

Validazione delle performance del PDS di ProtoDUNE-HD

Federico Galizzi

Università di Milano-Bicocca

DUNE Italia - Ferrara - 30-10-2024

DUNE DEEP UNDERGROUND
NEUTRINO EXPERIMENT

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO
BICOCCA

INFN
MILANO BICOCCA



DUNE

Deep Underground Neutrino Experiment

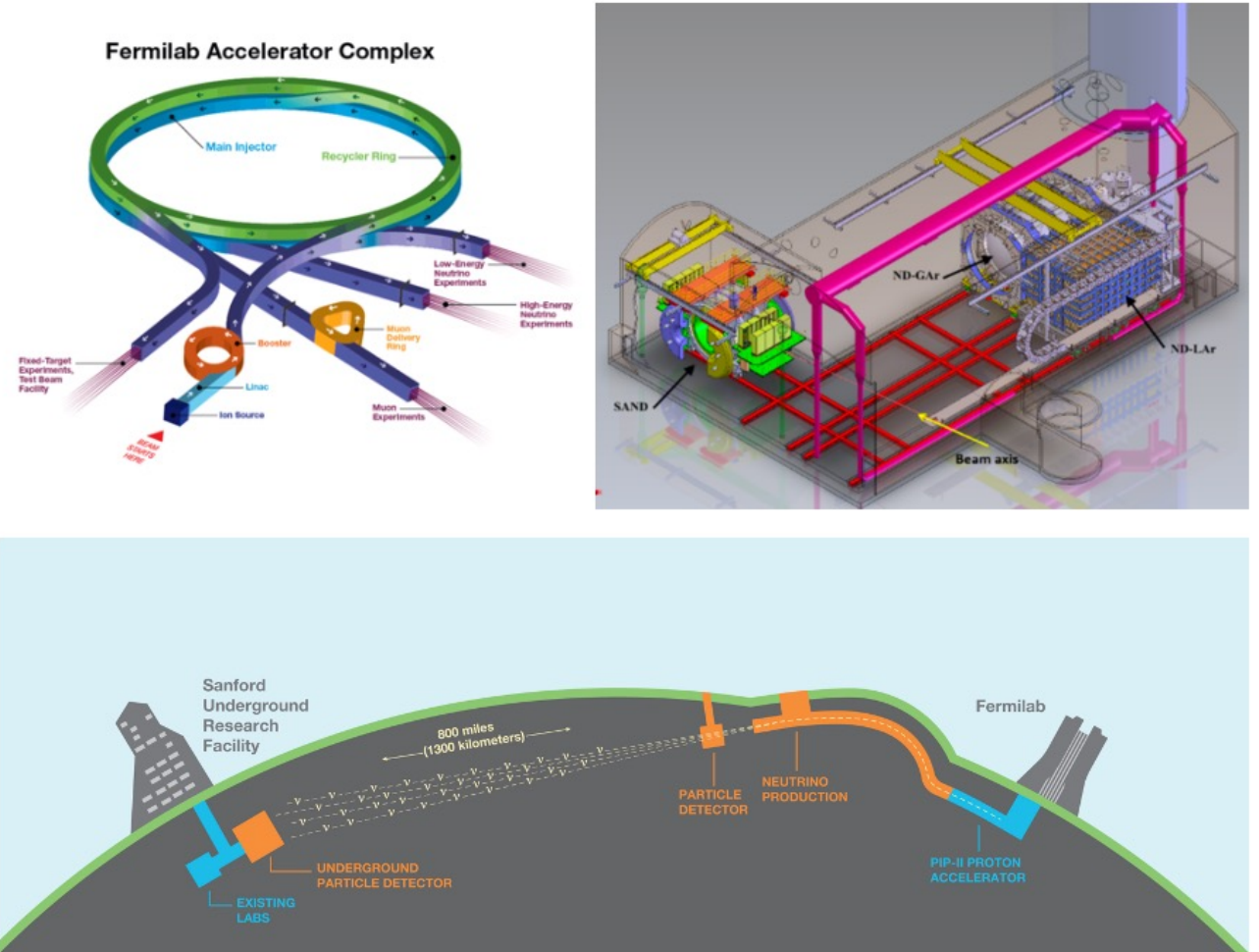
Neutrino beam

- Two current modes: $\nu_\mu \bar{\nu}_\mu$
- E_ν in $[0.5 ; 8]$ GeV, peak at ~ 3 GeV
- Magnetic horn
- Power: 1.2 MW \rightarrow 2.4 MW

