

CSN2-Milano: riassunto delle richieste finanziarie

**B.Caccianiga
Consiglio di Sezione 3 luglio 2019**

Esperimenti

AUGER: 3.1 FTE (era 4.1 FTE)

BOREX: 4.1 FTE (era 4.9 FTE)

JUNO: 5.7 FTE (era 5.6 FTE)

DARKSIDE: 2.0 FTE (era 1.7FTE)

GERDA: 1.5 FTE (era 1.5 FTE)

NU_AT_FNAL: 1.0 FTE (era 0.7 FTE)

SABRE: 1.5 FTE (era 1.7 FTE)

LSPE: 5.9 FTE (era 4.1 FTE)

QUBIC: 3.4 FTE (era 2.4)

EUCLID: 2.5 (era 1.8 FTE)

TRISTAN: 2.2 FTE (era 2.2 FTE)

TOT: 31.9 FTE
(era 30.7 FTE)

Stazionario

Dotazioni di Gruppo 2

FTE= 31.9

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	18 kEuro	spostamenti coordinatore+referee
Consumo	1.0 kEuro	Manutenzione stampanti +fotocopiatrici
Seminari	1 kEuro	
Inventario	11 kEuro	(0.4xFTE)
Pubbl.	1 kEuro	
TOTALE	32 kEuro	

In linea con le richieste dell'anno scorso

Auger

#raggicosmici

Vedi presentazione di
Lorenzo Caccianiga

Auger@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Ricercatori+tecnologi

Lorenzo Caccianiga	100%
Giovanni Consolati	60%
Marco Giammarchi	50%
Mariangela Longhi:	40%
*Lino Miramonti:	60%

*Responsabile locale

TOTALE: 3.1 FTE

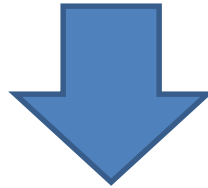
Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	39 kEuro	-Meeting collaborazione Argentina -Turni per SSD a Lecce -Turni per istallaz. SSD a Malargue -Meeting in Italia - Partecipap. Resp. Locale a meeting istituzionali Conferenze
Apparati	3k	
CON	2k	metabolismo
TOTALE	44 kEuro	

In via di definizione: simili a quelle dell'anno scorso

Borexino
#neutrini

Recenti risultati sui dati raccolti nella Fase 2 dell'esperimento (dal 2012 al 2016)

- Grazie alla migliorata radiopurezza (purificazioni nel 2010)
- Grazie alla miglior comprensione della risposta del rivelatore su tutto il range di energie;
- Grazie al miglioramento dei tool di analisi;



Spettroscopia completa dei neutrini dal ciclo pp del Sole

ARTICLE

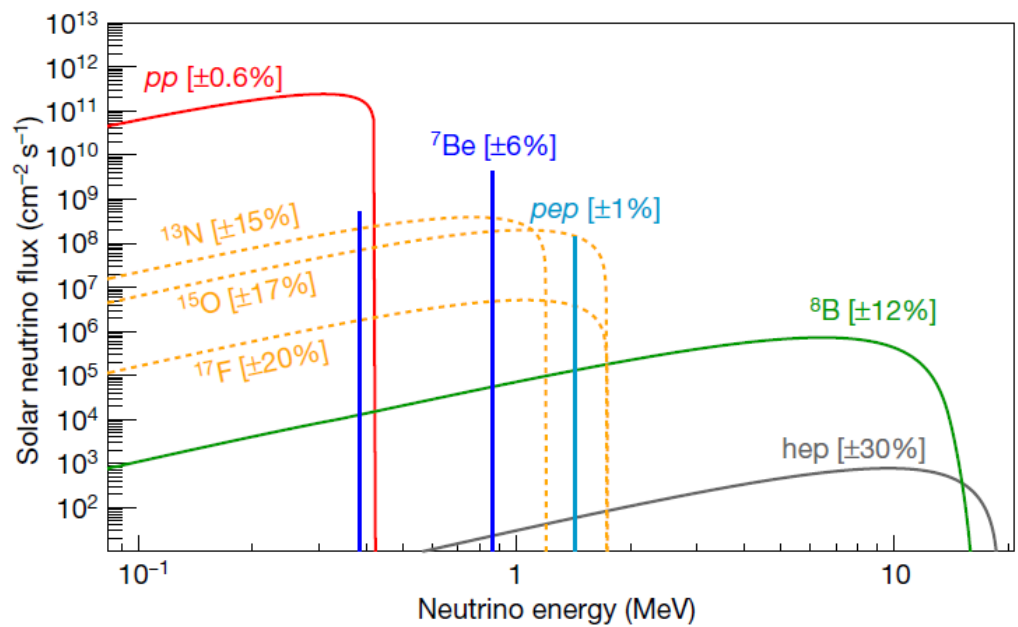
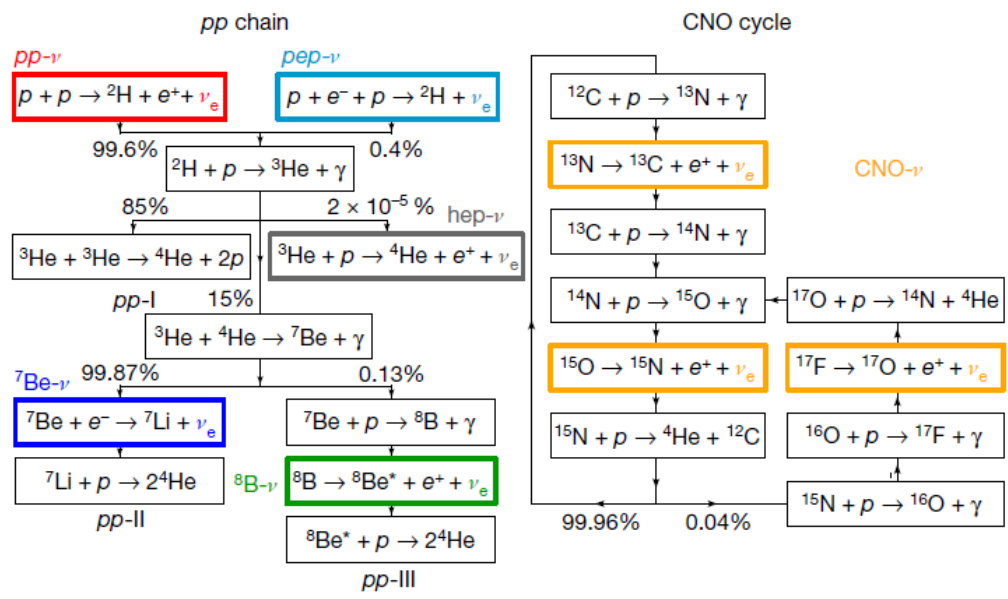
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0624-y>

Comprehensive measurement of *pp*-chain solar neutrinos

The Borexino Collaboration*

About 99 per cent of solar energy is produced through sequences of nuclear reactions that convert hydrogen into helium, starting from the fusion of two protons (the *pp* chain). The neutrinos emitted by five of these reactions represent a unique probe of the Sun's internal working and, at the same time, offer an intense natural neutrino beam for fundamental physics. Here we report a complete study of the *pp* chain. We measure the neutrino-electron elastic-scattering rates for neutrinos produced by four reactions of the chain: the initial proton-proton fusion, the electron-capture decay of beryllium-7, the three-body proton-electron-proton (*pep*) fusion, here measured with the highest precision so far achieved, and the boron-8 beta decay, measured with the lowest energy threshold. We also set a limit on the neutrino flux produced by the ^3He -proton fusion (*hep*). These measurements provide a direct determination of the relative intensity of the two primary terminations of the *pp* chain (*pp*-I and *pp*-II) and an indication that the temperature profile in the Sun is more compatible with solar models that assume high surface metallicity. We also determine the survival probability of solar electron neutrinos at different energies, thus probing simultaneously and with high precision the neutrino flavour-conversion paradigm, both in vacuum and in matter-dominated regimes.

Borexino: What next? I neutrini dal ciclo CNO



Borexino: i neutrini dal ciclo CNO

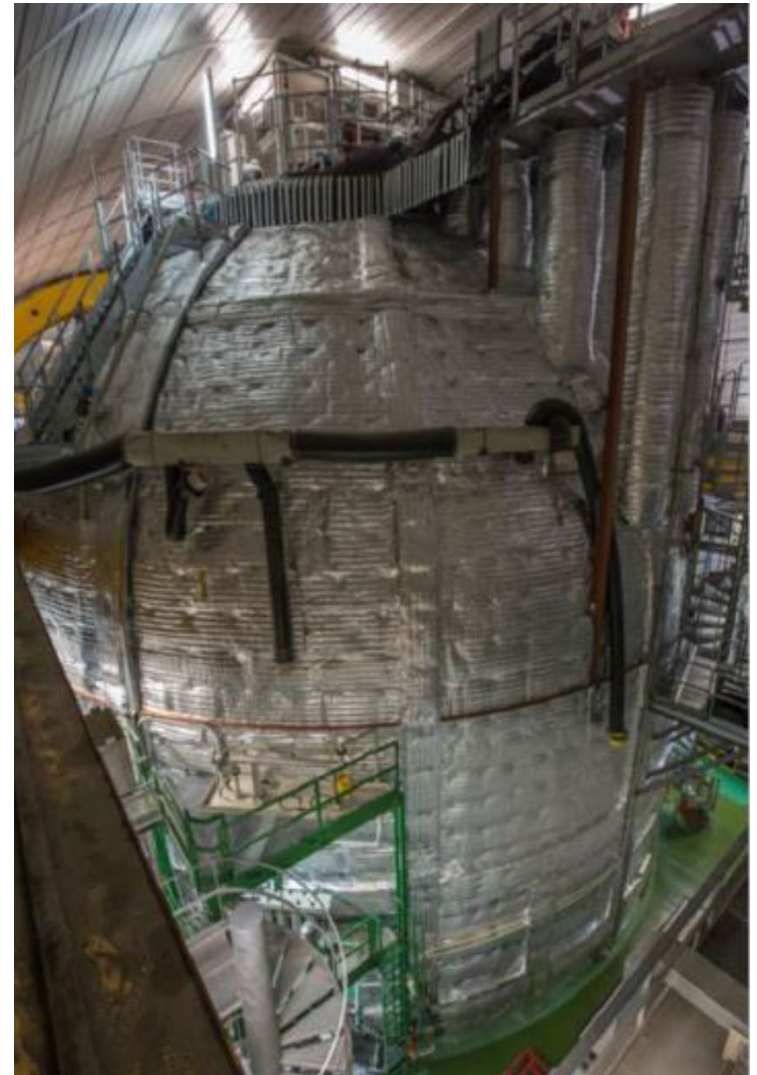
La water tank e' stata isolata termicamente per stabilizzare il rivelatore e ridurre i moti convettivi di fluidi;

Goal principale dell'isolamento

- ^{210}Bi e' il principale background per analisi CNO
- Possibile tag con ^{210}Po ?



