

Laboratori Nazionali del Gran Sasso

Benvenguto a

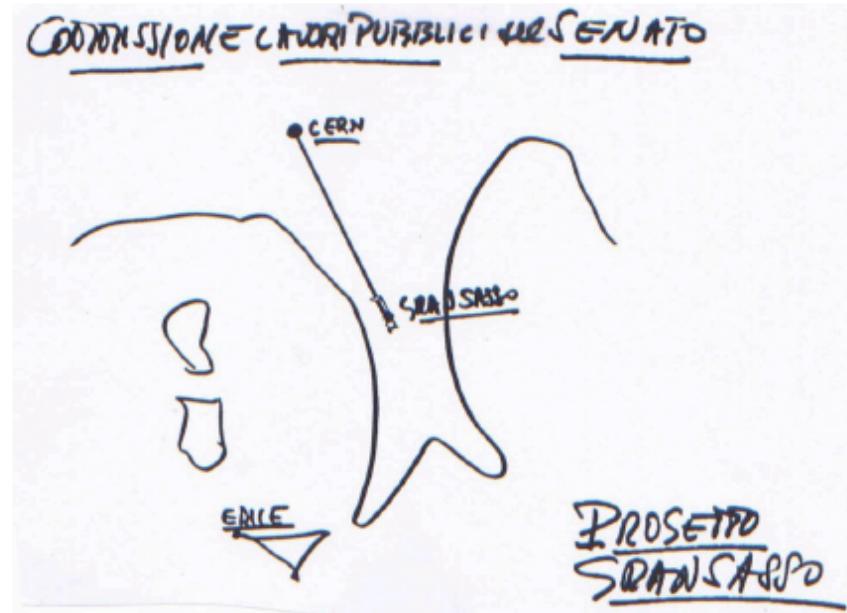
Scienza e Metodo



S. Ragazzi LNGS Director Sep. 17, 2013

LNGS

- 1979 proposta di A. Zichichi al Parlamento
- 1982: Legge di finanziamento
- 1987: fine della costruzione
- 1989: Il primo grande esperimento (MACRO) inizia la presa dati



Note manoscritte di A. Zichichi presentate nella Seduta della Commissione Lavori Pubblici del Senato convocata con urgenza dal Presidente del Senato per discutere la proposta del Progetto Gran Sasso (1979).

To summarize, the scientific aims of the "Gran Sasso" laboratory are the study of:

- 1) nuclear stability;
- 2) neutrino astrophysics;
- 3) new cosmic phenomenology;
- 4) neutrino oscillations;
- 5) biologically active matter;
- 6) ground stability.

Not only
 $\tau_p \neq \infty$

LNGS

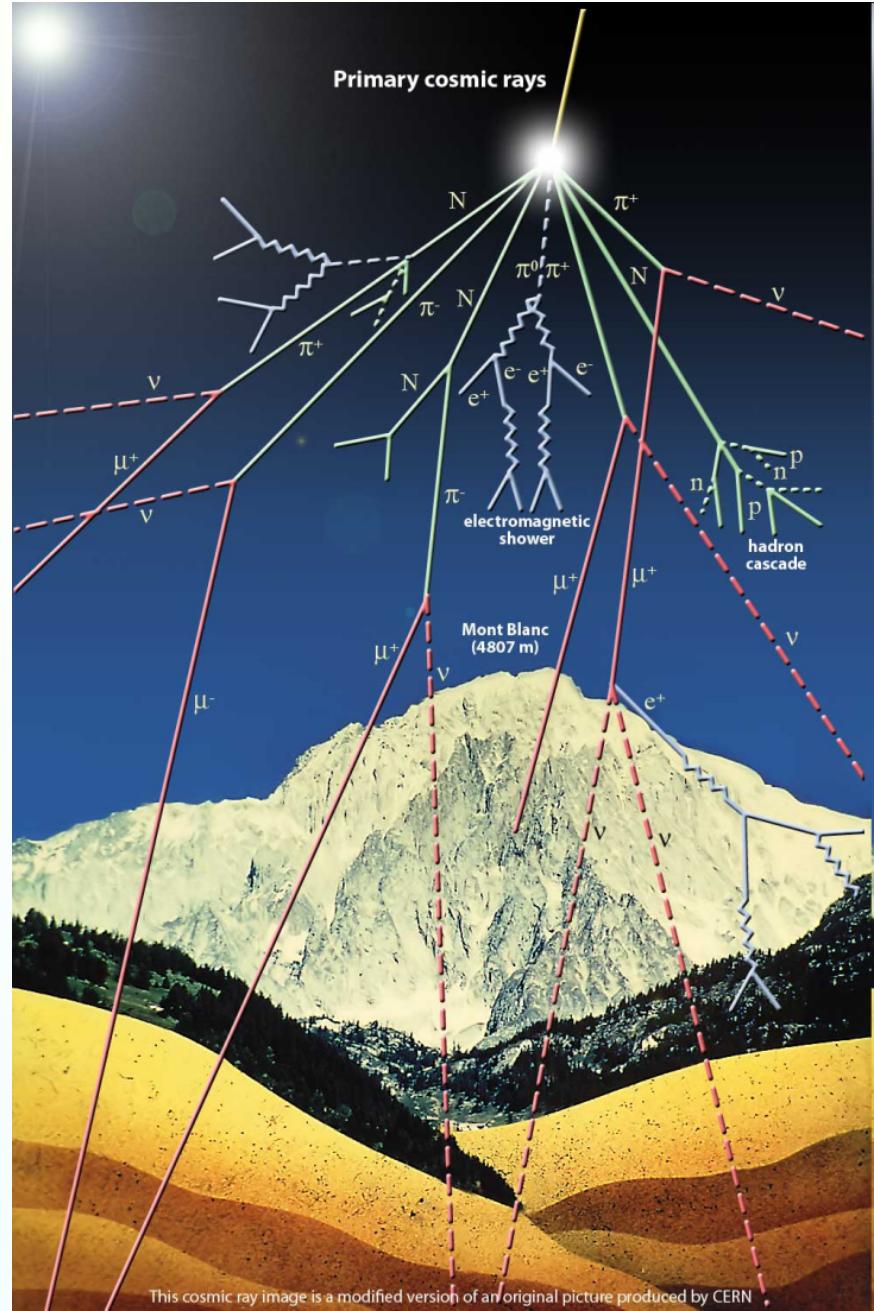


Progetto e costruzione



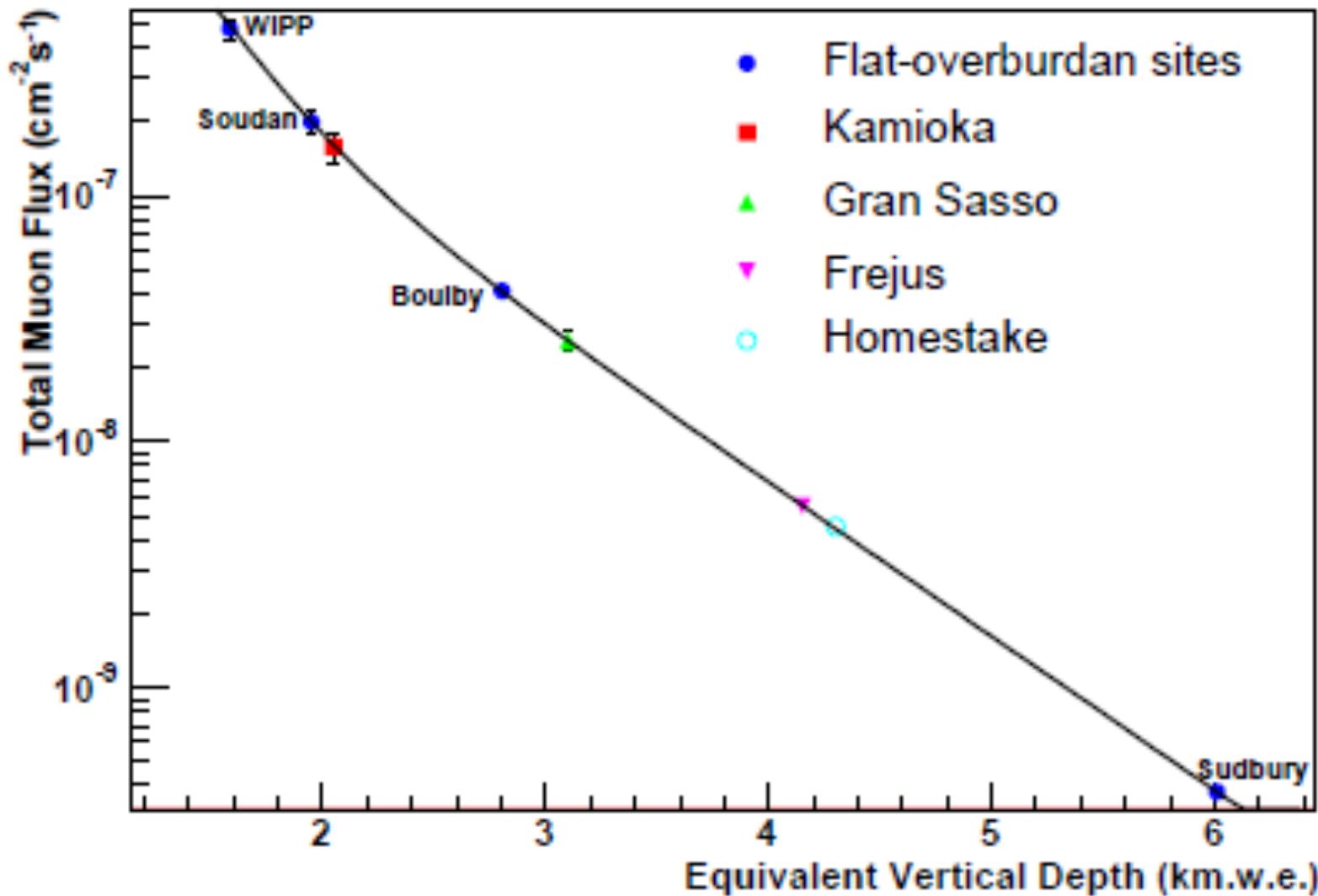
Cosmic Ray Production

- Earth is constantly hit by charged particles (mainly p and He nuclei)
- They interact in the upper atmosphere creating secondary particles, which in turn interact; the iteration of this process creates “showers”
- Only a fraction of the longer-lived and least interacting particles, the muons, reaches the ground, with a rate of $100 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Muons are highly penetrating particles: several hundreds metres of rock are required to stop the most energetic of them



