

Laboratori Nazionali del Gran Sasso

progetti in corso e programmi futuri

Ezio Previtali - LNGS

Le strutture

Laboratori esterni

Laboratorio sotterraneo





27/09/2022 Giornate del Piano Triennale INFN

Laboratori sotterranei

> 1400 m di roccia sovrastante

Total Muon flux 3 10-8 cm-2 s-1 1.000.000 di volte meno della superficie

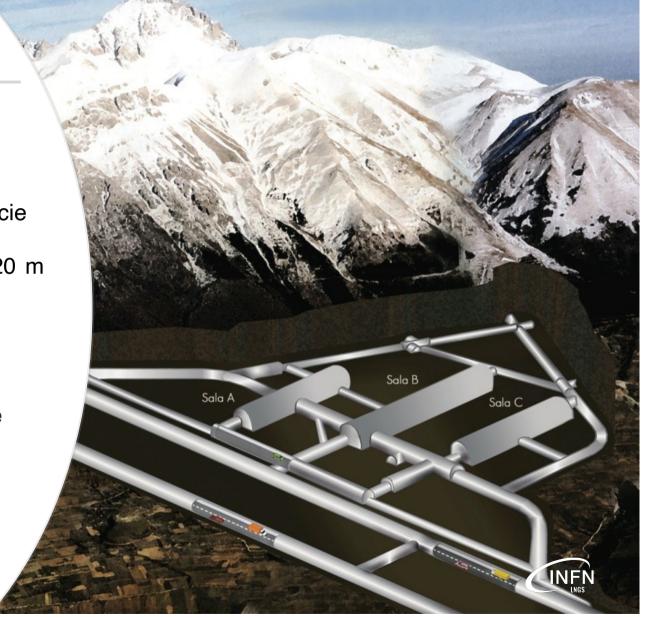
3 grandi sale 100 m di lunghezza, 20 m di larghezza e 18 m di Altezza

Facile accesso attraverso la A24

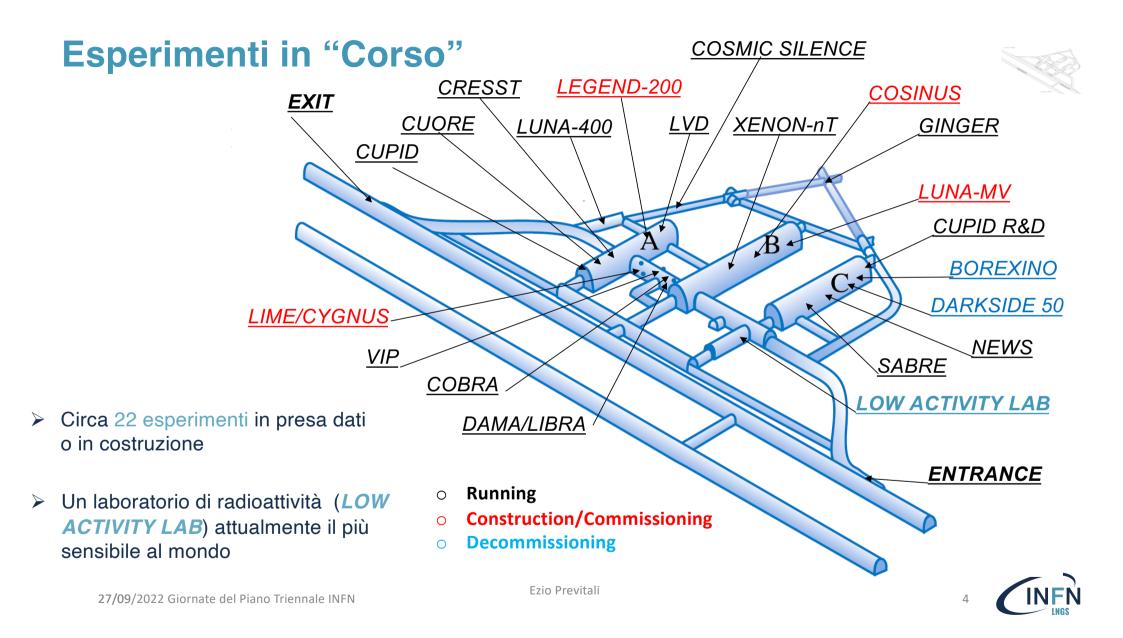
➤ I più grandi al mondo oggi in funzione