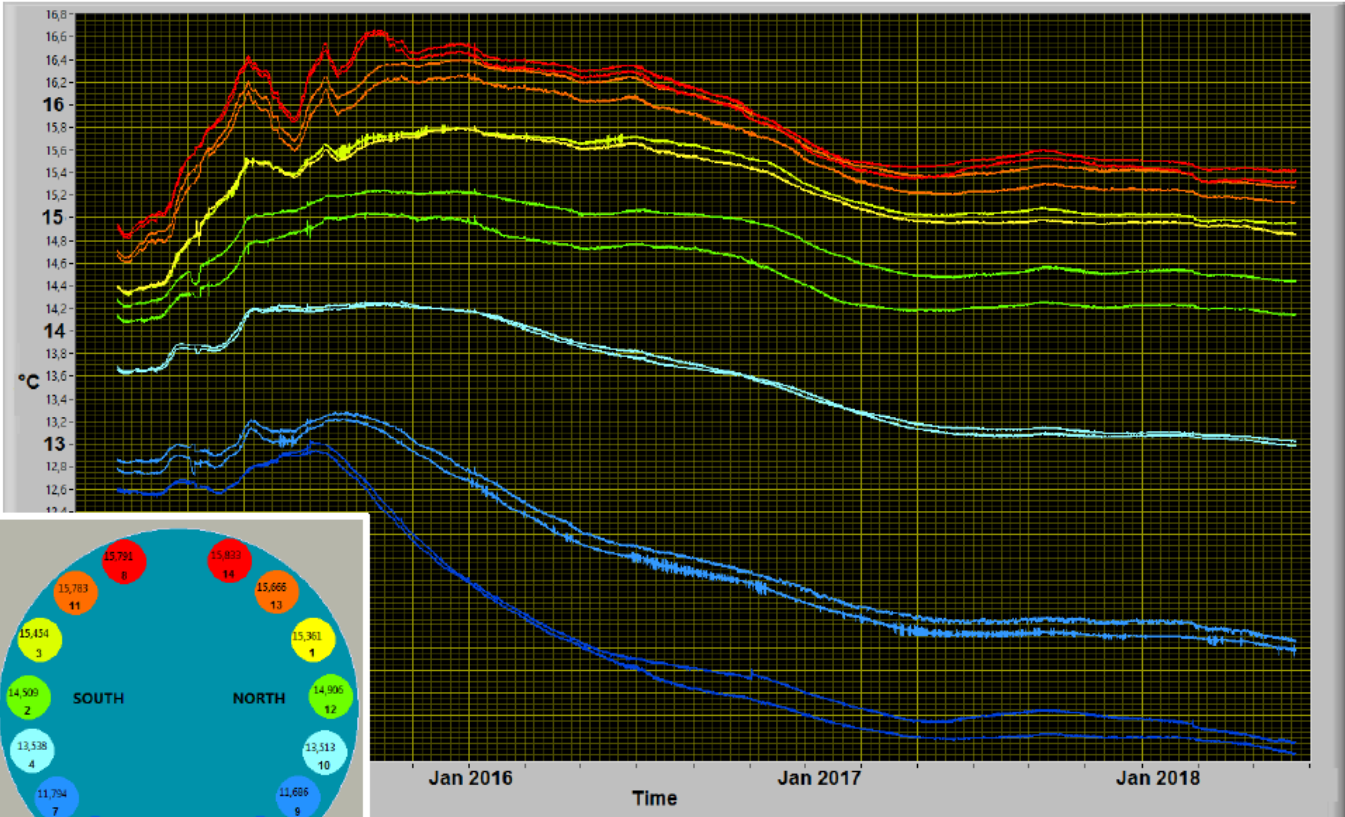
- E' necessario mantenere la temperatura stabile per evitare movimenti del fluido (che potrebbero portare nello scintillatore ^{210}Po dal vessel);



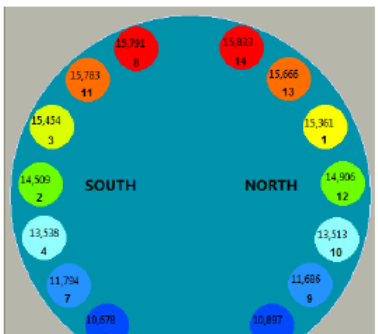
Borexino: i neutrini dal ciclo CNO

- Isolamento completato a dicembre 2015;
- Installato sul top della water tank un sistema di controllo attivo di temperatura (TACS);
- Il sistema e' stato acceso a gennaio 2017 e fornisce calore al top della tank per contrastare la diminuzione di calore stagionale e dovuta al raffreddamento globale del rivelatore;

TOP



BOTTOM



Borexino: i neutrini dal ciclo CNO

UNPERTURBED DATA-TAKING

- Attualmente la regione di stabilita' del detector e' piccola $\sim 20 \text{ m}^3$;
- Prevediamo di continuare la presa dati per accumulare statistica ed elaborare un metodo per definire in maniera rigorosa e "unbiased" qual'e' questa regione;
- E' possibile pensare di estrapolare il risultato su questa piccola regione di stabilita' a tutto il volume **se e solo se** si dimostra che il Bi210 e' distribuito uniformemente;
- Nello stesso tempo mandiamo avanti i lavori di miglioramento dell'isolamento della water tank, per cercare di aumentare la regione non influenzata dai moti convettivi;
- **Gli studi di sensitivita' e l'analisi dati in corso mostrano che Borexino ha ottime possibilita' di dare la prima evidenza sperimentale dell'esistenza dei neutrini da CNO;**

Borexino@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Ricercatori+Tecnologi

Gianpaolo Bellini	0%
Davide Basilico	100%
David Bravo	50%
**Barbara Caccianiga:	60%
Davide D'Angelo:	20%
Paolo Lombardi:	40%
Emanuela Meroni:	0%
Lino Miramonti:	20%
*Giacchino Ranucci:	40%
Alessandra Re:	80%

Totale **4.1 FTE**

*Responsabile locale

**Responsabile nazionale

Tecnici

Augusto Brigatti:	50%
Paolo Saggese:	50%
Sergio Parmeggiano:	80%

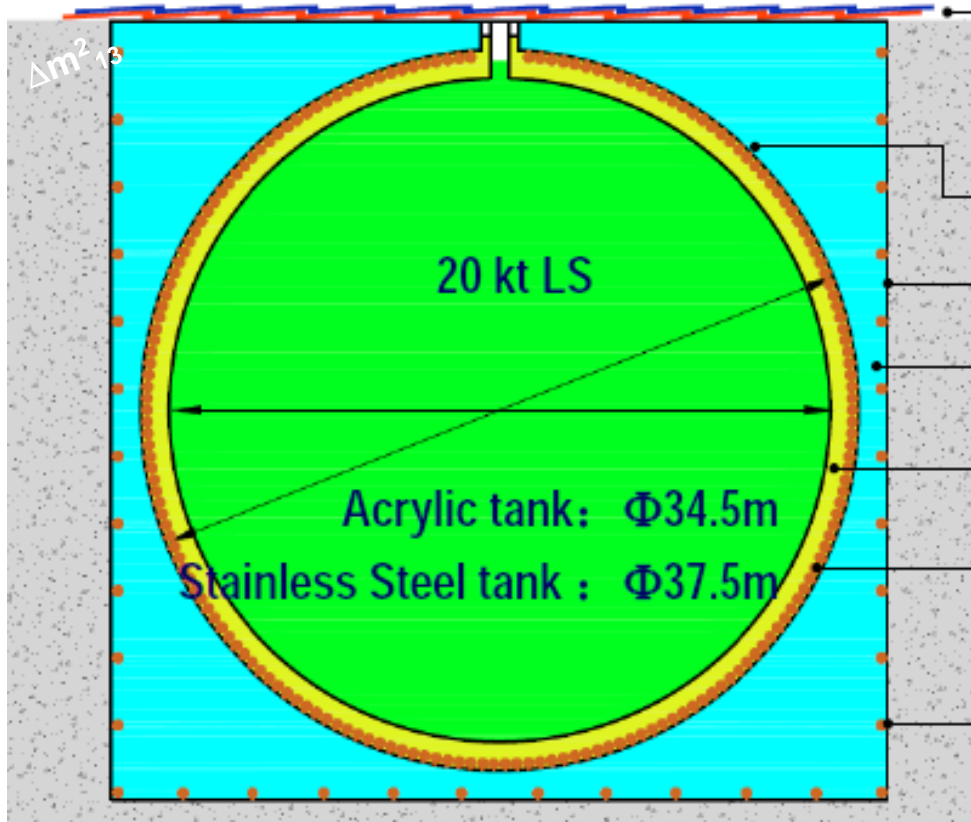
Totale **1.8 FTE**

Borexino@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	145 kEuro	BX: Riunioni di collaborazione; riunioni per analisi dati, turni, lavori di manutenzione;
Consumo	30 kEuro	-Parti di ricambio per manutenzione impianti al GS (15k) -Flange e guarnizioni di scorta(12k)
Altri-consumi	15 kEuro	-Utensileria meccanica
Trasporti	4 kEuro	Trasporto materiale a LNGS
Inventario	4 kEuro	
TOTALE	198 kEuro	

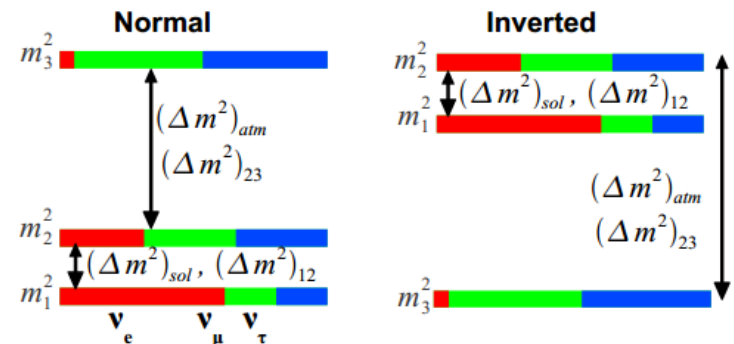
In linea con le richieste dell'anno scorso

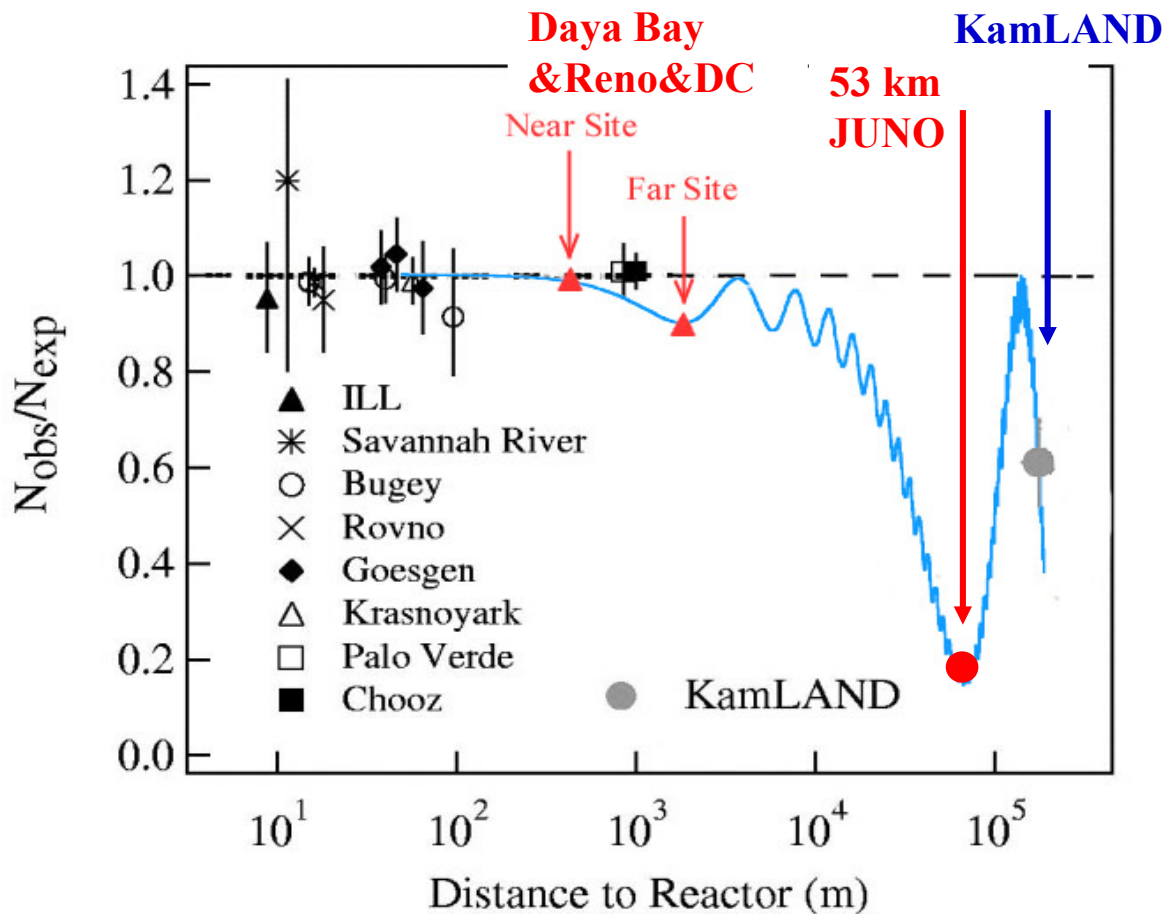
JUNO
#neutrini



- Si svolgera' in Cina;
- E' progettato per rivelare anti-nu da reattore
- 20k di Scintillatore Liquido
- 20,000 PMT 20''
- 25,000 PMT 3''

Scopo primario di JUNO
determinazione della gerarchia di massa dei neutrini





JUNO has been approved in China in Feb. 2013 and by INFN in 2014

Approved funding from several other countries:

- **Belgium**
- **Czechia**
- **Finland**
- **France**
- **Germany**
- **Russia**
- **Taiwan**
- **Chile**
- **Brasil**
- **Thailandia**
- **Pakistan**

Neutrino Physics with JUNO, J. Phys. G 43, 030401 (2016)
The tension between the solar and KamLAND Δm^2 has further boosted the importance of the precision Δm^2_{21} measurement

JUNO: progresso del progetto (1)

Civil works

- ✓ Excavation of the access tunnels completed, of the experimental Hall on-going .

