

Preventivi 2021: Gruppo II

A. Garfagnini, A. Longhin

Segreteria: P. Salente

Consiglio di Sezione INFN Padova

15 Luglio 2020



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INFN-PD Gr2: "science-metrics wise"

Fisica "dallo spazio"
multimessenger,
cosmology

EUCLID DE S. Dusini
CTA/MAGIC γ (Ch, terra) M. Mariotti
FERMI γ (CAL, sat) D. Bastieri
VIRGO L. Conti
ET GW J. P. Zendri

CUORE
GERDA

L. Taffarello
R. Brugnera

B β 0v @ Gran Sasso

MOONLIGHT-2 P. Villoresi

Quantum science

QUAX

G. Carugno

assioni

JUNO

Oscillazioni neutrini (reattori)

ICARUS

A. Guglielmi

DUNE

L. Stanco

T2K

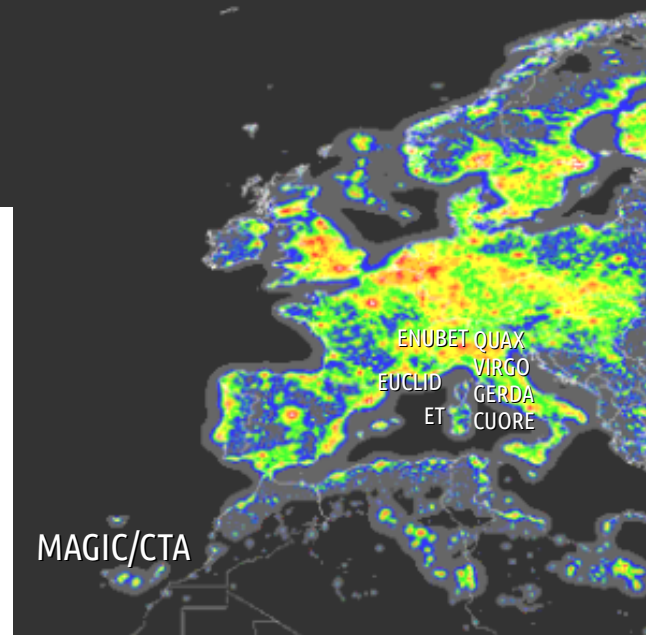
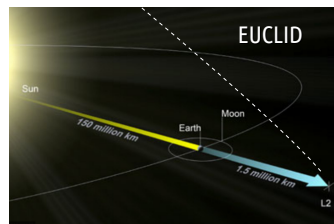
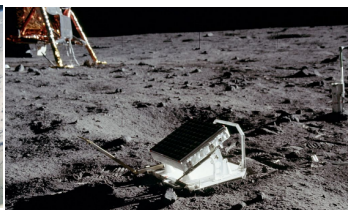
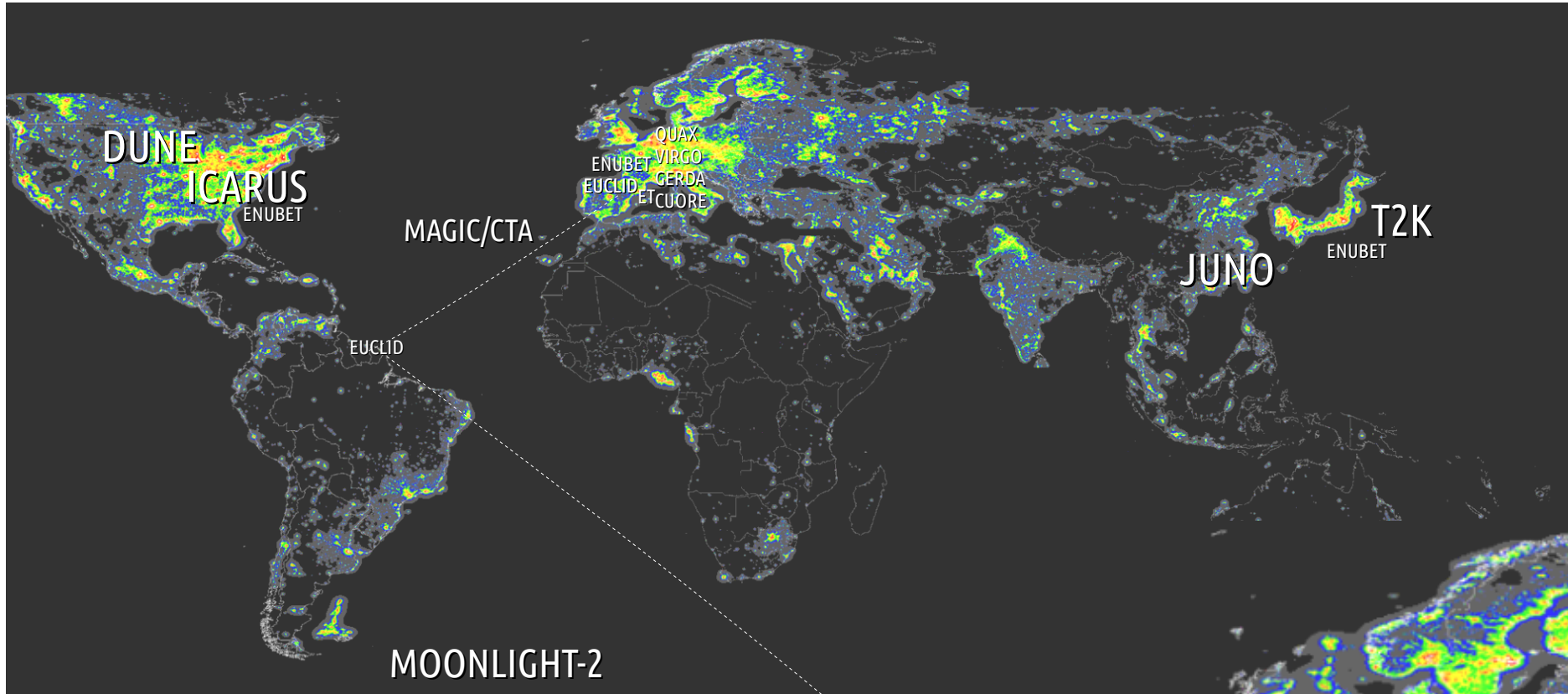
G. Collazuol

ENUBET

F. Pupilli

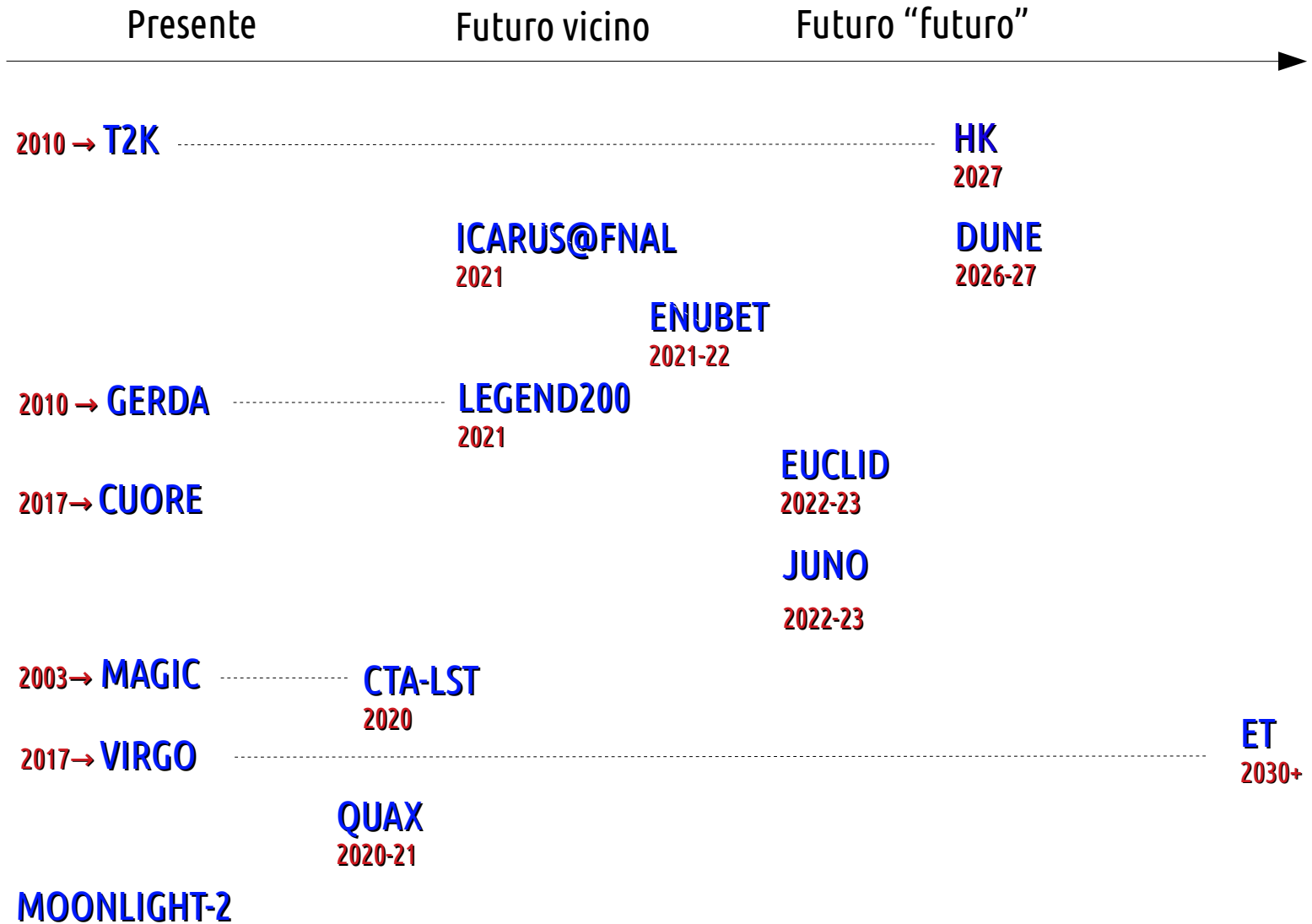
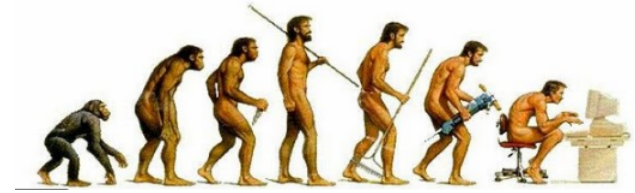
Oscillazioni neutrini (acc)

INFN-PD Gr2: "Travel-metrics wise"



Per questi ultimi non si chiedono fondi missione

INFN-PD Gr2: "Time wise"



Richieste ai servizi (spoiler)

2021 (mesi persona)	OFF. MECC.	ELETTR.	PROGETTA ZIONE EL.	UFF. TECH.	CALCOLO e RETI
CTA/MAGIC	4.5	2	4	2	
FERMI					
CUORE					
ET					
VIRGO	2		2		
EUCLID					Veneto cloud 0.5
GERDA	0.5		0.5	0.5	2
JUNO	4		12		
NU_AT_FNAL	1 FNAL				
ICARUS	4		12		4
MOON LIGHT-2					
QUAX	15		15	2	
T2K	1.5 + 0.8 @ J-PARC		x		
ENUBET2	6			4	Veneto cloud 0.5
Totale	39.3		> 59.5	8.5	7

Dettagli nel seguito
Numeri dalle slides, non ancora dai libroni

Richieste finanziarie (spoiler)

2021 (kEUR)	Missioni		Costruzione app.	Consumo	Inv.	SP-servizi
CTA/MAGIC	89(+10 sj)		105	24	6	20
FERMI				~19		
CUORE	9					
ET	2			6(+2 sj)		
VIRGO	In progr.			~ 34		
EUCLID	In progr.		In progr.	In progr.	In progr.	In progr.
GERDA	30		250	4		
JUNO	80		800	10	10	10
NU_AT_FINAL	In progr.		In progr.	In progr.	In progr.	In progr.
ICARUS	64.5(+ 8 sj)		11	4		3+2(manut)
MOON LIGHT-2	15			32		
QUAX				240		
T2K	76		83	2	12	9
ENUBET2	5					

Dettagli nel seguito (in base alle informazioni delle slides, non ancora libroni)

2021	PhD	Assegno	RTD-A	RTD-B	Post-doc INFN (+FELLINI)	RIC UNI	RIC INFN	PA/1RIC/TEC	PO/DdR
CTA/MAGIC (10.3)	<i>Spolon (1)</i>	<i>Bernardos M. (1)</i> <i>Fiori (1)</i> <i>Mallamaci (1)</i>	<i>Prandini (0.95)</i>		Lopez-Coto	Rando (0.4)		Mariotti (1) Doro (0.95) Naletto (0.8) <i>Bernardini (0.5)</i> Bastieri (0.3) Dima (0.2) Bottacini (0.2)	De Angelis (0.7) Busetto (0.7)
FERMI (3.8)	Pei (1) Hubing (1)					Rando (0.5)		Bastieri (0.3) Bottacini (0.8)	De Angelis (0.2)
CUORE (0.6)								Taffarello (0.6)	
ET (2.5)	Ganz (0.1) Di Carlo (0.1)	<i>Spera(0.1)</i> Orlando (0.1) Pasquato (0.1) Giacobbo (0.1) Ballone (0.1)	<i>Bertacca (0.1)</i> Lazzaro (0.2)		Ricciardone (0.1) (?)	<i>Liguori (0.1)</i> Pasquato (0.1) Bazzan (0.1)	<i>L.Conti (0.2)</i>	Zendri (0.4) Ciani (0.2) Bartolo (0.1) Peloso (0.1) <i>Mapelli (0.1)</i>	<i>Matarrese (0.1)</i>
VIRGO (7.3)		<i>Spera (0.5)</i> <i>Bouffanais (0.5)</i>	<i>Lazzaro (0.8)</i>			Bazzan (0.5) <i>Ciolfi (0.5)</i>	L. Conti(0.8) Vedovato (1)	Zendri (0.6) Ciani (0.8) De Pietri (0.5) <i>Mapelli (0.4)</i> Pegoraro (.2)	
EUCLID (4.7)	Verza (1) + 2 NEW	+1 NEW	Renzi (0.8) <i>Bertacca (0.1)</i>	<i>Raccanelli (0,1)</i>	<i>Jung (0.1)</i>	<i>Sirignano (0.7)</i> <i>Liguori (0.1)</i>	Dusini (0.8)	<i>Bartolo (0.1)</i> Naletto (0.1)	<i>Matarrese (0.1)</i> Stanco (0.6)
GERDA (4.9)	Pertoldi (1) Biancacci (1)	<i>Von Sturm (0.7)</i>					Lippi (0.6)	Brugnera (0.7) Garfagnini (0.3) <i>Sada (0.6)</i>	
JUNO (4.6)	Marini (1)	<i>Von Sturm (0.3)</i>		Grassi (0.4)		<i>Sirignano (0.3)</i>	Dusini (0.1) Lippi (0.4) Bergnoli (0.5)	Brugnera (0.3) Garfagnini (0.7) Bellato (0.1) Dal Corso (0.1) Fanin (0.2)	Mezzetto (0.1) Stanco (0.1)
NU_AT_FINAL		Brunetti (.05)							Stanco (0.3)
ICARUS (7.8)							Farnese (1) Varanini (1) Baibussinov (0.6)	Braggiotti (1) Meng (1) Gibin (1) Pietropaolo (1) <i>Ventura (0.2)</i>	Guglielmi (1)
MOON LIGHT-2 (2.9)	<i>Scriminich (0.7)</i> Zaidi (0.15)	F. Vedovato (0.4) A. Stanco (0.4) Agnesi (0.4) Avesani (0.3)						Vallone (0.1)	Villoresi (0.4)
QUAX (2.7)	Di Vora (1) +NEW					<i>Braggio (0.5)</i>		Taffarello (0.4) Pepato (0.2) Pegoraro (0.1)	Carugno (0.5)
TZK (8.4)	Jacob (0.9) Pari (0.6) <i>Delogu (0.4)</i>	<i>Ospina (0.9)</i> Cogo (1.0)		Grassi (0.6)	Lamoureux (1.0)	Laveder (0.8)		Collazuol (0.8) Longhin (0.4)	Mezzetto (0.8)
ENUBET (3.8)	<i>Delogu (0.6)</i> Pari (0.4)	Pupilli (1.0) <i>Brunetti (0.95)</i>						Longhin (0.6) Dal Corso (0.2)	Mezzetto (0.1)

Descrizione delle richieste

Grazie ai responsabili per il materiale!

CTA/MAGIC	M. Mariotti
FERMI	D. Bastieri
CUORE	L. Taffarello
DUNE	L. Stanco
ENUBET	F. Pupilli
ET	J. P. Zendri
EUCLID	S. Dusini
GERDA	R. Brugnera
ICARUS	A. Guglielmi
JUNO	A. Garfagnini
MOONLIGHT-2	P. Villoresi
QUAX	G. Carugno
T2K	G. Collazuol
VIRGO	L. Conti



Ordine di presentazione:

spazio – terra - sotterranei



Padova CTA/MAGIC group (2020- 2021) anagrafica



Magic = 10 firme, CTA = 14 firme Tot_FTE = 10.3

Mose' Mariotti
group leader



Alessandro de Angelis
PO



Michele Doro
PA



Eugenio Bottacini
PA



Elisa Prandini
RTDA



Riccardo Rando
RC



Manuela Mallamaci
postdoc



Ruben Lopez
Ricercatore



Maria Isabel Bernardos
Assegno



Denis Bastieri
PA



Giovanni Busetto
PO



Giampiero Naletto
PA



Alessia Spolon
PhD



Michele Fiori
Pos doc



?
PhD
student



Elisa bernardini
PA



Razvan Dima



Sandro Ventura
Tecnologo



Daniele Corti



Technical supporters

MAGIC recent scientific results and highlights

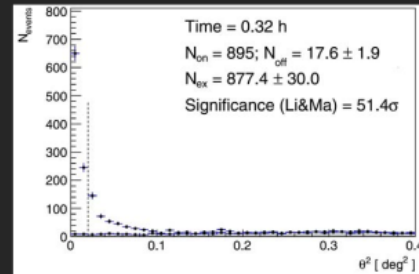


Nonostante i 17 anni età dello strumento, La produzione scientifica si mantiene abbondante e di altissima qualità grazie al continuo miglioramento dell'apparato e degli strumenti di analisi insieme alla ricchezza di tematiche scientifiche che il cosmo ci offre.

Tipicamente ~ 12 pubblicazioni/anno alcune delle quali su riviste di grande impatto

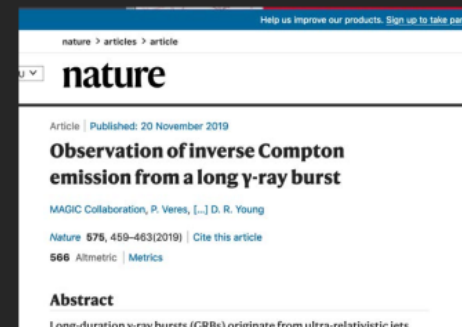


MAGIC recent scientific results and highlights



Doppio nature!

Per l'osservazione del GRB 190114 da terra con altissima significanza che ha portato alla scoperta della componente ad altissima energia del collasso gravitazionale di una stella con il meccanismo "Compton inverso"

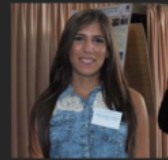


Attività 2021: MAGIC



Presca Dati

- 3+1 turni di presa dati



Analisi dati partecipazione ai Gruppi scientifici

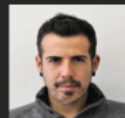
- AGN Physics working group
- Astroparticle and fundamental
- Galactic



EB member



CB member



CONVENOR



- Transient: neutrino, GRB, GW



Neutrino PI



CTA-LST Status/activity



- LST in commissioning: turni di messa a punto e inizio presa dati
- Primi risultati con rilevanza politico-scientifica degni di press release: Padova con Rubén Lopez-Coto in prima linea ha avuto un ruolo decisivo

INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

PORTALE INFN PHONEBOOK INFO SERVIZI

Cerca...

HOME ISTITUTO ▾ STRUTTURE ▾ ESPERIMENTI ▾ PROGETTI ▾ COMUNICAZIONE ▾ OPPORTUNITÀ DI LAVORO

Comunicazione

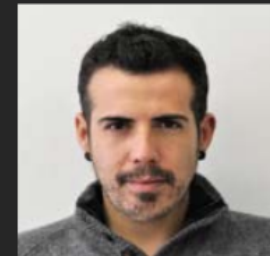
- Ufficio Comunicazione ▾
- Comunicati stampa ▾
- News ▾
- Newsletter ▾
- Rassegna Stampa ▾
- Mostre e installazioni ▾
- Eventi ▾
- Approfondimenti ▾
- Infografiche e poster ▾
- Brochure
- Editoria
- Asimmetrie
- immagini

22 GIUGNO 2020

IL PRIMO TELESCOPIO DI CTA RIVELA FOTONI GAMMA DALLA PULSAR DEL GRANCHIO

L'osservazione di un'emissione pulsata di fotoni di alta energia provenienti dalla nebulosa del Granchio conferma le enormi potenzialità di LST-1 (Large Size Telescope), il primo dei quattro telescopi Cherenkov di grandi dimensioni (23 metri di diametro) che, insieme a una decina di telescopi medi (12 m di diametro), andranno a comporre la schiera di rivelatori del sito nord del Cherenkov Telescope Array (CTA), l'osservatorio terrestre di prossima generazione per l'astronomia dei raggi gamma a energie molto elevate. Al progetto collaborano per l'Italia l'INFN e l'INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Già pochi giorni dopo l'installazione della camera a fotomoltiplicatori, lo scorso novembre LST-1 era riuscito a osservare la sua prima sorgente gamma. E ora LST-1 ha rivelato la debole emissione gamma pulsata proveniente dalla pulsar al centro della nebulosa del Granchio. Un risultato che segna il successo della tecnologia impiegata e che è stato recentemente presentato da **Rubén Lopez-Coto**, ricercatore della Sezione INFN Padova e vincitore di un Marie Skłodowska-Curie grant Fellini, durante il primo meeting di collaborazione, svolto in modalità remota a causa delle restrizioni legate all'emergenza COVID-19. "L'osservazione della pulsar - ha commentato Lopez-Coto - conferma che le performance del Large Size Telescope stanno rapidamente raggiungendo gli obiettivi di progetto".

"Anche se a causa del COVID-19 le attività di presa dati in sito hanno avuto un'importante battuta di arresto, - spiega **Mosè Mariotti**, dell'Università e della Sezione INFN di Padova, coordinatore italiano del progetto LST- per contro le attività di messa a punto degli strumenti software e delle strategie di analisi dati coordinate da Rubén hanno avuto una interessante accelerazione, e ci hanno regalato questo meraviglioso risultato. Si tratta di un'analisi dedicata a segnali deboli che tiene conto del tempo di arrivo dei fotoni sincronizzati



CTA-LST Status/activity



- LST in commissioning: turni di messa a punto e inizio presa dati
- Primi risultati con rilevanza politico-scientifica degni di press release: Padova con Rubén Lopez-Coto in prima linea ha avuto un ruolo decisivo

INFN PADOVA

HOME LA SEZIONE RICERCA DIVULGAZIONE OPPORTUNITÀ

22 GIUGNO 2020

LST-1, il prototipo del primo telescopio di CTA, rivela emissione gamma di alta energia da parte della Pulsar del Granchio

La Palma, Isole Canarie, Spagna – Tra gennaio e febbraio 2020, il prototipo del Large Sized Telescope di CTA, LST-1, ha osservato la pulsar del Granchio, la stella di neutroni al centro della nebulosa del Granchio (Figura 1). Il telescopio è nella fase di messa a punto nel sito CTA-Nord sull'isola di La Palma, nelle Isole Canarie.

22 GIUGNO 2020

Q Search

ARTICOLI RECENTI

Conclusione delle attività con le scuole per l'anno scolastico 2019-20

SUPERKEKB conquista il nuovo record mondiale di luminosità

LST-1, il prototipo del primo telescopio di CTA, rivela emissione gamma di alta energia da parte della Pulsar del Granchio

ALICE studia l'espansione del quark-gluon plasma con i quark charm

Bando Dottorato in Physics UNIPD – scadenza 16 giugno 2020

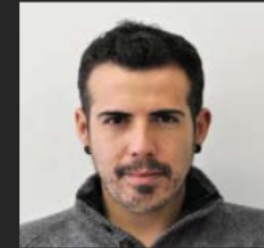
Tutte le news

COMMENTI RECENTI

Rossana Chiaratti su Protetto: Servizio Amministrativo

Stefano Pietro su Perché, se i fotoni non hanno massa, questi vengono deviati dall'attrazione gravitazionale di oggetti molto massicci come le galassie?

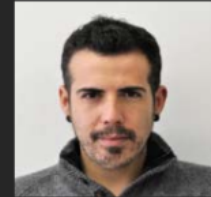
Davide su Perché, se i fotoni non hanno



CTA-LST activity 2021



- Attività sviluppo Software e di analisi dati: come istituzione siamo molto visibili Rubén ne è il coordinatore di tutto LST, in arrivo un assegnista
- Continua e potenziata l'attività di sviluppo software per LST
- Sviluppo software e strategie di calibrazione
- Nuovi metodi di analisi dati basati su Convolutional Neural Network: potrebbe diventare una piccola rivoluzione Padova sarà in prima linea (2 tesi Master + un Post-Doc con progetto di ricerca dedicato)



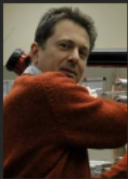
CTA-LST activity 2021



- In preparazione gara/e per i prossimi 3 telescopi: INFN PD meccanica funi



Il working package in delle funi LST è diventato autonomo di **completa responsabilità INFN**, prima eravamo sub package della struttura di supporto della camera in capo ai francesi del LAPP. Maggiori onori ma anche oneri legati alla documentazione/certificazione del materiale



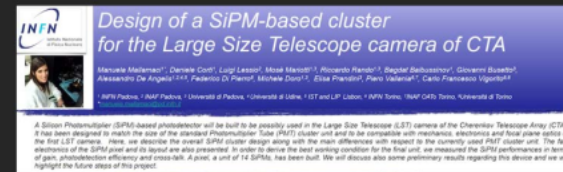
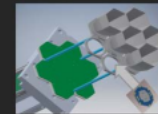
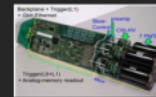
Razvan Dima è l'ingegnere che seguirà la preparazione della gara e della documentazione necessaria, con l'aiuto di Loris Ramina per il procurement. Ringrazio Adriano Pepato che ha preparato la prima gara che rimarrà come riferimento!



