



**Meeting annuale della Collaborazione
DUNE-Italia**

F. Di Capua on behalf of Napoli group

Lecce 7/11/2023

Composizione del gruppo di Napoli

| Nome | Ente | Titolo | FTE |
|--------------------------|--|---------------------------------|------------|
| G. Fiorillo | Università «Federico II» di Napoli | PO – IB Representative | 0.3 |
| F. Di Capua | Università «Federico II» di Napoli | PA - Responsabile locale | 0.6 |
| Y. Suvorov | Università «Federico II» di Napoli | RTDB | 0.3 |
| N. Canci | INFN | Tecnologo | 0.4 |
| M. D’Aniello | Università «Federico II» di Napoli | PA | 0.5 |
| E. Sarnelli | CNR-SPIN | Dirigente di Ricerca | 0.6 |
| R. Calabrese | INFN | Postdoc | 0.5 |
| D. Rudik | Università «Federico II» di Napoli | Postdoc | 0.5 |
| G. Grauso | INFN | Tecnologo TD | 0.0 |
| G. Matteucci | Università «Federico II» di Napoli | PhD | 0.5 |
| Gabriel Botogoske | DOTTORATO DI RICERCA DI INTERESSE NAZIONALE IN TECNOLOGIE PER LA RICERCA FONDAMENTALE IN FISICA E ASTROFISICA | PhD | |
| TOT | 11 | | 4.2 |

Attività del gruppo di Napoli in VD-FD2

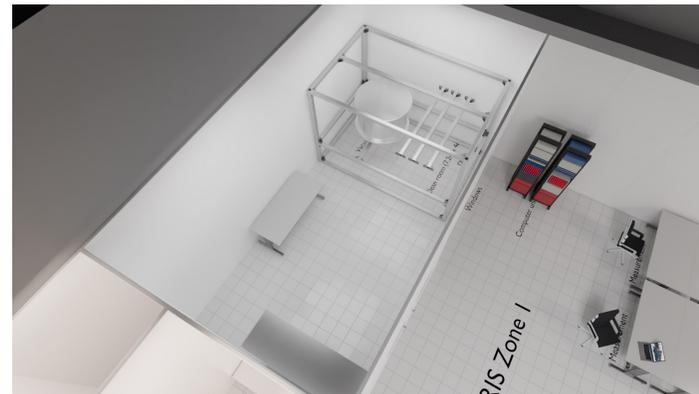
Il contributo di Napoli è focalizzato sul modulo VD-FD2 in due principali attività

- Realizzazione di un nuovo sito di evaporazione PTP sui filtri dicroici
- Misura della Photon Detection Efficiency del modulo X-Arapuca VD in LAr



Sito europeo di evaporazione del wavelength shifting primario (FD2)

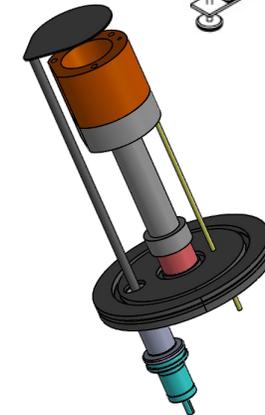
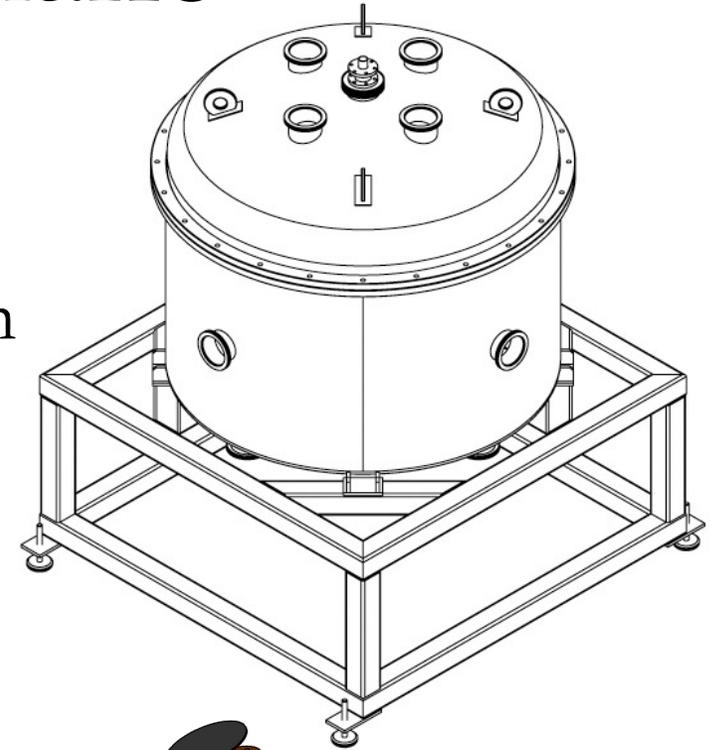
- Evaporazione dei moduli del catodo (320 double sided) e membrana (320+32 single sided) XA-VD module
- Il design della camera ereditato dall'evaporatore esistente a Campinas
- **importanti modifiche:**
 - (diametro 120 cm) per assicurare +100% n. filtri per evaporazione rispetto a evap. Campinas
 - 3 crogioli per assicurare maggiore uniformità
 - Il gruppo di pompaggio progettato per consentire 2-3 turni di evaporazione al giorno
- L'evaporatore verrà ospitato in una camera pulita ISO-6 all'interno di una nuova infrastruttura criogenica in fase di costruzione presso il Dip. di Fisica di Napoli, finanziata dal PNRR (Prog. IRIS)