Preparation of the hardware

- ✓ 60% Photomultipliers produced (Hamamatsu and NNVT-China)
- ✓ Testing facilities of the photomultipliers in place and PMT testing on-going
- ✓ Prototype of the acrylic sphere done and production of the acyclic panels for the Scintillator Sphere started

Ancillary preparation for assembly and quality testing

- ✓ Design of the integration elements (modules for PMTs assembly and installatio) and definition of the mounting procedures done
- ✓ Developed the quality control procedures for cleanliness and radiopurity of the construction materials and elements

JUNO: progresso del progetto (2)

Purification of the scintillator

- ✓ Purification pilot plants installed at Daya Bay and employed for scintillator testing and development (optics, definition of the optimal mixture, radiopurity)
- ✓ Design of the purification and filling plants almost done, tender for distillation and stripping units completed
- ✓ Purification plants will be shipped to China half of 2020;

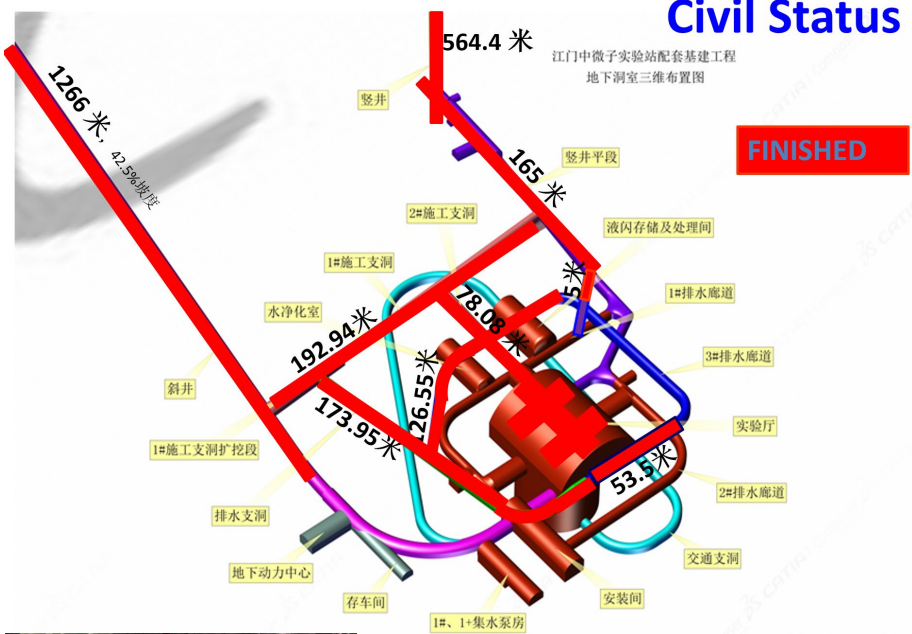
Electronics and trigger

- ✓ Design of electronics and trigger well advanced
- ✓ Defined the installation procedure of the OPERA tracker as top tracker, design of the respective read out electronics completed and tender started
- ✓ Definition of the computing strategy on-going

Start data-taking ~ in 2022

JUNO: progresso del progetto

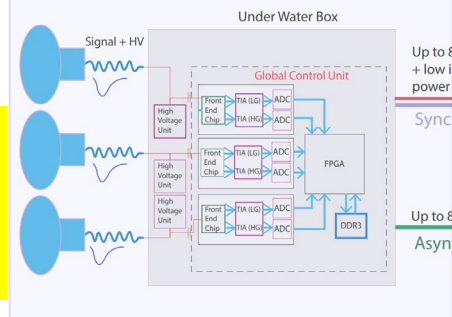
Civil Status



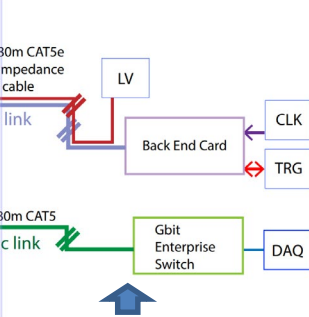
Overburden about 700 m

Acrylic prototype

Under Water Electronics



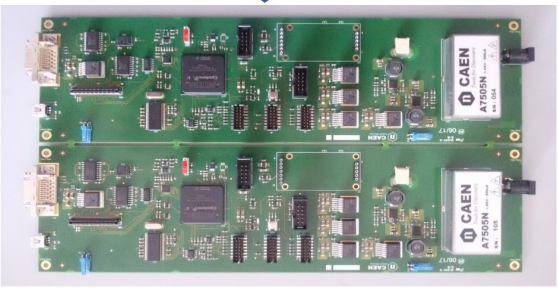
Dry Electronics



Distillation and stripping units @ Daya Bay



Top Tracker read out board



Finalized Electronics scheme

Recent decision: Addition of a near/reference detector

JUNO: progresso del progetto



JUNO@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Ricercatori+Tecnologi

Vito Antonelli	70%
David Bravo	40%
Richard Ford	50%
Cecilia Landini	100%
Marco Grassi	100%
Paolo Lombardi:	60%
Emanuela Meroni:	0%
Lino Miramonti	20%
*Giacchino Ranucci:	60%
Alessandra Re:	20%
Ding XueFeng	50%

Totale **5.7 FTE**

*Responsabile locale e nazionale

Tecnici

Augusto Brigatti:	50%
Paolo Saggese:	50%
Sergio Parmeggiano:	20%

Totale **1.2 FTE**

JUNO@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	125 kEuro	<ul style="list-style-type: none">-Test distill. LAB a Daya Bay (70k)-Meeting in Cina,in Europa e in Italia (24k)-Meeting in Italia (8k)-Viaggi deputy spokesman e rappr.naz. (10k)-Conferenze (5k)-Turni per collaudo PMT (5k)
Consumo+altri-con	45 kEuro	<ul style="list-style-type: none">-Dischi di rottura (10k)-Filtri (16.5k)-Valcole di sicurezza (11k)-Celle a quarzo e vetreria varia (3k)-utensileria meccanica di metabolismo (4k)
Inventariabile	18kEuro	
Trasporti	8kEuro	
TOTALE	196kEuro	

Dark Side
#darkmatter

Ricerca di materia oscura con Argon liquido in doppia fase basato su una strategia a multi-stage

- **DarkSide-50: e' in presa dati con 50Kg di Ar (FV) depleto (senza Ar-40) ;**
- **Prototipo da 1 ton al CERN (2019);**
- **Futuro a breve → DarkSide 20K (~ 2020);**
- **Futuro lontano → ARGO 300 tons (~2025);**

Dark Side-50

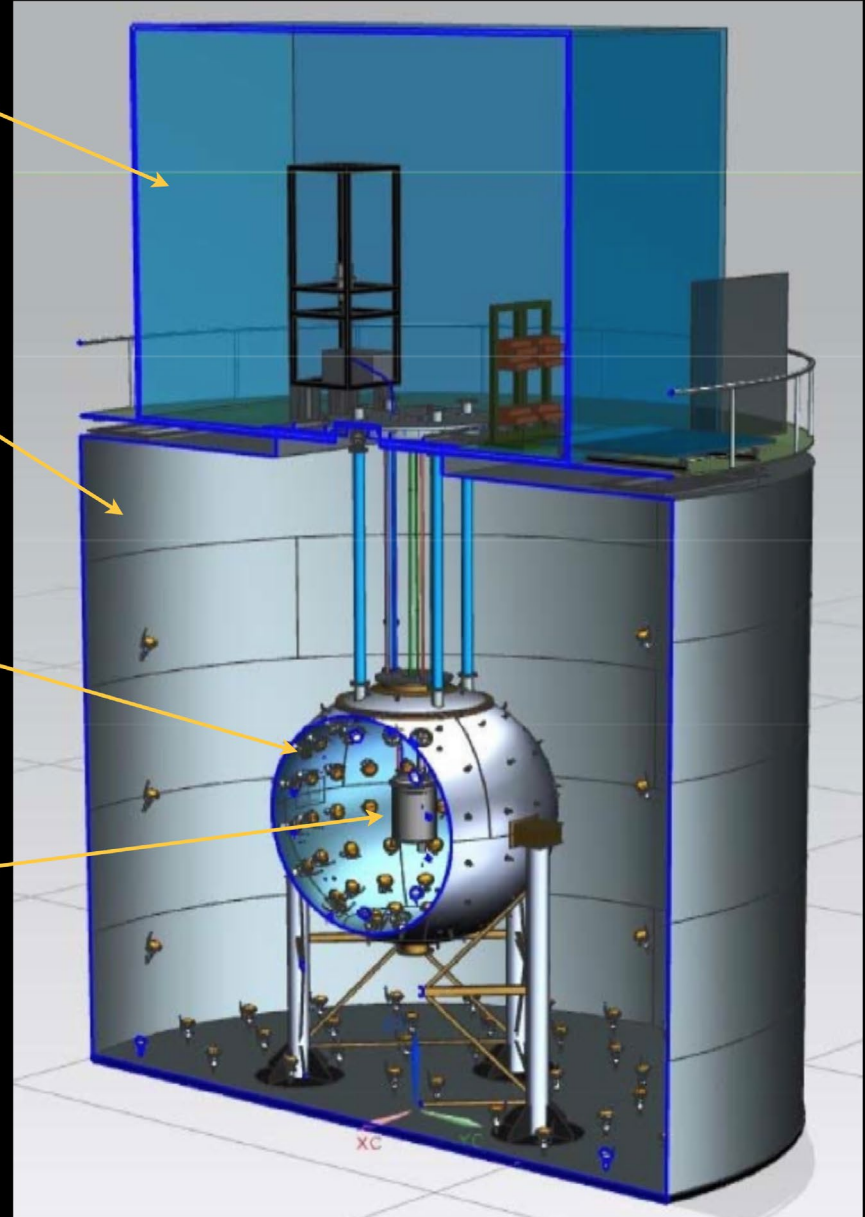
Radon-free clean assembly room
 $\leq 5 \text{ mBq/m}^3$ in $>100 \text{ m}^3$
(CRH)

μ veto and n passive shield
1000 ton water Cherenkov
80 8" PMTs
(WT - Borexino CTF)

neutron veto (LSV)
30 ton borated liquid
scintillator (50%PC+50%TMB
+PPO)
110 8" PMTs

WIMP LAr detector
150 kg of UAr $< 6.5 \text{ mBq/kg}$
(DS-50 TPC)

DarkSide



- **Studio dei cablaggi**

- Progetto del cavo ad elevata radio-purezza per Darkside 20
 - Realizzato un prototipo e prodotto un quantitativo di 500 m da utilizzare per il prototipo 1 ton
 - Il cavo ha caratteristiche di radio-purezza adeguate
 - Le caratteristiche meccaniche a bassa temperatura sono ottime

- **Calcoli strutturali. (DICA – POLI)**

- Contributo progettazione Vessel Acrilico per Veto. Prove meccaniche criostato TPC. Studio del titanio come possibile materiale per il criostato

- **Progetto ARIA. (DCMIC - POLI)**

- Studio dei processi di separazione isotopica per Seruci 1 e Seruci 0; calcoli termodinamici e simulazioni.

- **Nel 2020 continua la costruzione del prototipo da una tonnellata**
 - Occorre realizzare un nuovo cavo per tenere conto di cambiamenti nelle motherboard dei Photo Detector Modules (PDM)
 - **Sviluppo di connettori radio-puri per connessioni interne**
 - R&D per valutare la possibilità di realizzarli con stampanti 3D
 - Individuazione di resine opportune
 - Individuazione di pins adeguati
 - **Continueranno le attività di collaborazione con i dipartimenti del Politecnico**
 - DICA per calcoli strutturali
 - DCMIC per il progetto ARIA (separazione isotopica Ar)
-
- DICA Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
 - DCMIC Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica

Dark Side@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

*Saverio D'Auria	30%
Francesco Ragusa	30%
Mauro Citterio	10%

*Responsabile locale

Politecnico (Dark Side)

Raffaele Ardito	20%	PA (Ingegneria, calcoli strutturali)
Giorgia De Guido	40%	AR (ARIA)
Aldo Ghisi	20%	PA (Ingegneria, calcoli strutturali)
Stefania Moioli	20%	RTD (ARIA)
Laura Pellegrini	10%	PO (ARIA)
Federico Perotti	20%	PA (Ingegneria, calcoli strutturali)

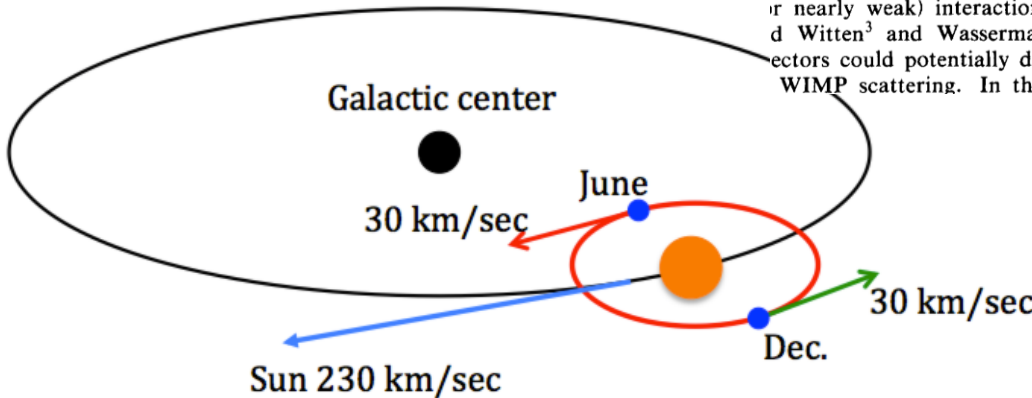
TOTALE: 2.0 FTE

Dark Side@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	20.5kEuro	-Partecipazione WG: 4k -Conferenze: 3k -Meeting collaborazione: 6k -Prototipo 1t al CERN (2 m.u.): 7.5k
	1.5 kEuro	Sviluppo di connettori radio-puri
Trasporti	1 kEuro	Cavi e connettori per steering module prototype
Apparati	148 kEuro	-Pre-produzione nuovo cavo: 18.5k -Produzione cavo : 133k s.j.
TOTALE	41.5k + 133 s.j.	