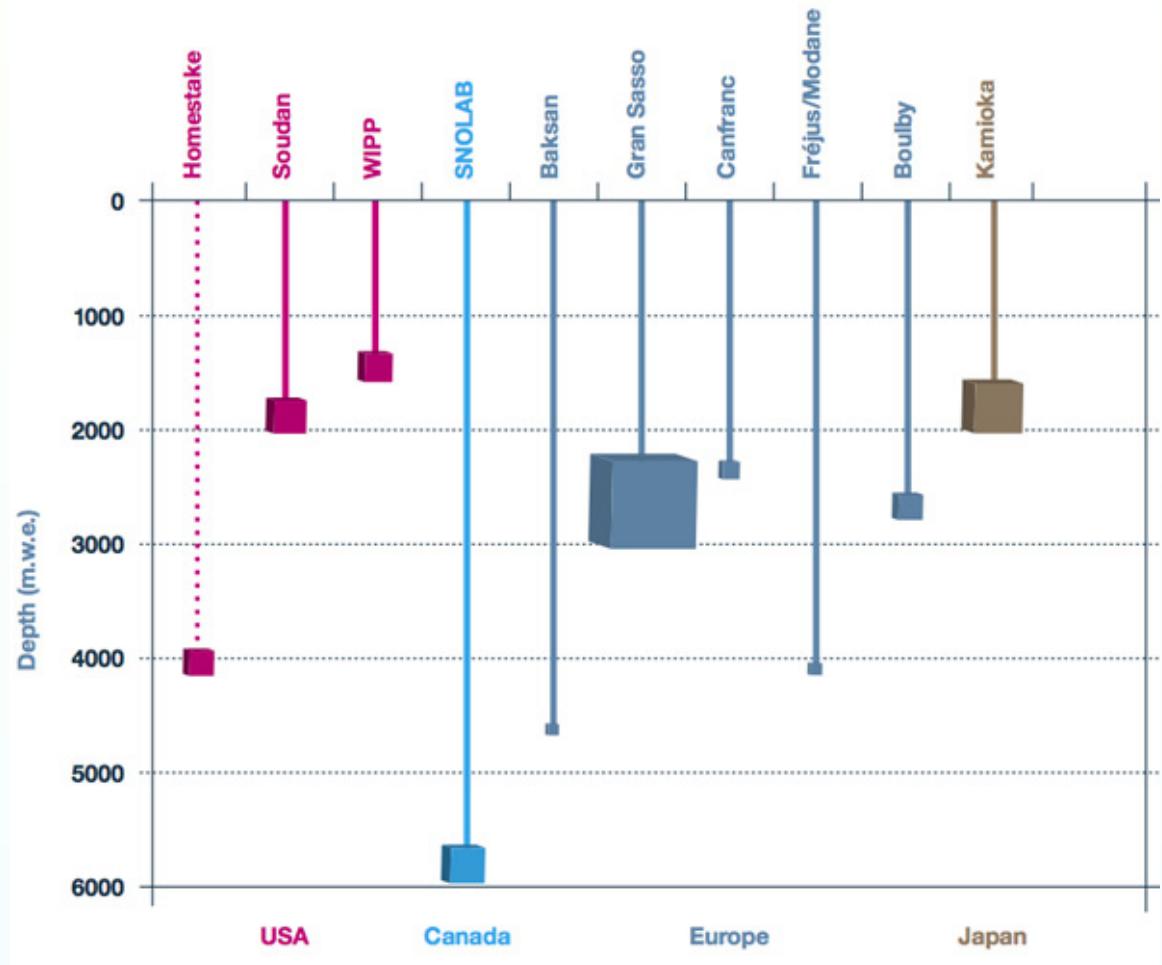
This cosmic ray image is a modified version of an original picture produced by CERN

