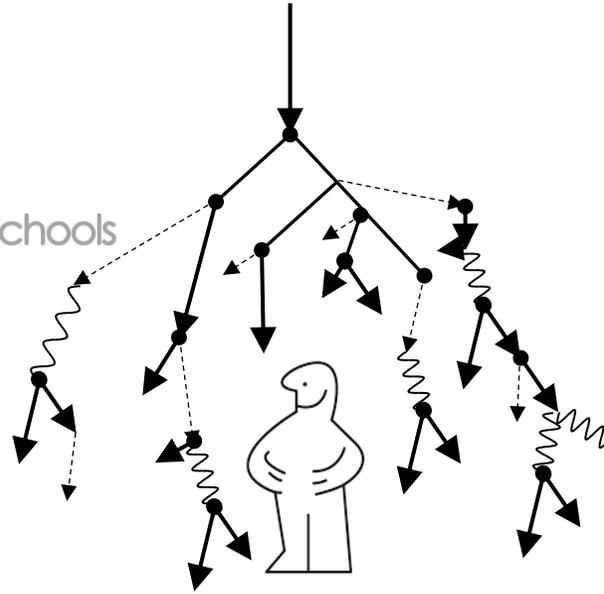


Extreme
Energy
Events
Science inside Schools



Giornate di Studio:
Progetti del Centro Fermi 2020-2022

(Out-)reaching high-school students with the Project Extreme Energy Events

Silvia Pisano*

on behalf of the EEE Collaboration

*Centro Fermi &

Laboratori Nazionali di Frascati-INFN



MUSEO
STORICO DELLA FISICA
E
CENTRO
STUDI E RICERCHE
ENRICO FERMÍ



In 2019:

○ **59 telescopes in data acquisition:**

1. 52 installed in high schools
2. 1 at Centro Fermi, 4 in INFN sections, 2 at CERN

5 more in commissioning stage in high schools

+ 56 schools participating to the project without a telescope

→ **More than 100 schools spread over the Italian territory**

International collaborations (**Russia, Norway, Albania**).

Strong cooperation with several INFN sections and labs

Giornate di Studio del Progetto EEE

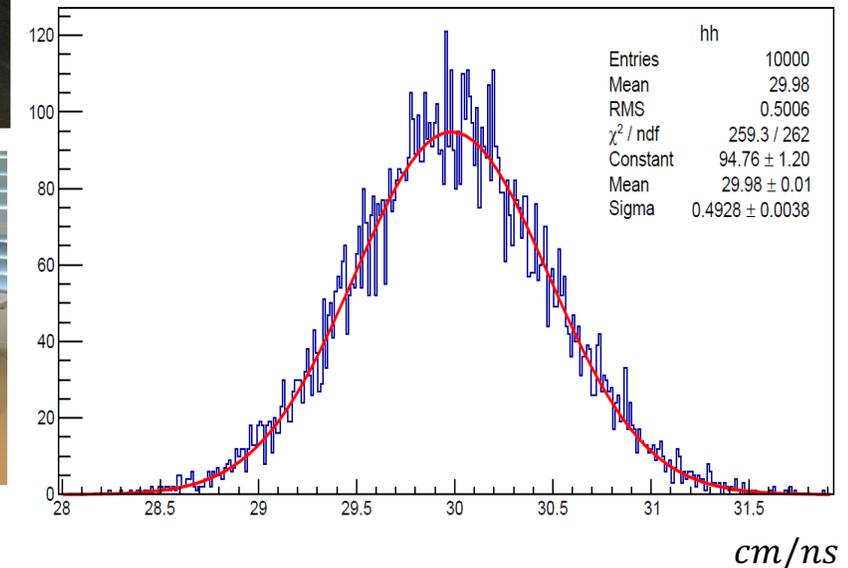


Bi-annual workshop to present the status of data analysis, telescope networks and work in progress, as well as to carry on measurement campaigns.

The workshops are hosted by the **ETTORE MAJORANA FOUNDATION AND CENTRE FOR SCIENTIFIC CULTURE**



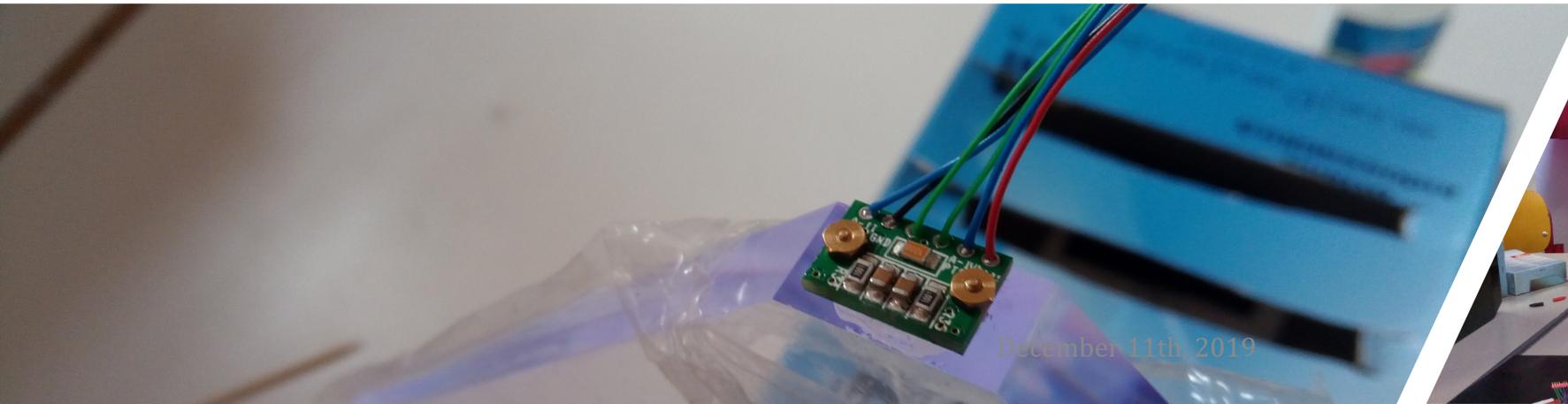
International Cosmic Day ed International Muon Week



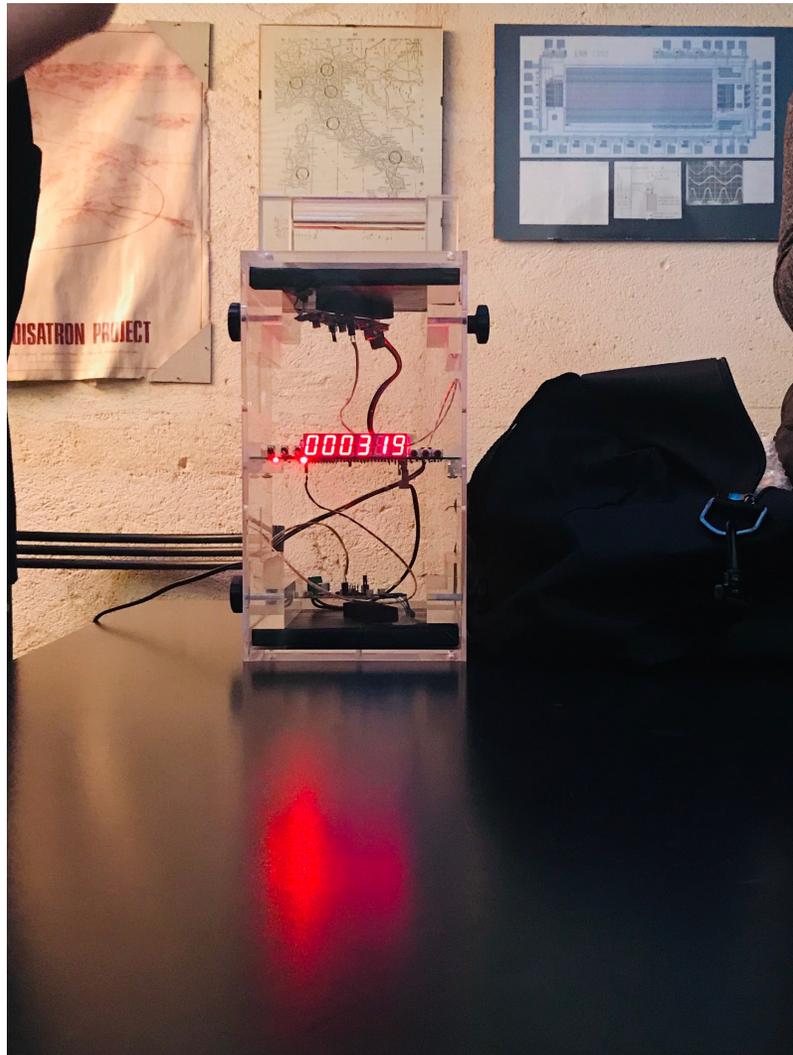
December 11th, 2019



The Cosmic Box



The Cosmic Box



Scintillator-based portable detector, it has been built by students of the **Istituto Tecnico Industriale «Amedeo Avogadro» di Torino** under the supervision of the Centro Fermi researchers.

