

Status Report degli Esperimenti di Gruppo 2



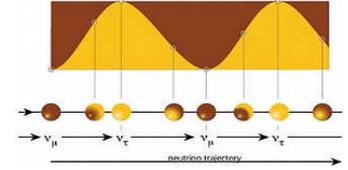
Gian Luca Raselli
INFN Pavia

CS
13-06-2013

Attività: 6 settori di ricerca

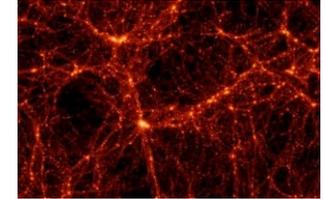
Linea 1: Fisica del neutrino.

Oscillazioni di neutrino.



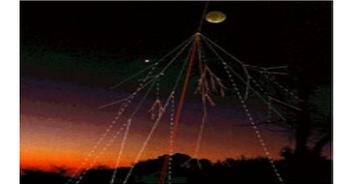
Linea 2: Misure di processi rari.

Materia oscura, decadimento doppio beta.



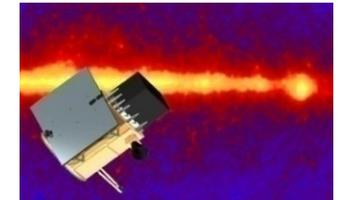
Linea 3: Studio della radiazione cosmica a terra.

Raggi cosmici, raggi gamma, neutrini cosmici.

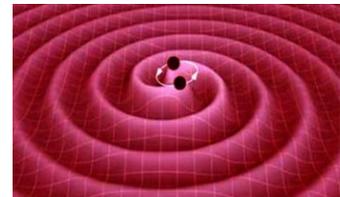


Linea 4: Studio della radiazione cosmica nello spazio.

Sorgenti puntiformi, raggi gamma, antimateria.



Linea 5: Ricerca di onde gravitazionali.



Linea 6: Fisica generale.

Misure di g , effetti relativistici, proprietà quantistiche del vuoto.



Risorse 2013

Distribuzione dei ricercatori e delle risorse per linea di ricerca.

Linea	N. Esp.	Budget 2013 k€
1-Fisica del neutrino. BOREX ICARUS NESSIE OPERA T2K	5	27.5%
2-Misure di processi rari. CUORE DAMA DARKSIDE GERDA LUCIFER MARE XENON	7	24.5%
3-Studio della radiazione cosmica a terra. ARGO AUGER CTA KM3 LAWCA LVD MAGIC	7	17.5%
4-Studio della radiazione cosmica nello spazio. AMS2 FERMI GAMMA400 JEM-EUSO WIZARD	5	14.6%
5-Ricerca di onde gravitazionali. AURIGA LISA-PF RARENOISE ROG VIRGO	5	12.2%
6-Fisica generale. G-GRANSASSO GGG HUMOR LARASE MAGIA MICRA MIR MOONLIGHT2 PVLAS	9	3.7%
	38	11394
		560
		860
		29

Gruppo 2 a Pavia

Distribuzione dei ricercatori e delle risorse per linea di ricerca.

Linea	N. Esp.	FTE/Pers.
1-Fisica del neutrino. P. Benetti, F. Boffelli, E. Calligarich, C. De Vecchi, R. Dolfini, A. Menegolli, C. Montanari, A. Piazzoli, G.L. Raselli, A. Rappoldi, M. Rossella, M. Torti, A. Zani.	ICARUS	5 / 10
2-Misure di processi rari.	(WARP)	-
3-Studio della radiazione cosmica a terra. I. Bolognino, E. Giroletti, P. Salvini	ARGO	1.8 / 3
4-Studio della radiazione cosmica nello spazio. P.W. Cattaneo, A. Rappoldi M. Roncadelli	GAMMA400 (AGILE) CTA	0.8 / 2 - -
5-Ricerca di onde gravitazionali.	-	-
6-Fisica generale. A. Agnesi, L. Carrà, F. Pirzio, R. Giancarlo, A. Tomaselli	MIR	2.8 / 4
Totale	4 finanziati 2 chiusi 1 potenziale	10.4 / 18

ARGO-YBJ

**Partecipanti pavesi :
E.Giroletti - P.Salvini -
(I.Bolognino dottorata 14/02/13)**



ARGO-YBJ experiment

An unconventional EAS-array (~6700 m² covered by RPCs) exploiting the full coverage approach at very high altitude, with the aim of studying

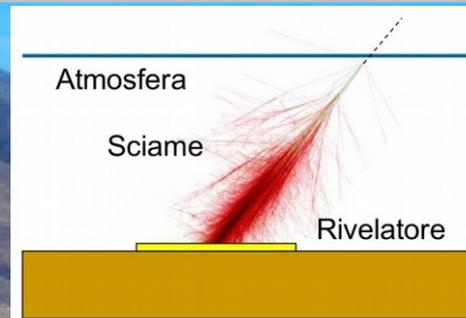
- ✓ VHE γ -Ray Astronomy
- ✓ Gamma Ray Burst Physics
- ✓ Cosmic Ray Physics

L'esperimento è stato spento il 7 Febbraio 2013. Upgrade LAWCA.
(Pavia non parteciperà)

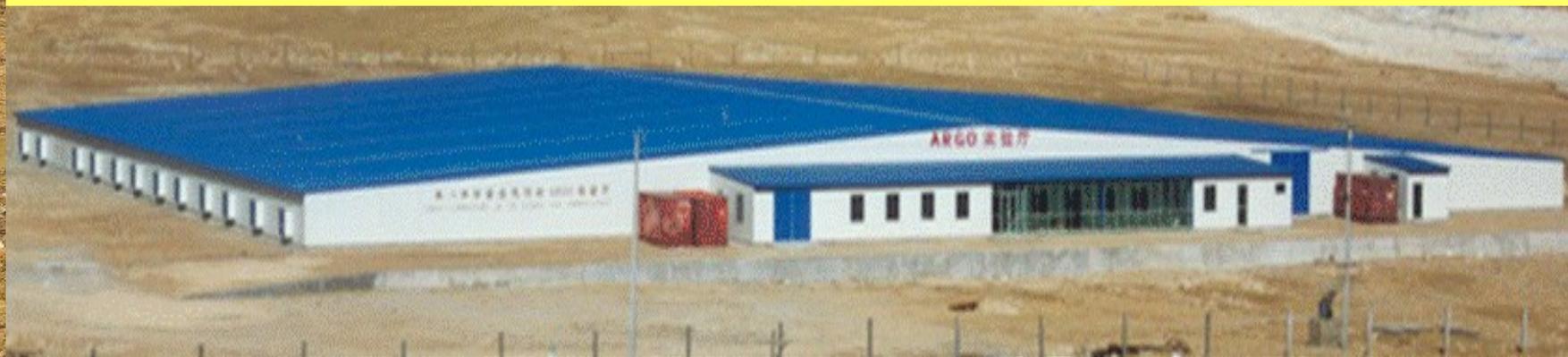
Longitude 90° 31' 50" East
Latitude 30° 06' 38" North

90 Km North from Lhasa (Tibet)

4300 m above the sea level



High Altitude Cosmic Ray Observatory @ YangBajing



Argo-YBJ papers in 2012/2013

- **Observation of the TeV gamma-ray from the unidentified source HESS J1841-055 with the ARGO-YBJ experiment** Astrophysical Journal 767 (2013) 99.
- **Observation of the TeV gamma-ray source MGRO J1908+06 with ARGO-YBJ** Astrophysical Journal 760 (2012) 110.
- **Long-term monitoring of Mrk 501 for its very high energy gamma emission and a flare in 2011 October** Astrophysical Journal 758 (2012) 2.
- **Light-component spectrum of the primary cosmic rays in the multi-TeV region measured by the ARGO-YBJ experiment.** Physical Review D 85, 092005 (2012)
- **Calibration of the RPC charge readout in the ARGO-YBJ experiment.** Nucl. Instr. Meth. A 661 (2012) S56.
- **Highlights from the ARGO-YBJ experiment.** Nucl. Instr. Meth. A 661 (2012) S50
- **Measurement of the cosmic ray antiproton/proton flux ratio at TeV energies with the ARGO-YBJ detector.** Physical Review D 85, 022002 (2012).
- **Observation of TeV Gamma Rays from the Cygnus region with the ARGO-YBJ experiment.** Astrophysical Journal Letters 745 (2012) L22.

Attività pavesi

- **Articolo sulla dipendenza dei conteggi di singola particella dalla concentrazione di radon in aria (già approvato dall'E.B. dell'esperimento e inviato ad Astroparticle Physics)**

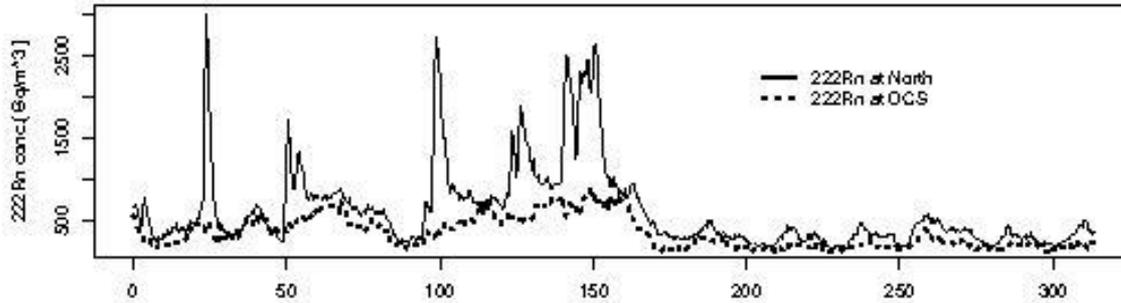
L'esperimento raggiunge la sua soglia più bassa, intorno a pochi GeV di energia del primario, misurando la rate di conteggi per ≥ 1 , ≥ 2 , ≥ 3 , ≥ 4 su ciascuna unità di 43m^2 .

Non viene ricostruita la direzione di arrivo dello sciame ma una variazione fuori statistica dei conteggi può venir collegata ad una emissione transiente il cui spettro è apprezzabile usando la risposta sui quattro diversi scalers.

Lo scaler di molteplicità più bassa (singola) è influenzato dal radon presente in aria con variazioni di qualche percento apprezzabili dopo l'attenta correzione di questo scaler per pressione e temperatura.

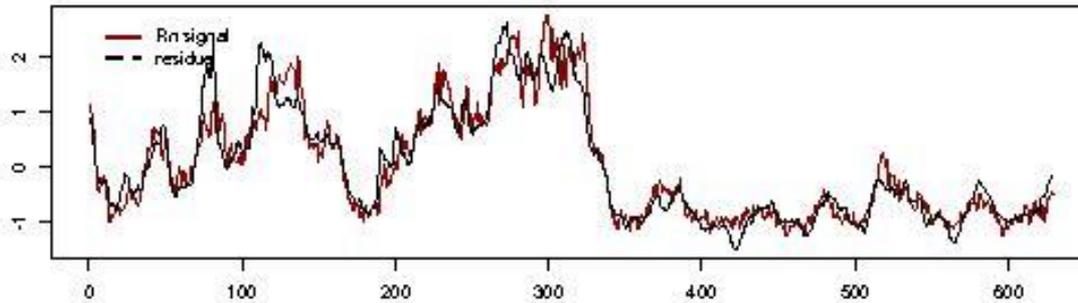
Attività pavesi (radon&C>=1)

YBJ-100602-cmp - yt(t) = 222-Radon in air at NORTH + RnDcs



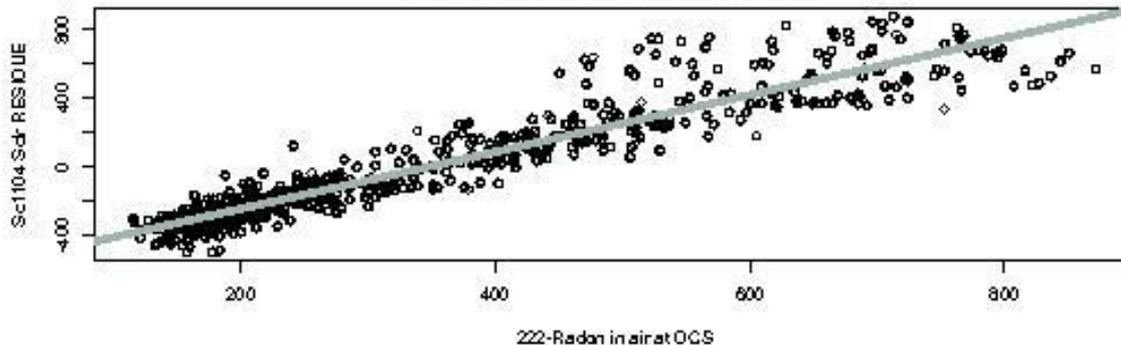
time (hours), period 2010 june, from 2nd to 19h

YBJ-100602-cmp - regr.da= 1 a= 629



Fit(Sct104) = (105872 - 114.16*P + 63.77*gT)

Rn signal vs Sclr residue - c. reg = 0.944



Radon concentration Carpet North (solid line) and Center (dashed) vs. time

Residual of counting variations after pressure and temperature correction superimposed to radon (carpet center) behaviour vs. time

Radon (carpet center) vs. Residual (after P,T corr.)

Corr.Coeff.0.94

Attività pavesi

- **Studio di TGE (Thunderstorm Ground Enhancements)**

Tesi di dottorato I.Bolognino, accettato contributo all'ICRC 2013, presentato un primo draft all'EB di esperimento su futuro articolo

MOTIVAZIONE :

Durante un temporale il campo elettrico atmosferico può variare di quantità notevoli (possibili variazioni di 100kV/m) accelerando così i secondari degli sciami dovuti ai raggi cosmici.

Si ipotizza che la formazione del fulmine sia permessa proprio dalla presenza dei cosmici accelerati che funzionano come «innesco» per la scarica («runaway breakdown») anche laddove la variazione locale di campo elettrico non raggiunge il valore necessario per il convenzionale breakdown della materia.

Lo studio della variazione della cascata di secondari può far luce sui meccanismi di breakdown.

Attività pavesi

- **Studio di TGE (Thunderstorm Ground Enhancements)**

RISULTATI:

L'esperimento ha installato due misuratori di campo elettrico Boltek FM100 , un rivelatore di fulmini (emissioni radio con cui si individua la direzionalità del temporale) ed un pluviometro

Si osservano aumenti nei conteggi di scaler per le due molteplicità più basse e diminuzioni per le due molteplicità più alte in modo proporzionale all'intensità della variazione del campo elettrico atmosferico misurato al suolo.

Si osservano modifiche nel profilo spazio-temporale dello sciame osservando gli eventi di shower.

I conteggi, corretti per temperatura, pressione e concentrazione di radon , non dipendono dalla presenza o meno di pioggia (precedenti risultati di EAS-TOP correlavano alla pioggia).