Superficie: 17.800 m²

Volume: 180.000 m³



27/09/2022 Giornate del Piano Triennale INFN



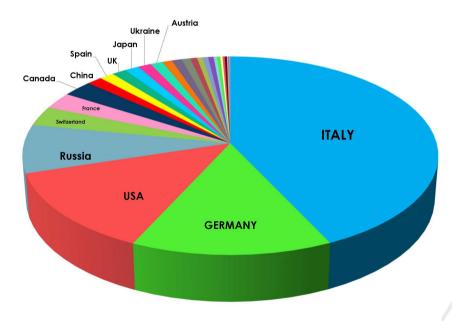
Utenti dal mondo

Utenti Totali: N. 981

Utenti Italiani: N. 417

Utenti Stranieri: N. 564

(dati 2019)



27/09/2022 Giornate del Piano Triennale INFN





Impatto della pandemia da COVID-19



LNGS sono rimasti operativi per tutto il periodo COVID-19 (2020/2022)

- · Gli esperimenti in presa dati non sono stati influenzati dalla pandemia
- La costruzione di nuovi esperimenti influenzata dal reperimento di materiali
- · Le fasi di commissioning sono state mantenute sotto controllo
- Tutti i servizi del laboratorio sono rimasti attivi

Diversi limiti sono stati posti per l'accesso ai laboratori

- Alcune aree sono state confinate
- Campagne di screening continue sono state organizzate
- Circa 400 persone per anno, principalmente da gruppi INFN
- Fornito supporto sanitario anche a stranieri in difficoltà

LNGS sono tornati completamente operativi nel settembre 2021



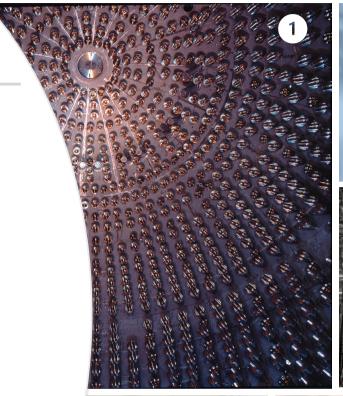
XENON medal to LNGS for the support during XENONnT installation in pandemic time

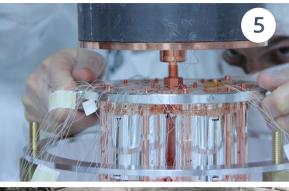


Fisica Neutrino

Esperimenti di riferimento

- 1 BOREXINO
- (2) **LVD**
- 3 CUORE
- (4) GERDA/LEGEND
- 5 CUPID





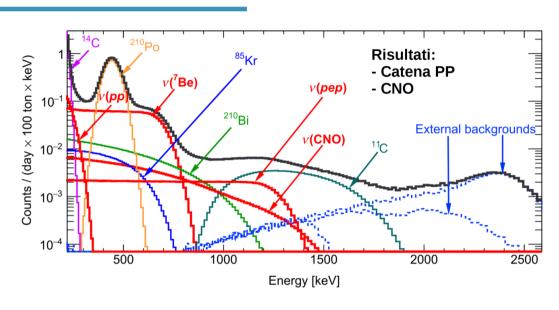






27/09/2022 Giornate del Piano Triennale INFN

BOREXINO Decommissioning





Ottobre 2021 L'esperimento Borexino conclude la presa dati Luglio 2022 Completata la rimozione dello pseudocumene