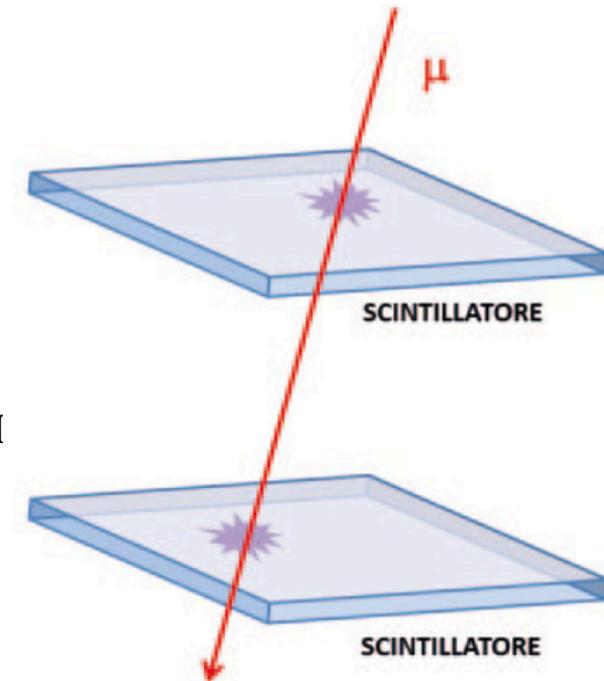
Initial goal was to measure the efficiency of the telescope.

Cosmic Box structure

Two planes of plastic scintillators
15x15x1 cm³, 30-cm apart (EJ-200 by
Eljen Technology, $\lambda_{abs} = 380$ nm)

The scintillation light produced by
charged particles crossing the active
parts are then collected and read by SiPM
(NUV3S-P by ADVANSID, 3x3 mm², with
pixels of 40x40 μm^2)

Display for real-time counting



Study of the cosmic ray flux vs. altitude

GIORNALE DI FISICA
DOI 10.1393/gdf/i2018-10306-2

VOL. LIX, N. 3

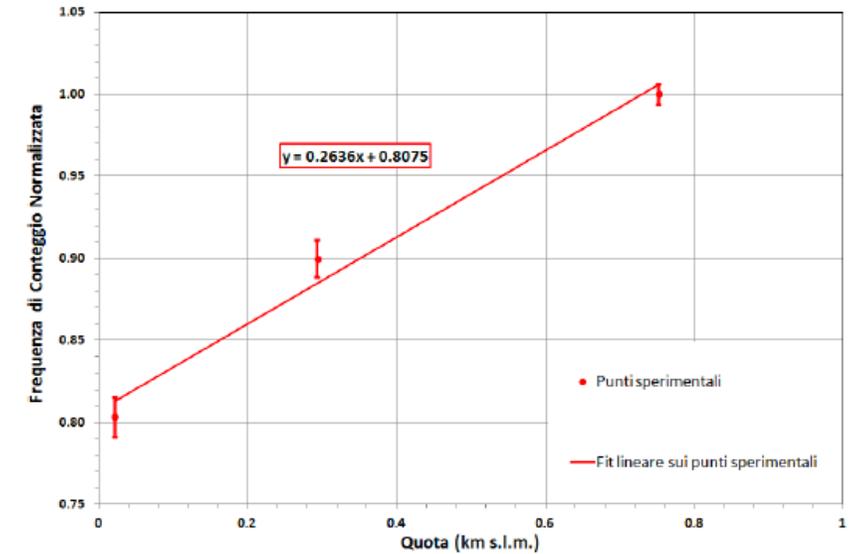
Luglio-Settembre 2018

FISICA PER TUTTI

Come varia il flusso dei raggi cosmici con la quota? Basta chiederlo agli studenti del progetto EEE

How does cosmic ray flux vary with altitude? Let's ask it to EEE project students

Collaborazione EEE (*)



Earth ray measurement: Eratostone experiment

GIORNALE DI FISICA
 DOI 10.1393/gdf/i2019-10328-2

VOL. LX, N. 2

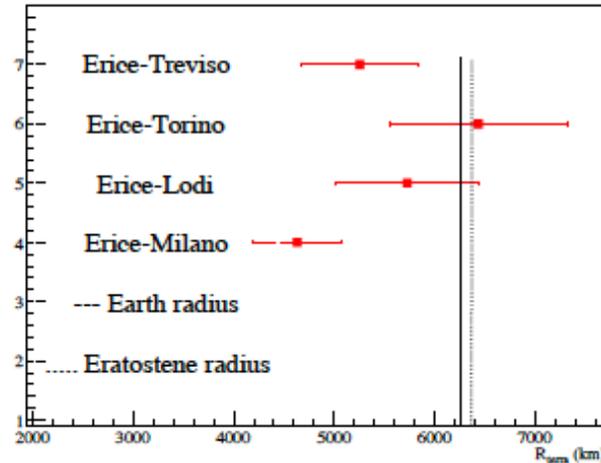
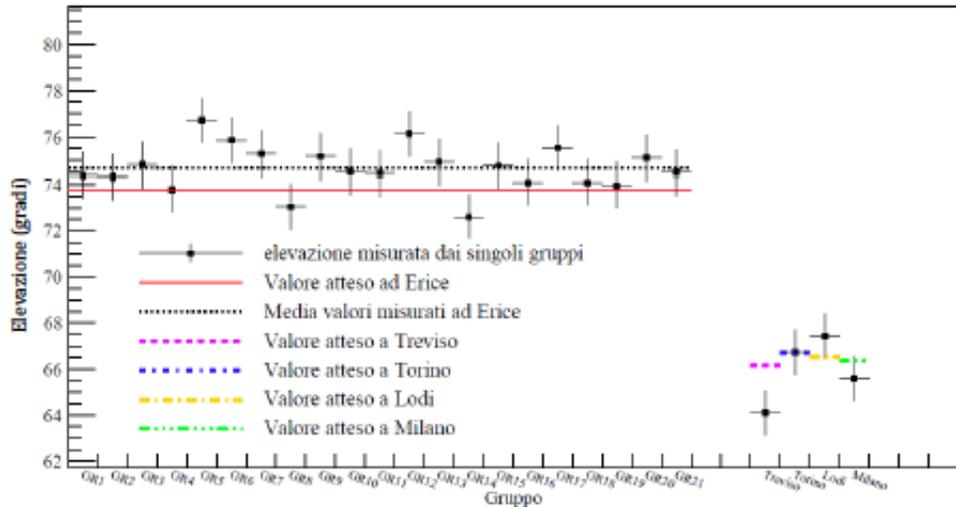
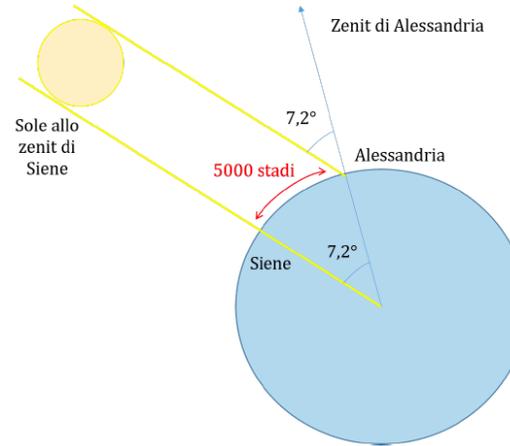
Aprile-Giugno 2019

FISICA PER TUTTI

Gli studenti del Progetto EEE sulle orme di Eratostene per la misura del raggio della Terra

The students of the EEE Project in the footsteps of Eratosthenes to measure the Earth radius

Collaborazione EEE (*)



The Cosmic Box Contest



Any EEE school, at some point, asked for a Cosmic Box.

