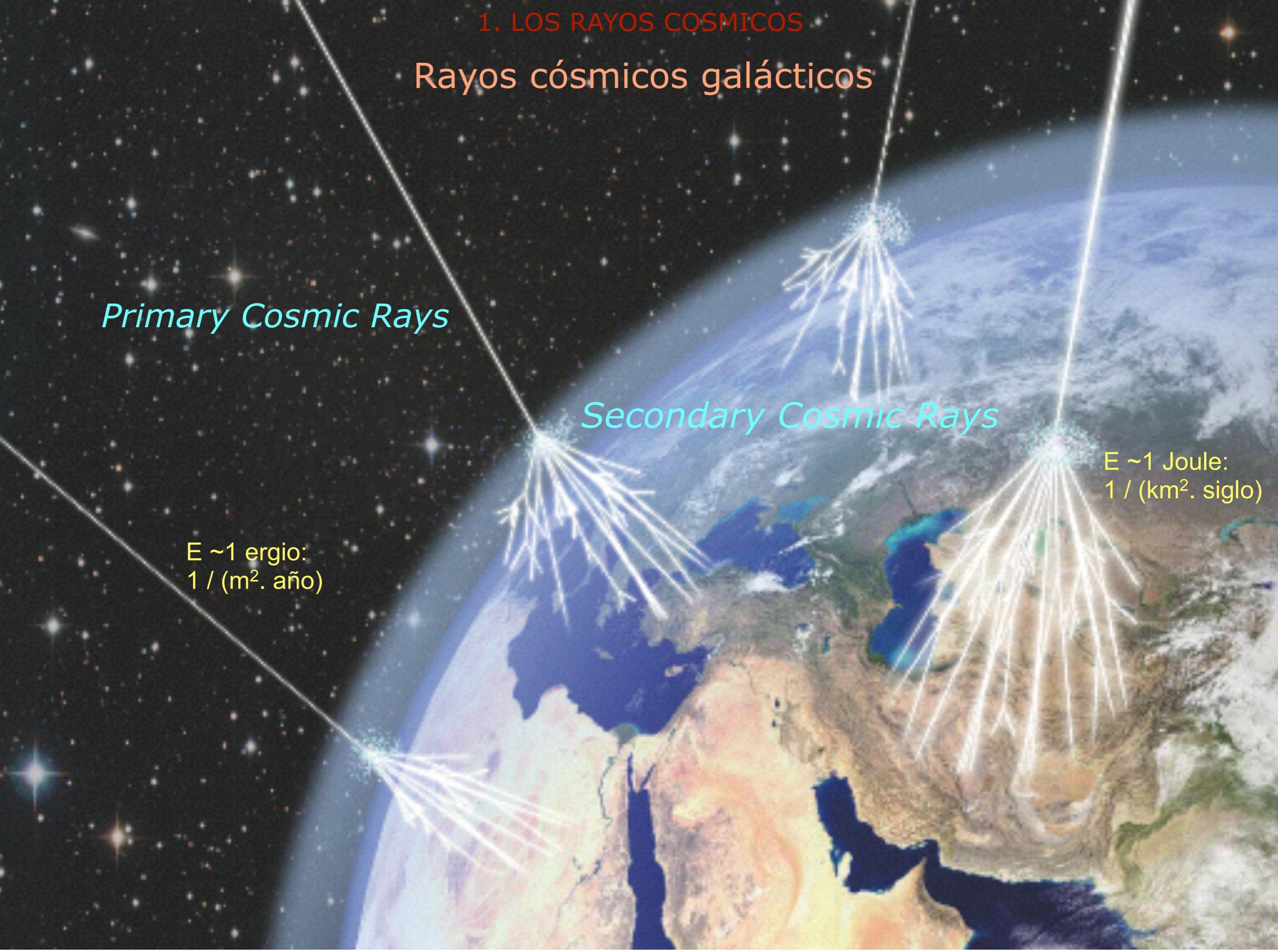
Rayos cósmicos galácticos

Primary Cosmic Rays

$E \sim 1$ ergio:
 $1 / (\text{m}^2 \cdot \text{año})$

Secondary Cosmic Rays

$E \sim 1$ Joule:
 $1 / (\text{km}^2 \cdot \text{siglo})$



2. Rayos cósmicos: técnicas de medida

Rayos cósmicos de muy alta energía

proton



blue: electrons/positrons
cyan: photons
red: neutrons
orange: protons
gray: mesons
green: muons

Grandes matrices de detectores

~1 km

2. LOS RAYOS COSMICOS: Técnicas de medida

Grandes arrays de detectores



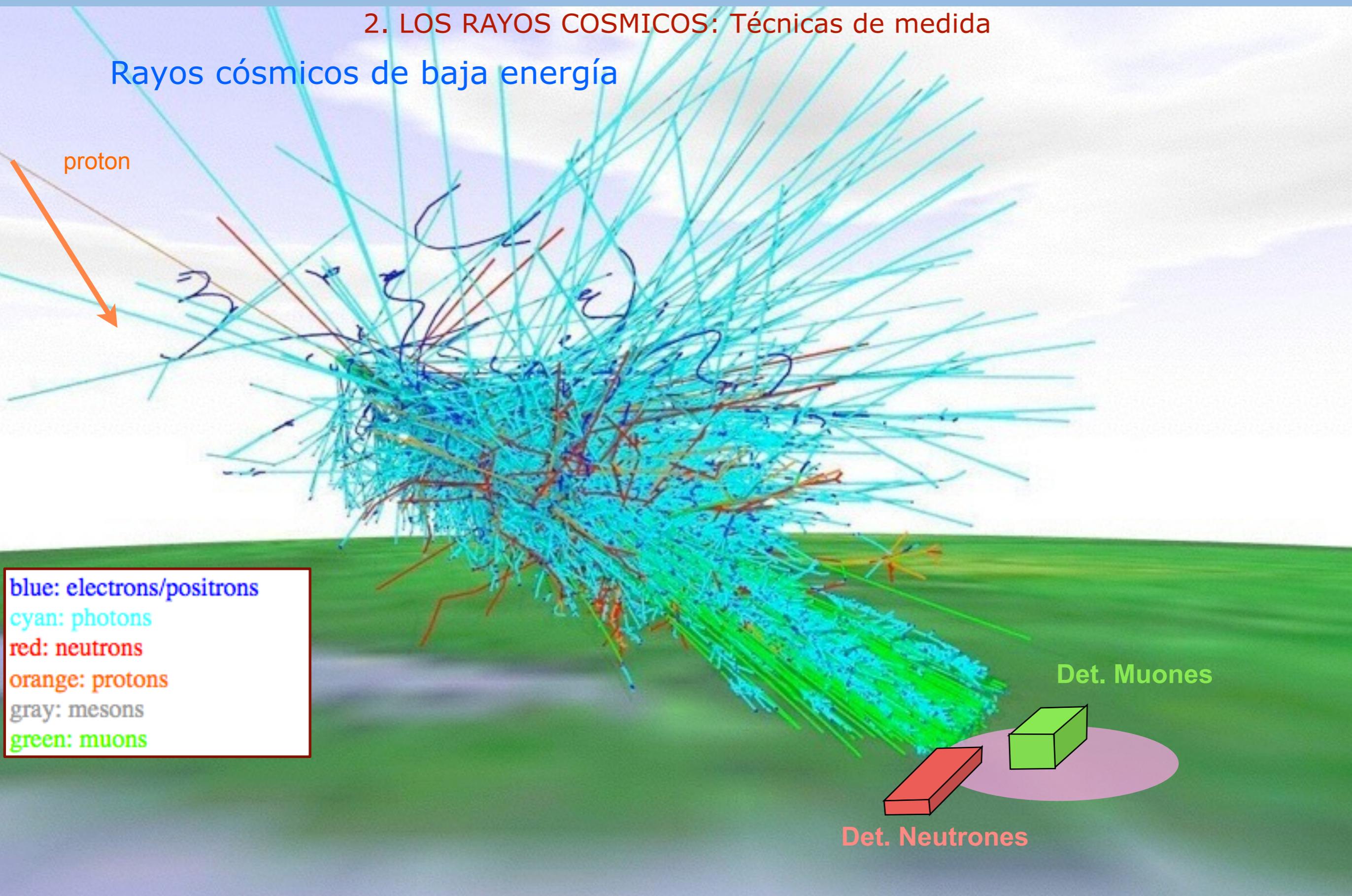
Grandes observatorios

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

Rayos cósmicos de baja energía

proton



blue: electrons/positrons
cyan: photons
red: neutrons
orange: protons
gray: mesons
green: muons

Det. Muones

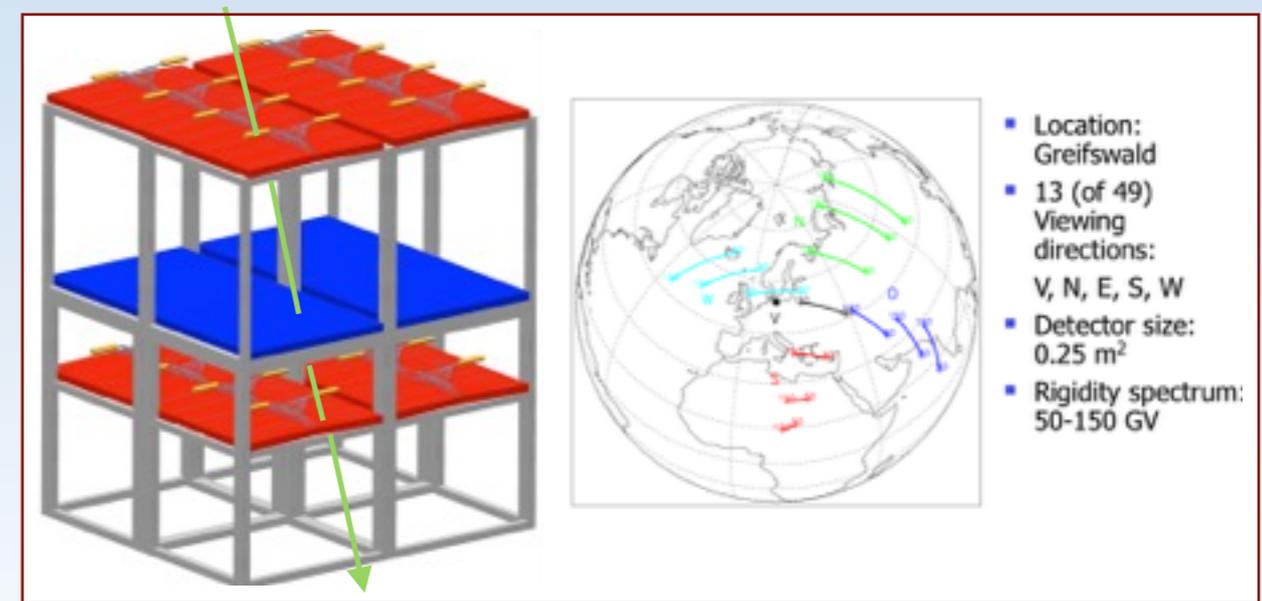
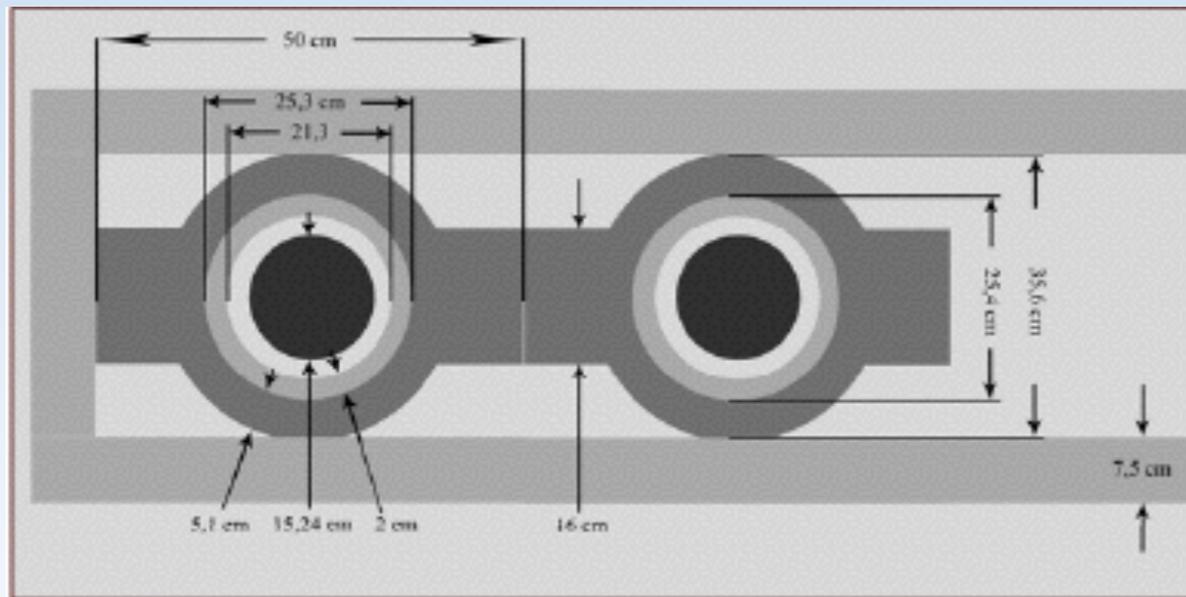
Det. Neutrones

2. LOS RAYOS COSMICOS: Técnicas de medida Pequeños detectores



Monitores de neutrones

Telescopio de muones



Trasgos, chaneques...

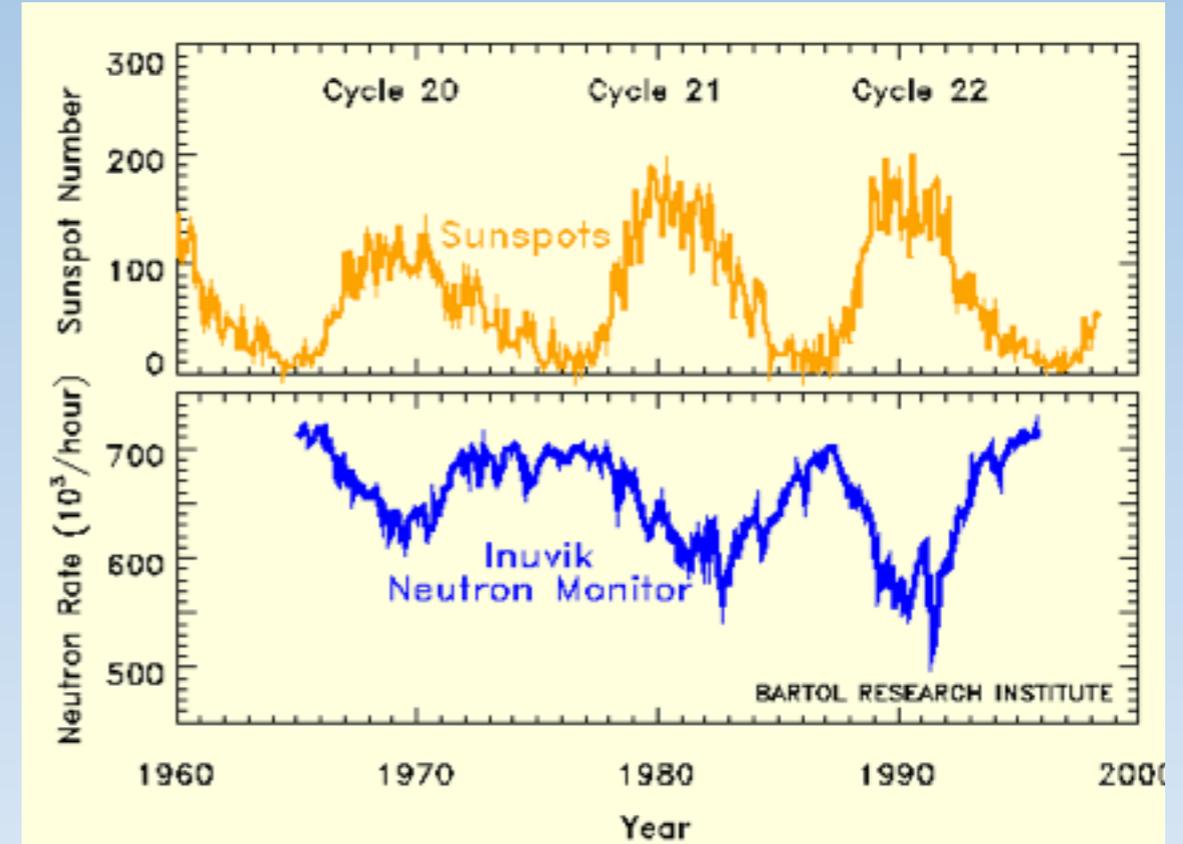
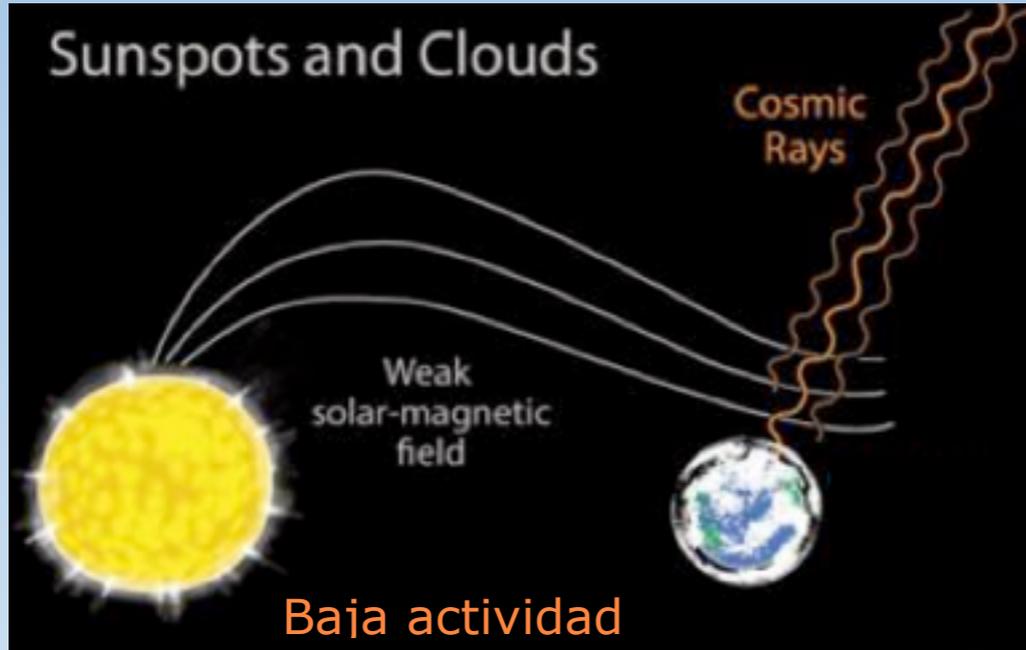
Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. Los rayos cósmicos, el cielo y la tierra

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

La actividad solar

Modulación de los rayos cósmicos por la actividad del Sol

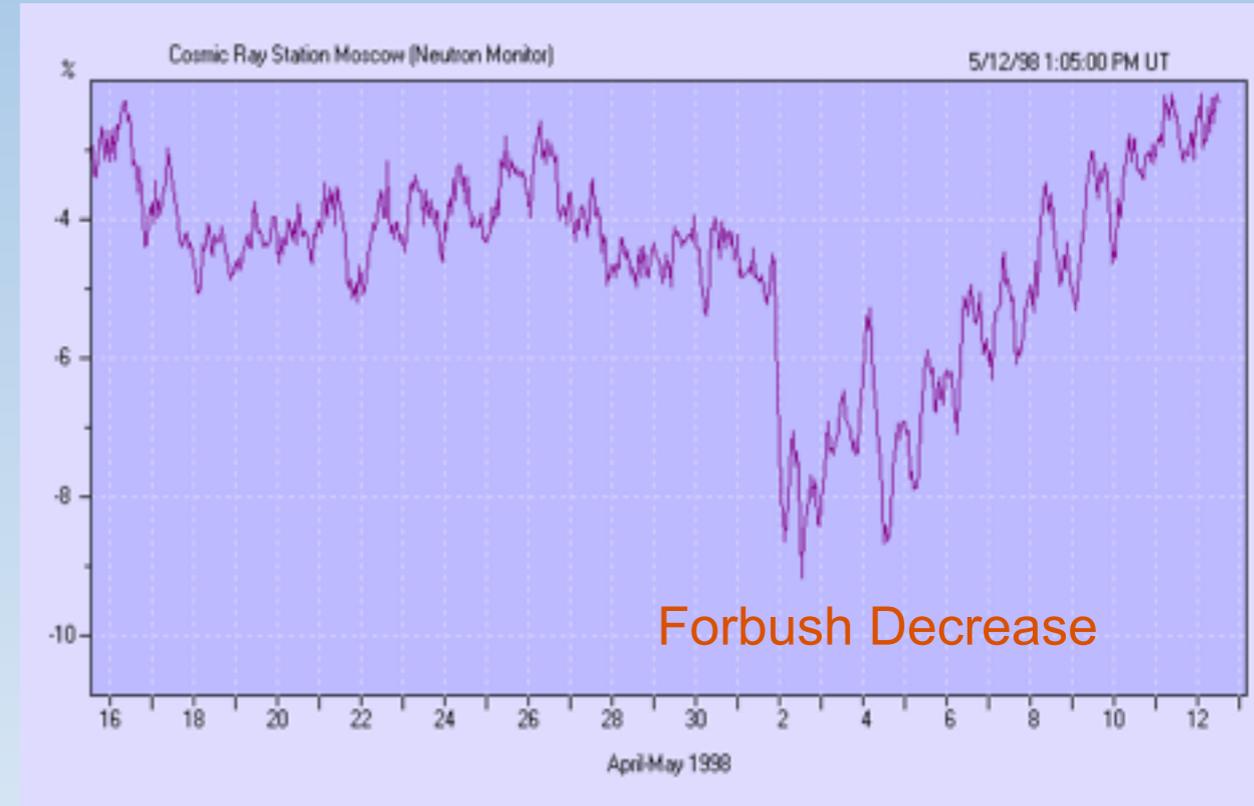
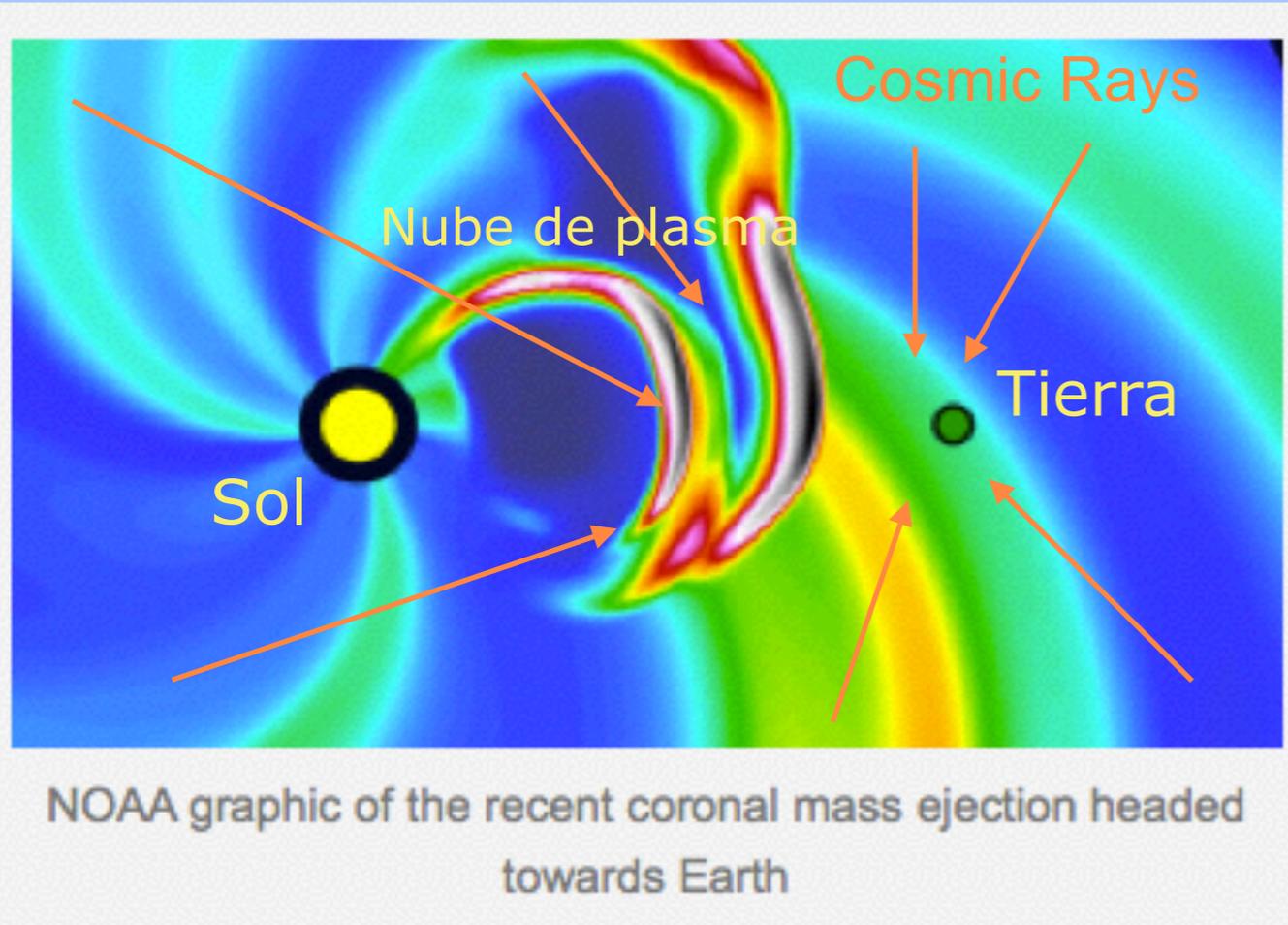


Arriba: Num. de manchas solares
Abajo: Tasa de neutrones



3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

Nubes de plasma solar



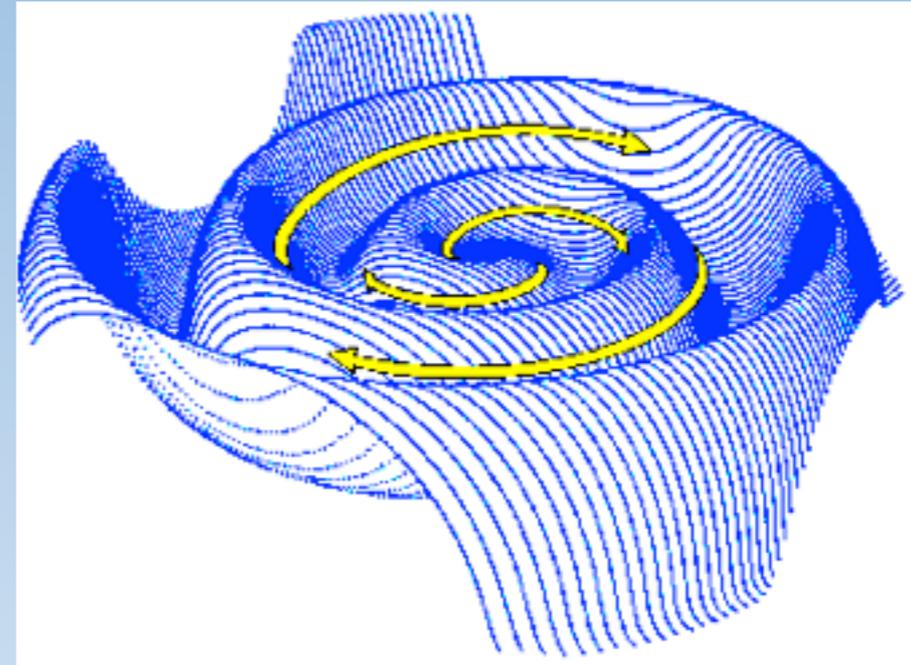
Solar Forbush Decreases associated with big CMEs (Coronal Mass Ejection)