	Anno 2022							Anno 2023								
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr
Borexino																
Svuotamento Pseudocumene																
Lavaggio/Bonifica Impianti																
Svuotamento Acqua																



Ricerca del Doppio Decadimento Beta



 $T_{1/2} > 10^{24} \text{ y } 90\% \text{ C.I.}$ restricted club

UEKDA T_{1/2} > 1.8×10²⁶ y

Phys. Rev. Lett. 125, 252502 (2020)

KamLAND-Zen 400 T_{1/2} > 1.07×10²⁶ y
Phys. Rev. Lett. 117, 082503 (2016)

EXO-200 $T_{1/2} > 3.5 \times 10^{25} \text{ y}$ Phys. Rev. Lett. 123, 161802 (2019)

 $T_{1/2} > 2.7 \times 10^{25} \text{ y}$ MAJORANA dem.

Phys. Rev. C 100, 025501

 $T_{1/2} > 2.2 \times 10^{25} \text{ y}$ CUORE

arXiv:1907.09376

 $T_{1/2} > 4.7 \times 10^{24} \text{ y}$ CUPID-0

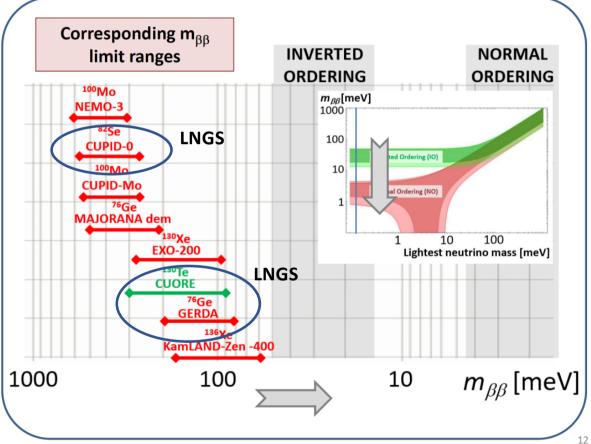
L. Pagnanini, TAUP 2021

CUPID-Mo

B. Welliver, TAUP 2021

 $T_{1/2} > 1.8 \times 10^{24} \text{ y}$ $T_{1/2} > 1.1 \times 10^{24} \text{ y}$ NEMO-3

Phys. Rev. D 92, 072011 (2015





LEGEND-200



Legend-200 si sviluppa con:

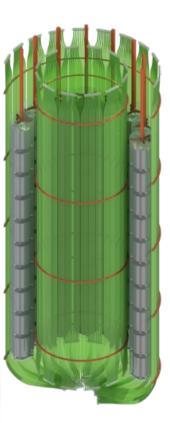
- Collaborazione GERDA più Majorana
- Riutilizzo della infrastruttura di GERDA a LNGS
- Incremento della massa di germanio a 200 kg
- Sviluppo di nuovi rivelatori al Ge più massivi
- Ottimizzazione della reiezione fondo radioattivo



Miglioramento della sensibilità nella ricerca del DBD $T_{1/2}(^{76}Ge) > 10^{27}$ anni

$$m_v < 33 - 71 \text{ meV}$$





Legend-200 è attualmente in commissioning a LNGS



Strategie per il Doppio Decadimento Beta

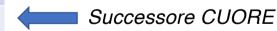




Meeting tra agenzie finanziatrici Europee e Americane

- Selezionare esperimenti sul DBD del futuro Sensibilità Costo previsto per ogni esperimento Collaborazioni internazionali
- Scelta del laboratoio sotterraneo SNOLab/SURF – Nord America LNGS – Europa
- Possibile strategia
 Finanziare tre gli esperimenti
 Due esperimenti in Europa