Attività pavesi

• Studio di TGE (Thunderstorm Ground Enhancements)

«Evento tipico»: Luglio 2012

Variazione campo elettrico



Variazioni % scaler ≥ 1



Variazioni % scaler ≥ 2



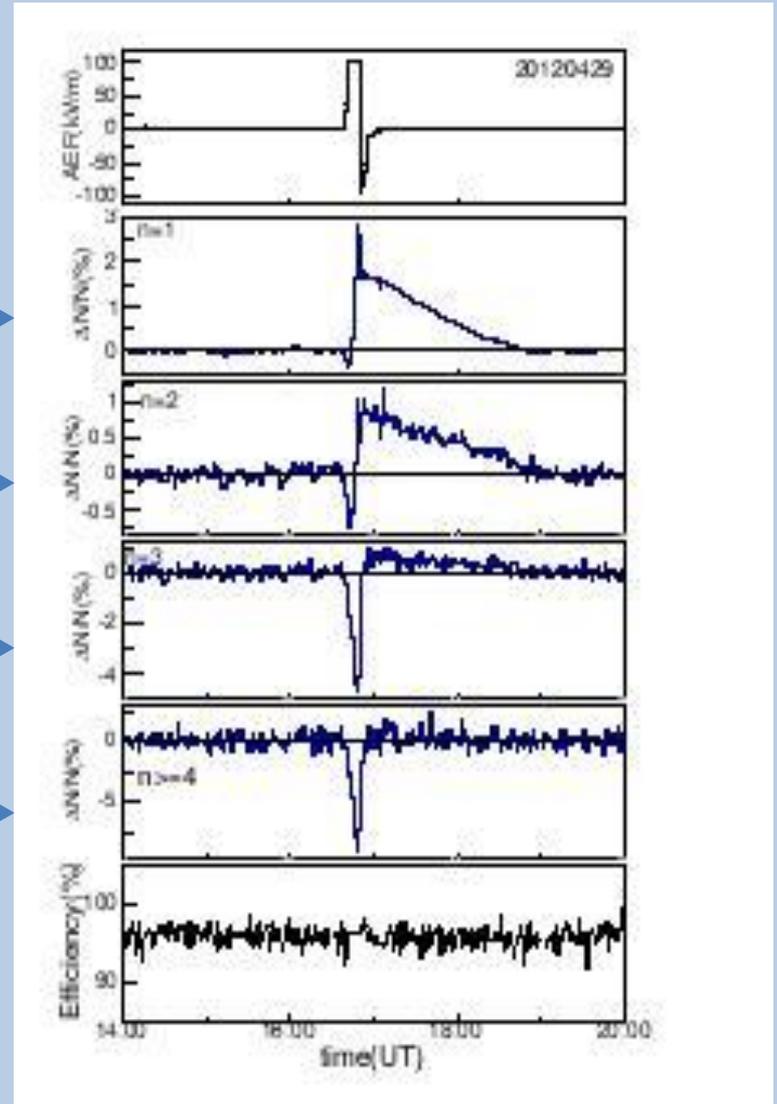
Variazioni % scaler ≥ 3



Variazioni % scaler ≥ 4



Efficienza (da multilayer-telescope)



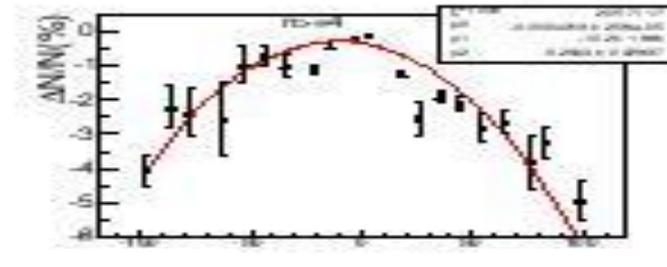
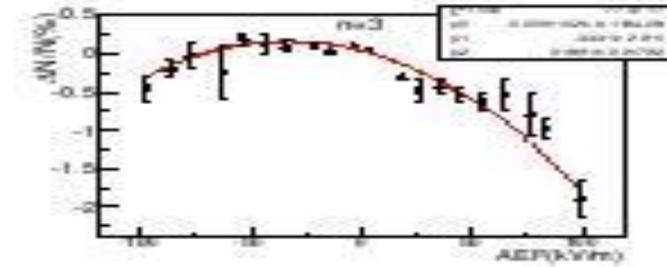
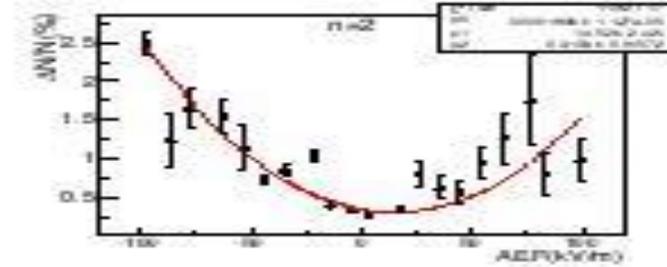
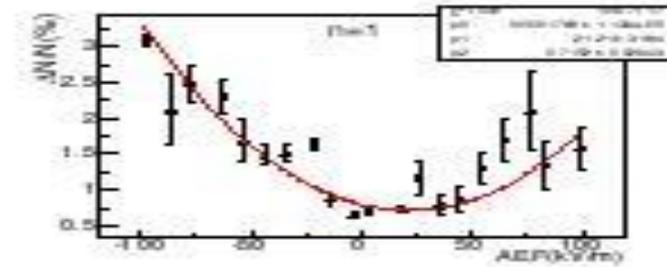
Attività pavesi

- Studio di TGE (Thunderstorm Ground Enhancements)

Su 24 temporali osservati nel 2012:

Variazione percentuale dei quattro scalers in funzione della variazione di campo elettrico.

Si osserva una correlazione positiva per i contatori ≥ 1 e ≥ 2 ed una negativa per le due molteplicità più alte



-100kV/m

+100kV/m

Attività pavesi

- Continua attività di mantenimento del software di ricostruzione, anche in vista di possibili ri-analisi
- Futuro: conclusione lavoro sui fulmini coinvolgendo maggiormente l'analisi sui dati di shower e possibile ri-analisi di alcuni eventi di flare solari applicando le nuove formule di correzione ai dati di scaler

AGILE Results

P.W. Cattaneo, A. Rappoldi

CS Pavia

13/14 Giugno 2013

Previsioni di vita di AGILE

La sigla INFN è stata chiusa nel 2012.

L'esperimento continua sia come presa dati che come analisi.

Il costo dell'esperimento a carico dell'ASI e' nel contratto di acquisizione dati con Telespazio.

Dal punto di vista tecnico AGILE puo' funzionare almeno ancora 3-4 anni (>2015).

Il finanziamento è garantito fino alla fine dell'estate, poi si vedrà.

Attività 2011-2012

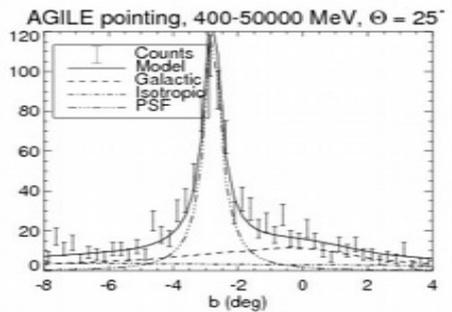
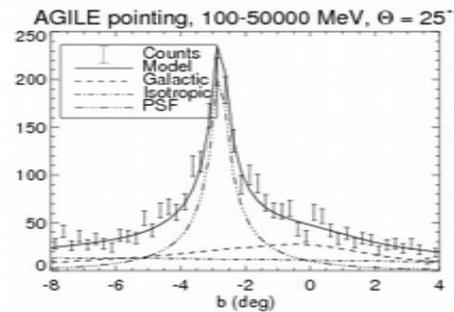
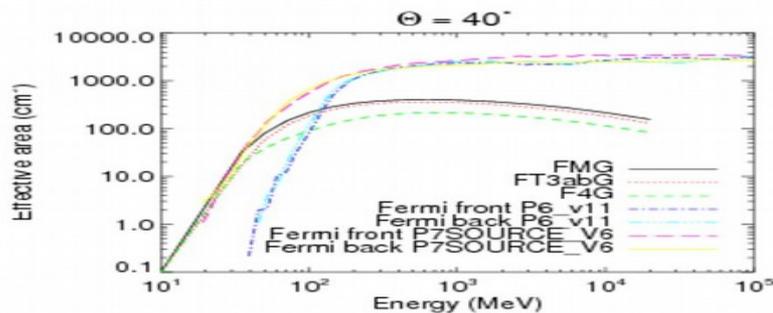
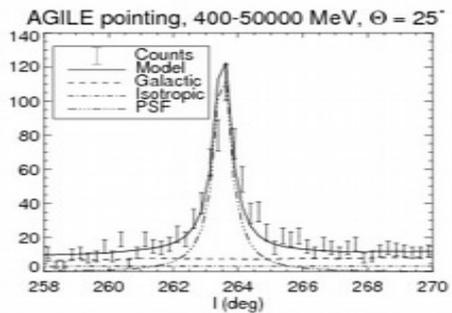
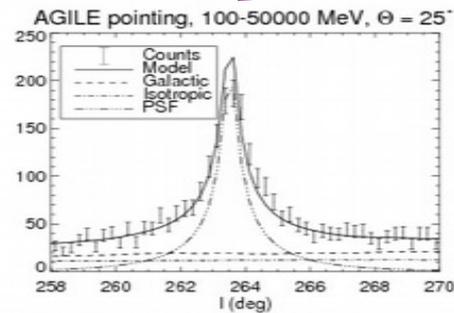
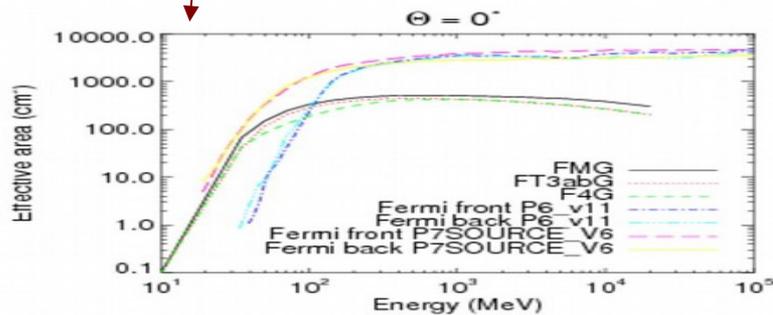
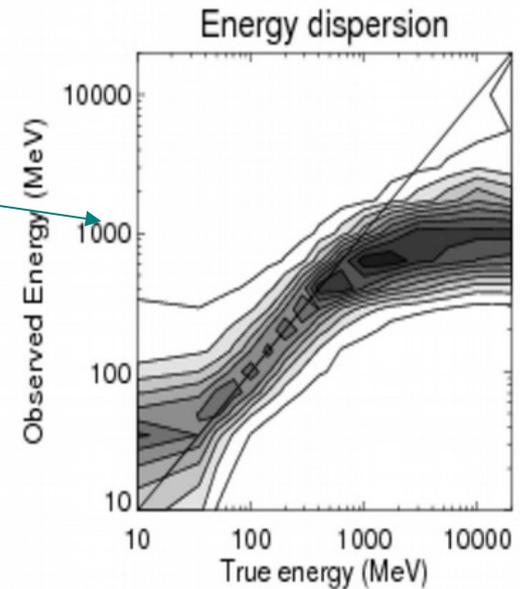
- **Calibrazioni**
- **Cygnus X-1**
- **TGF**
- **Catalogo GRB**
- **Aggiornamento catalogo sorgenti**

Calibrazioni in volo

Analisi dei dati in volo per estrarre
Funzione di risoluzione in energia

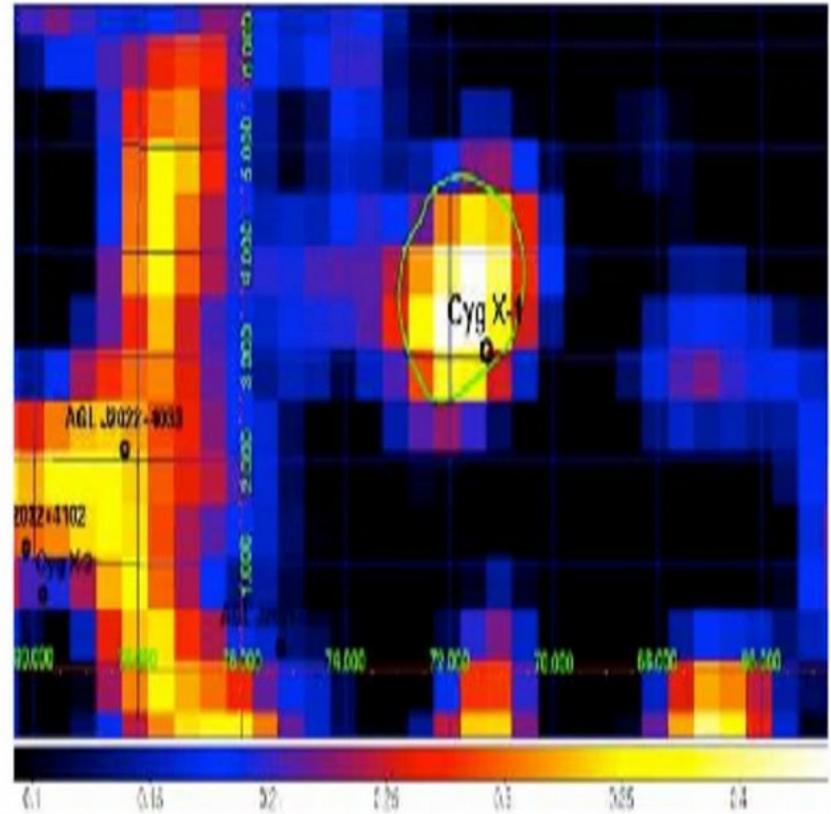
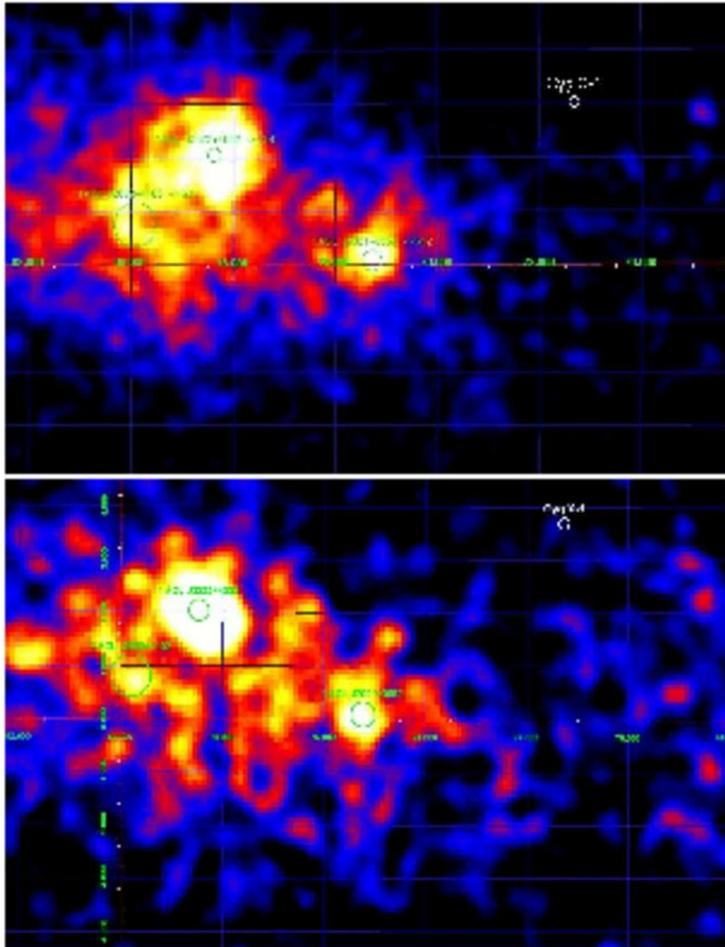
PSF

Area Efficace



Cygnus X-1

- Black hole binary system
- Correlation between high energy γ -ray and X-ray emission



TGF (Terrestrial Gamma Flash)

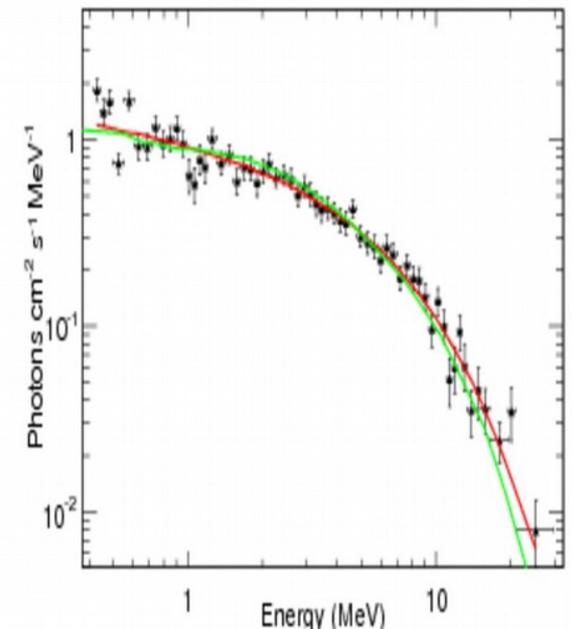
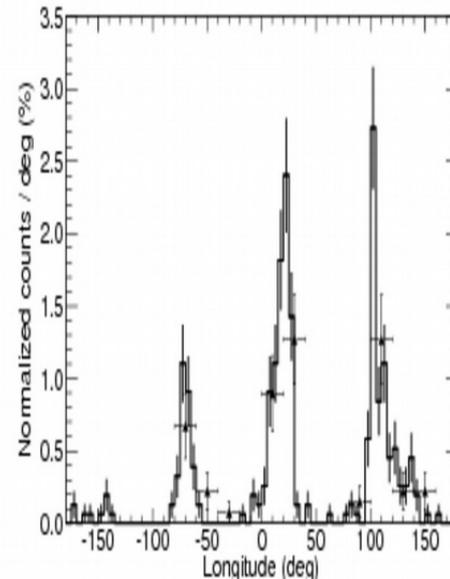
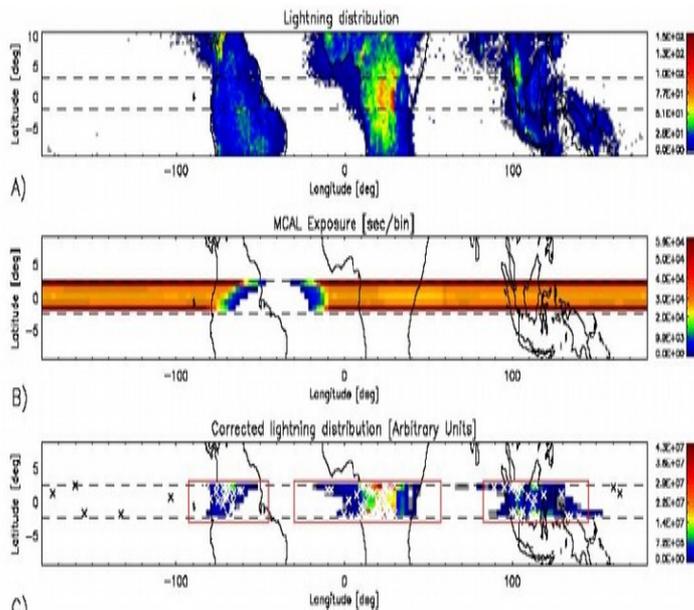
308 TGF studiati

Paragone con campioni da altri satelliti

Correlazioni con fulmini misurati da satellite

I° catalogo TGF di **AGILE**

(da marzo 2009 a luglio 2012):



GRB (Gamma Ray Burst)

Catalogo di 95 GRB rivelati da MCAL (1/week) con $E = 0.3 - 100$ MeV nel periodo Febbraio 2008 al Ottobre 2009 : misura della curva temporale e dello spettro