Muon Flux versus depth



Underground Science Laboratories

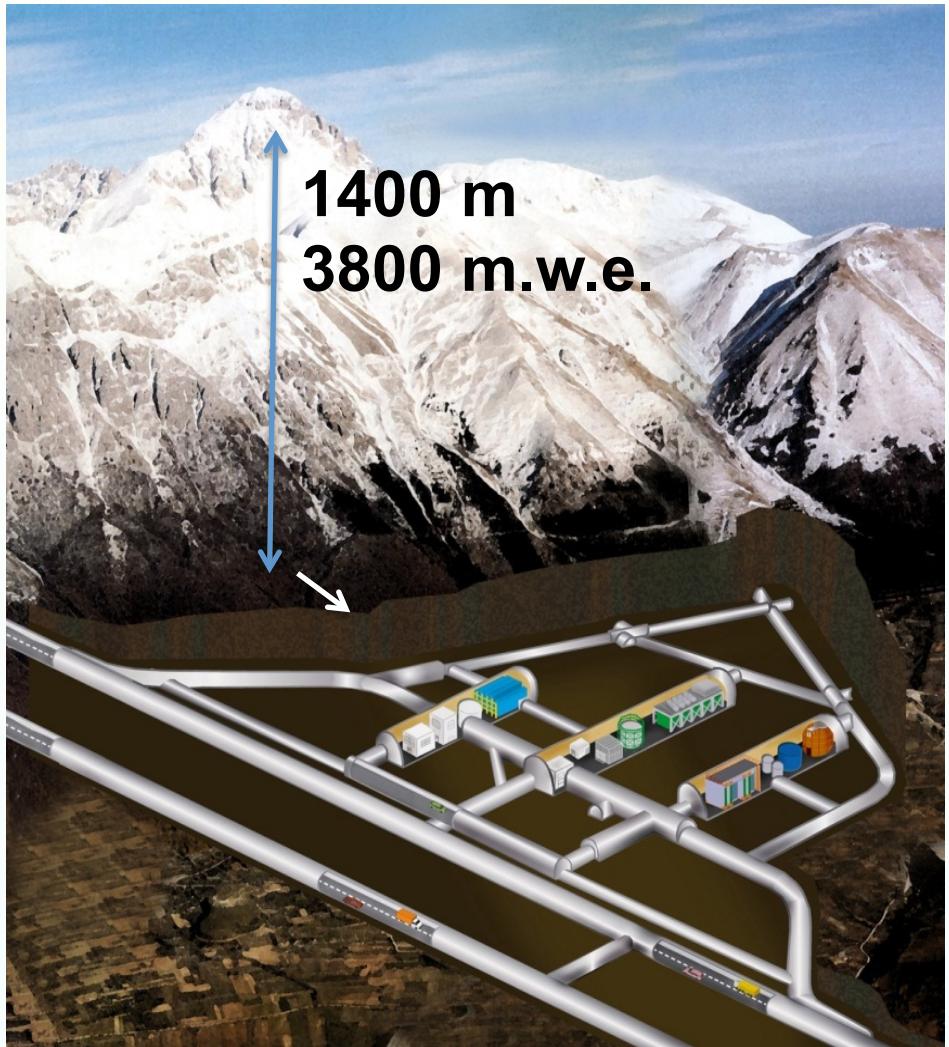
- LNGS
 - Largest
 - Easiest to access



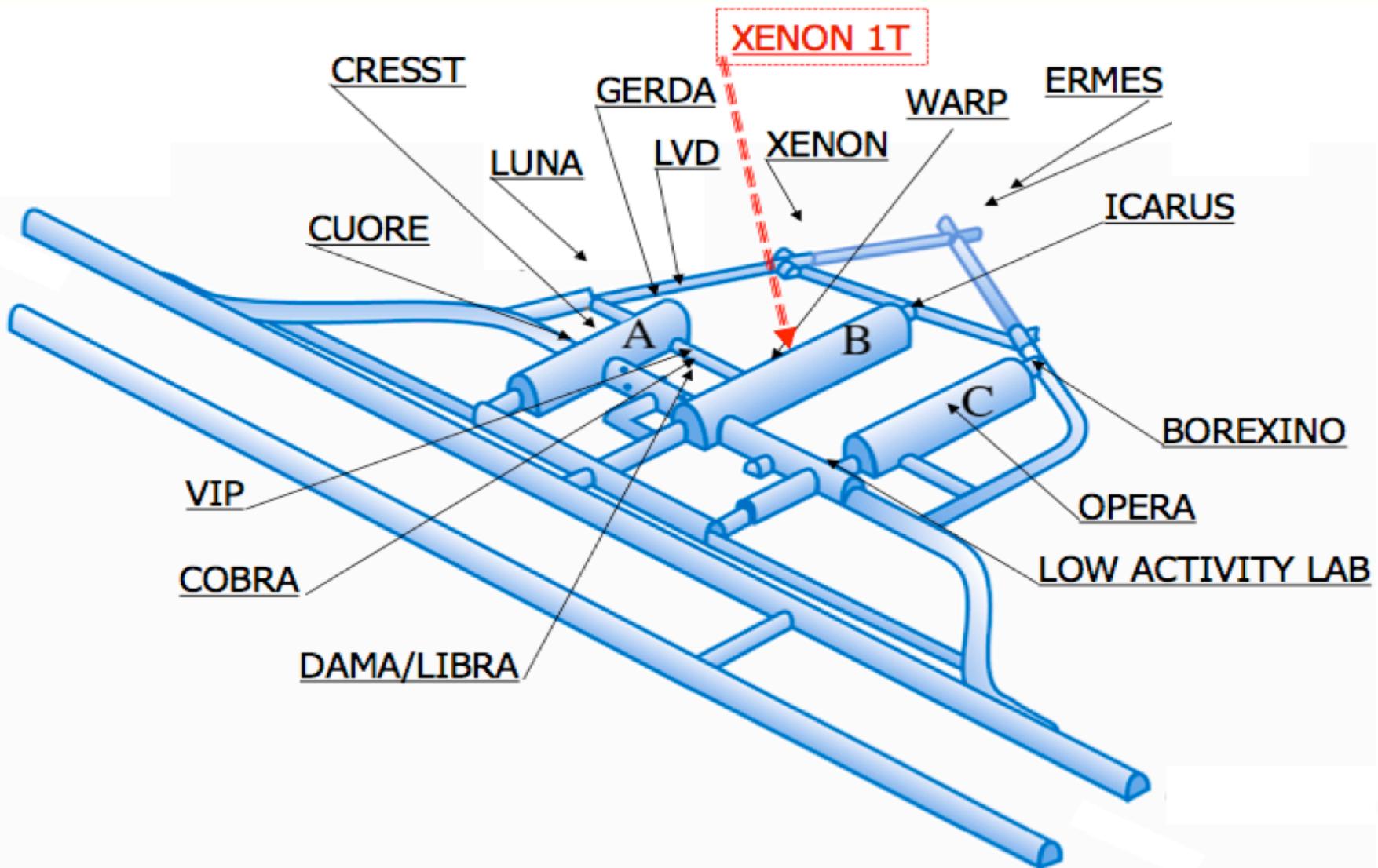
Plot adapted from <http://www.deepscience.org/contents/facilities.shtml>

The LNGS Laboratory

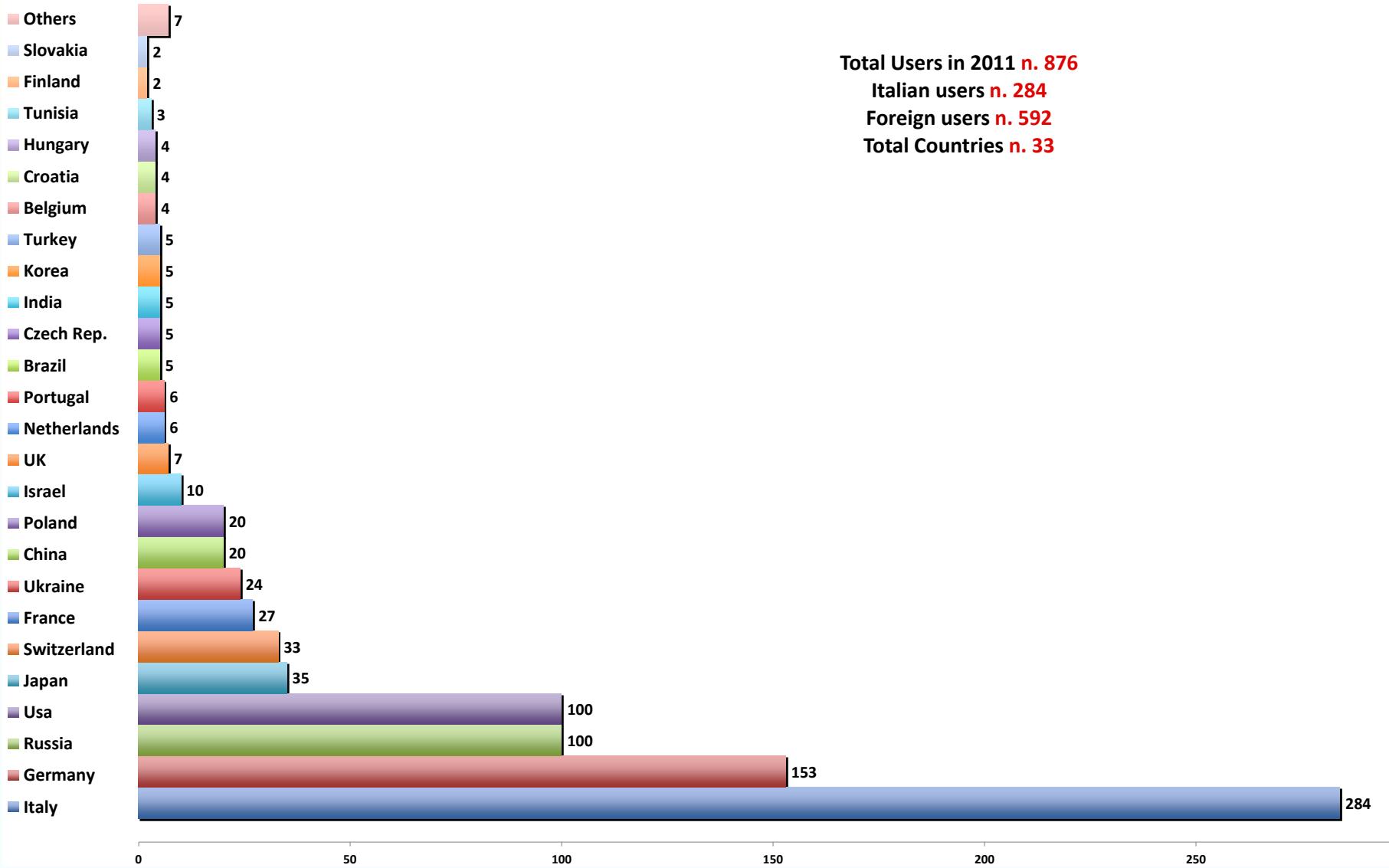
- Muon flux: $3.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Neutron flux:
 - $2.92 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (0-1 keV)
 - $0.86 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ($> 1 \text{ keV}$)
- Rn in air: $20\text{-}80 \text{ Bq m}^{-3}$
- Surface: $17\ 800 \text{ m}^2$
- Volume: $180\ 000 \text{ m}^3$
- Ventilation: 1 vol / 3 hours



Lab overview - 2013

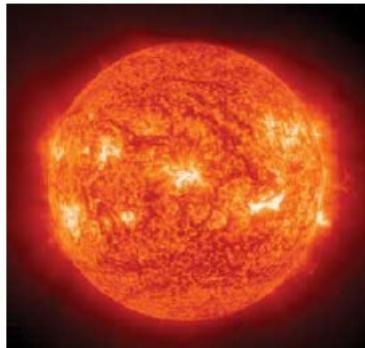


An International Laboratory



I Neutrini

- Esistono 3 diversi tipi di neutrino: ν_e , ν_μ e ν_τ
- Hanno **carica elettrica nulla** e una **massa "piccolissima"**. Riescono ad attraversare la materia senza interagire o essere assorbiti: la loro **rivelazione è perciò estremamente difficile**.
- Il sole è la principale sorgente naturale di neutrini: 70 miliardi di neutrini per cm^2/s alla terra



Neutrini Solari
Produzione: reazioni termonucleari
Energia: 0.1 - 18.8 MeV (Borexino-Icarus-GNO)



Neutrini Fossili
Produzione: Big Bang
Energia: < 1 miliardesimo dell'energia dei neutrini solari



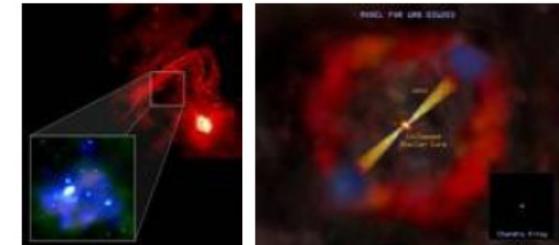
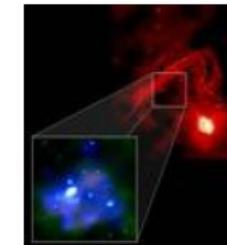
Neutrini Atmosferici
Produzione: interazioni di raggi cosmici in atmosfera
Energia: 100 MeV - 10^6 GeV (MACRO- ~ OPERA-ICARUS)



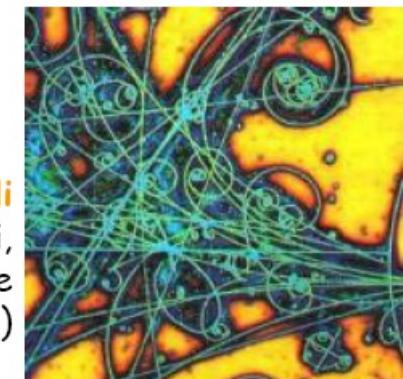
Neutrini da Supernova
Produzione: collasso del nucleo
Energia: diverse decine di MeV (~ Borexino-LVD-ICARUS)