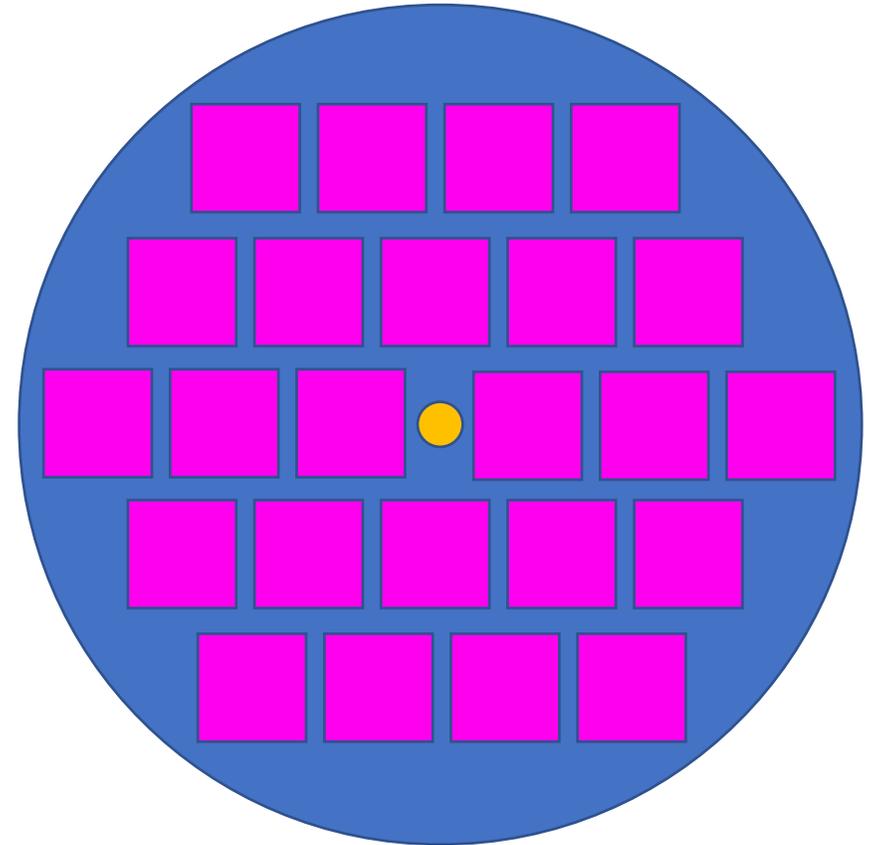
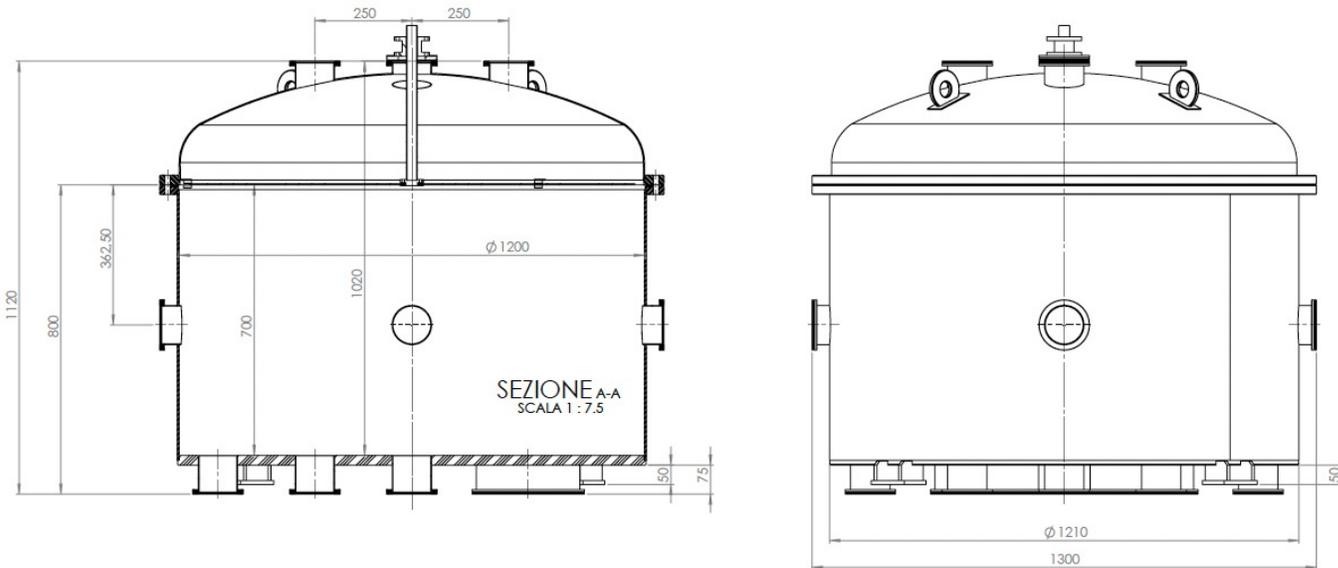
Sito europeo di evaporazione del wavelenght shifting primario