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

El campo magnético interplanetario



Nagoya Multidirectional Muon Telescope



$$G = (30^{\circ}N - 30^{\circ}S) + (30^{\circ}N - 30^{\circ}E)$$

$$GG = (49^{\circ}N - 49^{\circ}S) + (49^{\circ}N - 49^{\circ}E),$$

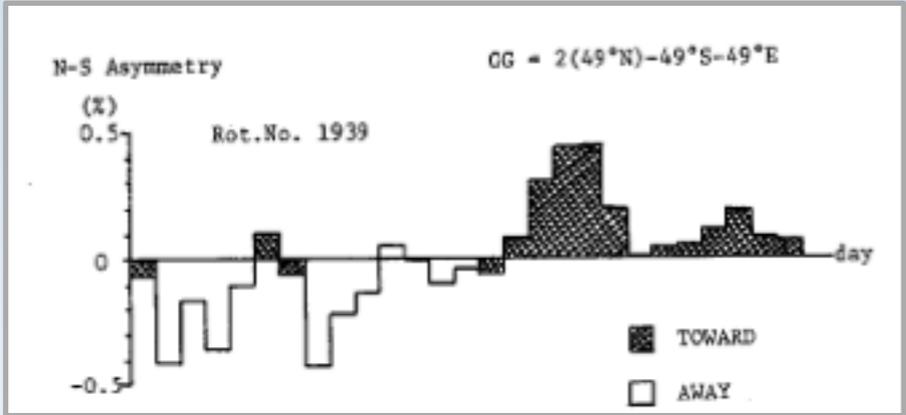
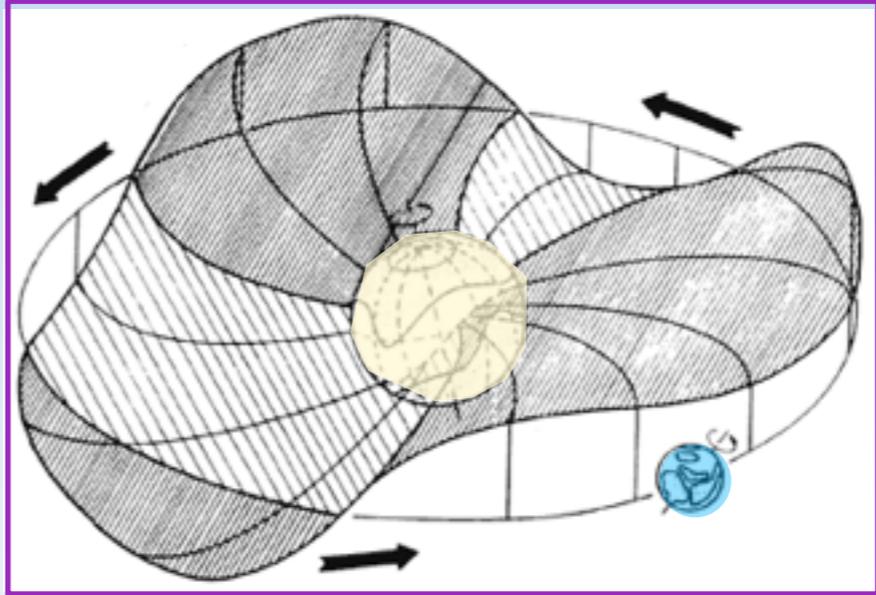


Fig. 13. Transition of N-S asymmetry of GG-component correlated with the polarity of the interplanetary magnetic field during one solar rotation



La superficie de cambio de polaridad del campo magnético del Sol tiene forma de falda de bailarina

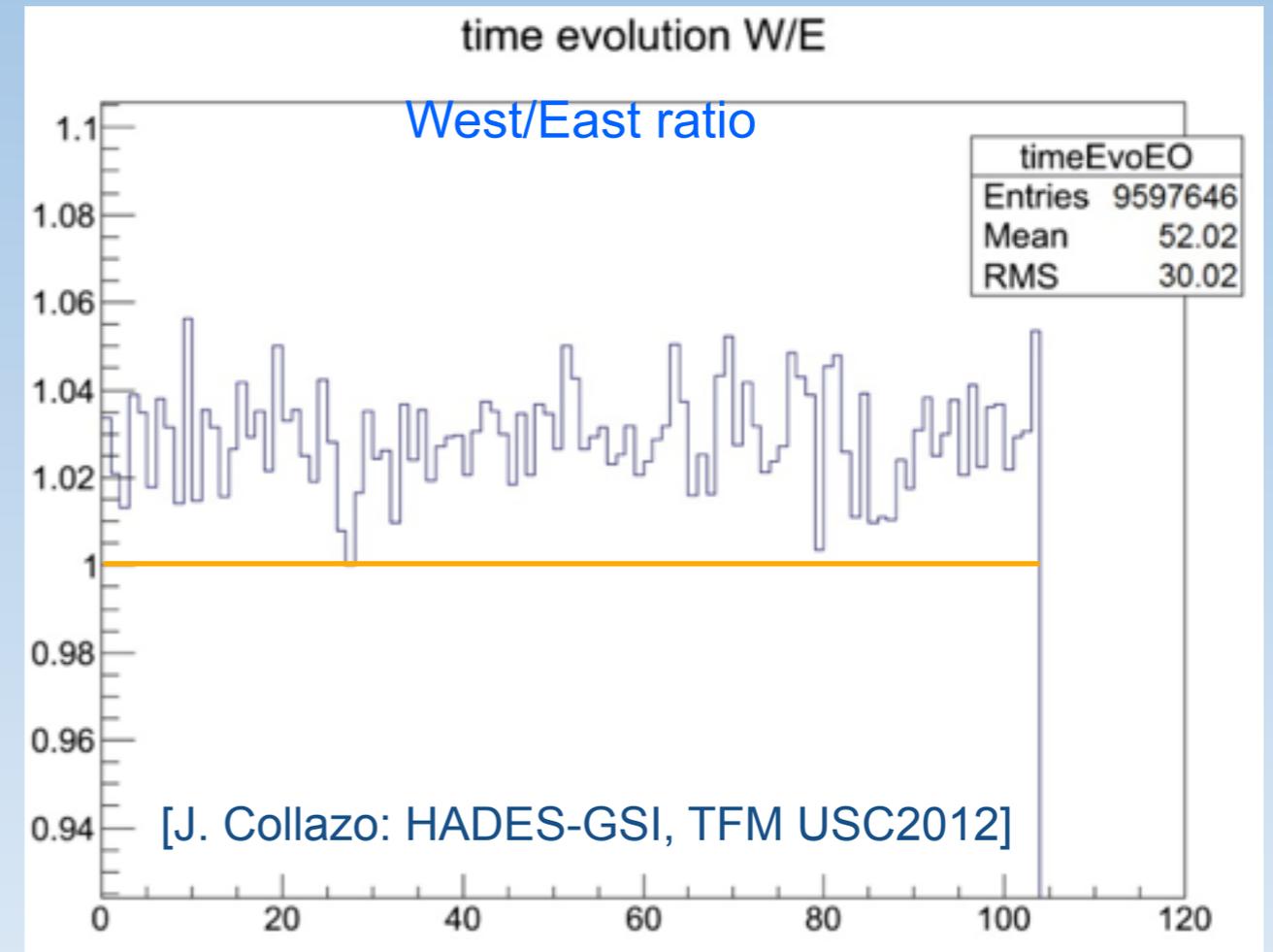
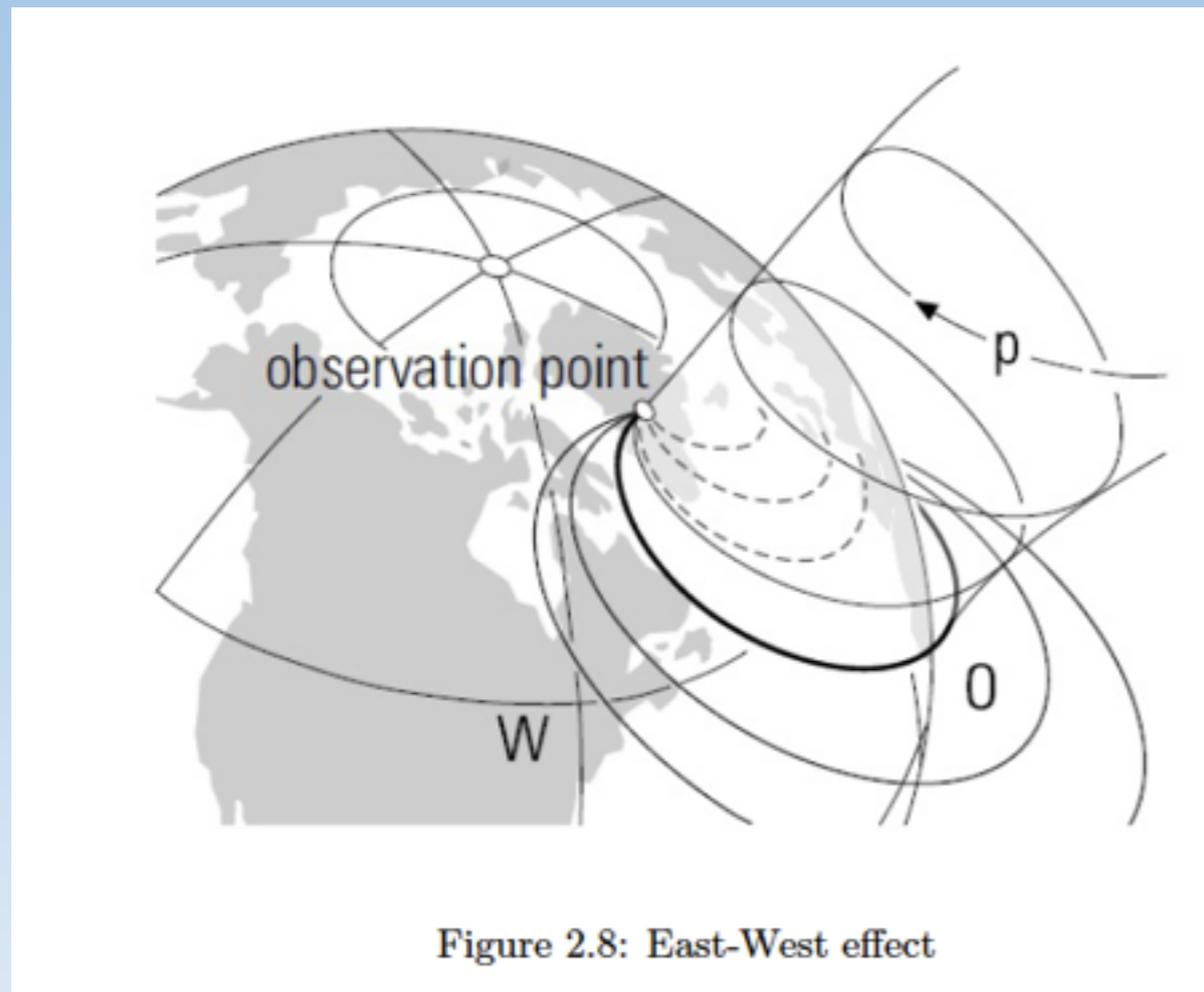
Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

El campo magnético terrestre

El efecto este-oeste: un exceso de rayos cósmicos llegan desde el oeste



- La mayoría de los rayos cósmicos primarios son positivos
- Hay mas secundarios de carga positiva que negativa
- Como consecuencia, hay mas partículas que llegan a tierra desde el Oeste.

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA El clima espacial

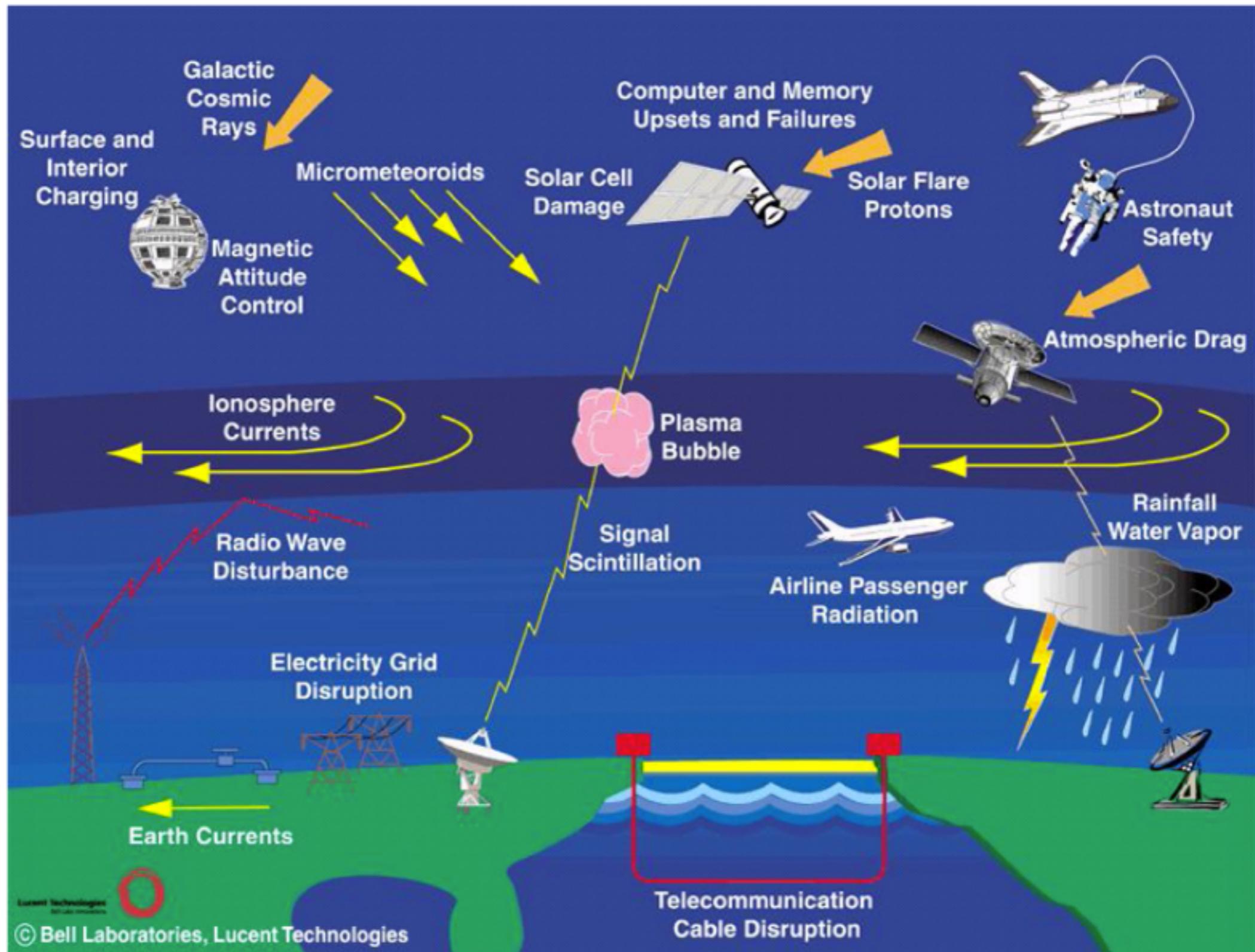


Fig. 1. Space weather effects (from Bell Laboratories web-site in Internet).

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA El clima espacial

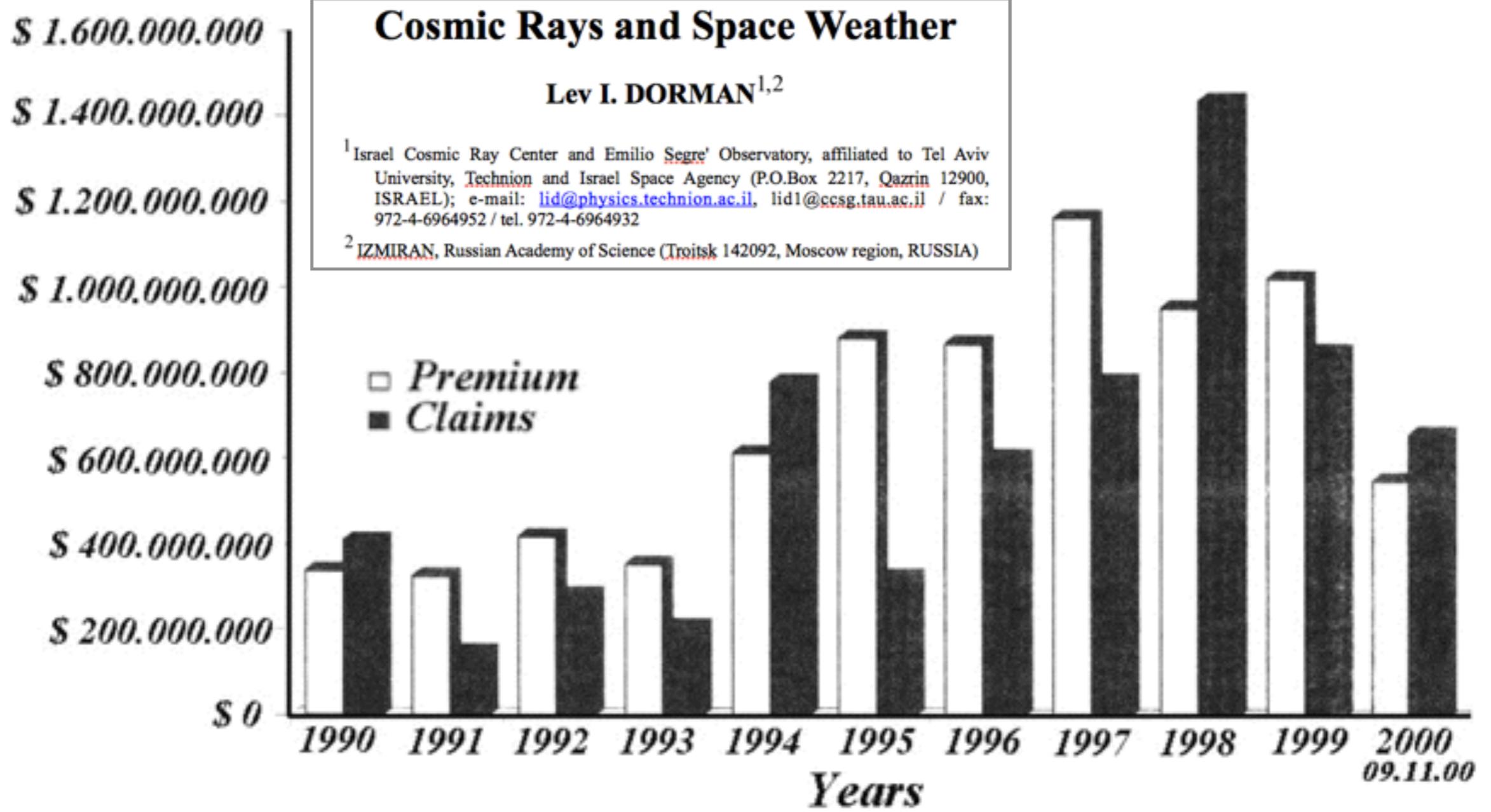
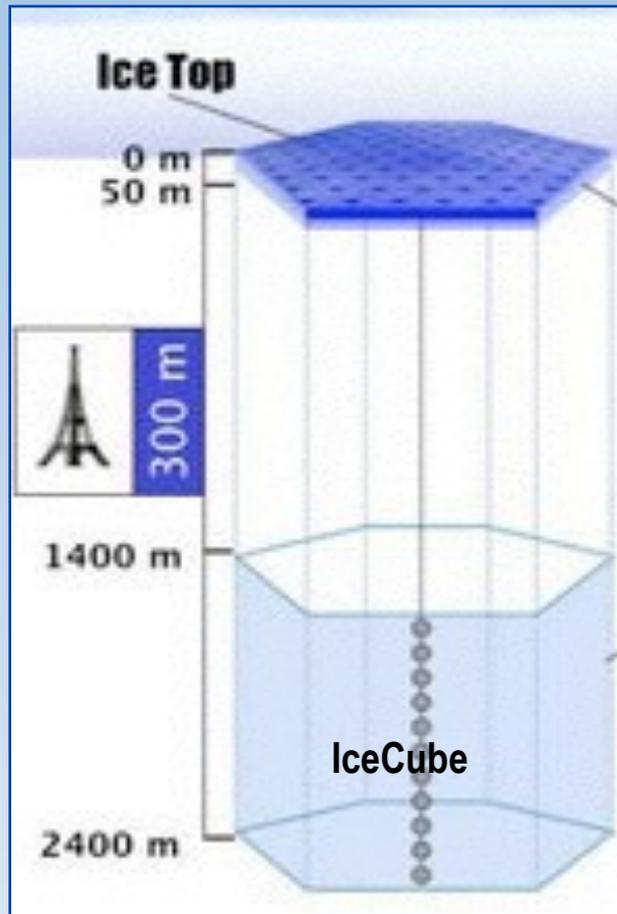


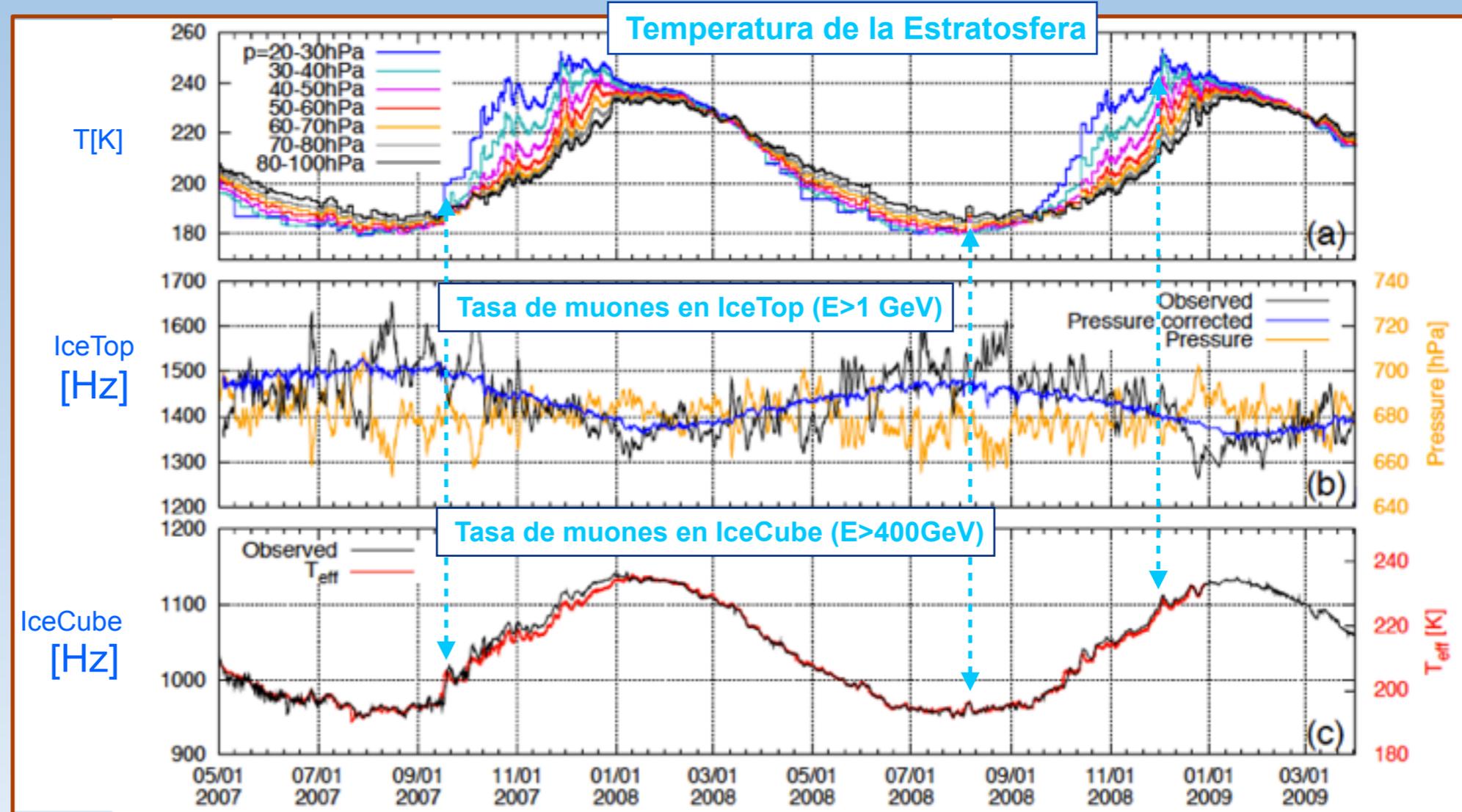
Fig. 2. Market premiums of insurance companies for satellite losses and failures in 1990-2000.