What projects do you have in mind while asking?

Let us know!

→ **Realization and submission of a Research Project based on Cosmic Box – on a voluntary basis.**

Different schools took part to the contest.

The three best projects were awarded with a Cosmic Box, that was lended to the school for two/three months to carry on their measurements campaign.

The Cosmic Box Contest



PRAJE CAVE: evaluation of the width of the rock screen through the measurement of the flux variation detected with the Cosmic Box inside the cave

The measurement will be performed as well as in the CAVALLONE cave and in the Majella eastern side.





In the mines

December 11th, 2019

Miniera Nuraxi Figus

The mine is part of the Seruci minerary complex.

It represents a natural extension of the analysis of the flux variation with altitude, allowing also to experience real attenuation phenomena.

The measurements have been performed in cooperation with the section **INFN of Cagliari**, with the participation of the *Licei Scientifici Michelangelo e Pacinotti* of Cagliari



PolarQuest2018

<http://www.polarquest2018.org/>

CNR, Società Geografica Italiana,
CERN e Centro Fermi

On the 90° anniversary of the Umberto Nobile expedition with Dirigile Italia the **PolarQuest2018** mission, coordinated by Paola Catapano (CERN Communications) began.

The tour crossed the Svalbard archipelago, reaching 82°07'N latitude.

As in the ancient times, this expedition reproduced the multidisciplinary nature of the project, carrying on research on different sectors (PCBs, *polychlorinated biphenyls*, micro- and nano-plastiche (CNR-ISMAR), *polar drones*).



The LOGO

Some schools actively took part to the venture both in **constructing the detectors** and... in creating the **logo** for the mission!



Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi" ...

Published by Marta Pepe [?] · 24 May · 🌐

Logo realizzato dalla prof. Angela Bufo con gli studenti dell'Istituto Staffa di Trinitapoli che fa parte del [#ProgettoEEE](#) per la nostra missione [#EEENyAlesund](#) [#PolarquEEEst2019](#) Grazie! [#polonord](#) [#spedizione](#) [#artica](#)



...and then we became *social*

In order to properly announce the PolarQUEEEEst 2019 mission, a live event was organized on Facebook.

It announced the starting of the data taking through a countdown lasting for one month, and showing, step by step, the tour of POLA-01 through Europe up to the North Pole.

POLA01 started its adventure on July 2018 on Nanuq

Then, it reached as far as Lampedusa and traveled across Italy and Europe, **getting back to North Pole on May 2019**

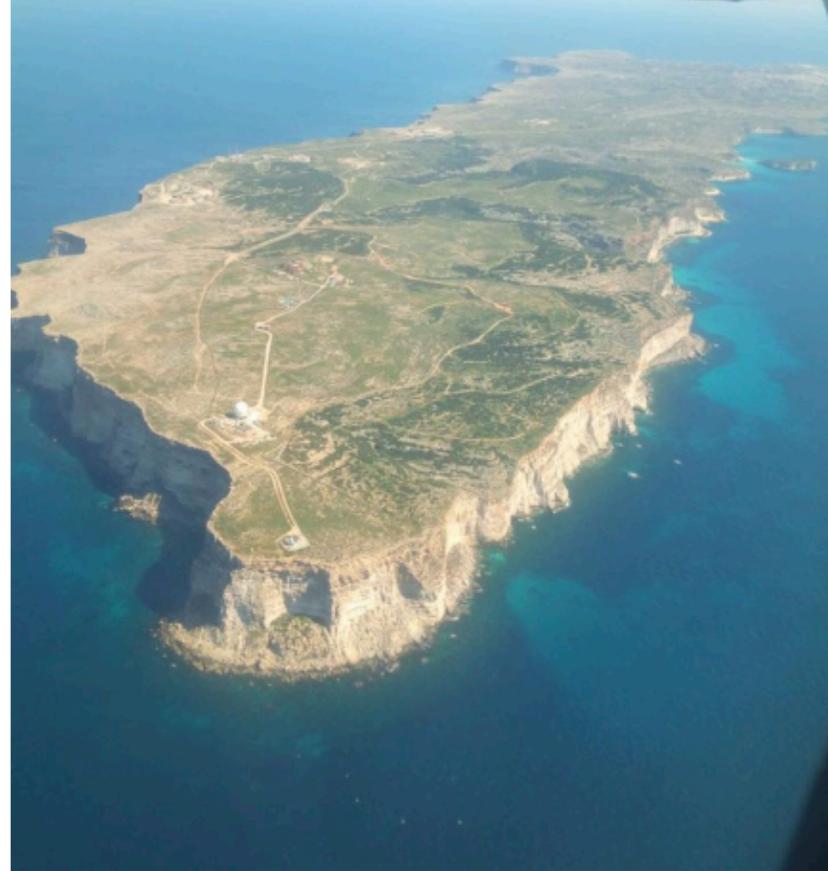


Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi"

Published by Marta Pepe [?] · 27 May at 10:08 · 🌐

Ripercorriamo il viaggio di #POLA dalla #Nanuq all'Italia alla Germania per tornare in questi giorni al #Polo #Nord presso la #base #artica di #NyAlesund per la missione #PolarQuEEEst2019 #centrofermi #ProgettoEEE #EEENyAlesund #countdown -3





-3 days to the event

In this leg, POLA01 reached its southmost position!

...and then we went *live*

The live event «EEE@NyAlesund»



Live event was broadcasted on **Centro Fermi Facebook** page on May 30th, at 15:00

There was a **peak of 72** «contacts» following the event

On average, **50** contacts were attending the event

To date, almost **5000** contacts visualized the recorded broadcast, and **800** «interacted» with it (through sharings, likes etc)

There was an active participation by the **EEE schools**, that posted funny and interesting questions

INFN, CNR, Polarquest2018 and «**La Scienza Coatta**» shared the news in their networks

PolarQUEEEEst 2019

Since Maggio 2019 the cluster POLA-0* is taking data, representing the northmost cosmic ray experiment.

Data are daily monitored by EEE students (and by EEE researchers).

Una nuova installazione alle Svalbard per la misura dei raggi cosmici / A new setup at Svalbard to measure cosmic rays

Polar QuEEEEst 2019



L'esperimento EEE ritorna al Polo Nord
The EEE experiment is back to the North Pole



Our «social» life

Reach: Organic/Paid | Post clicks | Reactions, comments & shares

Published	Post	Type	Targeting	Reach	Engagement	Promote
05/12/2019 15:37	 L'ITIS H. Hertz di Roma in visita al Museo Fermi con la guida dei			518	122 41	Boost Post
13/11/2019 15:18	 Darkside 2019 Collaboration Meeting nel complesso di San			368	51 16	Boost Post
12/11/2019 12:07	 Last week it was held in Wuhan, China, the "XXVIIIth International			455	141 54	Boost Post
11/11/2019 11:15	 Anche gli studenti EEE del Liceo Scientifico Enrico Fermi di			185	4 4	Boost Post
08/11/2019 14:33	 Gli studenti EEE al Liceo Duca Degli Abruzzi di Treviso il 6			757	123 73	Boost Post
08/11/2019 13:26	 Gli studenti EEE del Liceo Staffa di Trinitapoli con i docenti Giacomo			146	8 2	Boost Post
07/11/2019 14:27	 Gli studenti del #ProgettoEEE ieri 6 novembre al Liceo Valentini di			197	25 4	Boost Post
07/11/2019 10:36	 Gli studenti del #ProgettoEEE ieri 6 novembre al Liceo Banzi Bazoli			327	49 10	Boost Post
30/10/2019 12:49	 Inaugurazione della sede istituzionale del Museo Storico			1.7K	166 125	Boost Post
27/10/2019 21:04	28 ottobre 2019 a partire dalle ore 10			731	58 74	Boost Post

December 11th, 2019



Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche
"Enrico Fermi"

Published by Marta Pepe [?] · 17 hrs ·

L'IISS B. Pascal di Pomezia in visita al Museo Fermi con la guida dei ricercatori del #centrofermi #viapanisperna Grazie per la visita !