M. Galli et al.: AGILE mini-calorim

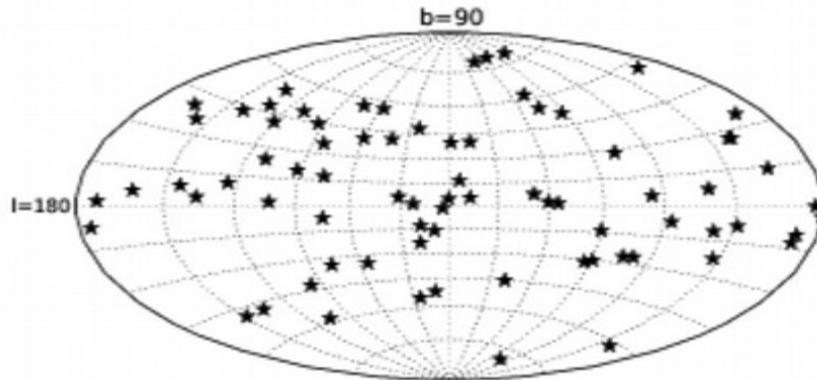
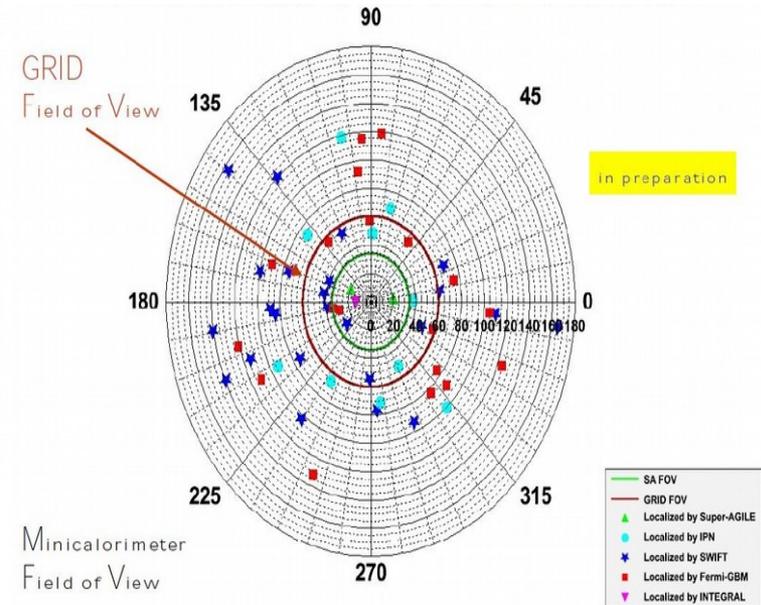


Fig. 1. Sky distribution of MCAL GRBs in galactic coordinates. The Galactic center is at the center of the figure.

Il mini-calorimetro (MCAL) ha una copertura di 4π sr, mentre il tracciatore (GRID) ha un FOV di circa 1π sr



Articoli 2012-2013

- L. Pacciani et al., MNRAS 425 (3) (2012) 2015
- P.W. Cattaneo et al., NIMA 674 (2012) 55
- G. Piano et al., A&A 545 (2012) A110
- F. Longo et al., A&A 547 (2012) A95
- A. Chen et al., Proceedings of SPIE 8443E (2012)
- P.W. Cattaneo et al., Proceedings of SPIE 8443D (2012)
- S. Sabatini et al., APJ 766 (2013) 83
- M. Galli et al., A&A 553 (2013) A33
- P.W. Cattaneo , Proceedings of SCINEGHE, to be published in Nucl. Phys. B Proc. Suppl. (2013)
- A. Chen et al., to be published in A&A (2013)
- M. Marisaldi et al., to be published in A&A (2013)
- F. Verrecchia et al., to be published in A&A (2013)
- Premio Bruno Rossi 2012 per la scoperta di transienti gamma nella Nebulosa del Granchio

Prospettive 2013

- **Articolo calibrazioni a terra (Pavia)**
- **GRBs**
- **TGFs**
- **Multiwavelength analysis**
- **Controparti TeV (Pavia)**
- **Fisica fondamentale (Pavia)**

Gamma-400

Consiglio di Sezione

P.W. Cattaneo, A. Rappoldi

Gamma-400: the collaboration in 2013

Russian

Lebedev Institut Main collaborator
National Research Nuclear University
detectors
Ioffe Physical Institute
Konus FG burst monitor
IHEP
Calorimeters, scintillators
Space Research Institute
Star sensor
NIEM
Design, temperature control system
NIISI RAS
Electronics
TsNIIMash
Space qualification

Others

INFN Strip detector
INFN Calorimeter
KTH (Sweden)
AntiCoincidence
Taras Schevchenko University
Main Ukrainian collaborator
Crao (Ukraine)
Ground observatory
IKI (Ukraine)
Magnetometer
ISM (Ukraine)
Scintillator

Gamma-400: the Italian collaboration 2013

INFN Trieste Strip detectors

INFN and University of Florence Calorimeter

INFN Pavia Calibrations

INFN and University of Roma Tor Vergata ??

INFN Pisa and University of Siena Silicon pads

Gamma-400

Approved by ROSCOSMOS

Originally devoted to study of: γ rays (30 GeV–1 TeV)
& high-energy electrons and positrons.

Availability for a revision of the project that does not
alter the original objectives

- The characteristics of the satellite:
 - scientific payload 2600 kg,
 - power budget 2 kW,
 - expected lifetime > 5 years

provide excellent opportunities to configure the apparatus for
**extremely important physics tasks, beyond the current
generation of space missions.**

The Italian contribution to the project would concentrate on:
Study of p and He spectra close to the “knee” region (0.1–1PeV)
Extension of the gamma capability in the 30–300 MeV region

Gamma-400: a unique instrument

Combine for the first time photon and particle (electrons and nuclei) detection in a unique way

**Excellent Silicon Tracker (30 MeV – 1 TeV),
breakthrough angular resolution 4-5 times better than
Fermi-LAT at 1 GeV**

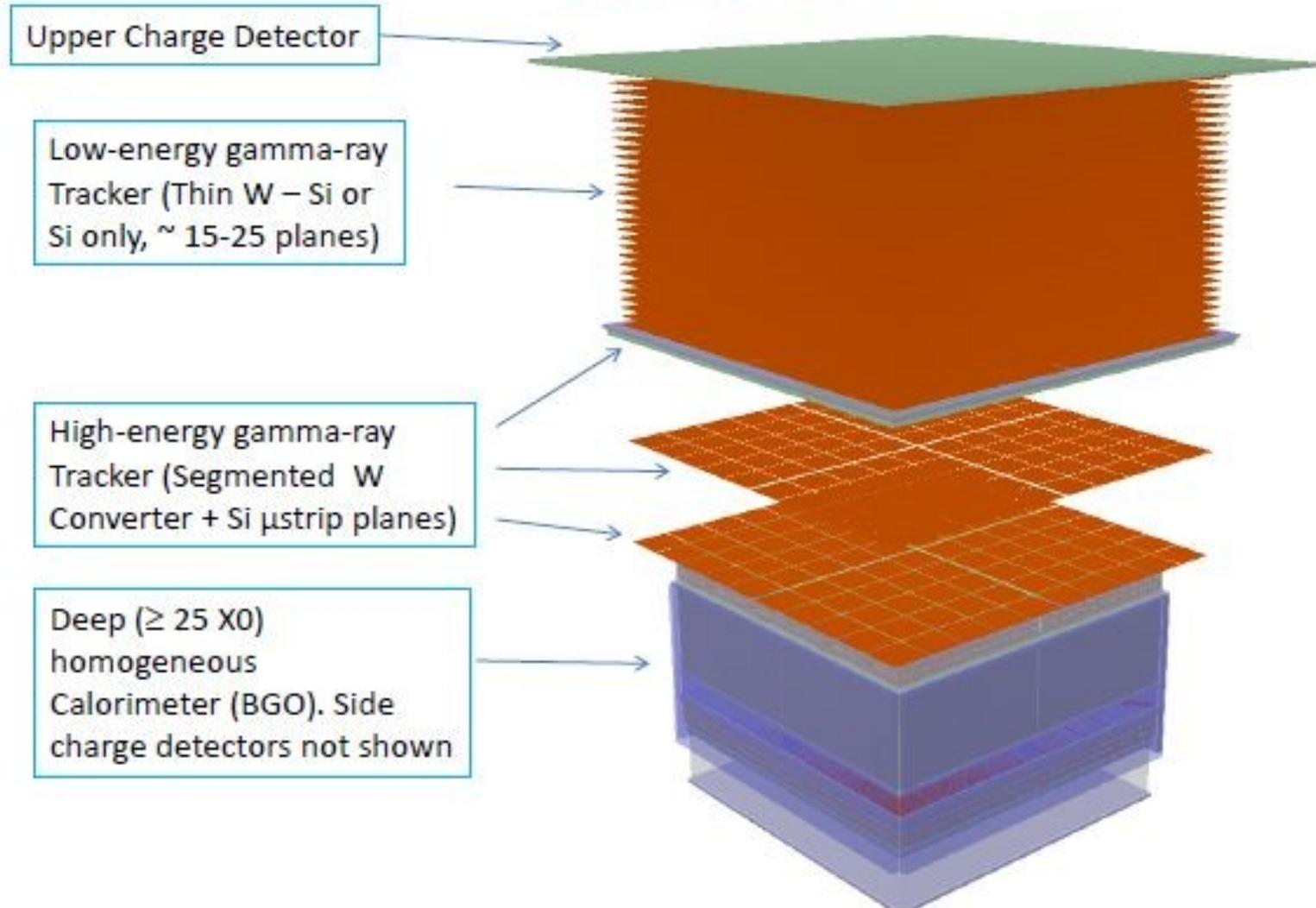
**improved sensitivity compared with Fermi-LAT by a
factor of 5-10 in the range 30 MeV–10 GeV**

**Heavy Calorimeter (40 X0), homogeneous and
isotropic, with optimal energy resolution and
particle discrimination**

Electron/positron detection up to TeV energies

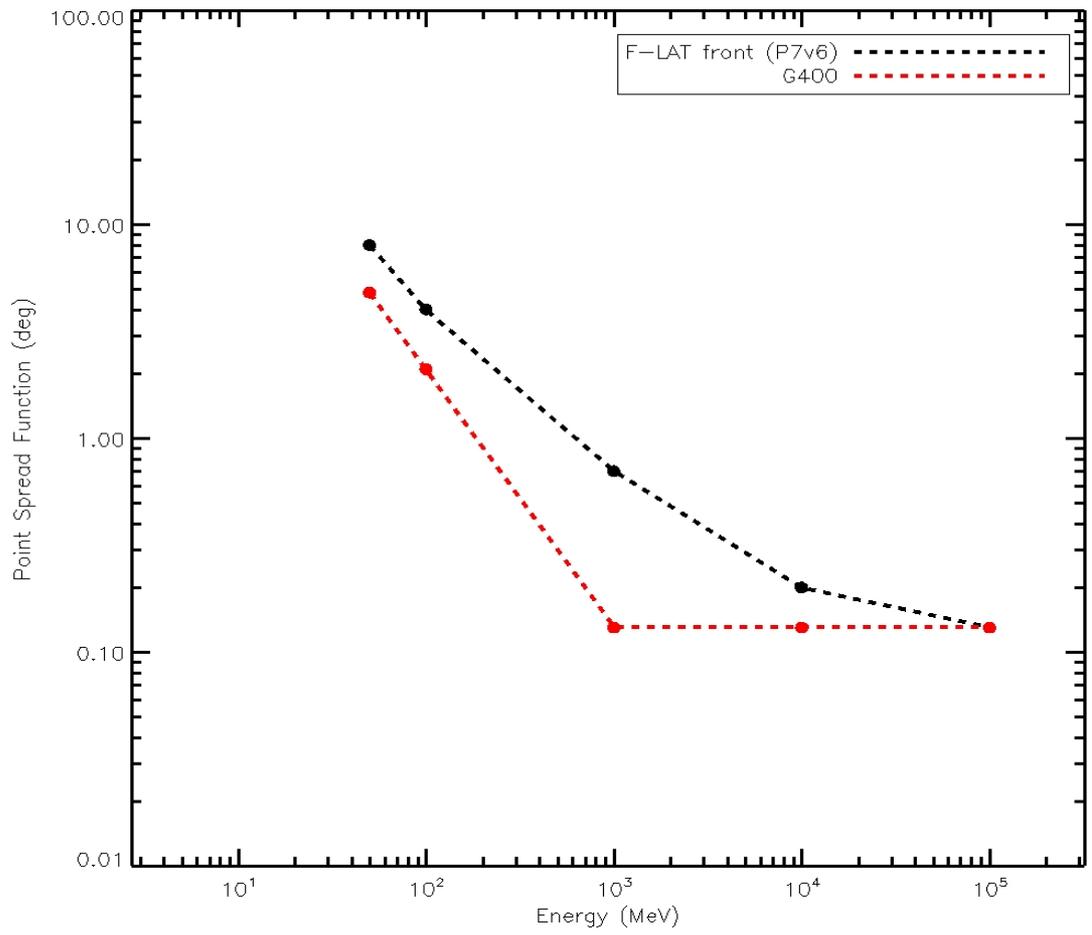
Nuclei detection up to 1 PeV energy

Gamma-400



apparatus versions used in one of the preliminary simulations.

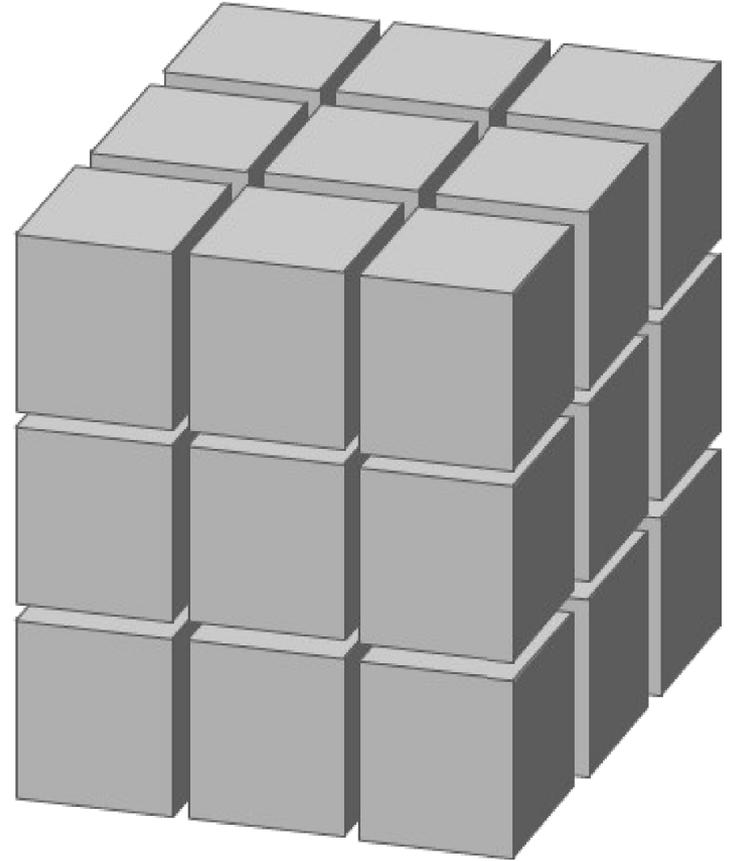
Gamma-400 set-up: 25 planes, 0.03 X0 W, 2.8 cm spacing, Si pitch 120 micron, analog (alternate) readout, Kalman reconstruction, assumed bkg rejection eff. 10⁻⁴.