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA La atmósfera terrestre

IceCube (Polo Sur) : La temperatura de la alta atmósfera



IceCube y IceTop en el Polo Sur



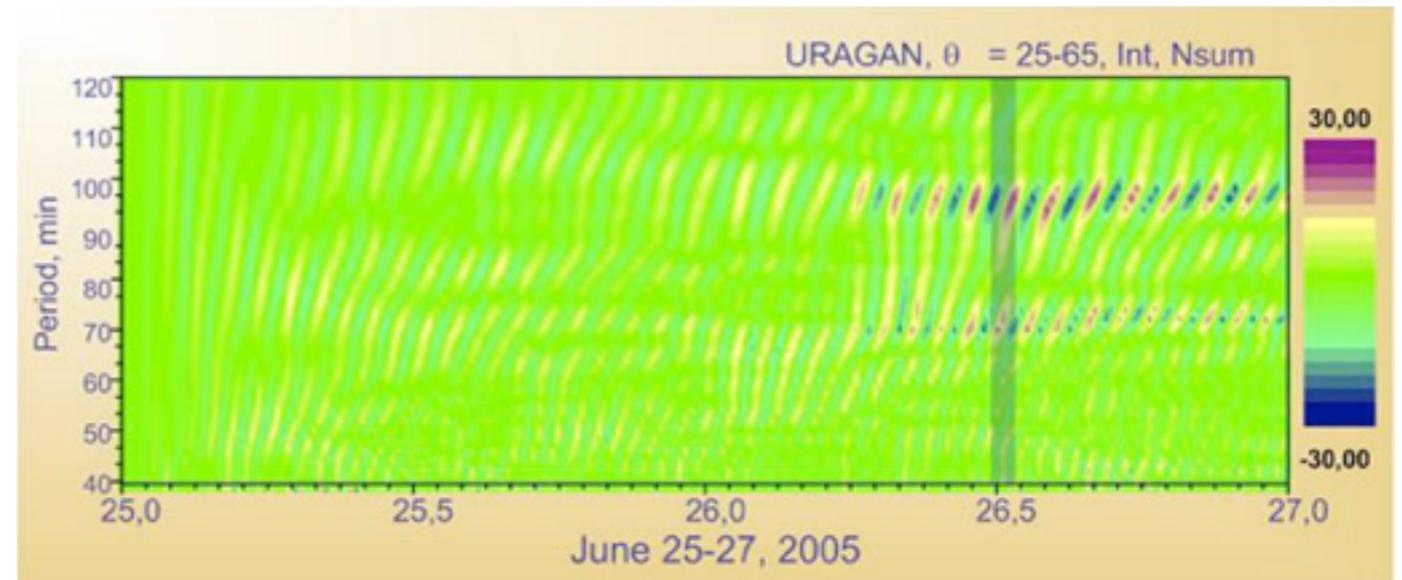
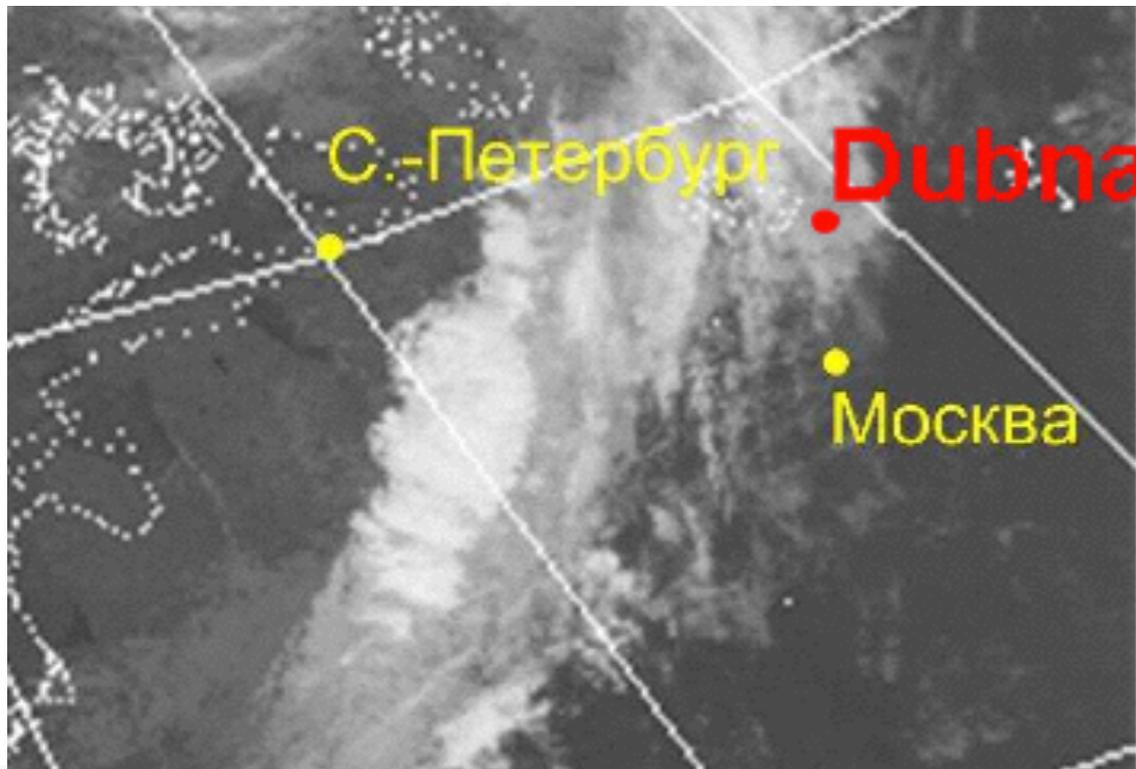
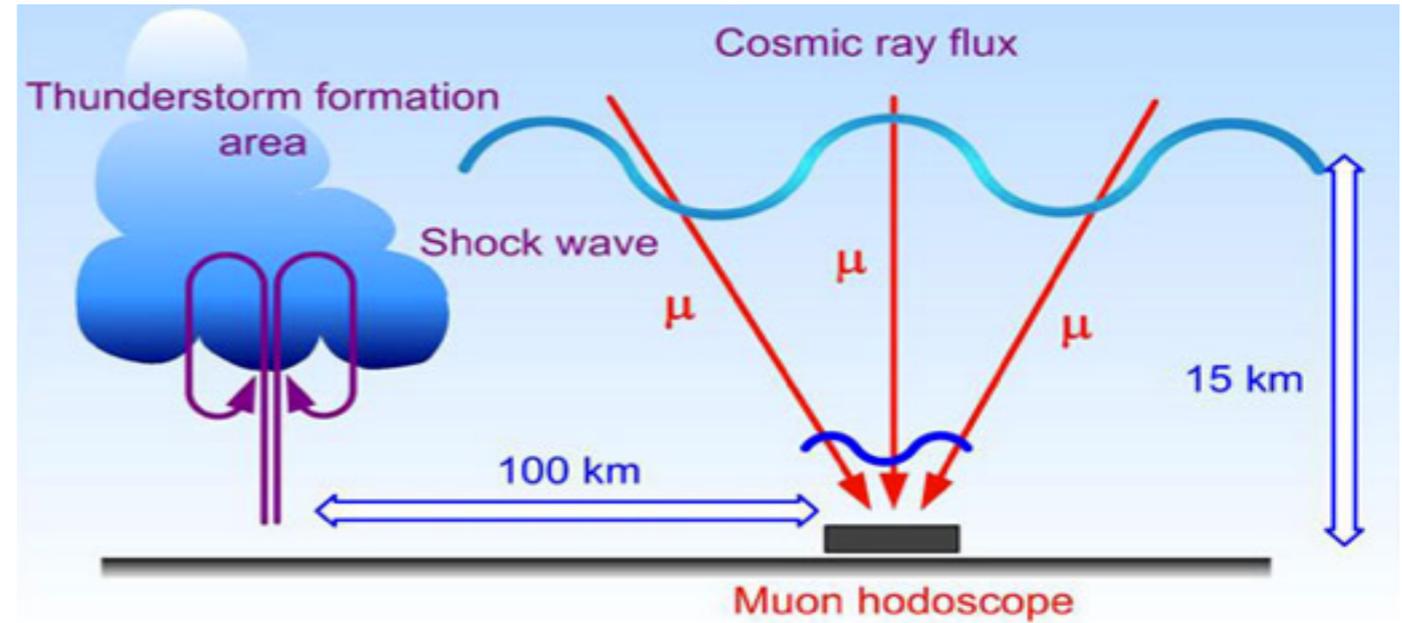
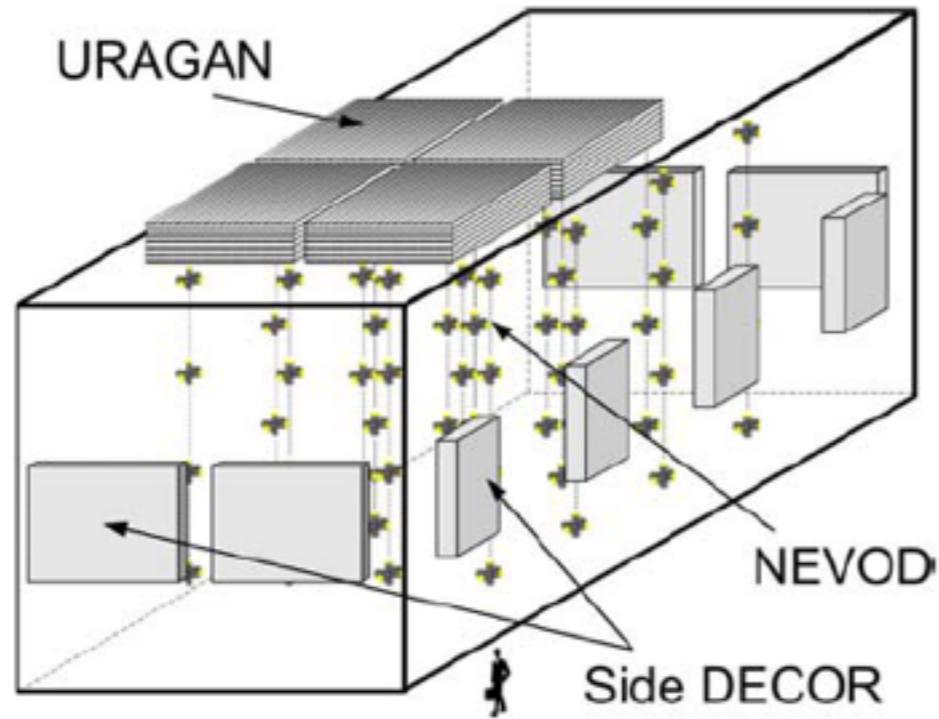
Evolución temporal de temperatura y tasas de muones [S. Tilav et al. 2010]

Se observa:

- Anticorrelación (débil) entre muones de baja energía ($E > 1\text{ GeV}$) y la T en la estratosfera
- Correlación (fuerte) entre muones de muy alta energía ($E > 400\text{ GeV}$) y la T en la estratosfera

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA La atmósfera terrestre

Centro NEVOD - URAGAN (Moscú): detección de tormentas a distancia



Wavelet transformation of URAGAN muon rate during June 25–27, 2005.

Uragan as thunderstorm detector

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA La atmósfera terrestre



Runaway Breakdown and the Mysteries of Lightning

The observed electric fields in thunderclouds are generally too weak to initiate the atmosphere's electrical breakdown. But cosmic rays can play a surprising role in the drama of lightning.

Alexander V. Gurevich and Kirill P. Zybin

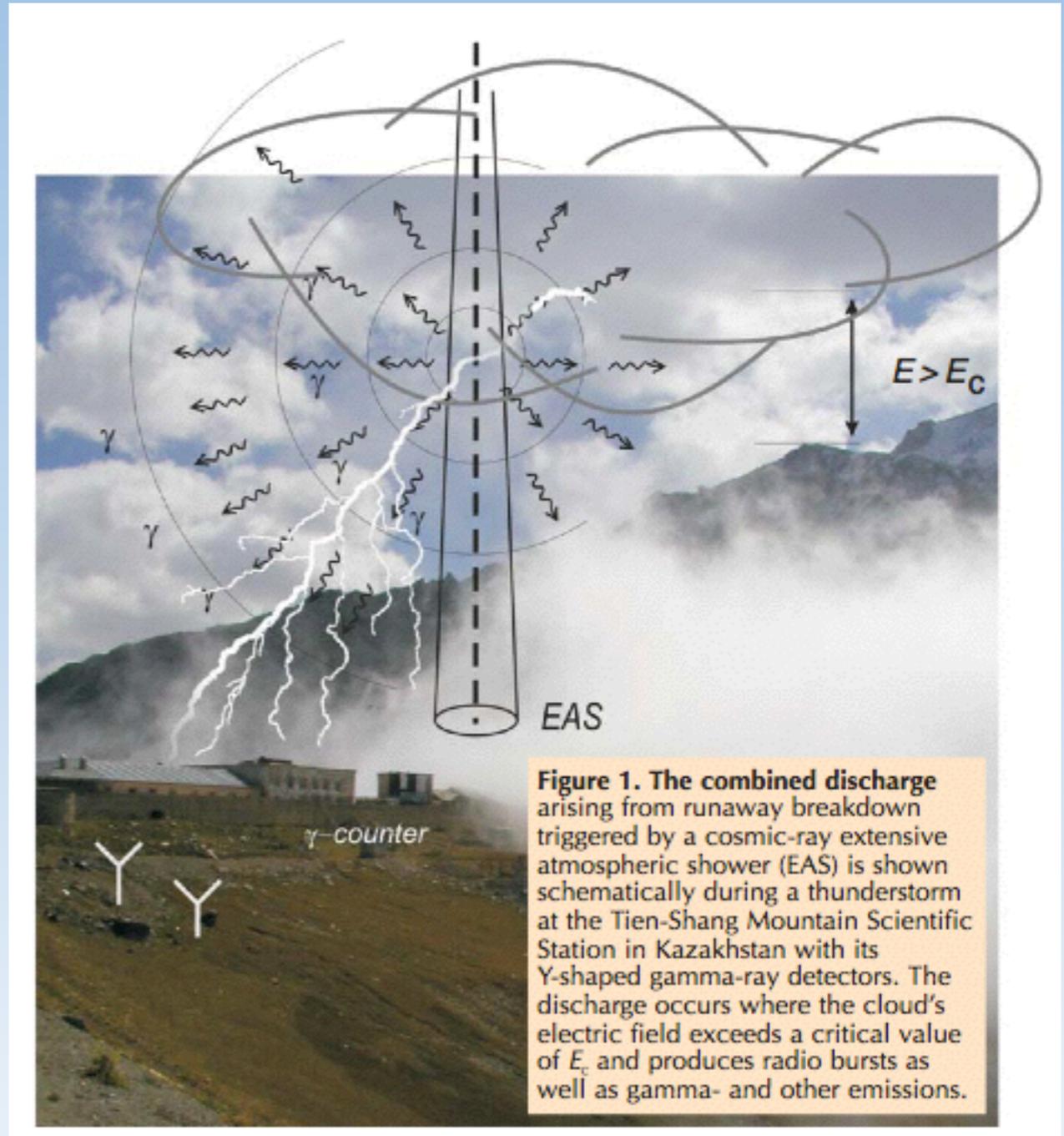


Figure 1. The combined discharge arising from runaway breakdown triggered by a cosmic-ray extensive atmospheric shower (EAS) is shown schematically during a thunderstorm at the Tien-Shang Mountain Scientific Station in Kazakhstan with its Y-shaped gamma-ray detectors. The discharge occurs where the cloud's electric field exceeds a critical value of E_c and produces radio bursts as well as gamma- and other emissions.

May 2005 Physics Today 37

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

Los rayos cósmicos y el clima

La formación de gotas de agua en la atmósfera requiere la presencia de partículas de polvo o aerosoles que contribuyan al balance energético de la condensación

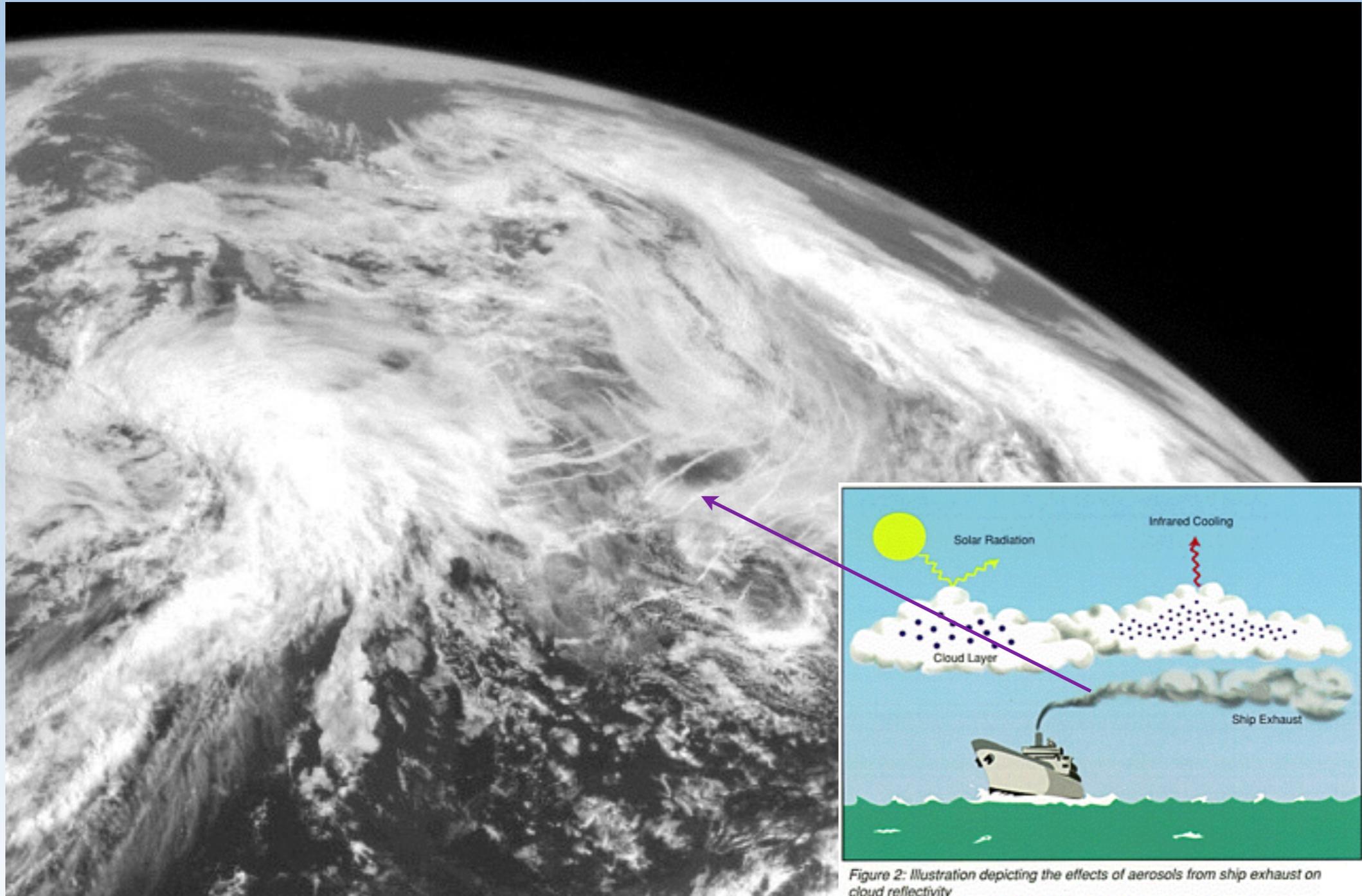
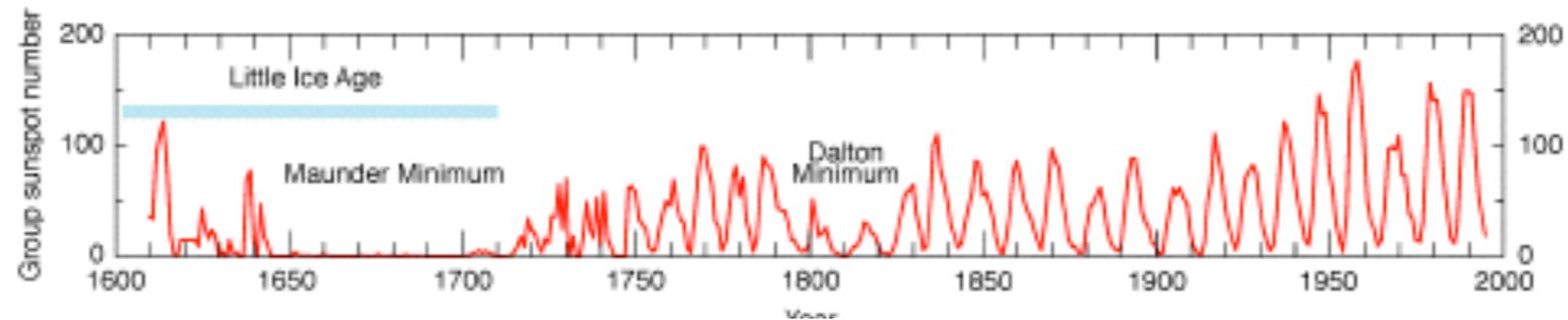


Figure 2: Illustration depicting the effects of aerosols from ship exhaust on cloud reflectivity

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

Los rayos cósmicos y el clima

La conexión clima rayos - cósmicos: evidencias históricas



Actividad solar medida a través del número de manchas entre 1610 y 1995. Entre 1650 y 1700 hubo un largo período de baja actividad solar (Mínimo de Maunder) que coincide con un período de gran frío en Europa (Pequeña edad de hielo)



Helada en Londres en 1684



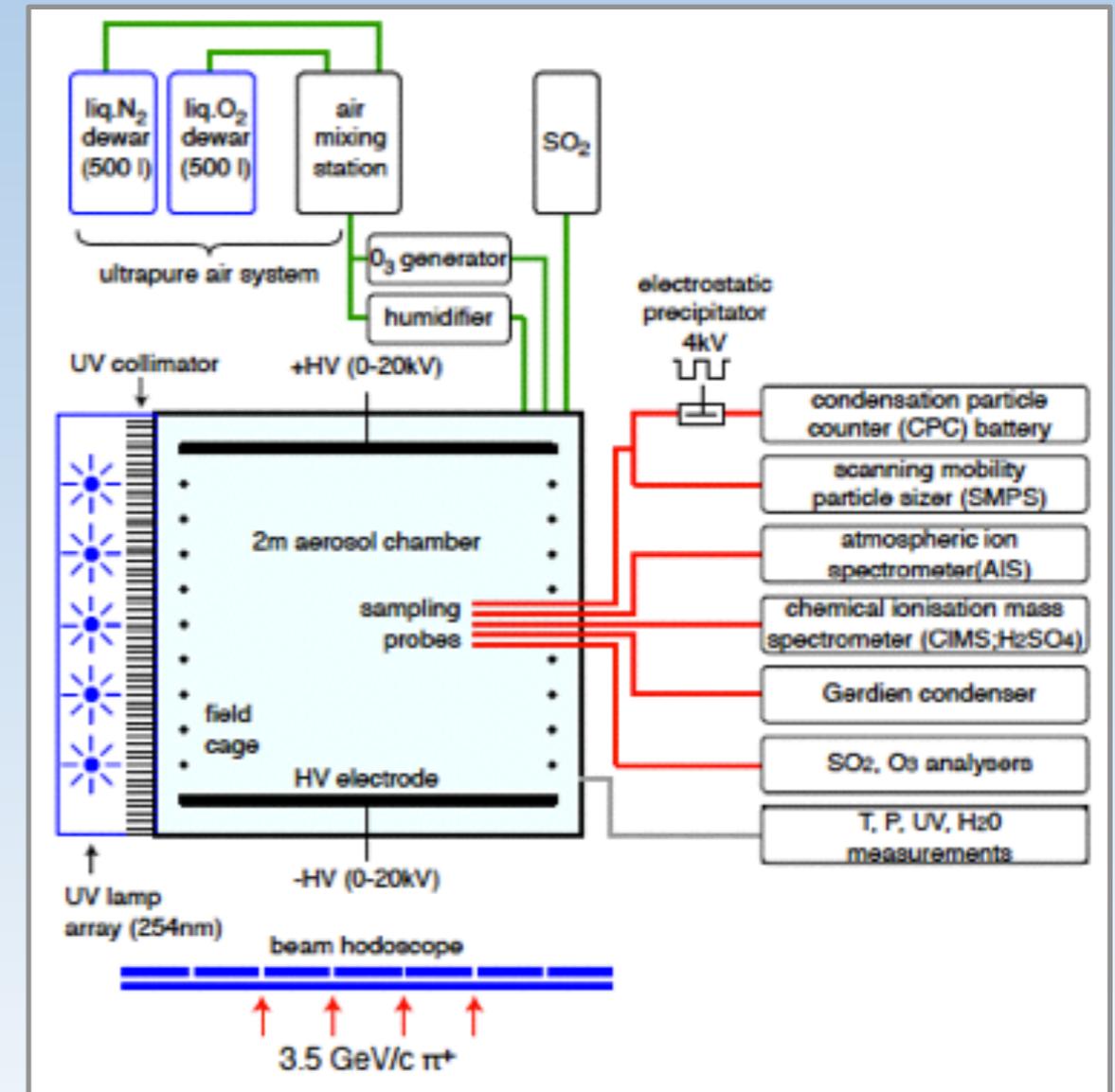
Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA Los rayos cósmicos y el clima

La conexión clima rayos - cósmicos

La respuesta es posible que venga de la mano del experimento CLOUD, en el CERN (Ginebra, Suiza)

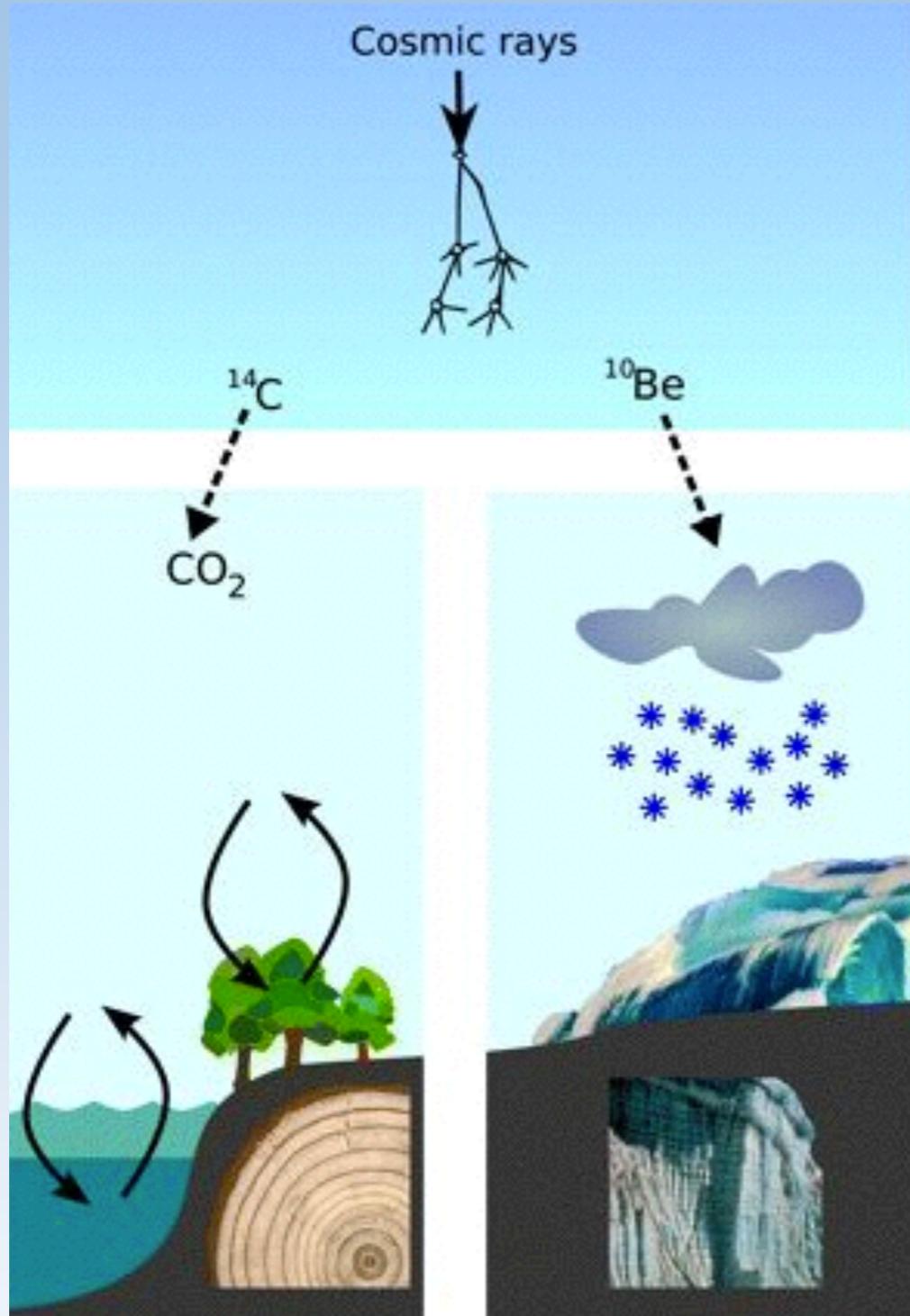


Trasgos, chaneques...