Attività di progettazione e procurement effettuata nel 2023

- Tutti i principali elementi sono stati ordinati e sono già in fase di costruzione:
- **Gruppo di pompaggio ATH 2303 M, DN 250 ISO-F (ricevuta!)** (primaria 40 m³/h - turbo 2000 l/s)
- Camera da vuoto
- Crogiouli e sistema di controllo
- La camera ed i crogiouli saranno realizzati entro il primo trimestre del 2024
- La costruzione del laboratorio ha subito dei ritardi e non sarà pronto prima dell'autunno 2024 (Ottobre)



Sito di evaporazione per FD2: programmazione



- Dimensione filtro dicroico 14,4 cm x 14,4 cm
- Disco di montaggio dei filtri (diametro 112 cm)
- Accomodabili fino a 24 filtri per evaporazione

Sito di evaporazione per FD2: programmazione

| | Numero totale moduli | Numero filtri per modulo | Numero totale filtri |
|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Membrana | 352 | 16 | 5632 |
| Catodo (double side) | 320 | 32 | 10240 |
| Spares | | | 750 |
| Totale | | | 16622 |

Il gruppo di Napoli garantirà:

- la realizzazione della facility
- La messa a punto e qualifica del processo
- Il coordinamento dei turni e delle attività
- Packaging e spedizioni nei siti di assemblaggio

**Necessità di personale esterno per le evaporazioni:
ditte o tecnici in aggiunta a personale in missione**

Un run di evaporazione può essere stimato in circa 4 ore:
riempimento disco, vacuum, evaporazione, svuotamento disco

Scenario 1:

- 2 run al giorno: 8 ore
- 48 filtri al giorno
- 346 giorni (circa 70 settimane)
- 2 team di 2 persone per 2 anni

Scenario 2:

- 3 run al giorno: 12 ore
- 72 filtri al giorno
- 231 giorni (circa 46 settimane)
- 2 team di 2 persone per 1.5 anni

Sito di evaporazione per FD2: programmazione

Costo personale esterno per le operazioni di evaporazione:

- Ditta (2 tecnici): **288k+IVA** (per 2 anni)
- INFN (2 tecnici): 80k/anno -> **160k** per tutto il periodo di evaporazione
- Missioni (2 persone): 1.6k/settimana-> **106k** per tutte le evaporazioni
- Totale richiesto: circa **266k** per tutte le evaporazioni

Definizione di parti spares:

- Gruppo di pompaggio: **32k**

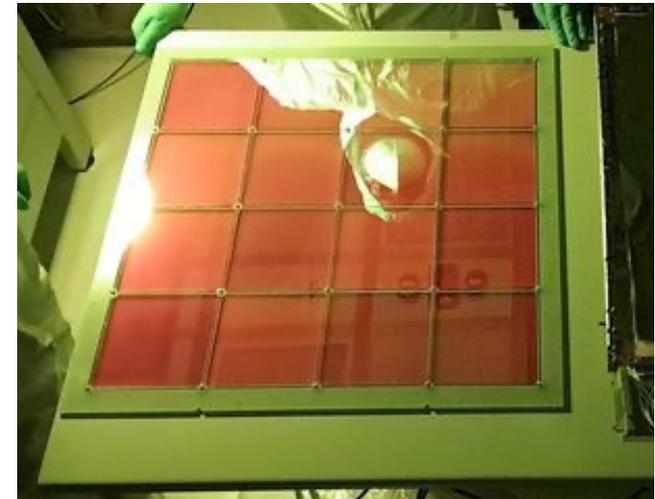
A person wearing a white protective suit and gloves is working in a laboratory or cleanroom environment. The person is holding a long, thin rod or tool. The floor is covered with a grid of orange and yellow tiles. The background shows various pieces of equipment and cables. The text is overlaid on the image in white.