Neutrini Terrestri
Produzione: decadimenti radioattivi
Energia: MeV (Borexino)



Neutrini Astrofisici
Produzione: AGN, SN remnants, GRB, ...
Energia: 10^6 - 10^{11} GeV



Neutrini Artificiali
Produzione: reattori nucleari, acceleratori di particelle (Icarus-OPERA)

BOREXINO

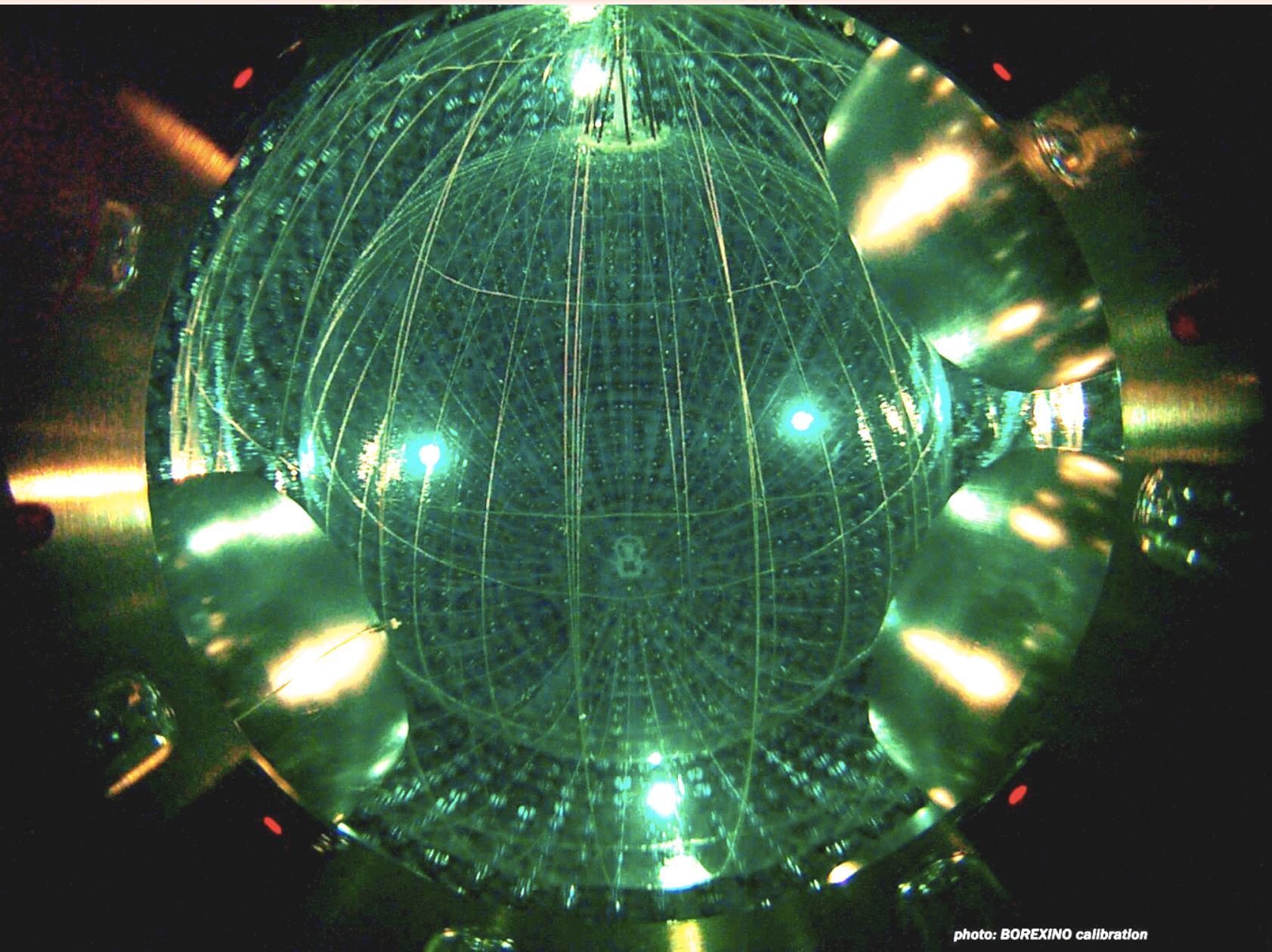
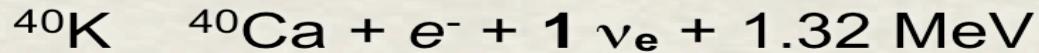
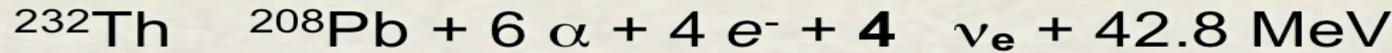
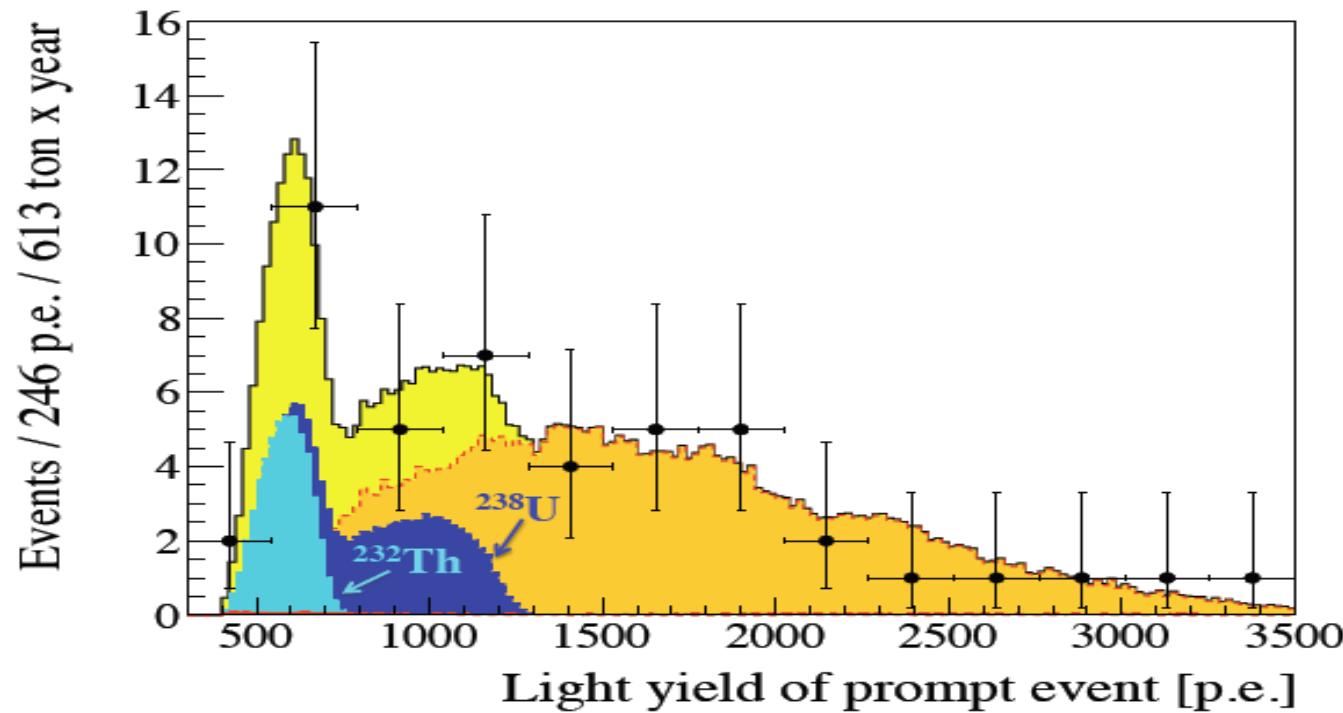