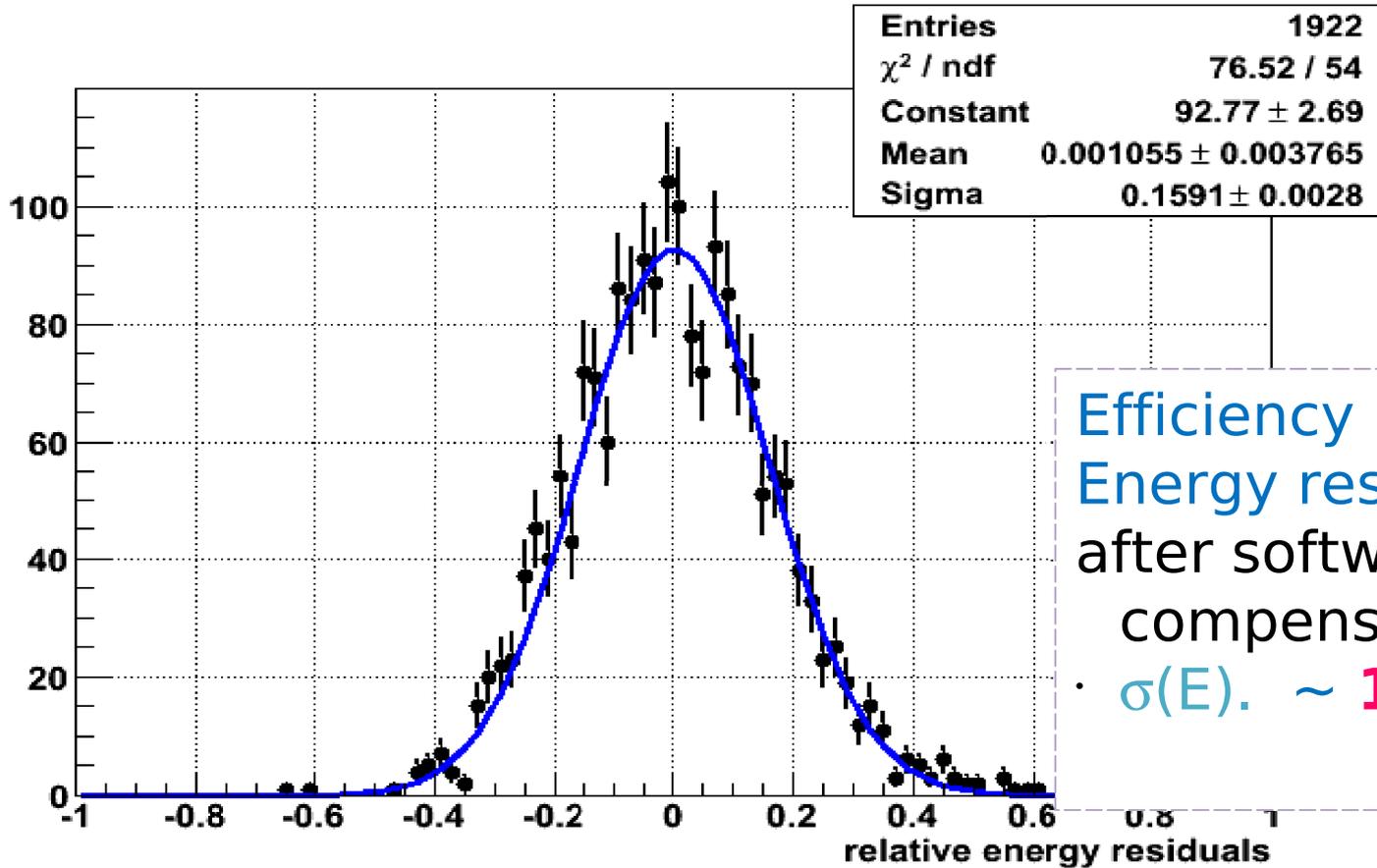
Gamma-400 vs. Fermi PSF (68% containment radius) (Fermi: 0°; G-400:30°)

Calorimeter

- Scientific requirements:
 - **Homogeneous** and **isotropic** design
 - Highly **segmented** in **3 dimensions**
- Several configurations have been simulated, both with BGO and CsI(Tl) crystals.
Selected configuration:
 - **Cubic crystals of CsI(Tl)**



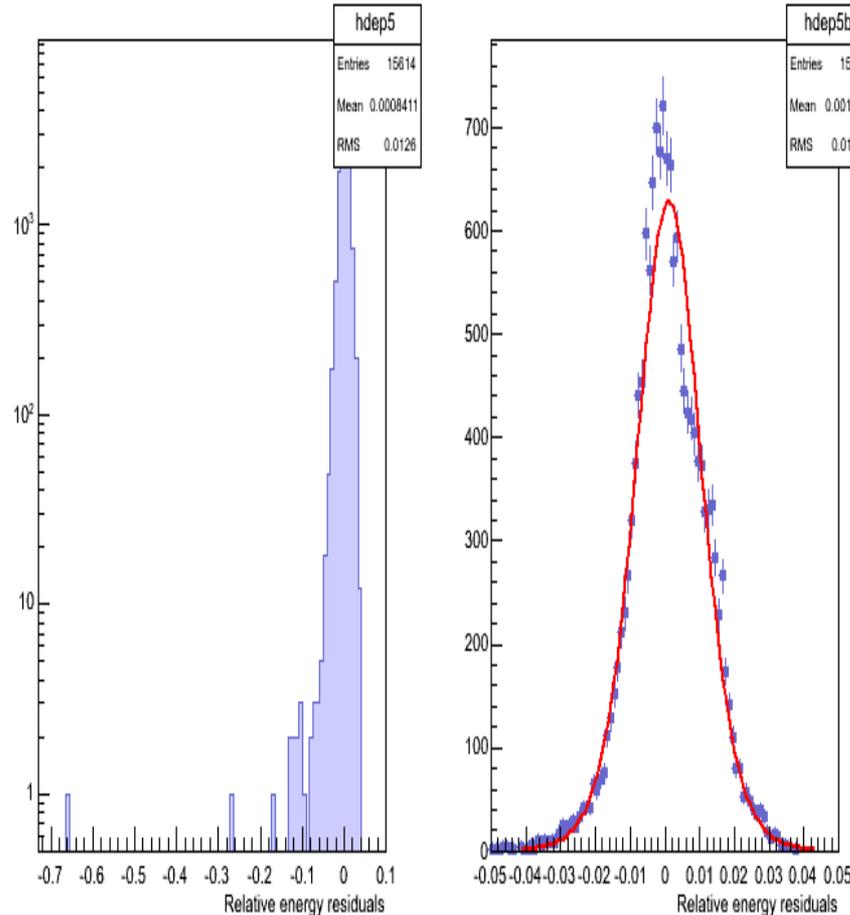
Calorimeter resolution: Protons (1 TeV)



Efficiency \sim **44%**
Energy resolution
after software
compensation:
 $\sigma(E)$ \sim **16%**

Calorimeter resolution: photons (100GeV)

Gamma rays traversing the top detectors (AC) and the top calorimeter surface, with contained shower maximum



Energy resolution:

- RMS ~ **1.26%**
- $\sigma(E)$ ~ **0.87%**

Calorimeter resolution: investigation

Using Double Readout techniques for improving resolution

Using DRS (Domino Ring Sampler) for studying time development of the signals

Pavia is being involved in these issues

Esperimento **MIR** (Pavia)

Gruppo II

Relazione Annuale Attività 2012/2013

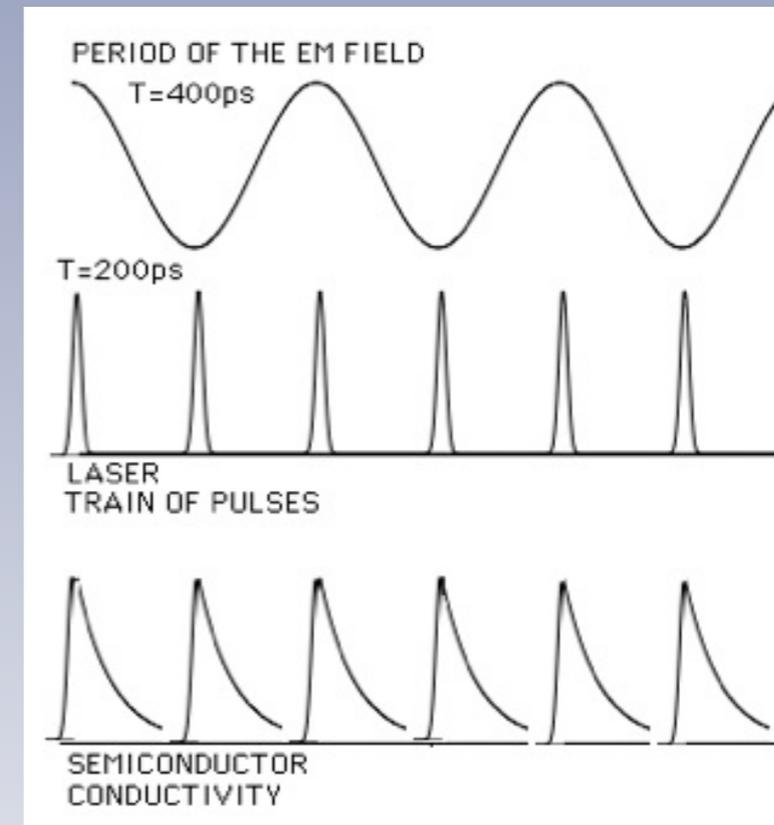
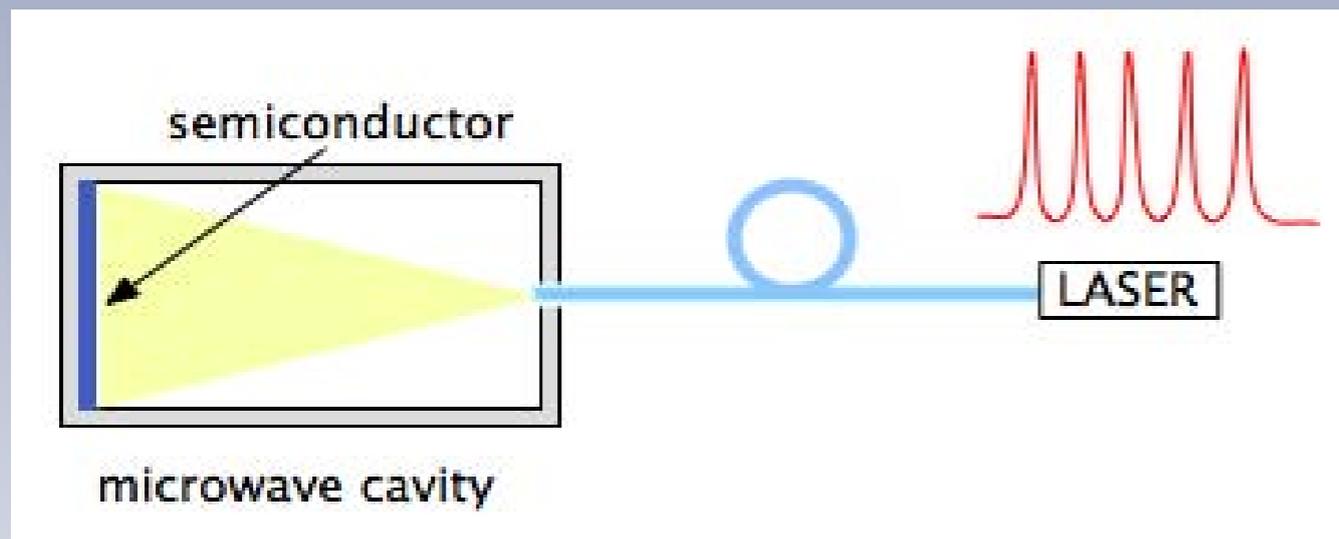
A. Agnesi, F. Pirzio, G. Reali, A. Tomaselli

Gruppi partecipanti

- INFN sezione di Padova - Lab. Nazionali di Legnaro
- INFN sezione di Pavia - Università degli studi di Pavia
- INFN sezione di Trieste
- INFN sezione di Roma - Università la Sapienza

Effetto Casimir Dinamico

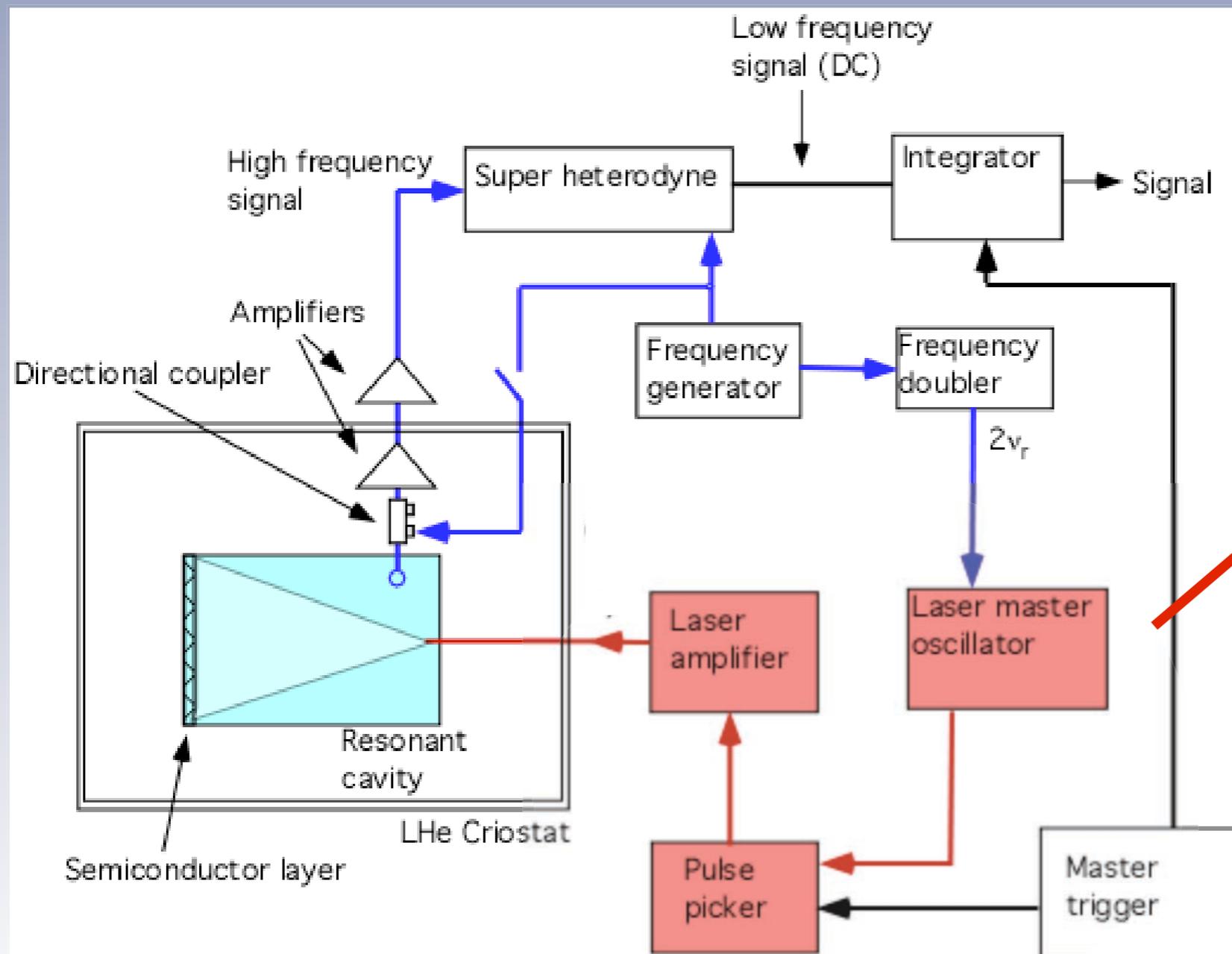
Idea alla base dell'esperimento:



Modulazione ottica della conducibilità di un semiconduttore inserito in una cavità risonante nelle microonde

Esperimento MIR

Schema di principio dell'apparato sperimentale

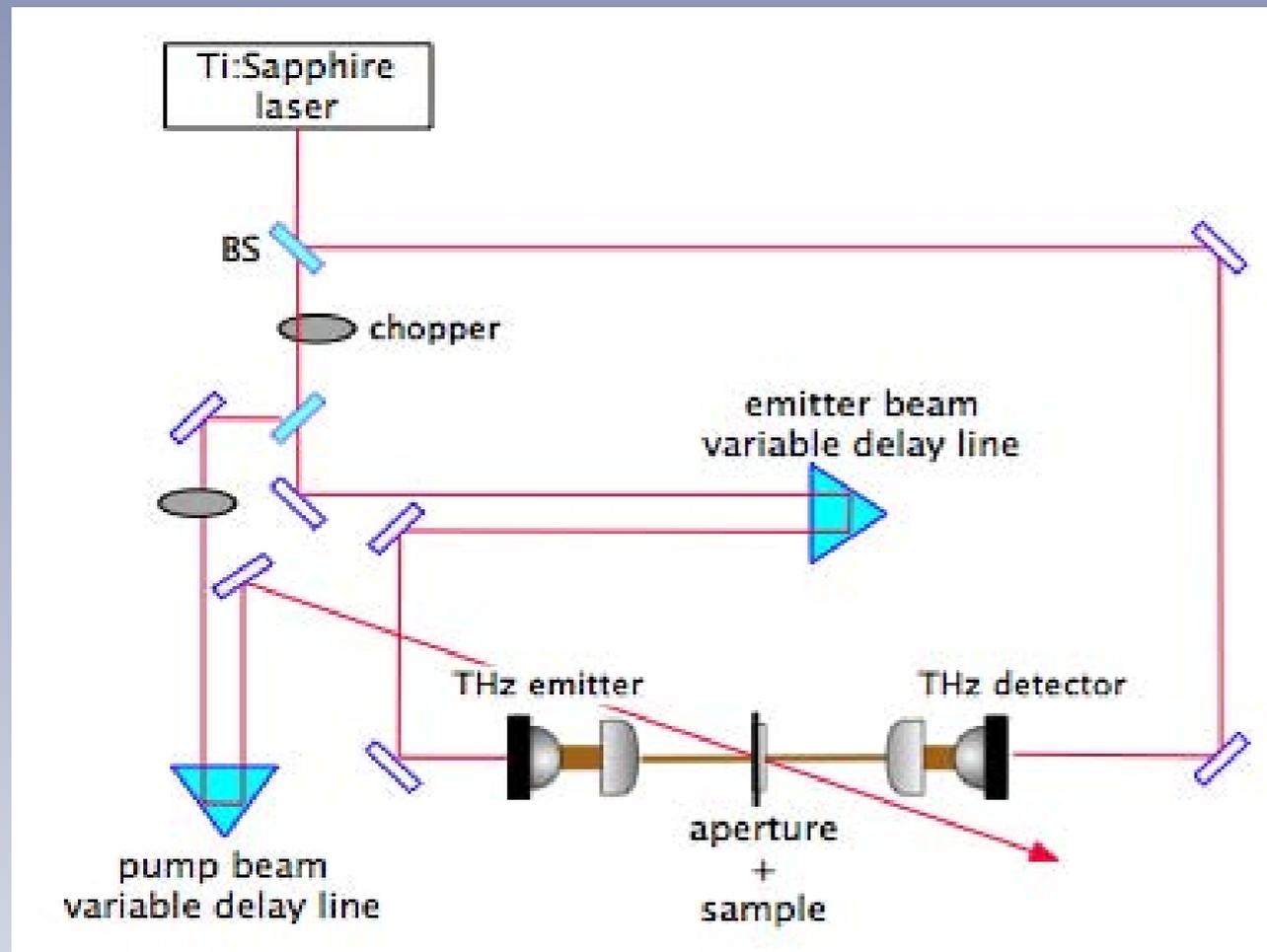


Apparato Laser
realizzato a Pavia
e installato a
Legnaro

Attività svolta

- L'esperimento è in fase di acquisizione dati: amplificazione parametrica NON ancora rilevata $\rightarrow G(\text{uadagno}) < P(\text{erdite})$
- Elemento critico nel determinare $G > P$ è il semiconduttore in cavità, che deve garantire contemporaneamente tempi di ricombinazione di pochi ps ed elevate mobilità ($\sim 1 \text{ m}^2(\text{Vs})^{-1}$)
- Parte rilevante dell'attività sperimentale è stata dedicata alla realizzazione di un nuovo apparato di caratterizzazione dei semiconduttori e alle relative misure
- L'apparato si basa su un setup di misura "pump and probe" con pompaggio ottico e rivelazione al THz