Near Detector

- ND-GAr
- ND-LAr
- SAND

Far Detector





ProtoDUNE-HD

Un detector, due obiettivi

Obiettivi di fisica

- Misure di sezione d'urto
- Run col fascio
- Particle ID
- Calorimetria combinata
- Electron life time
- Scintillazione e propagazione della luce
-

Validazione del design del FD

- Run in condizione realistiche
- Rapporto segnale rumore
- Range dinamico
- Risoluzione temporale
- Efficienza di trigger
- Input per analisi FD
-

Parametri fissi e tunabili

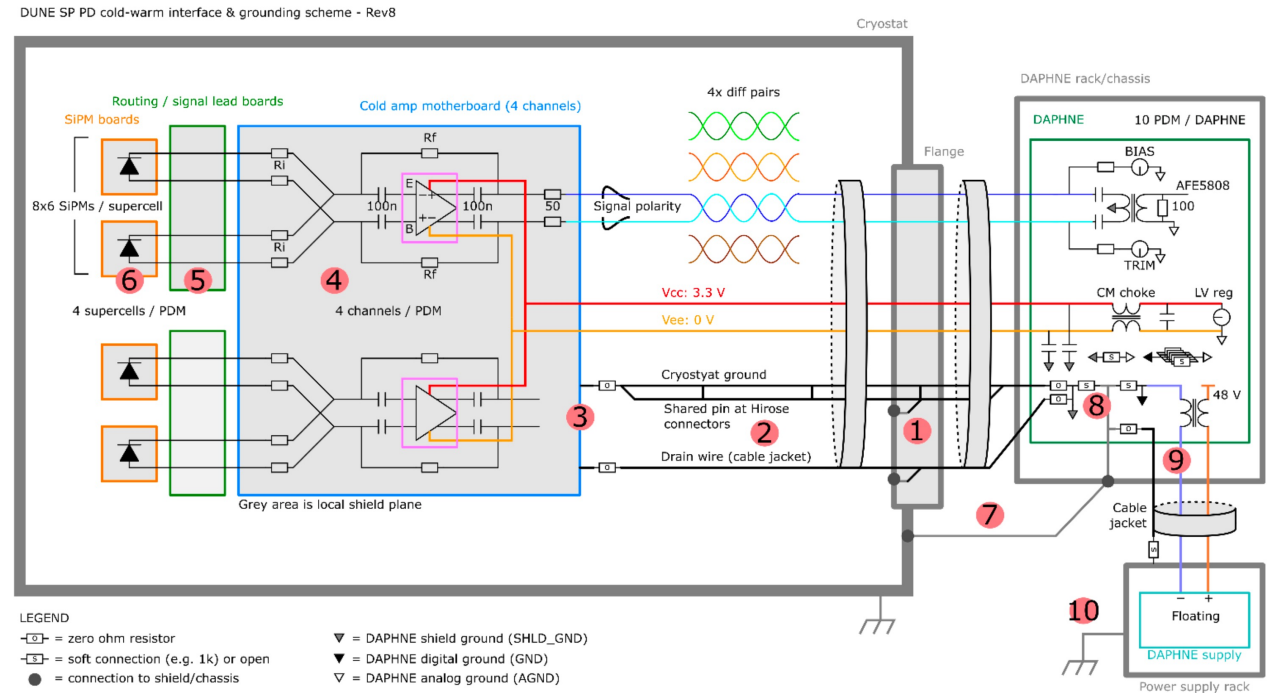
Il campo di gioco

Parametri fissi

- Gain, capacità, resistenze dell'elettronica a freddo

Parametri modificabili

- Bias dei SiPM
- Gain di DAPHNE (digitizer)
- Filtri passa banda di DAPHNE
- Soglia di trigger
- Modalità full streaming / Self trigger