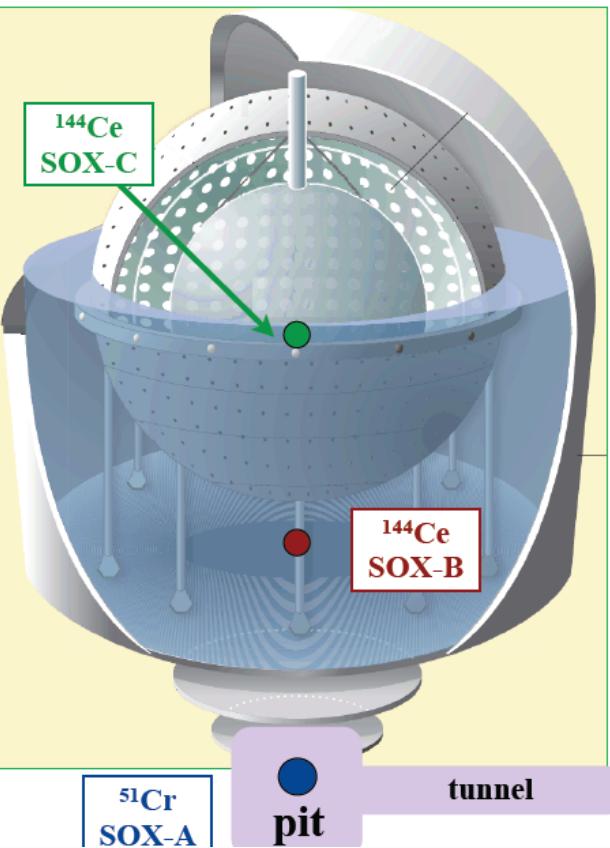
photo: BOREXINO calibration

Scintillatore liquido per neutrini solari e neutrini terrestri

Geo Neutrinos with Borexino



SOX – 4th neutrino



anti-neutrino sources

- **SOX-A**

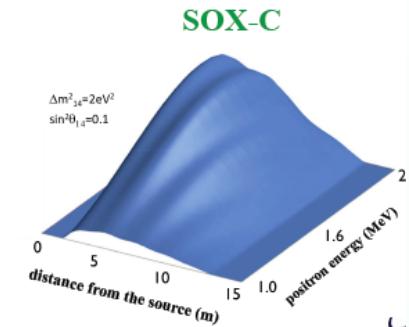
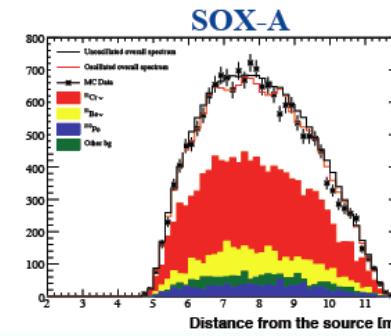
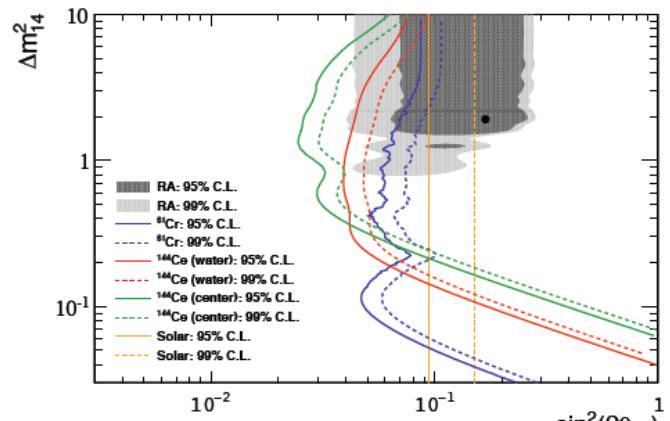
- ^{51}Cr neutrino source (external)
- Tentative schedule: 2015/2016

- **SOX-B**

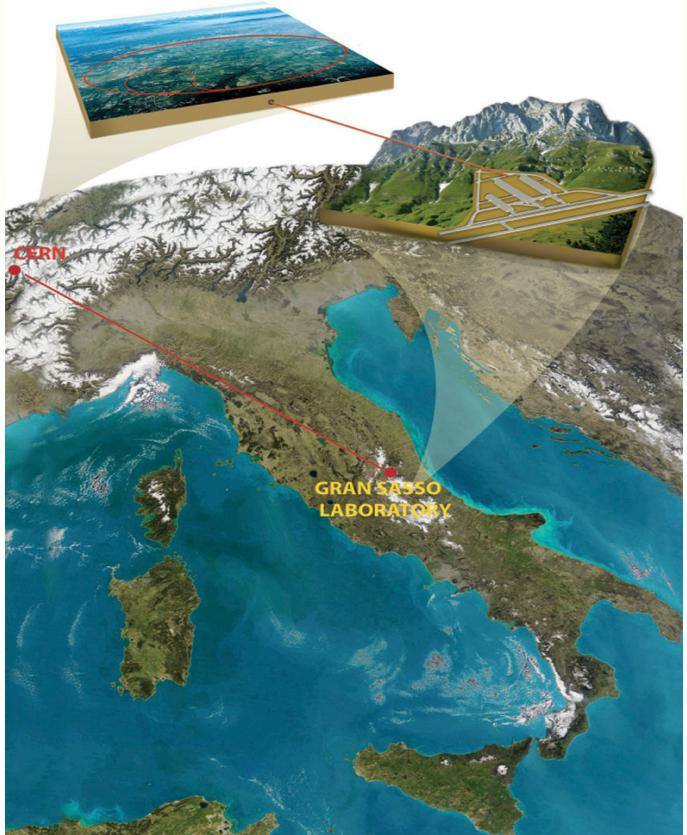
- ^{144}Ce anti-neutrino source (external)
- Tentative schedule: 2015–2016 (TBD)

- **SOX-C**

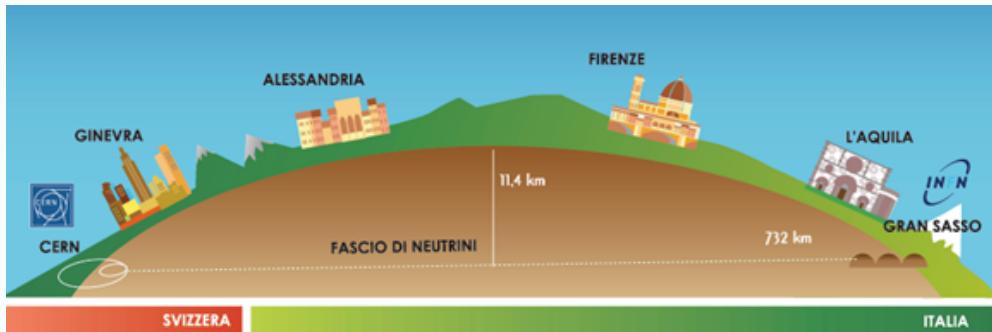
- ^{144}Ce anti-neutrino source (internal)
- No schedule (>2016)



CNGS: CERN Neutrino to Gran Sasso

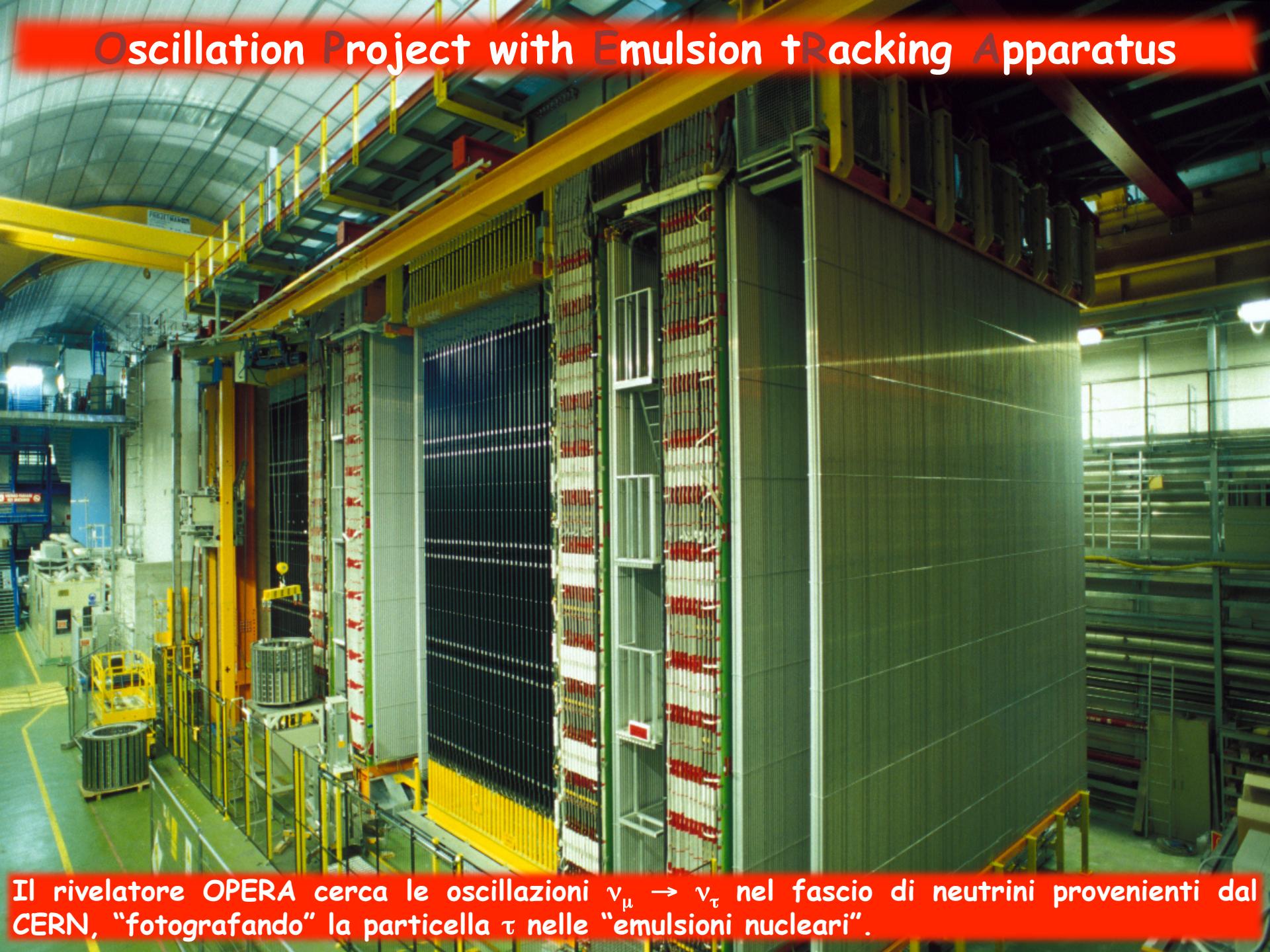


Lo scopo del progetto è quello di conoscere la natura dei neutrini attraverso l'osservazione ai LNGS dell'apparizione dei neutrini tau in un fascio di neutrini muonici (OSCILLAZIONE). Questi ultimi, infatti, inviati da un acceleratore distante 732 km al CERN, durante il loro percorso fino ai LNGS oscillano e si trasformano in neutrini di tipo tau.