Estimation of Photon Collection Efficiency of the VD-XA in Napoli

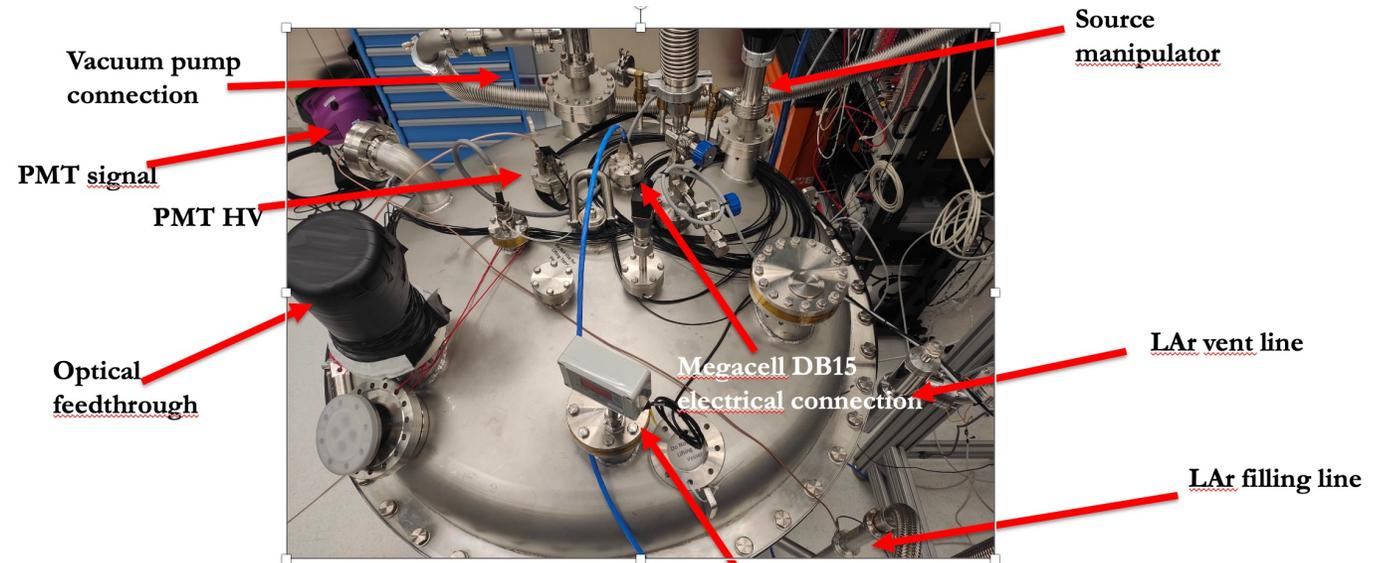
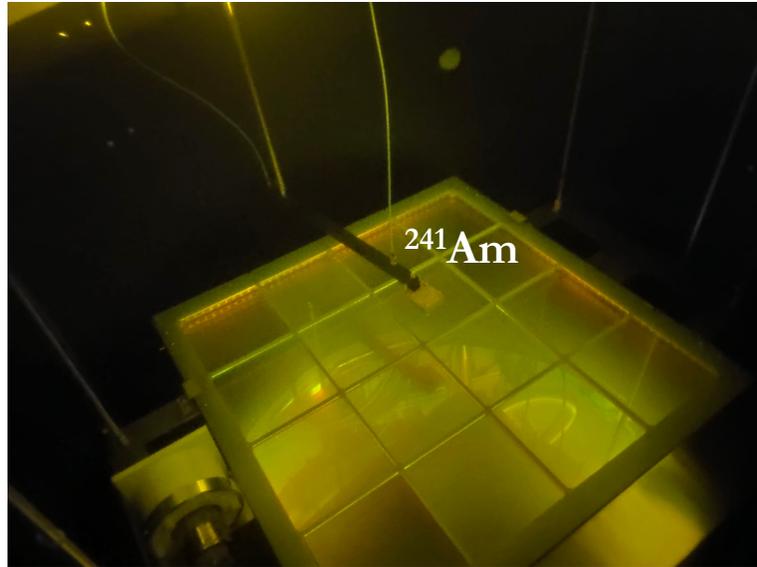
Photon Detection Module characteristics

The XA-VD used in this test has the following main characteristics:

- ZAOT filters (evaporated with PTP),
- 16 dichroic filters version of XA-VD
- Glass to Power light guide slab with dimples
- FBK triple trench mounted on flex boards
- DMEM with cold amplifiers
- Upgraded version of warm second stage amplifier



Measurement operations at Napoli Cryolab

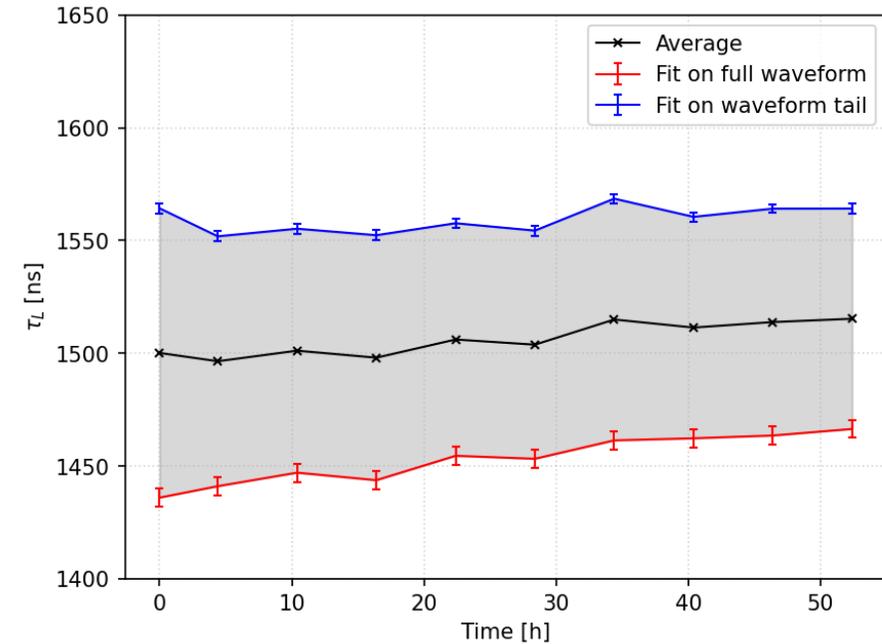
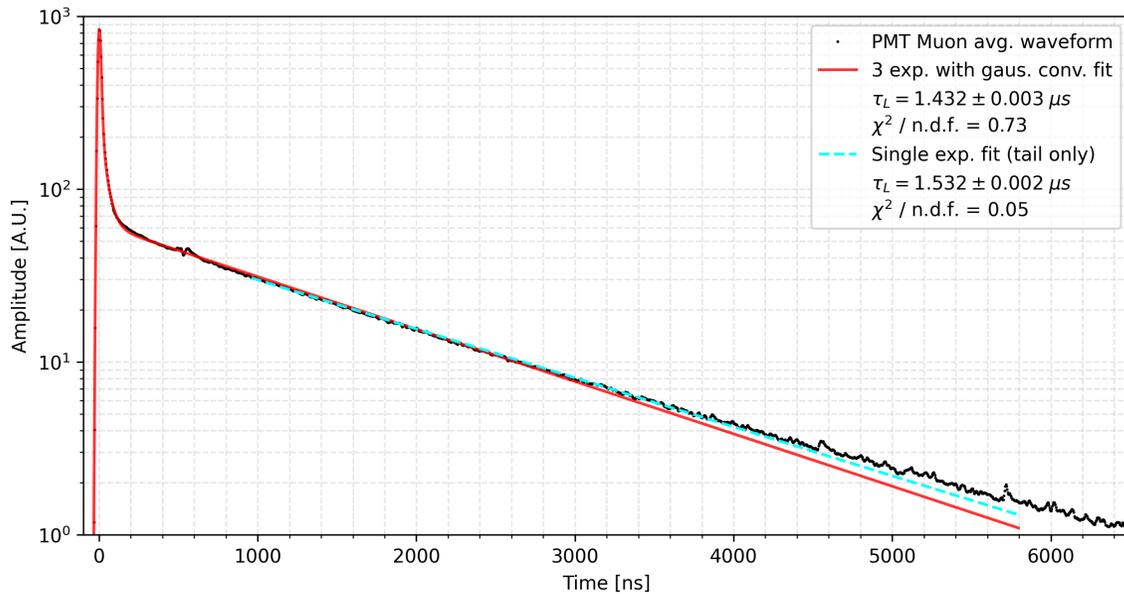