CTA-LST activity 2021



- Attività di progettazione della nuova camera a SiPM si articola in 2 filoni
- Terminare la realizzazione del cluster a SiPM compatibile con l'attuale camera a SiPM, INFN leader.



- Collaborare con Università di Ginevra ed ETH di Zurigo per la progettazione di una camera di nuova generazione a SiPM totalmente digitale, per la quale chiederò supporto anche ai nostri ingegneri di sezione (Bellato e Ventura), essendoci esperienze ed analogie con l'elettronica di Juno e di CMS



Richieste economiche commissione II 2021

Sezione	Padova								Totale
	MISS	CONS	INV	APP	ALTRO CONS	TRASP	Speservizi		
Motivazione									
Chain plates (meccanica ancillare funi)			14						14
Double jaw taggle (meccanica ancillare funi)			6						6
Prototipo Schede front-end SiPm camera			4						4
									0
Gara Funi X secondo telescopio (170 -50 - 15) anticipabili per gara?					105				105
Trasporto elementi meccanici in sito							4		4
Incontri collaborazione italiana, contatti con altre sezioni (1x1k€*FTE/2)	5.5								5.5
Tumi presa dati LST (3 x 2.5k€)	7.5								7.5
Manutenzione specchi MAGIC	5								5
Tumi presa dati MAGIC (3 x 4k€)	12								12
Meeting del resp. EB MAGIC	1								1
Meetings del deputy wg Data Analysis&SW LST1	1								1
Meetings del resp. Galactic WG	1								1
Meetings del resp. wg FUNI	1								1
Meetings del resp. EB MAGIC	1								1
Partecipazione a Collaboration meetings (MAGIC+LST+SCT) (2x2k€*FTE/2)	18								18
Partecipazione a CTA Consortium meetings (2x2k€*FTE/2)	18								18
Partecipazione a conferenze e scuole (2x2k€*FTE/2)	18								18
Ricevimento ed installazione funi sul II Telescopio (SJ) (4x2.5k)	10								10
									0
LST commissioning fee								20	20
									0
Spazio disco per analisi dati MAGIC/CTA con contributo all'acquisto di spazio disco Jbod sul CLOUD INFN di Padova				6					6
									0



Richieste ai servizi di Sezione 2021

RICHIESTE Servizi di Sezione CTA 2021

LE 2 mU

- Sviluppo e produzione schede per interfaccia per cluster SiPm 2,0 mese/uomo

Progettazione elettronica 4 mU

- Nuova versione PCB sensori SiPm LST (sviluppo produzione e test) 2.0 mese/uomo
- Montaggio dei pixel nel cluster LST e test funzionali del sistema 2,0 mese/uomo
- Contributo nella ideazione e progettazione camera avanzata SiPm ?

OM 3.5 mU

- Supporto manutenzione specchi MAGIC 1.5 mese/uomo
- Supporto per realizzazione meccanica dei cluster SiPm LST 1.0 mese/uomo
- Supporto realizzazione meccanica "ancellare" Funi 2.0 mese/uomo

UT 3 mU

- Supporto Gara acquisto funi, produzione meccanica "ancellare" Funi 2.0 mese/uomo



Fermi

Gamma-ray Space Telescope



Fermi LAT

—≡≡ Gruppo 2 ≡≡—

Denis Bastieri
Eugenio Bottacini
Alessandro De Angelis
Matt Pei
Riccardo Rando
Hubing Xiao

L'attività di collaborazione principale è stata l'ottimizzazione del catalogo 4FGL:
8 anni di dati, range 50 MeV – 1 TeV, 5500 sorgenti (+1500 da 3FGL)
Dalla release iniziale (2/2019) migliorate: associazioni, studi spettrali, incertezze

Attività padovane:

- Strumento e calibrazioni dopo 10+ anni (paper coord. Rando, ora in internal review)
- Classificazione e metodi di machine learning (paper/conferenze Pei, Xiao)
- Attività per il futuro: inter-operazione con il MeV e TeV (tutti)
- Conferenze (Rando: ICRC 2019 rapporteur “gamma ray from space”)
- Lauree da 7/2019: triennali 1 e magistrali 1 (+1 in corso)

Anagrafica e richieste

Nome	Qualifica	%
Bastieri Denis	Prof. Associato	30
Bottacini Eugenio	Prof. Associato	80
De Angelis Alessandro	Prof. Ordinario	20
Pei Zhiyuan	Dottorando	100
Rando Riccardo	Ricercatore	50
Hubing Xiao	Dottorando	100
	FTE	3.8

Variazioni significative: 2 dottorandi (2x100%) in meno

Richieste: ~5k€/FTE per missioni nazionali e internazionali, metabolismo e mantenimento delle macchine

Virgo – Pd : attività 2021

- attività sperimentali per il nuovo run scientifico di Advanced Virgo, O4
- attività sperimentali di R&D per il futuro di Advanced Virgo
- analisi dei dati di LIGO-Virgo, run O3
- analisi dei dati di LIGO-Virgo-Kagra, in previsione di O4 e post O4
- studi di astrofisica e multimessenger
- attività di outreach

Virgo – CdS 2020 07 15 - Padova

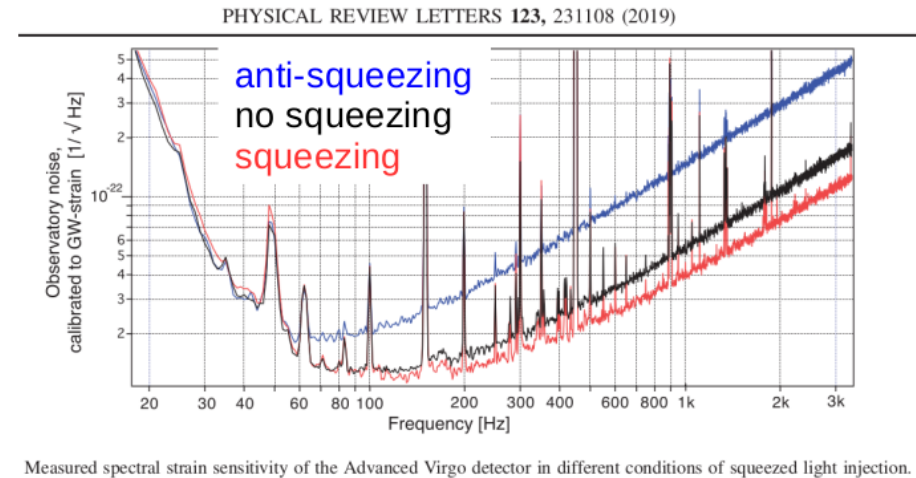
Squeezing per Advanced Virgo

- il run O3 è il primo che ha impiegato la tecnica di squeezing in Virgo in modo sistematico e continuativo - PRL published
- prima misura dell'effetto delle fluttuazioni quantistiche della pressione di radiazione (submitted to PRL)
- per O4: upgrade dello squeezing e implementazione del Frequency Dependent Squeezing per migliorare la sensibilità anche a basse frequenze

Il gruppo è impegnato nello sviluppo dello squeezing per Adv su più fronti:

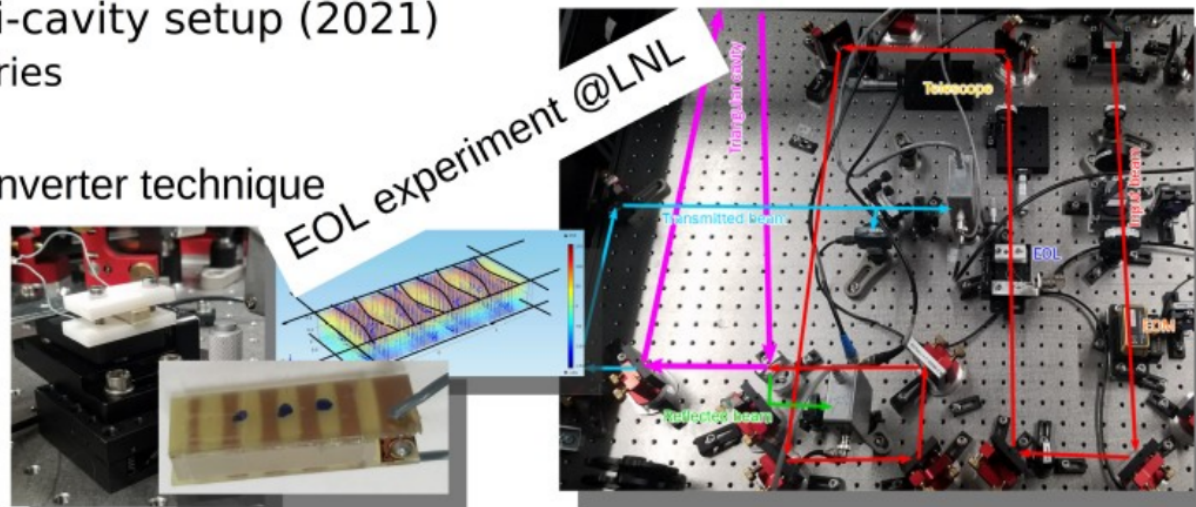
- Coordinamento dello squeezing (Zendri)
- Mode Matching
- controllo e riduzione della luce diffusa (stray light)
- Optical Phase Locking Loops
- commissioning

Virgo – CdS 2020 07 15 - Padova



RF mode matching sensing technique

- Complete basic demonstration of the technique (2020)
 - Test the capability to recover full information about magnitude and type of mismatch
- Optimize the Electro-Optical Lens (EOL) design (2020-2021):
 - Optimize geometry and configuration of current electrode, including push-pull solutions
 - Investigate alternative electrodes layouts (e.g. longitudinal ones)
 - Explore radically different EOL desing using cylindrical crystals and ring electrodes
- Test the technique in a multi-cavity setup (2021)
 - Two disjoint cavities in series
 - Two coupled cavities
- Demonstration of the Mode Converter technique
 - In collaboration with TIFPA
 - @LNL
 - rf electronics



Virgo – CdS 2020 07 15 - Padova

Analisi Pd/Tn - Attività per il 2020/2021

(In collaborazione con Università della Florida, Zurigo, Parma, Trieste e GSSI)

Analysis of LIGO-Virgo data taken during the run O3 (2019-2020)

- **Burst All-Sky Short Duration Generic Transients Signals:** Contributo all'analisi con cWB e alla scrittura articolo
- **Burst All-Sky Long Duration Generic Transients Signals:** Analisi burst cWB e contributo alla scrittura articolo
- **Binary Black Holes – different masses :** Analisi burst cWB e contributo alla scrittura degli articoli

Supporto e Sviluppo pipeline cWB

- **Supporto ai gruppi che utilizzano cWB per ricerche del Run O3**
- **Aggiornamenti e sviluppi futuri della pipeline (O4 e post O4)**
 - × Miglioramento degli algoritmi di ricerca e infrastruttura della pipeline (CNAF)
 - × Ottimizzazione dell'analisi con una rete di 4 rivelatori (inclusione di Kagra)
 - × Aggiornamento della configurazione delle analisi di cWB
 - × Sviluppi metodologici per segnali postmerger di sistemi BBH e BNS

Virgo – CdS 2020 07 15 - Padova

GW science from the astrophysics viewpoint

In 2nd half of 2020 and in 2021 the group is active in:

- * Modelling the high mass gap of black holes with theoretical models of pair instability
- * Modelling redshift evolution of the merger rate density
- * Participation to the Pop & Rate O3a and O3b papers, with contribution on the astrophysical interpretation of different types of binary mergers
- * Contribution to papers for the astrophysical interpretation of special events
- * Studio di BNS mergers in ambito multimessenger: produzione simulazioni del relativistic jet responsabile di GRB

Virgo – CdS 2020 07 15 - Padova

Virgo Outreach

Il gruppo è impegnato nell'outreach per AdV su più fronti:

- Coordinamento delle attività di outreach di EGO-Virgo (Conti)
- produzione di exhibit tattili per disabili visivi
- produzione di una Virtual Visit a Virgo con l'uso di foto sferiche
- partecipazione e organizzazione di eventi/mostre
- produzione di contenuti/pagine web/traduzioni
- produzione di animazioni e materiale divulgativo

Virgo – CdS 2020 07 15 - Padova

Anagrafica e richiesta per 2021

RICERCATORI		FTE	
Bazzan	Marco	0.5	
Bouffanais	Yann	0.5	afferenza CSN IV
Ciani	Giacomo	0.8	
Ciolfi	Riccardo	0.5	afferenza CSN IV
Conti	Livia	0.8	
De Pietri	Roberto	0.5	
Lazzaro	Claudia	0.8	
Mapelli	Michela	0.4	afferenza CSN IV
Spera	Mario	0.5	afferenza CSN IV
Vedovato	Gabriele	1.0	
Zendri	Jean-Pierre	0.6	
TOTALE RICERCATORI		6.9	
+ 1 PhD + 1 postdoc (starting in Sept)			
TECNOLOGI		FTE	
Pegoraro	Matteo	0.4	

richiesta economica (approx) per:

- sviluppo setup di misura di stray light (12k)
- R&D per Mode Matching (12k)
- elettronica rf (OPLL, mode converter) (10k)

+ missioni sul sito e riunioni di collaborazione

SERVIZI:

Officina Elettronica : 4 mesi persona

Officina Meccanica: 2 mesi persona

ET ed ET-Italia

Situazione ET internazionale:

- Il progetto verrà sottoposto a ESFRI il 9 settembre 2020. Alla stesura del documento da sottoporre ad ESFRI ha partecipato Padova nella parte “squeezing” e “caso scientifico”.
- Tra poco inizierà la stesura del TDR che dovrebbe portare ad un disegno dettagliato entro due anni.
- Parallelamente è iniziata la stesura di un documento “caso scientifico” dettagliato e quantitativo che deve essere completato entro due anni.
- La scelta del Sito era prevista per il 2023. Probabilmente causa Covid 19 verrà posticipata di un anno.

Situazione ET-Italia:

- Attualmente il progetto è finanziato con fondi MIUR ed ha come obiettivo principale la caratterizzazione e la promozione del sito sardo *SOS Enattos*. Oltre a questo sono previste piccole attività di R&D sulle tecnologie chiave di ET.
- E' stato richiesto dall'INFN alla collaborazione ET-Italia di scrivere un documento di “Piano finanziario ” globale per il prossimo biennio. Il documento è in avanzata fase di stesura e sarà allegato ai documenti per i referees.

ET-Italia Padova:

- Padova non è coinvolta nella caratterizzazione del sito e nel progetto preliminare delle infrastrutture.
- Padova è coinvolta nella stesura del caso scientifico e si sta occupando di costruire un sito per la misura a temperature criogenica dei piccolissimi assorbimenti ottici dei materiali candidati per il substrato degli specchi di ET.



ET-Italia Sezione di Padova

Attività 2020

- Partecipazione alla stesura del piano scientifico (attualmente pubblicato e da allegare alla richiesta ESFRI).
- Misure criogeniche dell'assorbimento del silicio monocristallino a 1550 nm. Campioni e il laser sono arrivati. Attualmente in fase di test il cryocooler. Prime misure previste entro fine anno.

Anagrafica 2021

Ricercatori					
Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff.	%
1 Ballone Alessandro		Associato	Assegnista	CSN IV	10
2 Bartolo Nicola		Associato	Prof. Associato	CSN IV	10
3 Bazzan Marco		Associato	Ricercatore Universitario	CSN II	10
4 Bertacca Daniele		Associato	Ricercatore A Tempo Determinato Tipo A	CSN IV	10
5 Ciani Giacomo		Associato	Prof. Associato	CSN II	20
6 Conti Livia		Dipendente	Ricercatore	CSN II	20
7 Di Carlo Ugo Niccolò		Associato	Dottorando	CSN IV	10
8 Ganz Alexander		Associato	Dottorando		10
9 Giacobbo Nicola		Associato	Assegnista	CSN IV	10
10 Lazzaro Claudia		Associato	Ricercatore A Tempo Determinato Tipo A	CSN II	20
11 Liguori Michele		Associato	Ricercatore Confermato (Ricercatore)	CSN IV	10
12 Mapelli Michela		Associato	Prof. Associato	CSN IV	10
13 Matarrese Sabino		Associato	Prof. Ordinario	CSN IV	10
14 Orlando Giorgio		Associato	Assegnista		10
15 Pasquato Mario		Associato	Assegnista	CSN IV	10
16 Peloso Marco		Associato	Prof. Associato	CSN IV	10
17 Ricciardone Angelo		Dipendente	Borse post doc stranieri		10
18 Spera Mario		Associato	Assegnista	CSN IV	10
19 Zendri Jean Pierre		Dipendente	Primo Ricercatore	CSN II	40
Numero Totale Ricercatori			19	FTE: 2.5	

ET-Italia Sezione di Padova

Attività 2021

- Completamento delle misure di assorbimento a 1550 nm
- Caso scientifico e scrittura TDR (da definire).
- Inserimento di un estrattore di fascio nel laser a 1550 per iniziare a “traghettare” alla lunghezza d’onda di interesse di ET alcune attività della sezione di Virgo (a 1064 nm).
 - Sensori di mode matching
 - Misure di diffusione della luce di component ottiche.

Richieste 2021

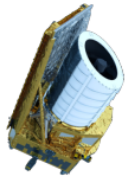
Consumo

- Campioni silicio con caratteristiche costruttive e drogaggio diver.....2k€ (SJ)
- Cristalli per realizzare lenti elettro-ottiche a 1550 nm.....2k€
- Ottiche per banco di test dei metodi di Mode matching e della stray light a 1550 nm.....4k€

Missioni

- Partecipazione al ET symposium di una persona1k€
- Meeting di collaborazione.....1k€

Nessuna richiesta di servizi alla Sezione

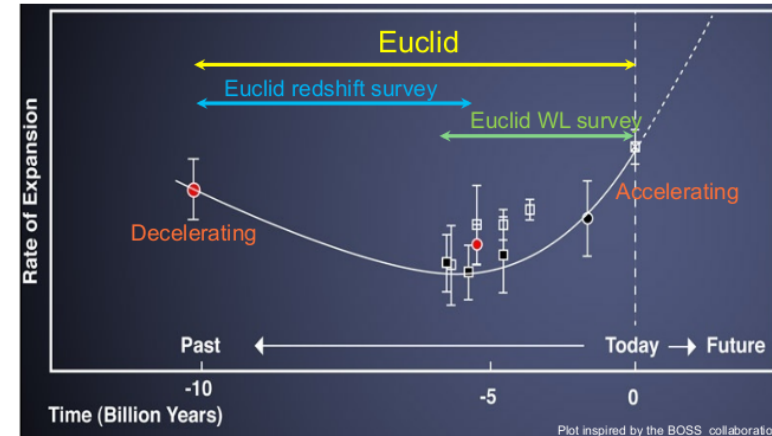
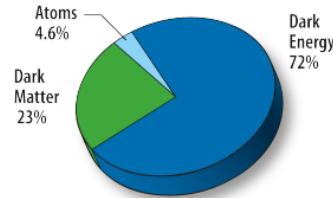


Euclid



Espansione accelerata dell'Universo,

- **Dark Energy ?**
- Costante Cosmologica ?
- E' costante? cambia con il tempo?
- Gravità Modificata?

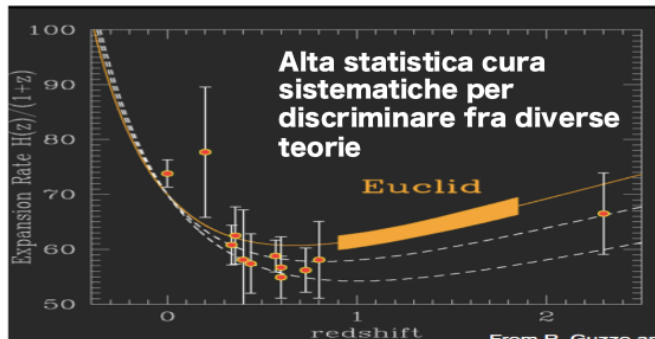
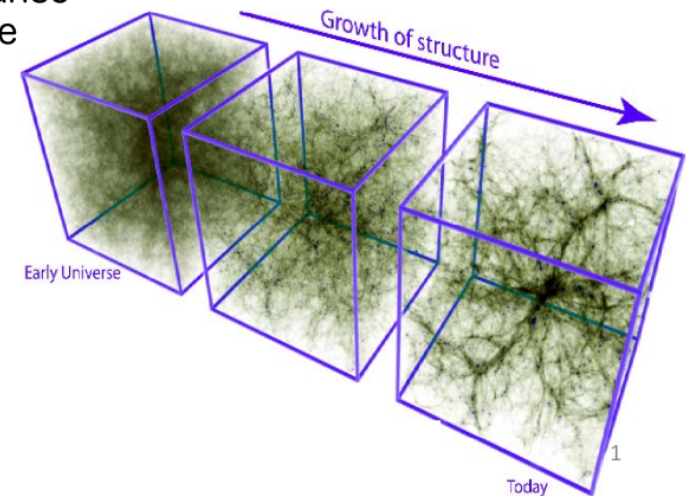


$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} - \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

Einstein Eq.

Euclid risponde a queste domande studiando:

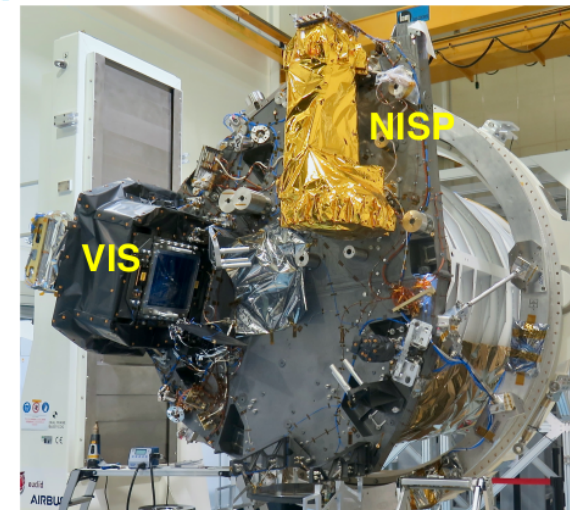
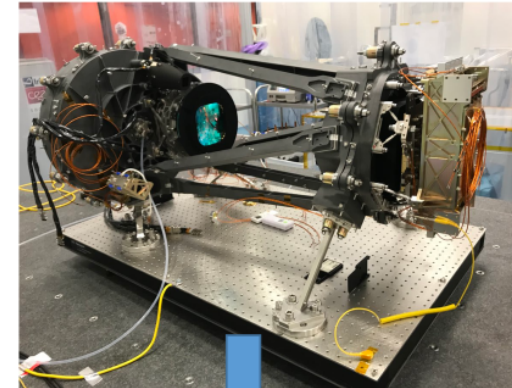
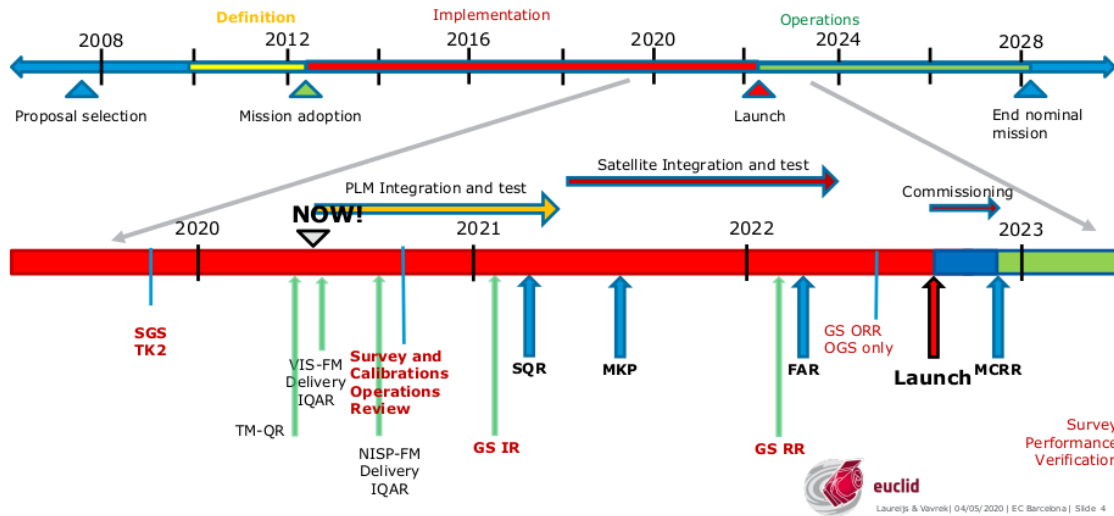
- come l'Universo si è espanso
- formazione delle strutture cosmiche a larga scala



S. Dusini - Cds 15/07/2020



Stato della Missione



- Strumenti **NISP e VIS, consegnati** a maggio 2020

Attività

- Integrazione degli strumenti nel payload (telescopio) in Airbus: in corso
- Integrazione del telescopio nel satellite (2021)
- Lancio: agosto 2022
- Commissioning in volo (fine 2022)