	T _{1/2} (10 ²	²⁸ years)	m _{ββ} (meV) 3σ Discovery				
	Excl. Sens.	3σ Discovery	Median	Range			
CUPID	0.14	0.10	15	12 to 20			
LEGEND-1k	1.60	1.30	12	9 to 21			
nEXO	1.35	0.74	11	7 to 32			





Materia Oscura

- (1) CRESST
- (2) **DAMA**
- (3) DarkSide
- (4) XENON

COSINUS

CYGNO

NEWS

SABRE

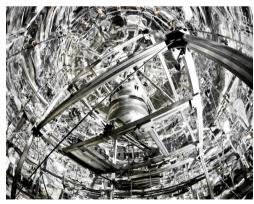
27/09/2022 Giornate del Piano Triennale INFN



XENONnT







Marzo 2020

Istallazione TPC @LNGS

Luglio - Ottobre 2020

Istallazione muon veto Riempimento criostato con LXe

Dicembre 2020

Chiusura WT e riempimento con acqua

Gennaio Giugno 2021

Commissioning, ...

Luglio Novembre 2021

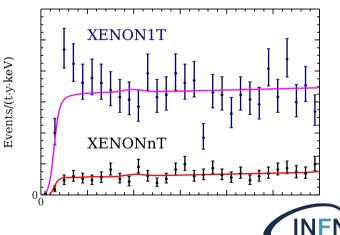
Science Run 0

Durante 2022

Rn Distillation Column
Inizio Science Run 1 (in presa dati)
Commissioning impianto Gd

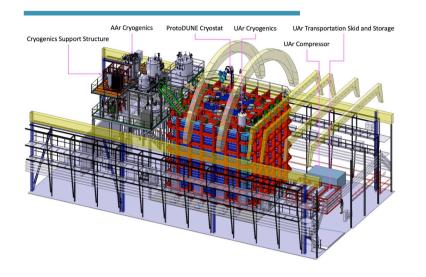


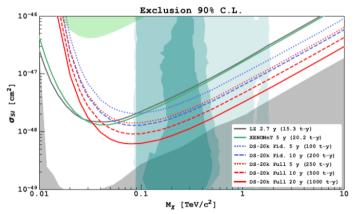
Direct comparison with the XENON1T results



04/09/2022 Giornate del Piano Triennale INFN

DarkSide 20k





Principali caratteristiche

- Dual phase TPC riempita con UAr
- Criostato alla ProtoDUNE come veto
- Fotorivelatori basati su SiPM Sia per TPC che per il Veto
- Vessel in acrilico per ridurre il fondo
- Drogaggio acrilico con Gd
- Importante finanziamento PON

Ognuno dei punti è una sfida

La realizzazione della struttura calda (ProtoDUNE) è iniziata a LNGS durante l'estate e dovrebbe essere completata entro la metà del prossimo anno







LNGS ION BEAM Facility

Il nuovo acceleratore da 3.5 MV è in fase di commissioning Durante l'autunno tutti i test saranno completati All'inizio del 2023 potranno iniziare i primi test di fisica

Durante il 2023 verrà ridisegnata la parte superiore del bunker L'acceleratore LUNA-400 verrà riposizionato in sala B

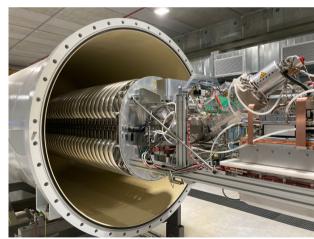
Questa diverrà l'Ion Beam Facility dei LNGS Vorremmo intitolare questa nuova infrastruttura

Enrico "Puccio" Bellotti Observatory









NOA - Nuova Officina Assergi



NOA infrastruttura finanziata con fondi nazionali/regionali

- 450 m² Clean Room con Sistema anti Radon
- Strumentazione dedicate a component Si Bonding

Taglio

Thermo-compression/epoxy bonding,

Wire bonding

- Preparazione PCB
 Avanzato e radio puro sistema di reflow
- Avanzate capacità di tests
 Caratterizzazione a temperature criogeniche
- Produzione e packaging componenti
 Prima produzione per DS20k: ~ 20 m² SiPM