verso i rivelatori
OPERA e ICARUS

Oscillation Project with Emulsion tRacking Apparatus

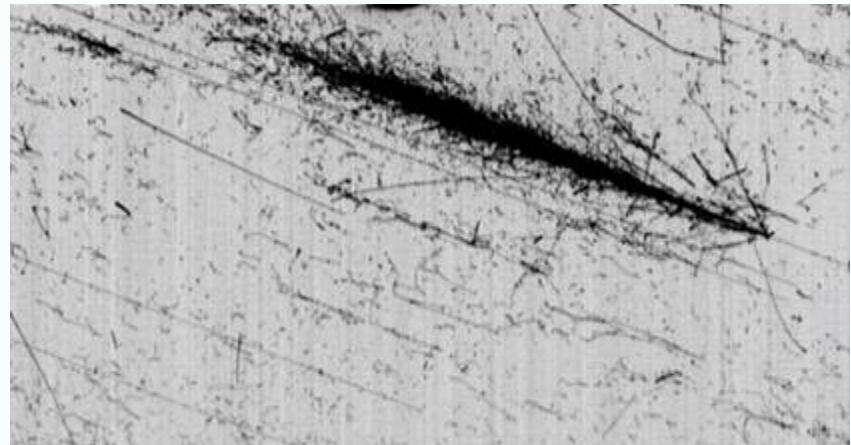


Il rivelatore OPERA cerca le oscillazioni $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ nel fascio di neutrini provenienti dal CERN, "fotografando" la particella τ nelle "emulsioni nucleari".

Imaging Cosmic And Rare Underground Signals



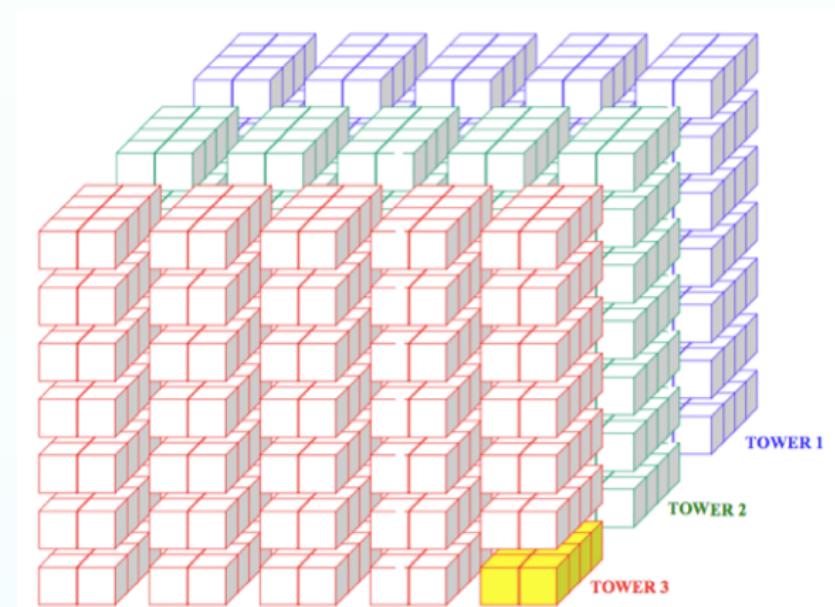
ICARUS è costituito da un grosso recipiente contenente 600 tonnellate di Argon allo stato liquido in cui sono immersi particolari rivelatori chiamati TPC (time projection chamber). Questo sistema permette una ricostruzione spaziale tridimensionale delle tracce prodotte dalle interazioni dei neutrini.



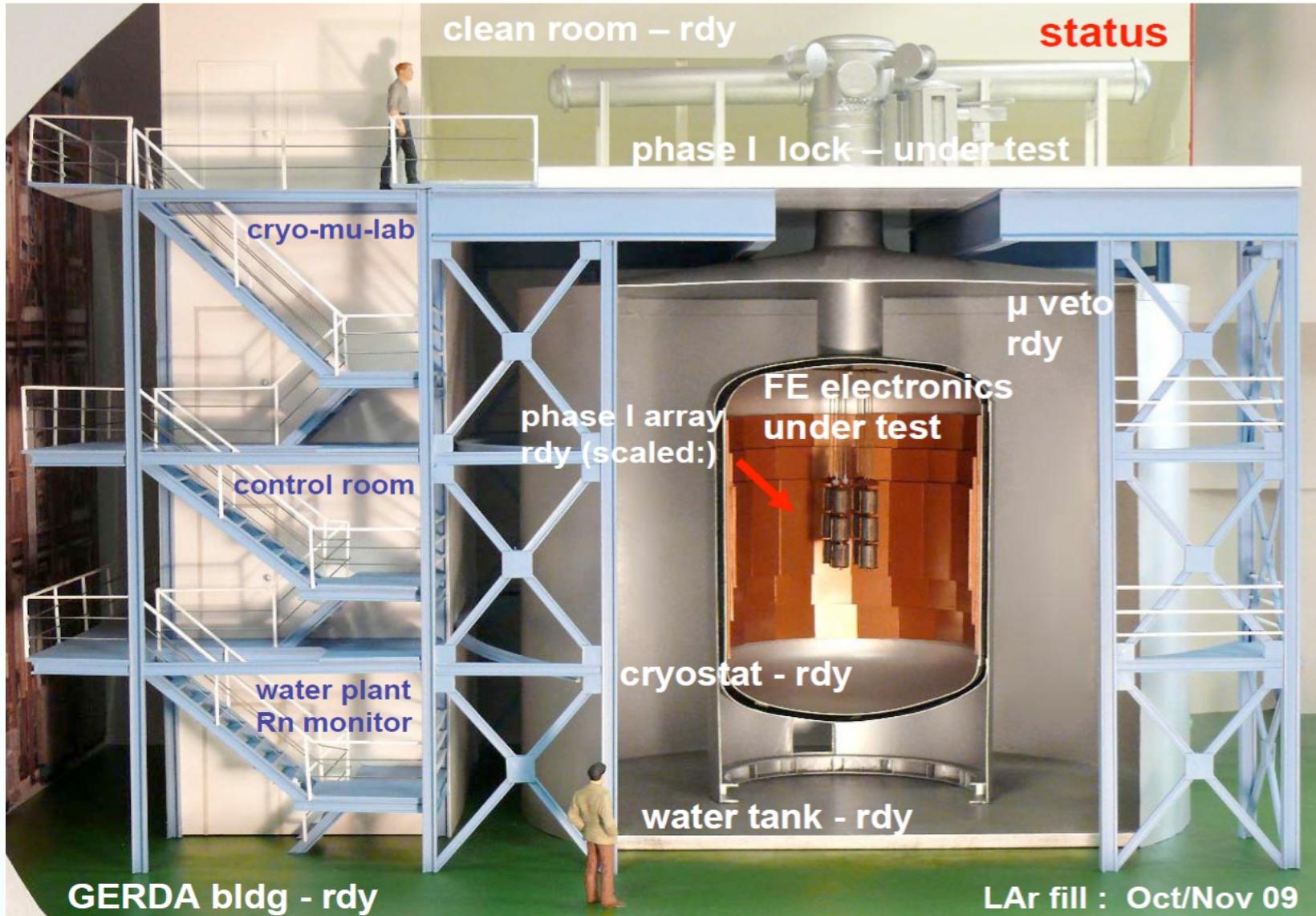
LVD



- Waiting for a Supernova

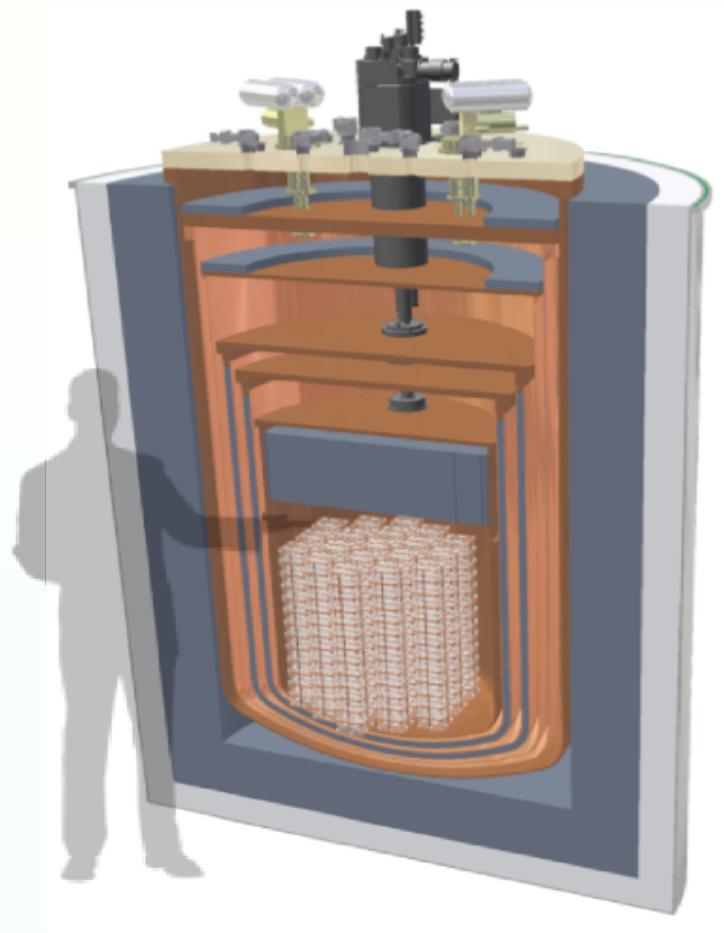


Gerda



15 kg Ge detector for $\beta\beta$ decay of ^{76}Ge (phase I)