Caratterizzazione di GaAs al THz



- Stessa densità di portatori ($n \sim 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) che viene realizzata nella cavità di MIR
- Le misure vengono eseguite a diverse temperature tra 10 K e 300 K

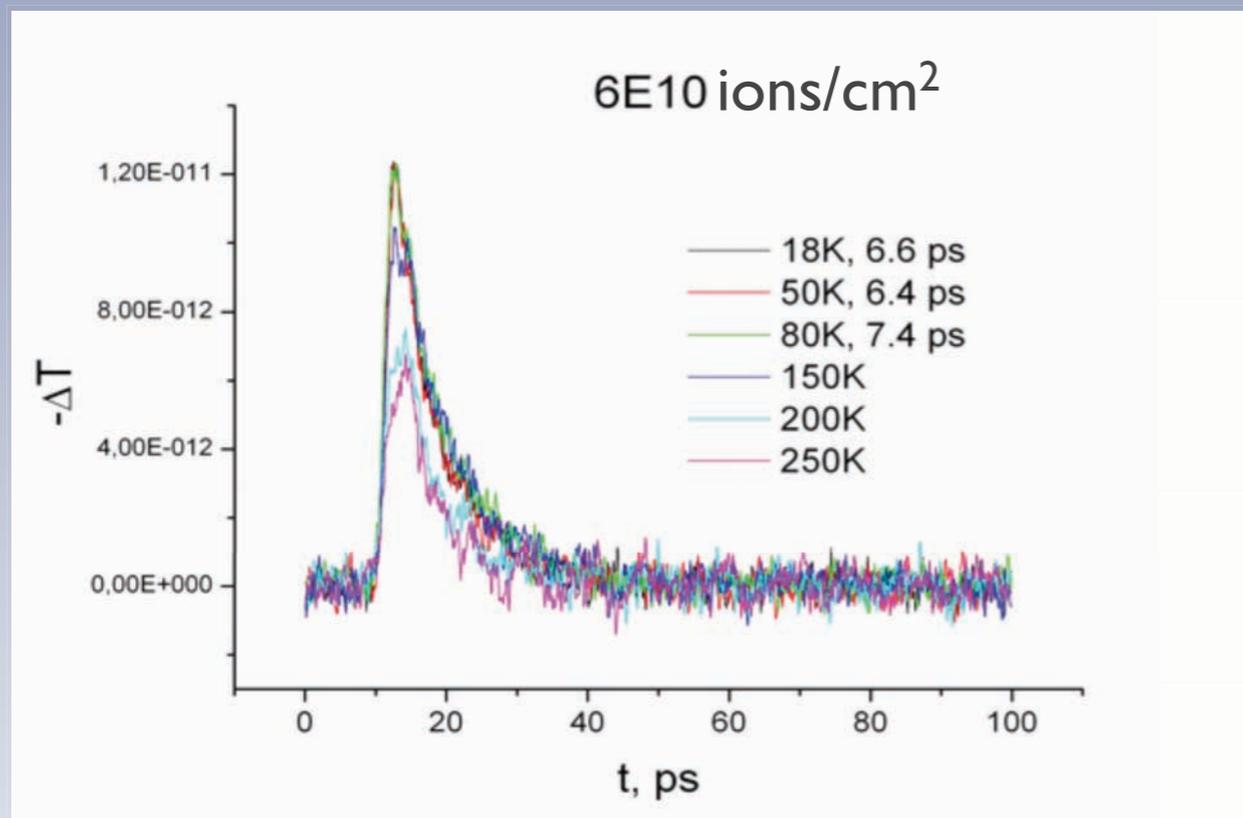
Sono stati caratterizzati campioni di GaAs sottoposti a differenti tipi di irraggiamento:

- Irraggiamento con neutroni termici
- Irraggiamento con ioni (Au, Br)
- Irraggiamento con protoni (1-5 MeV)

Risultati sperimentali

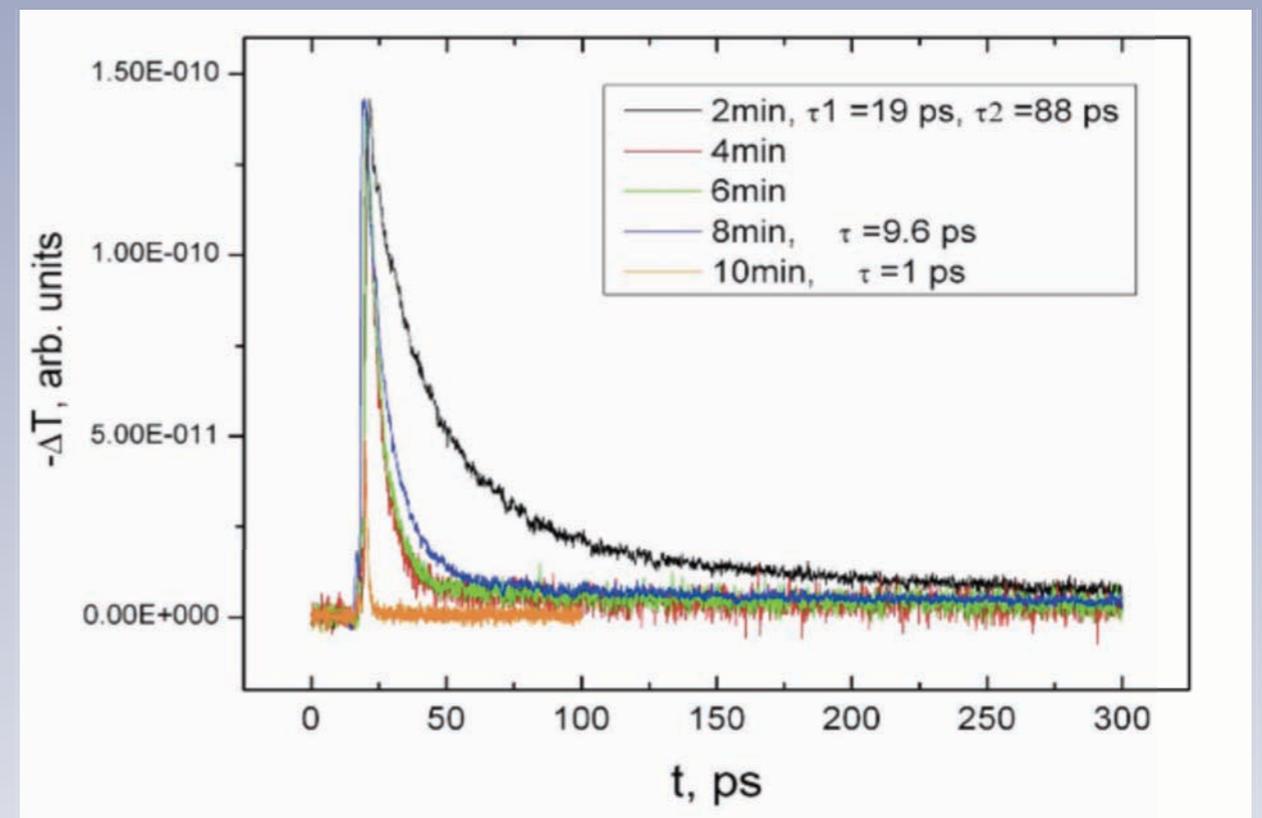
240 MeV Br^{14+} ions

spessore materiale irraggiato: 20 μm
tempo di ricombinazione a diverse T



Protoni 1-5 MeV

spessore materiale irraggiato: 100 μm
tempo di ricombinazione a diverse dosi



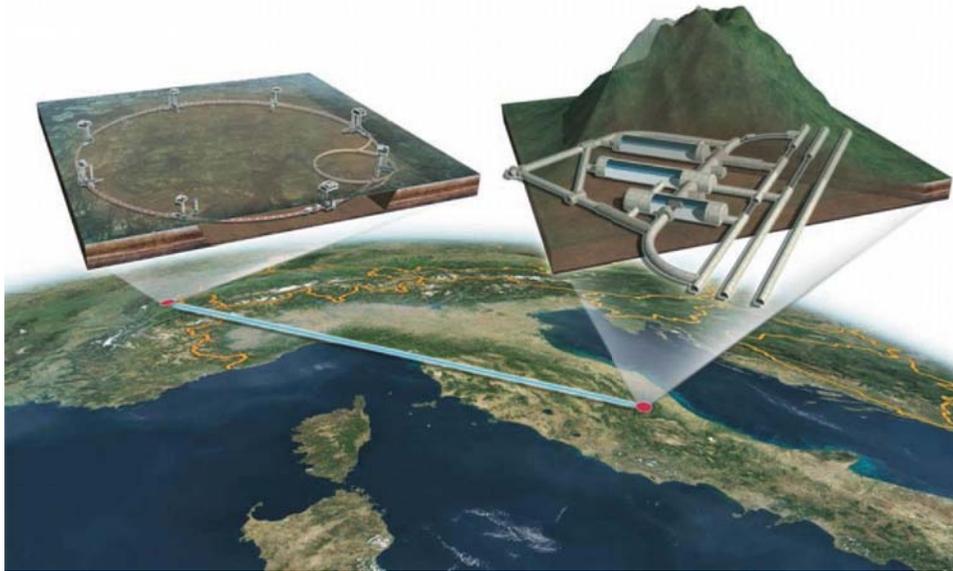
La mobilità è dedotta dal confronto tra l'ampiezza del segnale THz trasmesso prima e dopo l'irraggiamento

Dopo l'irraggiamento la mobilità è ridotta tipicamente a circa il 5-10% della mobilità iniziale, ma ancora sufficiente per l'esperimento

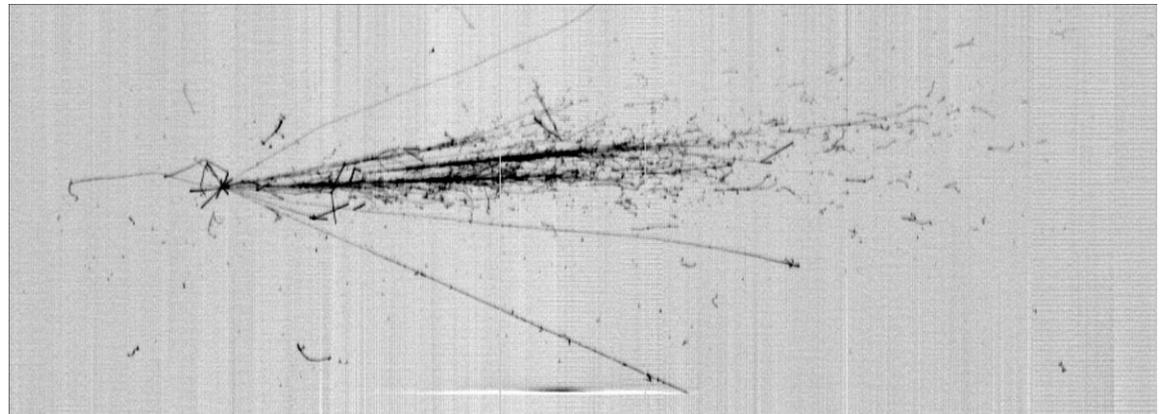
Attività futura

- Prosecuzione acquisizione dati esperimento MIR con nuovi GaAs
- Prosecuzione Test di qualificazione sui semiconduttori e loro impiego nella cavità dell'esperimento
- Eventuale upgrade oscillatore 5 GHz per simultaneo aggancio della frequenza di ripetizione e fine tuning
- Gestione "invecchiamento del sistema"

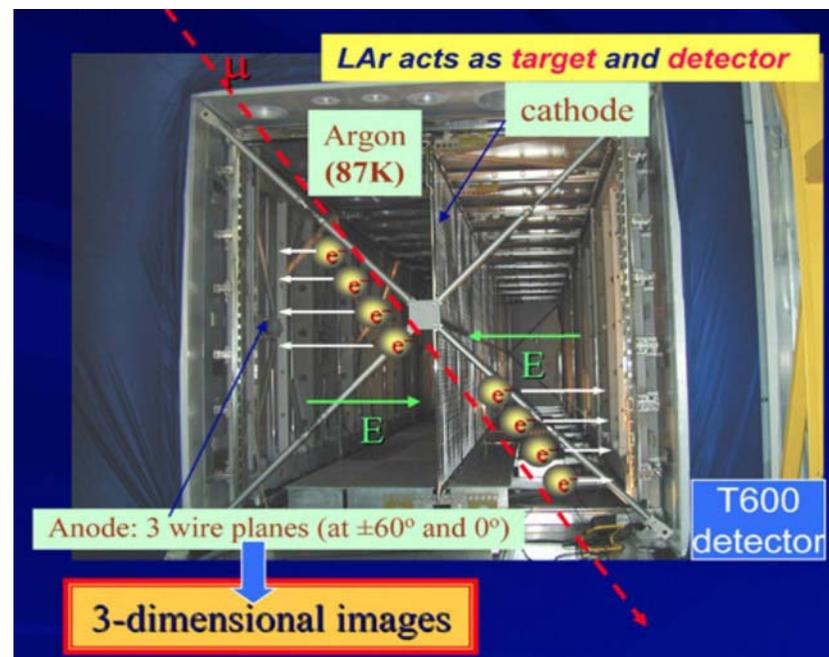
Status Report dell'esperimento ICARUS T600



P.Benetti, F.Boffelli,
E.Calligarich, C.DeVecchi,
R.Dolfini, A.Menegolli,
C.Montanari, A.Piazzoli,
G.L.Raselli, A.Rappoldi,
M.Rossella, M.Torti, A.Zani.



Il rivelatore ICARUS T600



■ Due moduli identici

- $3.6 \times 3.9 \times 19.6 \approx 275 \text{ m}^3$
- Massa attiva LAr: $\approx 476 \text{ t}$
- Lunghezza di drift = 1.5 m
- HV = -75 kV E = 0.5 kV/cm
- Velocità di deriva = 1.55 mm/ μs

■ Elettronica

- FADC 10bit, campionamento a 400ns
- 1mV/ADC $\sim 1000e^-$ /ADC

■ 4 camere a fili:

- 2 camere per modulo
- 3 piani di fili per camera a 0° , $\pm 60^\circ$
- tot. ≈ 54000 fili, passo 3 mm, 3 mm spaziatura

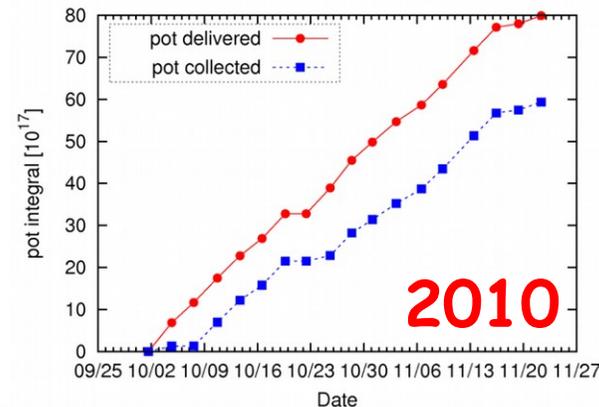
■ Fotomoltiplicatori (PMT) per rivelazione luce di scintillazione:

- (20+54) PMTs, 8" \varnothing
- Sensibili al VUV (128nm) tramite shifter (TPB)

Run con neutrini CNGS nel 2010-2012

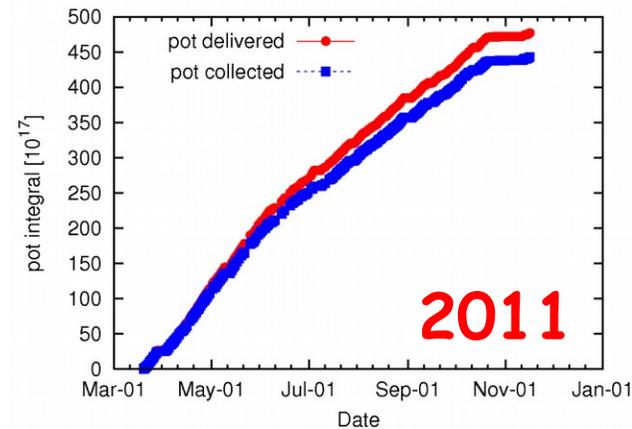
2010

Periodo di raccolta 1 Ott. - 22 Nov.
Pot forniti/raccolti 8×10^{18} / 5.8×10^{18}
Eff. operativa 90% (dal 1/11/2010)



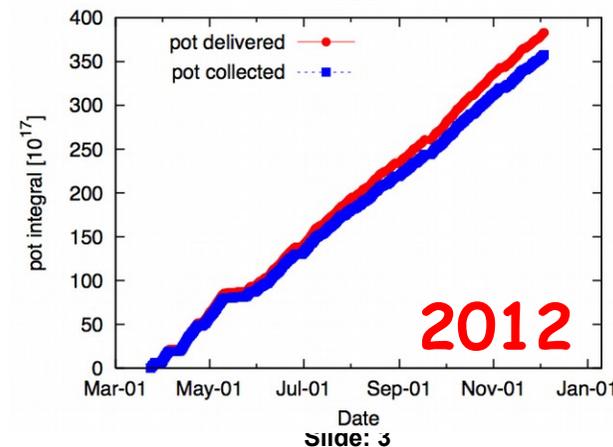
2011

Periodo di raccolta 19 Mar. - 14 Nov.
Pot forniti/raccolti 4.78×10^{19} / 4.44×10^{19}
Eff. operativa 93%



2012

Periodo di raccolta 23 Mar. - 3 Dic.
Pot forniti/raccolti 3.83×10^{19} / 3.58×10^{19}
Eff. operativa 93%



Misura della velocità dei neutrini (TOF CERN-CNGS)

Per la misura è stato utilizzato il fascio CNGS a bassa intensità ($\sim 10^{12}$ p.o.t protons-on-target per impulso) e con una struttura di fascio a 4 estrazioni "strette", ciascuna ampia ~ 3 ns e separate da 524 ns.