SABRE
#darkmatter

SABRE: the modulation DM signature



outstanding problems in astrophysics is un-
 what comprises the galactic halo (see Ref. 1
 Several extensions of the standard model
 ic physics with “missing-mass” candi-
 of these candidates (photinos, Higgsinos,
 neutrinos, cosmions) are lumped together
 eracting massive particles (WIMP’s), since
 ected to have masses of several GeV and
 r nearly weak) interactions with baryons.
 d Witten³ and Wasserman⁴ realized that
 ctors could potentially detect the nuclear
 WIMP scattering. In the last few years,

tinctive temporal modulate of the observed event r
 this paper, I will calculate the amplitude of the n
 tion and show how this can be used to provide a
 signature of galactic WIMP’s in cryogenic detector

Consider a WIMP of mass m_x moving with velo

$$\mathbf{v} = \cos\alpha\hat{x} + \sin\alpha \sin\beta\hat{y} + \sin\alpha \cos\beta\hat{z}$$

in the laboratory frame. This WIMP scatters off c
 nucleus of mass m_n which recoils with energy

TABLE I. This table shows the dependence of the an
 of the annual modulation and the directional count

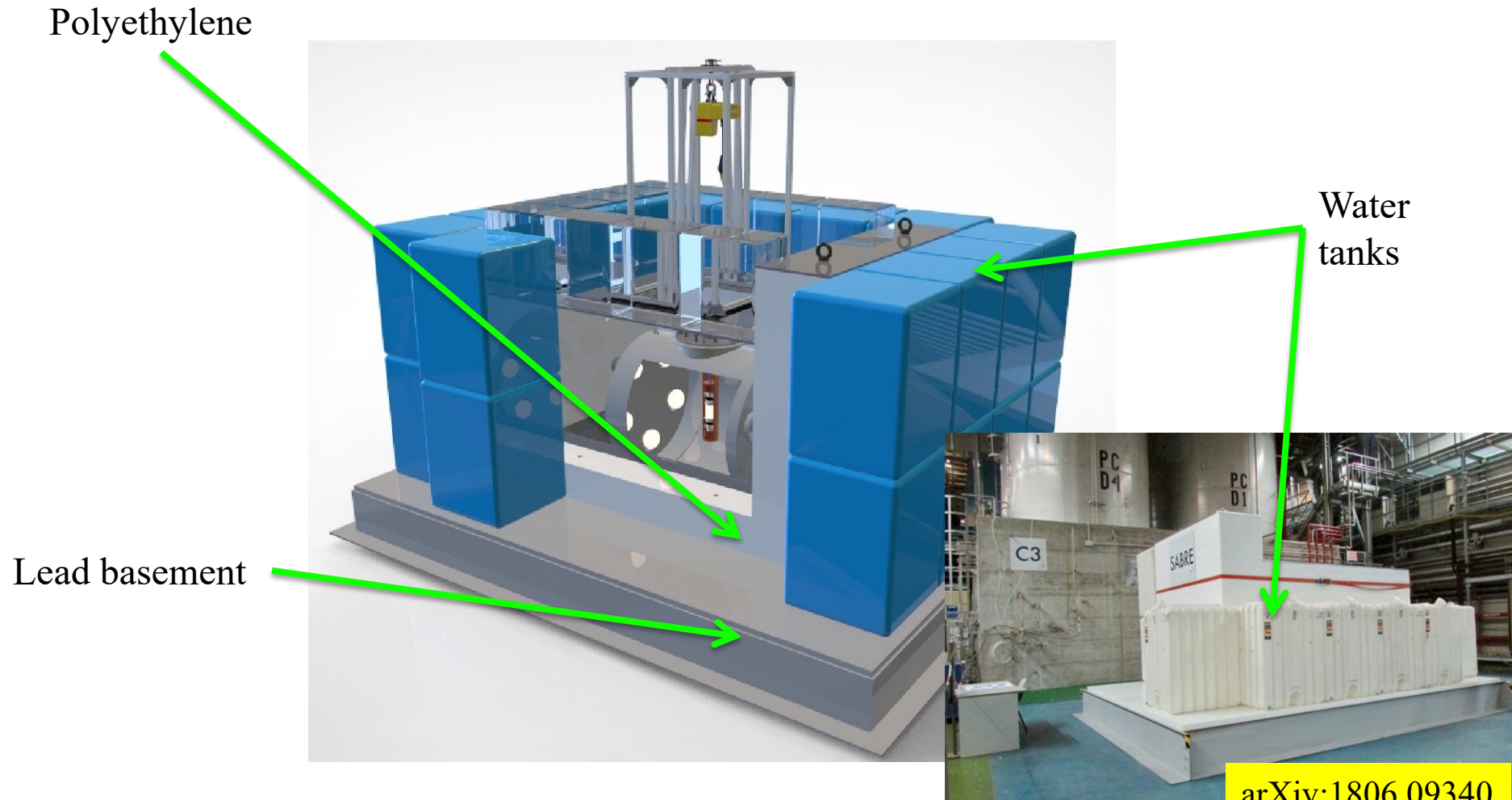
Spergel 1987

$$\frac{dR}{dE_R}(t) = S_0(E_R) + S_m(E_R) \cos \omega(t - t_0)$$

Annual modulation is a model independent signature
 of Dark Matter interaction

- ***Proof-of-principle* phase approved by INFN for 2016-18**
 - Extended for 2019
 - -We will require a further extension for 2020;
- **Goals:**
 - demonstrate the detector concept
 - characterize first full size crystal (~5.5kg), including:
 - K (currently at the detection limit for ICP-MS).
 - backgr. that cannot be determined by ICP-MS: ^{210}Pb , ^3H
 - backgrounds for which we only have upper limits: ^{87}Rb
 - backgrounds cosmogenically activated during transport
 - measure the veto rejection power:
 - expected 80-90% for K

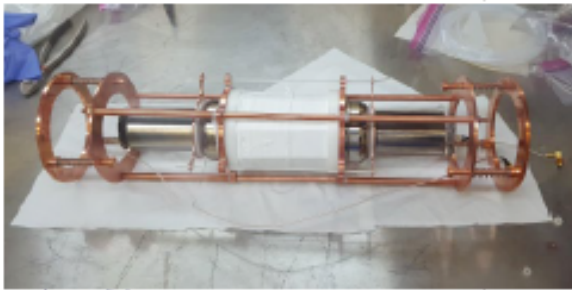
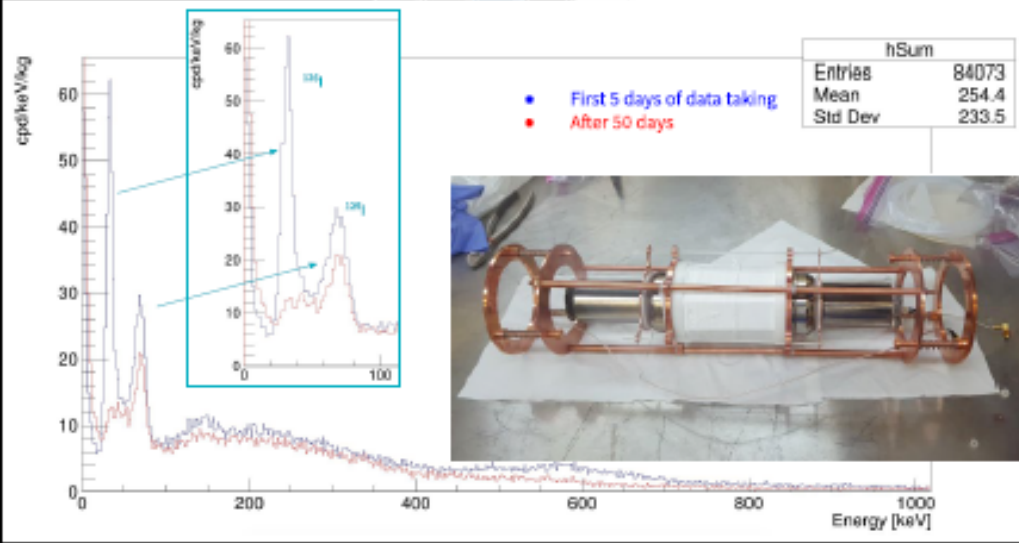
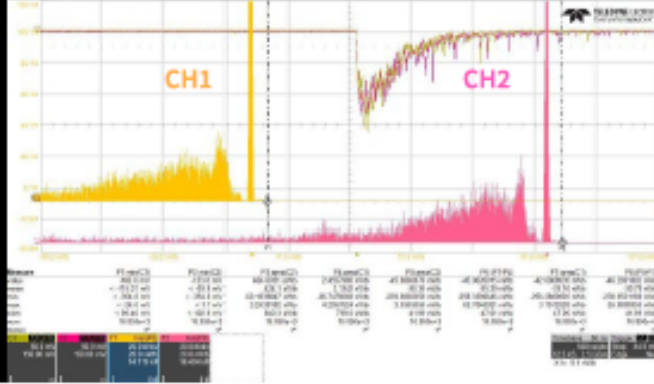
SABRE: Proof of Principle (PoP) shielding



Construction completed June 2018

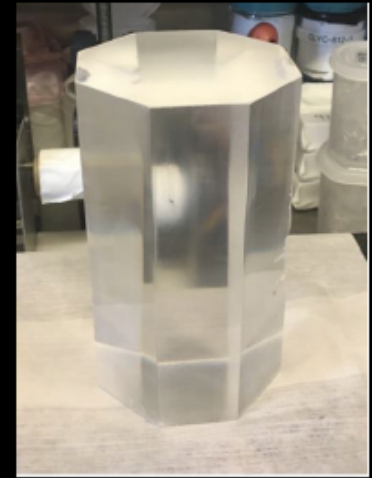
SABRE: cristallo NAI-31

- Not good, but we have it!
- At LNGS since April 2019
- K (ICP-MS) still too high: ~ 25 ppb
 - due to standard quartz crucible.
- Good light yield: ~ 9 phe/keV.
- Poor energy resolution: ~ 27% @ 67 keV.
- Alpha rate too high: ~ 1 mBq/kg
 - ^{210}Po contamination during manufacturing
- Good particles discrimination
- Test bench to develop analysis techniques and also noise filters.
- could be used in coincidence with NaI-033 inside the passive shielding to estimate the ^{40}K
- Monte Carlo simulation studies ongoing.



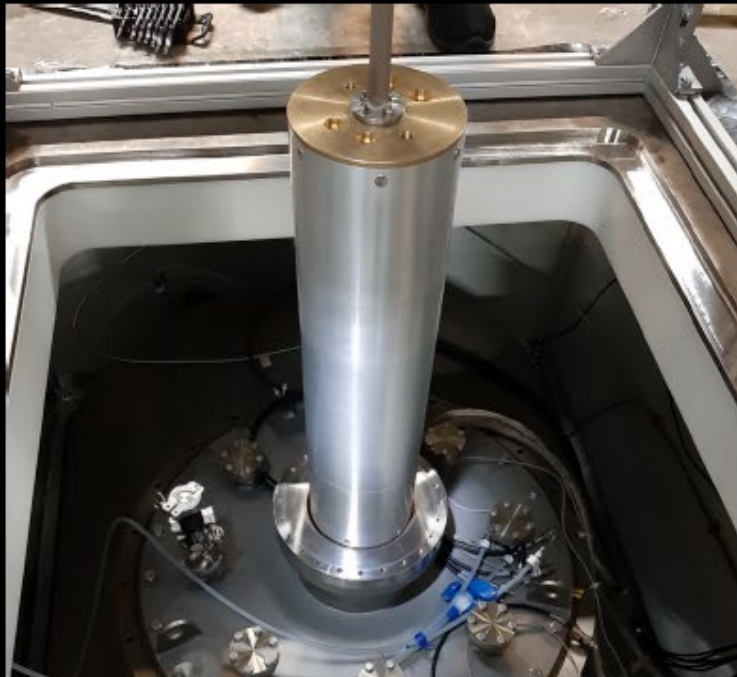
SABRE: cristallo NaI-33. Il primo cristallo buono?