S.Dusini - CdS 15/07/2020

Attività di integrazione e validazione NISP

NISP

[E.Borsato, S.Dusini, A.Renzi, C.Sirignano]

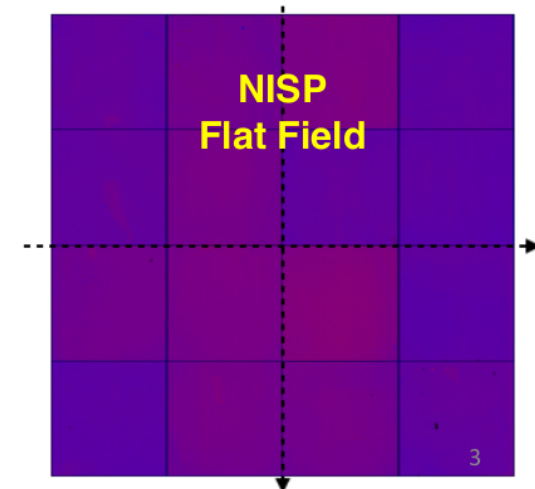
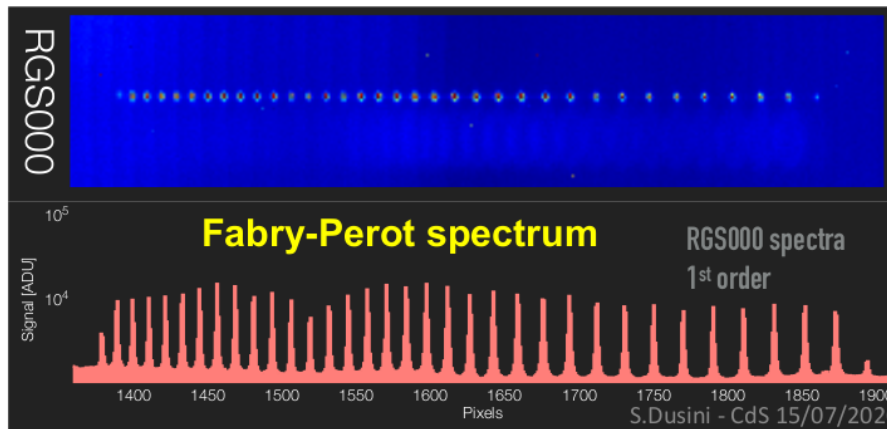
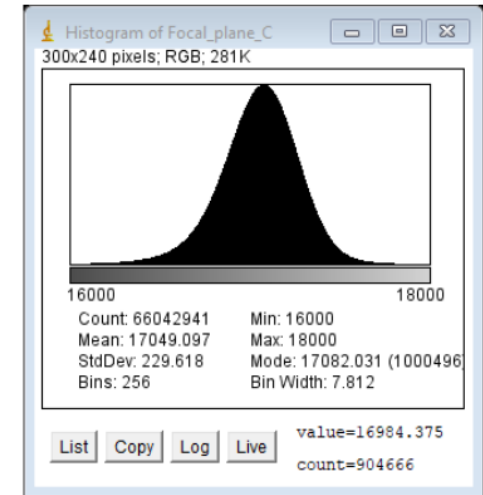
- Supporto a integrazione del Payload
- 2 campagne di test in temo-vuoto (payload ad aprile, satellite a novembre)

Studio delle caratteristiche dello strumento NISP

- Analisi dati test di validazione (parametri funzionali e di performance)
- Estrazione degli spettri: studio sistematiche
- Assegnista progetto eccellenza + PhD su fondi ASI

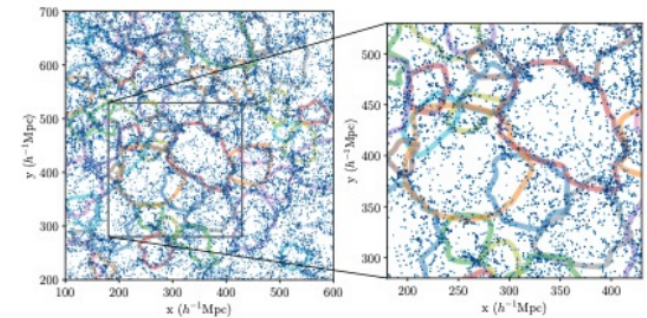
Calcolo per simulazione e ricostruzione spettri NISP

- Coordinamento e gestione cluster Zefiro (INFN-Pi)
- Tuning simulazione sui dati test di validation in collaborazione con INFN-Ge

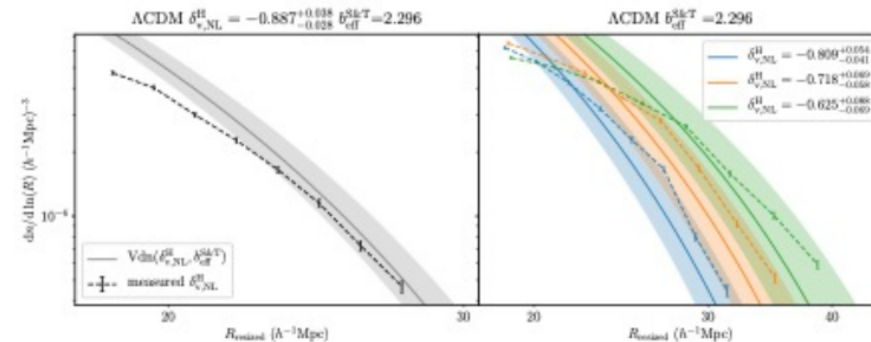


Euclid analysis: Dark Energy

- **CMB cross correlation**
 - Alessandro Renzi **Co-lead Euclid WP3**
 - Sinergia con PRIN: assegnista da luglio 2020
- **Validazione algoritmi di Power Spectrum** [A.Renzi]
- **Vuoti cosmici** come tracer per Dark Energy, gravità modificata, masse dei neutrini, Giovanni Verza PhD student
 - The Void Size Function in Dynamical Dark Energy Cosmologies [JCAP 12 (2019) 040]
 - E' previsto un articolo di Euclid
- **Coordinamento tra sezioni**
 - WG di fisica tra le sezioni INFN (Bo, Ge, Mi, Pd) che partecipano a Euclid (coord. Luca Stanco)



Voids abundance



S.Dusini - Cds 15/07/2020

Anagrafica e Richieste

Anagrafica Padova in crescita **4.7 FTE + 2 PhD + Assegno UniPd → di fatto 6.7 FTE**

Nome	Contratto	Qualifica	Aff. CSN	Percentuale
Bartolo Nicola	Associato	Prof. Associato	4	10
Jung Gabriel	Associato	Post-Doc	4	10
Bertacca Daniele	Associato	Ricercatore DFA	4	10
Dusini Stefano	Dipendente	Ricercatore INFN	2	80
Raccanelli Alvisè	Associato	RTD-B DFA	4	10
Liguori Michele	Associato	Ricercatore DFA	4	10
Matarrese Sabino	Associato	Prof. Ordinario	4	10
Naletto Giampiero	Associato	Prof. Associato	2	20
Renzi Alessandro	Dipendente	Ricercatore INFN	2	80
Sirignano Chiara	Associato	Ricercatore DFA	2	70
Stanco Luca	Dipendente	Dirigente Ricerca	2	60
Verza Giovanni	Associato	Dottorando	2	100
Assegnista	Ottobre 2020			
Dottorando 1	Settembre 2020			
Dottorando 2	Settembre 2020			
Totale				4,7

L.Stanco: resp. Nazionale

A.Renzi: Co-lead Euclid WP3 (SWG)

C.Sirignano: Euclid Diversity Committee

S.Dusini: NISP Deputy AIV Manager e Deputy NISP Test Manager

Per il contributo dato S.Dusini e C.Sirignano sono diventati “Euclid Builders” che da diritto alla firma di tutti gli articoli di Euclid.

Studenti: 4 laureandi

Contratto ASI 2019 – 2022

2 RTD x 3 anni convertito in

3 PhD (2 Pd + 1 Bo) + 1 assegno

Nessuna richiesta ai servizi
Un po' di calcolo su cloud-pd

S.Dusini - CdS 15/07/2020

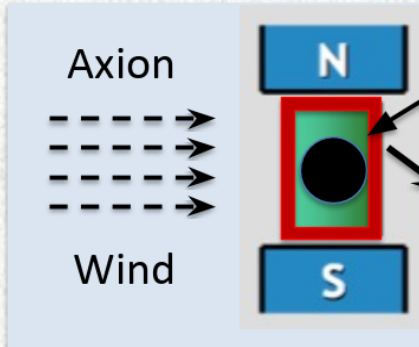
5

Richieste finanziarie:

- Calo attività NISP, supporto integrazione e test satellite (due test 2021), commissioning in volo (2022/23).
- Cresce il peso delle attività di analisi (workshop, comunicazioni a conferenze)

QUAX – QUaerere AXion

- Detection of **cosmological axions** through their **coupling to electrons or photons**
- **Electron coupling:** Due to the motion of the solar system in the galaxy, the axion DM cloud acts as an **effective RF magnetic field** on electron spin exciting magnetic transitions in a magnetized sample and **producing rf photons**

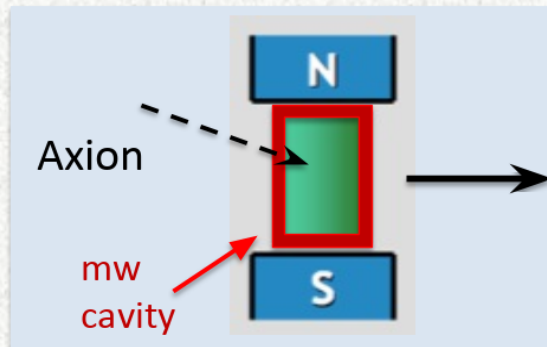


MS – Magnetized sample

Expected rf power

$$P_{out} = \frac{P_{in}}{2} = 8 \times 10^{-26} \left(\frac{m_a}{2 \cdot 10^{-4} \text{ eV}} \right)^3 \left(\frac{V_s}{1 \text{ liter}} \right) \left(\frac{n_S}{10^{28}/\text{m}^3} \right) \left(\frac{\tau_{min}}{10^{-6} \text{ s}} \right) \text{ W,}$$

- **Photon coupling:** DM axion are converted into **rf photons** inside a **resonant cavity** immersed in a **strong magnetic field**



Expected rf power

$$P_a = 1.85 \times 10^{-25} \text{ W} \left(\frac{V}{0.0361} \right) \left(\frac{B}{2 \text{ T}} \right)^2 \left(\frac{g_\gamma}{-0.97} \right)^2$$

$$\times \left(\frac{C}{0.589} \right) \left(\frac{\rho_a}{0.45 \text{ GeV cm}^{-3}} \right) \left(\frac{\nu_c}{9.067 \text{ GHz}} \right) \left(\frac{Q_L}{201000} \right)$$

QUAX limit on axion electron coupling

2018

First limit in the parameter space $\{m_a, g_{aee}\}$ obtained from an experiment searching for axions as the main Dark Matter component (Haloscope) → EPJC 78:703 (2018)

2019/20

First operation of a ferrimagnetic haloscope with mass scanning through magnetic field tuning ☑ PRL 124, 171801 (2020)

PHYSICAL REVIEW LETTERS 124, 171801 (2020)

Axion Search with a Quantum-Limited Ferromagnetic Haloscope

N. Crescini^{1,2,*}, D. Alesini,³ C. Braggio^{2,4}, G. Carugno,^{2,4} D. D'Agostino⁵, D. Di Gioacchino³, P. Falferi,⁶ U. Gambardella², C. Gatti³, G. Iannone,⁷ C. Ligi⁵, A. Lombardi¹, A. Ortolan¹, R. Pengo¹, G. Ruoso^{1,11} and L. Taffarello⁷

(QUAX Collaboration)

¹INFN-Laboratori Nazionali di Legnaro, Viale dell'Università 2, 35020 Legnaro (PD), Italy

²Dipartimento di Fisica e Astronomia, Via Marzolo 8, 35131 Padova, Italy

³INFN-Laboratori Nazionali di Frascati, Via Enrico Fermi 40, 00044 Roma, Italy

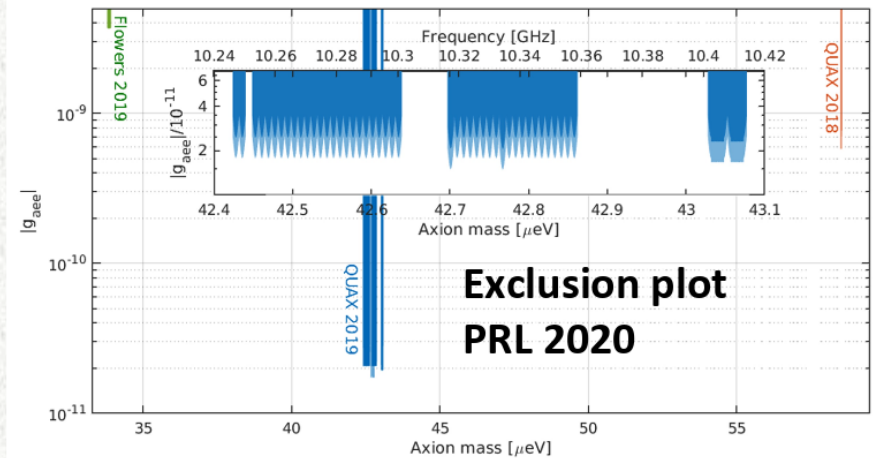
⁴INFN-Sezione di Padova, Via Marzolo 8, 35131 Padova, Italy

⁵INFN-Sezione di Napoli, Via Cinthia, 80126 Napoli, Italy and Dipartimento di Fisica,

Via Giovanni Paolo II 132, 84084 Fisciano (SA), Italy

⁶INFN-CNR, Fondazione Bruno Kessler, and INFN-TIFPA, Via alla Cascata 56, 38123 Povo (TN), Italy

© (Received 24 January 2020; revised manuscript received 12 March 2020; accepted 17 April 2020; published 1 May 2020)



QUAX 2018

- Material volume 2.6 mm³
- System total noise temp. 15 K
- Relaxation time 0.1 ms

QUAX 2019/20

- 42 mm³
- 1 K
- 0.3 μs

QUAX (final)

- 10⁵ mm³
- counter (T_{eff} < 1 mK)
- 2 μs

Set-up with 10 YIG spheres giving 42 mm³ of volume and JPA readout, field sensitivity 5 · 10⁻¹⁹ T

QUAX-ag : axion-photon coupling

Results obtained by the QUAX-ay set-up are competitive with other experiments

PHYSICAL REVIEW D 99, 101101(R) (2019)

Rapid Communications

Galactic axions search with a superconducting resonant cavity

D. Alesini,¹ C. Braggio,^{2,3} G. Carugno,^{2,3} N. Crescini,^{4,5} D. D'Agostino,⁵ D. Di Gioacchino,¹ R. Di Vora,^{2,*} P. Falferi,^{6,7} S. Gallo,^{2,3} U. Gambardella,⁵ C. Gatti,^{1,7} G. Iannone,² G. Lamanna,⁸ C. Ligi,¹ A. Lombardi,¹ R. Mezzena,^{7,9} A. Ortolan,⁴ R. Pengo,⁴ N. Pompeo,¹⁰ A. Rettaroli,^{1,11,14} G. Ruoso,⁴ E. Silva,¹⁰ C. C. Speake,¹² L. Taffarello,⁵ and S. Tocci¹

¹INFN, Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Roma, Italy

²INFN, Sezione di Padova, Padova, Italy

³Dipartimento di Fisica e Astronomia, Padova, Italy

⁴INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro, Legnaro, Padova, Italy

⁵Dipartimento di Fisica E.R. Caianiello, Fisciano, Salerno, Italy and INFN, Sez. di Napoli, Napoli, Italy

⁶Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, CNR Fondazione Bruno Kessler, I-38123 Povo, Trento, Italy

⁷INFN, TIFPA, Povo, Trento, Italy

⁸Dipartimento di Fisica and INFN, Sezione di Pisa, Pisa, Italy

⁹Dipartimento di Fisica, Povo, Trento, Italy

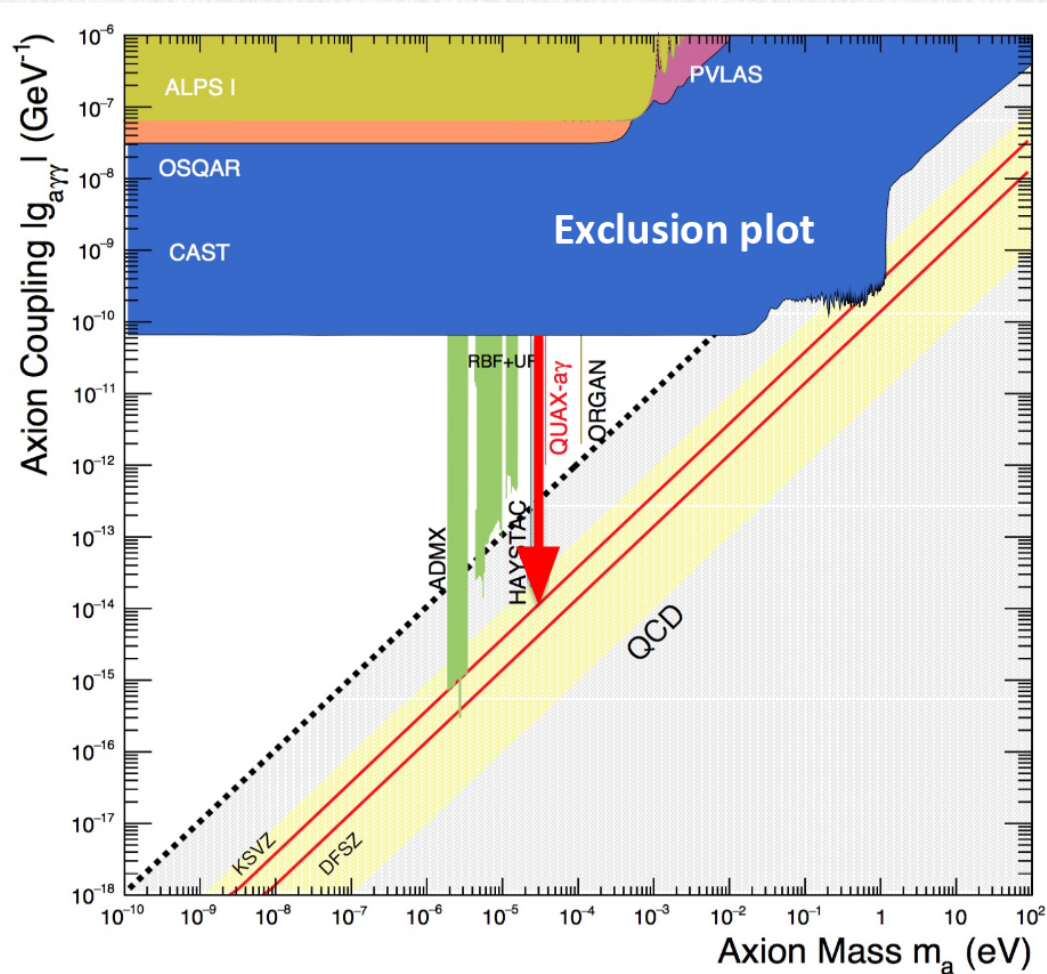
¹⁰Department of Engineering, University Roma Tre, Rome, Italy

¹¹Dipartimento di Matematica e Fisica Università di Roma 3, Roma, Italy

¹²School of Physics and Astronomy, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom

(Received 18 March 2019; published 1 May 2019)

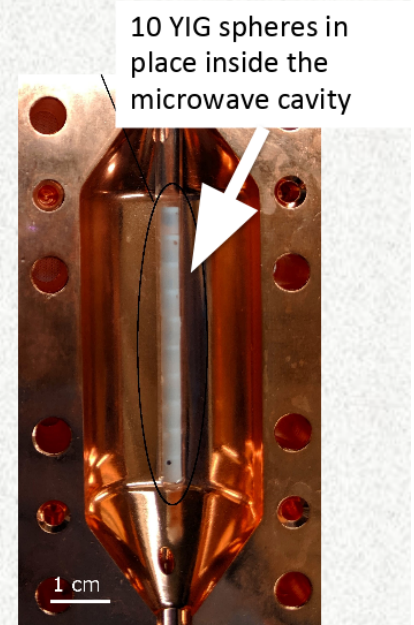
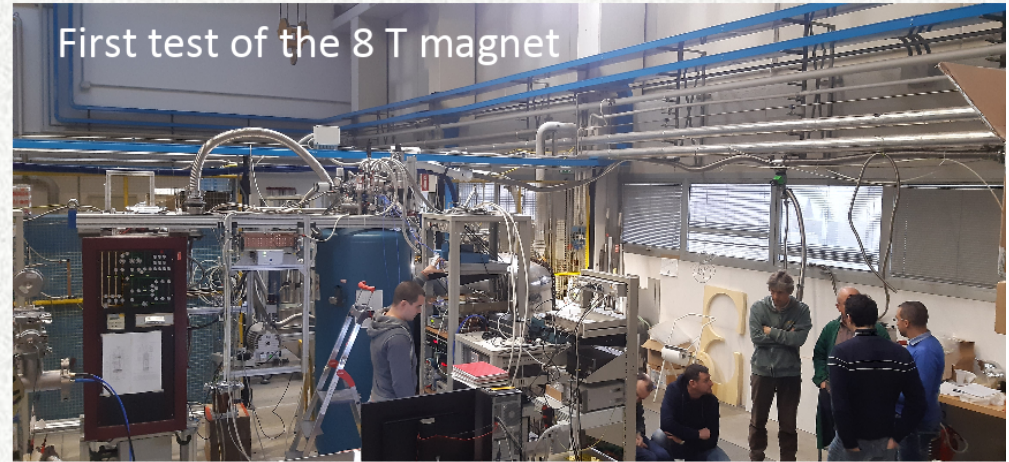
First test with JPA in 2020 reached a sensitivity of 3 x KSVZ in a sharp window -> article in preparation



QUAX-ay will start a search with mass scanning employing the Josephson Parametric Amplifier and a higher Q cavity

Activity in the laboratory - Legnaro

- Standard operation of the **Low Power Dilution Refrigerator** OK – $T_{\text{base}} \sim 100\text{mK}$
- Operation of a **Josephson Parametric amplifier (JPA)** @ 100 mK
 - $T_{\text{noise}} \sim 0.5\text{ K}$
- New **in-house procedure for production of YIG spheres** up to 2.5 mm diameter
- **Cavity loaded with multiple YIG spheres** achieved, now increase from $n = 10$ to 50
- Two types of **dielectric cavities** tested
- Calibration scheme with laser input
- Refurbishing of a **High Power Dilution Refrigerator** under way
- Operation of the **8 T magnet** achieved
- New **SC magnet with warm bore** for cavity testing under installation



Correlated activities: SUPERGALAX

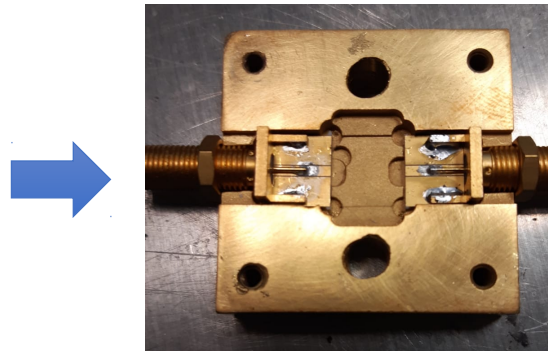
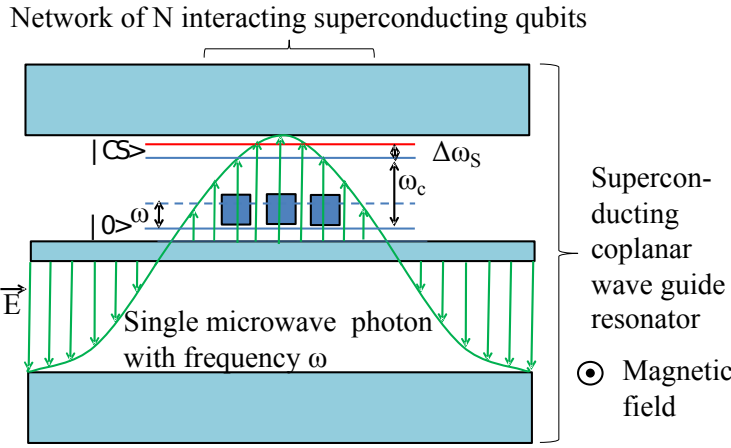


Develop a single microwave photon detector for axion search in QUAX experiment with an array of SC qubits.

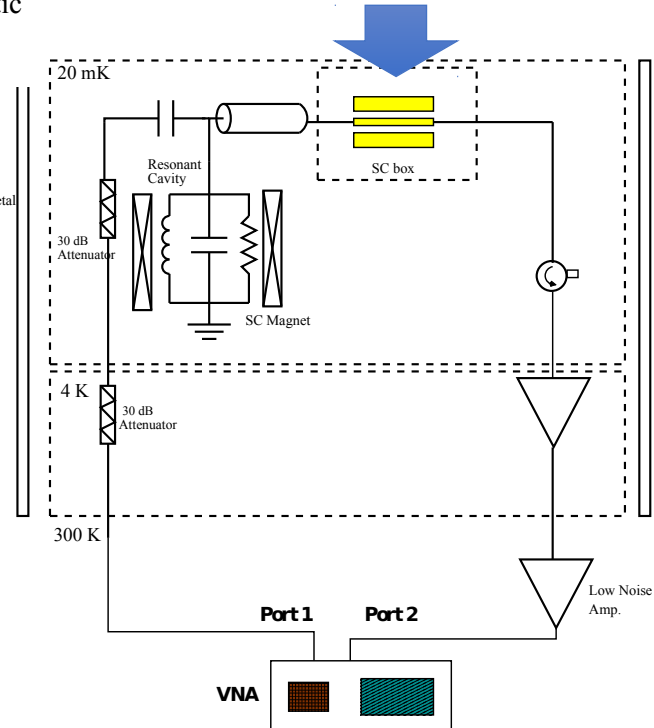
FET OPEN SUPERGALAX

- CNR (IT, PI, exp)
- INRIM (IT, exp)
- INFN (IT, axion exp)
- KIT (DE, exp)
- Leibniz IPHT (DE, exp)
- RUB (DE theory)
- LU (UK, theory)

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 863313. Grant amount 2 456 232.50 Euro.