LAr level meter

- The XA-VD setup in large cryostat 1 ton
- LAr purified via trigon filter
- Scintillation light produced with ^{241}Am alpha source



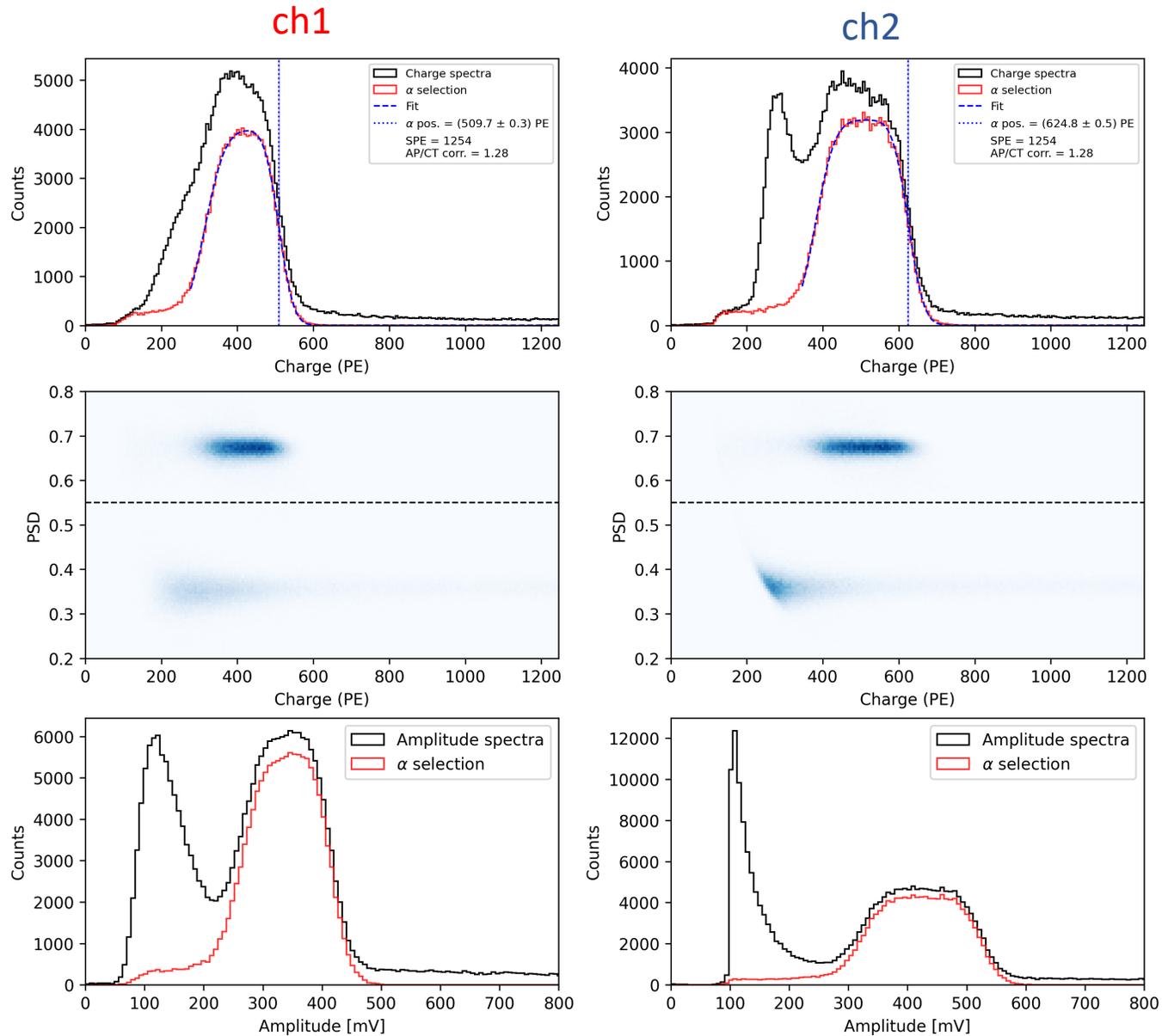
LAr purity estimated with PMT



- Two fitting procedures_
 - 3 exp. + gaussian
 - Single exp (tail only)
- **Result of long tau component between 1.4-1.5 us**
- Fit executed on muon sample