- Grown in Oct 2018, cut and polished.
- Assembled in new copper enclosure in May 2019.
- Shipped by boat Jul 4th 2019
- Octagonal, 3.4kg after cut
- Looks perfect!
- K: **4ppb (exceptionally good!!!)**
- Alpha rate: **0.27mBq/kg**
 - still not good enough but world record since 20 years
 - Energy resolution: ~9.5% at 662keV



SABRE: installazione in Sala C

- completata Aprile 2019
- compreso fluid handling e slow control
- piccoli lavori in corso (cablaggi e finiture)



SABRE: due pubblicazioni nel 2019

- “The SABRE project and the SABRE Proof-of-Principle”, M. Antonello et al. (SABRE coll.), Eur. Phys. Journ. C79 (2019) 363.
- “Monte Carlo simulation of the SABRE PoP background”, M. Antonello et al. (SABRE coll.), Astropart. Phys. 106 (2019) 1-9.

SABRE @Milano: anagrafica e richieste finanziarie

- Richiesta di estensione di SABRE-PoP alla CSN2 per il 2020
- Principalmente per:
 - analisi dati del nuovo cristallo
 - prosecuzione lavoro di upgrade della flangia a 3 buchi e produzione terza enclosure (attività già finanziata sul 2019)
 - design del veto (scintillator free?) per il Full Scale Experiment
 - Stesura del proposal per il 2021->
- Milano anagrafica: 1.5 FTE
 - D. D'Angelo: 0.4 (RL)
 - A. Zani (AdR): 0.5
 - M. Antonello (esterno): 0.5
 - D. Bravo (AdR): 0.1
- Milano richieste:
 - solo missioni e metabolismo: < 10kEuro
 - servizi: nulla



Ricercatori+Tecnologi

M.Antonello	50%
D.Bravo	10%
*Davide D'Angelo	40%
Andrea Zani	50%

Totale **1.5 FTE**

*Responsabile locale

In leggera discesa rispetto al 2018

Richieste finanziarie non ancora definite nel dettaglio:

-Solo missioni e metabolismo < 10k

Richieste servizi

-nulla

GERDA
#doublebetadecay

GERDA

The GERDA experiment has been proposed in 2004 as a new ^{76}Ge double-beta decay experiment at LNGS. The GERDA installation is a facility with germanium detectors made out of isotopically enriched material. The detectors are operated inside a liquid argon shield. The experiment is located in Hall A of LNGS.

-GERDA Phase I
(2011-2013)
completata

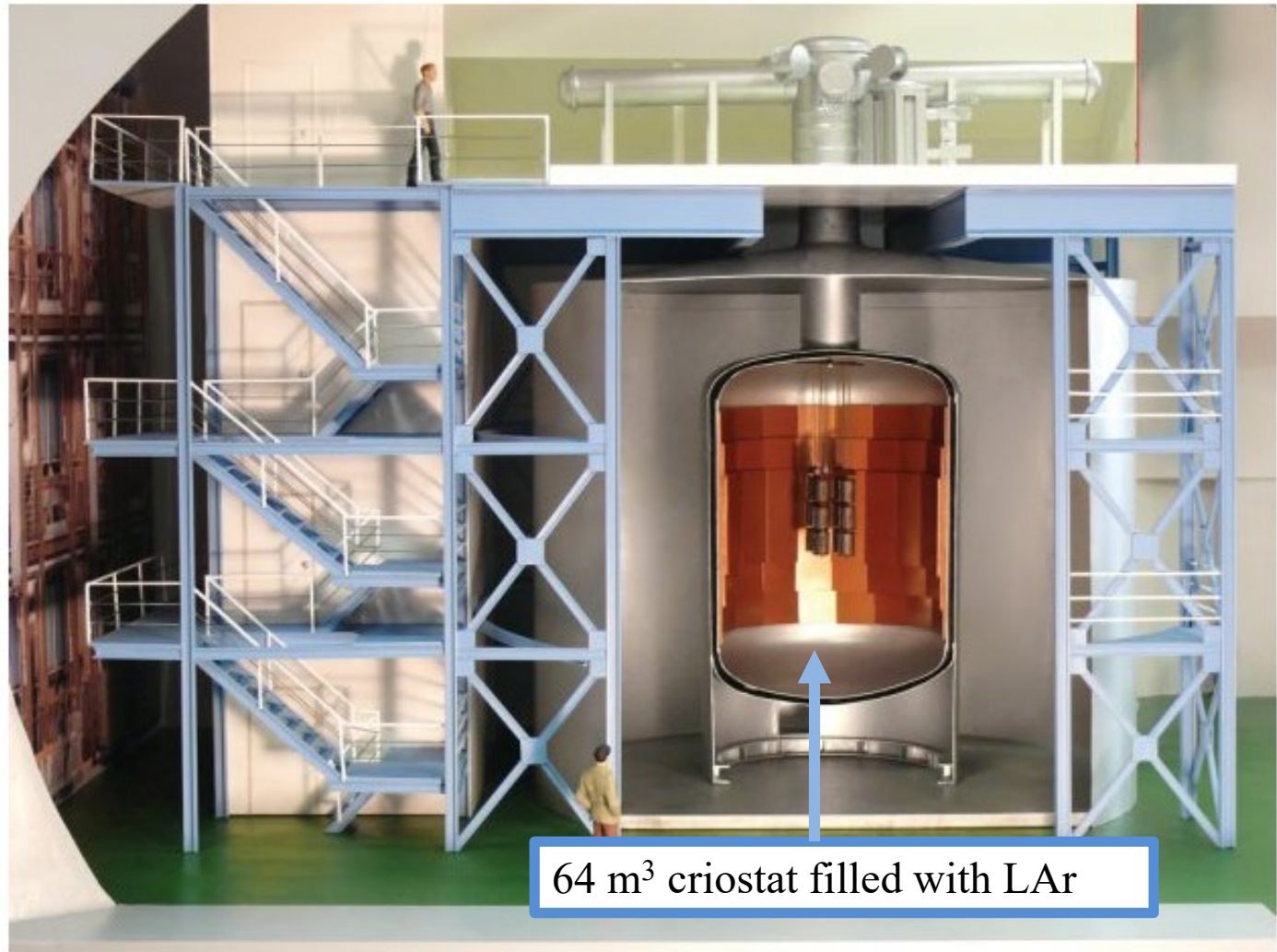
-GERDA Phase II
cominciata nel
2015

Goal Fase II

- 2x Massa
-10x ridotto il
fondo



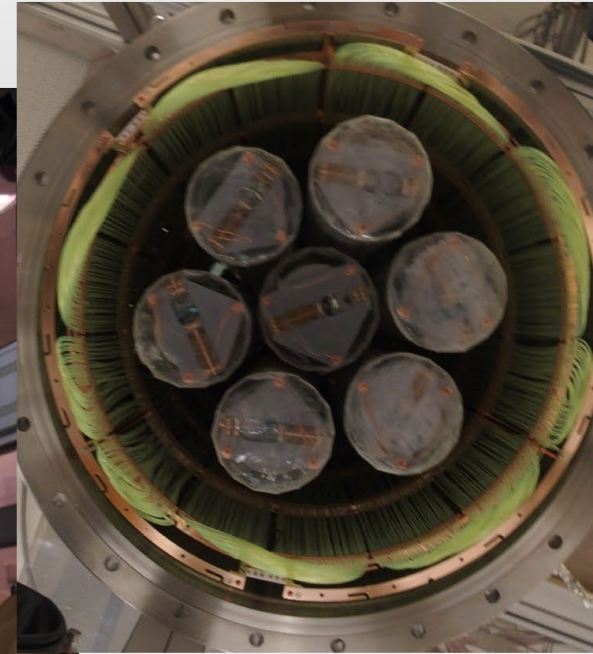
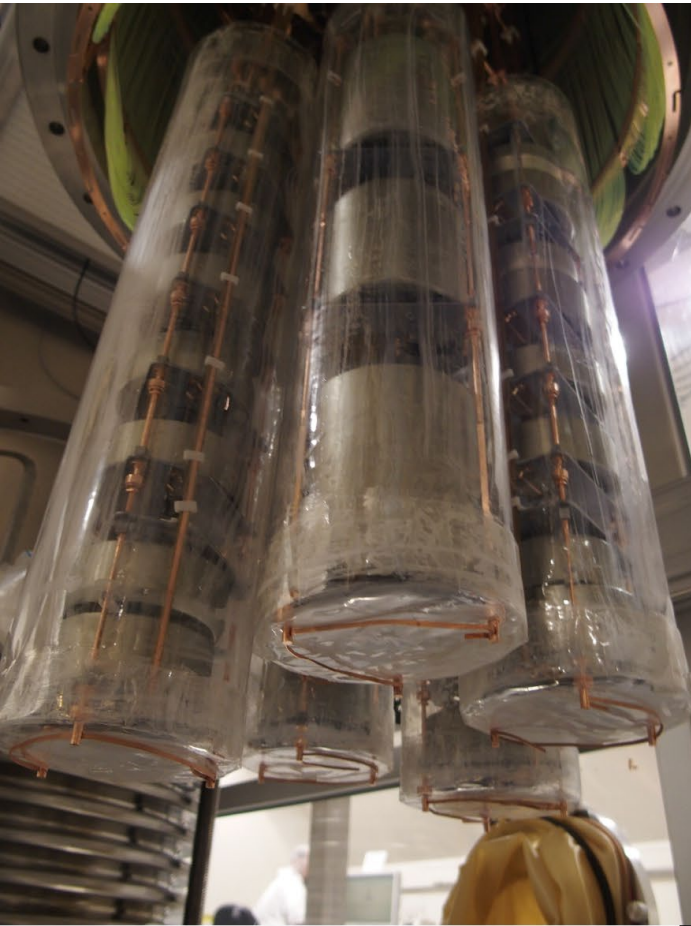
~ x7 in sensibilita'



64 m³ criostat filled with LAr

GERDA-Phase II cominciata a Dicembre 2015

Limite sulla vita media del decadimento doppio beta senza neutrini >



7 enriched coax (15.7 kg)
30 BEGe (20.0 kg)
3 natural coax (7.6 kg)

all channels working!!!
(2 BEGe not used for $T_{1/2}$)

LEGEND

Large Enriched Germanium Experiment for Neutrinoless $\beta\beta$ Decay - LEGEND



219 membri, 48 istituti, 16 paesi
Collaborazione già formata

2 Co-spokespersons:

S. Elliott, S. Schönert

Management completato

Lo scopo di LEGEND:

“The collaboration aims to develop a phased Ge-76 based double beta decay experimental program with discovery potential at a half-life significantly longer than 10^{27} years, using existing resources as appropriate to expedite physics results”

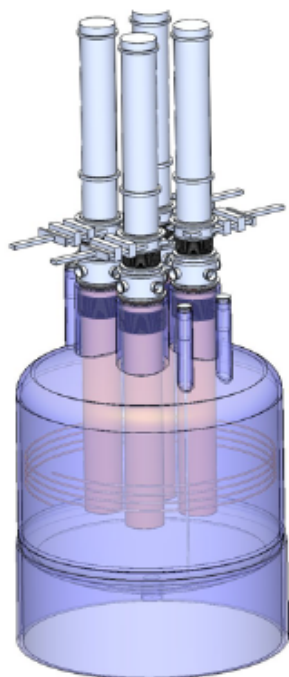
LEGEND : approccio a fasi

Prima Fase:

- upgrade dell'esistente infrastruttura di GERDA fino a 200 kg (**LEGEND-200**)
- data taking potrebbe partire già nel 2021
- riduzione del BI di un fattore 5 rispetto al goal di GERDA Fase II (0.6 conteggi/(ROI·ton·yr))

Fasi successive:

- fino a 1000 kg (a passi successivi)
- timeline connessa con il processo di selezione sul programma doppio beta del DOE americano (2018-2019)
- riduzione del fondo di un fattore 30 rispetto a GERDA
- In che laboratorio? da definire
- Profondità richiesta del laboratorio ospitante da capire (dettata da ^{77m}Ge), potrebbero essere anche i LNGS



Attività 2019

GERDA

- Supervisione nell'implementazione ROOT dell'algoritmo DPLMS (calcolo di filtri ottimi) sviluppato a Milano

LEGEND

- Sviluppo e test dell'elettronica di front-end (CC4) per i rivelatori Ge (co-responsabilità del WBS 1.07)
- R&D per sviluppo di resistori radio-puri di alto valore
- Test del DAQ (FlashCam, sviluppato da MPIK) a LNL

Attività prevista

GERDA

- Partecipazione al decommissioning (inizio anno)

LEGEND

- Produzione e test dell'elettronica di front-end (CC4) in versione radio-pura e suo test nel set-up di GERDA a LNGS
- Produzione di resistori radio-puri prototipali di alto valore
- Supervisione e test dell'algoritmo DPLMS con i rivelatori di

LEGEND

GERDA@ Milano (dotazioni): anagrafica

Ricercatori

Angelo Geraci	40%
Nicola Lusardi	30%
Paolo Piseri	30%
Alberto Pullia	10%
*Stefano Riboldi	40%

PA Politecnico

AR Politecnico

*Responsabile locale

Totale **1.5 FTE**

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	5 kEuro	Meeting di collaborazione, trasferte a LNGS
Consumo	2 kEuro	Materiali di consumo per gli eventuali interventi e prototipazioni
Apparati	25 kEuro	Pre-amplificatori per rivelatori Ge (LEGEND-200)
TOTALE	32 kEuro	

- ❑ Short Base line : **WA104** (ICARUS) + **SBN**, data taking in 2020
 - ❖ Costruzione e installazione del Cosmic Ray Tagger del far detector. Montaggio LNF, installazione e commissioning at FNAL fine 2019 (Mi+Bo+CERN)

2020:

- ❖ Termine montaggio e commissioning CRT (if not 2019) FNAL
- ❖ Partecipazione presa dati e analisi FNAL

- ❑ LongBase Line :**DUNE Near Detector**:

- Coordinamento simulazioni per proposta INFN (riutilizzo di KLOE). **NEW** : accettata da management DUNE
- Coordinamento del CERN Near Detector forum (**Editing document per Eu Strategy, presentato e accettato**)

2020

Continua...