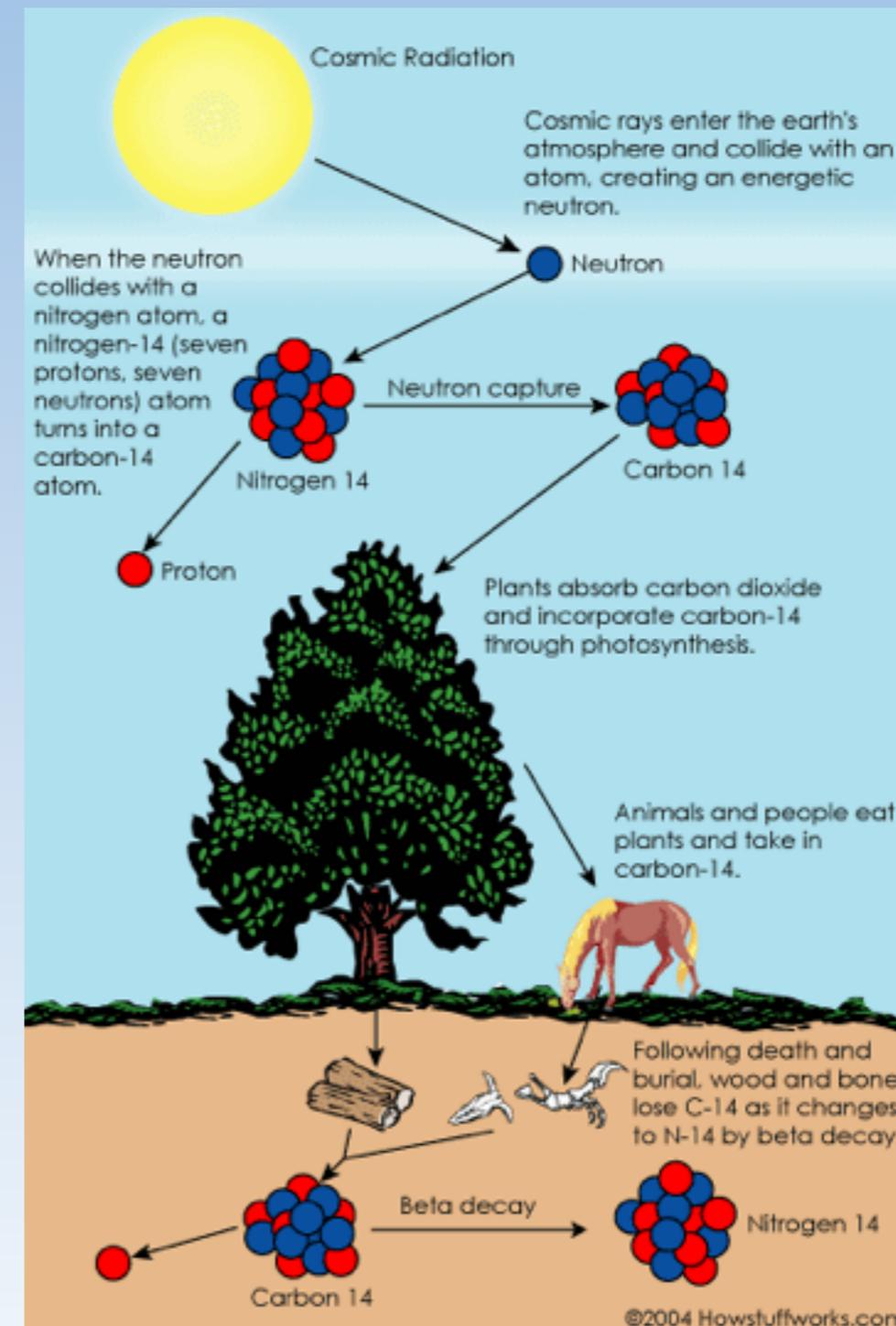
Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

Los rayos cósmicos y la pelehistoria terrestre



Cosmogénesis de isótopos radioactivos



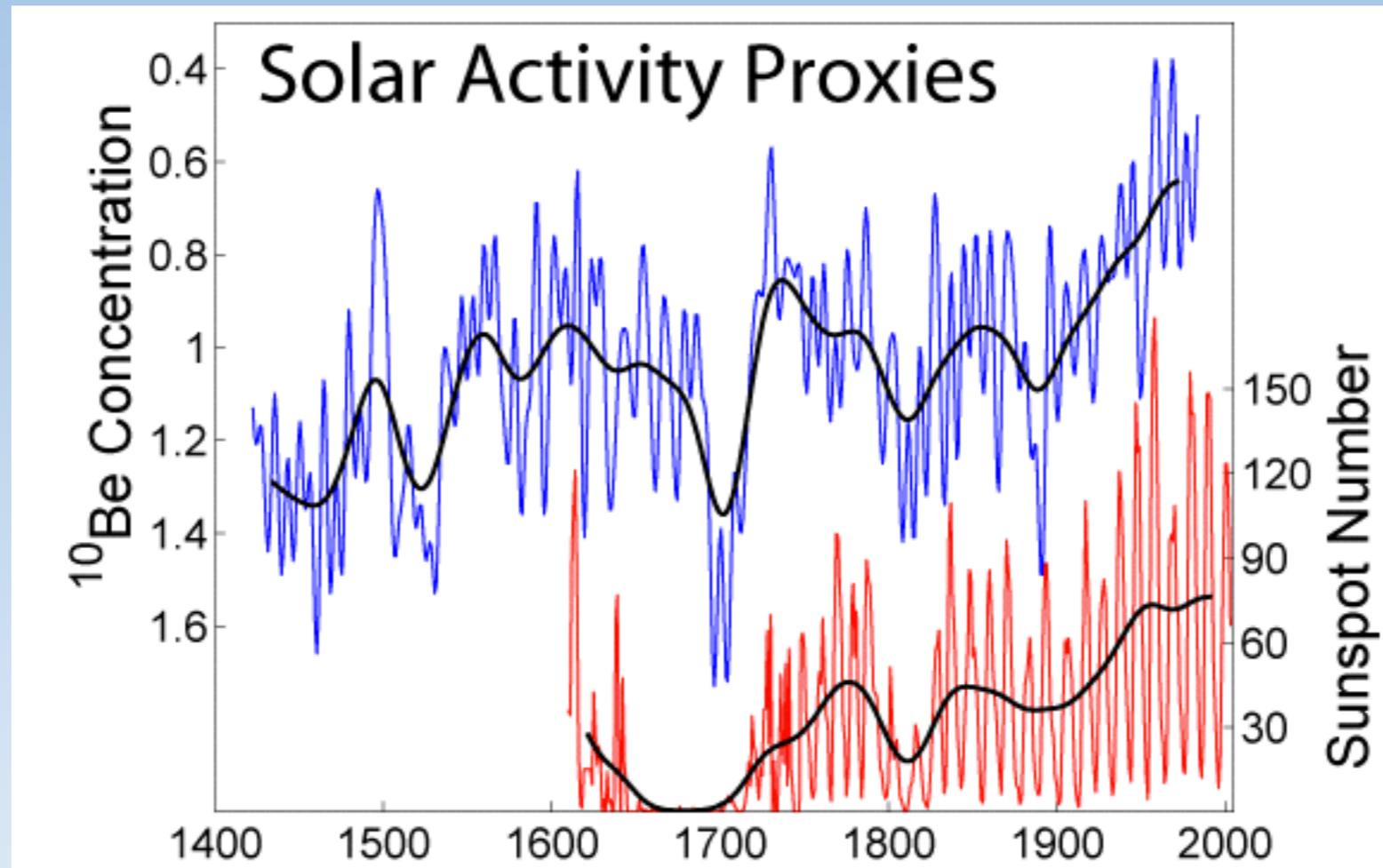
El ciclo del carbono-14

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA Los rayos cósmicos y la pelehistoria terrestre

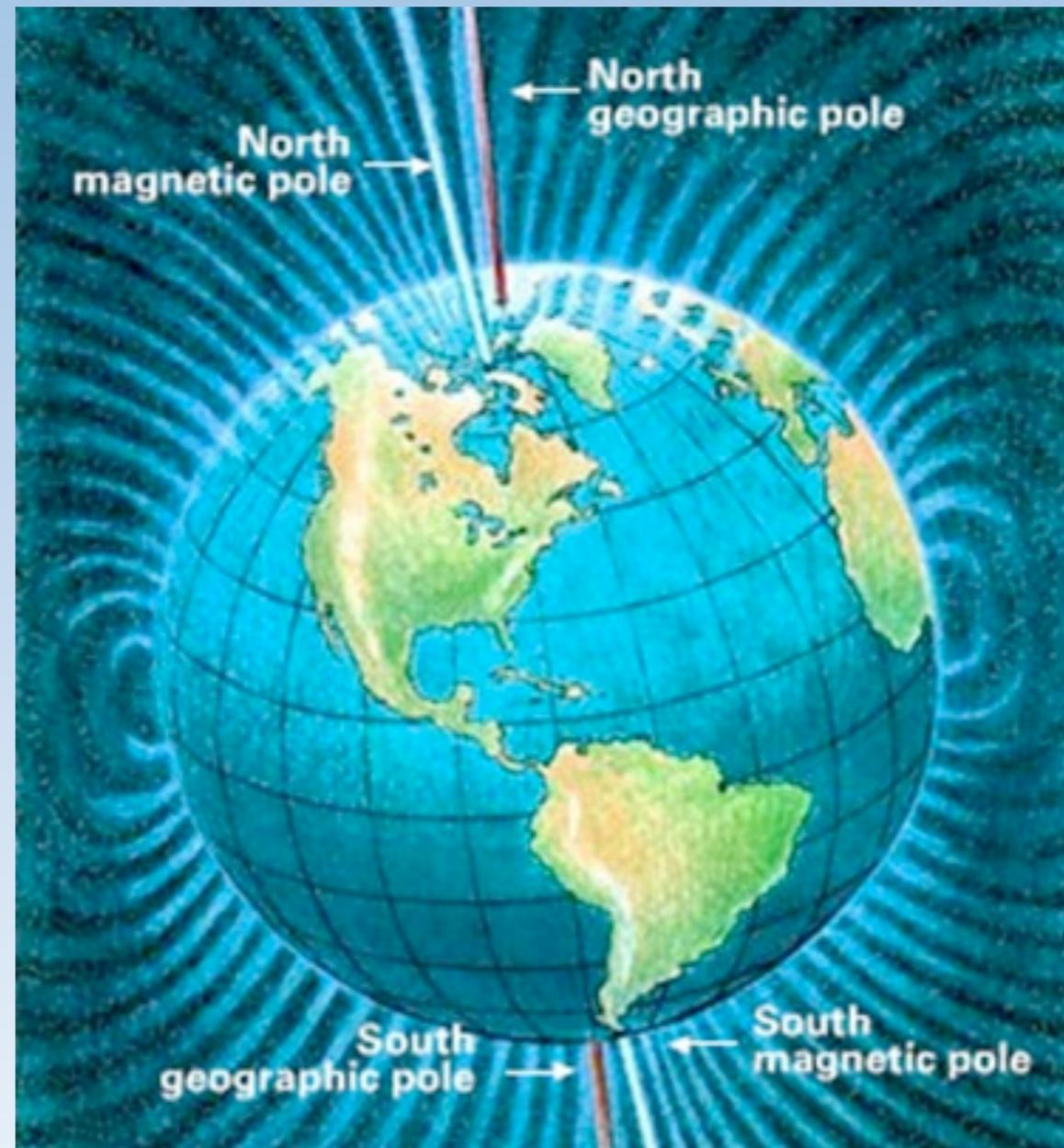
La concentración de ^{10}Be ($T \sim 1.5\text{Ma}$) para la medida de la actividad solar



Comparación en la concentración de Be-10 en la atmósfera (medida en el aire capturado en el hielo de Groenlandia) y la actividad solar medida mediante el número de manchas solares

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA Los rayos cósmicos y la pelehistoria terrestre

La inversión de los polos magnéticos



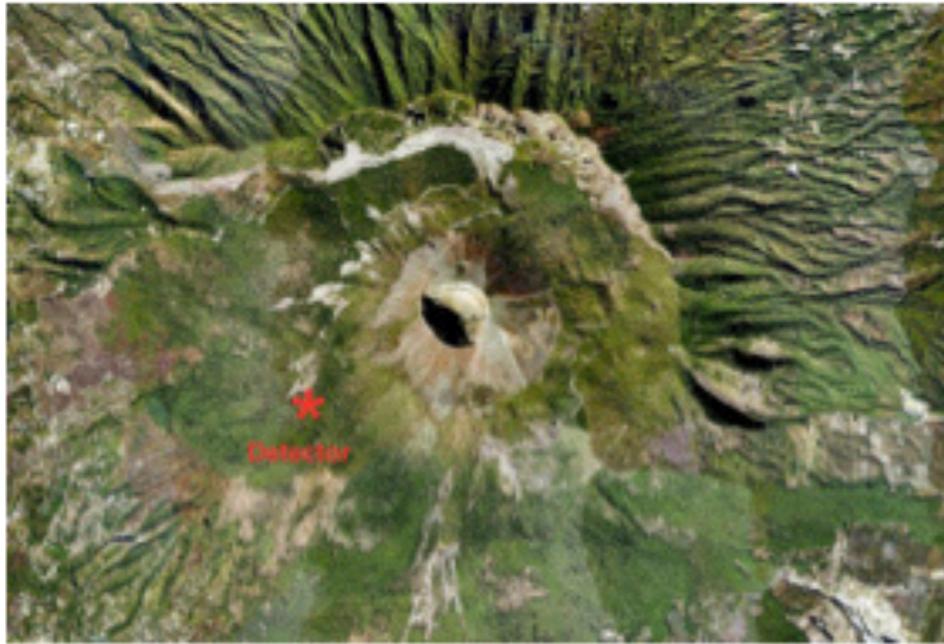
Hace 41000 años el campo magnético de la Tierra se invirtió y, durante algún tiempo, desapareció por completo. Durante ese período, la llegada de rayos cósmicos aumentó y la proporción de Be-10 en los sedimentos marinos casi se duplica

Trasgos, chaneques...

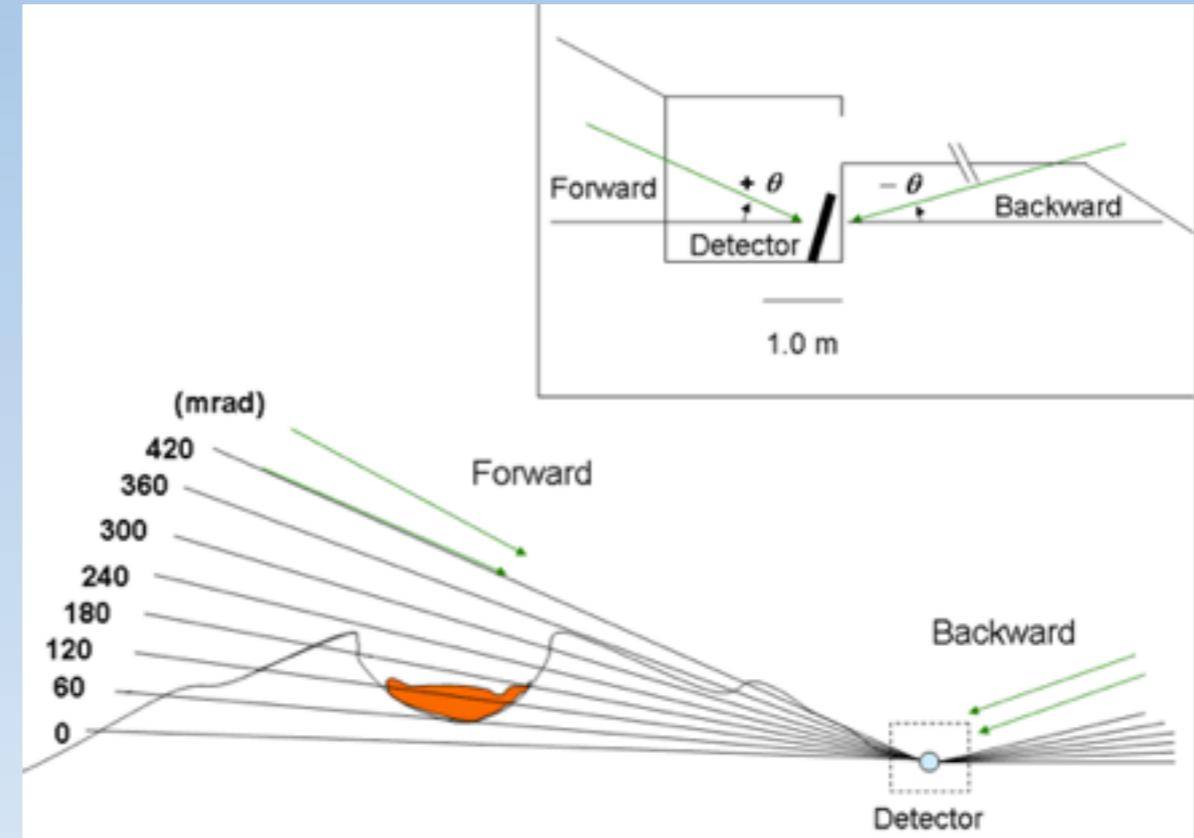
Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA La tomografía de volcanes

Tomografía de volcanes



The location of the muon detector on the slopes of the Vesuvius volcano.



MUONS REVEAL THE INTERIOR OF VOLCANOES

The MU-RAY project has the very challenging aim of providing a “muon X-ray” of the Vesuvius volcano (Italy) using a detector that records the muons hitting it after traversing the rock structures of the volcano. This technique was used for the first time in 1971 by the Nobel Prize-winner Louis Alvarez, who was searching for unknown burial chambers in the Chephren pyramid.

3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA

La tomografía de volcanes

Tomografía de volcanes

Development of a portable assembly-type cosmic-ray muon module for measuring the density structure of a column of magma

Hiroyuki K. M. Tanaka¹, Tomohisa Uchida², Manobu Tanaka³, Hiroshi Shinohara⁴, and Hideaki Taira¹

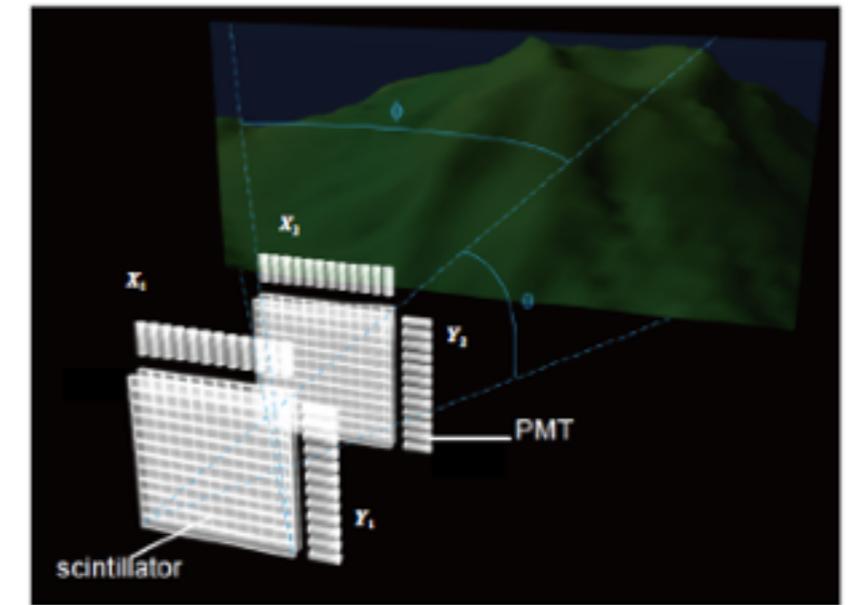
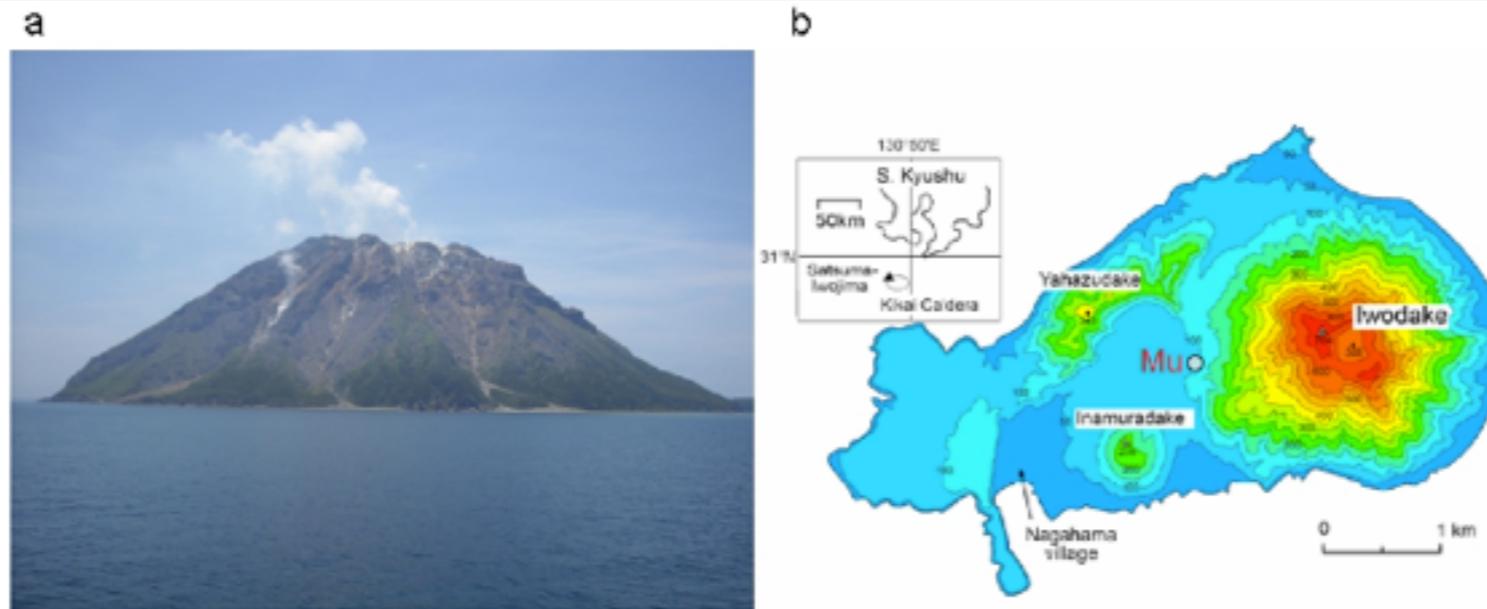


Fig. 5. Portable assembly-type cosmic-ray muon telescope system. The detector matrix counts 12x12 square pixels of 8 cm.

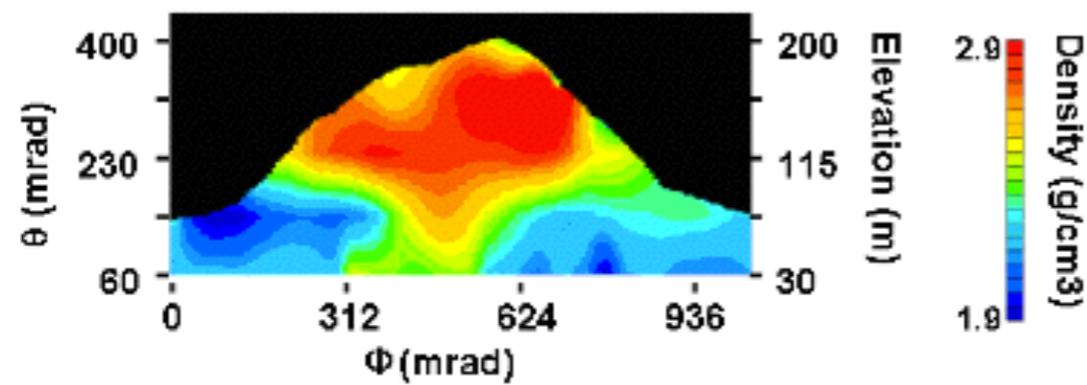
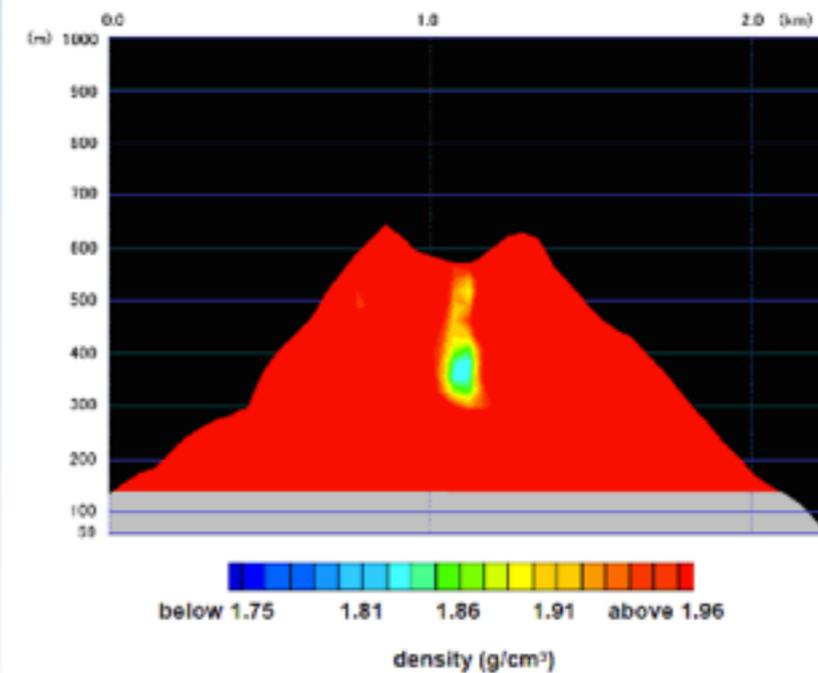
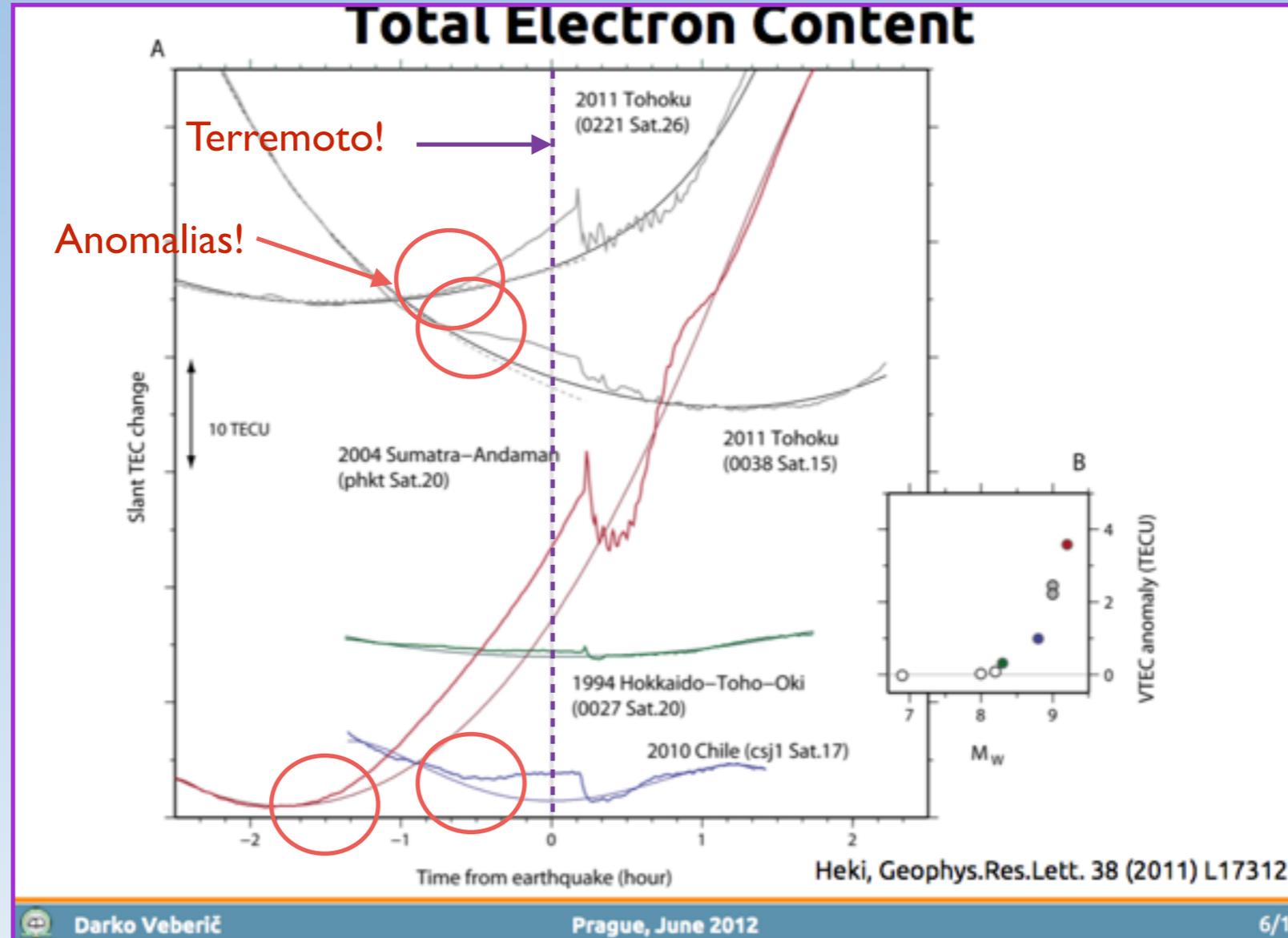


Fig. 2. The average density distribution is plotted as a projection on the cross-sectional plane that is parallel to the detector plane and which includes the 1944 Usu lava dome peak. The distribution of the average



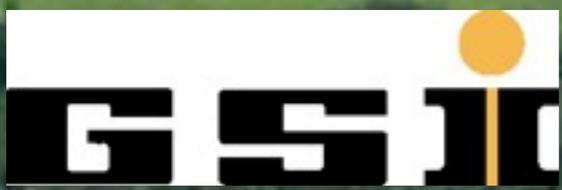
3. LOS RAYOS COSMICOS, EL CIELO Y LA TIERRA La tomografía de volcanes

El contenido total de electrones en la ionosfera



1. Se ha observado que la cantidad de electrones en la ionosfera (TEC) crece, hasta una hora antes de los terremotos
2. Se podría observar dicho efecto en los rayos cósmicos medidos en tierra?