What having a Museum means to us



MUSEO
STORICO DELLA FISICA
E
CENTRO
STUDI E RICERCHE
ENRICO FERMI



backup

Raggi cosmici

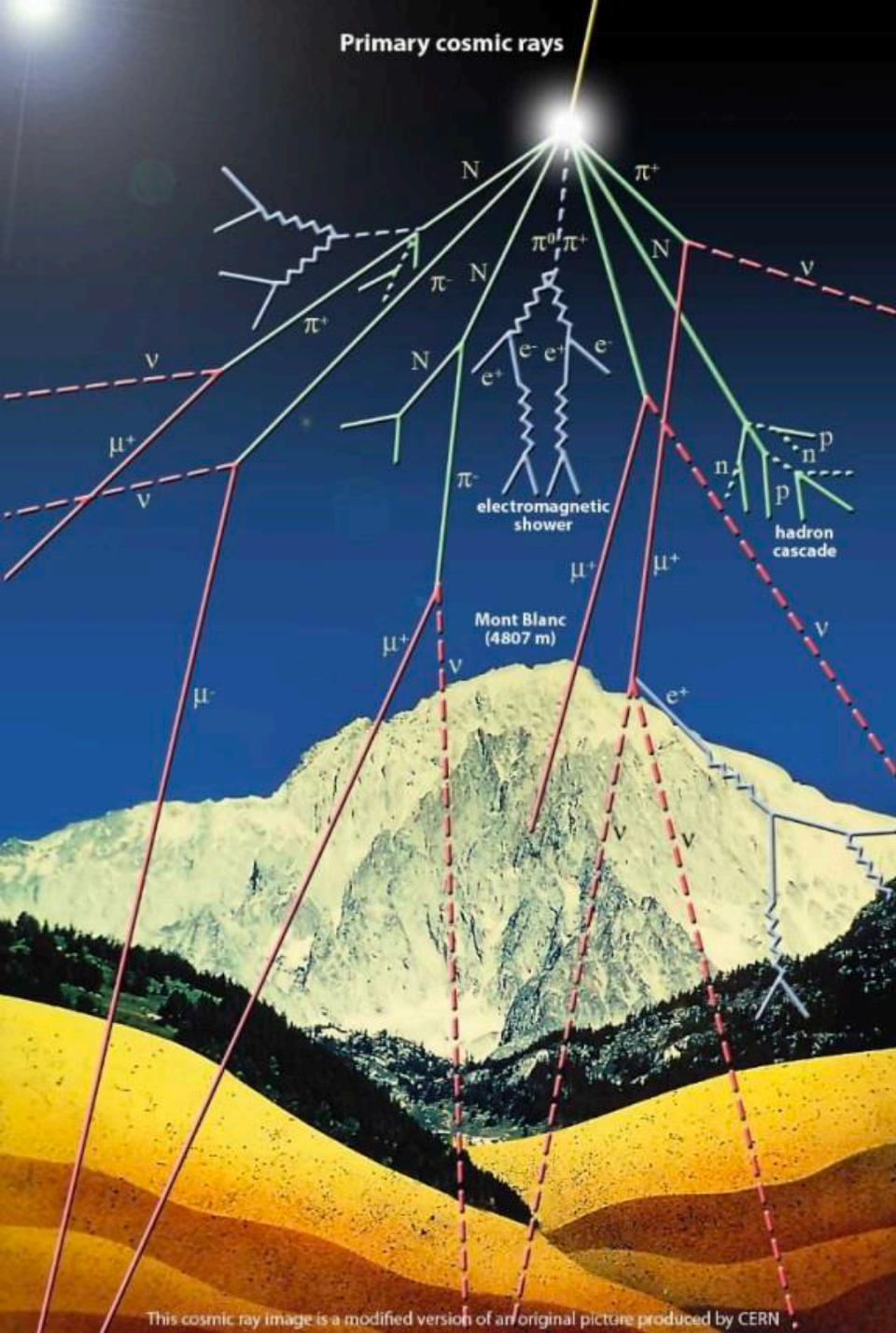
I raggi cosmici primari sono nuclei atomici, principalmente protoni. Tra essi compaiono tutti gli elementi presenti sulla terra, con percentuali molto simili.

Quando un protone primario colpisce l'atmosfera terrestre esso produce uno sciame di particelle.

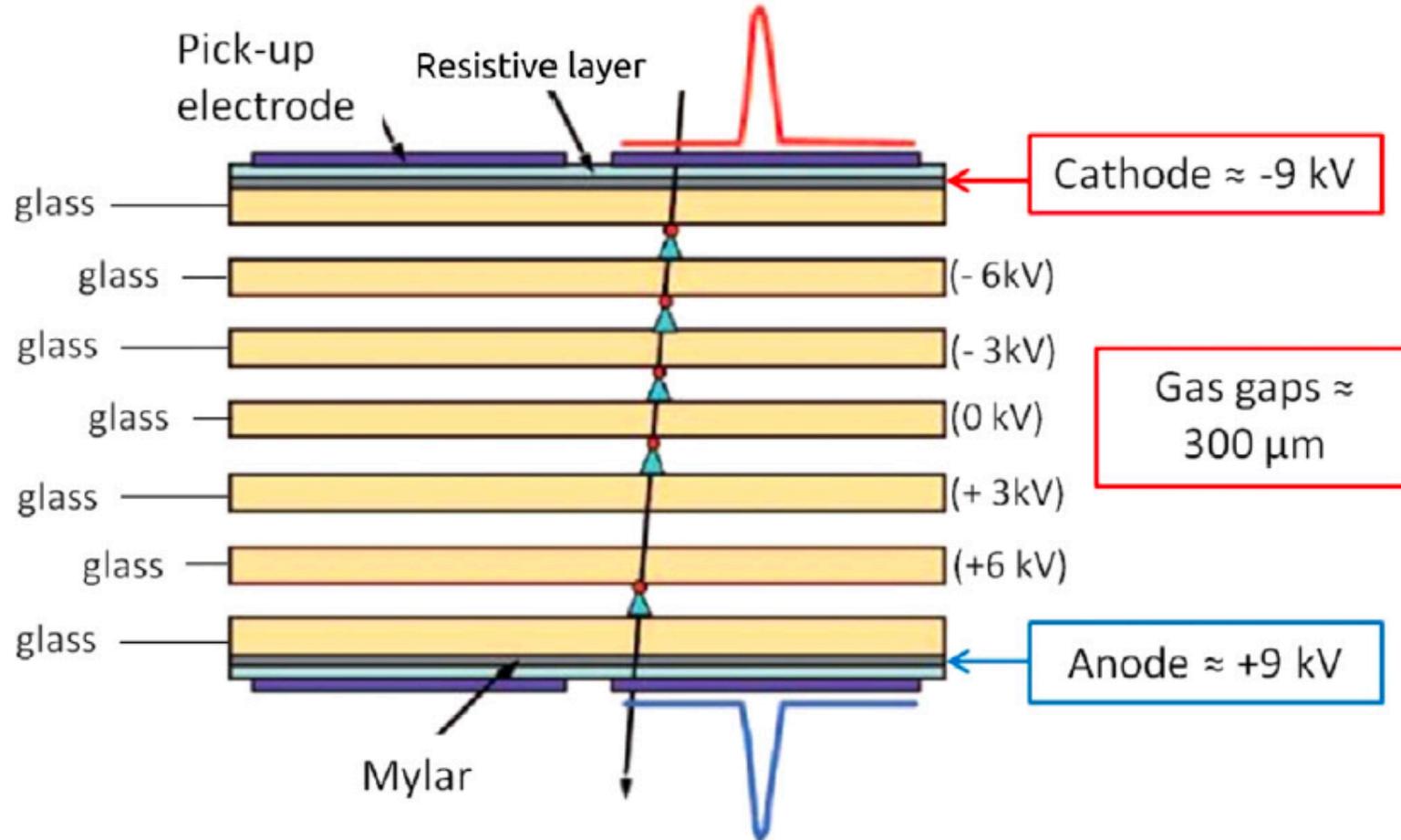
I prodotti finali sono i **muoni**.