- ❑ Long baseline: **DUNE** far detector , e **protoDUNE**s alla CERN Neutrino Platform
 - ❖ ProtoDUNE Single Phase
 - commissioning e operazione con fascio a fine 2018. (Paper sul fascio Phys. Rev. Accel. Beams **22**, 061003)
 - Continua presa dati con cosmici e calibrazioni
 - Milano : Co-convener Photon detectors operation WG

2020:

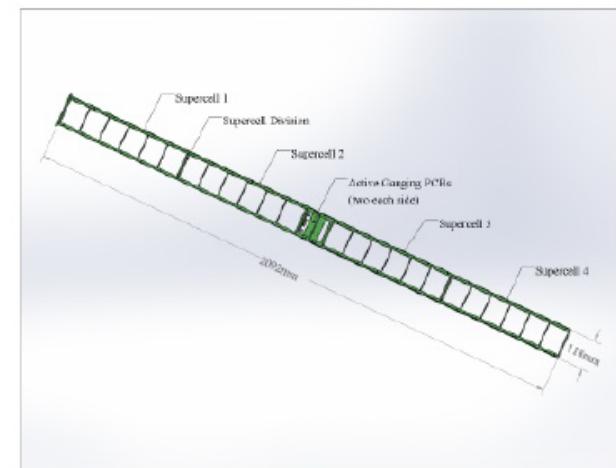
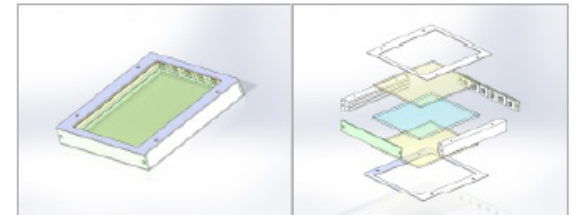
Partecipazione presa dati e analisi Sistema luce

Italian responsibility in in the Photo Detection System (PDS): ARAPUCA

- A light trap that captures wavelength-shifted photons inside flat boxes (cell organized in "supercell") with highly reflective internal surfaces until reflections guide them to active photo-sensors of relatively small area (SiPMs 6x6 mm).
- The effective probability of detecting an incident photon is increased by the trapping mechanism.

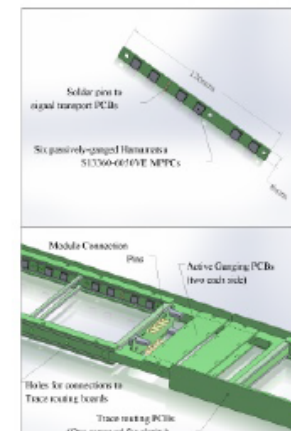
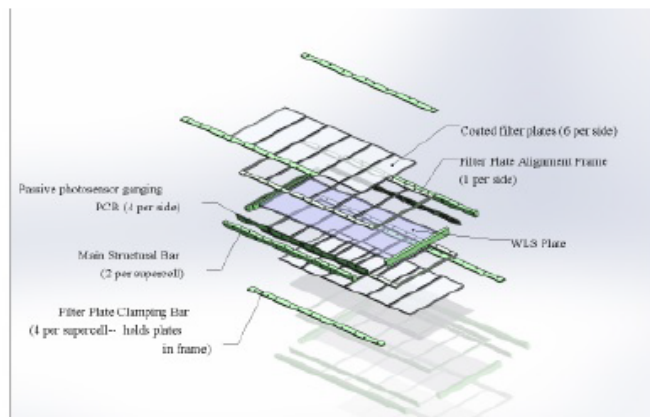
Design of the structure is on-going (baseline described in TDR to be published soon)

- Mechanical part is going to be designed by South America collaborators
- SiPM and Electronics can be developed by the Italian collaboration



Milano (Celoria and Bicocca) are interested in the selection/characterization of the SiPMs, the design of the signal transport cards and the front-end electronics of ARAPUCA:

- The SiPM, distributed along two surfaces of the cell, need to be grouped ("ganged") either in an active or passive way on "signal transport" PCBs.
- Then the signals must be transferred to the amplifying stage ("active ganging") PCBs.
- A prototype amplifier, based on commercial devices has been designed and produced in Bicocca. It represents a starting point of the module design
- R&D is needed not only in the selection of the "optimal" SiPM, but also in the design of the signal transport board and of the front-end electronics.



Requests:

Goal 1: construction of at least 1 cell of the ARAPUCA e test at cryogenic temperatures

- Purchase and characterization of SiPM 6x6 mm (Hamamatsu, FBK ..) → 2 K€
- Design and construction of the "signal transport PCBs" (2 versions) → 2 K€
- Design and construction of the "active board" (with Bicocca) → 1 K€
- Selection of the inter-board connection scheme, connector purchasing → 0.5 K€
- Purchase of LN for tests → 2 K€
- Miscellany → 0.5 K€

Goal 2: optimization of the existing amplification stage and a market survey of commercial devices capable of cryogenics operation

- Design and construction of single channel preamp board (with Bicocca) → 1 K€
- Purchase and evaluation of new commercial devices (opamp etc ..)
for cryogenics electronics → 3 K€
- Miscellany → 1 K€

Totale → 13 K€ + IVA

Instruments to be purchased: Laser system → 10 Keuro + IVA

Missioni

Trasferte al CERN e a Fermilab, da quantificare...

NU_AT_FNAL @Mi: anagrafica e richieste per il 2020

Ricercatori+tecnologi

Mauro Citterio	10%
Massimo Lazzaroni	20%
Stefano Riboldi	20%
*Paola Sala	50%

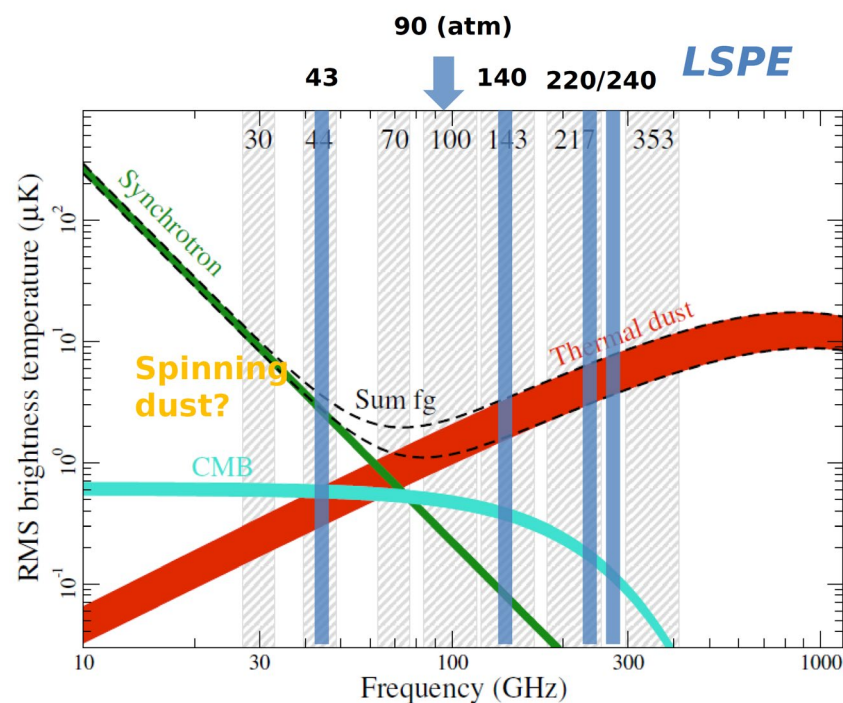
Totale **1 FTE**

Vedi presentazione Paola Sala

LSPE/STRIP
#cmb

- **LSPE e' progettato per misurare la polarizzazione del fondo cosmico a micro-onde;**
- E' costituito da due strumenti
 - SWIPE: su pallone stratosferico, frequenze 140 GHz, 220 GHz, 240 GHz;
 - STRIP: a terra (Tenerife), misura frequenze ~ 43 GHz, 90 GHz;

Il gruppo di Milano e' responsabile del telescopio STRIP

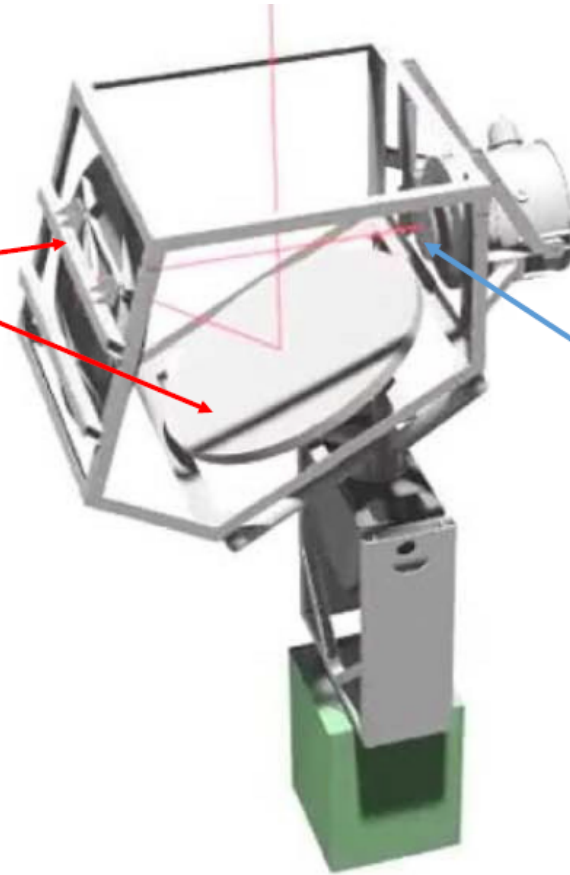


LSPE/STRIP: stato del progetto

- Le varie parti dell'esperimento sono in fase di realizzazione/test

Telescopio

- Specchi (Dragone side-fed)
- Montatura
- Copertura ottica
- Motori (azimuth, elevazione,
- Rotary joint



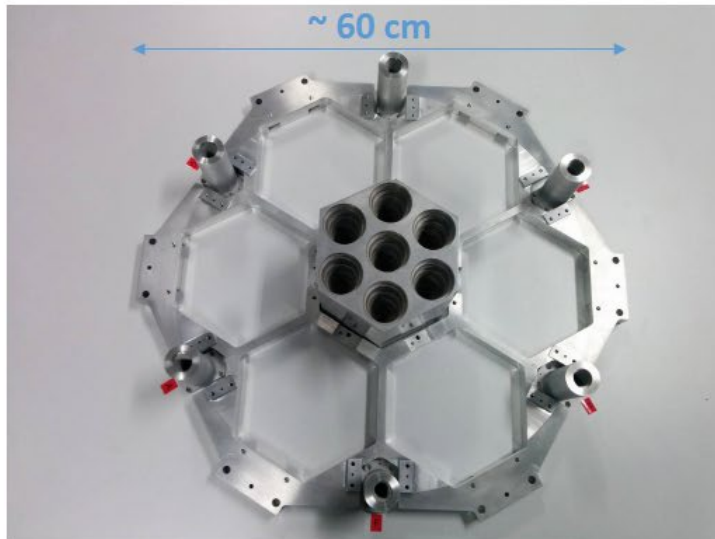
Strumento

- Criostato
- Piano focale con i polarimetri
- Elettronica (not shown);