La camera pulita sta completando la fase di commissioning per iniziare la produzione dei SiPM



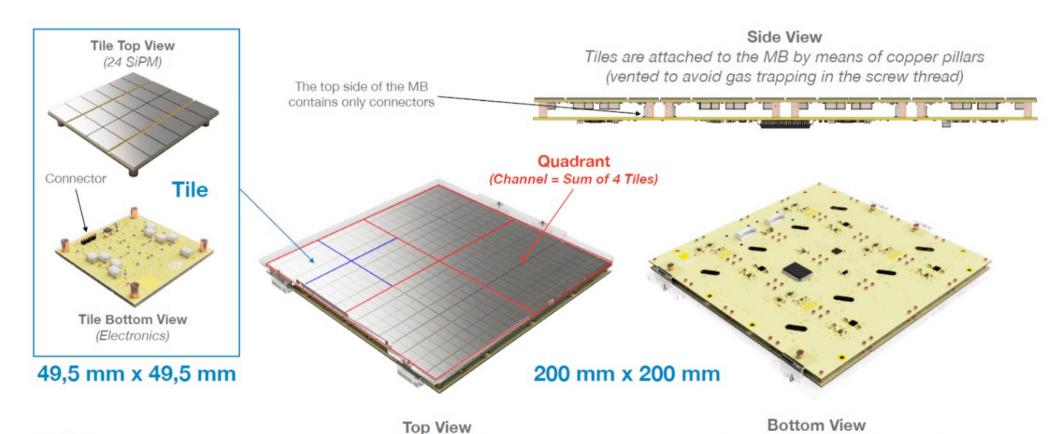






SiPM per DS20k @ NOA







Ezio Previtali

16 Tiles in 4x4 layout

Motherboard View with electronics components

Nuove infrastrutture e facilities

- Additive Manufacturing (underground) (BMBF)
- Nuova Cryogenic Platform (BMBF)
- Nuova infrastruttura per gli acceleratori (Sisma2016)
- Nuovo laboratorio per spettroscopia gamma (Stella) (PON)
- Nuova strumentazione ICP MS per chimica analitica (BMBF)
- Nuovo gas endling e gas recovery systems (BMBF)
- Nuovo centro di calcolo HPC (CN ICSC)
- 0







Dilution Refrig.





LNGS Future - PNRR IR



LNGS Future è stato finanziato con fondi PNRR per circa 20 Meuro (più altri finanziamenti collegati Il piano è ristrutturare e aggiornare i LNGS per le prossime future sfide

- Nuovo impianto elettrico underground
- Aggiornamento delle infrastrutture di sicurezza
- Ottimizzazione dei sistemi di ventilazione
- Due nuovi impianti per produrre LN and Lhe in underground
- Nuovo link in fibra ottica per data management e slow controls
- Ottimizzazione dei laboratori esterni per supportare futuri esperimenti
- Nuovi impianti per migliorare la sostenibilità ambientale (impianto solare, nuove cabine,)

Nei prossimi tre anni i LNGS subiranno un'importante riconfigurazione a 35 anni dalla loro nascita II Progetto è pensato per preparare i LNGS per la futura generazione di esperimenti DBD e DM



Raccomandazione APPEC DBD Panel (simile DM)



Recommendation 5.

The European underground laboratories should provide the required space and infrastructure for next generation double beta decay experiments. A strong level of coordination is required among European laboratories for radiopurity material assays and low background instrumentation development in order to ensure that the challenging sensitivities of the next generation experiments can be achieved on competitive timescales.