Il numero di muoni prodotti e quindi potenzialmente rivelabili a terra è **proporzionale all'energia del raggio cosmico primario**.

Il fatto che i muoni raggiungano la superficie terrestre è una **conseguenza della relatività speciale**.



MRPC



The Cosmic Box Contest



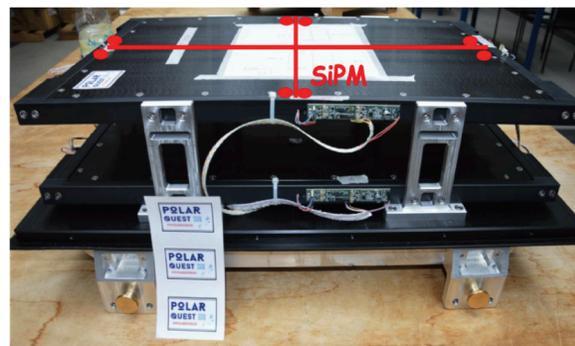
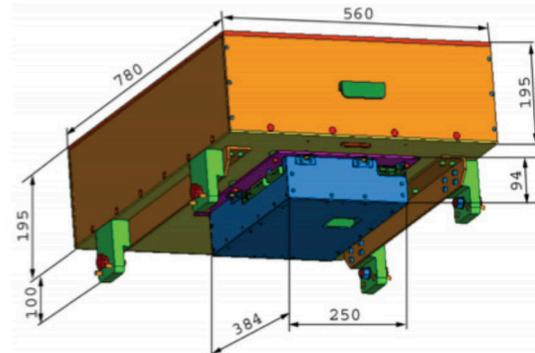
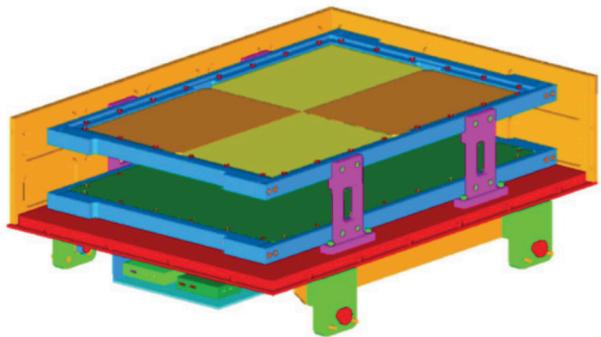
Collaboration with GRAIM: Gruppo di Ricerca di Archeologia Industriale della Majella for an organized analysis of the geological composition of the Majella complex.



The POLA detector

The PolarquEEEst detectors

- 8 scintillator tiles arranged in 2 planes, 4 each
- 32 Silicon Photomultipliers (SiPM), 2 per tiles
- 16 Front-End boards, serving 2 SiPMs each
- FPGA-based trigger board + HPTDC for redundancy
- Low power consumption ~10W
- Humidity + 3 Temperature + Pressure sensors
- 3D Magnetometer + 3D Accelerometer
- Majority trigger (2 SiPMs in 1 tile + 1 SiPM on opposite floor)
- Absolute timing based on GPS/GLONASS board
- 10 ns time resolution
- ~97% detection efficiency
- Raspberry Pi 3B+ for events read-out and storage
- Remote web-based control and monitor interface



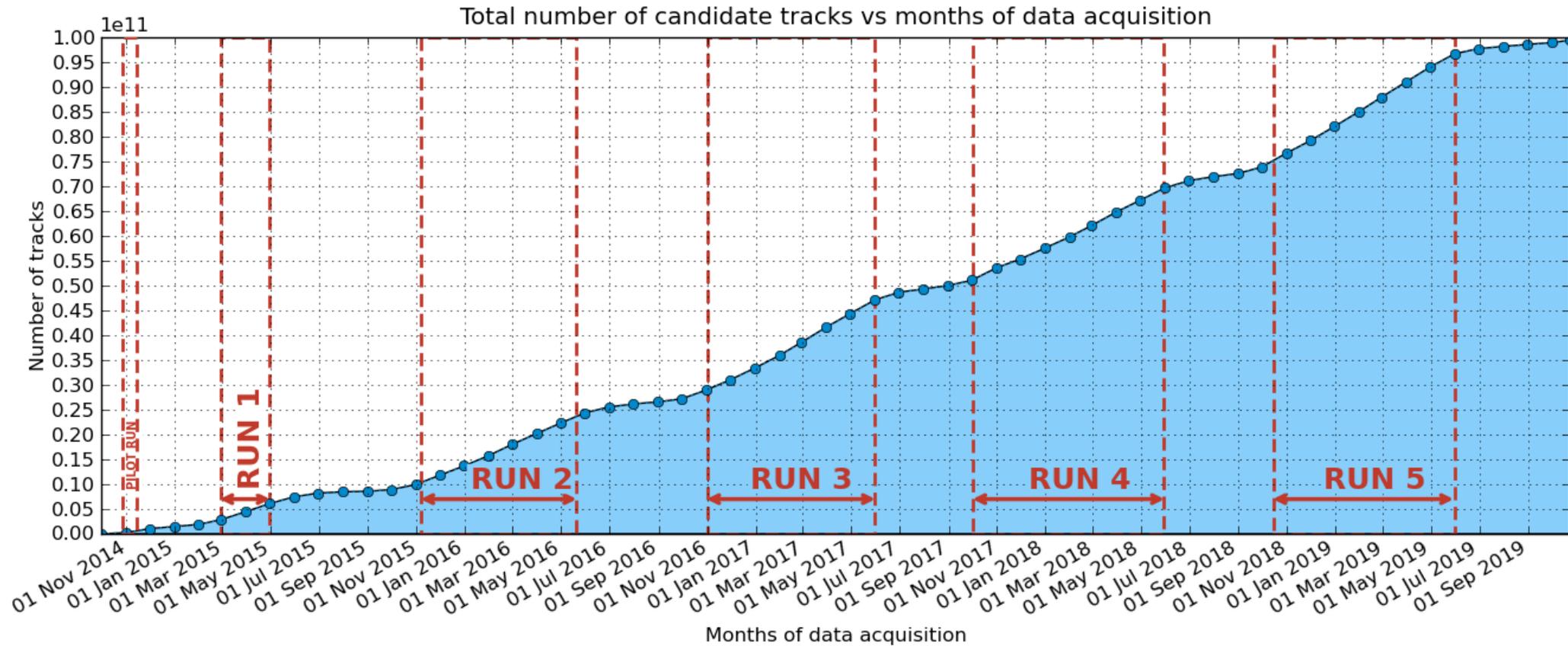
La Cosmic Box

- due lastre parallele di materiale scintillatore (di dimensioni 15 cm x 15 cm x 1 cm) poste ad una distanza di circa 30 cm
- Le particelle cariche che attraversano la Cosmic Box depositano parte della loro energia all'interno degli scintillatori → viene prodotto un segnale luminoso
- La luce prodotta viene raccolta e convertita in un segnale elettrico mediante un fotosensore.
- Lo spettro della luce emessa dal tipo di scintillatore scelto presenta un massimo
- attorno a 425 nm, cioè nella stessa regione di lunghezza d'onda in corrispondenza della
- quale il fotosensore adoperato è maggiormente efficiente
- le lastre sono state interamente
- rivestite con un materiale riflettente e successivamente avvolte con del nastro adesivo nero, per schermare la luce ambientale

scintillatori plastici EJ-200, prodotti dalla Eljen Technology, caratterizzati da una lunghezza di assorbimento di 380 cm e da un'ottima risoluzione temporale, con tempi di salita degli impulsi luminosi inferiori a 1 ns e durata pari a 2.5 ns