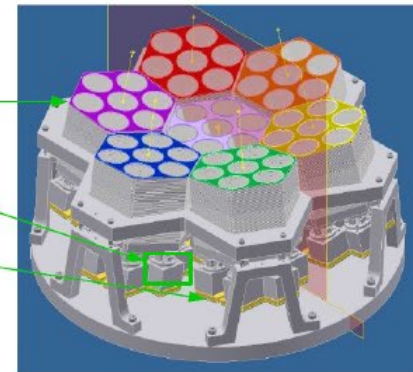
LSPE/STRIP: lo strumento

Il piano focale

- 49 polarimetri + corrugated feed-horn per banda Q (43 GHz)
- 6 polarimetri + corrugated feed-horn per banda W (90 GHz)



- Corrugated feed horns (7 modules with 7 horns each)
- Polarizers + Orthomode Transducers (OMT)
- Polarimeters
- Mechanical support



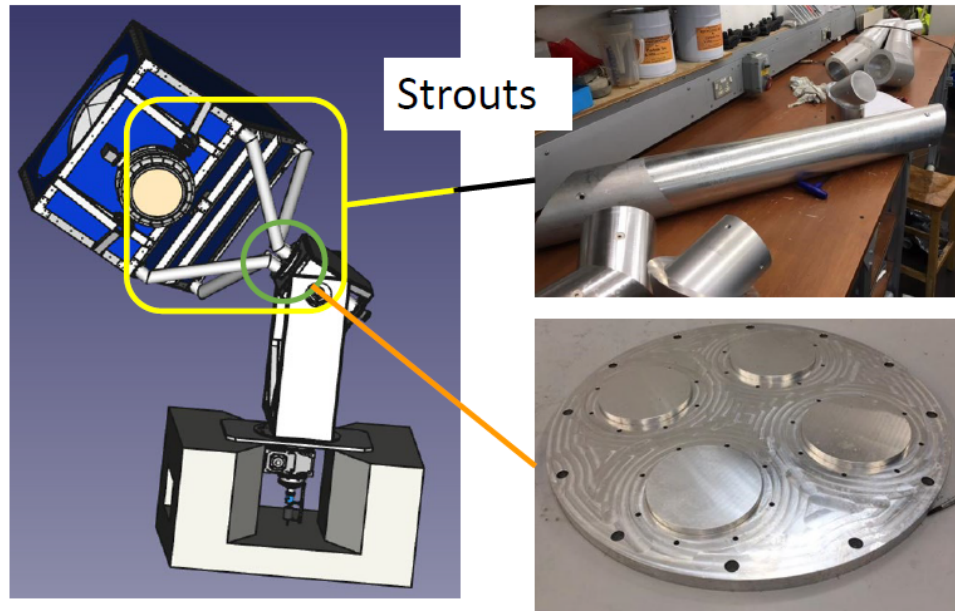
- I polarimetri e le antenne sono stati realizzati e testati singolarmente;
- Il test dell'intero sistema (piano focale + criostato + elettronica) e' in corso a Bologna.

LSPE/STRIP: il telescopio

- Il telescopio e' la parte piu' critica e sta causando notevoli ritardi alla schedula

Il telescopio e' fornito dal gruppo di Oxford (costruito originalmente per un altro esperimento, Clover, che poi non e' stato fatto);

- Modifiche per adattarlo alle necessita' dello strumento STRIP;
- Gli specchi sono quelli di Clover;
- La montatura esiste, ma ha richiesto qualche aggiustamento;



- **CRITICITA'**: alcune parti dell'interfaccia meccanica fra le parti del telescopio e i motori sono ancora in via di definizione: il design non e' ancora completo;

Ricercatori+Tecnologi

Marco Bersanelli	50%
*Barbara Caccianiga	40%
Silvia Caprioli	100%
Luciano Mandelli	0%
Aniello Mennella	30%
Davide Maino	30%
Cristian Franceschet	70%
Sabrina Realini	100%
Simone Paradiso	100%
Maurizio Tomasi	70%

Totale **5.9 FTE**

*Responsabile locale

LSPE@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	50 kEuro	Missioni (Meeting, installazione a Tenerife, Turni di acquisizione)
Inventariabile	30 kEuro	-Realizzazione parti di interfaccia della montatura del telescopio e dei motori
Consumo	5 k	-metabolismo
TOTALE	85 kEuro	

Le richieste sono ancora in via di definizione

QUBIC
#cmb

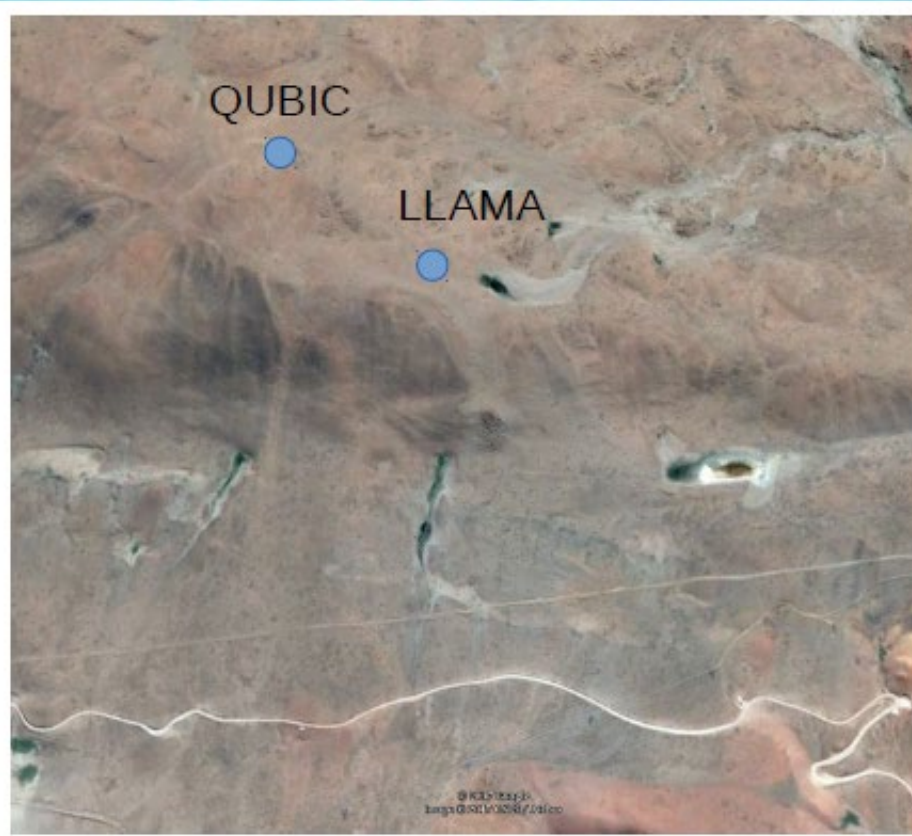
QUBIC: Q and U Bolometric Interferometer for Cosmology

QUBIC site



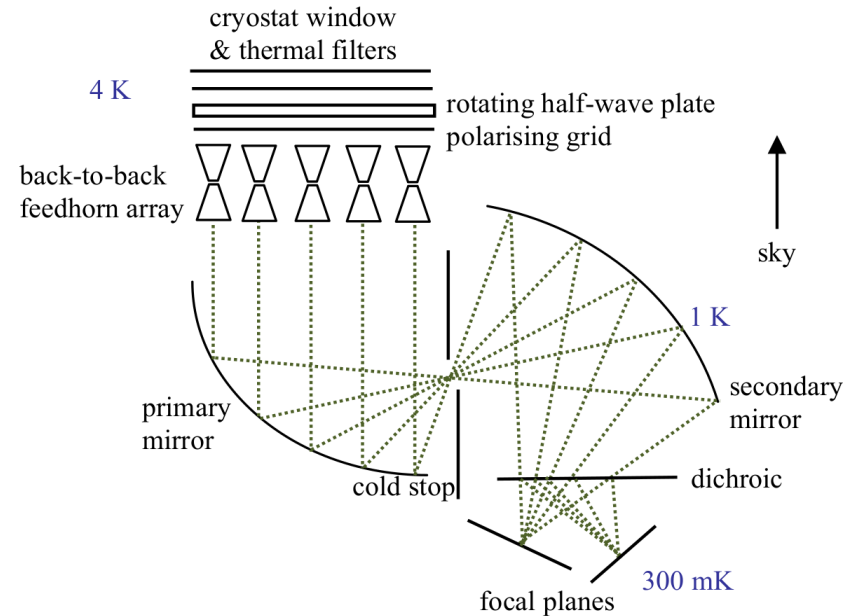
QUBIC: Q and U Bolometric Interferometer for Cosmology

QUBIC site



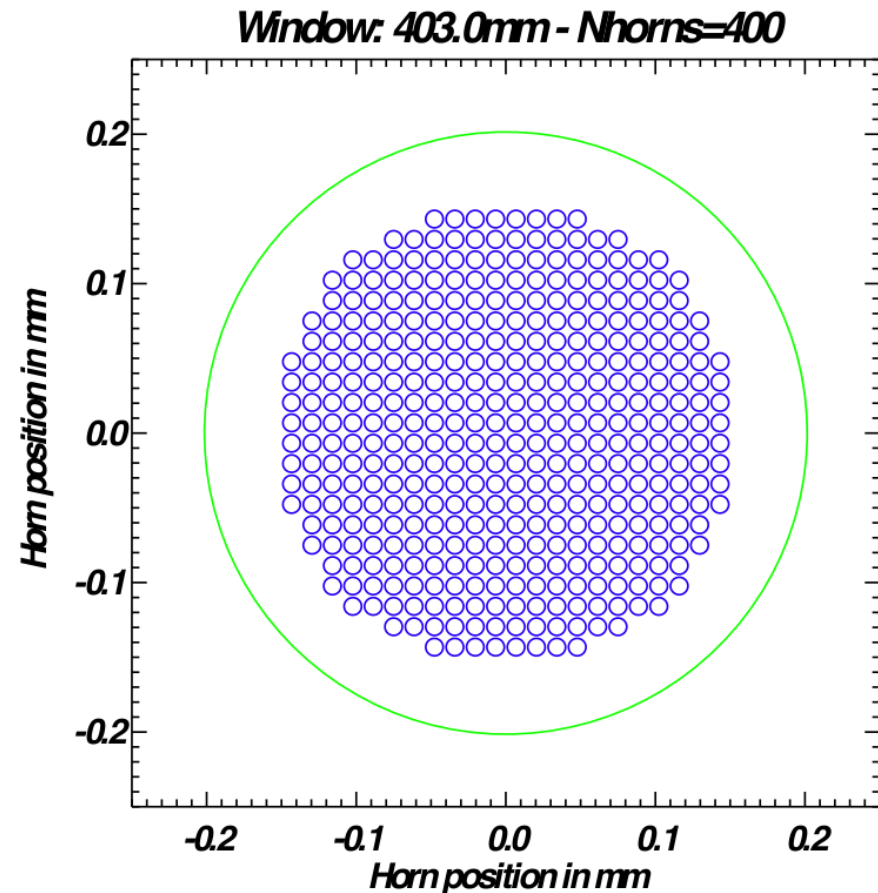
The QUBIC antenna array

- Plane with 400 circular apertures
- Each aperture interfaced with corrugated feed-horn antenna. A second twin antenna “illuminates” an “optical combiner” that creates the interference pattern.
- A shutter between antennas allows us to control the interference pattern during calibration



The QUBIC antenna array

- Plane with 400 circular apertures
- Each aperture interfaced with corrugated feed-horn antenna. A second twin antenna “illuminates” an “optical combiner” that creates the interference pattern.
- A shutter between antennas allows us to control the interference pattern during calibration



QUBIC: Technological Demonstrator (TD)

QUBIC

- 400 (+400) antennas
- 1024 detectors

Technological Demonstrator to prove the feasibility of the principle

- 64 antennas (+64) antennas
- 256 detectors

QUBIC: Technological Demonstrator (TD)