- Purity is found stable in all the measurement period
- No purity correction to the measurement are required

Alpha spectrum: OV=4.5 V

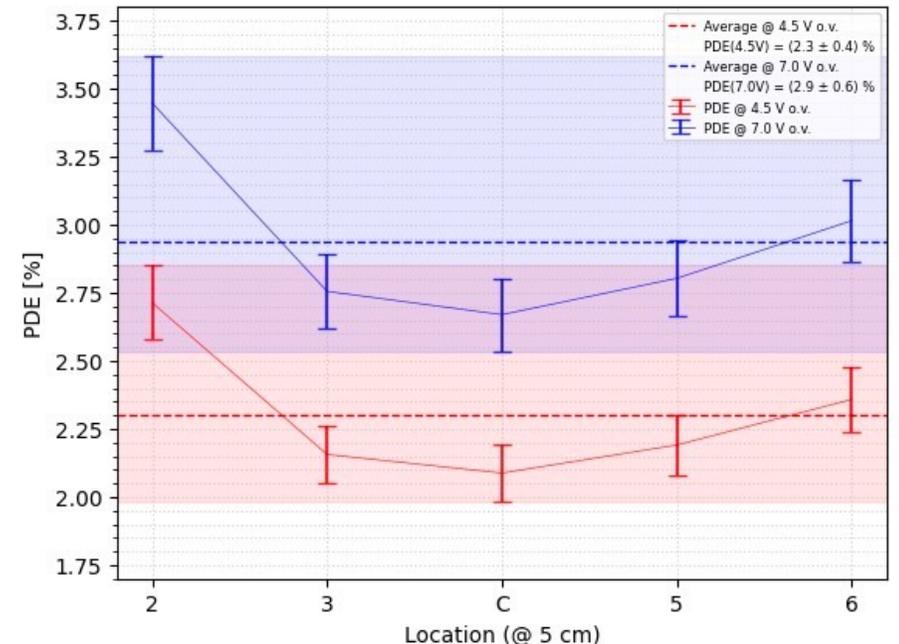
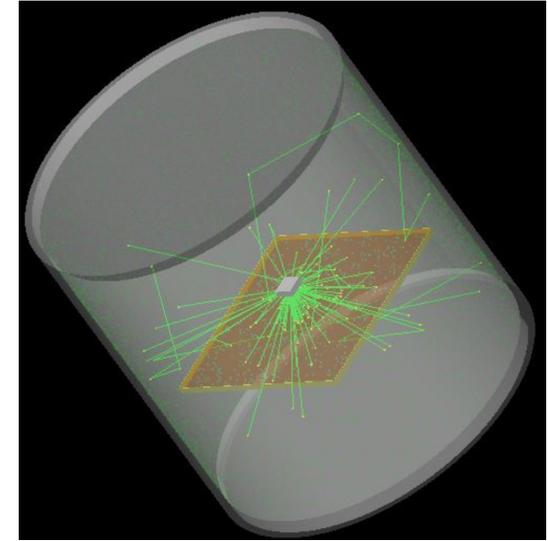


- Trigger on ch2 due to lower noise
- Charge spectrum: integration
- Alpha events selected via prompt light (PSD)
 - Alpha distribution appears non-gaussian due to source holder shielding
 - Alpha yield = fitted tail with the convolution of constant + gaussian distributions = 50% of the maximum on the right tail

Photon Collection Efficiency estimation

$$PCE = \frac{N^{PE}}{N^{Ph}_{SIM}}$$

- SPE response determined with pulsed laser
- Signal selection from alpha source and conversion in PEs
- N^{PE} given by detected photoelectrons produced by alpha particles (two channels summed) and corrected for SIPMs secondary pulses: afterpulse + cross-talk (AP/CT)
- N^{Ph}_{SIM} given by full simulation of the experimental setup: number of photons produced from source and impacting the photon detection module



PDE Test XA-VD (Megacell) in LAr

attività prevista nel 2024

Altri runs in LAr sono previsti per diverse configurazioni XA-VD

- XA-VD con lettura ottica e PoF
- XA-VD letta con SiPM Hamamatsu
- XA-VD con dicroici della Photon Express
- Ripetere test sugli stessi filtri più volte dopo warm-up