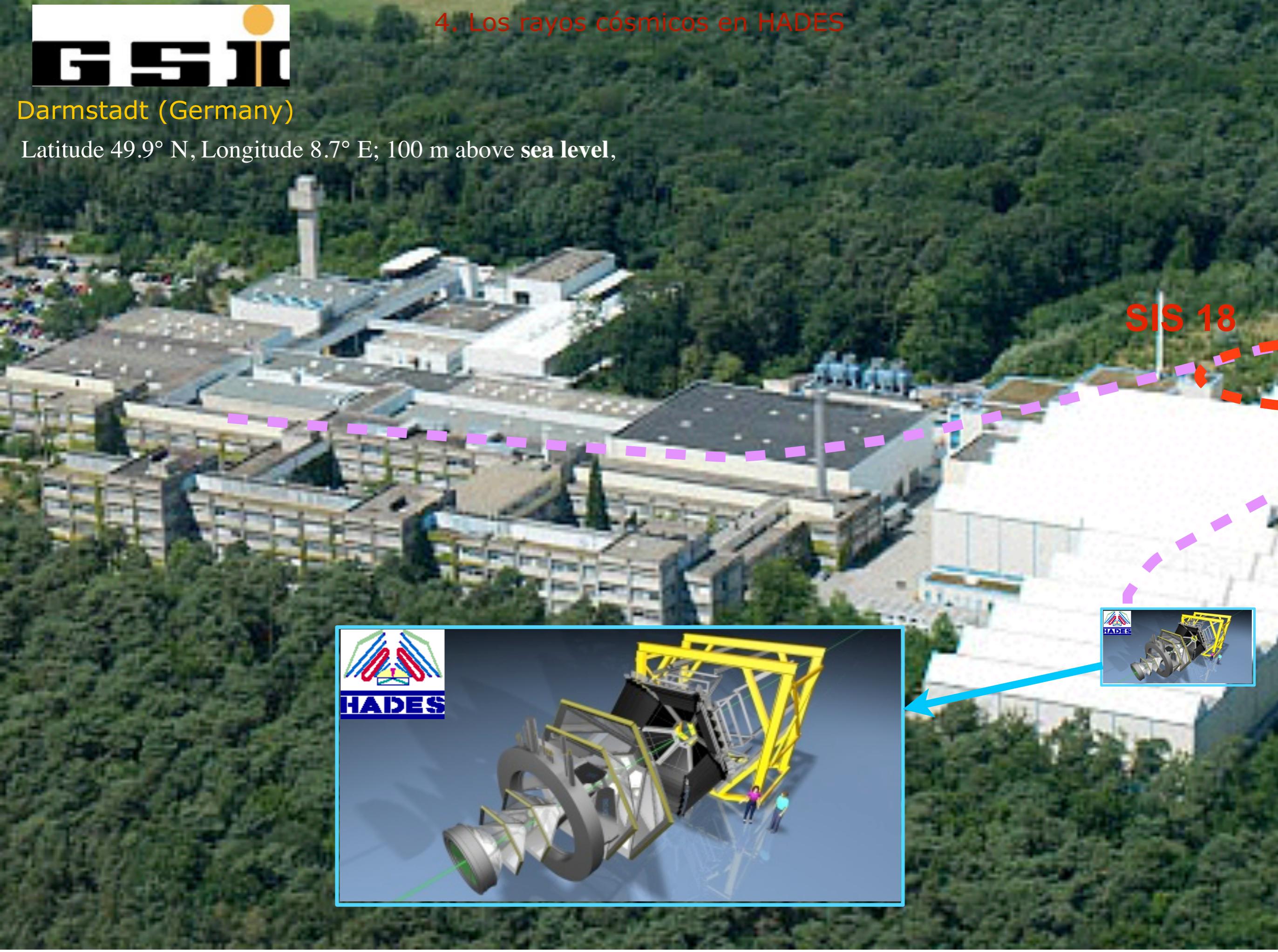
4. Los rayos cósmicos en HADES



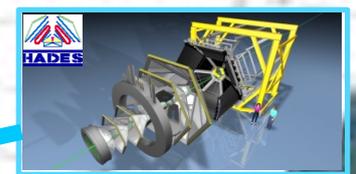
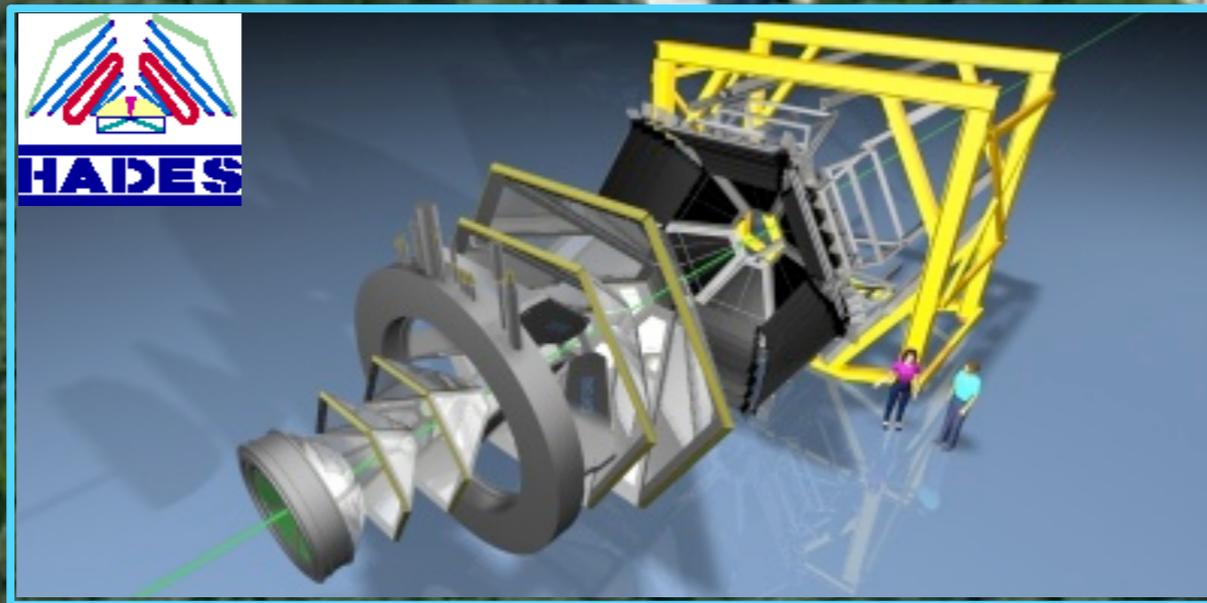
4. Los rayos cósmicos en HADES

Darmstadt (Germany)

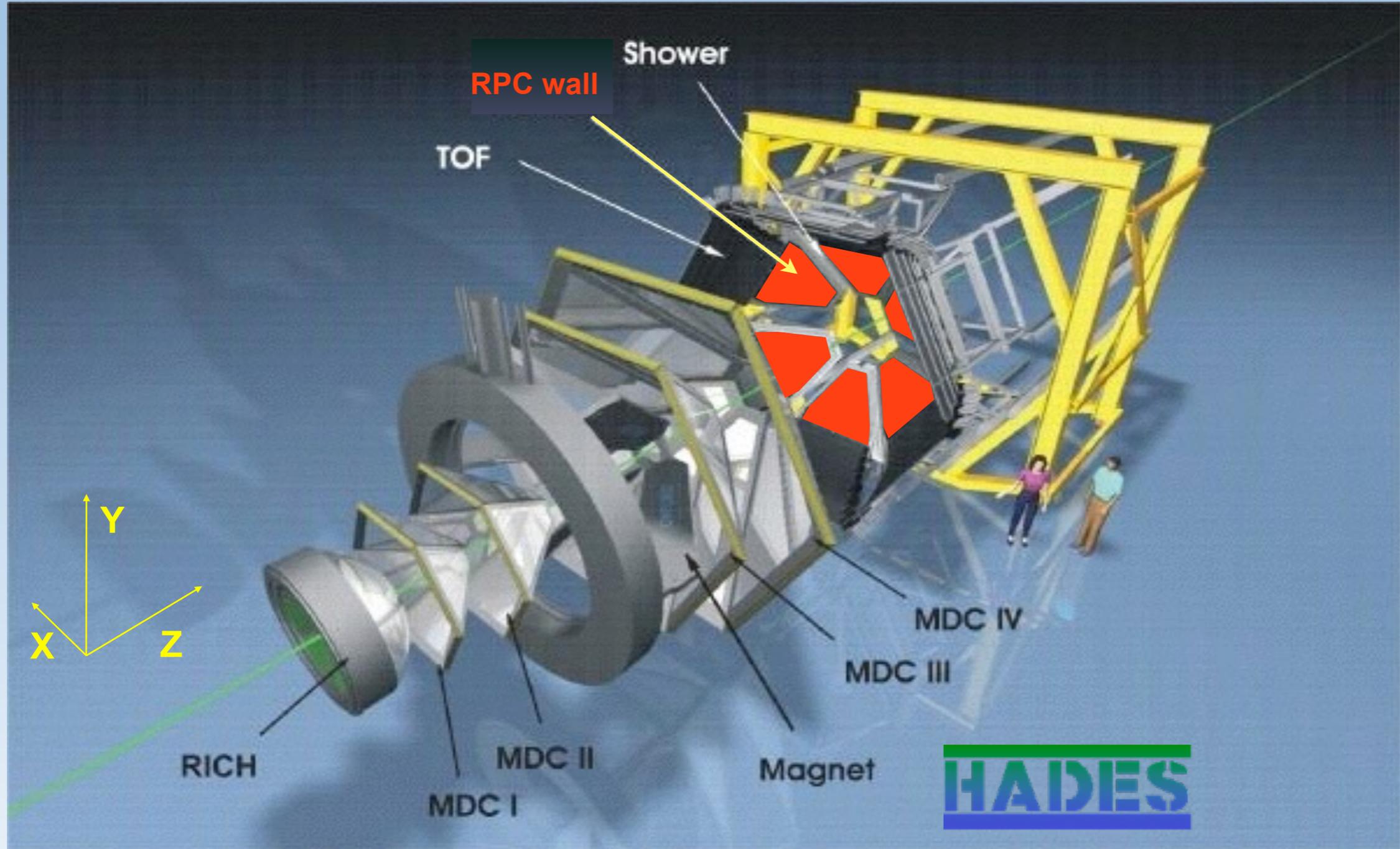
Latitude 49.9° N, Longitude 8.7° E; 100 m above sea level,



SIS 18



4. Los rayos cósmicos en Hades El espectrómetro HADES

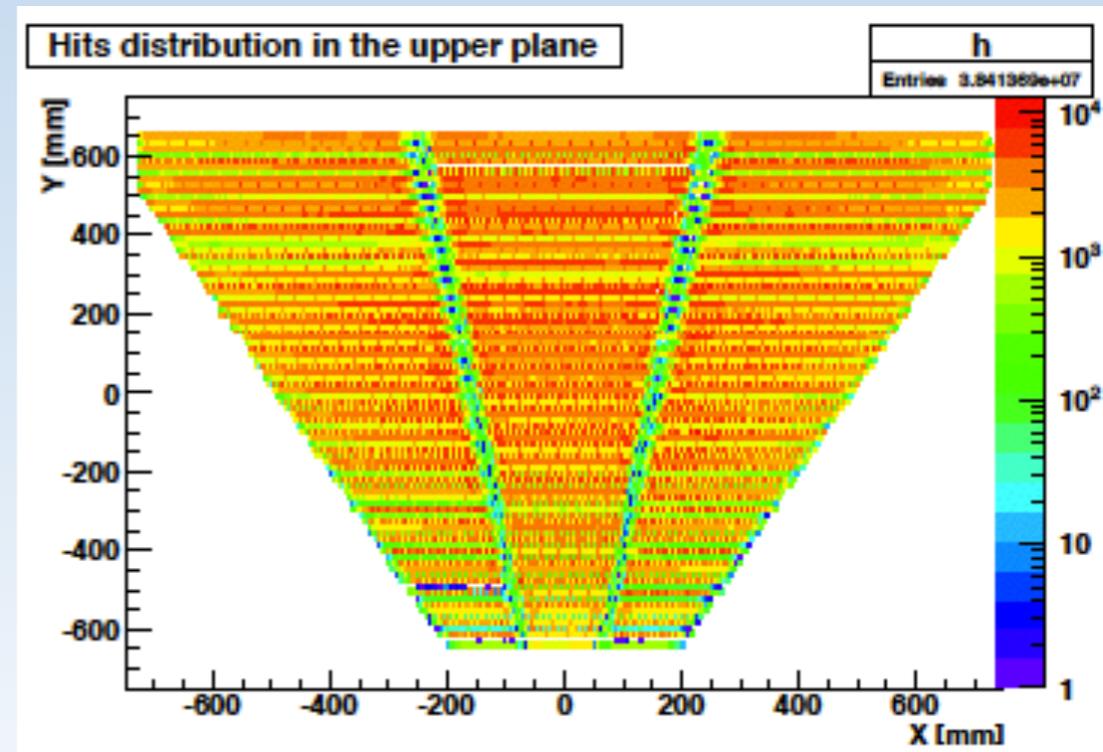
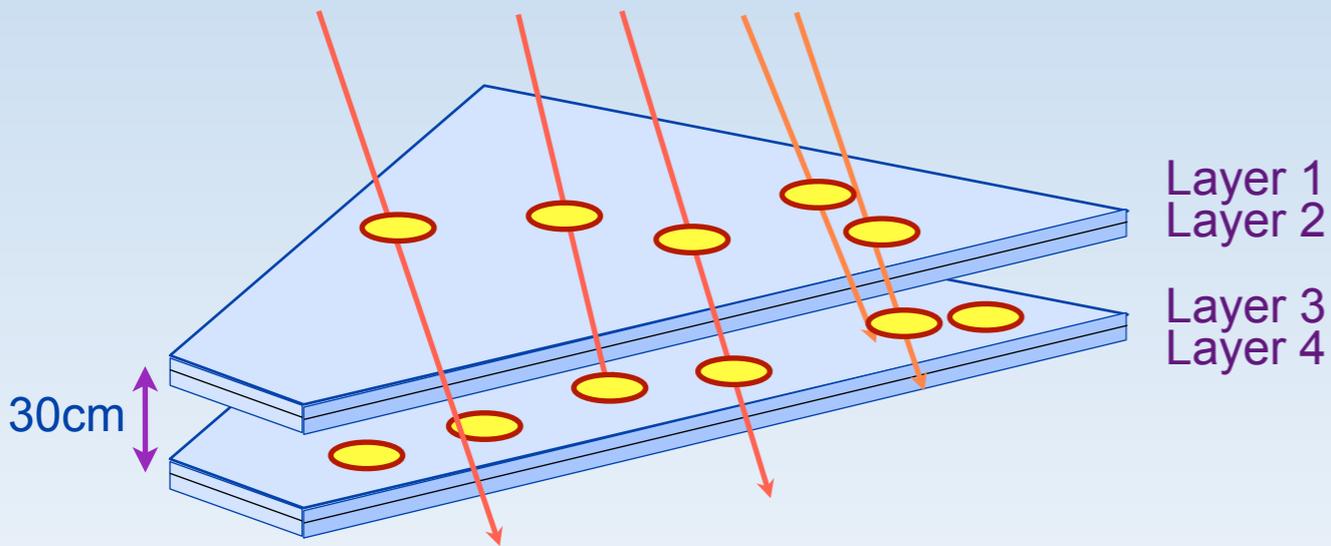
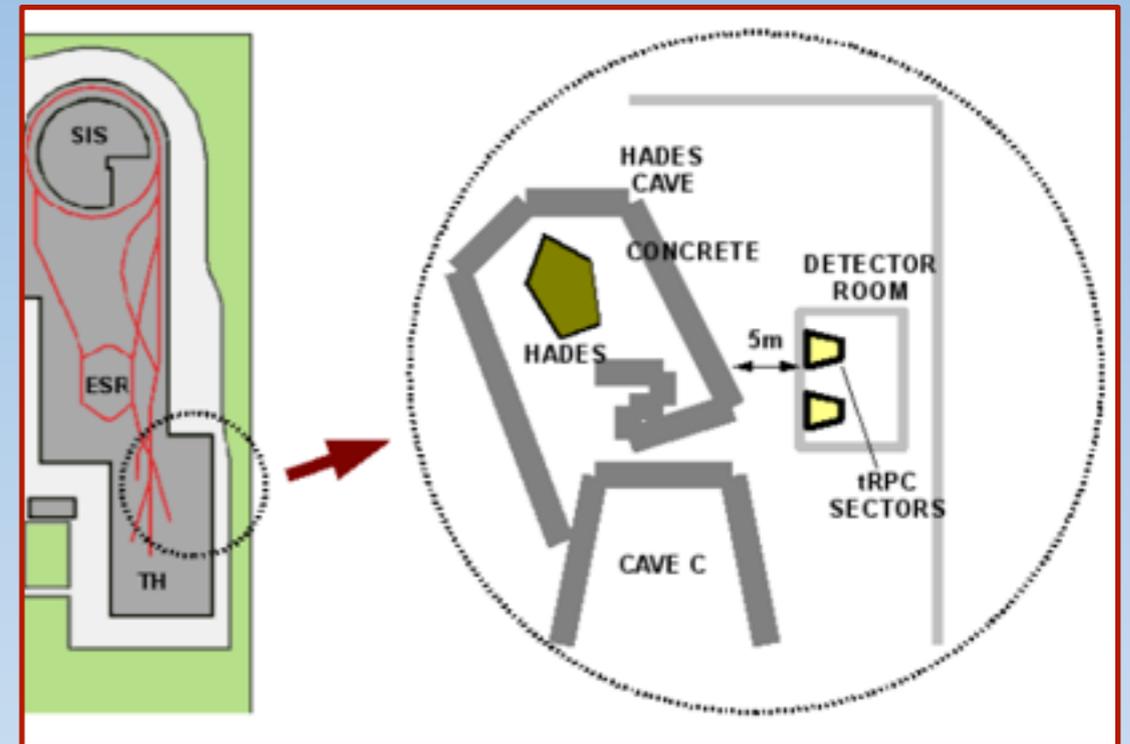
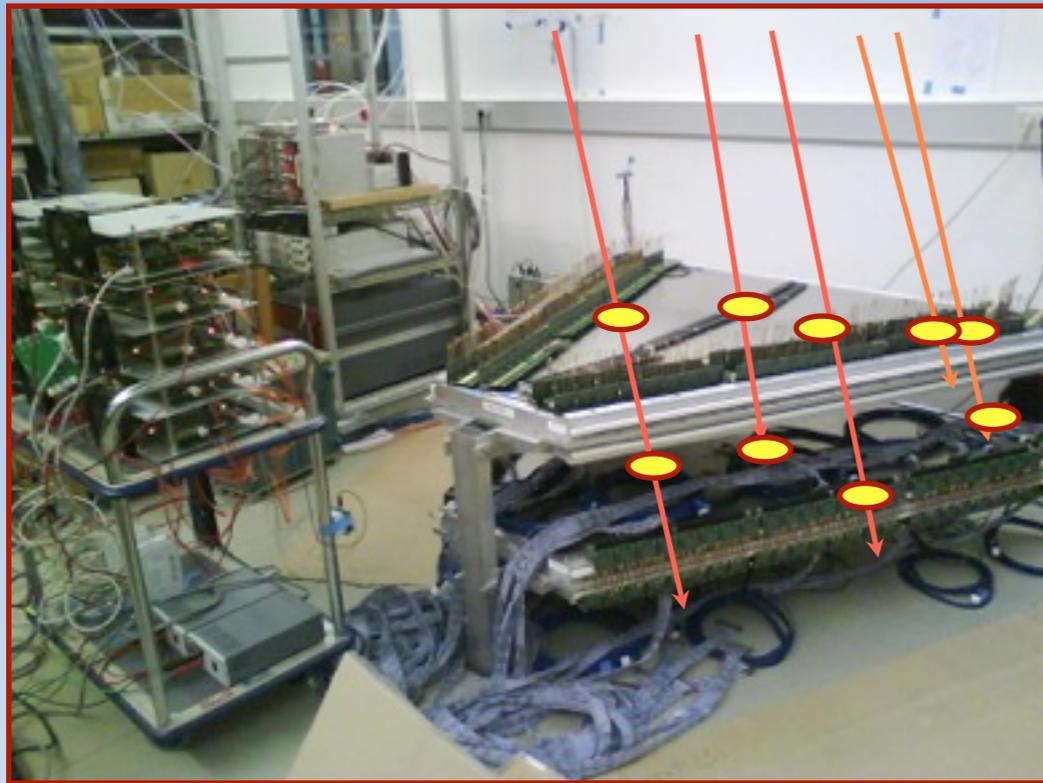


Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades

El commissioning de los detectores RPC



Trasgos, chaneques...

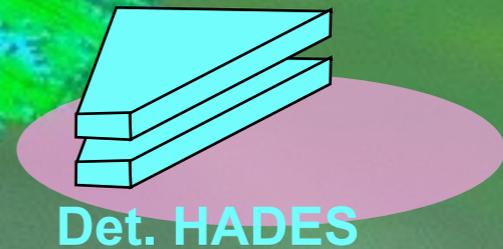
Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades El commissioning de los detectores RPC

proton

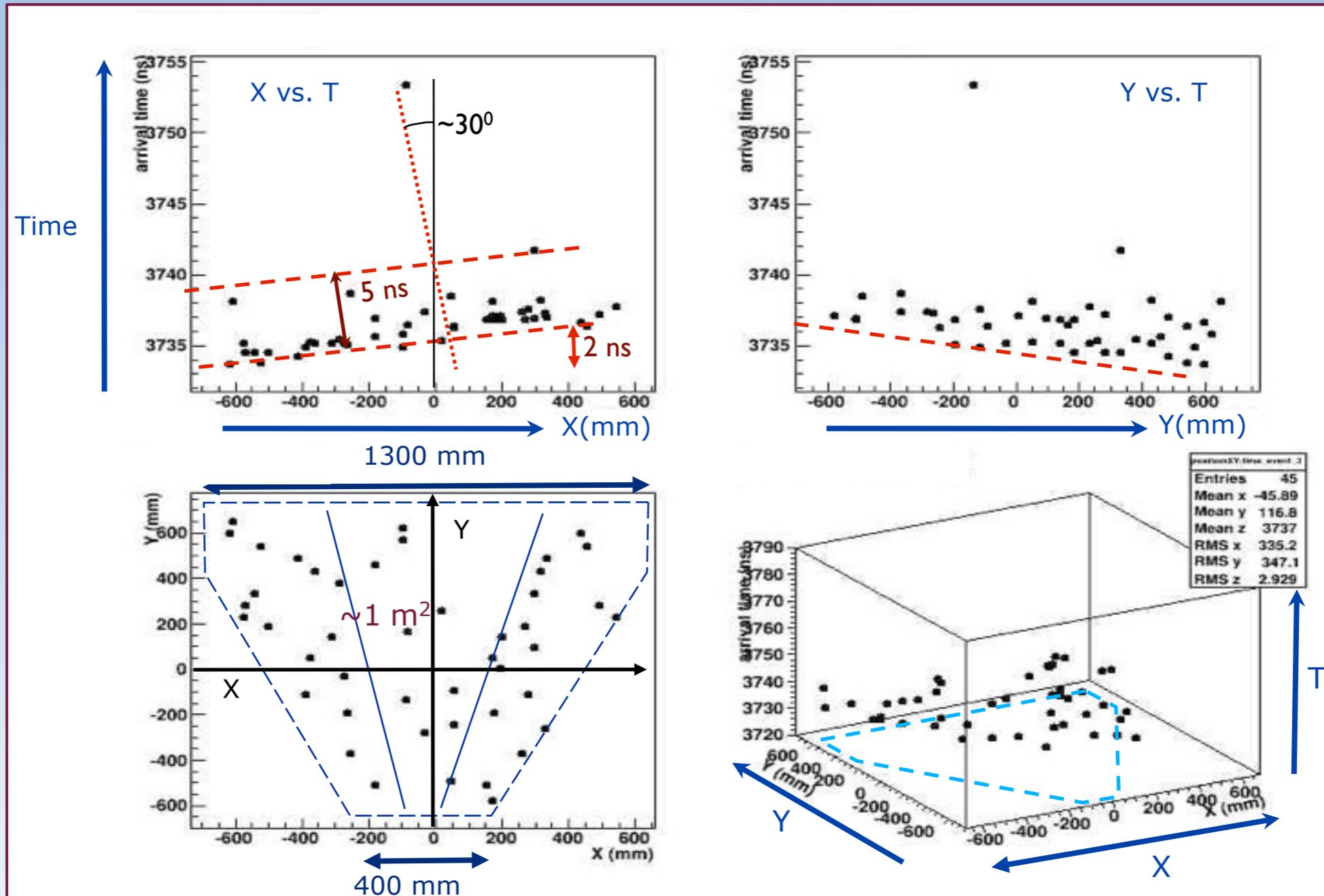


blue: electrons/positrons
cyan: photons
red: neutrons
orange: protons
gray: mesons
green: muons



4. Los rayos cósmicos en Hades El análisis de los datos

Una primera mirada!

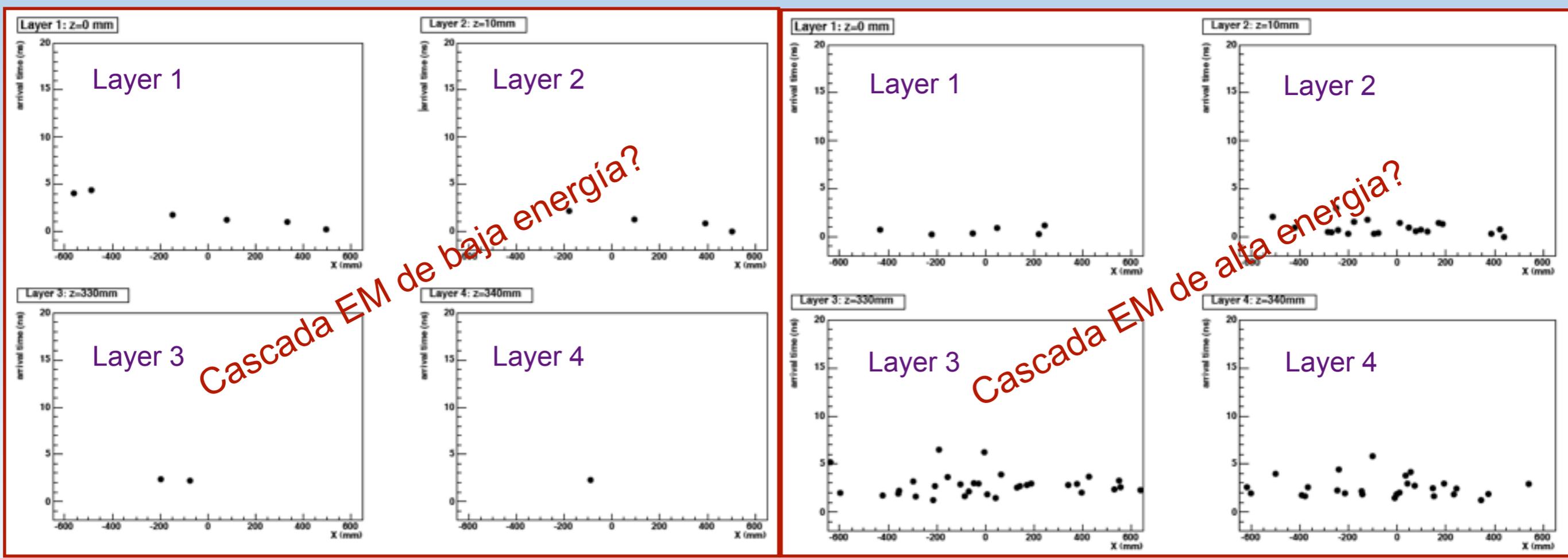
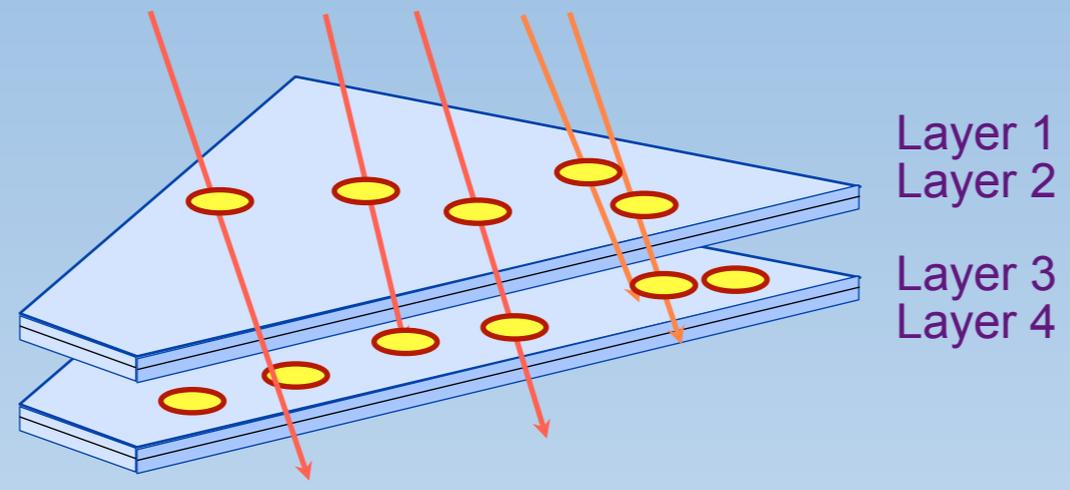


Un detector de $\sim 1 \text{ m}^2$ con buena granularidad y resolución espacial ...
- permite una magnífica reconstrucción del frente de las cascadas de rayos cósmicos

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades El análisis de los datos



Calorimetría electromagnética?