In a device based on array of qubits signal noise is suppressed by \sqrt{N} .



Zagoskin et al., «Spatially resolved single photon detection with a quantum sensor array» SCIENTIFIC REPORTS | 3 : 3464 | DOI: 10.1038/srep03464

Correlated activities: US QT Initiative

Quantum technologies Initiative proposed to DOE for the creation of a System Center

5-6 Centers out of 10 to be financed

QUAX PD/LNL Group involved within search for Axion Dark Matter



HIGH Q-FACTOR cavities in STRONG B-FIELDS

Photonic cavities (copper + dielectric): cavities hosting sapphire cylinders or rods that shape the cavity mode, reducing the dissipation on the cavity walls → 10^6
Hybrid cavities (SC and copper surface) → 3×10^5 at 5 T.

A quantum-limited FMR HALOSCOPE

The most sensitive RF spin magnetometer ever realized. Operation of this instrument led to the best reported limit on the coupling of DM axions to electrons, and corresponds to a field sensitivity of 5.5×10^{-19} T.

QUAX: **End of R&D Phase** **Start of Experiment (5 Years)**

PD activity for 2021:

- 1) Refurbishing of big Dilution Unit refrigerator Or Buy a New One**
- 2) Install New magnet 14 Tesla, 0,5 m Length, 0,1 m inner bore diameter**
- 3) Install New Photonic Cavity with tunable frequency**
- 4) Complete the set up for axion photon coupling high sensitivity search**
- 5) Continue R&D on axion electron coupling**

Sezioni INFN partecipanti all'esperimento: **LNL, Padova, LNF, Napoli/Salerno, Trento**

Resp. Naz.: **Giovanni Carugno**

Partecipazione PD:

G.Carugno 50%, C.Braggio 50%, R.Di Vora 100%, L.Taffarello 40%,
A.Pepato 20%, M.Pegoraro 10%, +1 Nuovo Dottorando 100%
(Fondi FET SuperGalaxy + Fondi Eccellenza dipartimento)

Totale 3.7 FTE

Richieste 2021 PD: **240 Keuro KE**

Richieste Servizi: 15 M.U. O.M., 15 M.U. O.E., 2 M.U. U.T

(Supporto Tecnico * Messa in Opera Esperimento E' **Cruciale!!**)

QUAX 2021

Activity at LNL for 2021

- Complete refurbishing of big dilution refrigerator (3 mW @ 100 mK)
- Install new magnet with 14 T field, 0.5 m length, 0.15 m inner bore diameter
- Install new photonic cavity with tunable frequency
- Complete the set-up for axion photon coupling high sensitivity search
- Continue R&D on the axion-electron coupling

LNL Personnel	FTE
N. Crescini (?—R4I)	1.00
A. Lombardi	0.20
A. Ortolan	0.80
R. Pengo	0.40
G. Ruoso - RL	0.60
Total	3.00

LNL, Padova, LNF, Napoli, Trento
 Resp. Naz.: **Giovanni Carugno**

RICHIESTE LNL – migliaia di Euro	Richiesta
Conferenze	1.0
Riunioni di collaborazione	2.0
Viaggi Francia e Germania per visita esperimenti MADMAX e gruppi JPA	2.0
Totale Missioni	5
Materiale per microonde	4
Ricambi materiale da vuoto	2
Materiali magnetici (YIG, altri)	8
Totale consumo	14
Elio liquido, azoto liquido, gas puri	12
Totale altri consumi	12
Generatore rf	20
Totale Inventario	20
Gran Totale	51

END of R&D phase and start of experiment (5 y)

- Dune** • 1180 collaborators from 177 institutions in 31 countries
• 628 faculty/scientists, 199 postdocs, 119 engineers, 234 PhD students

Major achievement in 2019: Far Detec. TDR completed (US-DOE funds)

Major milestone in 2020: **Near Detect. Definition (CDR and DAY-1 setup)**

Start of beam operations in 2026-2027

Planning for the two first detectors module ready at DAY-1

Sigla INFN: Nu_at_FNAL, resp. naz. S. Bertolucci

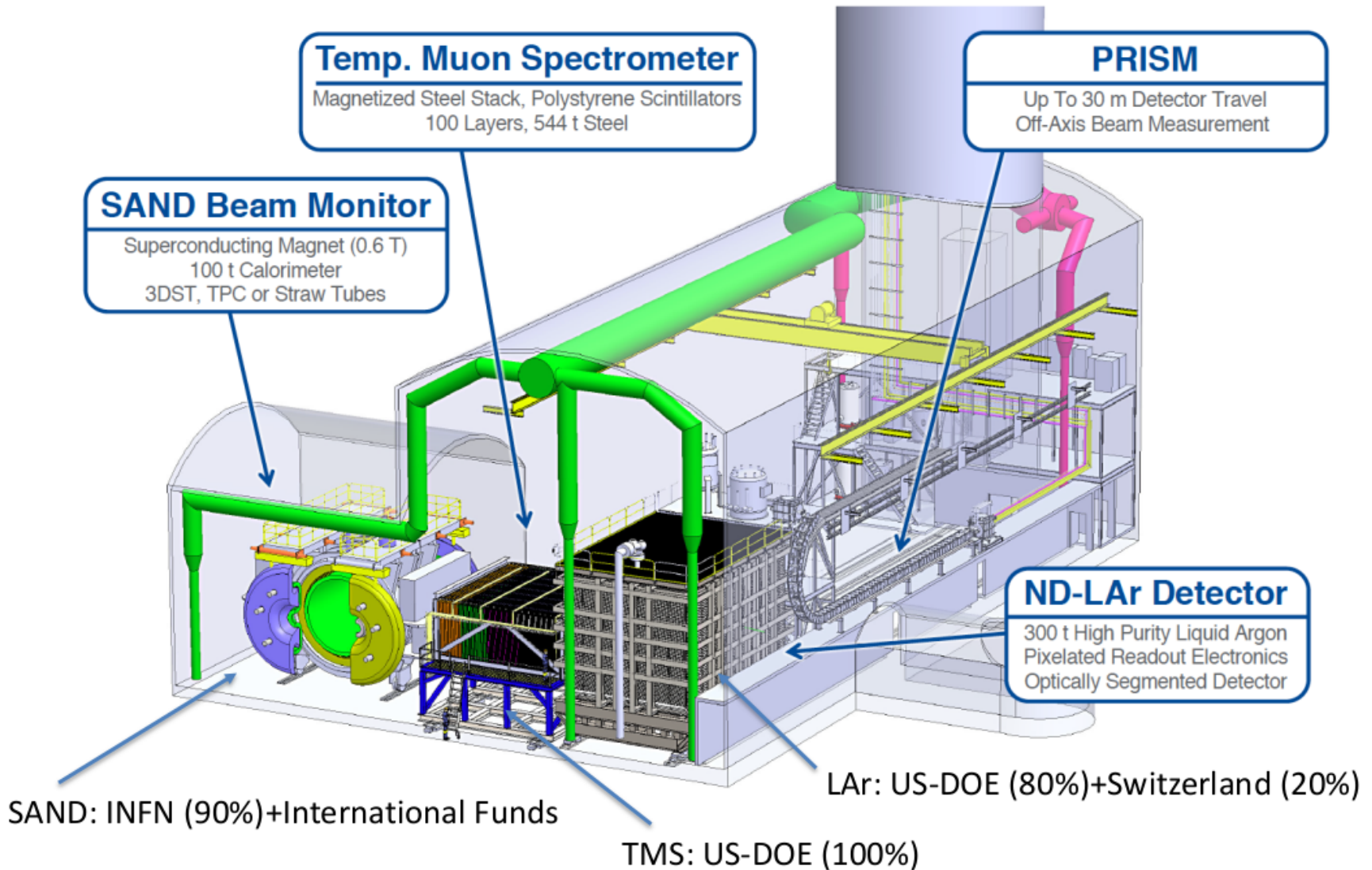
- Impegno per il Near Detector: **SAND** at Day-1
(utilizzo di KLOE, magnet and EM, plus Tracker under definition, plus LAr meniscus)
Consortium created for SAND (Leader: Luca Stanco)
- Impegno per il Far Detector (Photodetection)
- Impegno per SBN (responsabilità del top CRT, Cosmic Ray Tagger, analysis contribution, ingresso in ICARUS),
spostamento installazione al 2020 causa COVID-19

* **SAND: System for on-Axis Neutrino Detection**

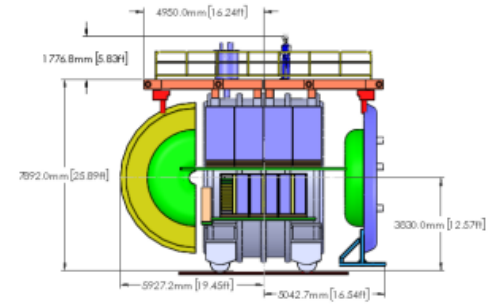
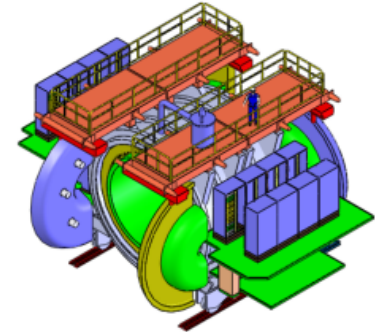
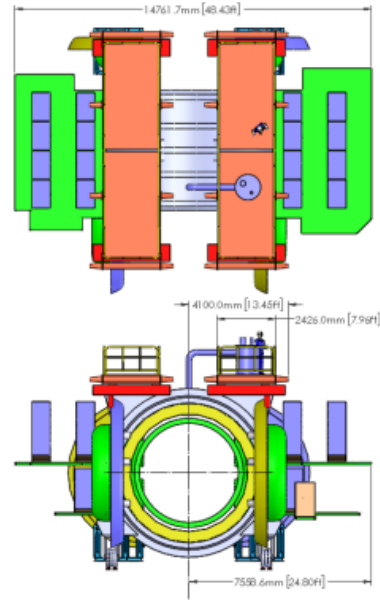
Preventivi in corso di elaborazione.

Richieste ai servizi – Padova : 1 mese off.mecc. per installazione CRT a FNAL

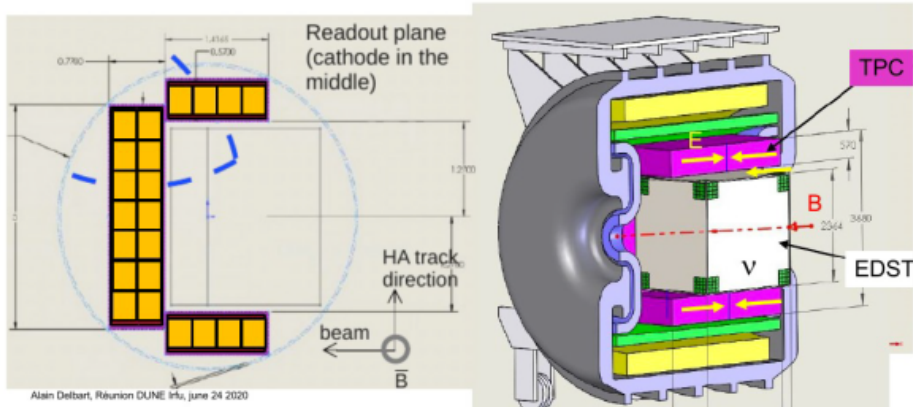
Near Detector: Day-1 System Design



SAND Institutions (> 100 people):
 8 Italy
 9 US
 1 France
 1 UK
 1 Czech
 1 Korea
 + Russia+India+Georgia



SAND Magnet assembly consists of several approx. 30 ton heavy yoke segments and a 42 ton Solenoid Cryostat



One option for the Tracker inside



NP06/ENUBET

<http://enubet.pd.infn.it>

F. Pupilli

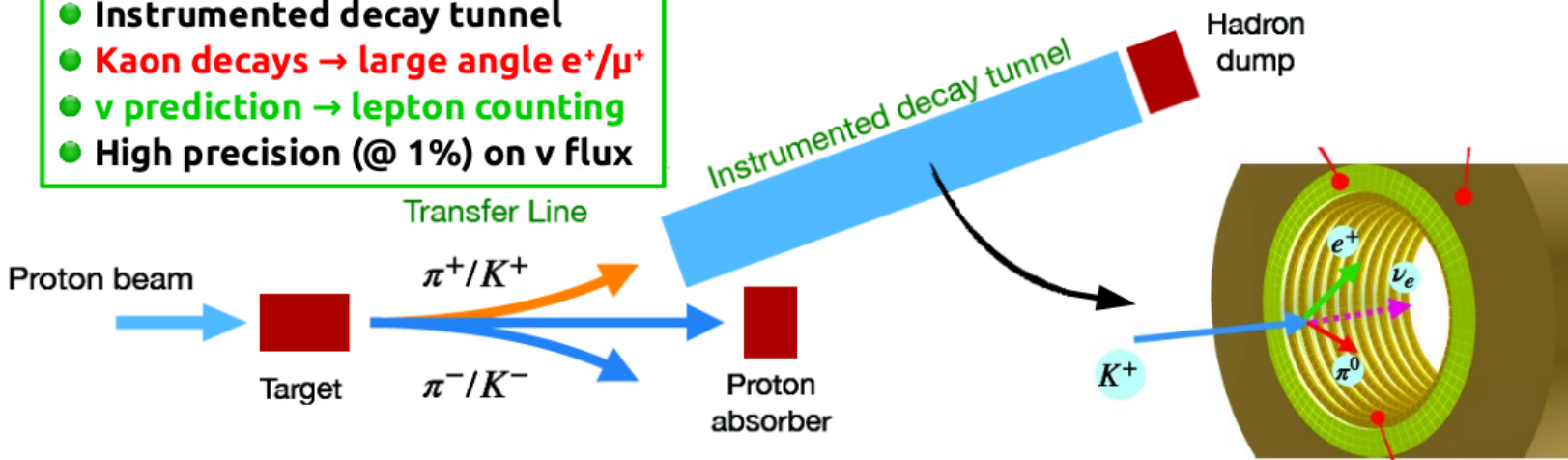
A new narrow-band neutrino beam for high precision cross section measurement in the DUNE/Hyper-K era



This project has received funding from the European Research Council (ERC) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (grant agreement No 681647).

- ✓ **ERC Cons. Grant (2016-2021)** [ENUBET, PI: [A. Longhin](#), UniPD (host) + INFN]
- ✓ **Grant MIUR – Bando FARE (2017-2021)** [ENUBET/NuTech]
- ✓ Since April 2019, ENUBET is also a **CERN Neutrino Platform experiment: NP06**

- Instrumented decay tunnel
- Kaon decays → large angle e^+/μ^+
- ν prediction → lepton counting
- High precision (@ 1%) on ν flux



ENUBET Collaboration: 60 physicists, 12 institutions



In 2019-20 new collaborators joined through CERN-NP06: Zagreb (SiPM), INR-RAS Moskow (scintillators) + interest from Greek groups (timing detectors).



ENUBET physics programme

A narrow band beam at the GeV scale with a **superior control of the neutrino flux, flavor and energy** of the neutrinos produced at source

An ideal facility, exploiting conventional techniques, to:

- serve a new generation of short-baseline experiments in order to reach **1% precision** measurement of the **ν_e and ν_μ cross sections**
- study of neutrino interactions at the GeV scale with **“low” mass, high-granularity detectors**
- reduce below 3% the systematics of **DUNE and HyperK** and enhance their discovery reach (CP, unitarity tests, precision on angles etc.) and a natural follow-up of the Minerva and ProtoDUNE physics programme

The ENUBET research programme received an important **endorsement** in the **EU strategy**:

To extract the most physics from DUNE and Hyper-Kamiokande, a complementary programme of experimentation to determine neutrino cross-sections and fluxes is required. Several experiments aimed at determining neutrino fluxes exist worldwide. The possible implementation and impact of a facility to measure neutrino cross-sections at the percent level should continue to be studied. Other important

[European Strategy for Particle Physics Deliberation document \(pag. 5\)](#)

Explicit reference
to **ENUBET** and
nuSTORM

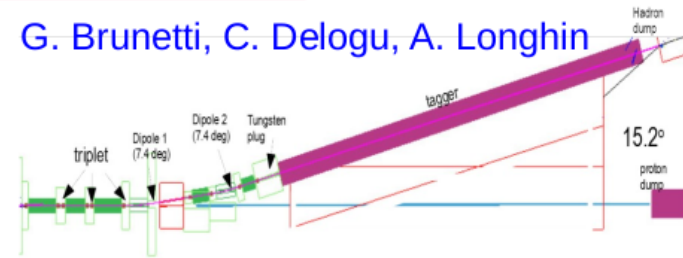


Highlights of 2019-2020

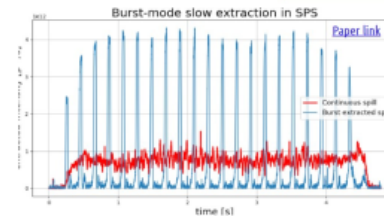
Crucial contribution of the **INFN-PD** group

- Completion of the design of the **meson transfer line** based on two dipoles (reduction of the untagged neutrino component @ ν -detector, higher purity of the meson beam in the tagger)
- Software validation of the **bursted proton extraction** scheme based on the 2018 **CERN-SPS** data
- Full simulation of the tagger and implementation of the **reconstruction algorithm** both for e^+ and μ^+ events
- Choice of the final technology for the tagger demonstrator based on 2016-18 TB data and simulation
- First steps towards the **design and construction** of the **demonstrator**

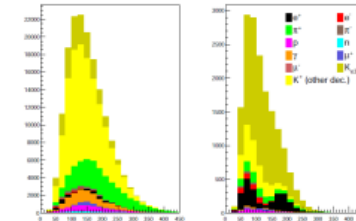
G. Brunetti, C. Delogu, A. Longhin



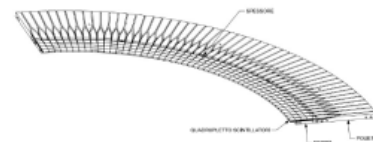
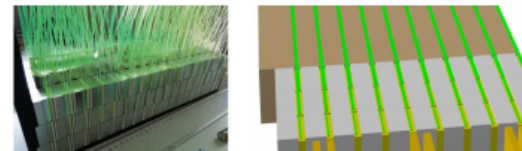
CERN-BE-OP-SPS



M. Pari



F. Pupilli



A. Longhin
M. Benettoni
M. Rampazzo

More in "Neutrino 2020" (A. Longhin, Novel Neutrino Beams)

https://indico.fnal.gov/event/43209/contributions/187852/attachments/129205/159020/NovelNuBeams_Longhin_NEUTRINO2020_v9.pdf



Papers, talks, thesis [2019-2020]

Papers

- F. Acerbi et al., “The ENUBET positron tagger prototype: construction and testbeam performance”,
To appear on JINST - [arXiv:2006.07269](https://arxiv.org/abs/2006.07269) [[physics.ins-det](https://arxiv.org/abs/2006.07269)]
- F. Acerbi et al., “Polysiloxane-based scintillators for shashlik calorimeters”
[Nucl.Instrum.Meth.A 956 \(2020\) 163379](https://doi.org/10.1016/j.nucstr.2020.163379)
Corresponding authors: A. Longhin, F. Pupilli
- E. Parozzi et al., “The ENUBET ERC project for an instrumented decay tunnel for future neutrino beams”, [Nucl.Instrum.Meth.A 958 \(2020\) 162162](https://doi.org/10.1016/j.nucstr.2020.162162)
- F. Acerbi et al., “Decay tunnel instrumentation for the ENUBET neutrino beam”, [JINST 15 \(2020\) 05, C05059](https://doi.org/10.1016/j.jinst.2020.05.059)

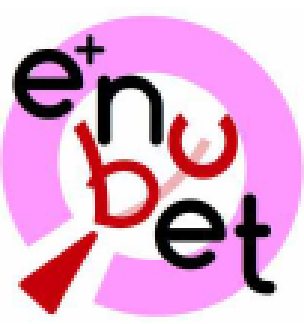
Talks

[many postponed due to COVID-19 pandemic]

- A. Longhin, Neutrino2020, virtual conference, 22 Jun – 3 Jul 2020
- M. Pari, IPAC2020, virtual conference, 10-15 May 2020
- A. Longhin, CNNP2020, Cape Town (ZA), 24-28 Feb 2020
- C. Delogu, NuPhys2019, London (UK), 16-18 Dec 2019
- A. Longhin, XV Rencontres du Vietnam, Quy Nhon (VN), 4-10 Aug 2019
- G. Brunetti, EPS2019, Ghent (B), 10-17 Jul 2019

Thesis

- M. Pari (PhD, in progress)
- C. Delogu (PhD, in progress)
- Laureanda triennale (Laurea Triennale, in progress) Noemi Manara



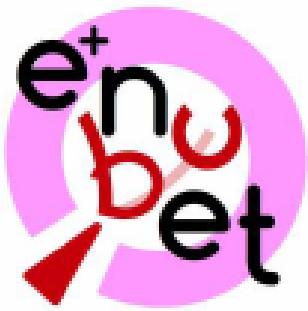
ENUBET in 2021

Extending the ENUBET scope

- Full inclusion of muon decay modes ($K_{\mu 2} - K_{\mu 3}$) of kaons for the flux constraint
- Monitoring at % level of μ from π decays after the hadron dump → constrain the **low E** component of the ν_{μ} flux → cover the **Hyper-K region**
- A priori determination of the **neutrino energy** exploiting the narrow-band off-axis technique (R-E correlation) → **differential cross section** modeling
- **Fast timing** (MIUR grant NUTECH) → Time tagged neutrino beam

Main goals

- **Evaluation of** final **systematics** budget with a likelihood fit à-la-T2K on flux normalization factors encoding uncertainties
- Construction of the **tagger demonstrator**



ENUBET-PD - anagrafica

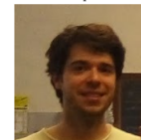
- Il progetto è **interamente** finanziato da **ERC** e dal **MIUR**
- Sigla di supporto in **CSN2 (ENUBET_2)** per piccole spese:
 - I. Non previste nel Grant Agreement (i.e. missioni laureandi, PhD)
 - II. Inventariabili per cui EU rifonde una frazione del costo corretta per ammortamento a fine progetto (difficile da rendicontare)
- **Anagrafiche:**
 - **EU (time-sheets):** [A. Longhin](#) (60%), [F. Pupilli](#) (95%, AdR UniPD), [G. Brunetti](#) (95%, AdR UniPD)
 - **ENUBET_2 (CSN2):** [F. Dal Corso](#) (20%), [M. Mezzetto](#) (10%), [M. Pari](#) (40%, PhD), [C. Delogu](#) (PhD, 60%)



F. Pupilli



G. Brunetti



M. Pari



C. Delogu

ENUBET-PD - richieste

Attuale collaborazione con M. Benettoni e M. Rampazzo

Officina Meccanica: 6 m.u. (*)
 Ufficio tecnico: 4 m.u. (*)

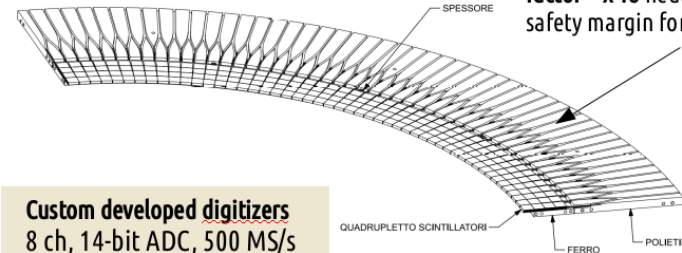
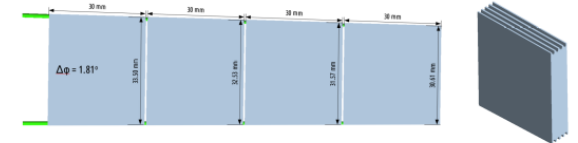
* pre-discusse con Loris/Adriano

Sara' assemblato al LAE ai LNL

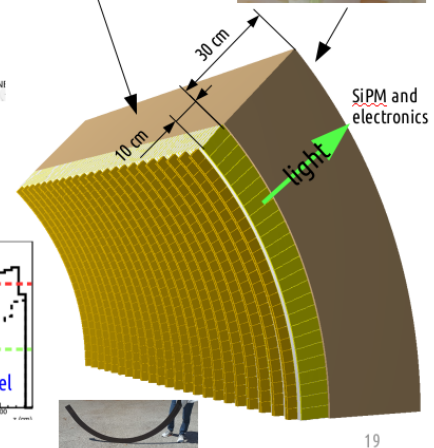
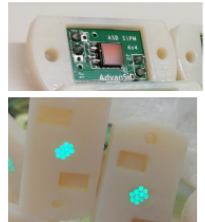
Utilizzo di Cloud Veneto senza particolari cambiamenti necessari

ENUBET: demonstrator

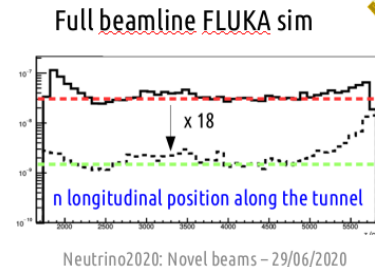
- Large prototype to demonstrate **performance**, **scalability** and **cost-effectiveness**
- Will be tested after the **LS2** at the renovated East-Area at the **CERN-PS** (2021-2022)