Cuore

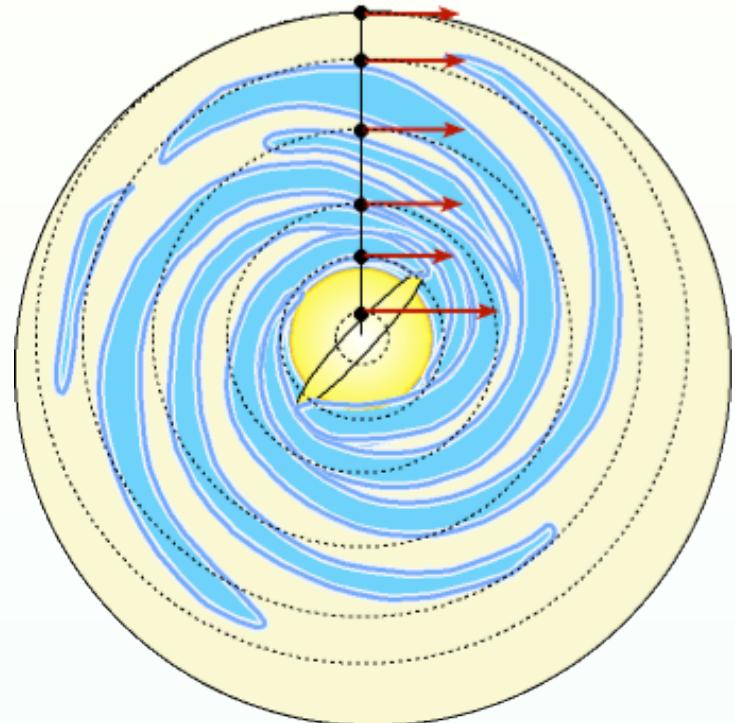
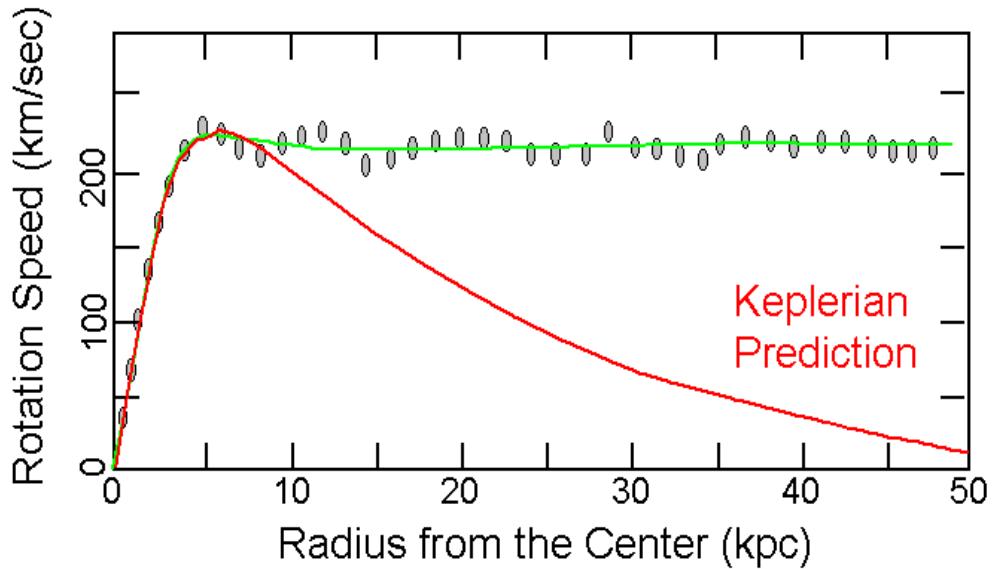


200 kg Te bolometers for $\beta\beta$ decay of ^{130}Te

Dark Matter



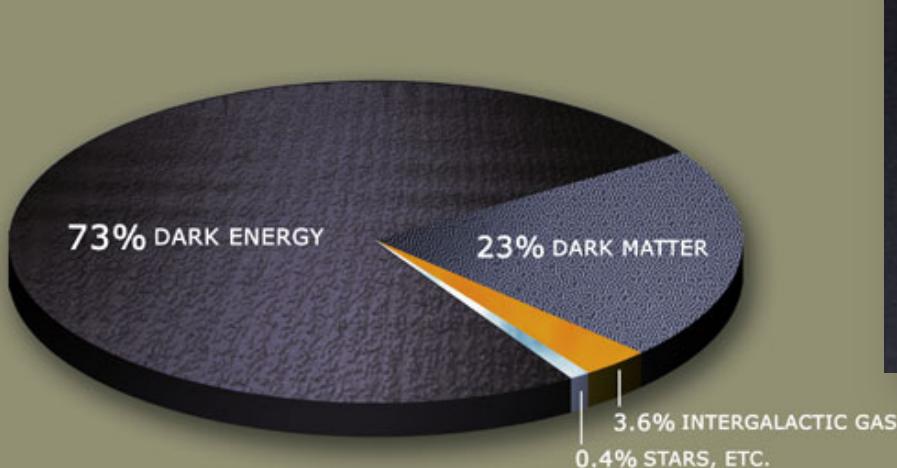
Observed vs. Predicted Keplerian



The mass inside an orbit can be found using the size of the orbit and the orbital speed. The arrows show the speeds for certain points on the **rotation curve** for this galaxy.

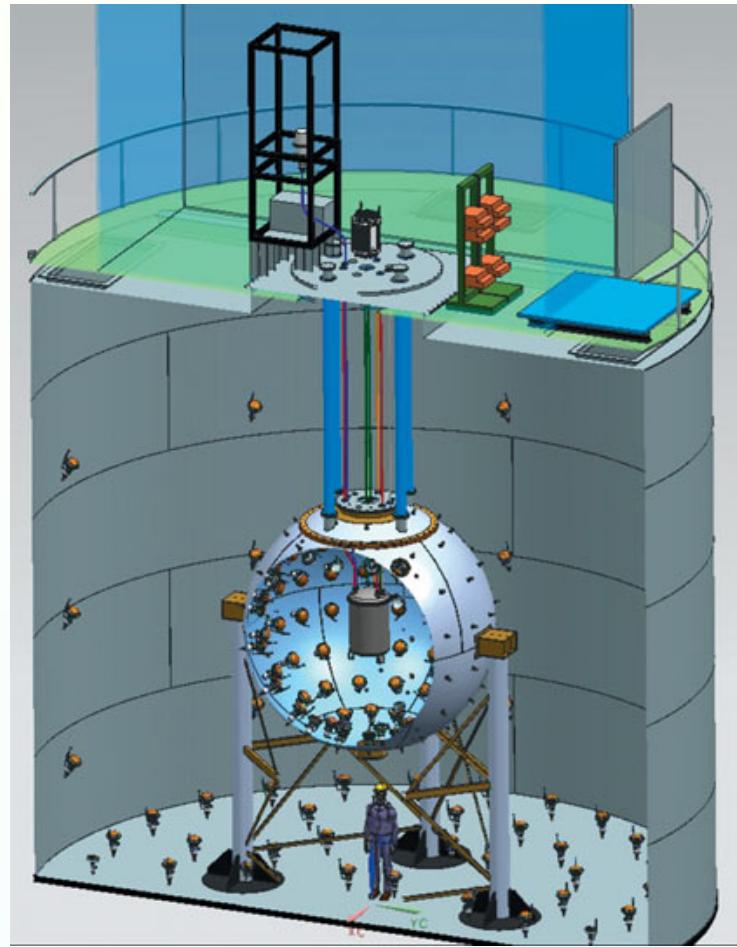
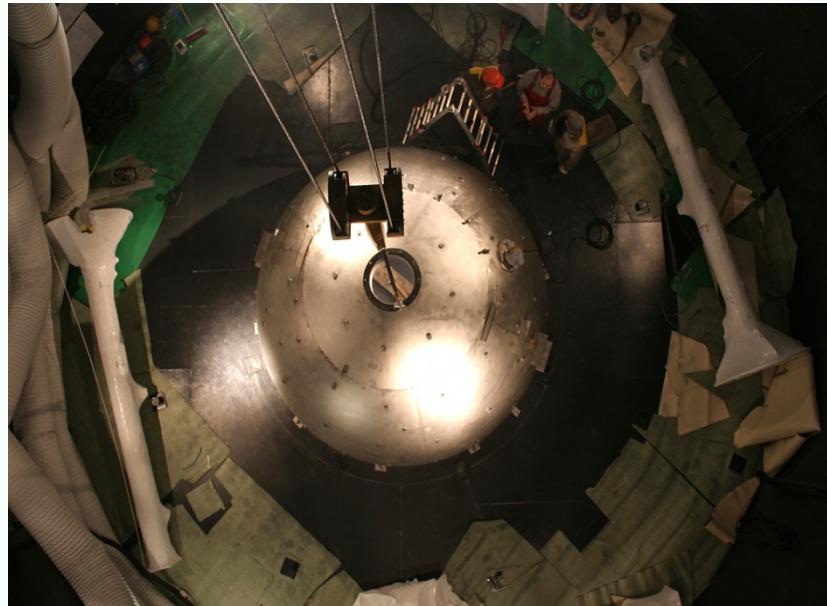
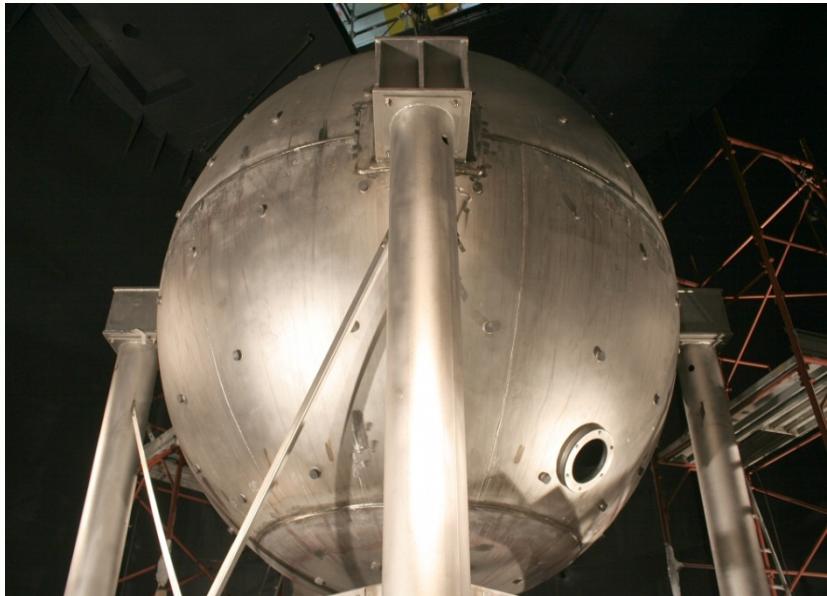
Dark Matter