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades El análisis de los datos

El diagrama densidad-tiempo

[Linsley 85, Capdevielle 03] ($r > 100\text{m}$)

$$\sigma_t(r) = \sigma_{t0} \left(1 + \frac{r}{r_t} \right)^\beta$$

[Bezboruah 99, Hara 97, AIRES, CORSIKA]

$$\rho(r, N_0) = \epsilon \cdot N_0 \cdot r^{-n}$$

[Hillas 75]

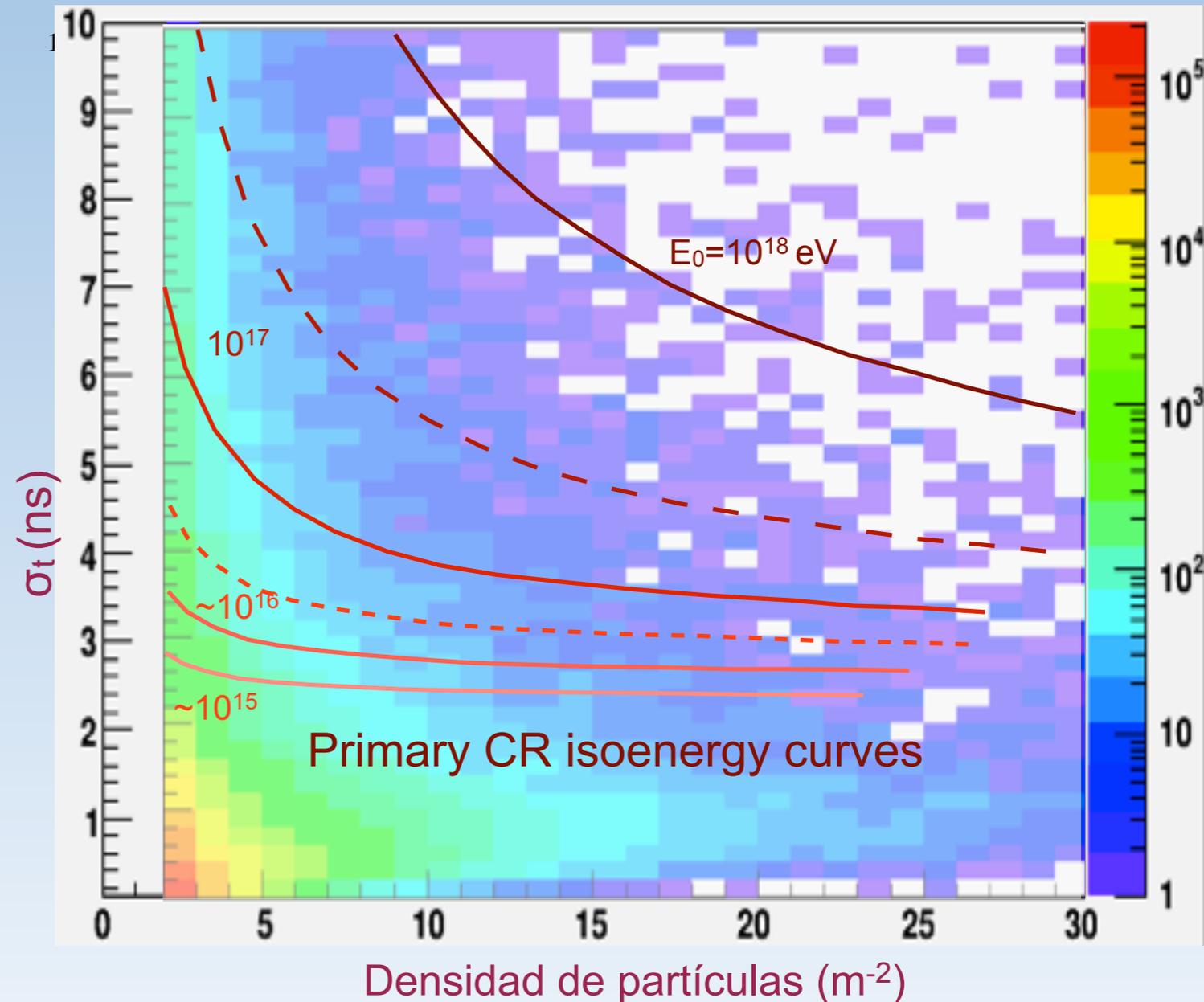
$$E_0(N_0) = \alpha \cdot N_0^b$$

[TOTAL]

$$E_0 = \alpha \left[\frac{\rho}{\epsilon} \left(r_t \left[\left(\frac{\sigma_t}{b} \right)^{1/\beta} - 1 \right] \right)^n \right]^b$$

Parametrizaciones de alta energía

D-T chart



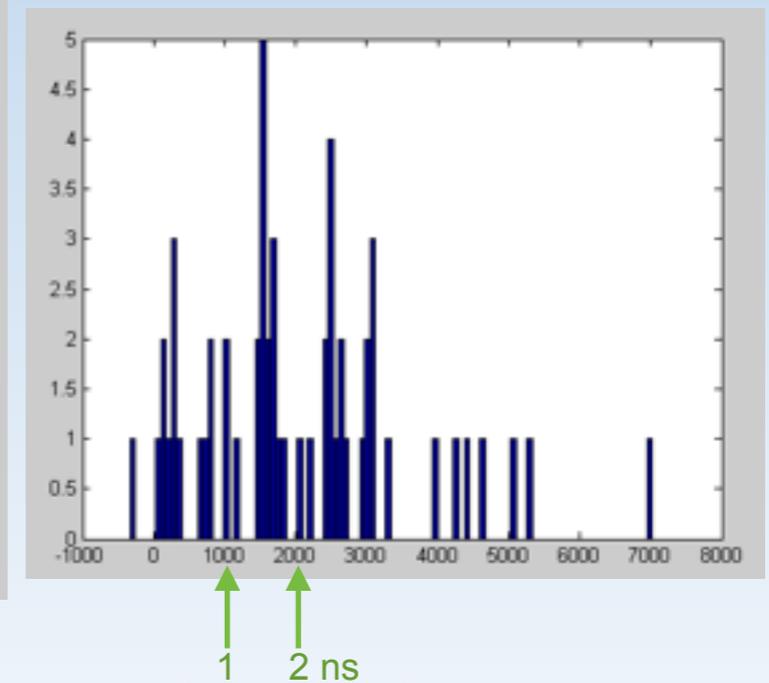
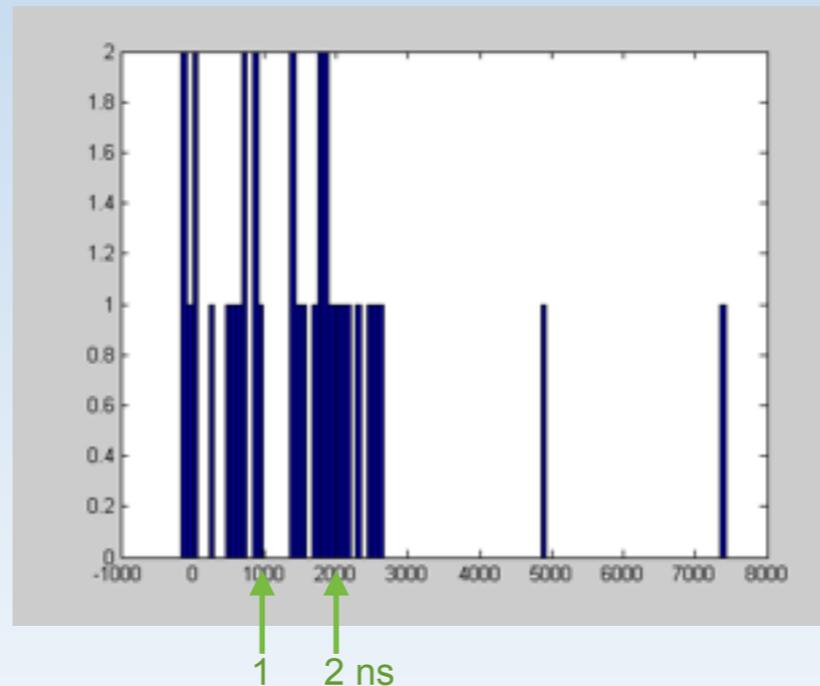
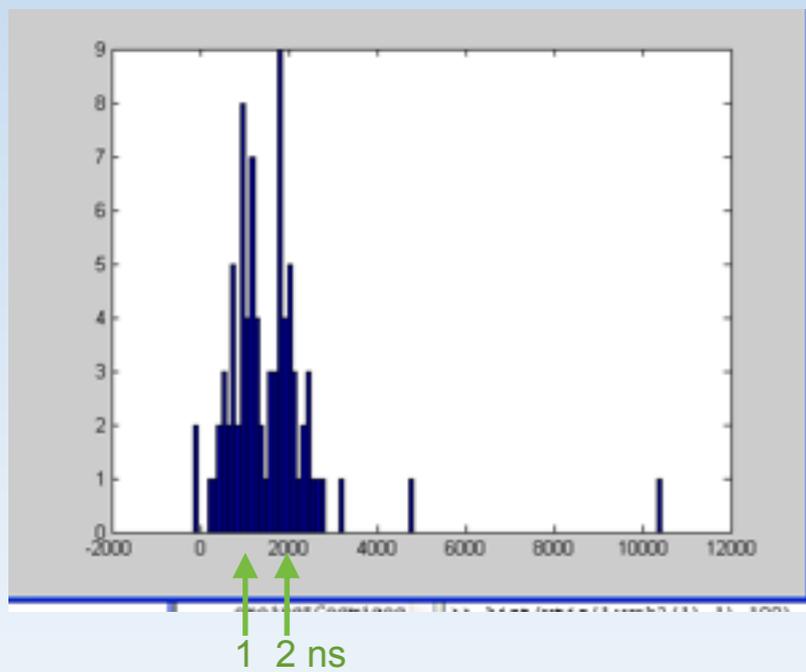
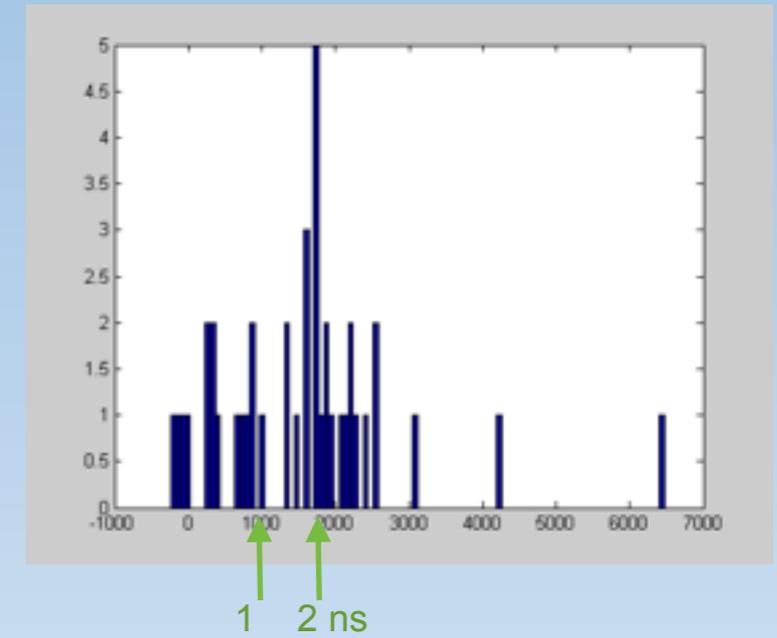
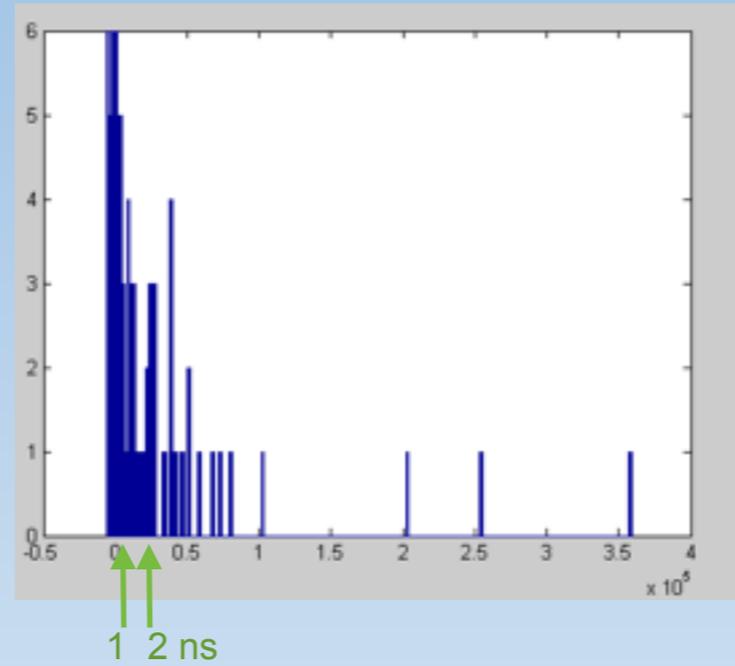
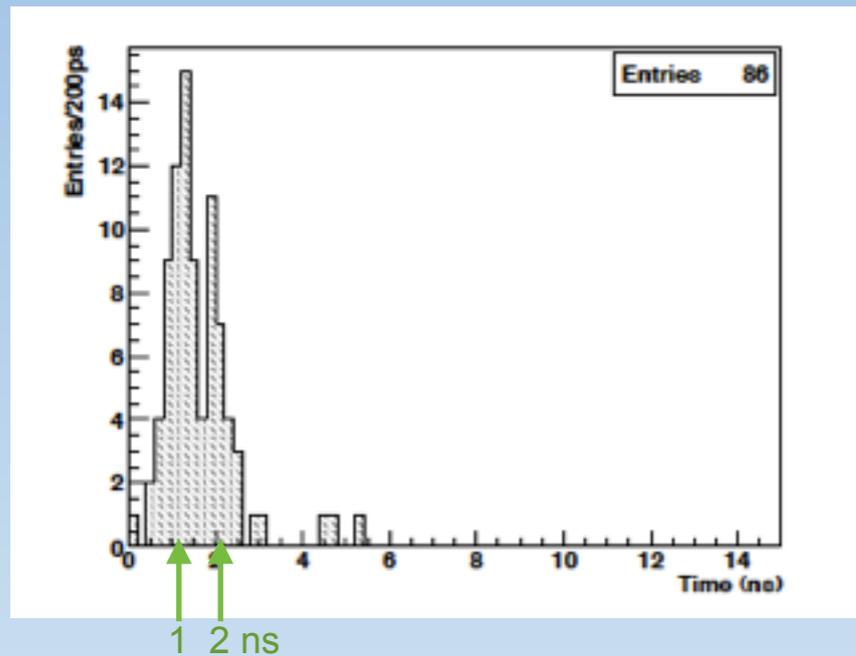
Un detector de $\sim 1 \text{ m}^2$ con buena granularidad y resolución espacial ...
- permite asignar una energía al rayo cósmico primario

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades El análisis de los datos

Análisis de algunos frentes de cascadas

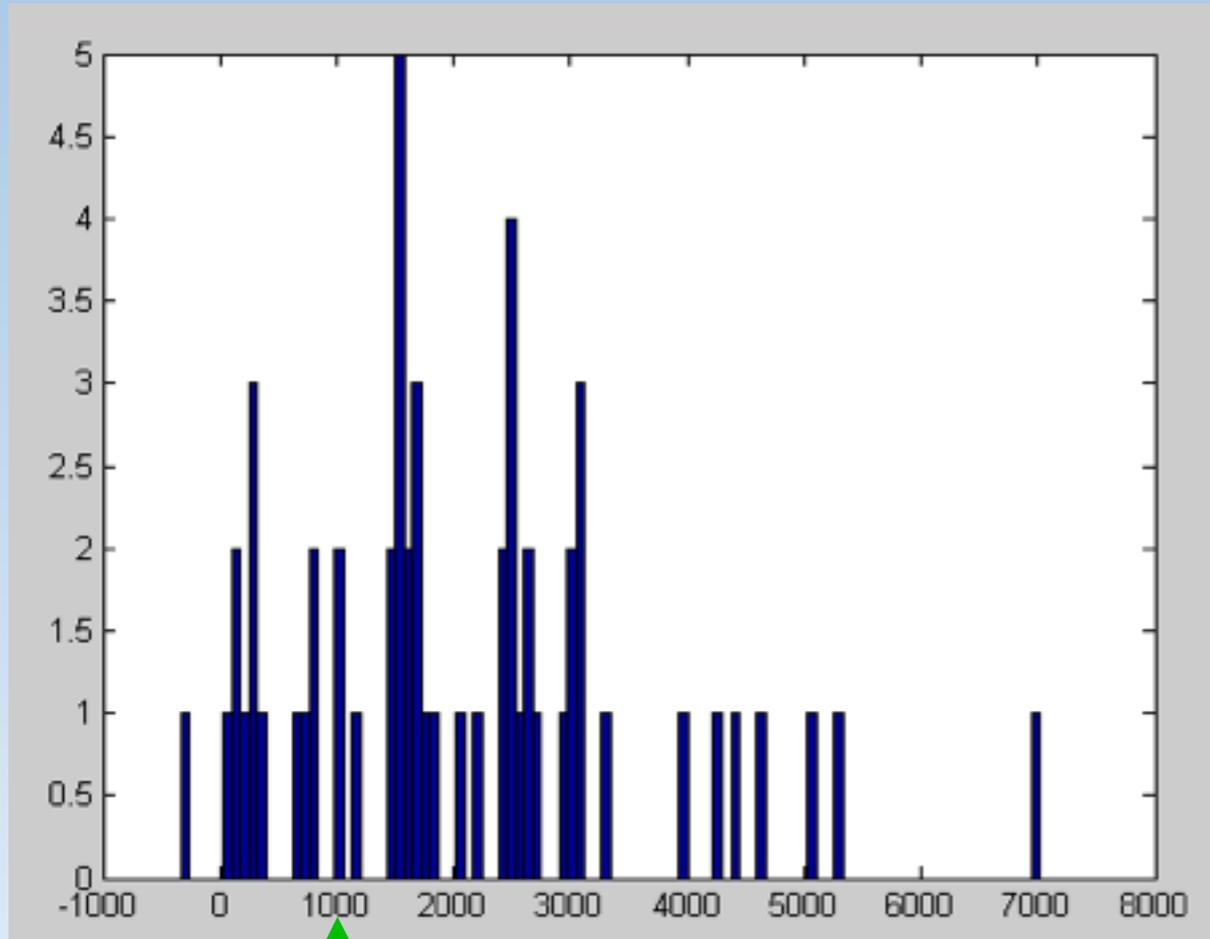


- A pequeña escala los frentes muestran una estructura granular en el espacio y en el tiempo

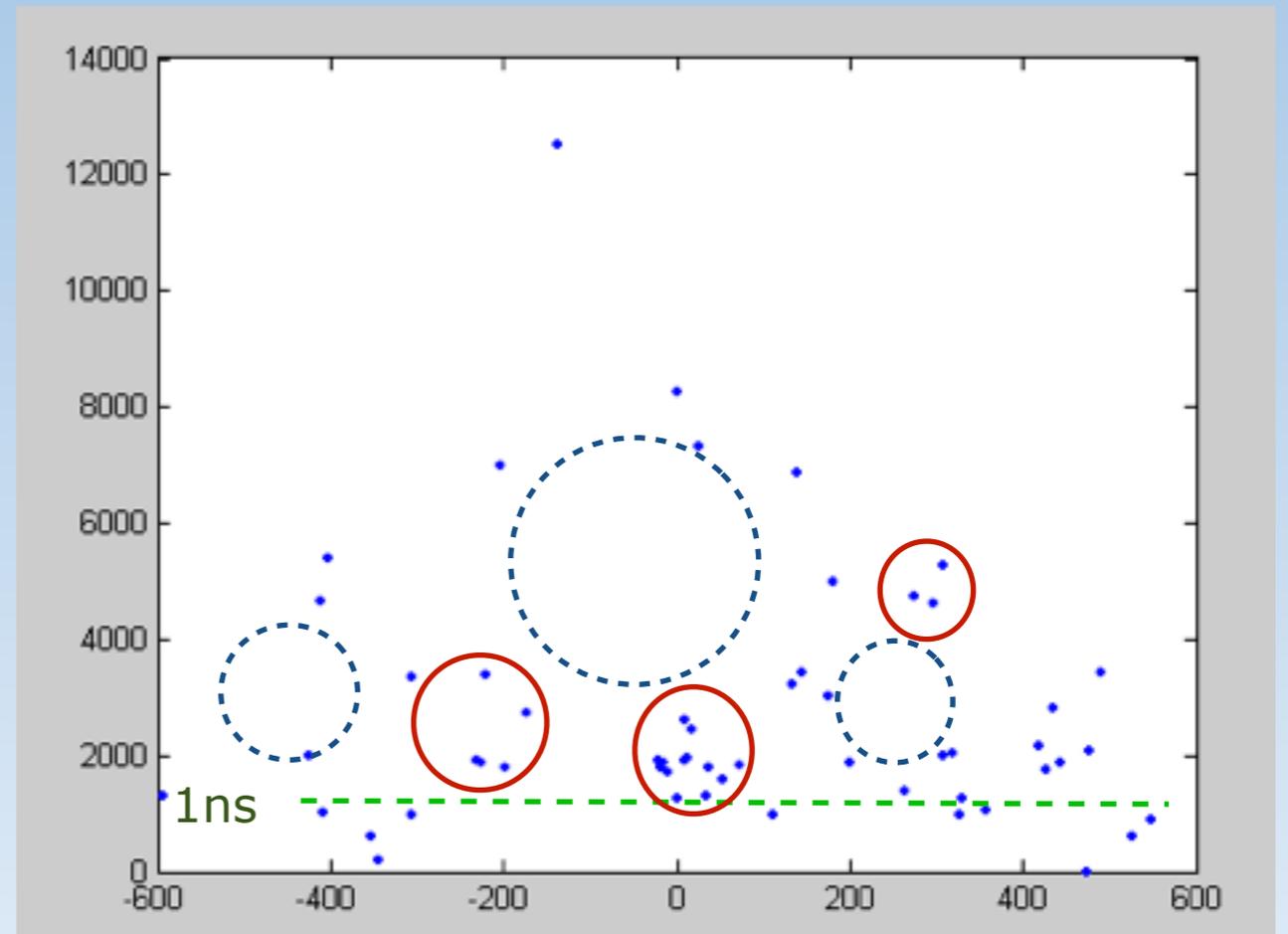
Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades El análisis de los datos



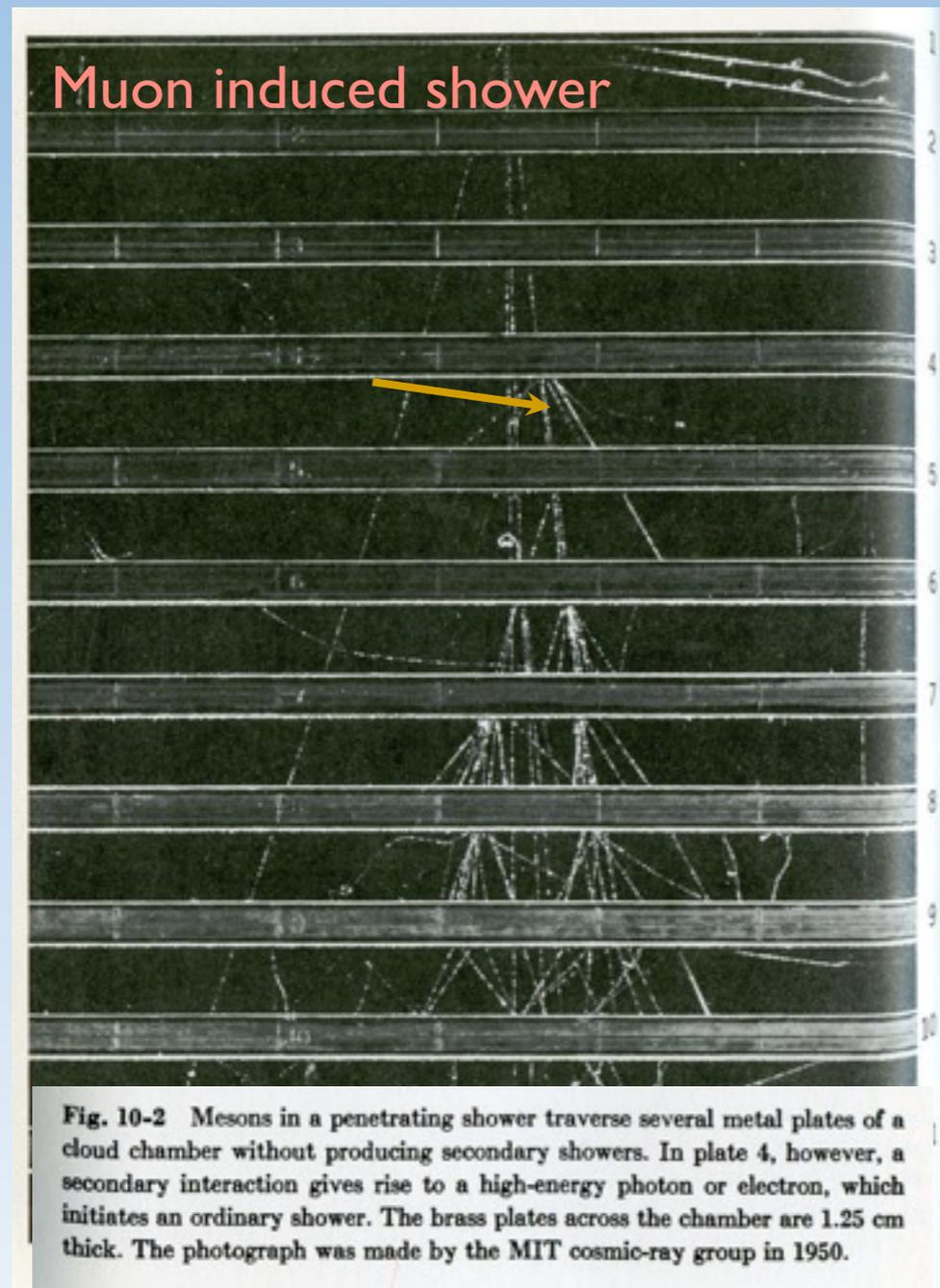
1ns



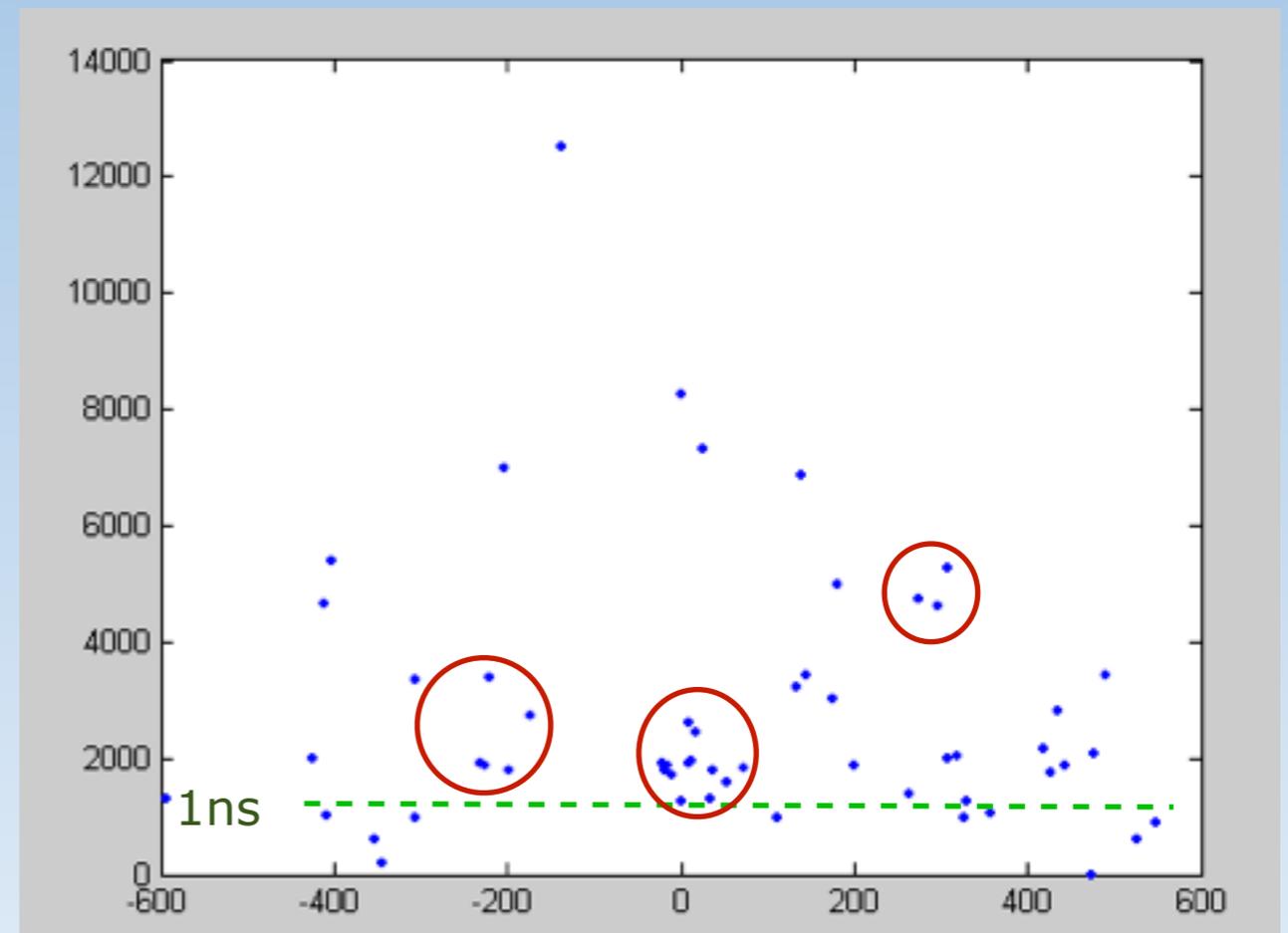
Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

4. Los rayos cósmicos en Hades El análisis de los datos



Muon induced EM shower?