~ 30 cm of **borated polyethylene** → **factor ~ x 18** neutron reduction. Add safety margin for SiPM. [JINST 14 \(2019\) P02029](#)



Custom developed digitizers
 8 ch, 14-bit ADC, 500 MS/s
 Triggerless over ~10 ms.
 ~40 MB/spill/ch



FINANZIARIE
 Missioni: **5 KEUR** (2 PhD)

M. Diwan, W. Gu, J. Larkin, D. P. Mendez, X. Qian, A. Scarpelli, J. Stewart, B. Viren, E. Worcester, M. Worcester, H. Yu, C. Zhang

Brookhaven National Laboratory, USA

M. Babicz, O. Beltramello, J. Bremer, M. Chalifour, A. De Roeck, S. Dolan, C. Fabre, U. Kose, D. Mladenov, M. Nessi, S. Palestini, F. Pietropaolo^a, F. Resnati, A. Rigamonti, F. Sergiampietri, S. Tufnali

CERN, Switzerland

O. G. Miranda, G. Moreno Granados

CINVESTAV, Mexico, USA

B. Behera, T. Boone, C. Hilgenberg, , M. Mooney, J. Mueller, D. Warner, R.J. Wilson

Colorado State University, USA

W. F. Badgett, L.F. Bagby, S. Berkmann, M. Betancourt, K. Biery, S. Brice, J. Brown, G. Cerati, R. Doubnik, A. Fava, M. Geynisman, S. Hahn, B. Howard, C. James, W. Ketchum, G. Lukhanin, A. Mazzacane, C. Montanari^b, T. Nichols, A. Prosser, R. Rechenmacher, G. Savage, A. Schukraft, A. Soha, D. Torretta, P. Wilson, M. Wospakrik, J. Zennamo, J. Zettlemover, M. Zuckerbrot

Fermi National Accelerator Laboratory, USA

A. Aduszkiewicz, D. Cherdack, A. Wood

University of Houston, USA

S. Bertolucci, V. Fabbri, M. Guerzoni, G. Laurenti, N. Mauri, N. Moggi, A. Montanari, L. Pasqualini, L. Patrizii, V. Pia, F. Poppi, M. Pozzato, G. Sirri, M. Tenti, S. Zucchelli

INFN Sez. di Bologna and University, Bologna, Italy

V. Bellini, C. Petta, C. Suter, F. Tortorici

INFN Sez. di Catania and University, Catania, Italy

B. Bottino, S. Copello, L. Di Noto, F. Ferraro, M. Pallavicini, M. Vicenzi

INFN Sez. di Genova and University, Genova, Italy

C. Rubbia

INFN GSSI, L'Aquila, Italy

C. Vignoli

INFN LNGS, Assergi (AQ), Italy

S. Biagi, S. Cherubini, C. Distefano, R. Pappaleo, G. Riccobene, P. Sapienza

INFN LNS, Catania, Italy

N. Gallice, P. Sala, A. Zani

INFN Sez. di Milano, Milano, Italy

R. Benocci, M. Bonesini, A. Falcone, F. Terranova, M. Torti,
INFN Sez. di Milano Bicocca and University, Milano, Italy

A. Cocco

INFN Sez. di Napoli, Napoli, Italy

A. Braggiotti, S. Centro, C. Farnese, D. Gibin, A. Guglielmi, G. Meng, L. Stanco, F. Varanini, S. Ventura
INFN Sez. di Padova and University, Padova, Italy

A. Menegolli, A. Rappoldi, G.L. Raselli, M. Rossella, A. Scaramelli
INFN Sez. di Pavia and University, Pavia, Italy

A. Chatterjee, S. Dytman, V. Paolone

University of Pittsburgh, USA

H. Budd, R. Howell, K.S. McFarland

University of Rochester, USA

M. Convery, L. Domine, F. Drielsma, D. H. Kao, Q. Lin, G. Petrillo, H. Tanaka, K. Terao, Y.T. Tsai, T. Usher
SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford, USA

T. Coan

Southern Methodist University, USA

J. Asaadi, H. Carranza, Z. Williams, W. Jang, J. Yu
University of Texas (Arlington), USA

P. Abratenko, T. Wongjirad

Tufts University, USA

^a *On Leave of Absence from INFN Padova*

^b *On Leave of Absence from INFN Pavia*

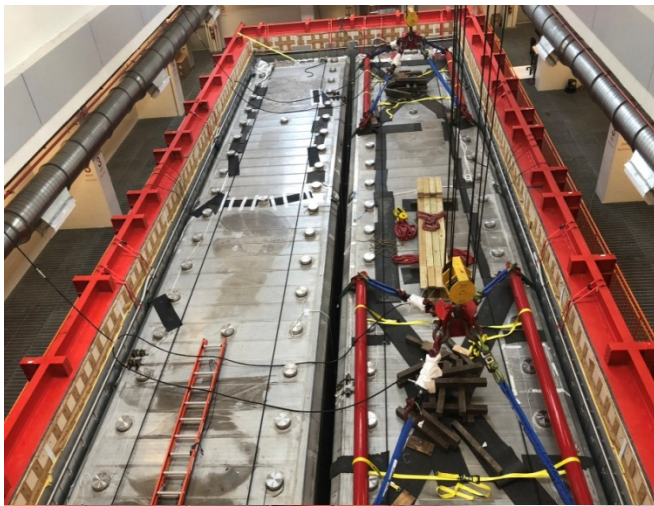


ICARUS Spokesman: C. Rubbia, GSSI

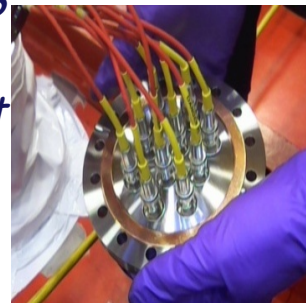
11 INFN groups, 10 USA institutions, 1 Mexican institution, CERN

1. ICARUS installation @FNAL (2018-2020)

A. Guglielmi



Placement of ICARUS inside the warm vessel after the overhauling at CERN (Aug. 2018)



Installing PMT, TPC signal feed-through flanges (Jan. 2019)



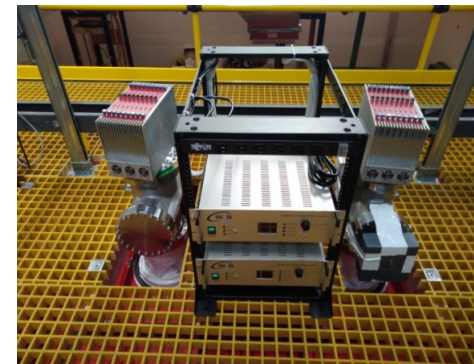
Readout electronics

Power supply

Installing the readout electronics (Summer 2019)

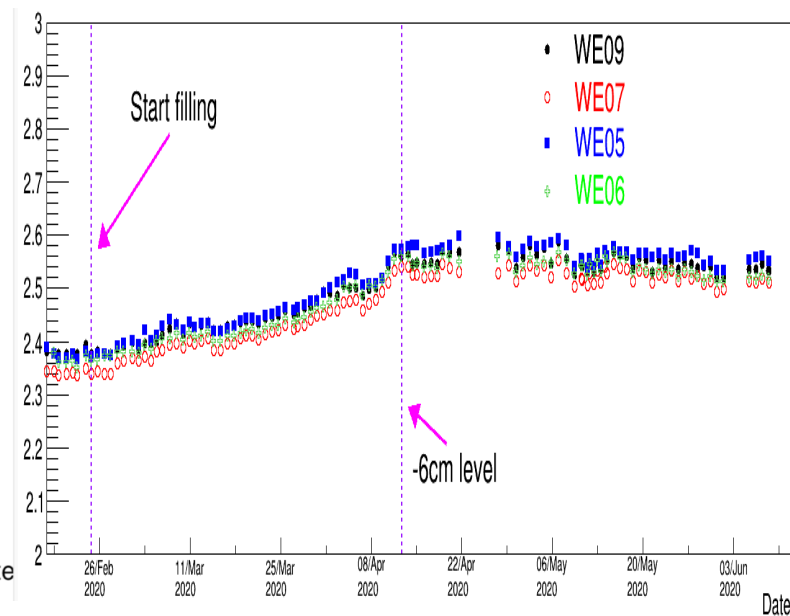
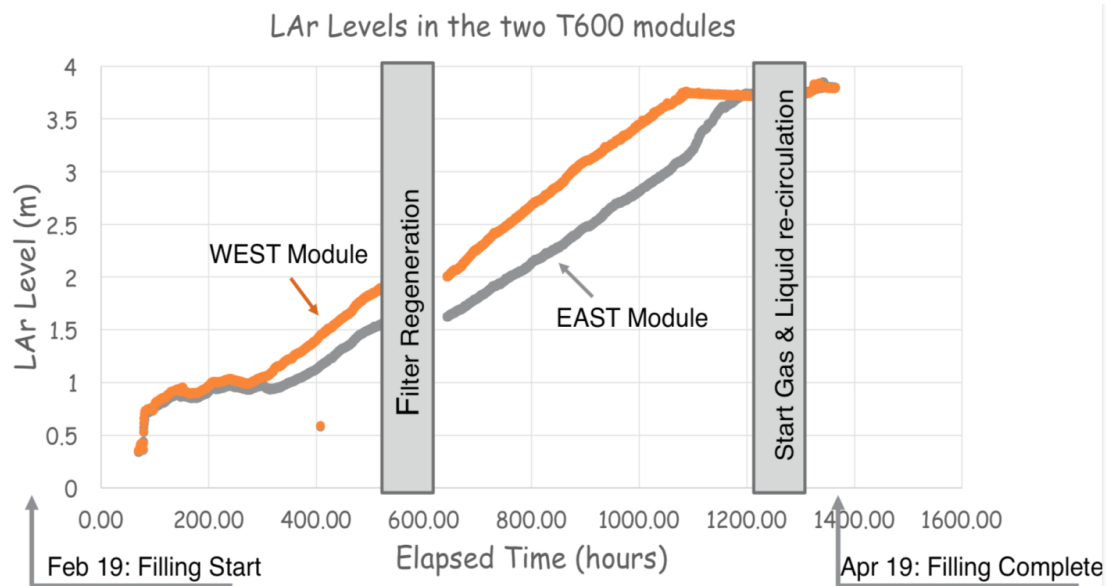
- ✓ All PMT digitizers, HV electronics and laser system installed.
- ✓ TPC readout electronics (mini-crates, CAEN boards and Power Supplies) installed and verified;
- ✓ Internal/external signal connections verified.
- ✓ Signal, TT-link cables for DAQ/trigger deployed and connected to fan-outs.

- ✓ *Power Supply for TPC wire polarization installed/tested and corresponding cables deployed;*
- ✓ *All PMT read-out electronic chain has been installed and verified;*
- ✓ *Laser calibration system installed, tested and ready to operate;*
- ✓ *HV Power Supply for the electric field drift installed and connected;*
- ✓ *Optical fiber bundles for communication and DAQ installed;*
- ✓ *Server for DAQ/ networking both for TPCs, PMTs operational;*
- ✓ *Readout for North/West side of CRT installed and operational;*
- ✓ *Trigger logic based on PMT signals inside the beam gate is continuously developed: plans for final implementation ready*
- ✓ *Slow controls: for internal cryogenics PMTs operational, for TPC read-out under advanced development;*
- ✓ *ICARUS Control room in ROC West Wilson Hall operational from Feb 2020:
24/7 survey shifts are active form February 14th, now remotely!*
- ✓ *Despite the lockdown due to COVID-19 the Cryogenic commissioning is complete and ICARUS filled!.*



ICARUS Control room

- LAr ultra-purified by two filters was injected: 50 days filling lasted on April 21st.
- A gradual increase of intrinsic noise from 2.35 to 2.5 #ADC in +/- 60° TPC Coll. and Ind.2 wires with the LAr level corresponding to ~35 pF increase of the TPC wire capacitance is observed in agreement with the expectations.



- Both LAr/GAr re-circulation systems taken progressively online, the operational parameters adjusted to steady state conditions, 1.85 m³/hr West, 2.25 m³/hr East:
 - Pressure/temperature in the modules are stable;
 - No cold spots observed on the external surface of Warm Vessel;
 - Thermal losses through the thermal insulation are under evaluation.

- In the present situation, uncertainties dominate all possible planning. Limited access to FNAL for onsite personnel and extremely limited travels from outside require to postpone most of activities originally planned at end of the T600 filling:
 - Completion of cabling of TPC electronics, commissioning of wire bias;
 - Completion, installation and commissioning of trigger system;
 - Calibration of both PMTs and wires readout and slow controls;
 - Installation/commissioning of the remaining parts of the side CRT;
 - Installation/commissioning of services on top of T600;
 - Delivery onsite, installation and commissioning of top CRT,
 - Delivery onsite/installation of 3 m concrete overburden.
- Plans to re-start onsite operations are being developed in conjunction with FNAL. The presence of INFN physicists strongly involved in key detector systems is required;
- TPC/PMT noise, Trigger/DAQ and data transfer/storage must be carefully studied during T600 activation by INFN experts facing in person the actual situation from September 2020 up to end of the year: first beam expected by October 2020.
- Event reconstruction software almost ready: remote Workshops are in place to finalize it and prepare the first ICARUS calibration phase.
- Assuming travels restored by September and some installation activities (side CRT and services) during the summer, ICARUS should be ready for data taking February 2021.

- Funds integrations requested in 2020:
 - 6 k€ for pre-amps production/repair of faulty electronics (custom HV and Mini-crates)
 - 5 k€ for material transport to FNAL for repairing locally faulty electronics;
- 5 MU presence of TPC/Trigger experts at FNAL Sept. - Dec. 2020 mandatory!

ICARUS Pd: 9 physicists/engineers, 7.6 FTE

Richieste Servizi 2021: 4 MU Calcolo e Reti, 12 MU Elettronica, 4 MU Off. Meccanica.

Richieste finanziarie di Padova per 2021

k€

Apparati:	TPC: 2 TPC spare flanges (4.5 k), completion of preamp spare production (3.5 k), recovery of custom HV modules (3 k)	11
Consumo	Electronics Service	4
SP-Servizi	Mechanics workshop (Mini-crates recovery)	3
Manutenzione	For trigger electronics boards: SPEXI + DIO board	2

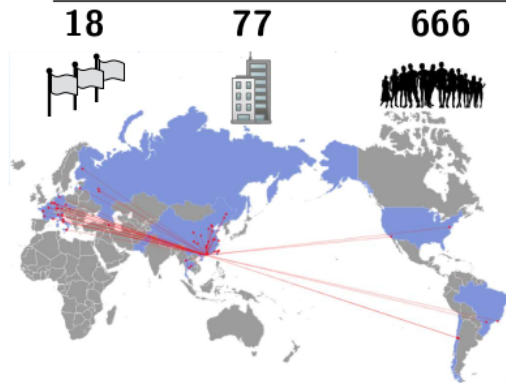
	T600 Sj(*) Activation Commis.	T600 Calibration Post-comm.	On-site expert, maintenance	Shifts	Coll. Meetings, Director's Rev. SBN O.B. (**)	Total request (k€)
Missioni	1.5 MU 8 k€	2.5 MU 14k€	3 MU 16.5k€	4 MU 22 k€	13 + 7 k€ Deputy -> 12 k€	64.5+ 8 Sj

*Sj to residual activity at FNAL in the Sept-Dec 2020 period.

**Synergy with INTENSE EU RISE funds reduces the expenses for WG activities

JUNO Status

A. Garfagnini



18 Countries, 77 Institutions and 666 Members

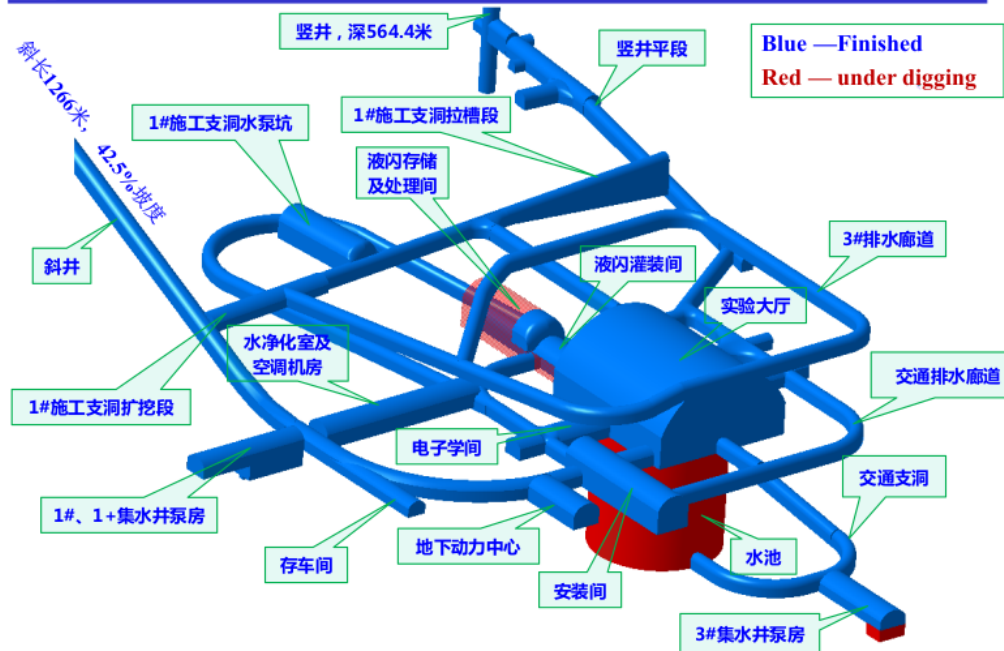
Schedule:

- ▷ 2014: INFN funding approved
- ▷ 2015-2020 Civil Construction
- ▷ 2016-2021: PMT production
- ▶ 2021: PMT electronics production and assembly
- ▶ 2021-2022: Detector Assembly and Installation
- ▷ 2022: LS Filling
- ▶ 2022-2023: Detector commissioning and run

Il gruppo di Padova sarà pesantemente coinvolto nella produzione/installazione e commissioning dell'elettronica



Underground Construction Status



A. Garfagnini (UniPD/INFN-PD)

Taishan Antineutrino Observatory physics goals

- Precise measurement of the 4-6 MeV bump and of the fine structure of reactor antineutrino spectrum with high energy resolution
 - Provide a benchmark for investigation of nuclear database
 - Measure antineutrino spectra from ^{235}U and ^{239}Pu after combined with other reactor neutrino
 - Search for sterile neutrino with good vertex reconstruction capability
- Evaluate with very good accuracy the oscillated spectrum at JUNO site

JUNO-TAO: Detector

Measure reactor neutrino spectrum w/ **sub-percent E resolution.**

Ton-level Liquid Scintillator (Gd-LS)

Full coverage of SiPM w/ PDE > 50%

Operate at $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (SiPM dark noise)

4500 p.e./MeV

4000 IBD/day

(2000 IBD/day fiducial volume)

Sub systems

Central detector (CD)

Acrylic vessel + Gd-LS

SiPM array + copper shell

CD: LS+Gd, Acrylic

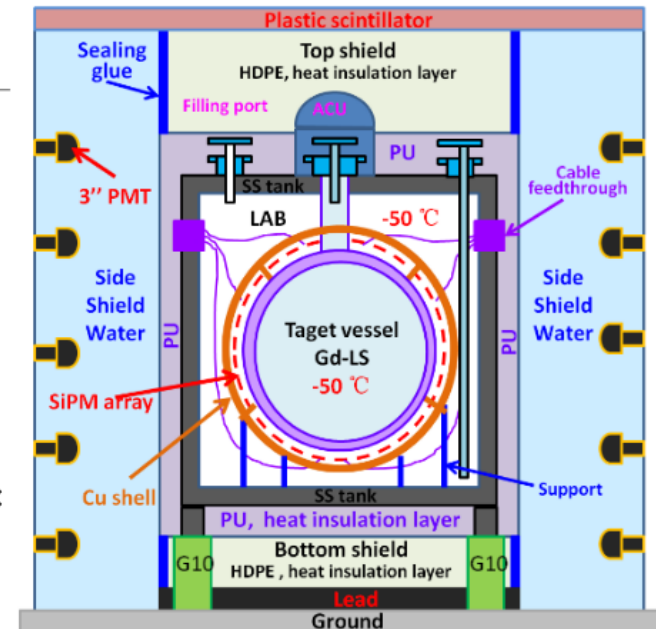
Electronics: FE+Cu+SiPM

LAB buffer

Cryo System

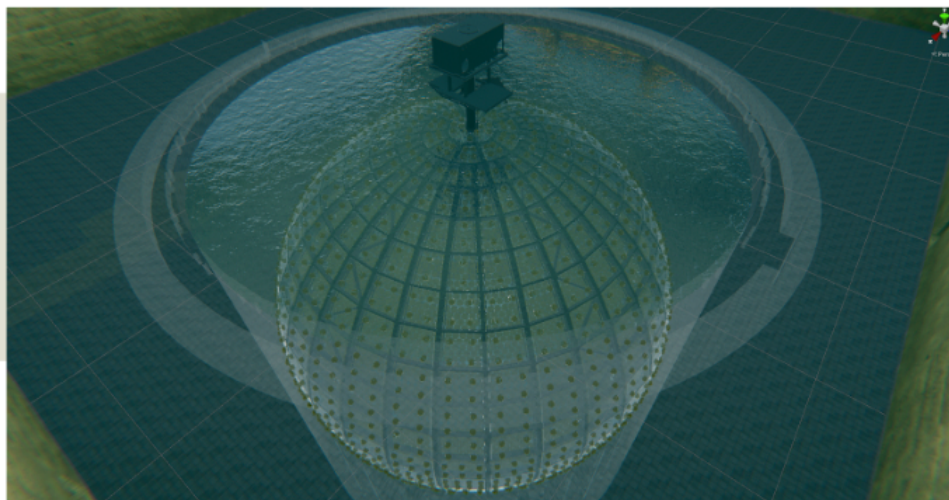
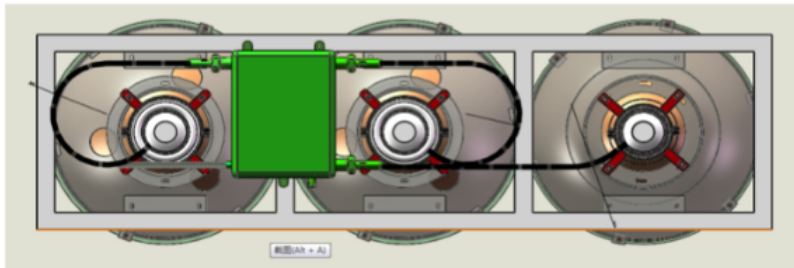
Veto: water+sPMT, Plastic