Il fotosensore scelto per le Cosmic Boxes è un Silicon PhotoMultiplier (SiPM), cioè una matrice di fotodiodi a valanga, detti pixel, operanti in modalità Geiger e collegati in parallelo: la carica complessiva in uscita dal SiPM è proporzionale al numero di pixel della matrice attivati dai fotoni incidenti. Modello: NUV3S-P, prodotto dalla ADVANSID, di dimensioni 3 x 3 mm² con pixel da 40 μm di lato

La statistica

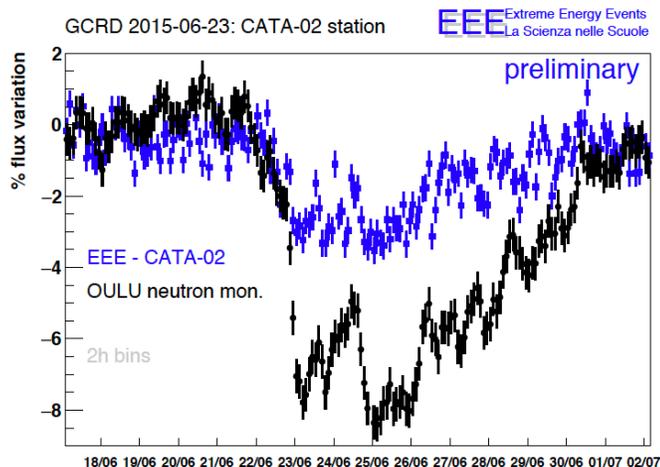


I raggi cosmici e il sole

I raggi cosmici permettono di monitorare l'attività solare.

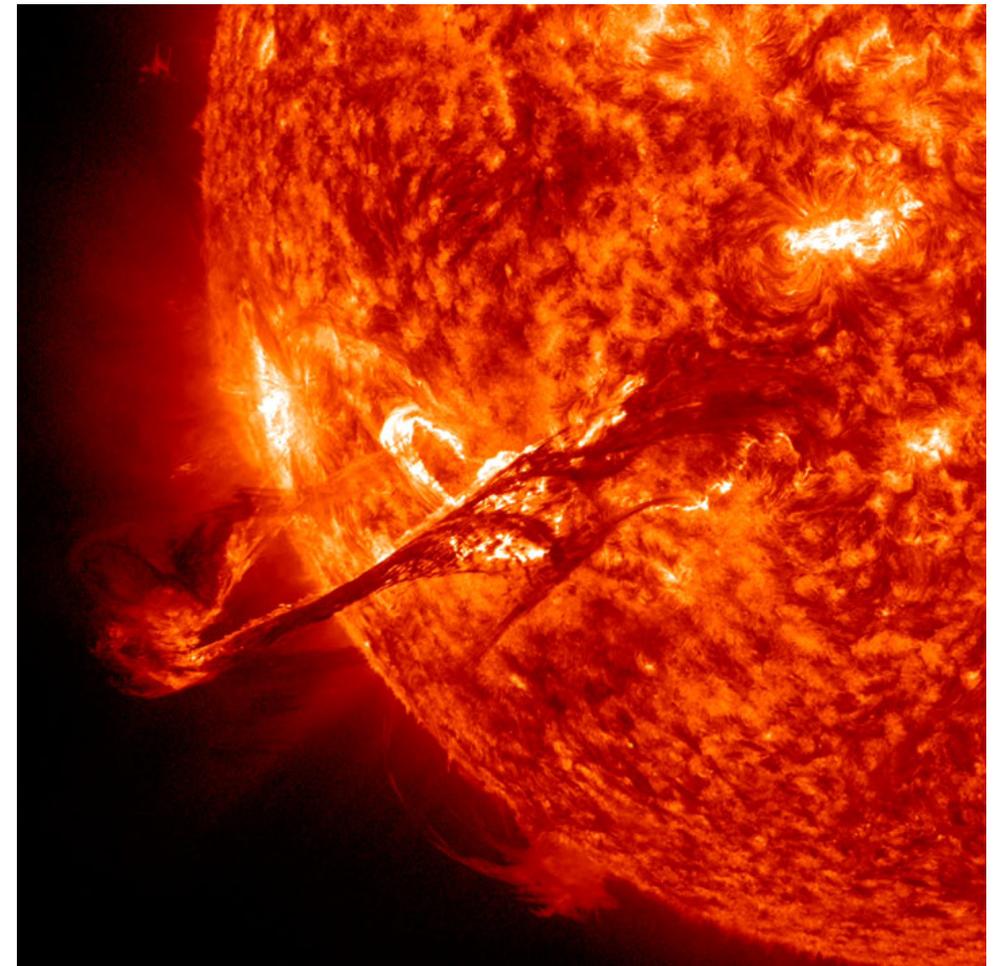
La rete EEE può misurare infatti le «galactic cosmic rays flux variations», direttamente connesse ai brillamenti solari e alle emissioni di massa della corona solare che hanno luogo nell'eliosfera.

GCRD Giugno 2015.



**Variazioni percentuali
nell'arco di alcuni
giorni**
↓
**Storicamente
monitorato con
rivelatori di neutroni**

La misura è stata effettuata anche dai telescopi della rete EEE. **I risultati ottenuti sono compatibili con quelli riportati dagli altri esperimenti.**

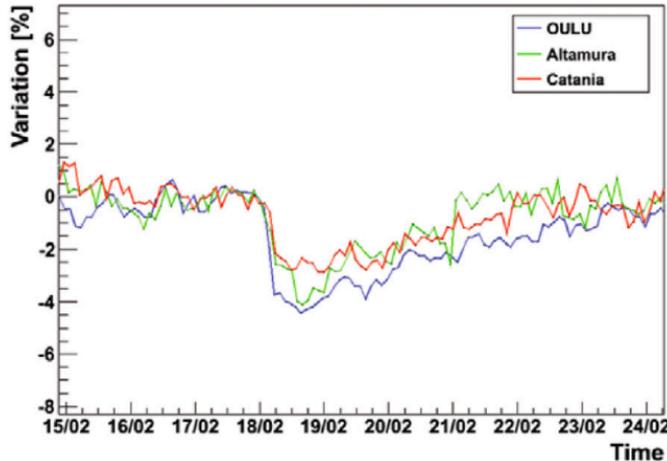


I raggi cosmici e il sole

I raggi cosmici permettono di monitorare l'attività solare.

La rete EEE può misurare infatti le «galactic cosmic rays flux variations», direttamente connesse ai brillamenti solari e alle emissioni di massa della corona solare che hanno luogo nell'eliosfera.

X2 solar flare - Febbraio 2011.