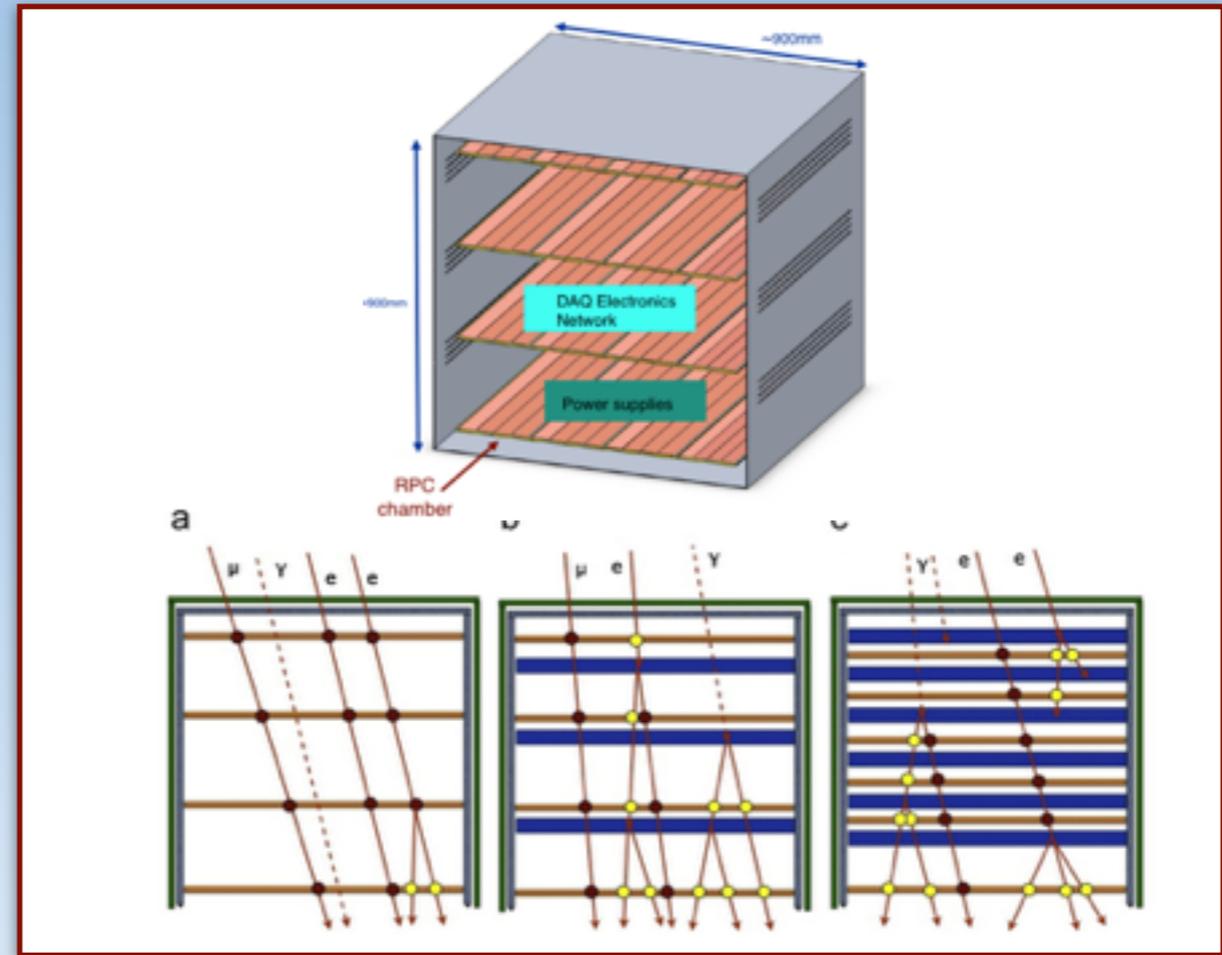
Parece que un pequeño detector de alta resolución de una información completa de las cascadas de rayos cósmicos

5. Sobre Trasgos

5. Sobre Trasgos El nombre



trasgo



trasgo.

1. m. duende (ll espíritu fantástico).
2. m. Niño vivo y enredador.

TRASGO (TRAck reconStructinG bOx)

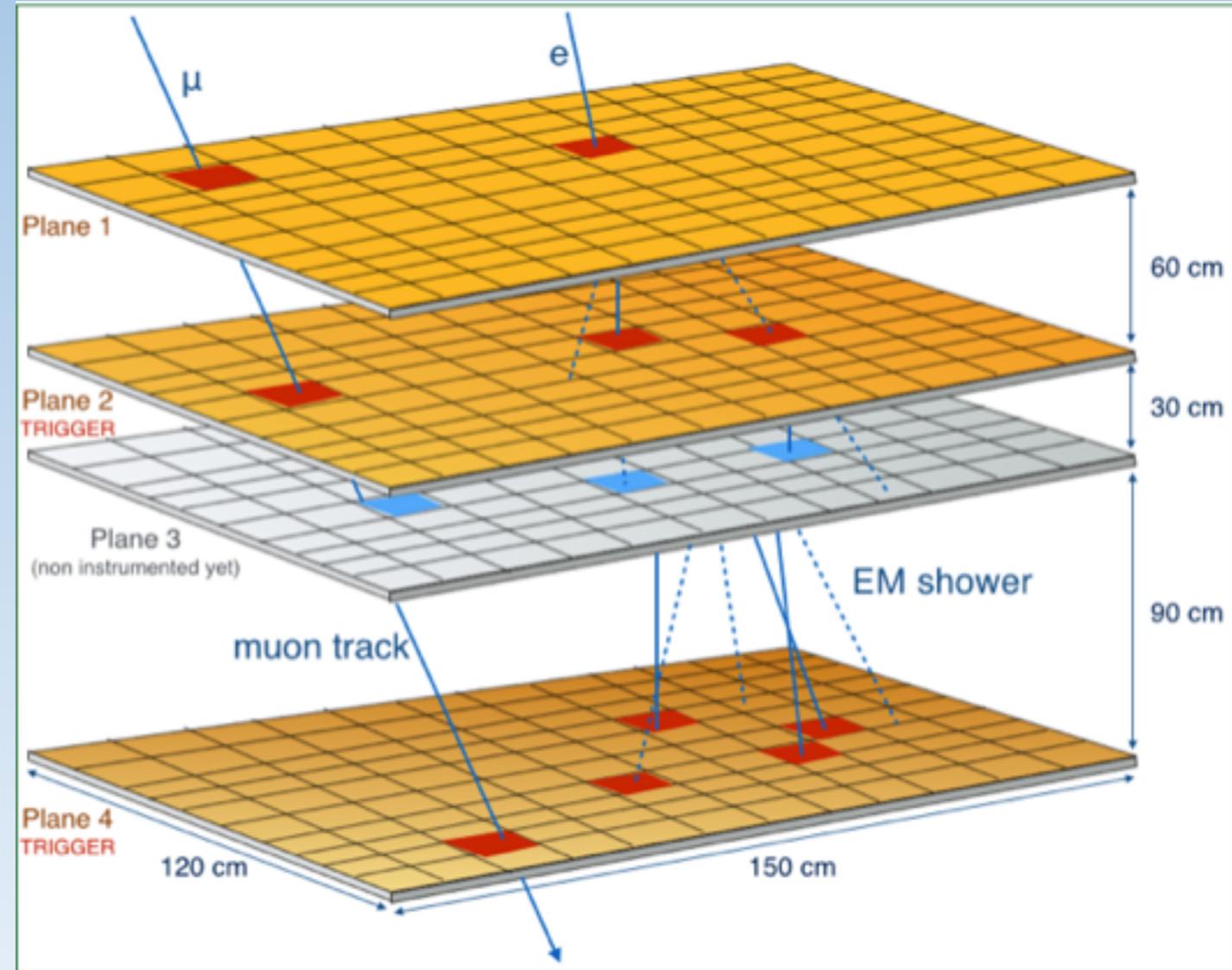
- Detector de “tracking” de alta granularidad
- Muy buena resolución temporal
- Modular y autónomo

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

5. Sobre Trasgos El trasgo TRAGALDABAS

TRAsGo for the AnaLysis of the nuclear matter Decay, the Atmosphere, the earth B-field And the Solar activity



Prestaciones:

- 4 planos de RPCs : 120 pads/plano
- $\sigma_t \sim 300$ ps
- $\delta\Omega \sim 2.5^\circ$

Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

5. Sobre Trasgos El emplazamiento

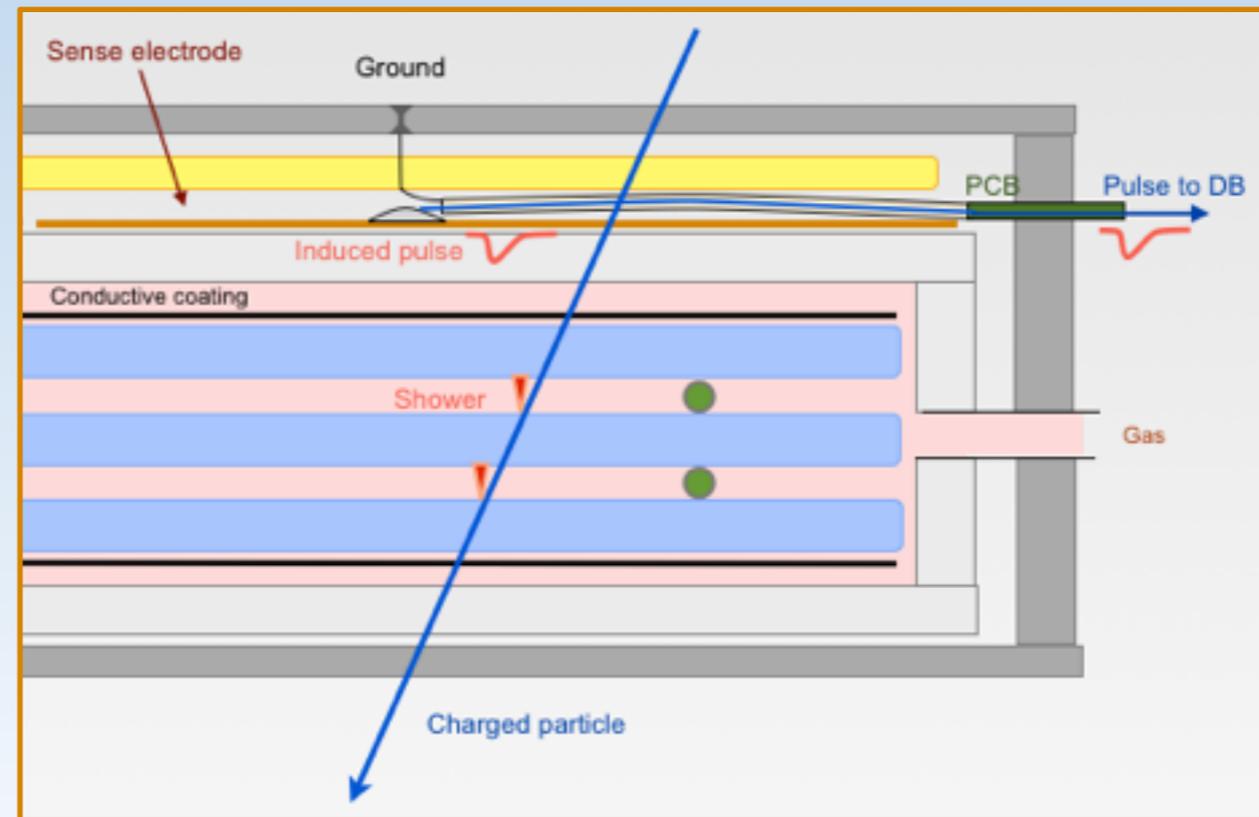
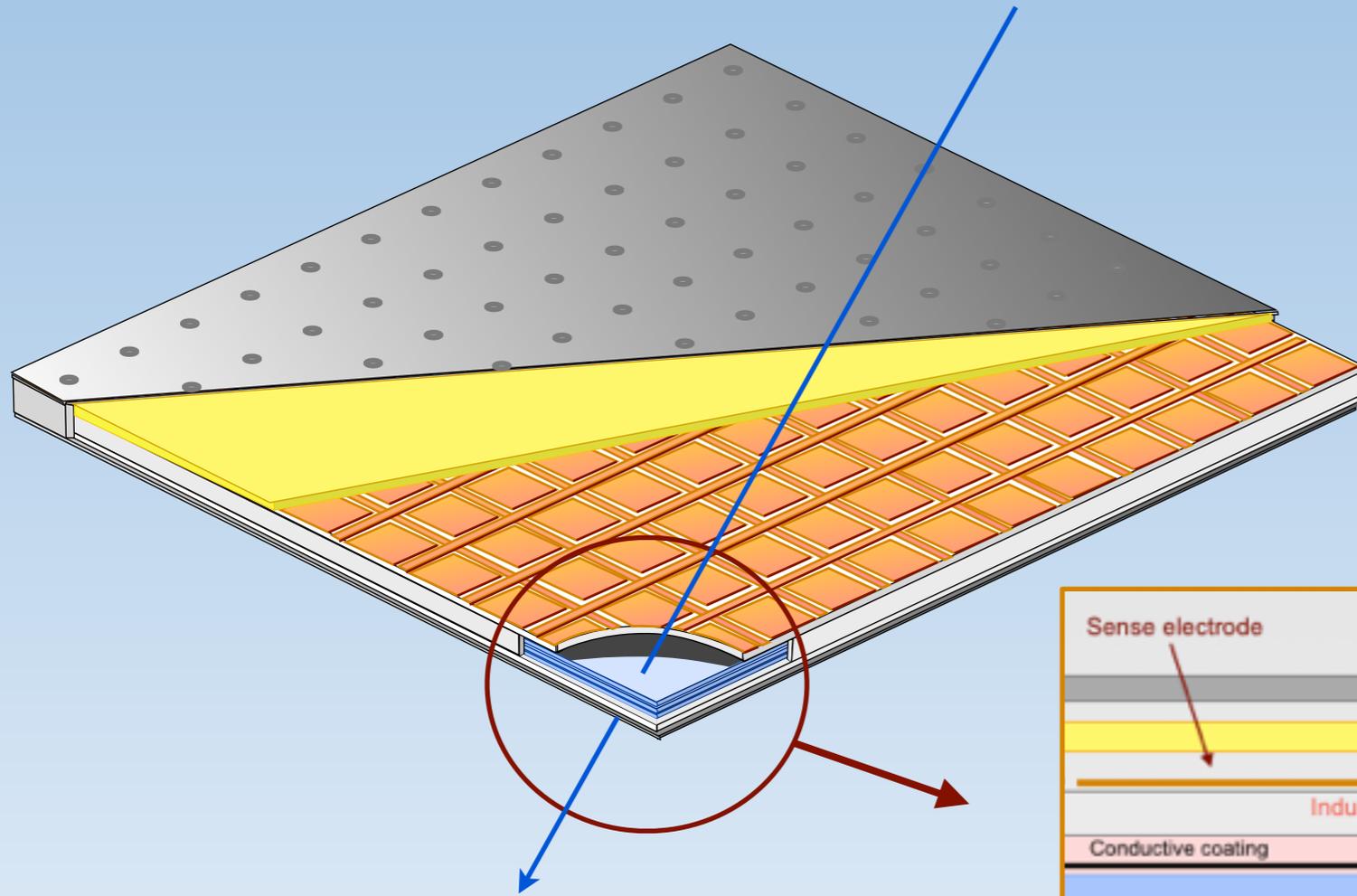


Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

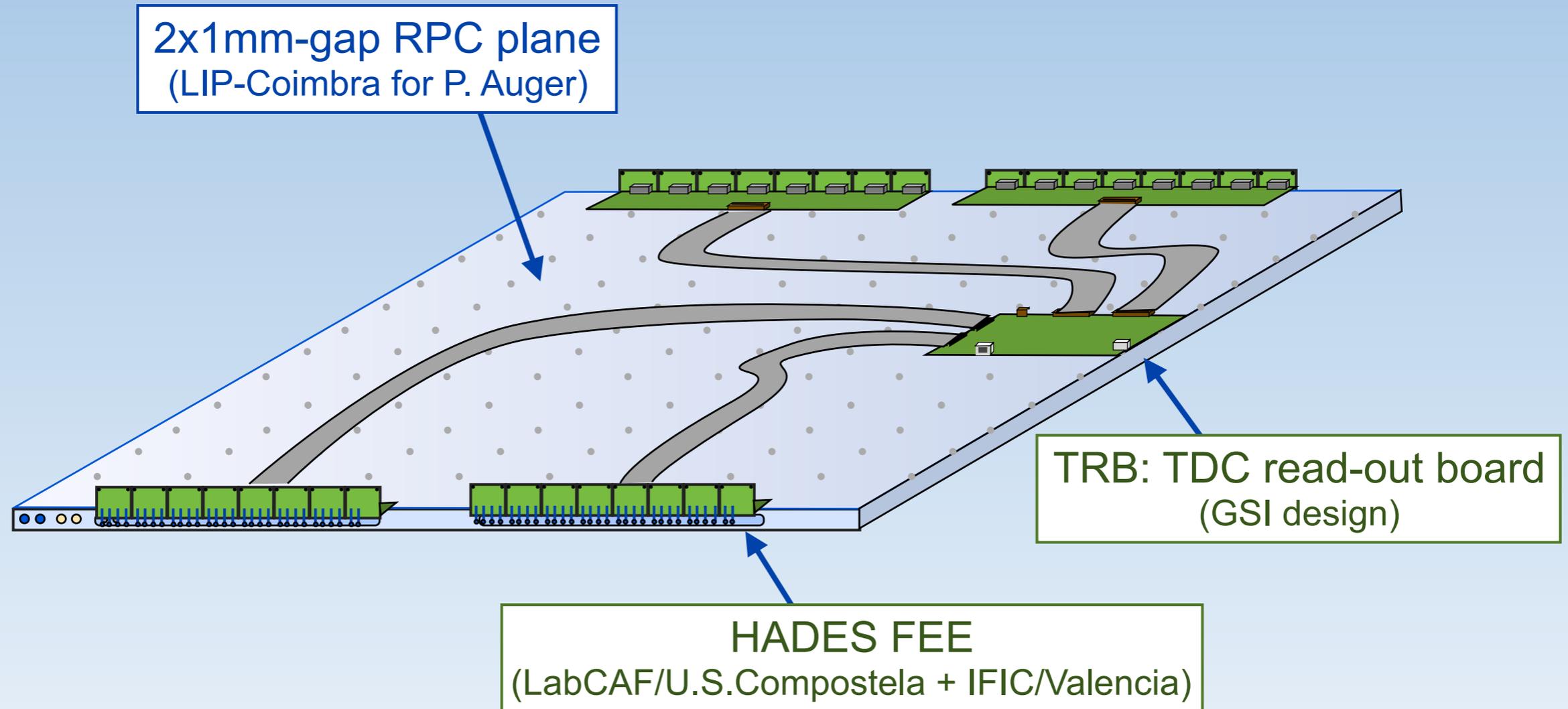
5. Sobre Trasgos El detector

Las celdas de Resistive Plate Chambers



5. Sobre Trasgos El detector

La electrónica de digitización y de lectura



5. Sobre Trasgos La colaboración TRAGALDABAS

TRAGALDABAS Collaboration (Jan. 2016)

Contact person: juanantonio.garzon@usc.es

Members:

H. Alvarez-Pol¹¹, A. Blanco⁵, J.J. Blanco¹, J.Collazo¹⁰, P. Fonte⁵, J.A. Garzón¹⁰, A. Gómez-Tato⁹, D. González Díaz⁸, G. Kornakov⁷, T. Kurtukian², L. Lopes⁵, M.A. Morales¹⁰, A. Morozova³, J.C. Mouriño⁹, M.A. Pais³, M. Palka⁶, V. Pérez Muñuzuri¹², P. Rey⁹, M. Seco¹¹, J. Taboada¹², V. Villasante⁴.

Research students: Yvelice Castillo³, Damián García Castro¹⁰, Raul Lorenzo Iglesias¹⁰, Jorge Otero Santos¹⁰

Laboratory:Tasks

1. Univ. Alcalá de Henares, Spain: **Solar Physics**
2. CEN - Bordeaux, France: **Fast fluctuations of the Earth's magnetic field**
3. CITEUC - U. Coimbra, Portugal: **Geomagnetic field and space weather**
4. IGN - Madrid, Spain: **Geomagnetic field and space weather**
5. LIP - Coimbra, Portugal: **RPC detectors**
6. Jagellonian Univ.- Cracow, Poland: **DAQ electronics**
7. Technische Univ. - Darmstadt, Germany: **Software development**
8. CERN, Switzerland: **Data analysis**
9. CESGA Supercomputation Center - Santiago de Compostela, Spain: **Data storage and distribution**
10. LabCAF - Univ. Santiago de Compostela, Spain: **Data analysis**
11. Dpto. Física de Partículas - Univ. Santiago de Compostela, Spain: **Monitoring, Slow Control and Simulation**
12. Meteogalicia - Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, Spain: **Atmosphere and Climate studies**

Partners:

ATI Sistemas, La Coruña (Spain)

Hydra Technologies Spain S.L., Vigo (Spain)

Tecnociencia S.L, Ames (Spain)

Partially supported by Club para el Desarrollo de las Ciencias, Madrid (Spain)

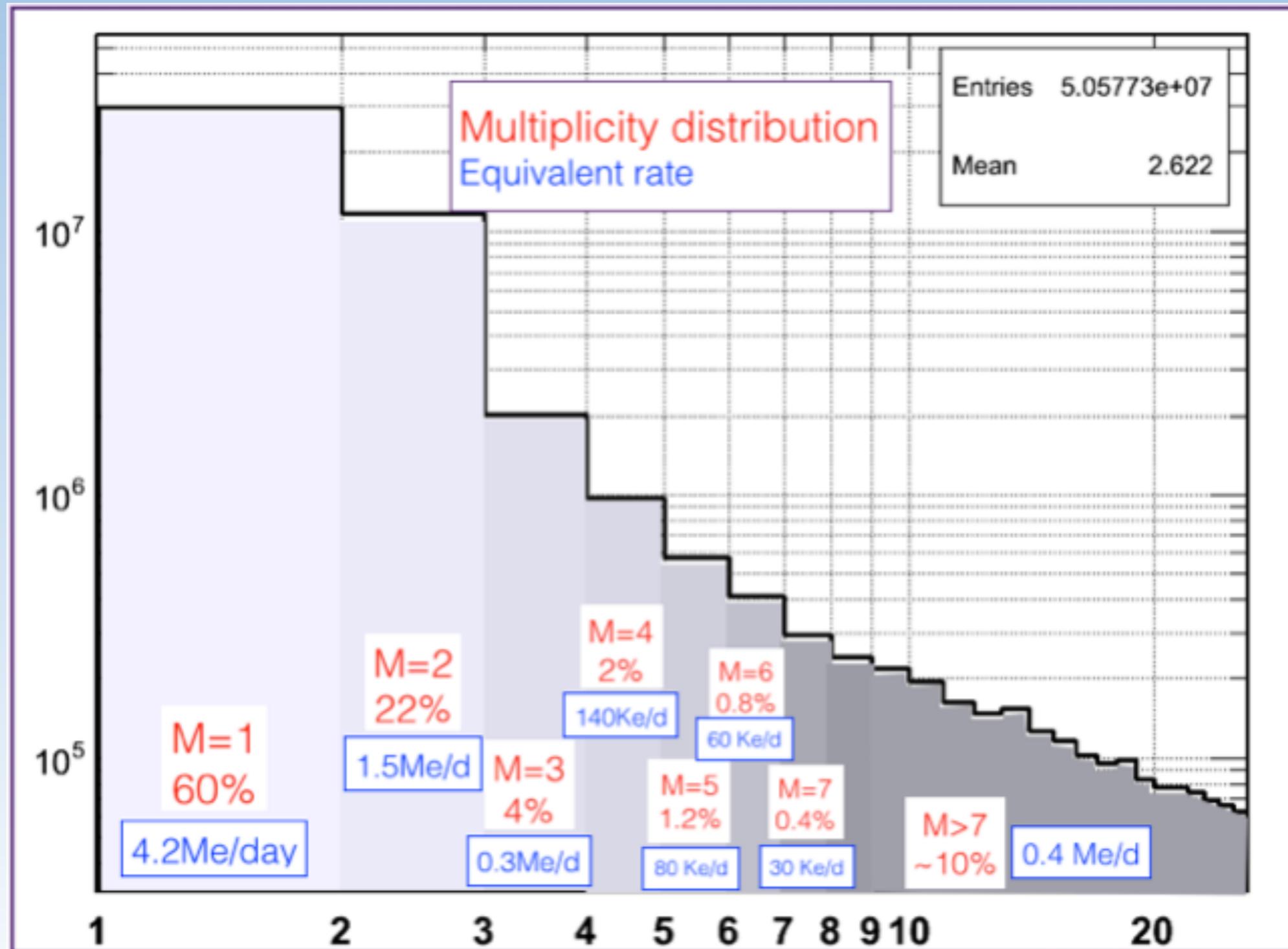
5. Sobre Trasgos TRAGALDABAS: el primer Trasgo

The TRAGALDABAS collaboration



5. Sobre Trasgos Primeros controles:

Distribución de multiplicidades:

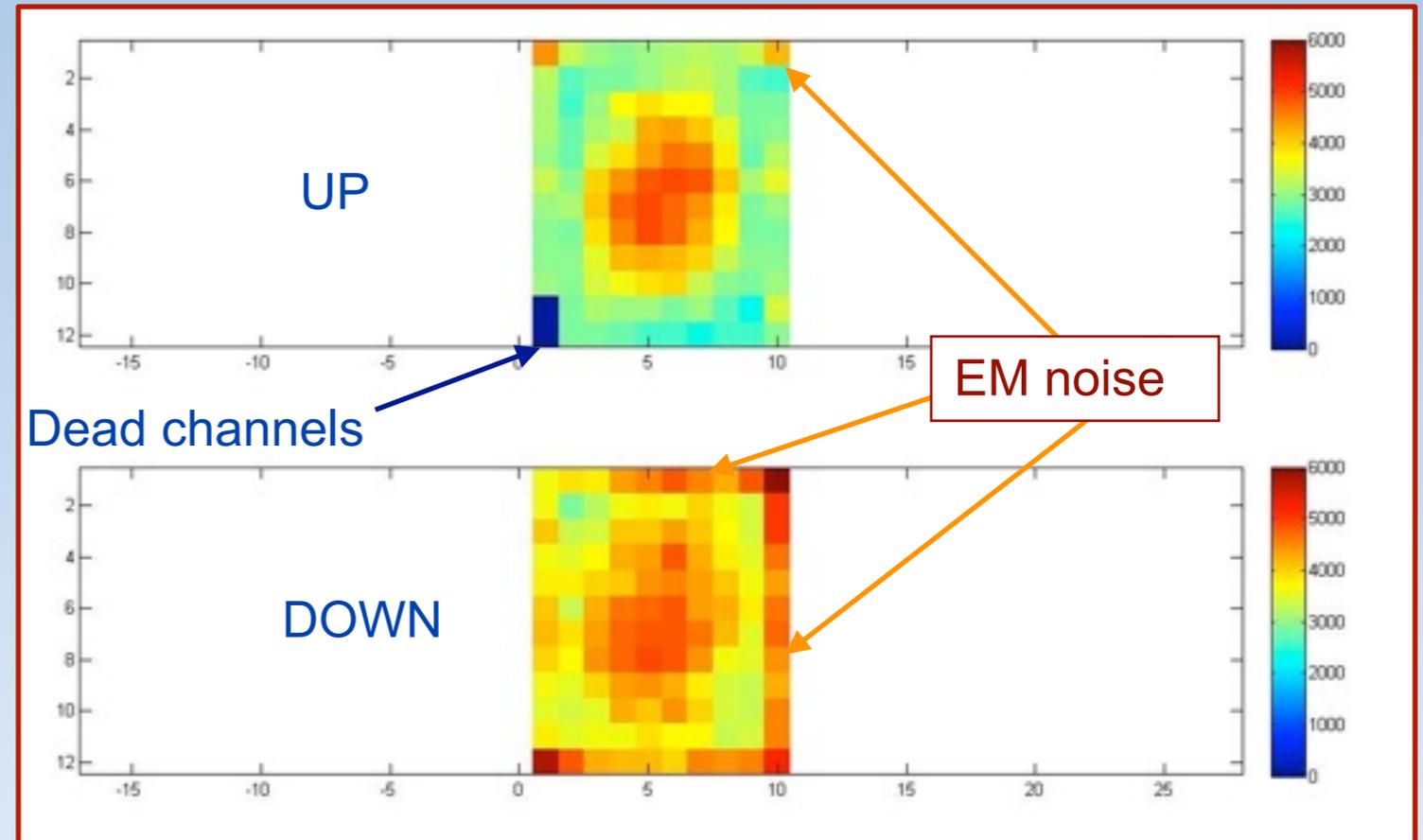
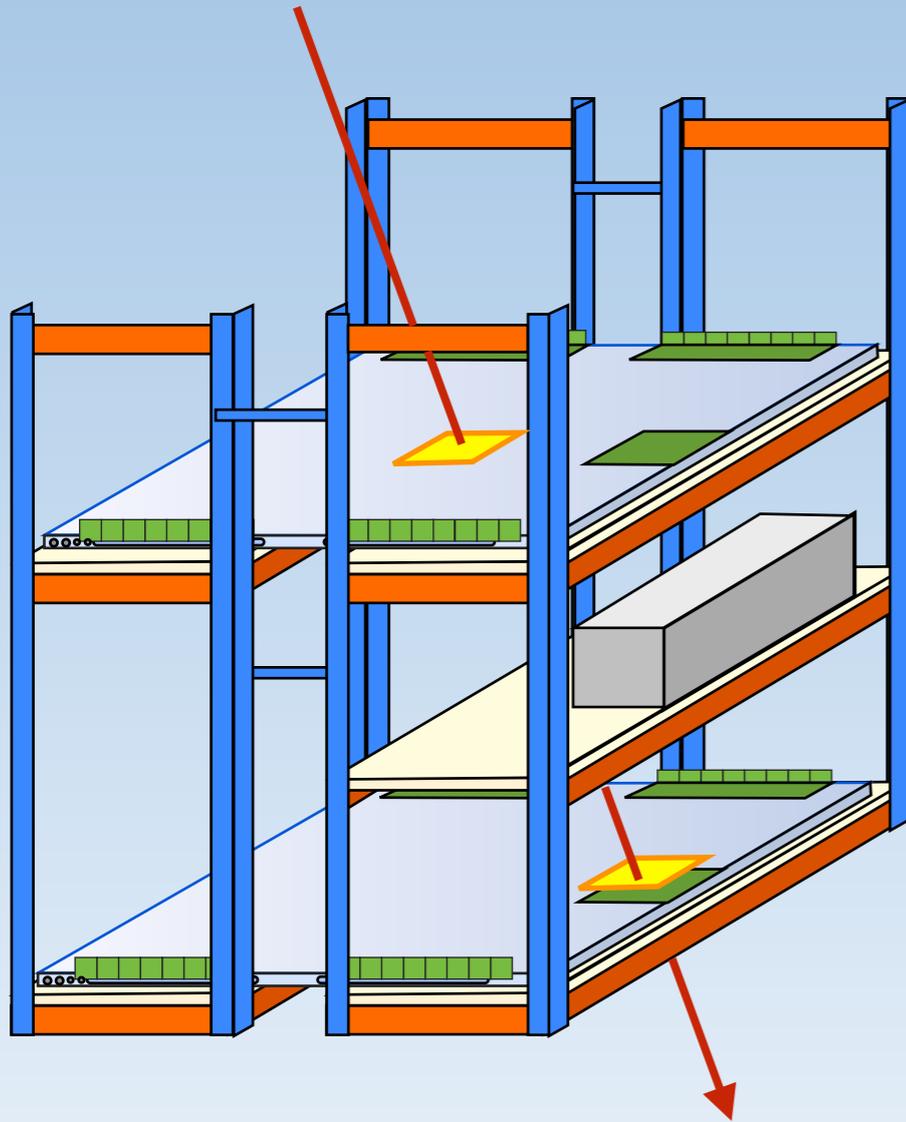


Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

5. Sobre Trasgos Primeros controles

Mapa de hits de un archivo de datos (25mins y ~100 k eventos)



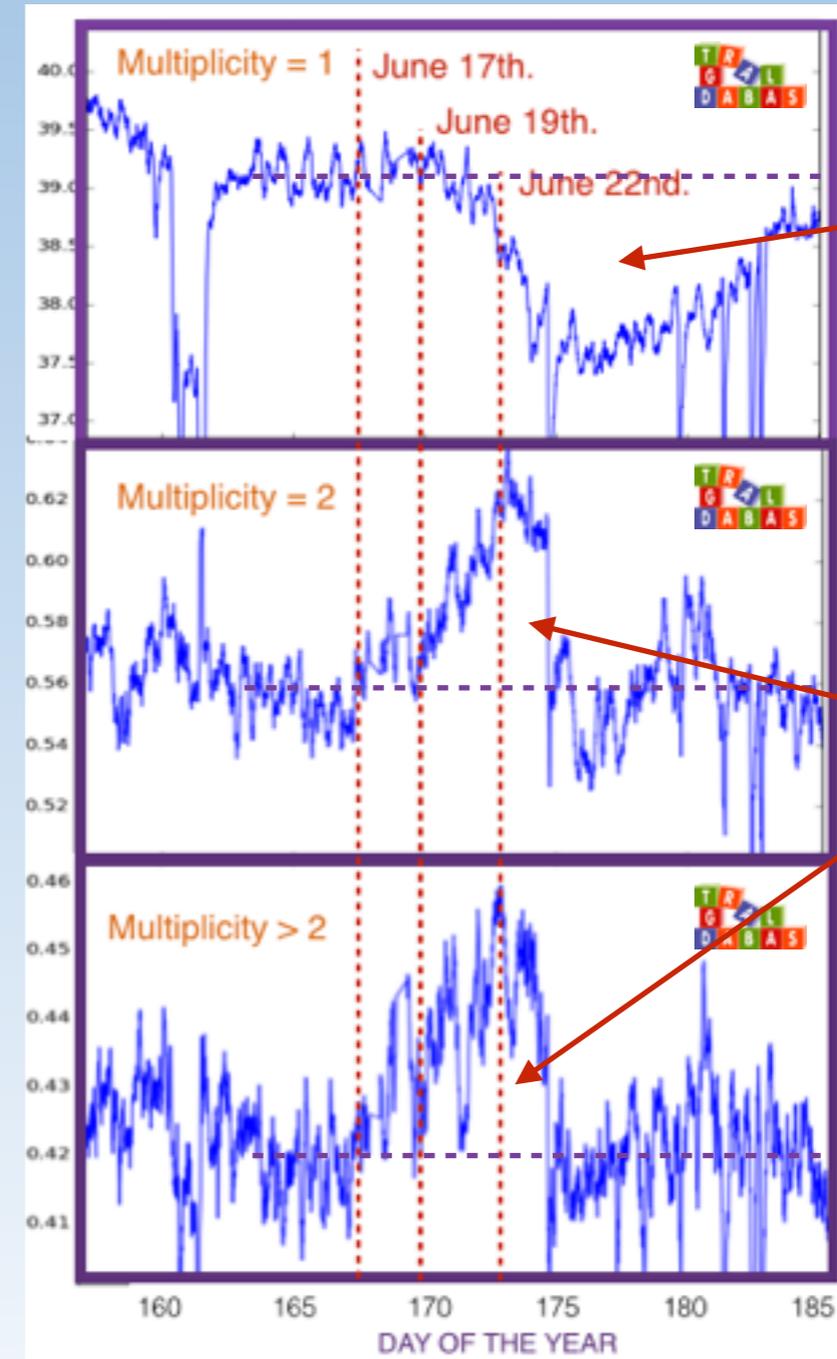
5. Sobre Trasgos

Primer resultado del detector TRAGALDABAS

Decrecimiento Forbush debido a una eyección de masa coronal (CME) solar



Fotografía del CME, el 21.Jun.15 (Sat. Soho)



FD

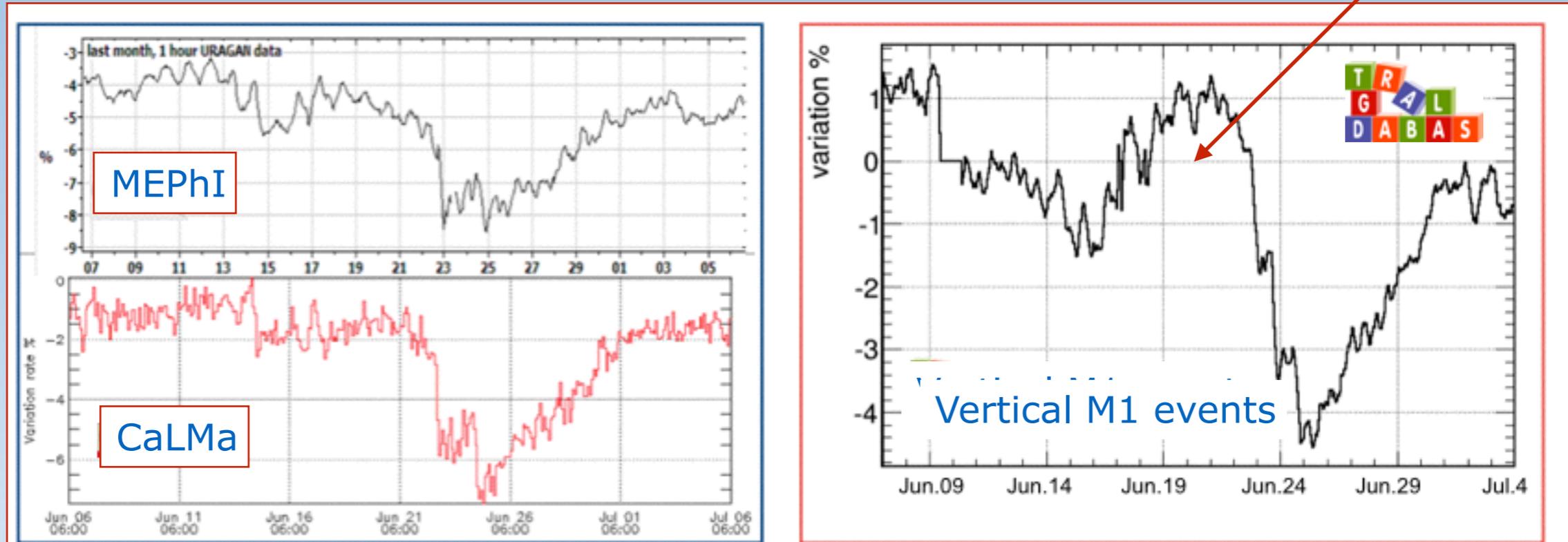
Excesos no explicados!

5. Sobre Trasgos

Primer resultado del detector TRAGALDABAS

Decrecimiento Forbush: comparación con otros detectores

Exceso no explicado!



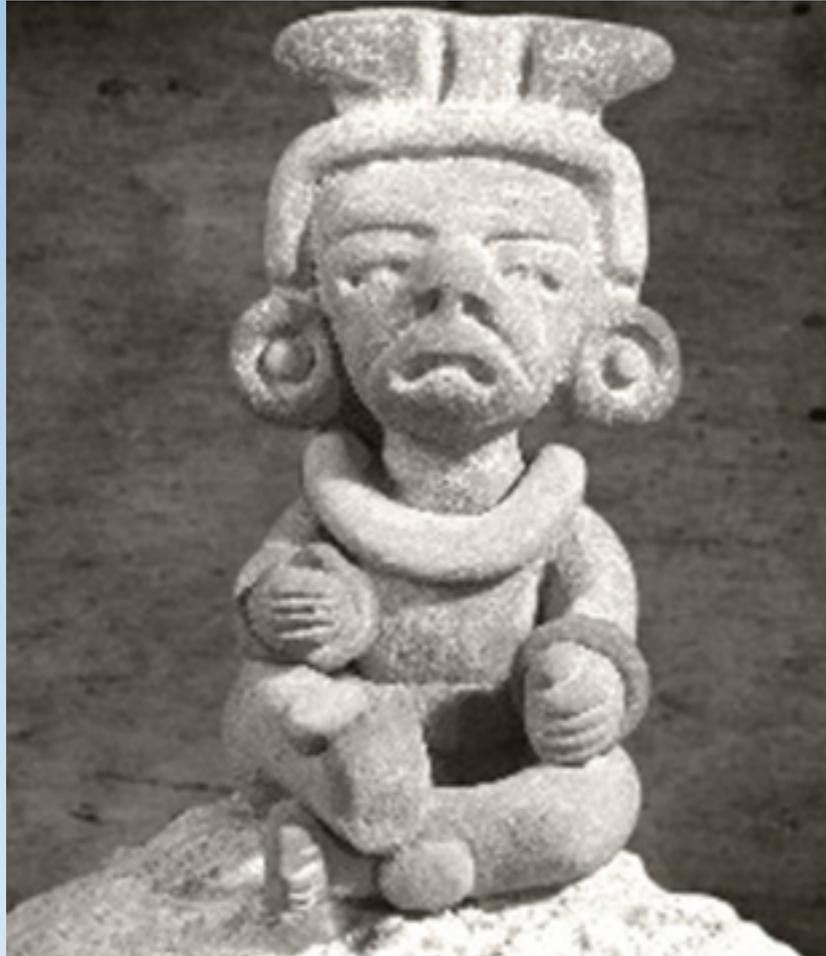
FD of Jun 22nd. 2015 seen at the USC by the trasgo Tragaldabas (right) together with the results of Uragan at Nevod-Moscov (left top) and CALMA-Guadalajara (left bottom)

Comparación con:

- URAGAN (MEPhI - Moscú): detector de muones ($\sim 35 \text{ m}^2$)
- CaLMa (Guadalajara - España): detector de neutrones ($\sim 20 \text{ m}^2$)

6. Sobre Chaneques

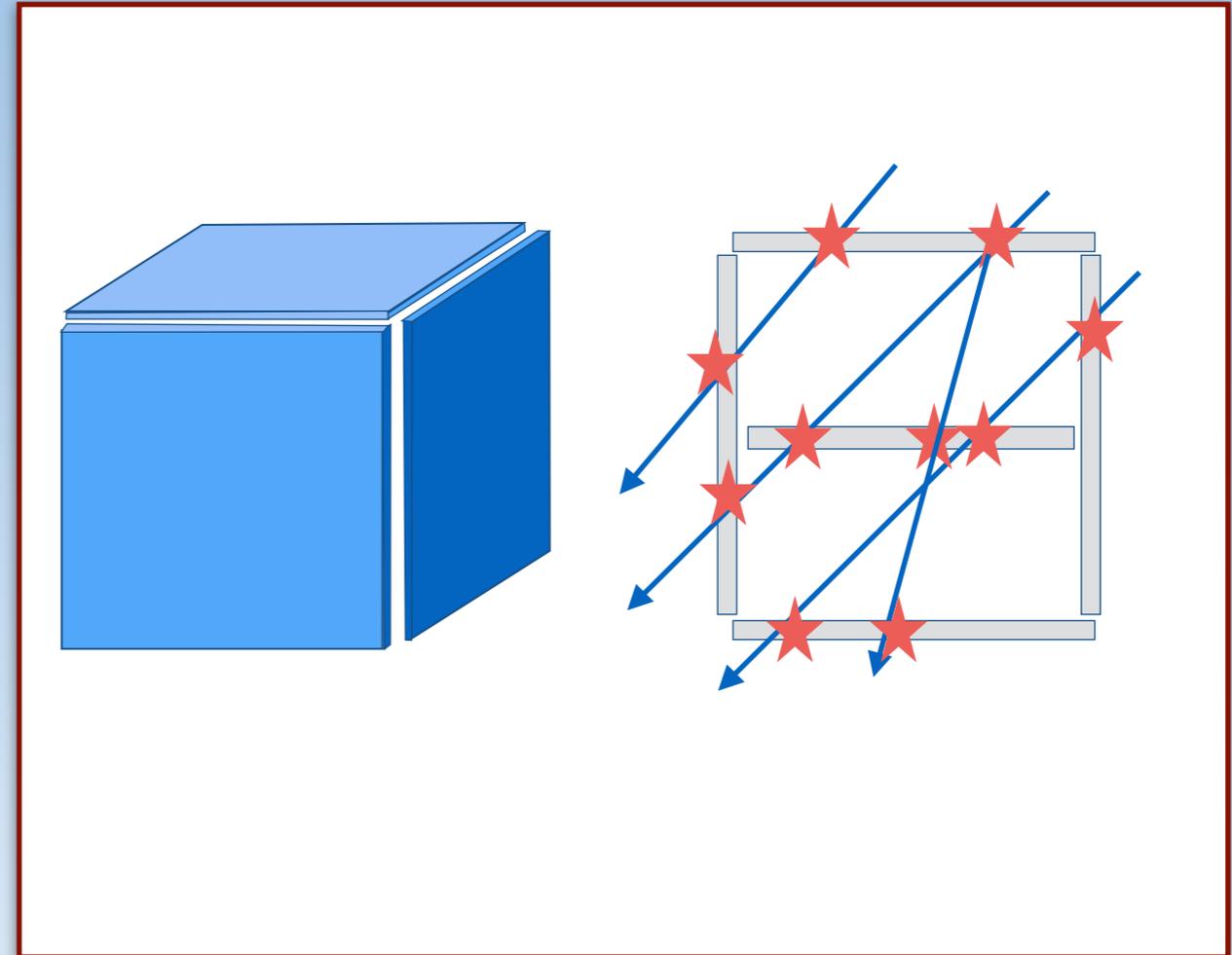
5. Sobre Chaneques El nombre



Diccionario Popular

Chaneque

Son un tipo de duende de la estatura de un niño de 2 años y al igual que a éstos les gustan mucho las *travesuras*. Dicen que la mayoría son buenos, pero hay algunos que les gusta robarse a los niños para perderlos



CHANEQUE

(Cosmic ray High Acceptance and autonomous acQUisition dEvice)

- Detector de “tracking” de alta granularidad
- Muy buena resolución temporal
- Modular y autónomo
- Gran aceptación

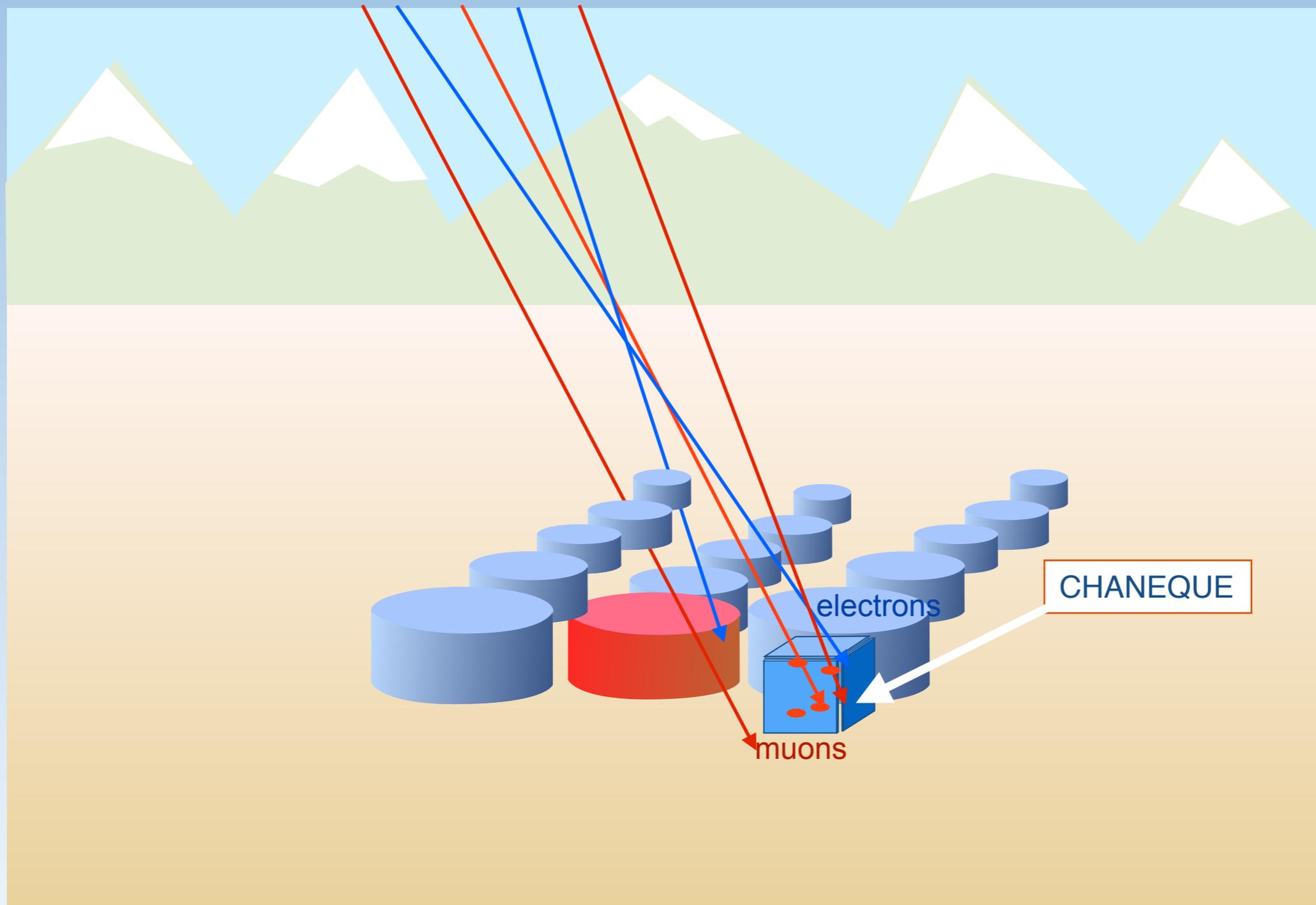
5. Sobre Chaneques El emplazamiento



Trasgos, chaneques...

Juan A. Garzón. FCFM-BUAP, 20 de enero de 2016

5. Sobre Chaneques Obejtivos



7. Resumen y conclusiones

7. Resumen y conclusiones

sobre el trasgo TRAGALDABAS

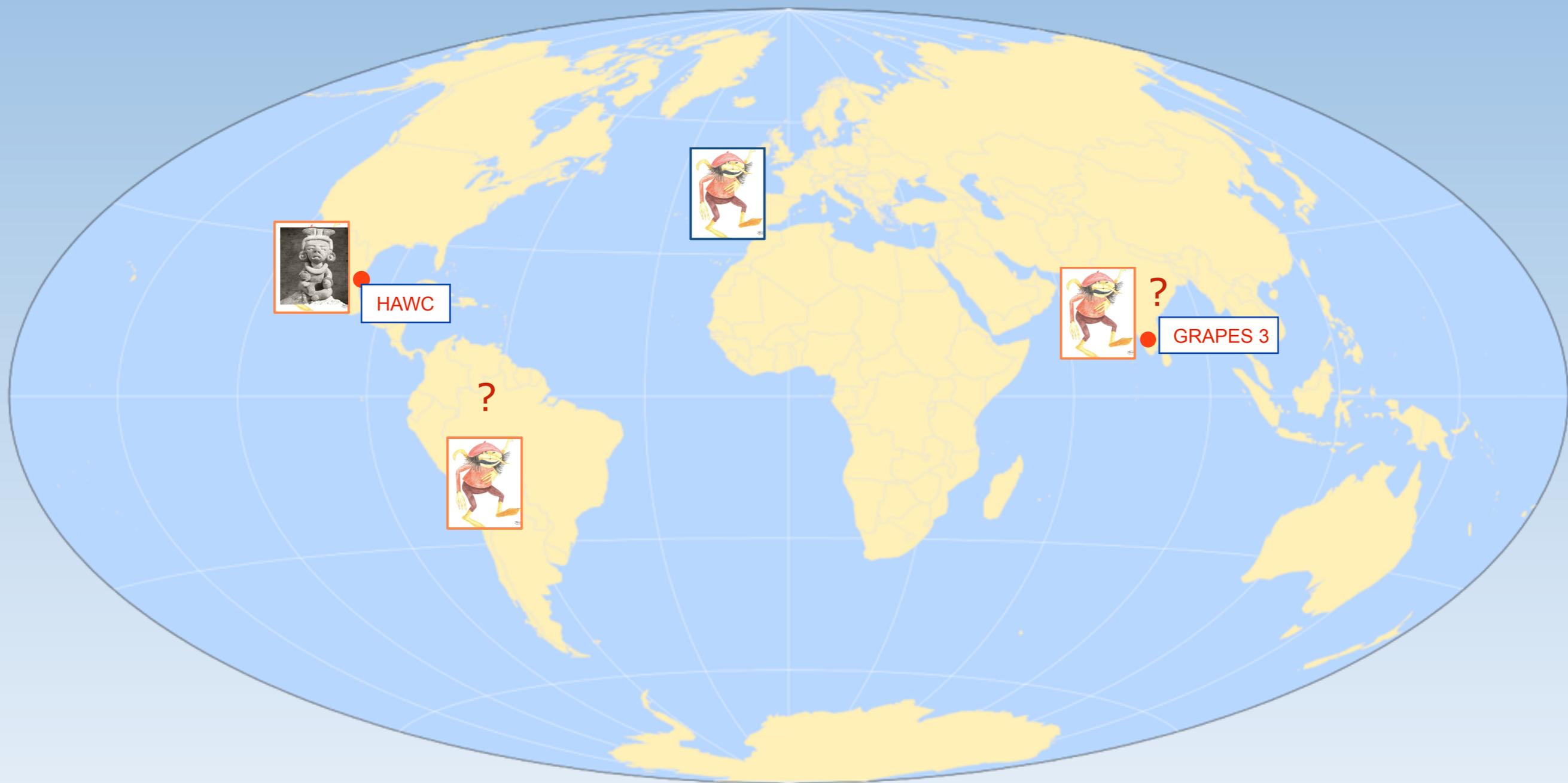
- En Santiago de Compostela hemos instalado un detector TRASGO para el profundizar en el estudio de la relación entres los rayos cósmicos y muy variados temas
- Para el desarrollo de las herramientas de análisis y el análisis de los datos hemos organizado una colaboración internacional con una veintena de investigadores provenientes de 5 países europeos
- El detector está tomando datos de forma regular desde marzo de 2015 y ya ha producido sus primeros resultados de interés
- Los detectores tipo TRASGO son fácilmente exportables a otros laboratorios: son robustos, asequibles y proporcionan gran cantidad de información para muchos campos de investigación

7. Resumen y conclusiones

sobre CHANEQUES

- Los detectores tipo TRASGO son facilmente adaptables a las necesidades de los observatorios existentes en Sierra Negra
- Se pueden optimizar para aumentar su aceptancia y mejorar la detección de rayos gamma y separación gammas- muones
- Dichos detectores o CHANEQUES pueden ser una buena oportunidad para mejorar las observaciones de rayos cósmicos al pie del Pico Orizaba

7. Resumen y conclusiones



Red mundial de tragos, chaneques y otros...?

Fin!
MUCHAS GRACIAS!