Passive Shield



JUNO largePMT Electronics Readout Scheme

LPMT installation module

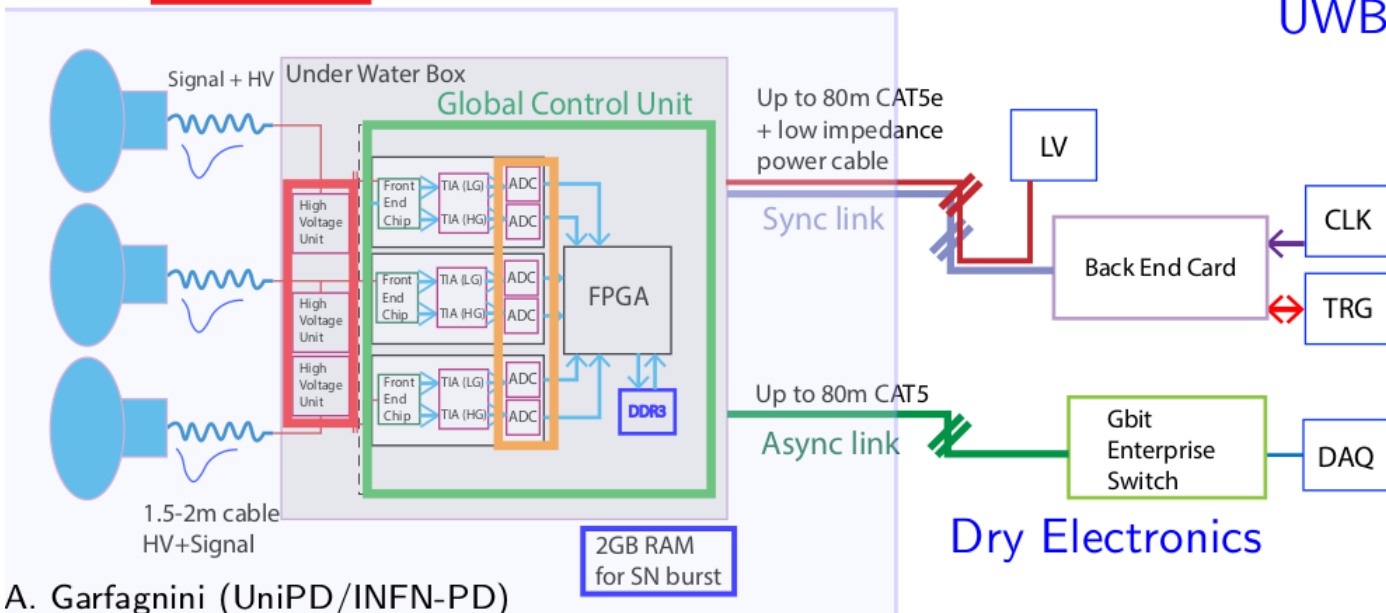


Under Water Electronics

Custom HV (JINR)
(0-3kV)/300uA

Custom ADC (Tsinghua)
12bit, 1Gsp/s

FPGA for Trigger and
Signal Processing



UWBox with electronics

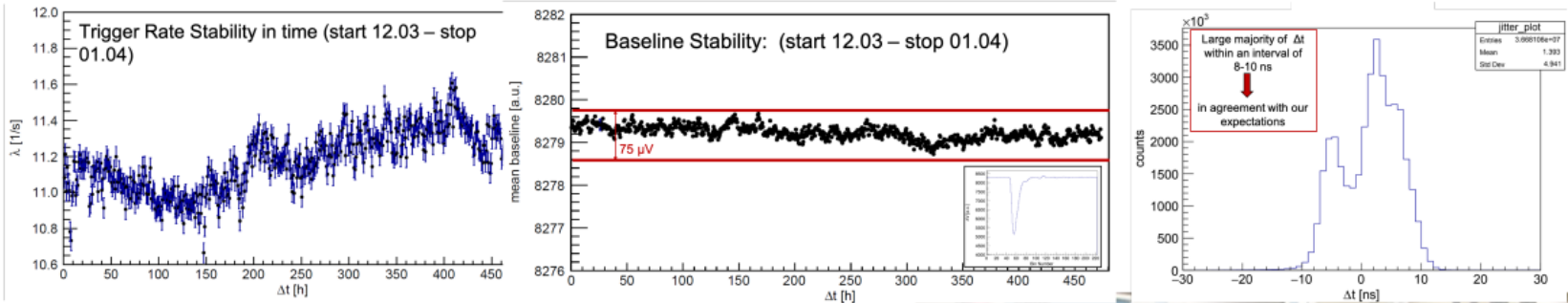


Dry Electronics

A. Garfagnini (UniPD/INFN-PD)

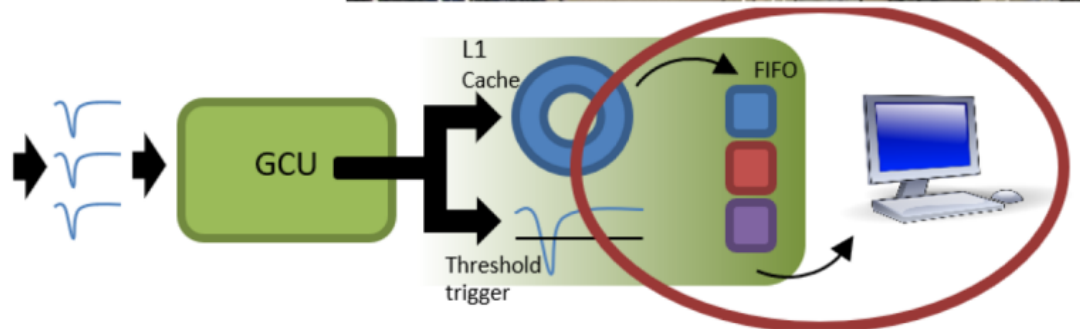
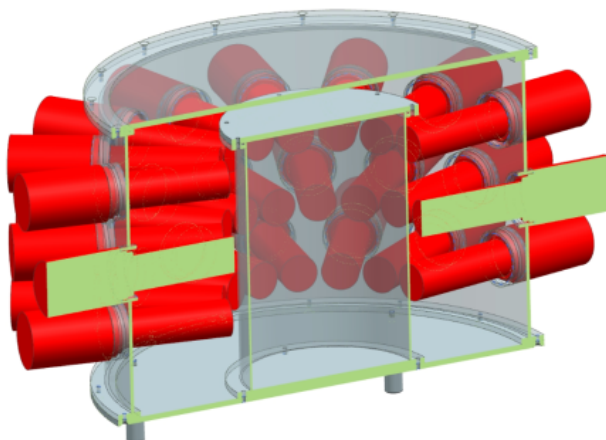
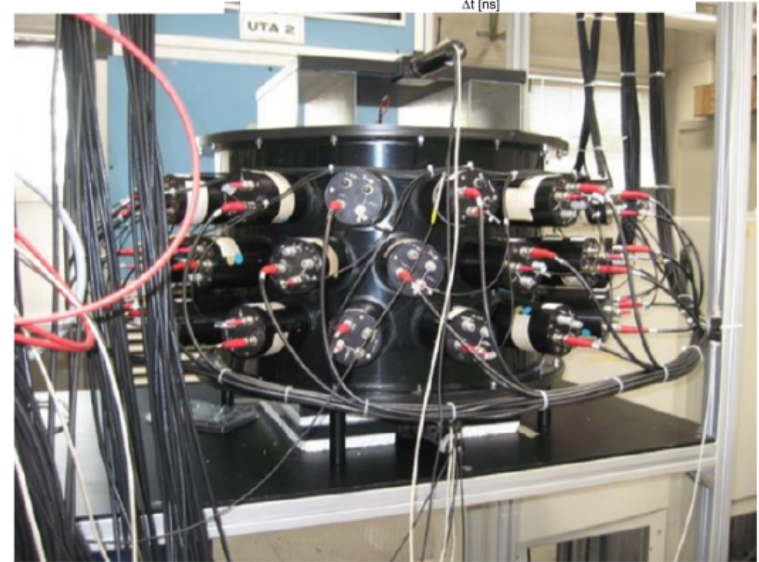
JUNO Electronics Test Setup

A. Garfagnini



Electronics Integration test system at LNL:

- ~ 17 liters of **LAB liquid scintillator**
- surrounded by **48 Philips XP2020 PMTs**
- **PMTs** inside a black plastic structure, divided in 3 rings, each with 16 PMTs
- **3 plastic scintillators** provide an external trigger on cosmic rays
- 39 PMTs connected to 13 GCU boards



A. Garfagnini (UniPD/INFN-PD)

Attività 2021

- completamento test integrazione elettronica e stabilità (Long Term Tests) a LNL
- completamento della scrittura del firmware della GCU (A. Bergnoli responsabile firmware GCU da luglio 2019)
- partecipazione alla produzione della GCU (gara schede e supervisione test di produzione in Cina). Installazione nel rivelatore (da fine 2021).

Anagrafica : 4.6 FTE (Preliminare)

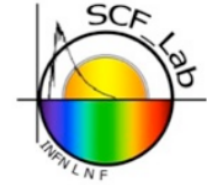
A. Bergnoli	50%	R. Brugnera	30%	S. Dusini	20%
A. Garfagnini	70%	M. Grassi	40%	I. Lippi	40%
F. Marini	100%	M. Mezzetto	10%		
C. Sirignano	30%	L. Stanco	10%	K. von Sturm	30%
F. Dal Corso	10%	C. Fanin	20%		

Richieste 2021 - CSNII

Missioni	80 k	Consumo	10 k
Trasporti	10 k	Inventariabile	10 k
Costruzione Apparati	800 k	[Gara GCU]	

Richieste 2021 - Servizi Sezione

O. Meccanica	4 mu	supporto test facility elettronica
Prog. Elettronica	12.0 mu	sviluppo firmware elettronica e sistema di test



MoonLIGHT-2 Project: lunar and satellite laser ranging research Nat Coord. Frascati National Labs

Requests for the Year 2021

Paolo Villoresi Unit Coord.

QuantumFuture Research Group

INFN Sezione di Padova

and

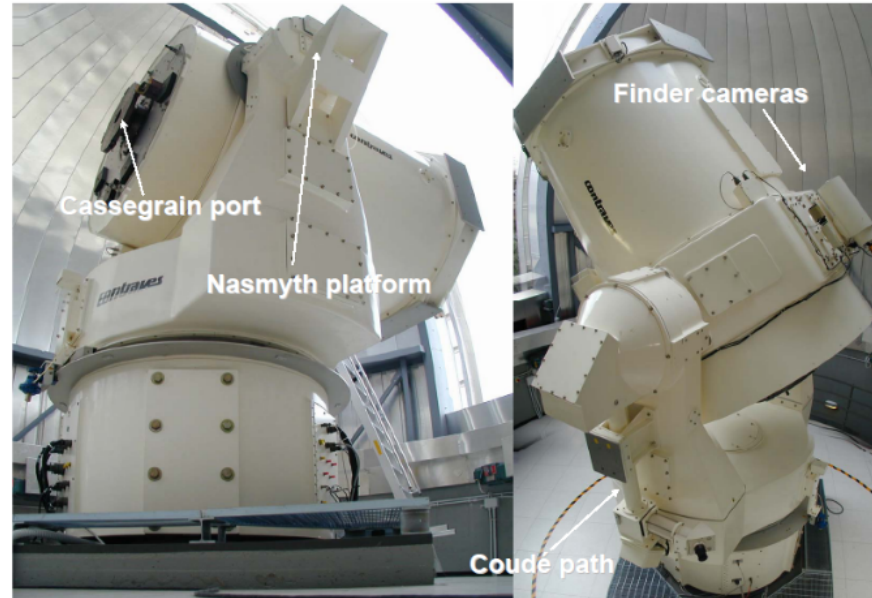
University of Padua, DEI

paolo.villoresi@pd.infn.it - quantumfuture.dei.unipd.it

INFN – Padova 15 July 2020

Experimental Space Q-Comms hub Matera ASI-MLRO

- *Giuseppe Colombo* Space Geodesy Centre of Italian Space Agency - Matera Laser Ranging Observatory (MLRO)
- Director Dr. Giuseppe Bianco President of ILRS
- World highest accuracy in SLR: mm-level for about 10^7 m range
- Accurate lunar ranging



Status of the single photon detection from Lunar retroreflectors

The Lunar Laser Ranging activities in Matera have seen a significant progress since 2017, placing the Matera Laser Ranging Observatory (MLRO) as the second contributor to LLR measurement of the ILRS network.

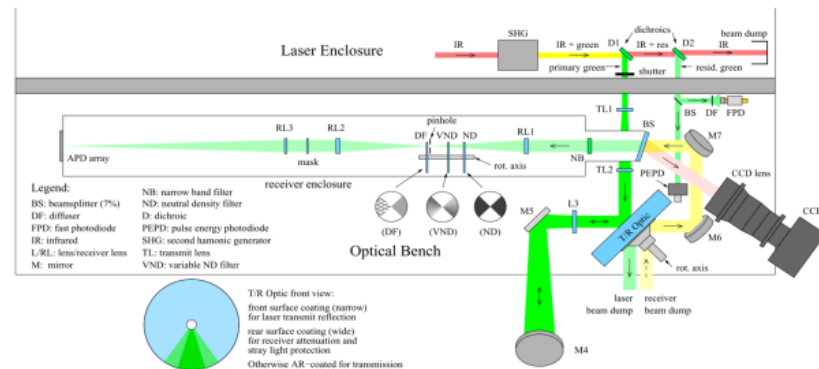
Last 12 months			All reflectors		Apollo-11			Apollo-14			Apollo-15			Luna-17			Luna-21		
Column L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20
Station Location	Station number	λ	Passes	NPTs	Passes	NPTs	RMS	Passes	NPTs	RMS	Passes	NPTs	RMS	Passes	NPTs	RMS	Passes	NPTs	RMS
Grasse_MEO	7845	1064.0	123	1261	82	216	16.09	71	186	15.19	115	394	26.61	78	250	13.26	73	215	14.73
Grasse_MEO	7845	532.0	6	33	2	5	7.70	3	8	12.63	5	11	27.38	4	9	12.25			
Matera_MLRO	7941	532.0	20	58	5	5	42.72	6	7	45.39	17	40	53.02				4	6	41.33
Wetzell	8834	1064.0	8	29							4	13	18.98	3	12	6.48	1	4	9.78

The current results at the receiver level however are not matching the expected efficiency and signal to noise.



Improvement of LLR

- In order to allow for the improve of the current test apparatus based on MPD to a data production setup with the needed better efficiency and signal to noise, it is necessary to modify the optical setup as well as the electronic control and acquisition, as described in the following. This upgrade will allow to furtherly improve the progresses obtained in test campaign and to extend them to the stable LLR acquisition routine.
- Currently, two major issues must be addressed for consistent and high efficiency LLR.
 - 1) LLR activities require the use of a dedicated SPAD, which differs from the one used during satellite ranging (microchannel plate). However, the switch of the detector with the current setup is complex and cannot be done routinely. The optical layout here proposed, based on polarization rotation and on translation stages, will allow to switch to the optima receiver on the base of current observation data, and in particular aim at one of the two detector systems, permitting to use the most effective detector for each ranging scenario.
 - 2) the current MLRO setup uses a polarizer plate at about the Brewster angle to separate the transmission and reception beam lines. While this solution is optimized for the transmission path, with minimal losses, for the return this is a sub optimal solution, which depends critically on the polarization of the incoming light. To avoid any signal loss at the reception stage, it is possible to implement a rotating mirror, synchronized with the laser firing. A similar solution has been successfully adopted at the Mc Donald LLR station.



Request of founding for Year 2021

- For the realization of the new receiver concept, with optimized choice, the part described in the following are needed.
- An optical setup for the active detector switch (7 k€), including 2 inches polarization optics, motorized translation stages and high reflective mirrors – see above example of a commercial chopper driver and motor), the new high efficiency section, based on the APOLLO rotating mirror scheme (25 k€), including motorized chopper wheel, custom perforated mirror, detector and driver for synchronization with MLRO laser.

Total HW (*consumabili e apparati*): 32 k€

Travel to MLRO and other relevant destinations: 15 k€



Anagrafica 2021

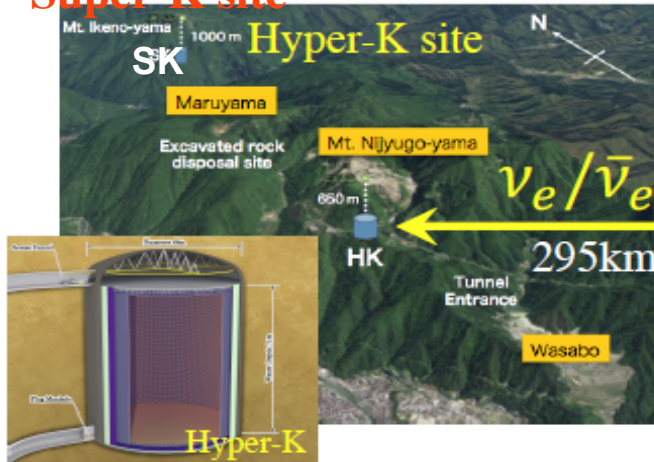
- Paolo Villoresi (Ordinario UniPD) 40%
- Giuseppe Vallone (Associato UniPD) 10%
- Francesco Vedovato (Assegnista di Ricerca UniPD) 40%
- Andrea Stanco (Assegnista di Ricerca UniPD) 40%
- Costantino Agnesi (Assegnista di Ricerca UniPD) 40%
- Marco Avesani (Assegnista di Ricerca UniPD) 30%
- Alessia Scriminich (Dottoranda UniPD) 70%
- Mujtaba Zahidi (Dottorando UniPD) 15%



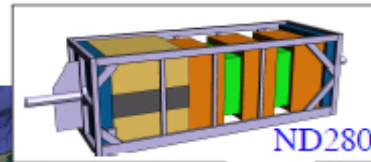
Prospettive esperimenti T2K & SuperK & HyperK



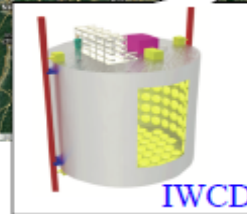
Super-K site



Near detectors

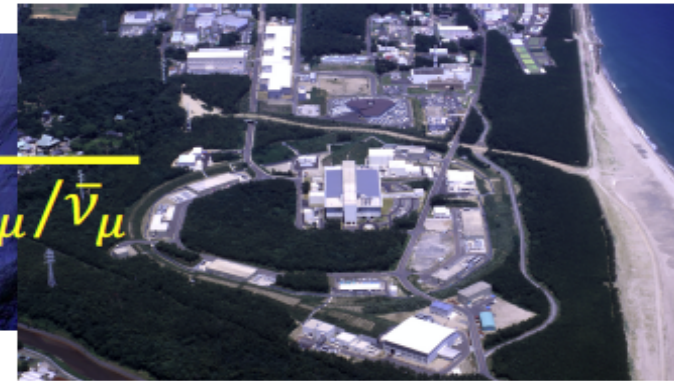


ND280



IWCD

J-PARC upgrade:
500 kW → 1.3 MW



$\nu_\mu/\bar{\nu}_\mu$

Momento molto intenso per attivita` neutrini in Giappone

- **T2K** near detector upgrade in fase di costruzione
- **Super-K** entra in questi giorni nella nuova fase H₂O+Gd
- **Hyper-K** e` stato approvato all'inizio dell'anno

G.Collazuol
CdS INFN PD
2020/7/15

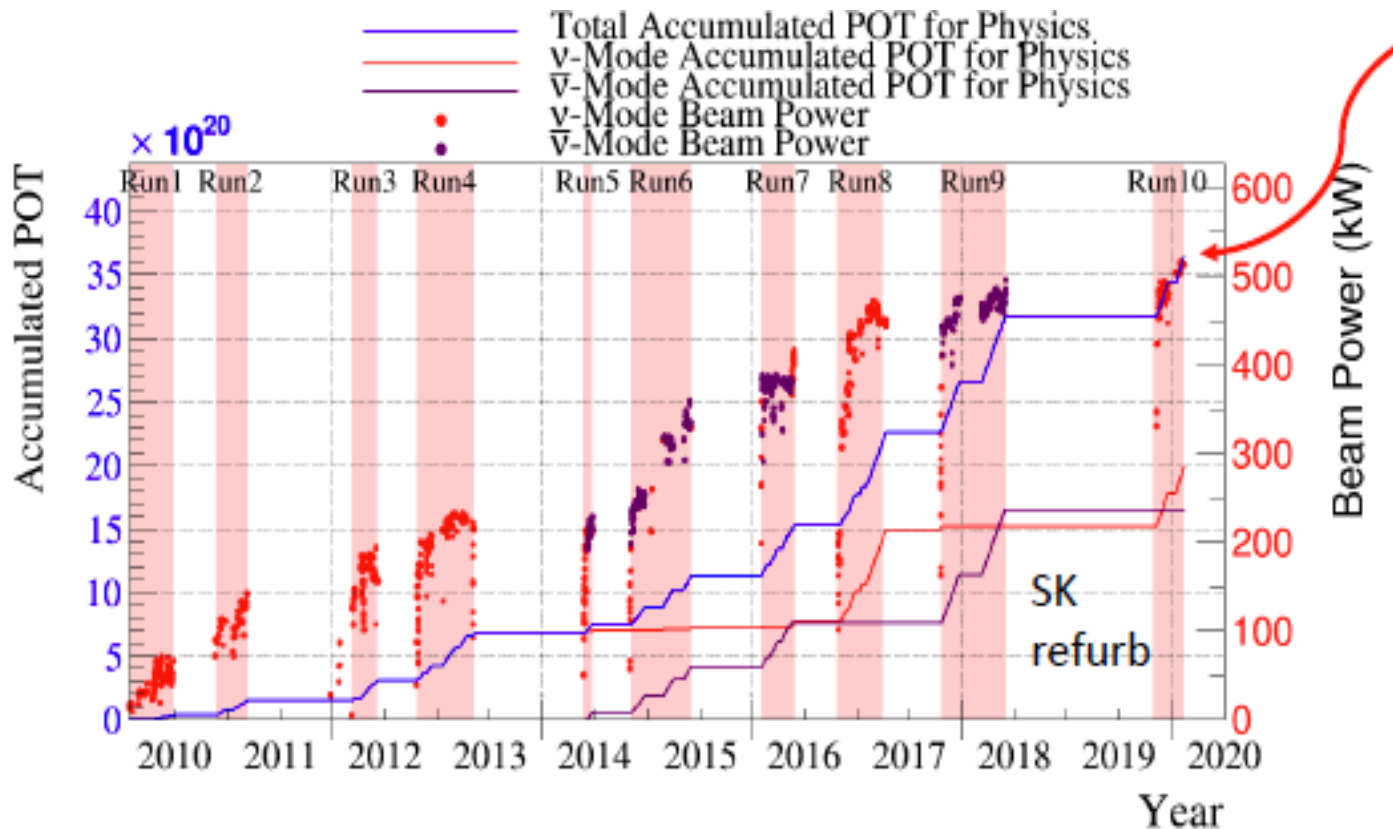
Gruppo locale in espansione

Staff: **G.Collazuol, M.Grassi, M.Laveder, A.Longhin, M.Mezzetto,**
Post-Doc: **M.Lamoreux** (INFN Fellini), Assegnisti: **N.Ospina, G.Cogo**
Dottorandi: **F.Iacob, M.Pari, C.Delogu**

In stretta collaborazione per T2K-upgrade @ LNL: **M.Cicerchia, T.Marchi, F.Gramegna**



T2K - Protons on Target



- 515 kW stable operation achieved this year
- Allowed increase of 33% in v-mode data (since 2018)
- Total POT
1.97x10²¹ v-mode
1.63x10²¹ $\bar{\nu}$ -mode

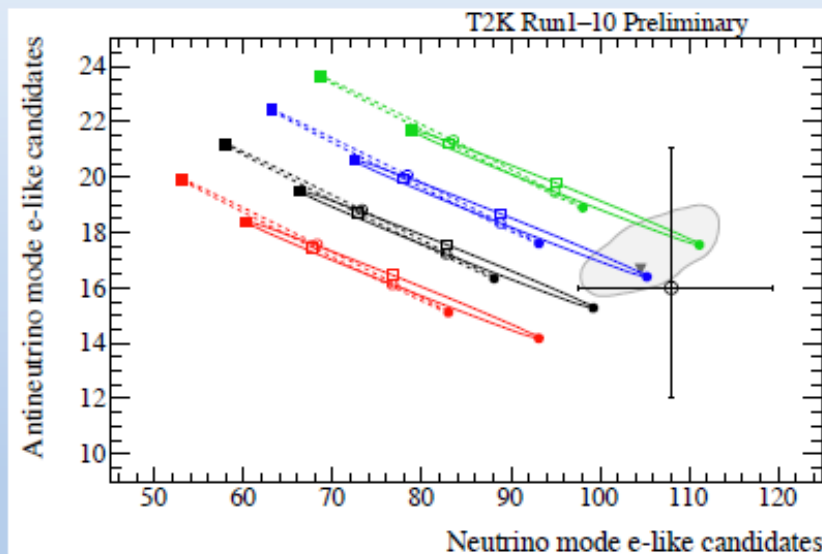
“KEK will make its best effort to provide approximately **four months operations per year** until the start of HK (2027)”



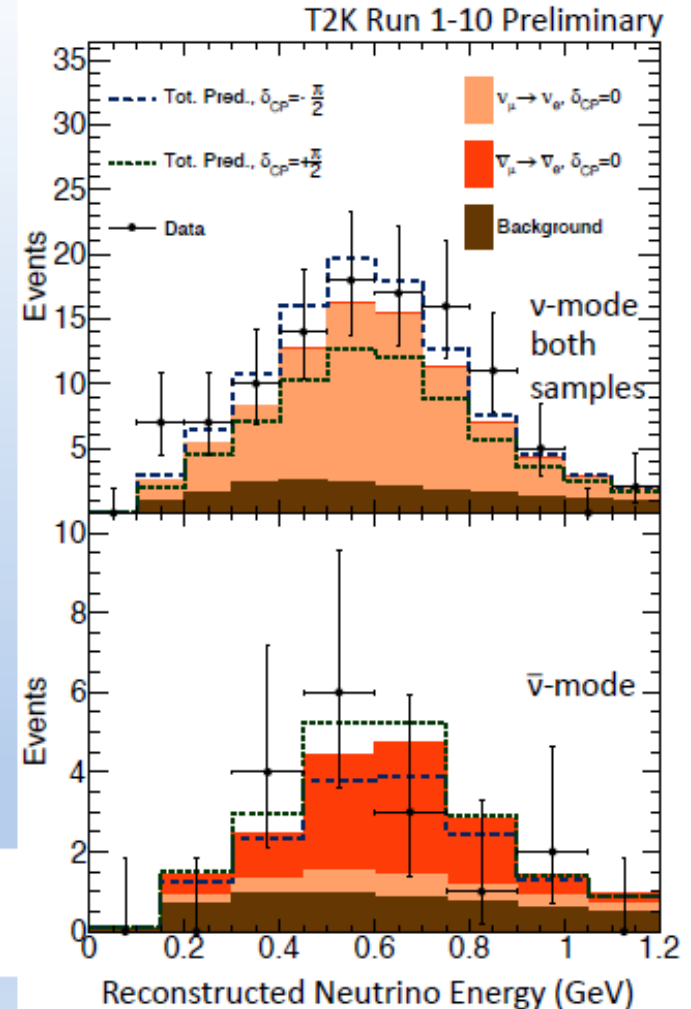
T2K - Recent results (Neutrino 2020)

SK event samples

- O(45%) change in electron-like event rate between $\delta_{CP}=+\pi/2$ and $\delta_{CP}=-\pi/2$



- $\sin^2\theta_{23} = 0.45, 0.50, 0.55, 0.60$
- $\Delta m_{32}^2 = 2.49 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$
- $\Delta m_{31}^2 = -2.46 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$
- $\delta_{CP} = \pi$
- $\delta_{CP} = +\pi/2$
- $\delta_{CP} = 0$
- $\delta_{CP} = -\pi/2$
- 68% syst. err. at best-fit
- ▼ Best-fit
- Data (68% stat. err.)