Prima misura in novembre 2011.

Seconda misura in maggio 2012.

4 sistemi indipendenti di timing

Misura di geodesia

Migliorata la calibrazione temporale

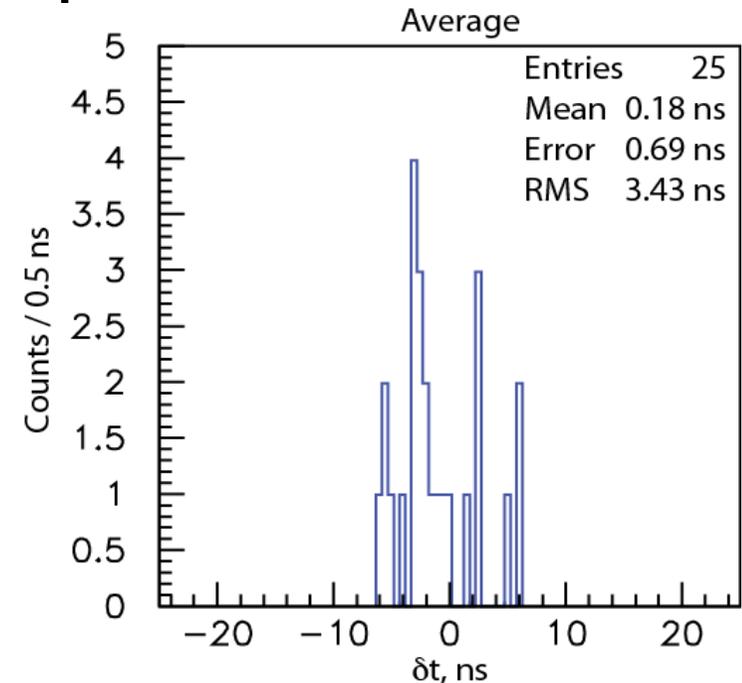
Utilizzati tutti i fotomoltiplicatori.

I risultati sono consistenti con 0 (v alla velocità della luce)

$$\delta t = \text{tof}_c - \text{tof}_v = 0.18 \pm 0.69_{\text{stat}} \pm 2.17_{\text{syst}} \text{ ns}$$

$$\delta(v/c) = (v-c)/c = 0.7 \pm 2.8_{\text{stat}} \pm 8.9_{\text{syst}}$$

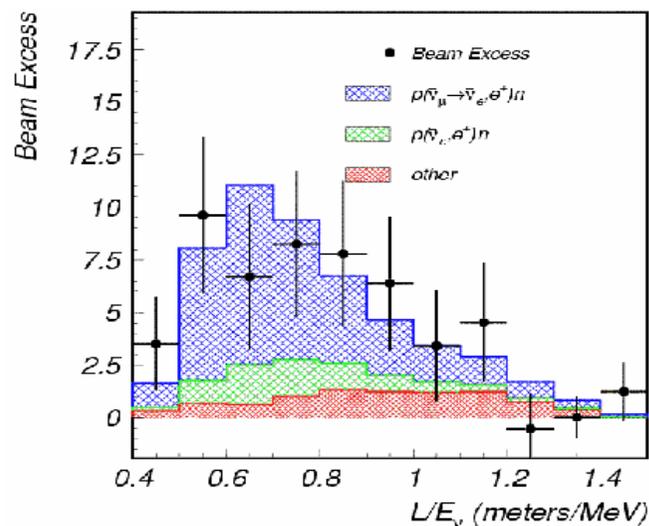
Antonello et al., JHEP11 (2012) 049



Ricerca di anomalie LSND con fascio CNGS

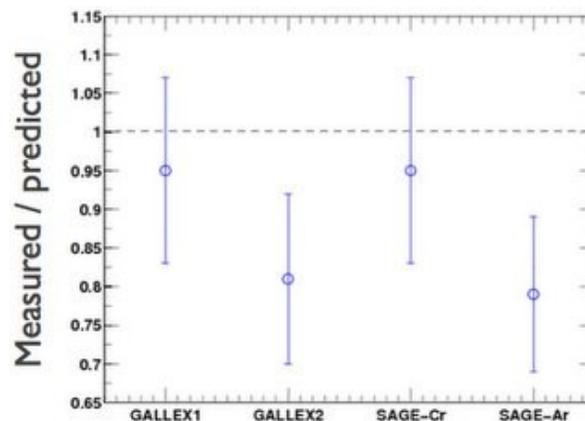
Ormai conviviamo da 10-15 anni con una serie di "anomalie" nella fisica del neutrino che non si riescono a inquadrare nello scenario standard con soli 3 neutrini. Sono indicazioni di uno "splitting" addizionale con $\Delta m^2 \sim 1 \text{eV}^2 ?? \rightarrow$ **Neutrini Sterili**

LSND Anomaly



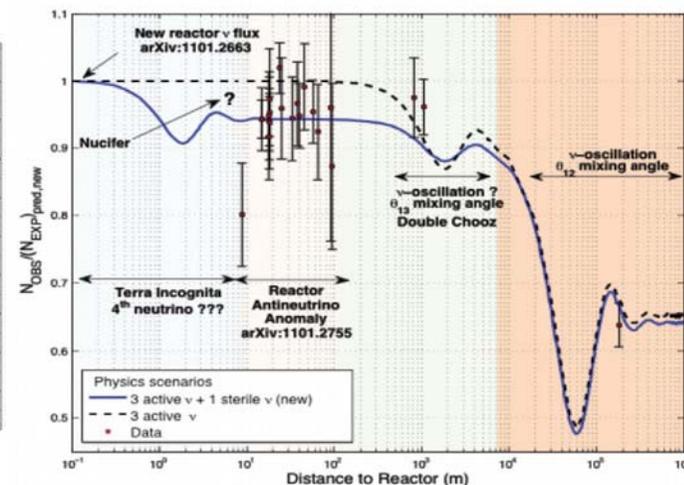
LSND/MiniBooNE
 eccesso $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$
 $(87.9 \pm 22.4 \pm 6.0)$ eventi
3.8 σ sopra i fondi

Gallium Anomaly



GALLEX/SAGE
 difetto ν_e
 $R = (0.86 \pm 0.05)$
2.7 σ da $R=1$

Reactor Anomaly



Exp. ai reattori.
 difetto $\bar{\nu}_e$
 $R = (0.937 \pm 0.027)$
2.3 σ da $R=1$

Ricerca di un eccesso di ν_e nel fascio CNGS

$\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ $L = 730$ km $E = 20$ GeV

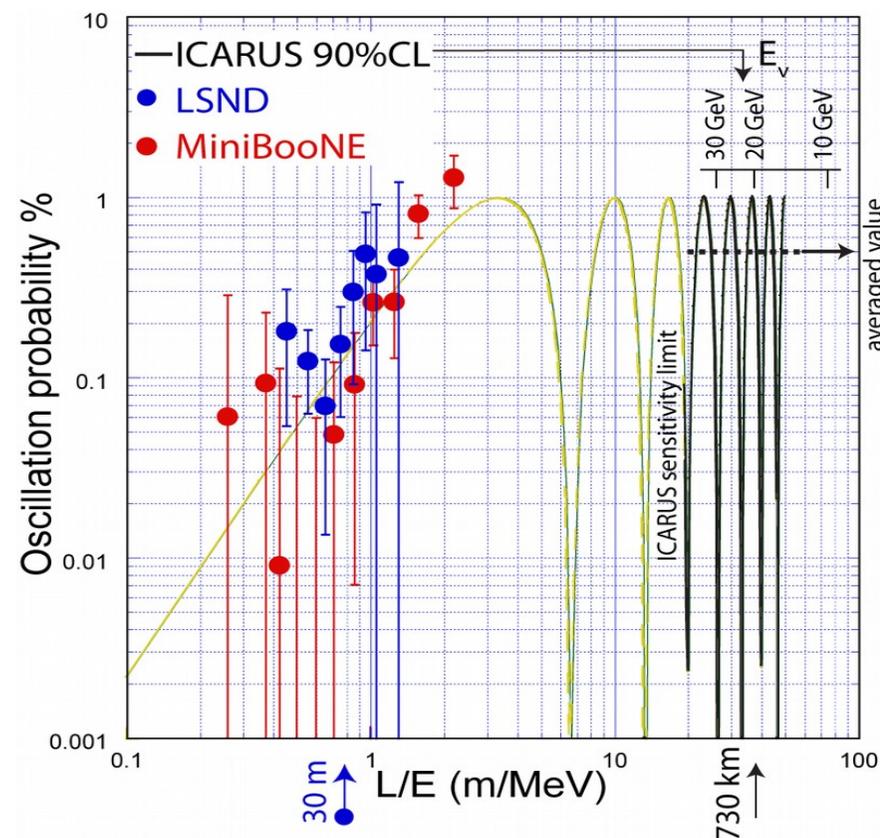
Differenze rispetto LSND:

ICARUS: $L/E \approx 36.5$ m/MeV

LSND: $L/E \approx 1$ m/MeV

ICARUS, rispetto altri esperimenti su long-baseline, lavora in una regione dove le oscillazioni di neutrino standard sono meno rilevanti.

Il riconoscimento delle ν_e CC è l'elemento cruciale della misura. Ciò è reso possibile dalle caratteristiche peculiari dell'Argon Liquido e dagli algoritmi di ricostruzione.



Analisi dati

Per l'analisi sono stati utilizzati **1091 eventi ν** corrispondenti a 3.3×10^{19} pot, (dati del 2010-2011, $\frac{1}{2}$ dell'intera statistica)
-> numero compatibile con le previsioni MC entro il 6%.

Il **CNGS** ($10 \leq E_\nu \leq 30$ GeV) è un fascio **quasi puro di ν_μ** .

Tuttavia sono attesi alcuni eventi associati **ν_e** :

→ **3.0 ± 0.4** , dovute a **contaminazioni del fascio intrinseche di ν_e** ;

→ **1.3 ± 0.3** , dovute a **oscillazioni $\theta_{13} > 0$** , $\sin^2(\theta_{13}) = 0.0242 \pm 0.0026$;

→ **0.7 ± 0.05** , dovute a **oscillazioni $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$** con produzione di elettroni.

Totale: **5.0 ± 0.6** eventi,

Numero di eventi attesi (tenendo conto delle varie eff.): **3.7 ± 0.6 ev.**

Selezione di ν_e durante lo scanning visuale:

- Traccia m.i.p. singola dal vertice di interazione, lunga almeno 8 fili ($dE/dx \leq 3.1$ MeV/cm), che si sviluppa in uno sciame elettromagnetico.
- Minima separazione spaziale (150 mrad) dalla altre tracce che si sviluppano sullo stesso vertice.

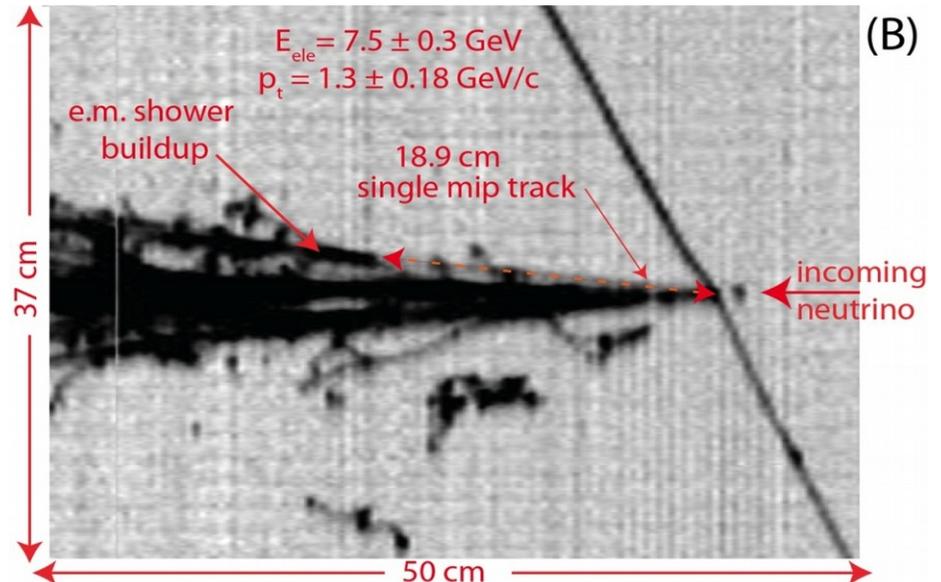
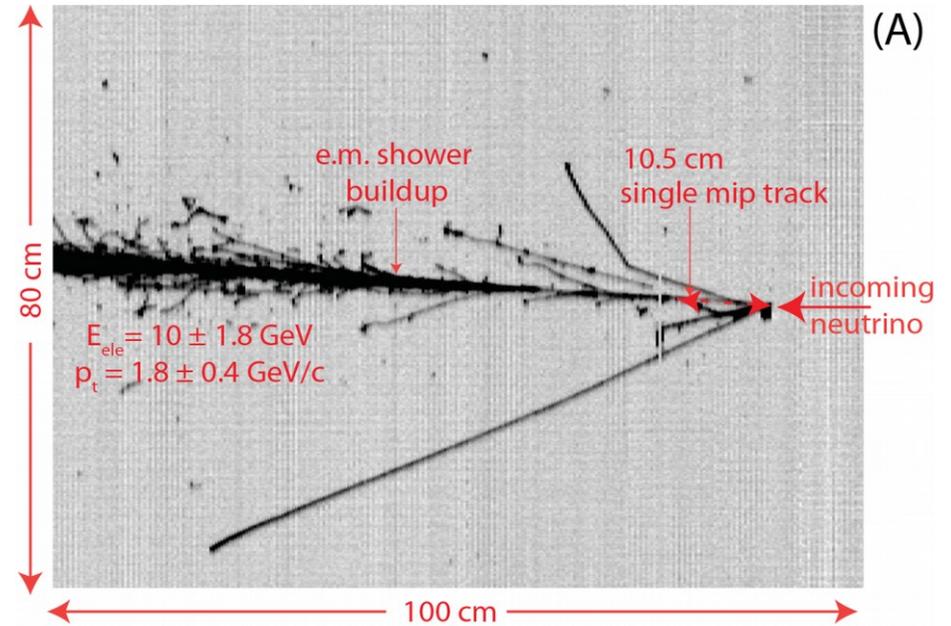
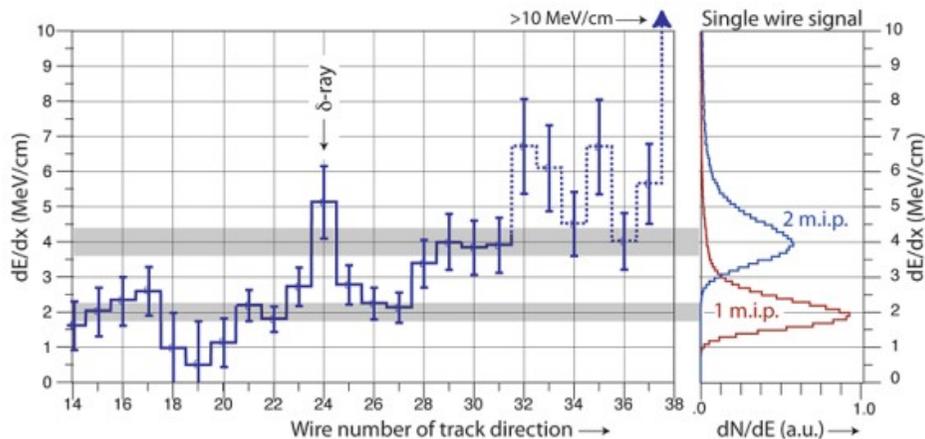
2 ve CC selezionati nei dati

- Sono stati selezionati due eventi di CC con evidente presenza di una traccia elettronica.