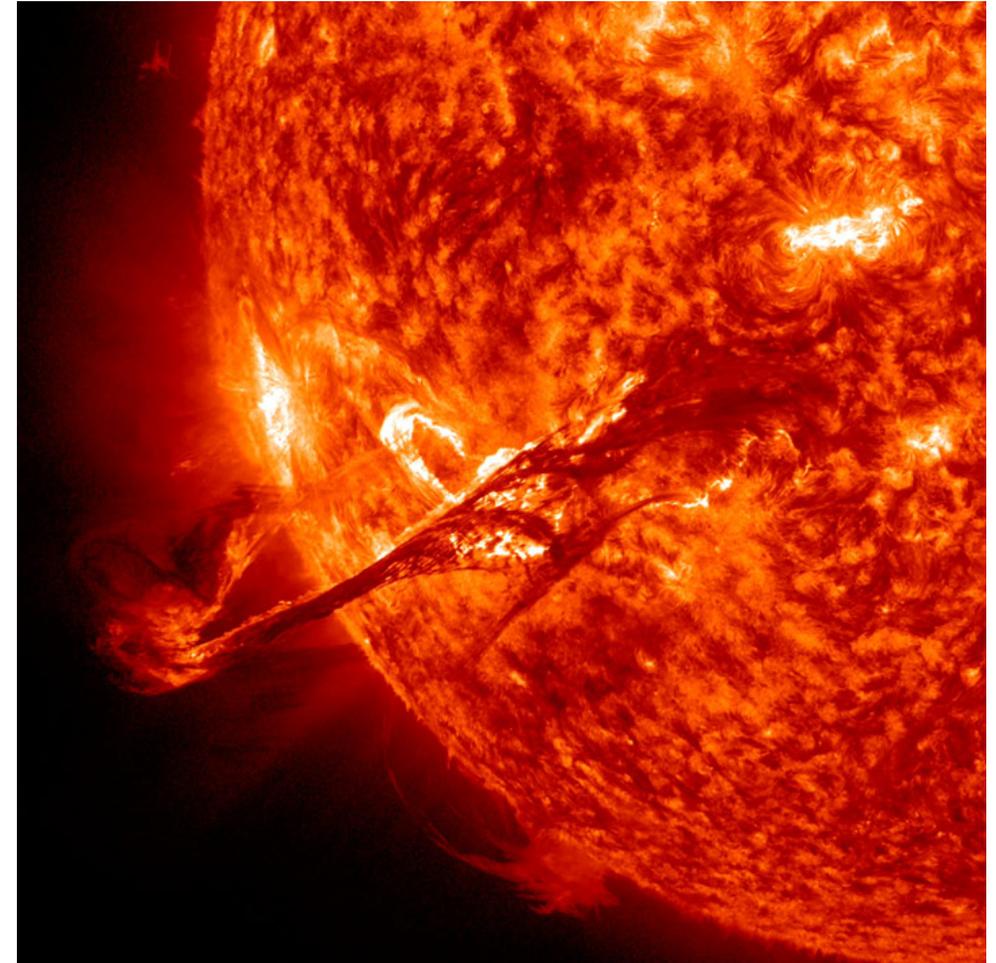


**Variazioni percentuali
nell'arco di alcuni
giorni**



**Storicamente
monitorato con
rivelatori di neutroni**

La misura è stata effettuata anche dai telescopi della rete EEE. **I risultati ottenuti sono compatibili con quelli riportati dagli altri esperimenti.**

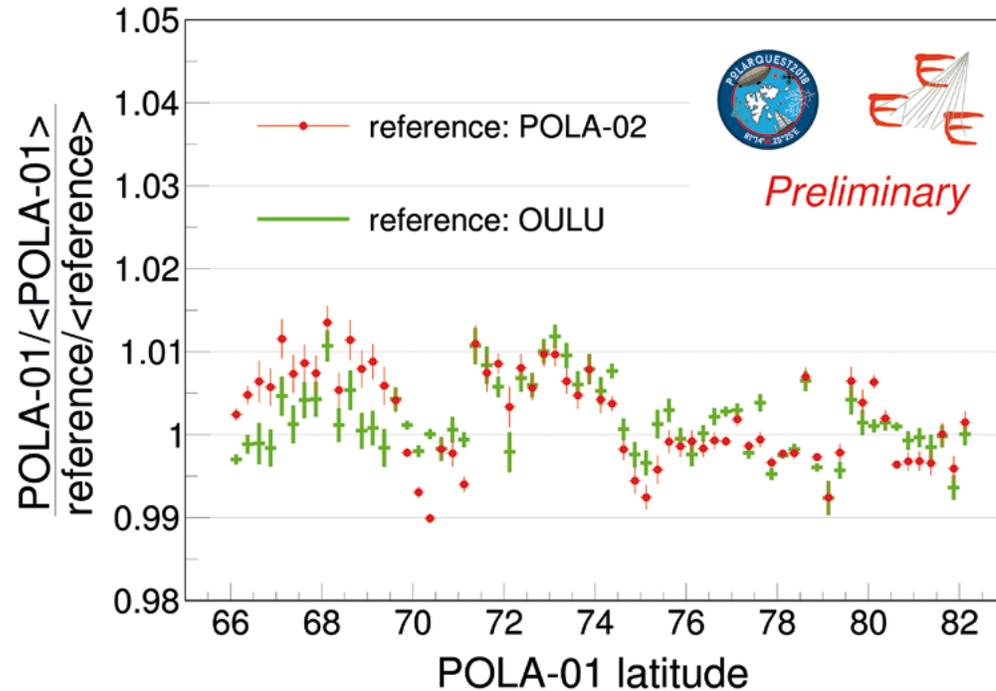


PolarQUEEEEst 2018

Il rivelatore è stato installato nell'imbarcazione Nanuq.

Periodi di raccolta dati:

22 Luglio 2018 (Isafjordur, Islanda) - 4 Settembre 2018 (Tromso, Norvegia)



PolarQUEEEEst

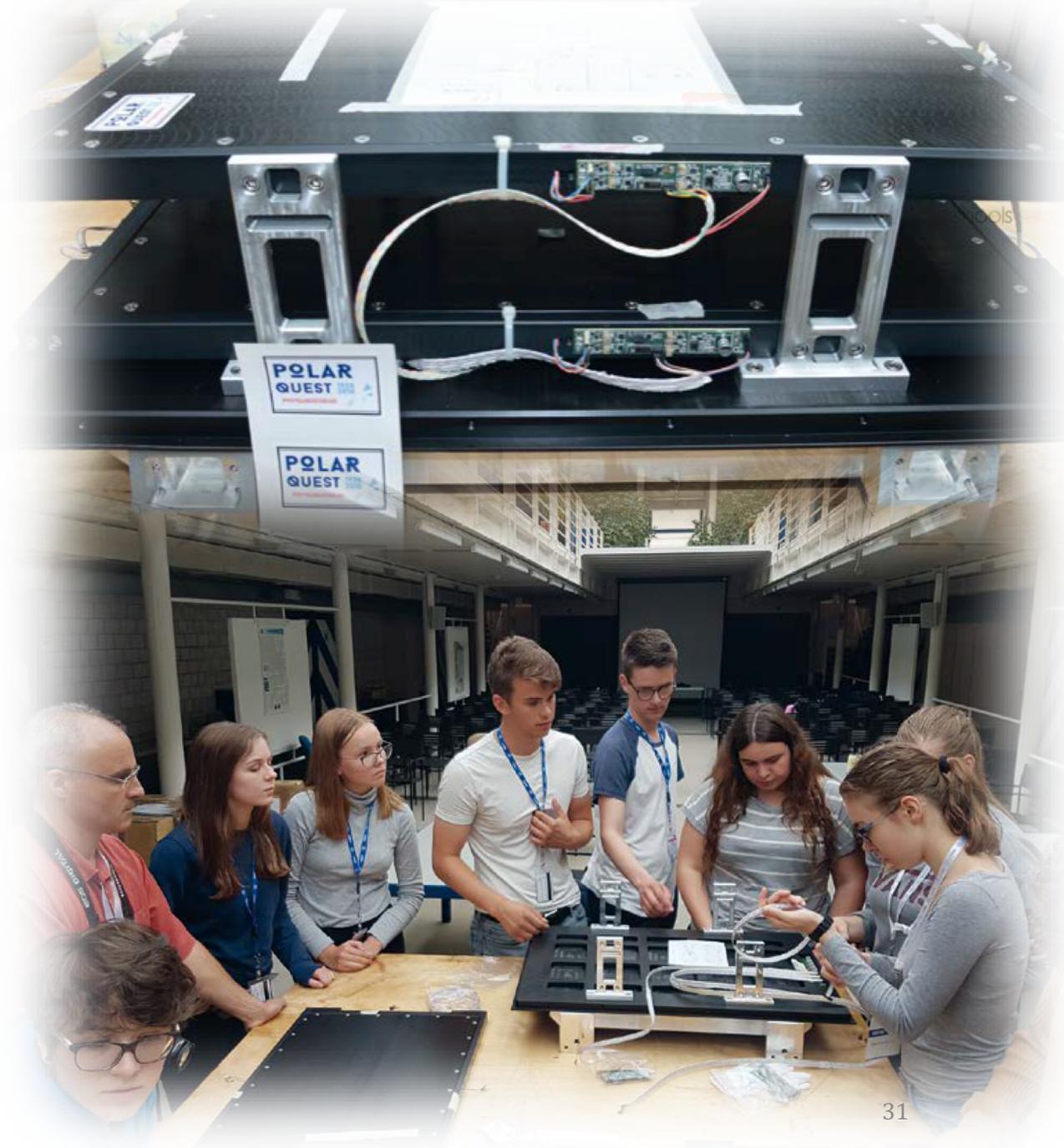
Al fine di prendere parte alla campagna di misure, la Collaborazione EEE, in cooperazione con la sezione INFN di Bologna, ha sviluppato un nuovo rivelatore.