Due obiettivi, due configurazioni

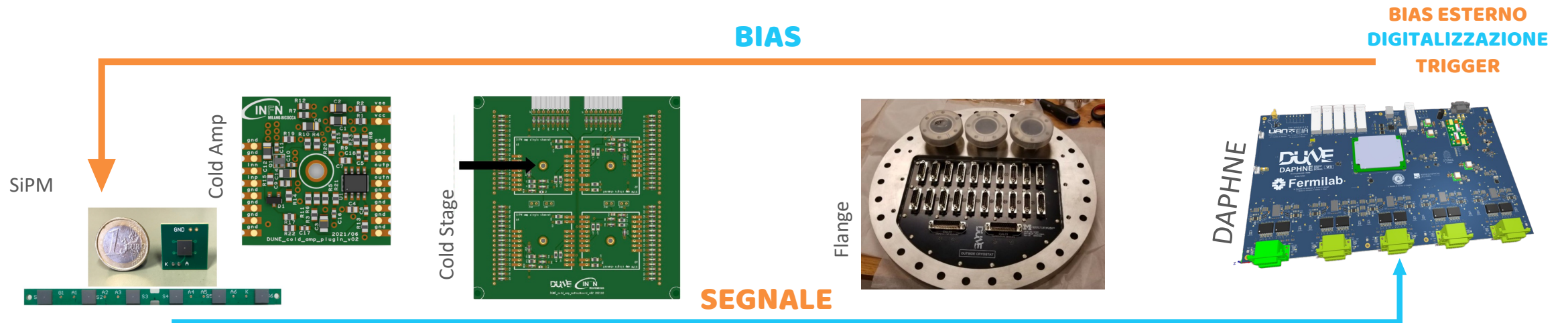
La nostra filosofia

Obbiettivi di fisica

- Overvoltage nominale ai SiPM
- Integrator “ON”
- Alto guadagno
- APA 1 full-streaming
- APA 2-3-4 self trigger