(A) Energia visibile tot. = 11.5 ± 1.8 GeV,
 $p_t = 1.8 \pm 0.4$ GeV/c

(B) Energia visibile tot. = 17 GeV.
 $p_t = 1.3 \pm 0.18$ GeV/c

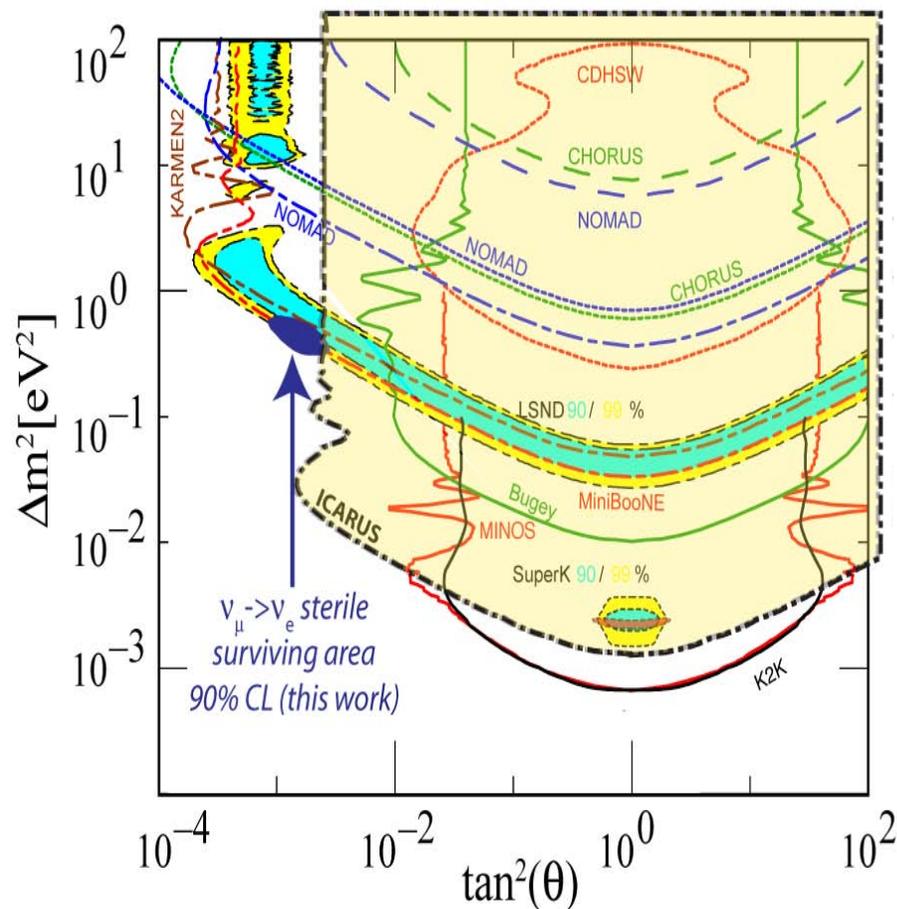
- Per entrambi gli eventi lo sciame dell'elettrone si oppone chiaramente al resto dell'evento.



Risultati

- Il risultato di ICARUS è compatibile con assenza di anomalie LSND i cui limiti sono rispettivamente 3.41 (90% CL) e 7.13 (99% CL) eventi.
- I limiti sulla probabilità di oscillazione risultano:
 - $P(\nu_\mu \rightarrow \nu_e) \leq 5.4 \times 10^{-3}$ (90% CL)
 - $P(\nu_\mu \rightarrow \nu_e) \leq 1.1 \times 10^{-2}$ (99% CL)
- Il segnale di LSND/MiniBooNE è confinato in una piccola regione attorno a $\Delta m^2 \approx 0.5 \text{ eV}^2 \sin^2(2\theta) \approx 0.005$.
- Per piccoli valori di Δm^2 il risultato di ICARUS stimola la necessità di un esperimento su "short baseline".

M. Antonello et al., Eur. Phys. J. C (2013) 73:2345.



All limits are at 90%CL unless otherwise noted

..... $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau$
 - - - - $\nu_e \leftrightarrow \nu_\tau$
 - - - - $\nu_e \leftrightarrow \nu_\mu$

Elenco pubblicazioni e lavori

● 3 Pubblicazioni:

- 1) "Precision measurement of the neutrino velocity with ICARUS detector in the CNGS beam" JHEP11 (2012) 049;
- 2) "Experimental search for the "LSND anomaly" with the ICARUS detector in the CNGS neutrino beam" Eur. Phys. J. C (2013) 73:2345
- 3) "Precise 3D track reconstruction algorithm for the ICARUS T600 liquid argon time projection chamber detector" Adv. High Energy Phys. (2013) 260820.

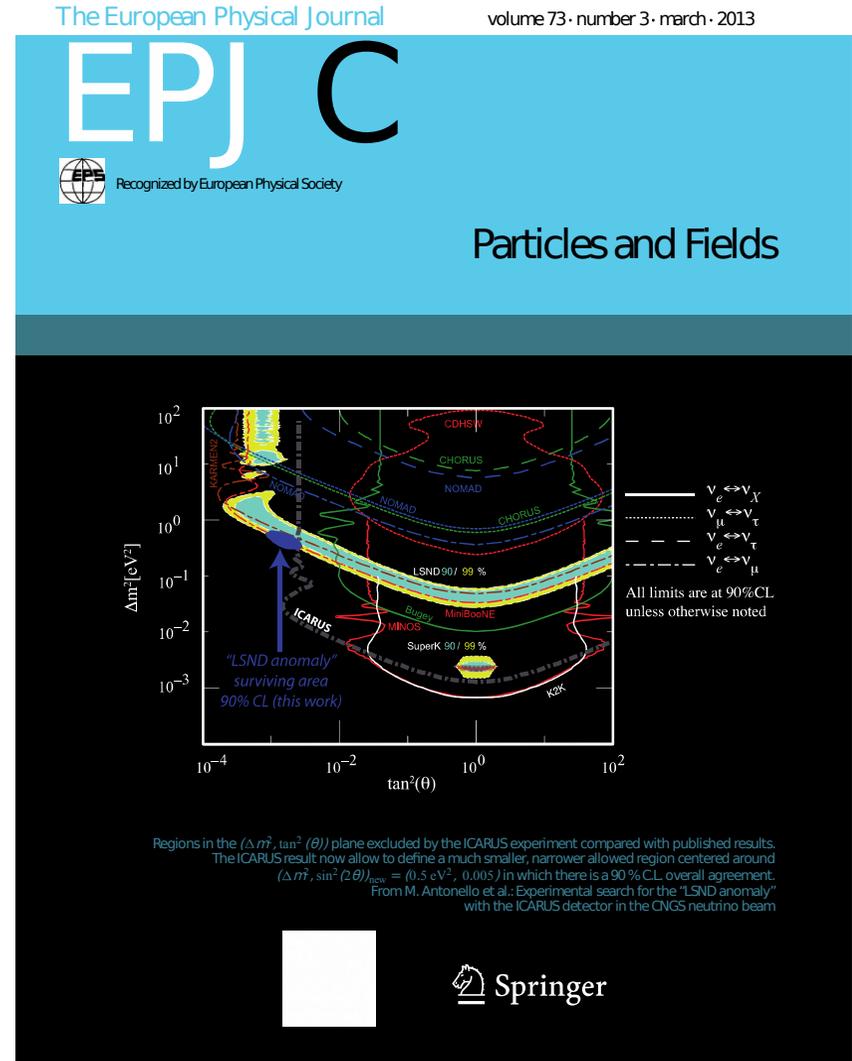
● Circa 20 presentazioni a conferenze.

● 3 Tesi:

M. Moroni (Triennale)

M. Torti (Specialistica)

P. Agnes (Specialistica)



Stato attuale del rivelatore, presa dati e analisi

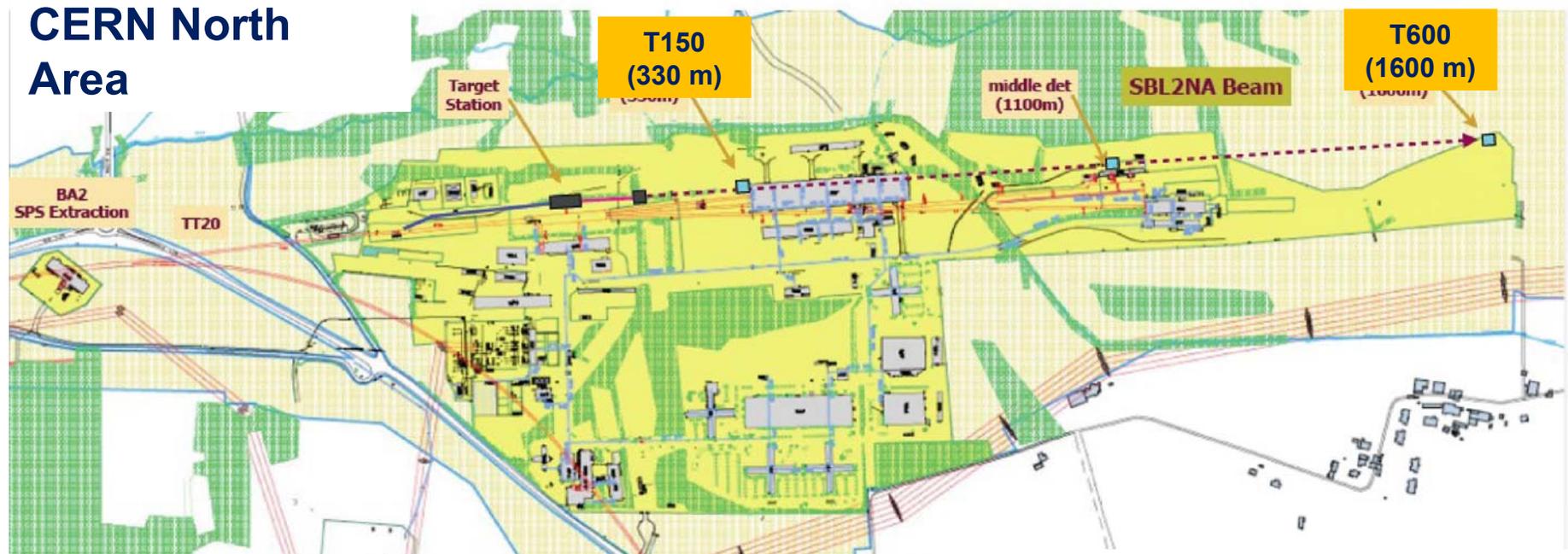
- Icarus T600 è in condizioni regolari di presa dati con eventi cosmici. Il trigger è basato sui segnali di luce (fotomoltiplicatori) e sulla carica raccolta dai fili (SuperDaedali).
- L'analisi dati procederà per tutto il 2014.
- Sono attualmente in corso alcuni test sulla risposta del rivelatore e dell'apparato criogenico in vista di un loro riutilizzo. Tra questi:
 - Alcuni run da effettuarsi con diversi campi elettrici di drift ed in diverse condizioni di trigger (stocastico) utili per lo studio degli effetti di diffusione degli elettroni di ionizzazione, per la verifica della metodologia utilizzata per la misura della purezza dell'argon liquido e per studi sui fondi radioattivi di bassa energia.
 - Verifica del funzionamento del circuito di ricircolo dell'azoto liquido in modalità "termosifone", cioè in assenza di potenza elettrica e verifica del nuovo sistema di ricircolo dell'argon liquido con una nuova pompa Barber-Nichols.
- La fase di decommissioning partirà il 17 giugno 2013 con l'inizio dello svuotamento dei criostati.

Cronoprogramma dello smontaggio

ID	Modalità attività	Nome attività	Durata	Inizio	Fine	2013												2014								
						1° trimestre			2° trimestre			3° trimestre			4° trimestre			1° trimestre			2° trimestre					
						gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu			
1		Delivery of emptying pump	43 g	mar 01/01/13	gio 28/02/13	█																				
2		Final installation of emptying system	33 g	ven 15/03/13	mar 30/04/13				█																	
3		Order of emptying/recovery liquid Ar	75 g	mar 01/01/13	lun 15/04/13	█																				
4		Preparation logistics for emptying	35 g	lun 15/04/13	ven 31/05/13				█																	
5		Order for disassembly cryo-plant and vessels opening	75 g	mar 01/01/13	lun 15/04/13	█																				
6		Design and order for Transport Frames and related Clean Room	54 g	mar 01/01/13	mar 30/04/13	█																				
7		Liquid Argon Emptying	32 g	sab 01/06/13	lun 15/07/13				█																	
8		Warming up at room temperature of the whole system	24 g	lun 15/07/13	gio 15/08/13				█																	
9		Disassembly cryo-plant	90 g	lun 15/07/13	ven 15/11/13							█														
10		Construction Transport Frames and Clean Room	66 g	lun 01/04/13	mer 31/07/13							█														
11		Disassembling cryo-plant for vessel opening	67 g	gio 15/08/13	ven 15/11/13							█														
12		First vessel opening. TPC disassembling. Transport to CERN.	17 g	ven 15/11/13	dom 08/12/13										█											
13		Second vessel opening. TPC disassembling. Transport to CERN.	16 g	mar 10/12/13	mar 31/12/13										█											
14		Disassembling racks, electrical boards, decabling ...	56 g	lun 15/07/13	lun 30/09/13				█																	
15		Recovery of residual equipment	64 g	mer 01/01/14	lun 31/03/14										█											
16		Removal of vessels from Hall B	45 g	mar 01/04/14	sab 31/05/14													█								
17		Final cleaning	22 g	dom 01/06/14	lun 30/06/14																█					

LAr-TPC al CERN-SPS [SPSC P347]

Due rivelatori LAr-TPC (ICARUS) integrati da spettrometri per μ (NESSIE)



Caratteristiche del nuovo fascio SPS di neutrini:

- Energia del fascio primario 100 GeV ($E_\nu \sim 2\text{GeV}$)
- Intensità 2×10^{13} p.o.t./spill - 4.5×10^{19} p.o.t./yr
- Bersaglio a ~ 11 m sotto-terra
- Tunnel di decadimento lungo 100 m, $\varnothing = 3$ m
- Beam dump, 15 m di Fe/grafite
- Angolo di divergenza dei neutrini ~ 5 mrad

“Far Detector”

ICARUS T600

1600m dal bersaglio

“Near Detector”

Un nuovo rivelatore T150
(150t LAr)

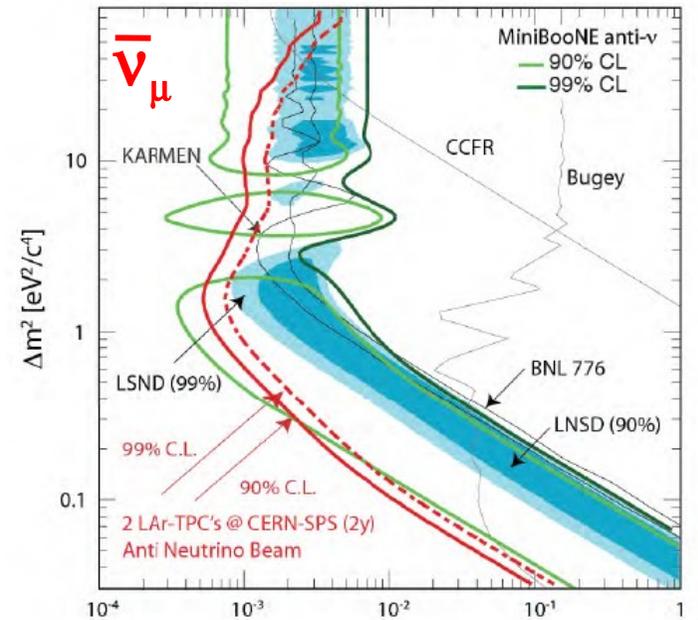
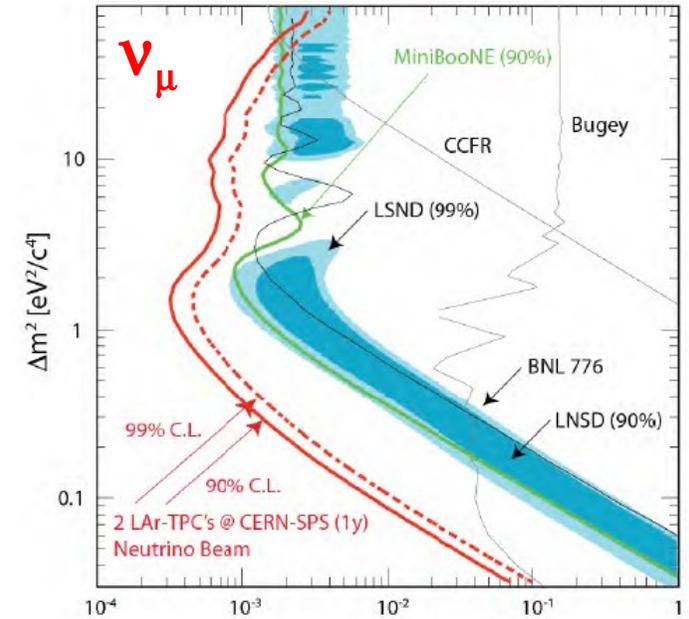
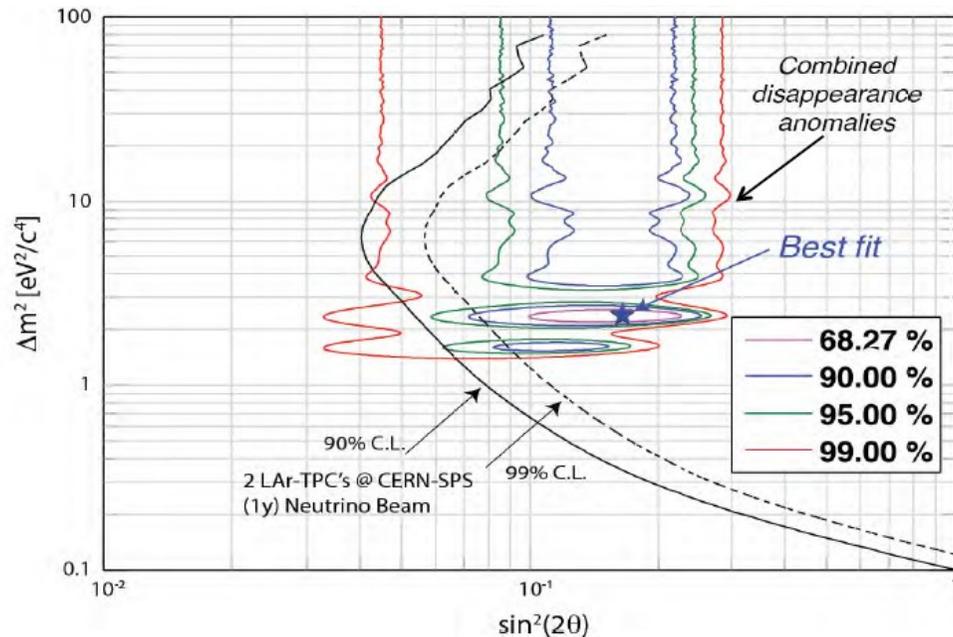
330m dal bersaglio

Sensibilità

Plot di sensibilità (per eccesso di segnale a destra, per scomparsa di segnale sotto) per l' esperimento proposto su fascio di neutrini al CERN-SPS:

I valori sono stimati con fascio di ν_μ anti- ν_μ per intensità di rispettivamente di 4.5×10^{19} p.o.t (1 anno) e di 9.0×10^{19} p.o.t (2 anni).