Astronomical and Cosmological observations tell us that there must exist a form of still undetected matter that accounts for more than 80% of matter in the universe



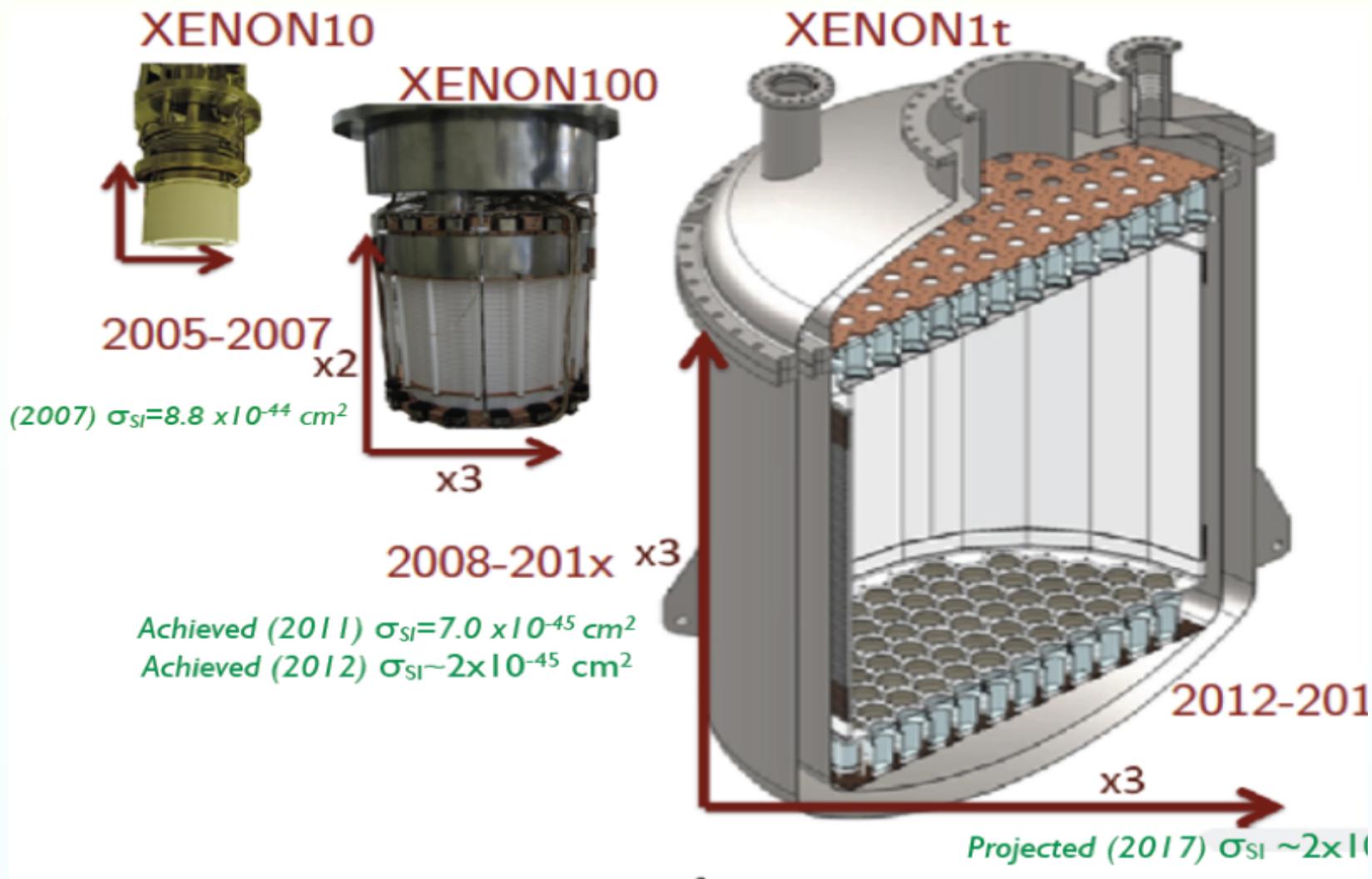
Dark Matter is 5 times more abundant than ordinary matter

DarkSide50 experiment



Liquid argon TPC for Dark Matter detection

Xenon family



Physics and Archaeology



~6 t di piombo romano utilizzate nella schermatura di Cuore

Piombo di 2000 anni, privo di ^{210}Pb , grazie ai Romani che hanno rimosso ^{238}U



Non solo esperimenti: attività di outreach

Laboratori Didattici



Visitare i LNGS



8000 visitatori/anno



"Anch'io scienziato"

Concorso riservato a studenti di tutte le età: vengono premiati i progetti migliori e quelli più originali (esperimenti, ricerche e realizzazioni).



Fisica, Astrofisica, Matematica, Corsi di inglese ...

Museo della Fisica e dell'Astrofisica - TERAMO



Conferenze
Eventi (Notte dei Ricercatori, Notte Bianca, etc) Visite



NOTTE EUROPEA DEI RICERCATORI
27 SETTEMBRE 2013



[WANTED]

I ricercatori sono tra noi,
vieni a scovarli.



Laboratori Nazionali del Gran Sasso



PROGRAMMA

Ore 17:00 - "Il paesaggio geologico abruzzese da 200 milioni di anni ad oggi!"
Prof. E. Miccadei - Università di Chieti

Storia geologica del nostro territorio: passando da barriere coralline a magiche valli, nascendo con ammoniti e scappando da coccodrilli ed elefanti

Ore 18:00 - "Gli aggettivi del cosmo"

Prof. M. Capaccioli - Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Napoli)

Alla scoperta della molteplicità con cui l'Universo si presenta a noi, immenso eppur finito, antichissimo e forse eterno, misterioso, violento e sempre incredibilmente affascinante

Ore 19:00 - "Su Galileo" - Spettacolo scientifico

Le Nuvole - Teatro stabile d'innovazione - Città della Scienza - Napoli

Un araldo-menestrello d'epoca galileiana parlando dell'Uomo, attraverso storie e curiosità, stati d'animo e intuizioni, ci farà conoscere lo Scienziato e ci farà riflettere sulle principali scoperte di Galileo e sulle loro implicazioni future

Ore 20:45 - "Noi... figli delle stelle"

Prof. S. Cassisi - Osservatorio Astronomico di Teramo

Vedremo come funzionano le stelle, quale sia il loro destino e il ruolo fondamentale che esse rivestono per l'evoluzione dell'Universo e per la possibile esistenza di forme di vita

Ore 21:30 - "Vedere l'invisibile: l'Universo Dark"

Prof. O. Straniero - Osservatorio Astronomico di Teramo

Un'indagine su ciò che sfugge alla vista, l'infinitamente piccolo che può essere "catturato" con gli occhi della curiosità scientifica e da cui possiamo provare a capire il passato, il presente e il futuro

INGRESSO LIBERO

PARCO DELLA SCIENZA

Via A. De Benedictis - Teramo

Durante la serata è previsto un punto di ristoro



Patrocinato da