Misura PDE assoluta dei SiPM vs Temperatura



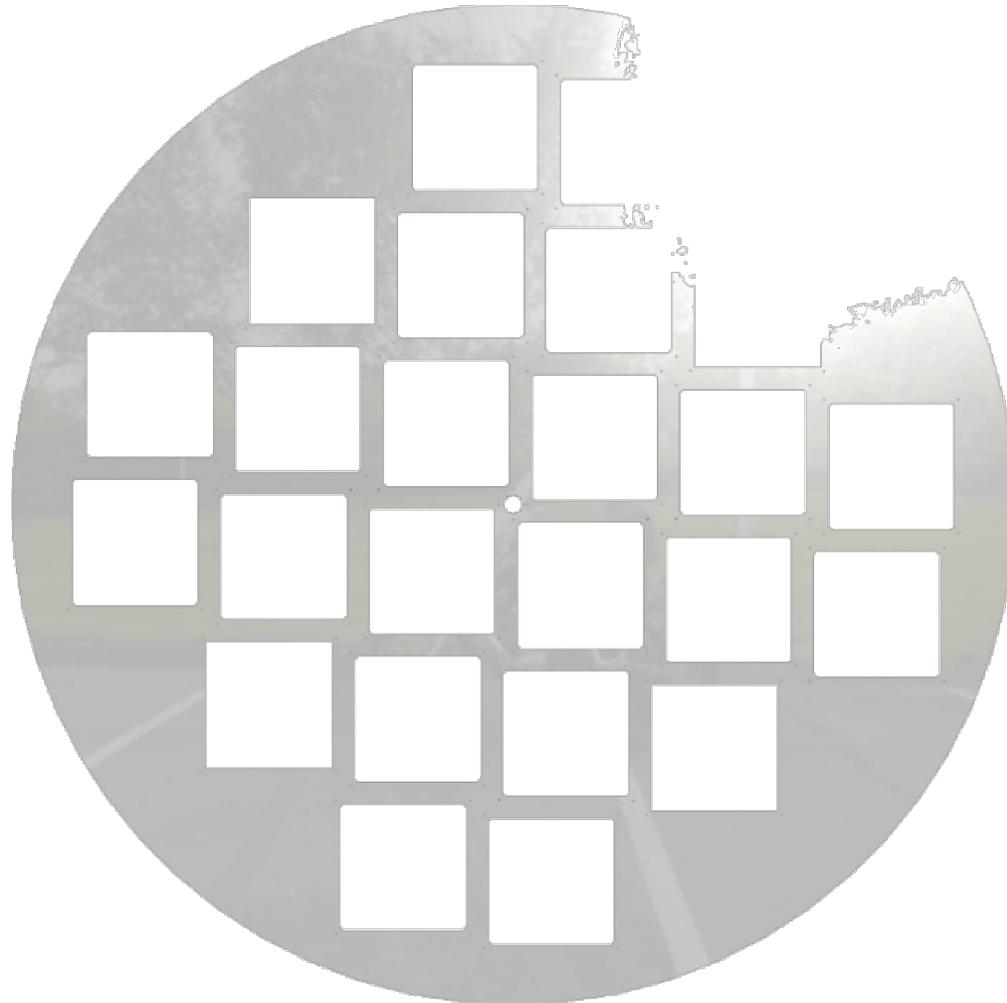
- Finalizzazione del sistema era stata rinviata per i crescenti impegni
- 1 nuovo PostDoc (ed a breve 1 PhD) lavoreranno per la finalizzazione del sistema
- Possibili variazioni al progetto iniziale sono in fase di studio per ridurre le vibrazioni del cryocooler

Conclusioni

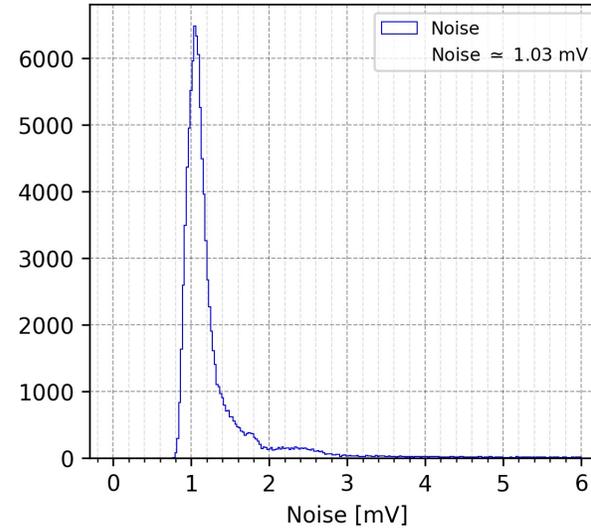
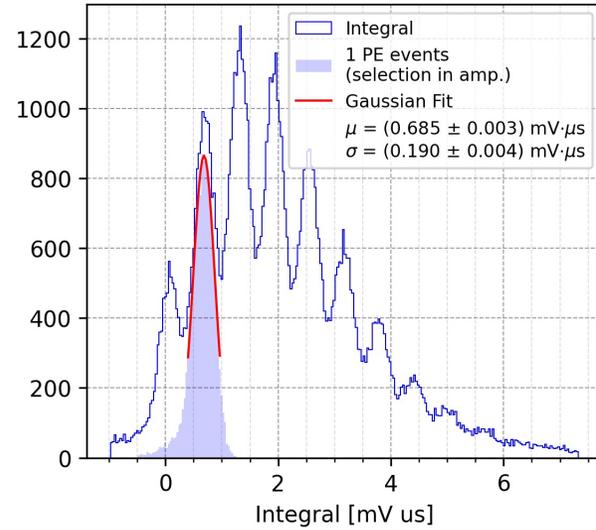
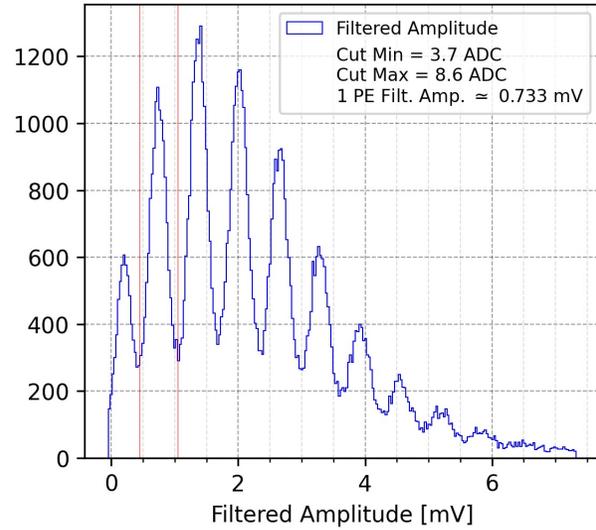
- Il gruppo di Napoli realizzerà nel 2024 un nuovo sito per le evaporazioni del WLS primario sui filtri dicroici dei moduli del Photon Detection System di FD2
- Il sito sarà messo a punto e coordinato da Napoli ma occorrerà un aiuto di tecnici/personale esterno per gestire i due successivi anni di produzione
- Proseguono le misure di Photon Collection Efficiency in LAr dei moduli XA-VD: prima misura effettuata nello scorso anno, altri runs previsti
- Grazie alla crescita del gruppo (1 PostDoc + 1 PhD) contiamo di finalizzare il sistema per la misura della PDE assoluta dei SiPM a temperature criogeniche