Validazione del design del FD

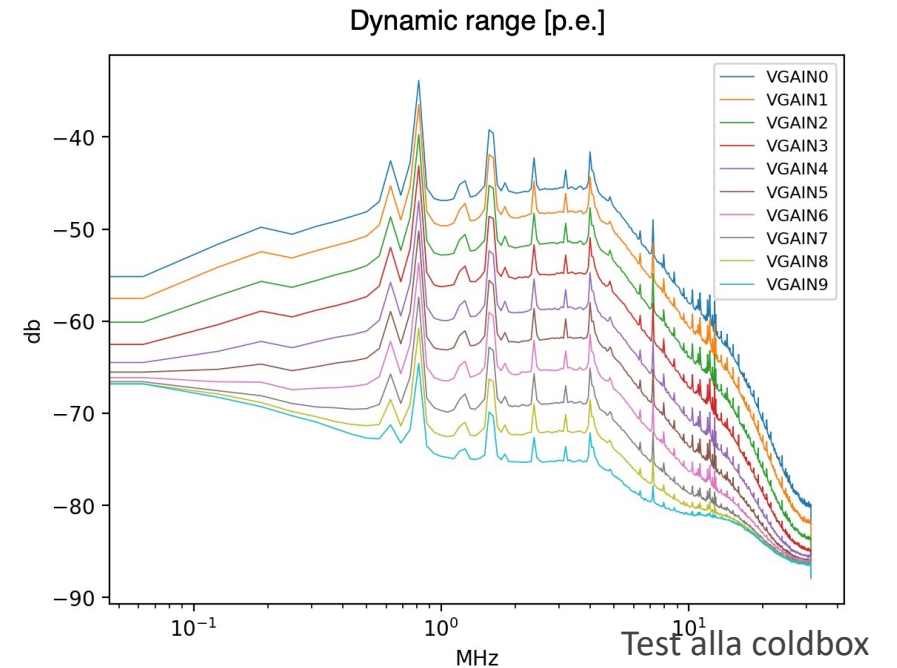
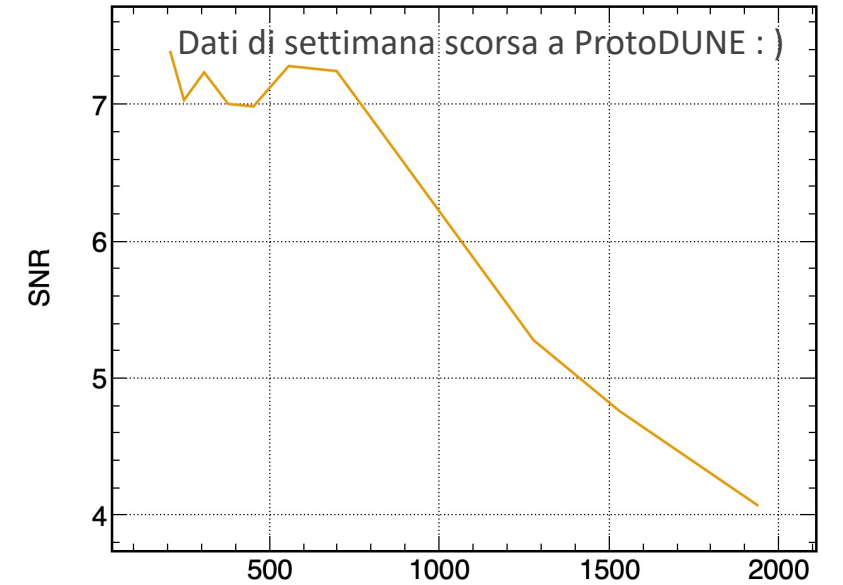
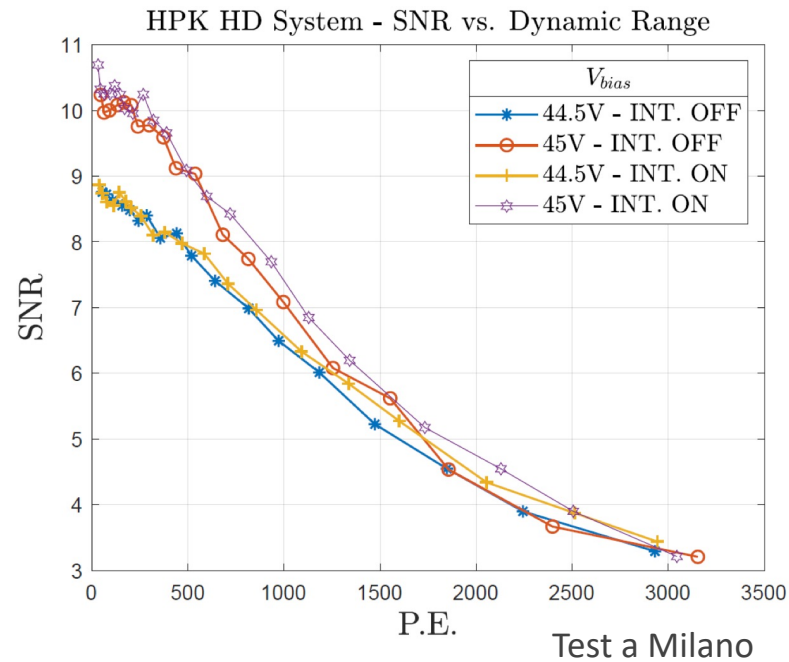
- Scan in overvoltage
- Integrator “on” e “off”
- Scan in guadagno
- APA 1 full-streaming – self trigger
- APA 2-3-4 self trigger



Signal to noise e range dinamico

Chi ha il pane...

- Guadagno dello stadio a freddo fisso
- Libertà di variare il guadagno delle AFE di DAPHNE
- Grandi variazioni di range dinamico
 - A costo del SNR