POLA-01 è composto da due piani di scintillatori.

Al fine di operare nelle condizioni minimali presenti in barca, il rivelatore è stato progettato rispettando i seguenti criteri:

- Portabilità → il peso complessivo è di 60 kg
- Minimo consumo (13 W)
- Possibilità di registrare localmente i dati

Al fine di avere misurazioni di riferimento sono stati costruiti due rivelatori gemelli- POLA-02 e POLA-03 – installati e monitorati presso due istituti scolastici: uno in Italia (Bra) ed uno in Norvegia (Nesodden).

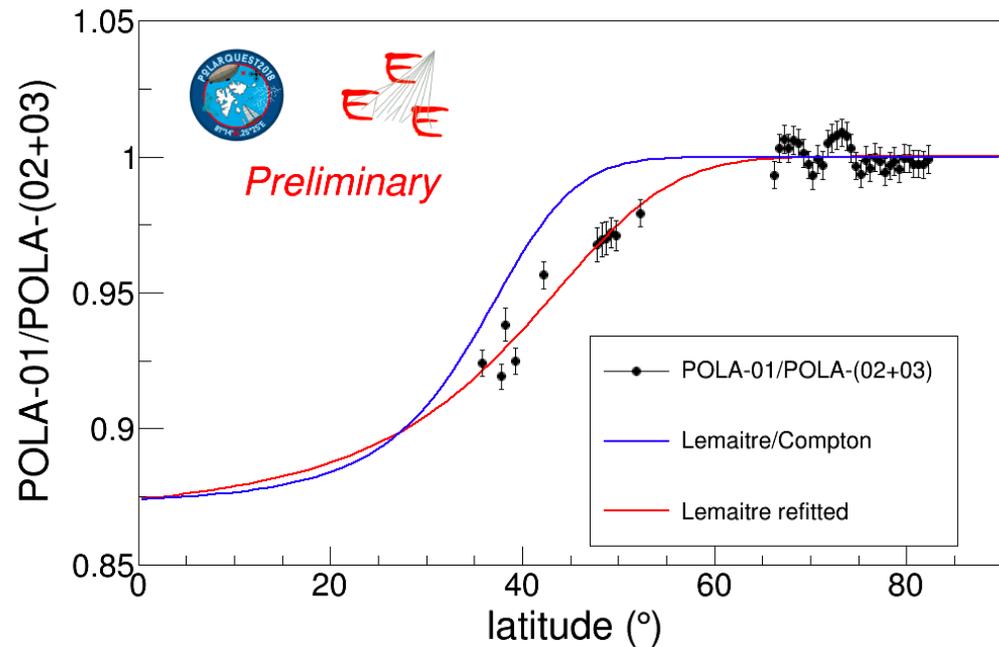


PolarQUEEEEst 2018

Il rivelatore è stato installato nell'imbarcazione Nanuq.

Periodo di raccolta dati:

22 Luglio 2018 (Isafjordur, Islanda) - 4 Settembre 2018 (Tromso, Norvegia)



PolarQUEEEst 2019

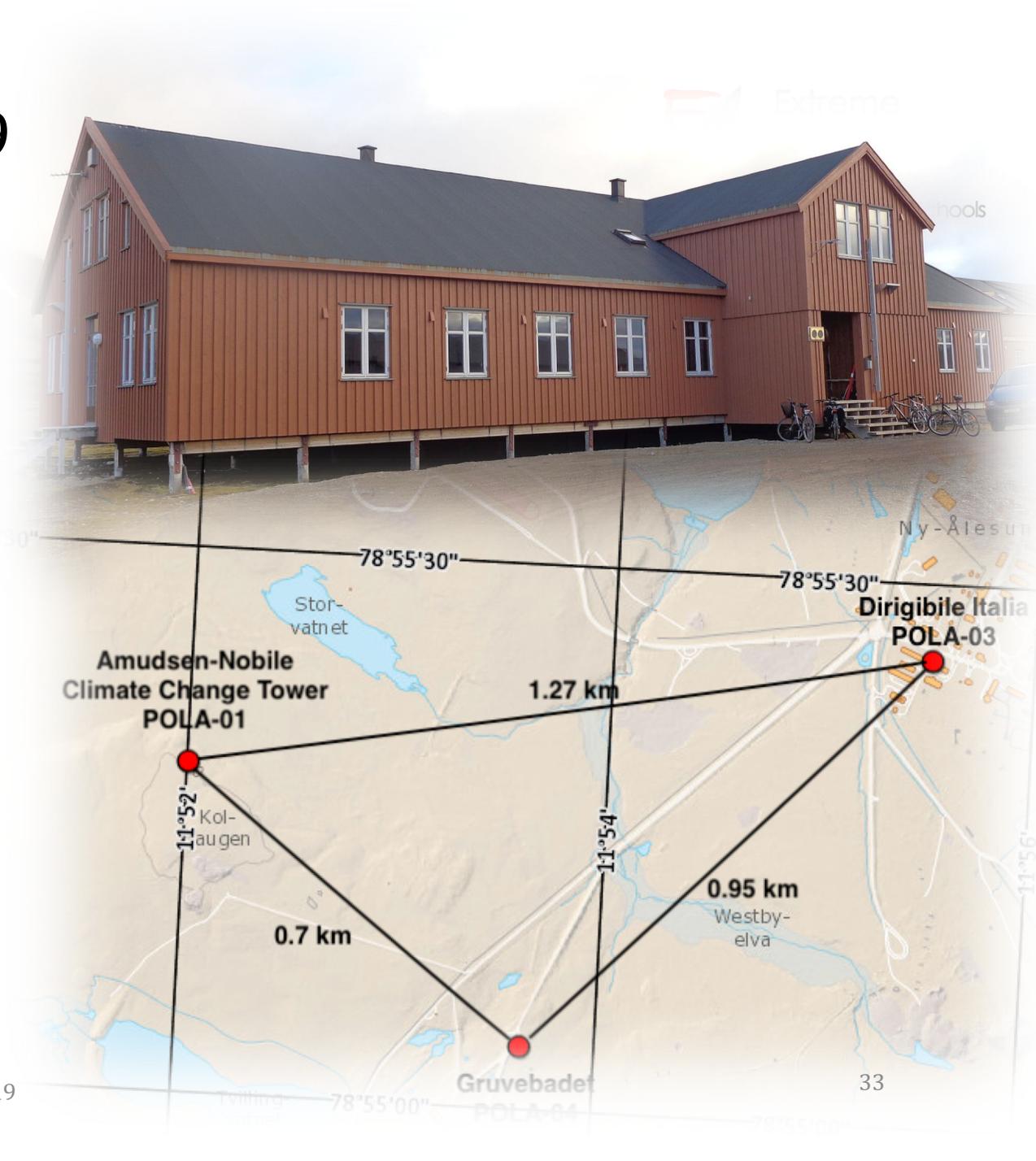
Nel 2019, il Centro Fermi ha dato il via ad una collaborazione con il CNR per uno studio sistematico dei raggi cosmici alle latitudini estreme.

Nella base artica **Dirigibile Italia** di Ny-Ålesund (Svalbard, Norvegia), infatti, i ricercatori del Centro Fermi, con l'aiuto del personale del **Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)**, hanno installato in modo permanente un cluster di rivelatori POLA in grado di rivelare sciame estesi.

Come riferimento, POLA-02 continua la presa dati presso l'istituto scolastico di Nesodden (Norvegia).



December 11th, 2019



Building the MRPCs at CERN

The three MRPC chambers composing an EEE telescope are built at CERN by the students, with the help of EEE/INFN/CERN researchers.

After the assembly, the chambers are tested and, eventually, are sent to their final destination, where they are mounted and commissioned.