In order to establish a multi-technology and multi-isotope DBD0 physics program, extensive underground space to host the DBD0-experiments and related R&Ds activities is necessary. In Europe the Gran Sasso underground laboratory has the required depth and could host all currently proposed next generation DBD0 European experiments. At the same time all other underground laboratories must be strongly involved in the present DBD0 strategy to support various R&D phases for detector development and to guarantee sufficient resources for material selection and detector design. Pilot experiments will be needed to implement complex and costly experimental apparatus and onsite expertise in low-background techniques is necessary for an effective and timely implementation of the experimental programs. In order to pursue the next generation of neutrinoless double beta decay experiments, a close coordination between the European underground laboratories in the areas of low-background instrumentation development, detector prototyping and radiopurity screening is therefore mandatory.

Coordination activities between the European underground labs are under discussion to support the new generation double beta decay experiments



Workshop EU Underground Labs - LNGS 28-29/04/2022



The Workshop aims to reinforce the network between EU Underground Laboratories in order to develop a strong synergy to face next generation experiments for rare events searches. The meeting will focus on reviewing the existing facilities and planned new ones for supporting research activities, strategy for collaboration and work load sharing, training and networking, interaction with the APPEC community.

An **overview of research infrastructures** by the different Laboratories is planned together with dedicated talks on main common research activities between Laboratories. A final round table to discuss common interests and future perspectives in synergy with APPEC representatives is organized.



Conclusioni



- LNGS sono rimasti operative per tutto il periodo della pandemia
- · Molti esperimenti sono in presa dati con alcuni altri in costruzione/(de)commissioning
- LNGS gioca attualmente un ruolo di leadership nella ricerca del DBD e della DM
- Un piano strategico per i futuri esperimenti DBD e in parte DM è in fase avanzata
- La nuova LNGS Ion Beam Facility dedicata a Puccio Bellotti sarà presto operativa
- La camera pulita NOA è pronta a produrre 20 m² di SiPM per DS20k
- Nuove infrastrutture del laboratorio sono in costruzione e presto diverranno operative
- LNGS Future PNRR permetterà un rinnovamento del laboratorio nel suo insieme
- Il coordinamento tra DUL in Europa sta muovendo i primi passi







Backup Slides



Hall A @ LNGS

LVD decommissioning phase will start during 2022 All the area will be completely free for new experiments during 2023

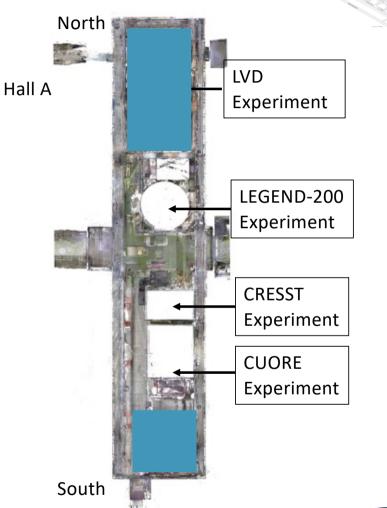
LEGEND-200 will start the data taking soon It will be an important test also for the future DBD experiments

CUORE experiment is in stable data taking The infrastructure is suitable, with minor changes, to CUPID experiment

Technical division of the LNGS is working to evaluate:

- Possible refurbishing of the LVD area
- · Evaluating a time profile and costs
- Support all the engineering aspects for new experiment

Two large areas will be ready for new experiment during 2023





Hall C @ LNGS

Borexino decommissioning completed An underground area will be available for new experiment

It will be possible also to recover the Borexino infrastructures

- Water tank is equipped with photomultipliers
- Ultra pure water production is operative
- Water pipes and recirculation systems are installed
- Clean rooms could be refurbished and partially available
- Electronics, DAQ and other instrumentation could be useful

.

LNGS managements received some requests to reallocate this infrastructures

LNGS technical division could also support the installation of experiments

A new big cryogenic plant for LN production will be realized just outside Hall C

- The design is almost completed
- Construction will start soon

North Borexino Water Tank Technological Infrastructures **CTF** Water Tank Storage Area DS20k Area South

Hall C