→ vedere anche Seminario T2K in Sezione – 2020-06-12

(<https://cernbox.cern.ch/index.php/s/j2Phfh9PlsmWG6X> password t2kcpv)



Prospettive → T2K-II

G. Collazuol

Beam and Near Detector upgrade

- Aim at 3σ CPV sensitivity or CPC exclusion (w/ favorable param.)
- Accumulate at least 10^{22} pot by 2027

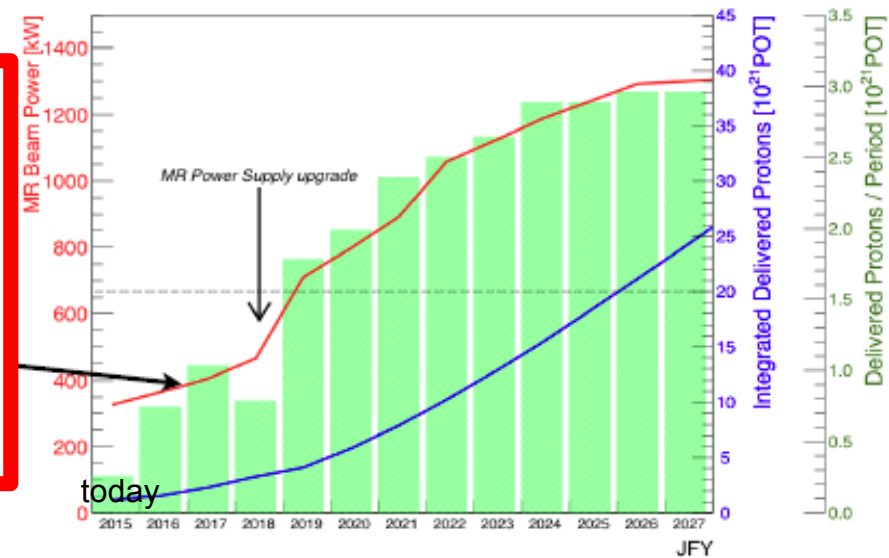
Mandatory (for high stat)

- High Intensity Neutrino beam

→ **Accelerator/Beam-line**

Upgrade approved

→ gradual increase of power to 0.8MW (1.3MW) by 2023 (2027)



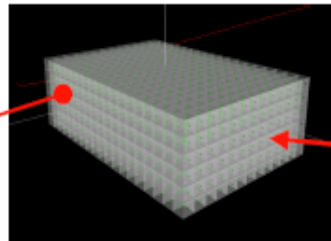
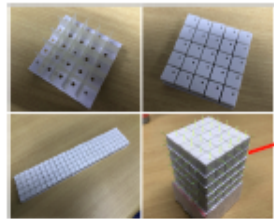
Mandatory (at high stat)

- Reduce detector systematics to 4% & cross-section model dependence
- **Near Detector Upgrade** → TDR 2018 → Approved by JPAC and SPSC

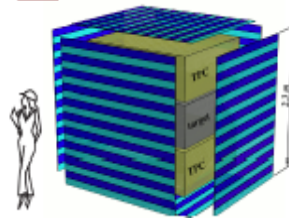
Near Detector Upgrade

arXiv:1901.03750

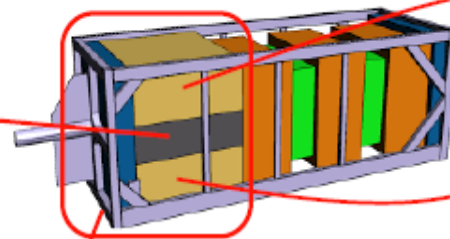
- **Large angle acceptance** to constrain neutrino interaction models
- Measurement of **short tracks** to identify non-QE, NC γ etc.



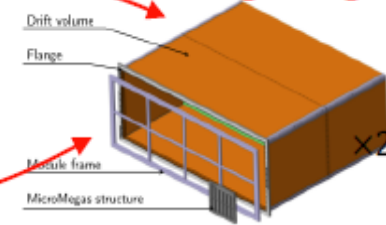
SuperFGD
(scintillator target tracker)
 $\sim 2\text{m}^3$, $\sim 2\text{M}$ cubes, $\sim 60\text{k}$ ch



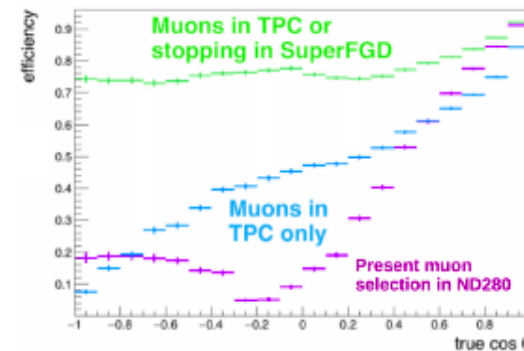
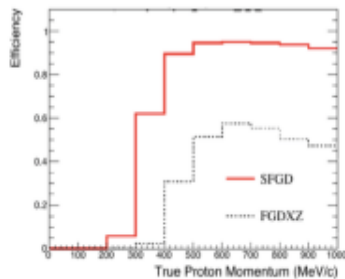
TOF



High Angle TPC



Improve reconstruction of hadron (short) tracks



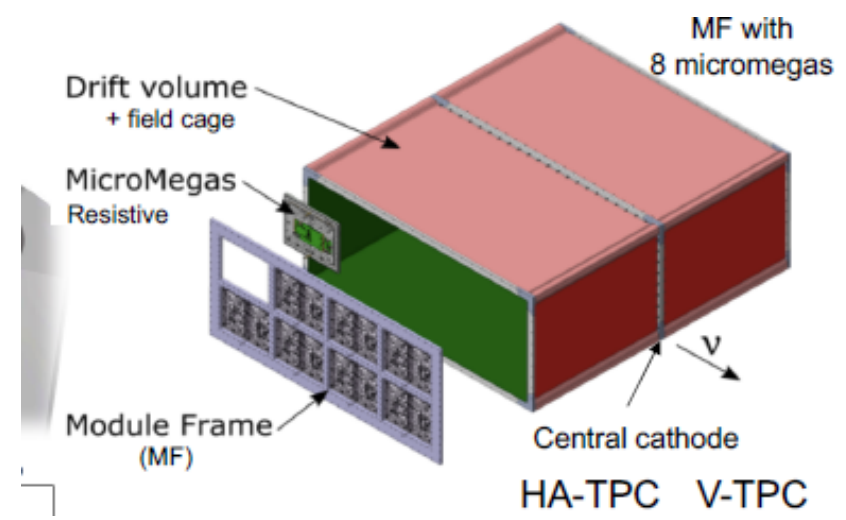
- **3D imaging super-fine grain detector**
 - Improved target tracking
 - Improved proton detection threshold
 - neutron detection capabilities

- **Improved high angle acceptance**
 - High Angle TPC's
 - x2 in statistics for equal p.o.t.
 - Time of Flight for background reduction

T2K Near Detector Upgrade - HA TPC

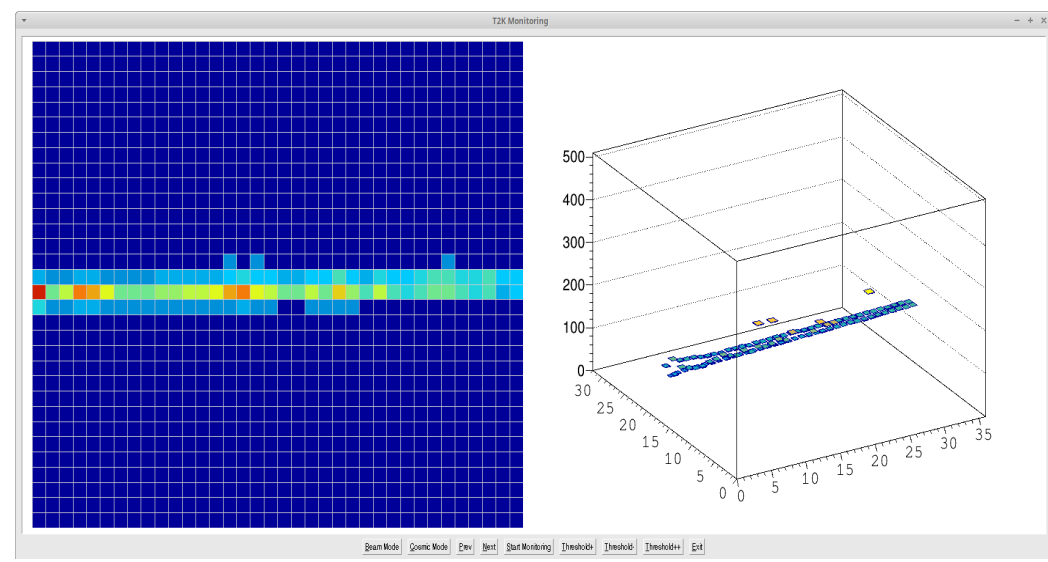
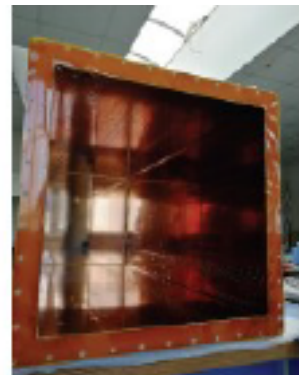
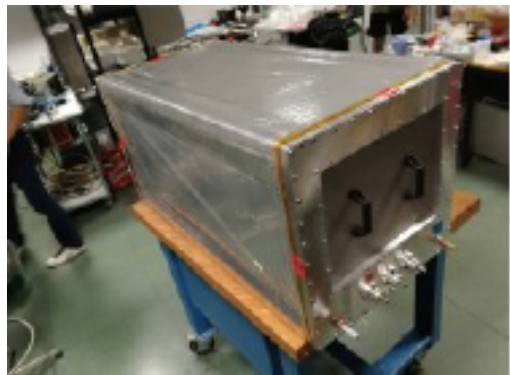
Importante coinvolgimento INFN Pd in costruzione delle **TPC orizzontali** (High Angle TPC):

- **coordinamento progetto HA-TPC** (G.Collazuol)
- disegno e **costruzione Field Cage** con INFN-LNL e INFN-Ba



Attività` 2019-2020

- progettazione HA-Field Cages
- realizzazione e test prototipi





Near Detector Upgrade HA-TPC timeline/milestones e coinvolgimento INFN-Pd

2020 Oct - test beam prototipo a DESY

2020-Dec - costruzione prima $\frac{1}{2}$ Field Cage

2021-Apr - validazione prima $\frac{1}{2}$ Field Cage

2021-Aug - commissioning new T2K TPC gas system at CERN

2021-Oct - completata prima HA-TPC (FC& Sensors & Electronics) + tests

2021-Nov - dismantled old TPC gas system at JPARC

2022-Feb - commissioning new T2K TPC gas system at JPARC

2022-Mar - completata seconda HA-TPC + tests



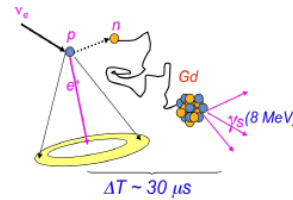
SuperK → SK-Gd upgrade

Dal 2017 l'INFN partecipa all'esperimento Super-Kamiokande

→ nuovi canali di fisica senza acceleratori (astrophysical transient events, ...)

→ nuove tecniche sperimentali Water Ch → neutron tagging con Gd

Adding 0.2% (mass) of $\text{Gd}_2(\text{SO}_3)_3$ to SuperK water will allow to **detect with high efficiency (> 80%) neutrons** produced in interactions by exploiting neutron capture resulting in gamma ray cascade (~ 8 MeV in total)



→ anti- ν tagging at inverse β reaction
→ neutron veto



- discovering DSNB (much reduced bkg)
- improved pointing accuracy for SN (ν e)
- SN early warning
- sensitive to reactors anti- ν e
- improvements of CPV with Oscillation
- improvements in ν -Atm. and p-decay



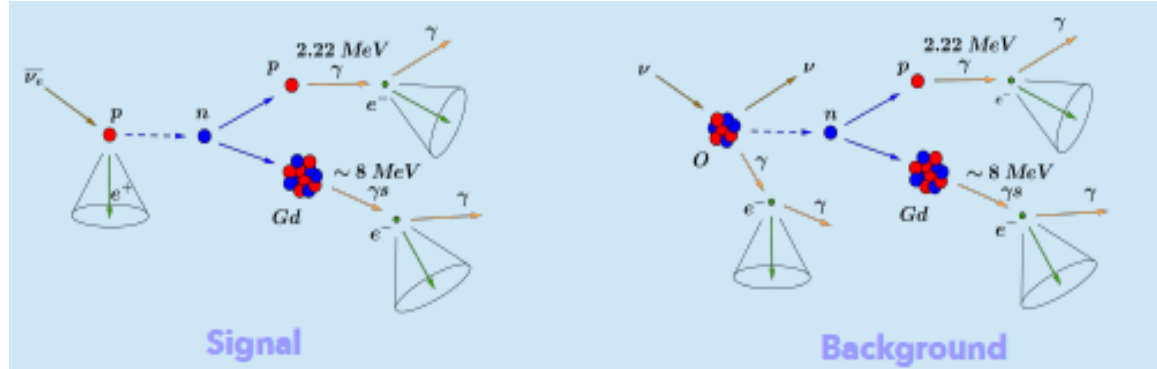
First step → loading 0.02% of $\text{Gd}_2(\text{SO}_3)_3$ in 2020
- 14 ton di $\text{Gd}_2(\text{SO}_3)_3(8\text{H}_2\text{O})$ preparate e misurate
- sistema di processamento dell'acqua e' pronto
... dissoluzione inizia OGGI (2020 07 15)



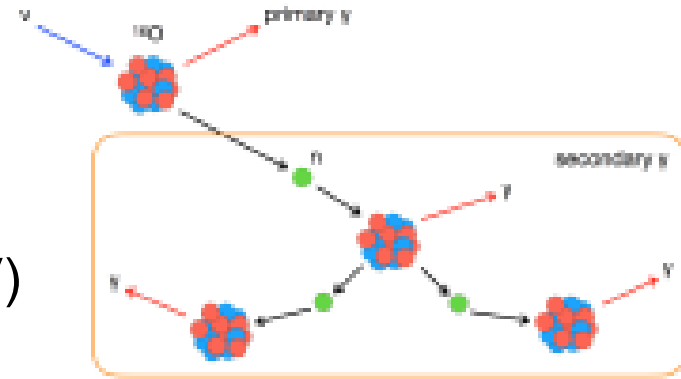
Attivita' 2021 Pd

G. Collazuol

- 1. NCQE neutron multiplicity**
(PhD thesis F.Iacob) via neutron capture meas. on H and Gd
Ultimate analysis targets:
→ SNR analysis
→ NC/CC ratio in supernovae

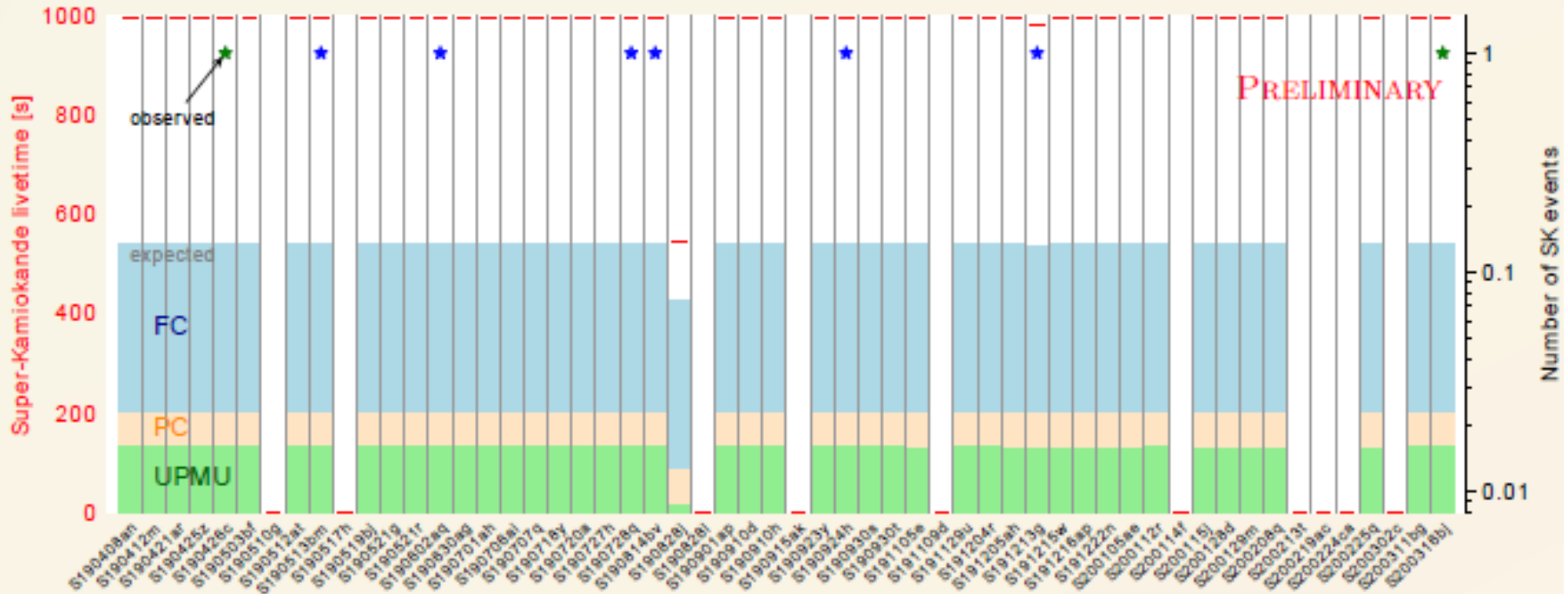


- 2. Gamma emission from n capture on Oxygen**
→ main uncertainty in NCQE cross section meas.
→ Analysis of data collected at RCNP (Osaka)
w/ neutron beam at various energies (30-250MeV)



- 3. Search for ν coincidence with astrophysical transient events**
 - High Energy ν → follow-up (M.Lamoureux – Fellini Project)
 - Low Energy ν → early warnings (M.Mattiazzi – Tesi M.)

56 confirmed GW triggers in O3, 46 with SK livetime, 8 with SK events in time coincidence

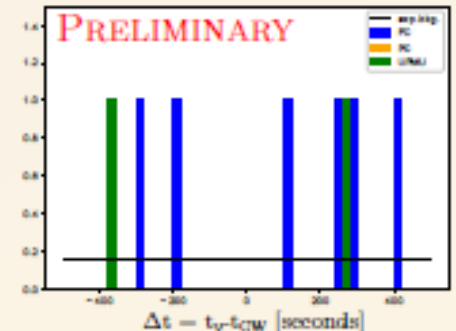


SUMMARY OF THE RESULTS

PRELIMINARY

Sample	Total observed	Total expected	Poisson p-value (%)
FC	6	5.06	39.48
PC	0	0.33	100.00
UPMU	2	0.74	16.98

No important excess with respect to the background expectation, no particular feature in the event time distribution.





Hyper-Kamiokande

HK officially approved

2020 February : First year construction budget approved by Japanese Diet

2020 May: Univ. of Tokyo President and KEK Director General signed MOU

KEK will upgrade and operate the J-PARC accelerator to produce a high-intensity neutrino beam



The University of Tokyo will construct and operate the Hyper-Kamiokande detector



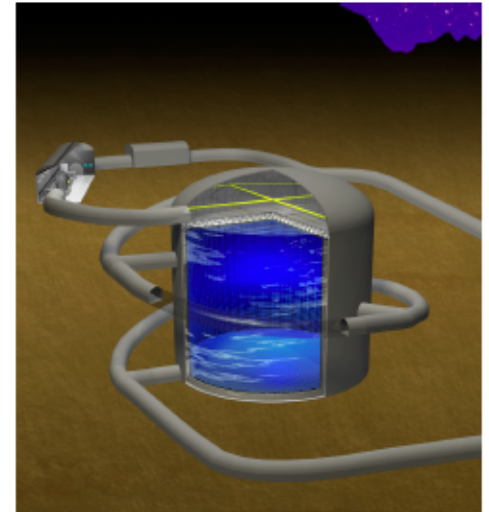
Hyper-K is under construction
Operation will begin in 2027

	Super-K	Hyper-K
Overburden	1000 m	650 m
Number of ID PMT	11,000	40,000
Photo-coverage	40%	40% (×2 sensitivity)
Total/Fiducial vol.	50 / 22.5 kton	260 / 188 kton

× 8.4 fiducial volume (SK → HK)

× 2.6 beam power (J-PARC upgrade)

→ **More than 20 times statistics**



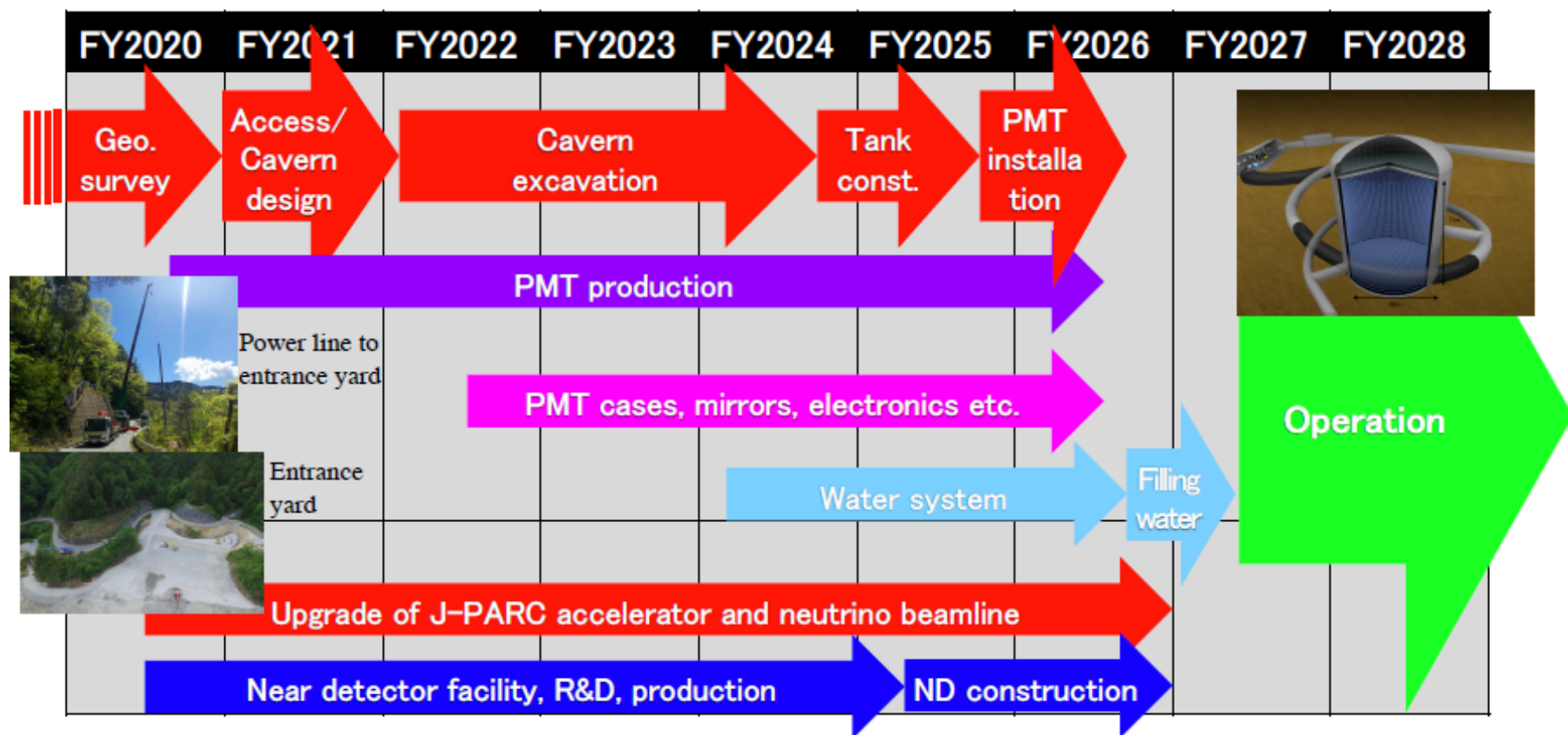
Hyper-Kamiokande

(start operation in 2027)

- Extended search for proton decay
- Precision measurement of neutrino oscillation including CPV and MO
- Neutrino astrophysics

Explore new physics

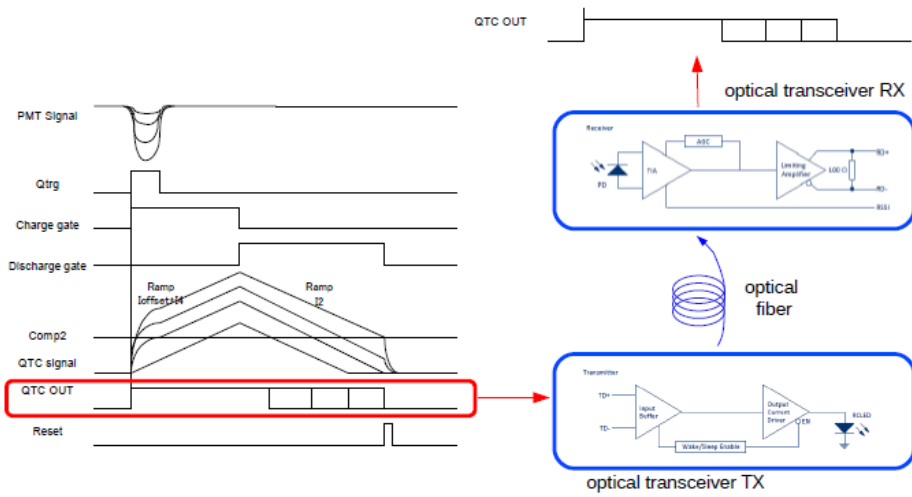
HK timeline



Activities for Hyper-K

PMT signal → optical transmission from tank to surface

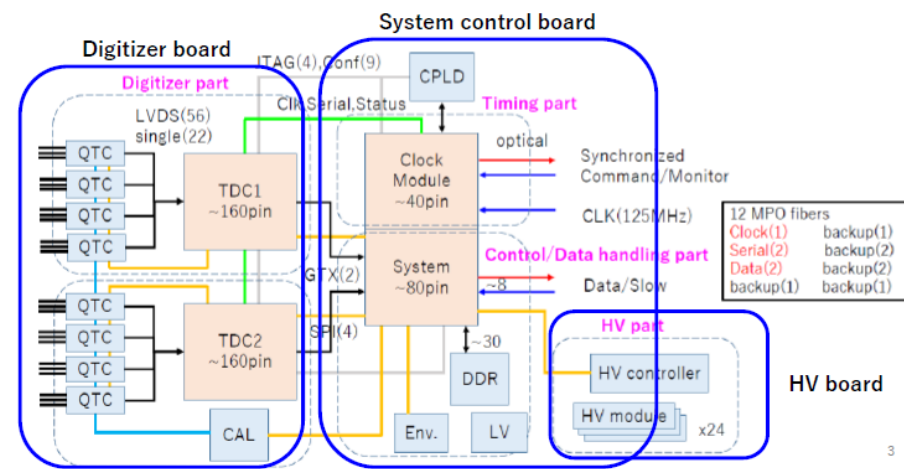
R&D in collaborazione con M. Bellato (ideatore della proposta)



Sviluppo elettronica di FE e READOUT

Calibration system

custom low intensity neutron generator



Nome	Contratto	Qualifica	%	Esperimenti
G.Collazuol	Associato	PA	80	T2K + SK
G.Cogo	Associato	Assegnista	100	T2K
C.Delogu	Associata	Dottoranda	40	T2K
M.Grassi	Associato	RUB	60	T2K
F.Iacob	Associato	Dottorando	90	T2K + SK
M.Lamoureux	Associato	Fellini	T2K-Fellini	T2K + SK
M.Laveder	Associato	RU	80	T2K
A.Longhin	Associato	PA	60	T2K
M.Mezzetto	Dipendente	DR	80	T2K
N.Ospina	Associata	Assegnista	90	T2K + SK
M.Pari	Associato	Dottorando	60	T2K

Totale = 7.4 FTE + 1.0 FELLINI

Missioni interne.....	4k€
Missioni estero.....	72k€
- EU - Attivita` costruzione TPC CERN, Test Beams...	28k€
- Japan - Shifts e meetings T2K & SK.....	44k€
Costruzione apparati.....	83k€
- completamento 2x HA-TPC & test setup	38k€
- 1/2 HA-TPC field cage spare.....	45k€
Consumabile.....	2k€
- Resistenze SMD Field-Cage.....	
Inventariabile.....	12k€
- Gas analyzer.....	5k€
- Electronics for Hyper-K R&D activity.....	7k€
SP-Servizi.....	9k€
- Materiale e Servizi attivita` di costruzione al CERN.....	