Backup slides

Disco supporto filtri



SPE response at $OV=4.5V$ (PDE=45%)



Channels: 1,2

Filter moving average

- Channel 1 very noisy \rightarrow **impossible to retrieve SPE**

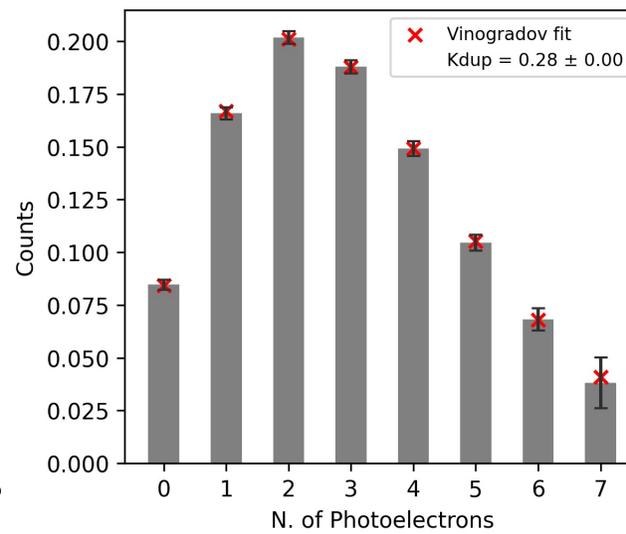
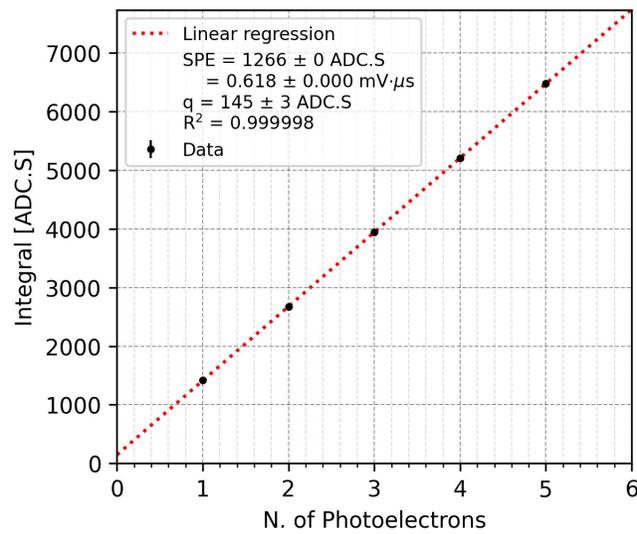
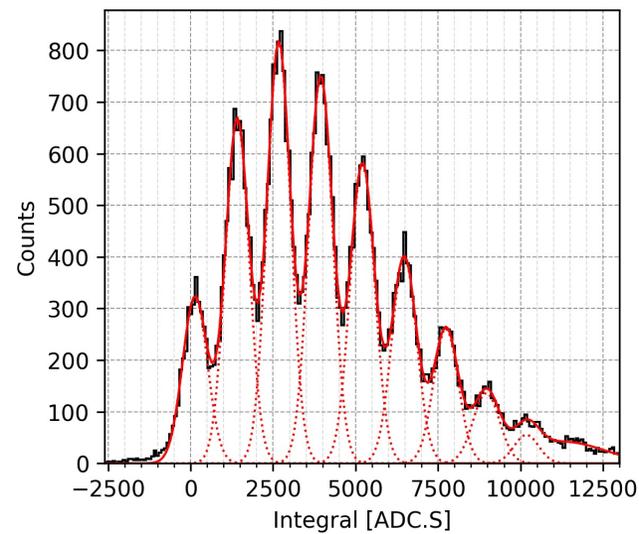
- Channel 2 is ok

- Charge spectrum integration 1.2 us

- Vinogradov fit to photon statistics

- duplication factor 0.28

- $f_{CTAP}=1.28$



VD Photon Detection System Production Quality

Napoli proposta per i prossimi anni (2024-26)

In uno scenario ragionevole:

- After assembly the XA-VD will be functionally tested in LN at CIEMAT
 - Evaporated filters in Napoli will be mounted after testing
 - **A small fraction (tbd ~10%) of XA-VD can be tested in LAr with filters for PDE determination**
 - Present schedule foresees the **XA-VD production and testing activity starting in Q2 2025, lasting till Q2 2027**
-
- Napoli con le sue infrastrutture criogeniche e con qualche upgrade al criostato della PTF è responsabile per questa attività (**attività prevista nel MoU**)

Test Stand for Qualification in LAr of integrated x-ARAPUCA modules