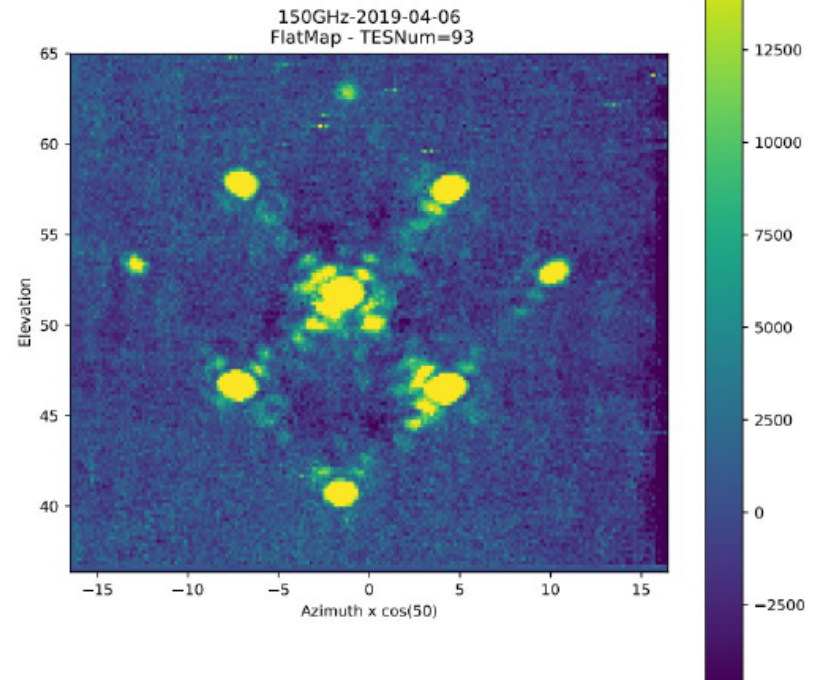
Current calibration activities (end June 2019)

- Measurement of synthesized beams (interference fringes)
- Detector characterization with degraded performance

Upcoming calibration activities (July-October 2019)

- Upgrade of thermal setup to meet noise performance
- Measure noise and polarization performance

Example of measured QUBIC synthesized beam



Upcoming reviews

- October 2019 - TD calibration review
- December 2019 (TBC) - TD pre-shipment review

TD installation and operations on site and FI finalization

- Early 2020 shipping and installation of QUBIC TD in Argentina
- 2nd semester od 2020 - TD operations in Argentina
- All 2020 - finalization of FI parts

Ricercatori+Tecnologi

Marco Bersanelli	30%
Federico Incardona	100%
Stefano Mandelli	100%
*Aniello Mennella	50%
Cristian Franceschet	30%
Maurizio Tomasi	30%

Totale **3.4 FTE**

*Responsabile locale

Tecnici

Francesco Cavaliere:	30%
Daniele Vigano':	50%

Totale **0.8 FTE**

QUBIC@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Tipologia	Richiesta [k€]	Descrizione
Missioni	15.7k	-2 missioni in Argentina (15 mese) 8k -4 collaboration meetings (1 persona) 4.5k – 2 meeting di lavoro (1 persona per 10 days) 3.5k
Shipment	2.0k	Trasporto di antenne e switch per lo strumento finale
Totale	17.7k	

EUCLID
#darkenergy

EUCLID@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Ricercatori+Tecnologi

*Davide Maino	50%
Luigi Guzzo	80%
Ben Granett	50%
Carmelita Carbone	70%

Totale **2.5 FTE**

*Responsabile locale

- Richieste finanziarie ancora in via di definizione.
- Solo missioni < 10 k

TRISTAN
#sterilenu

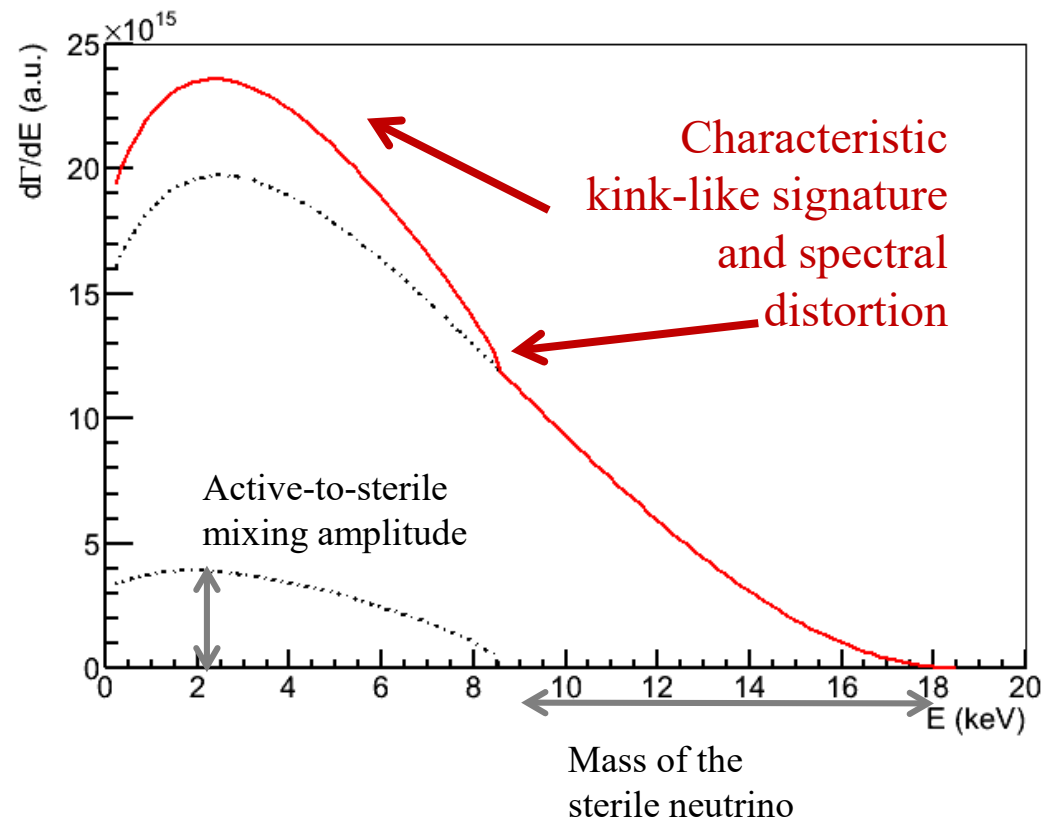
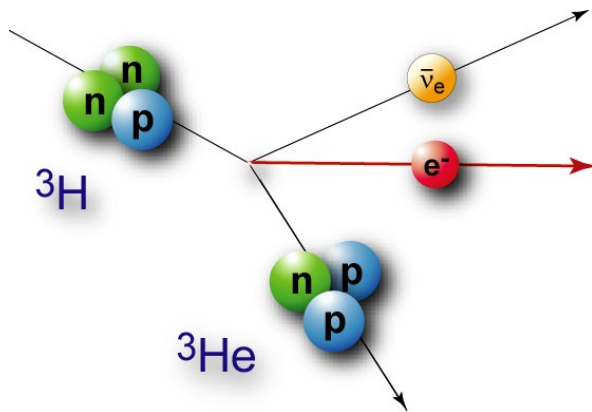
MOTIVATIONS OF TRISTAN

- **KATRIN:** Measurement of neutrino mass via measurement of only the endpoint region of tritium beta decay spectrum
- **TRISTAN:** Search for signature of physics beyond the standard model via observation of the full tritium beta decay spectrum
 - Sterile neutrinos
 - Right-handed currents
 - Extra dimensions
- **Sterile neutrinos:**
 - Natural extension of the standard model
 - If in the keV mass range → dark matter candidate
 - If in the eV mass range → resolve experimental anomalies in neutrino oscillation experiments

TRISTAN

- Non-zero neutrino mass reduces the endpoint and distorts the spectrum
- Sterile neutrino manifests itself as a kink and distortion of the spectrum further away from the endpoint

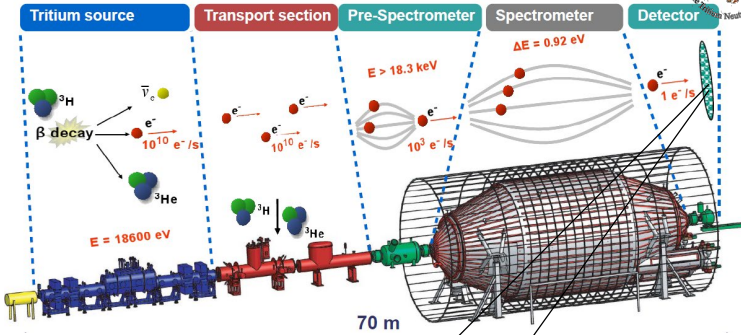
$$\frac{d\Gamma}{dE} = \cos^2 \theta \frac{d\Gamma}{dE} (m_\beta) + \sin^2 \theta \frac{d\Gamma}{dE} (m_s)$$



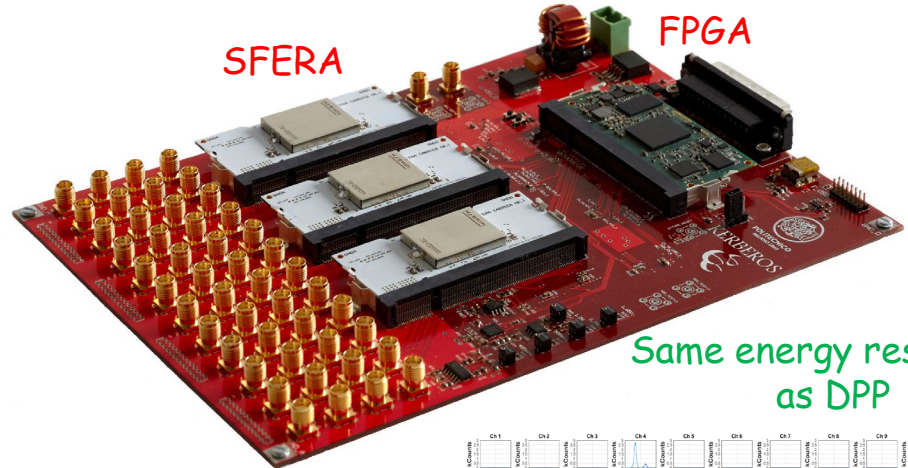
TRISTAN

Goal: Development of a large array of Silicon Drift Detectors for accurate measurement of electrons energy spectrum in the search for the sterile neutrino

Within the KATRIN framework

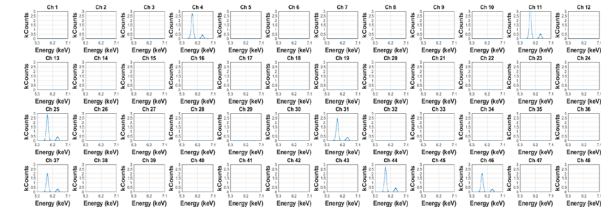


Design and realization of a 48-channel (scalable to 166) analog processing platform KERBEROS



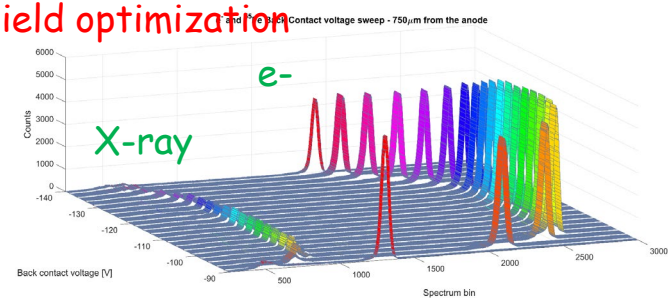
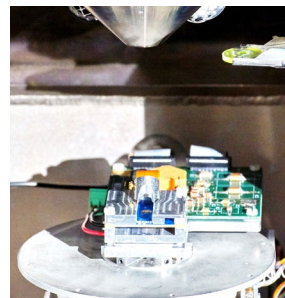
Same energy resolution as DPP

New SFERA-TAC (for time-stamping) under design



Characterization of detector with electrons (SEM):

E field optimization



Design of the 166-SDD Detection Module:
Dummies and prototypes

Mechanics and thermal

Interconnections

Electronics



TRISTAN@ Milano: anagrafica e richieste finanziarie

Summary of activity in 2019

- Design of the detection module (electronics and mechanics)
- Detectors (expected in August) mounting and characterization (7, 12, 48 arrays)
- Design and preliminary test of 48- and 192-ch. analog processing platforms
- Design of SFERA-TAC new ASIC

Activity Plan for 2020

- Final production of electronics boards, assembly and operation of complete 166-ch. module
- Production and validation of 192-ch. readout system (2 versions: for Milano setup and for Katrin)
- Characterization of SFERA-TAC and new version of DAQ
- Installation in Monitor Spectrometer

Partecipazione Milano nel 2020

Anagrafica

M. Carminati (RTD)	100% (Resp. Loc.)
M. Gugiatti (dott)	100%
C. Fiorini (PO)	20%

TOT. **2.2 FTE**

Consumo (hybrid-flex PCBs, components, cables, connectors, DAQ boards ...)	43k
Inventario (alimentatori HV)	8k
Missioni (to MPP and KIT)	12k
TOT	63k