Richieste Sezione 2021

- Meccanica: **1.5mu** per parti in Alluminio HA-TPC & strutture supporto assemblaggio TPC e strutture Test-Beam DESY
- Gas: **0.8mu** personale tecnico per contributo a smontaggio vecchio sistema TPC richiesta presenza per ~15gg a JPARC (Japan)
- Elettronica Digitale – R&D elettronica Front-End e Readout per Hyper-K

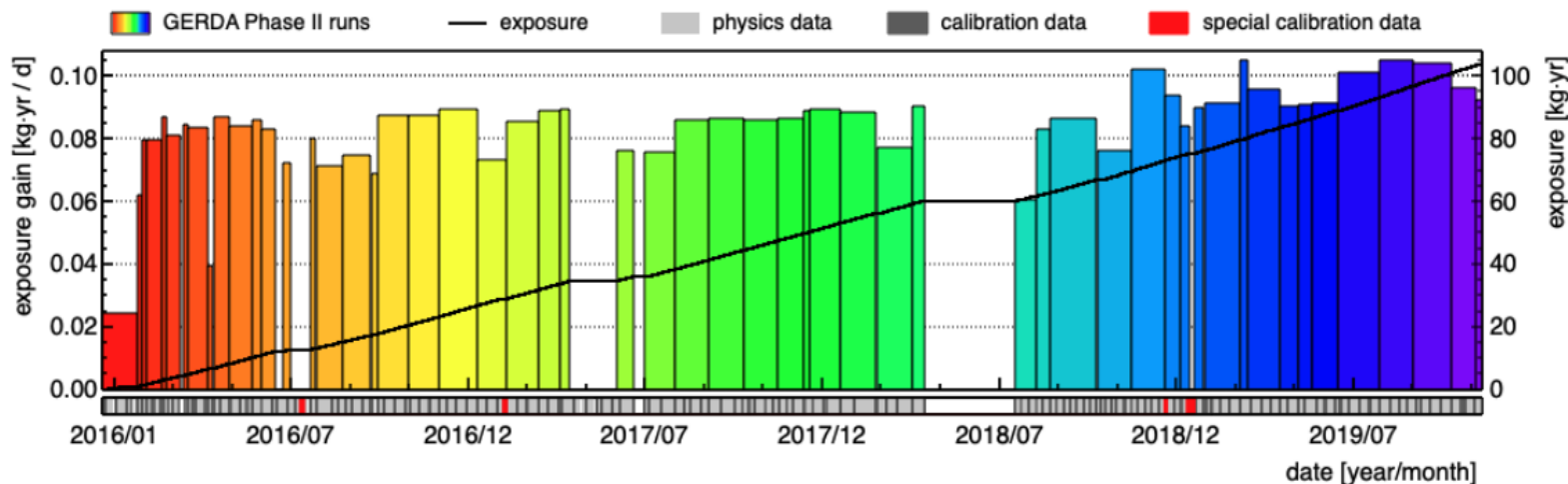


GERDA Fase II

-

Large Enriched Germanium Experiment for Neutrinoless $\beta\beta$ Decay LEGEND-200

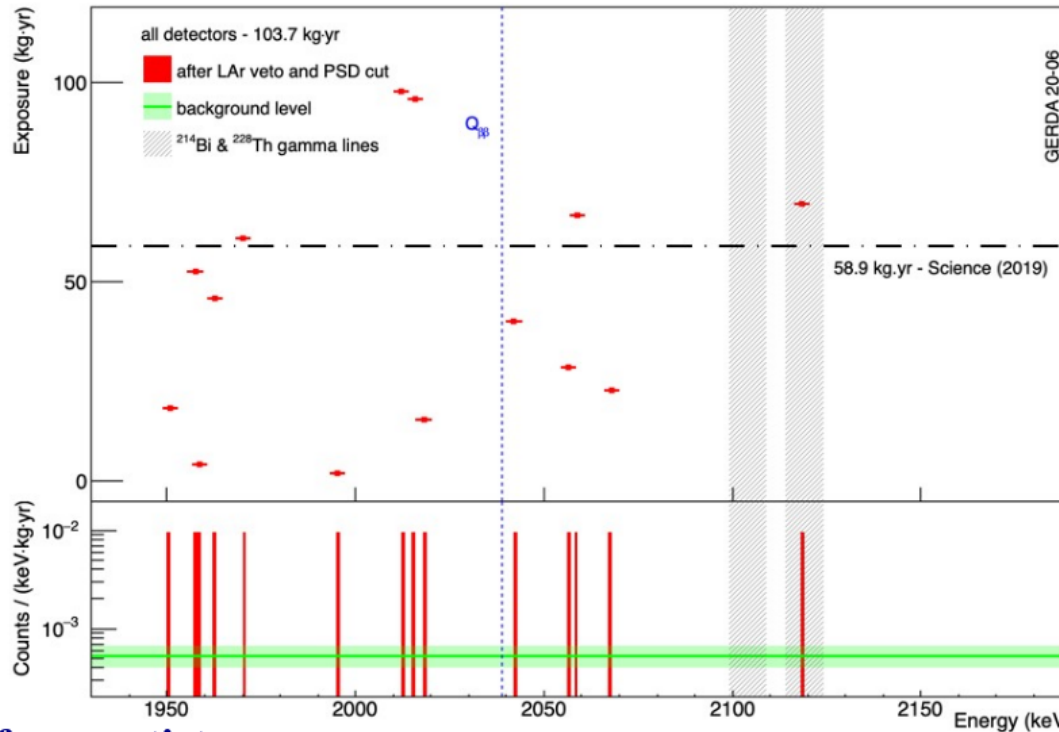
GERDA Fase II



- La presa dati si è conclusa a metà novembre 2019 con la raccolta di una esposizione di **103.7 kg·yr**
- L'esposizione totale di GERDA è: 103.7 kg·yr (Fase II) + 23.5 kg·yr (Fase I) = **127.2 kg·yr** (il concorrente MJD raccoglierà al max ~ 70 kg·yr)
- A partire da febbraio 2020 l'infrastruttura di GERDA è passata a LEGEND-200



Spettro finale di GERDA Fase II



Eventi attorno al $Q_{\beta\beta}$ dopo tutti i tagli.

Al momento i migliori risultati rispetto a quelli di tutti gli altri esperimenti di $0\nu\beta\beta$

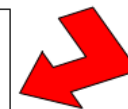
Analisi frequentista:

- nessuna indicazione di segnale
- upper limit (Phase II+Phase I):
- median sensitivity (Phase II+Phase I):
- background index @ $Q_{\beta\beta}$ (Phase II):
- Majorana effective mass: $\langle m_{\beta\beta} \rangle < 80 - 182 \text{ meV}$

$$T_{1/2}^{0\nu} > 1.8 \cdot 10^{26} \text{ yr (90\% CL)}$$

$$T_{1/2}^{0\nu} = 1.8 \cdot 10^{26} \text{ yr (90\% CL)}$$

$$5.2^{+1.6}_{-1.3} \cdot 10^{-4} \text{ cts/(keV}\cdot\text{kg}\cdot\text{yr)}$$



LEGEND-200



- Febbraio 2020: infrastruttura di GERDA passata a LEGEND-200
- Da fine febbraio 2020 tests dei diodi con la catena di acquisizione completa (FE-amplificatori-cavi-digitizer) entro il criostato di GERDA
- Settembre 2020: fine dei tests ed inizio della transizione a LEGEND-200
- Maggio 2021: inizio del commissioning
- Novembre 2021: inizio data taking

Attività di Padova



GERDA

- analisi dati (background modelling, studio del dead layer dei rivelatori, studio della produzione di majoroni, ...)
- vari duties all'interno della Collaborazione

LEGEND-200

- lavori sul DAQ, slow control
- partecipazione ai tests sui nuovi rivelatori (Inverted Coaxial) ad HADES (Belgio) con relativa analisi dei dati
- sviluppo di MC
- vari duties all' interno della Collaborazione

Richieste finanziarie

Missioni	30.0 keuro
Consumo	4.0 keuro
Inventario	----
Apparati	250.0 keuro



Richieste ai Servizi della Sezione

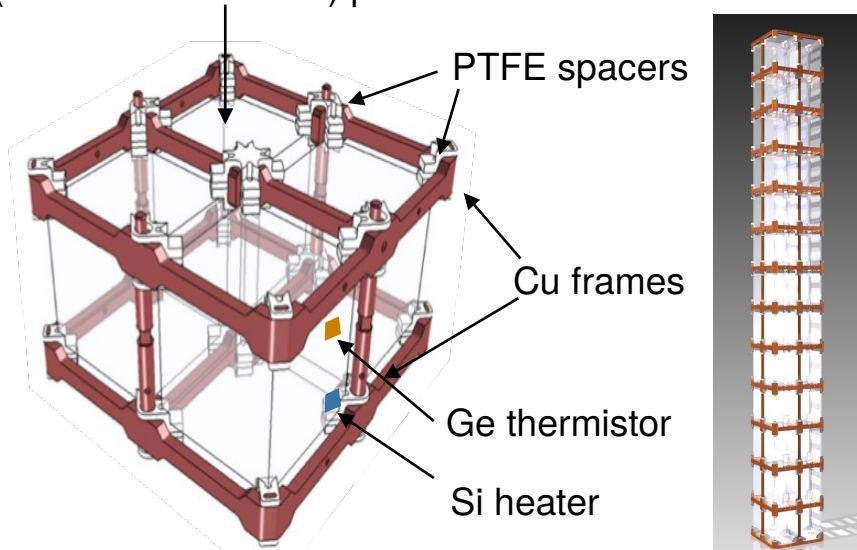
Officina Meccanica	0.5 m.u.
Progettazione Mecc.	0.5 m.u.
Officina elettronica	0.5 m.u.
Calcolo e reti	2 m.u.

Anagrafica

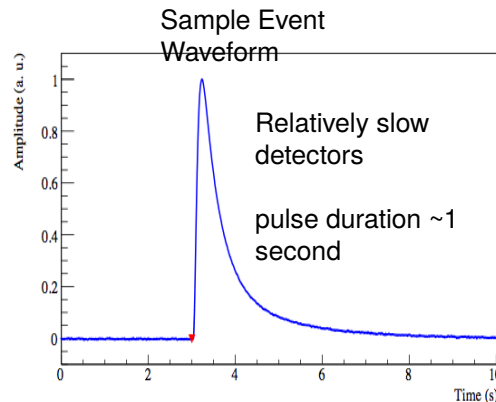
Bettini A.	PO	0%
Biancacci V.	dottorando	100%
Brugnera R.	PA	70%
Garfagnini A.	PA	30%
Lippi I.	INFN	60%
Pertoldi	dottorando	100%
Sada C.	PA	60%
Von Sturm K.	Assegnista	70%

4 TeO₂ crystals
(5 cm x 5 cm x 5 cm) per floor

13 floors per tower



19 towers in total

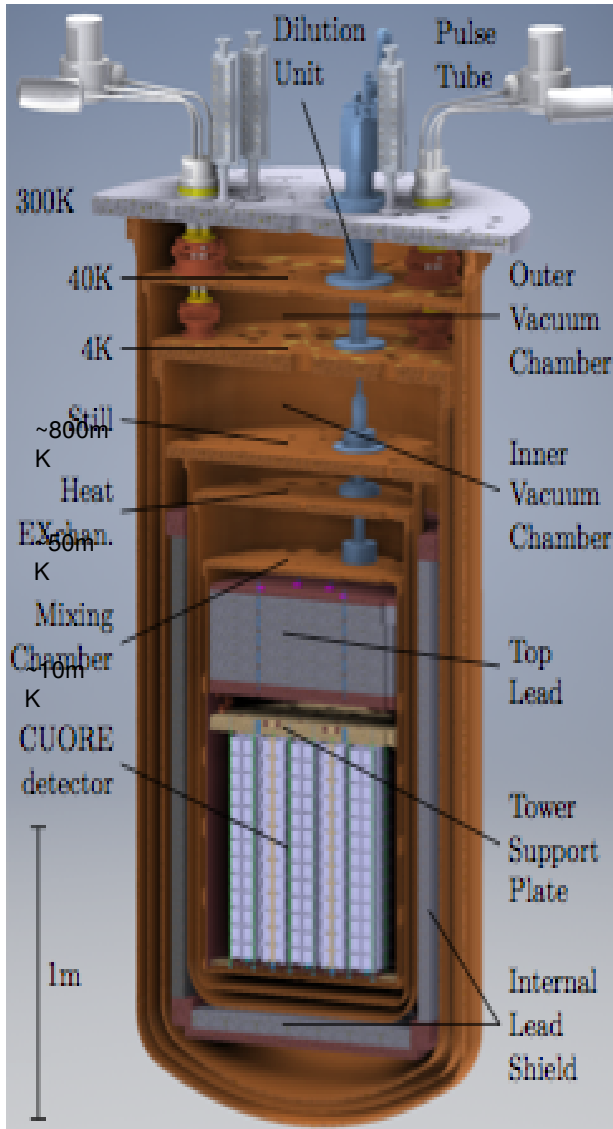


- Hosted at Gran Sasso Underground Lab
- Close-packed array of 988 ^{nat}TeO₂ bolometers (Total active mass: 742 kg)
- Operated at T~11 mK
- Primary physics goal: 0νββ decay of ¹³⁰Te
 - Isotopic abundance 34% => 206 kg
 - Q-value: 2527.5 keV
- CUORE design goals:
 - Energy resolution: 5 keV FWHM near Q_{ββ}
 - Background: 0.01 c/keV/kg/y near Q_{ββ}
 - 0νββ sensitivity for 5 years of livetime:

$$T_{1/2}^{0\nu} = 9 \times 10^{25} \text{ yr}$$

milli-Kelvin facility for tonne-scale detectors

L. Taffarello



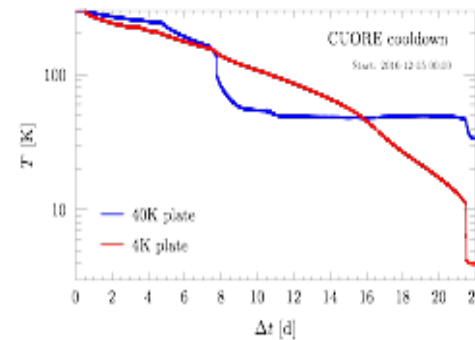
- Powerful ^3He - ^4He dilution refrigerator cooling power:
 - $5 \mu\text{W}$ at 10 mK
- Pre-cooled by 4 pulse tubes
- Cryogenic vessels and shielding:
 - 13 tonnes < 4 K
 - 5 tonnes < 50 mK
 - 1500 kg @ 10 mK

(detectors + materials)
- Experimental volume $\sim 1 \text{ m}^3$ a.k.a “Coldest cubic meter in the known universe”
- Cooldown time ~ 1 month
- External Shielding:
 - 18 cm polyethylene + 2 cm borated material
 - 30 cm lead

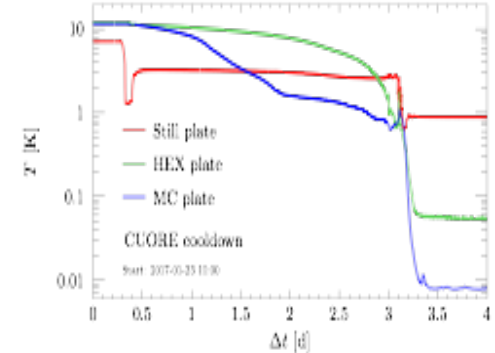
Cryogenics **102**, 9-21 (2019). [arxiv:1904.05745](https://arxiv.org/abs/1904.05745)

Cryogenics **93**, 56-65 (2018). [arxiv:1712.02753](https://arxiv.org/abs/1712.02753)

Cooldown 300 \rightarrow 4K



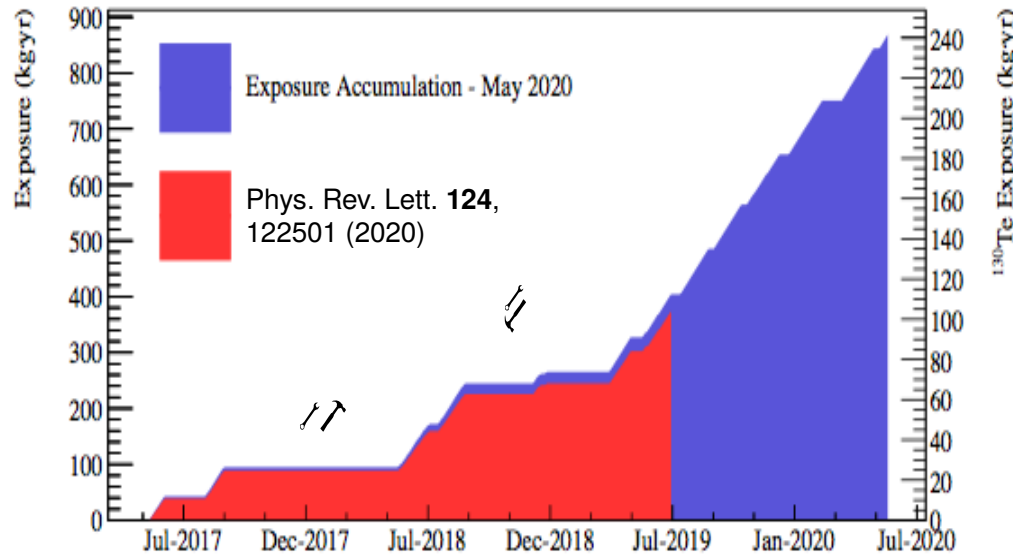
Cooldown 4 K \rightarrow 10 mK



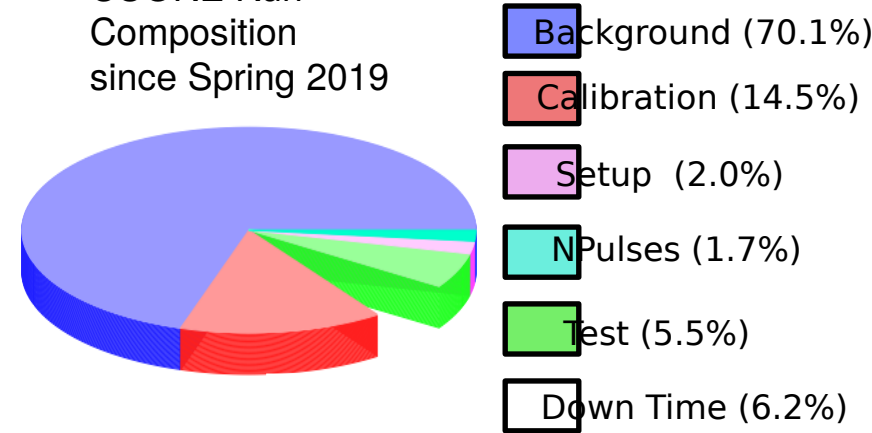
CUORE Status/Data taking

L. Taffarelli

CUORE Exposure Accumulation



CUORE Run Composition since Spring 2019



- Data taking started in Spring 2017
- After initial data taking phase, significant effort devoted to understanding the system and optimizing data taking conditions
- Since March 2019 data taking is continuing smoothly with > 90% uptime
- CUORE “data set”: ~1 month of background data taking with a few days of calibration at the start and end

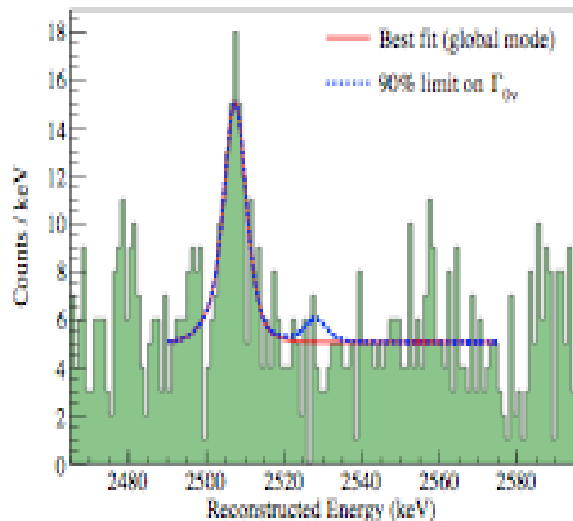


Stable conditions allowed continued data taking with minimal onsite activity during recent lockdowns

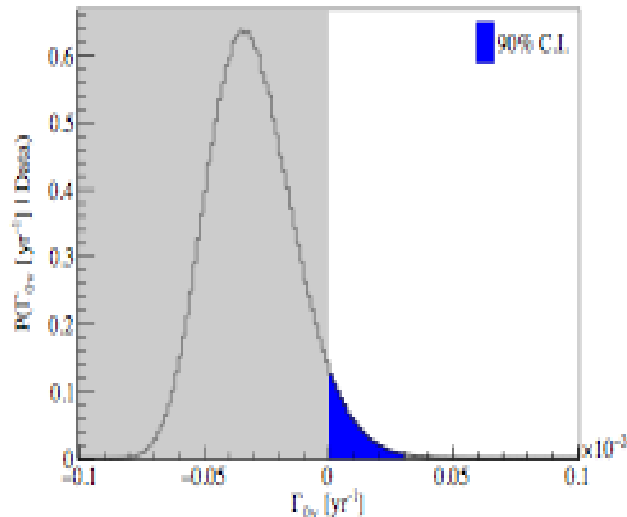
CUORE: $0\nu\beta\beta$ Search

L. Taffarelo

CUORE ROI Spectrum



Posterior for $\Gamma_{0\nu}$



No evidence for $0\nu\beta\beta$ decay

$$T_{1/2}^{0\nu} > 3.2 \times 10^{25} \text{ yr (90\% C.I.)}$$

Interpretation in context of light Majorana neutrino exchange

$$m_{\beta\beta} < 75 - 350 \text{ meV}$$

[Phys. Rev. Lett. 124, 122501 \(2020\)](#)

- Total exposure TeO_2 : **372.5 kg · yr**
- Bayesian Analysis (BAT)
- Likelihood model: flat continuum (BI), posited peak for $0\nu\beta\beta$ (rate), peak for ^{60}Co (rate + position)
- Unbinned fit on physical range (rates non-negative), uniform prior on $\Gamma_{0\nu}$
- Systematics: repeat fits with nuisance parameters, allow negative rates (<0.4% impact on limit)

Detector Performance Parameters

Background Index

$$(1.38 \pm 0.07) \times 10^{-2} \text{ cnts}/(\text{keV} \cdot \text{kg} \cdot \text{yr})$$

Characteristic FWHM ΔE at $Q_{\beta\beta}$

$$7.0 \pm 0.3 \text{ keV}$$

Data taking continues smoothly
next unblinding → 1t (Stay tuned)

Richieste economiche Cuore-PD 2021

L. Taffarello

Anagrafica:

Tecn. 0.6/1 FTE: LT

Da giugno 2020 LT deputy Council CUORE

Capitolo	Descrizione	Parziali	
		Richiesta	s.j.
MISSIONI	1. Turni presso LNGS 1 Firmatario	2.0	
	2. meeting di collaborazione in Italia	1.0	
	3. Meeting di analisi dati	0.5	
	4. 1 meeting di collaborazione all'estero (USA)	2.5	
	5. Conferenza estero	3.0	
	Tot.	9.0	

Non si richiede attività dei servizi

Grazie

Torre (PD)
12/07/20