Le regioni in cui sono state osservate anomalie nelle oscillazioni sono esplorate completamente.



Stato di approvazione del nuovo esperimento

La proposta di un programma di ricerca sulle "anomalie" nelle oscillazioni a $\Delta m^2 \approx 1 \text{eV}^2$ con uno spettrometro e LAr-TPC è stato sottomesso alle CERN e INFN ed ha ricevuto le approvazioni scientifiche.

- * Sottomessi al CERN un Memorandum 3 proposal (SPSC-M-773; SPSC-P-345; SPSC-P-343; SPSC-P-347)
- * Sottomesso il programma al CTS

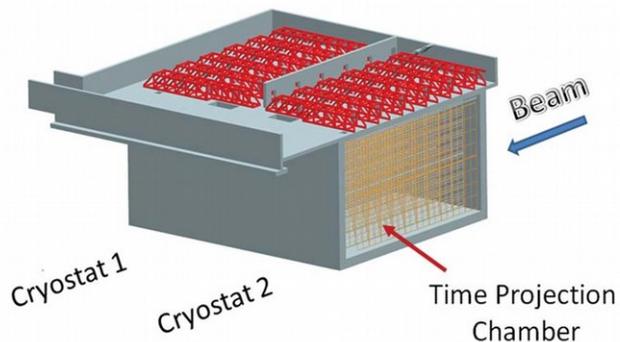
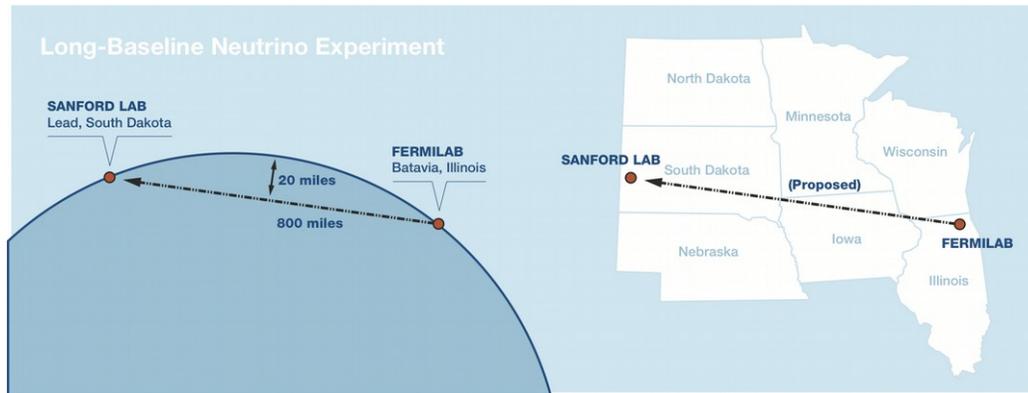
Nel 2013, il programma di ICARUS stà procedendo secondo il programma finanziato e relativamente alla parte di decommissioning.

Le parti relative alla progettazione ingegneristica stanno procedendo con supporto finanziario sia da parte dell'INFN che dal CERN.

Tuttavia manca ancora la decisione finale da parte del CERN sulla realizzazione del nuovo fascio di neutrini.

Progetto LBNE

Proposta di un programma americano di ricerca e misura di precisione dei parametri che caratterizzano le oscillazioni di neutrino.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Sezione di Pavia

“Status and Outlook of LBNE”

The LBNE long-baseline neutrino oscillation experiment has been proposed as a major program in beam neutrino and non-accelerator physics that will explore neutrino flavor mixing and CP violation, nucleon decay, and supernova neutrino bursts, with sensitivities beyond those of experiments currently in operation or under construction.

Characterizing its key features, LBNE can be described as a very large liquid argon TPC far detector, sited in a laboratory deep underground in the Homestake Mine, providing a nearly optimal baseline for oscillation physics for a new 2.3-MW capable beam line located at Fermilab along with a fully outfitted near detector complex. The status and outlook for LBNE, including technical progress, project planning, and the current understanding of physics sensitivities is reported.



Mercoledì 19 giugno 2013

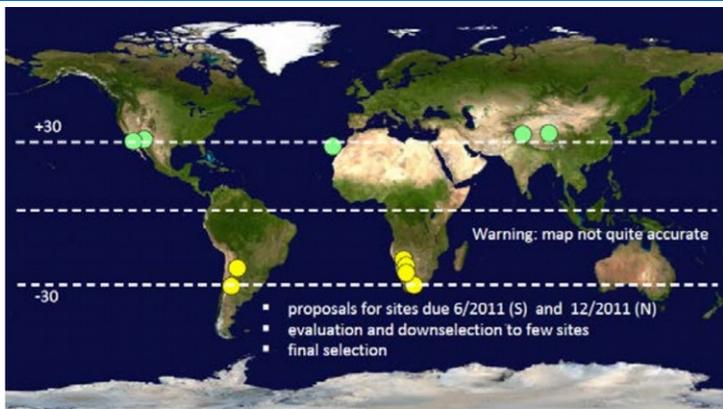
alle ore 11.00

Sala Riunioni

Relatore:

Prof. Jon Urheim
 Indiana University

Progetto CTA (Cherenkov Telescopes Array)



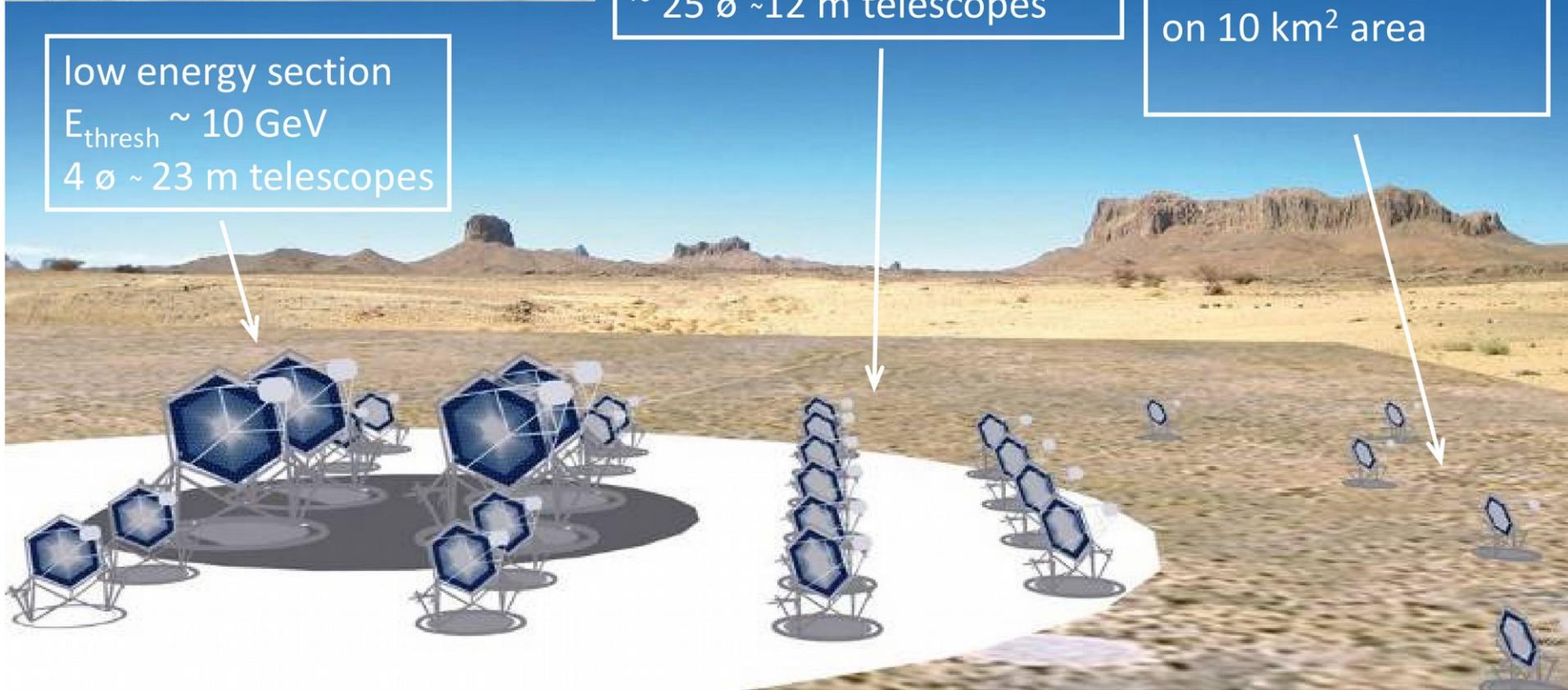
2 arrays: north+south
→ all-sky coverage



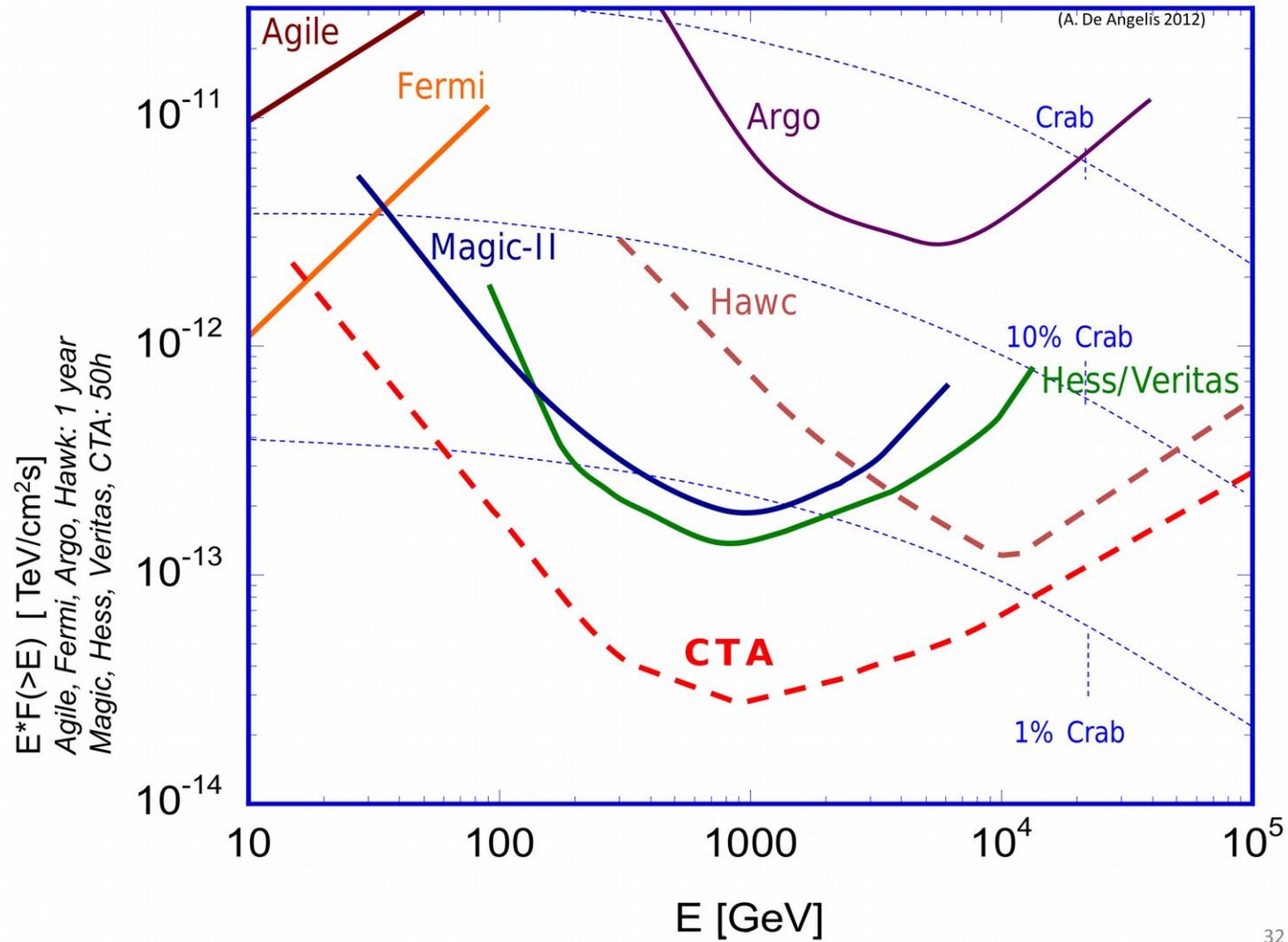
core array
100 GeV-10 TeV
~ 25 \emptyset ~12 m telescopes

high energy section
~35 \emptyset = 6-7 m tel.
on 10 km² area

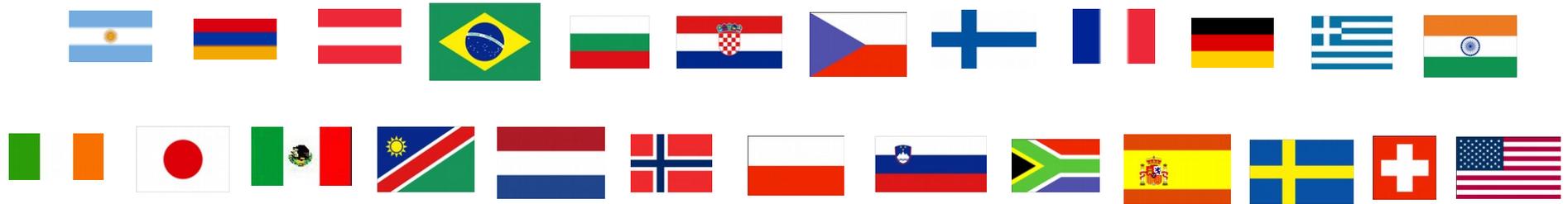
low energy section
 $E_{\text{thresh}} \sim 10$ GeV
4 \emptyset ~ 23 m telescopes



Sensibilità di CTA



Collaborazione CTA



**Argentina Armenia Austria Brazil Bulgaria Croatia Czech
Finland France Germany Greece India Ireland Japan Mexico
Namibia Netherlands Norway Poland Slovenia South-Africa
Spain Sweden Switzerland United-Kingdom U.S.A.**



INAF: Osservatorio di Brera; Osservatorio di Bologna; Osservatorio di Catania; IASF-Palermo; Osservatorio di Padova; IASF-Roma; Osservatorio di Roma; IFSI-Torino; Telescopio Nazionale Galileo;

INFN: Bari; Como/Milano Bicocca; Napoli; Padova; Perugia; Roma Tor Vergata; Torino; Udine.

Hardware: Apertura, smontaggio e decommissioning del rivelatore.

Analisi Dati: Caratterizzazione del rivelatore e della tecnologia delle camere a doppia fase dal punto di vista tecnico. Analisi dati:

Analisi dati acquisiti a campo spento: studio dei fondi e della stabilità del sistema nel tempo e quando sollecitato (Tesi Luca Cavallero). Il sistema dimostra buona stabilità e potrebbe prender dati per lunghi periodi di tempo.

Analisi dati acquisiti a campo acceso: ricostruzione della posizione in 3D dell'interazione primaria in liquido (Tesi Andrea Falcone) e studio delle caratteristiche dei segnali (in corso), per determinare la capacità di reiezione del fondo e di selezionare eventi dovuti a rinculi nucleari (possibilmente dovuti a interazioni di WIMP).