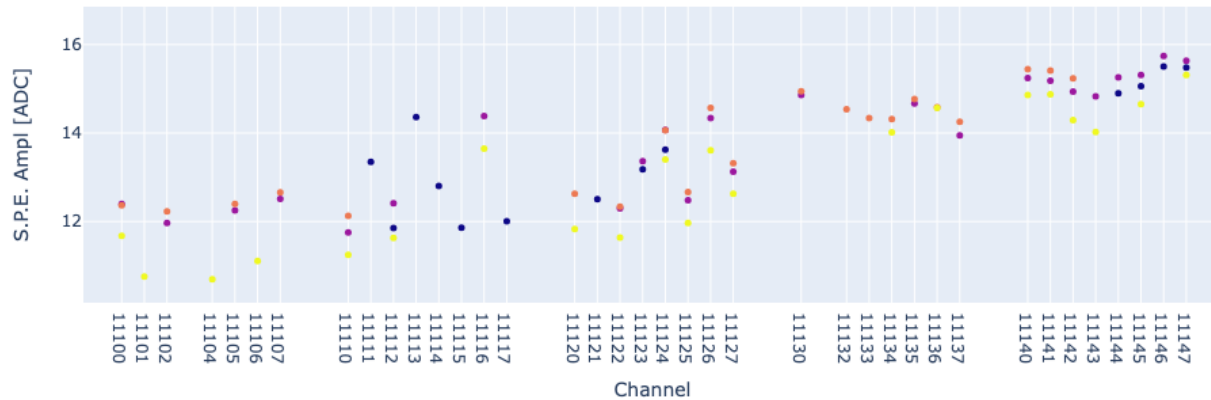
Equalizzazione della risposta

Per una migliore omogeneità di trigger

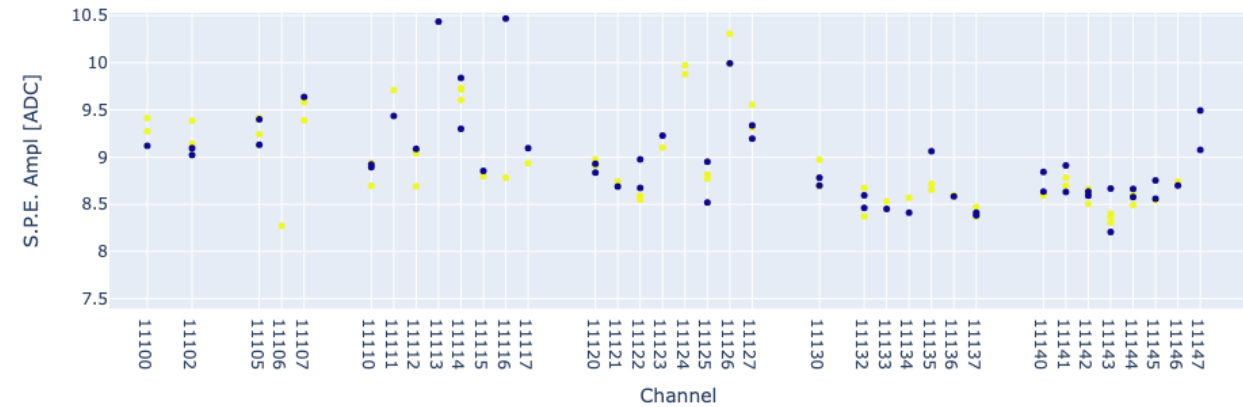
DAPHNE ci permette di tunare il guadagno di ogni AFE (gruppi di 8 canali)

Equalizzando la risposta al singolo fotoelettrone, garantiamo il trigger alla stessa soglia (in numero di fotoelettroni)

EP 111 - Before VGain tuning



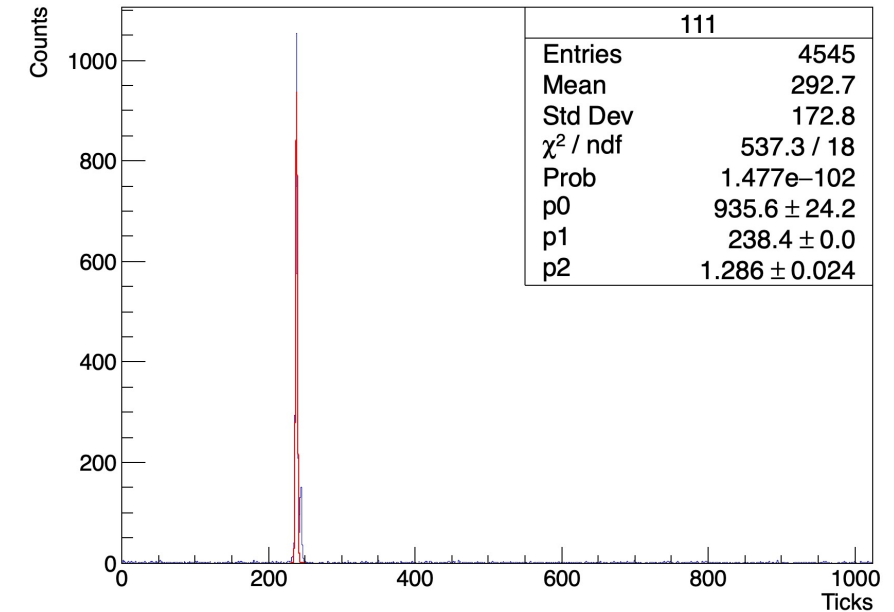
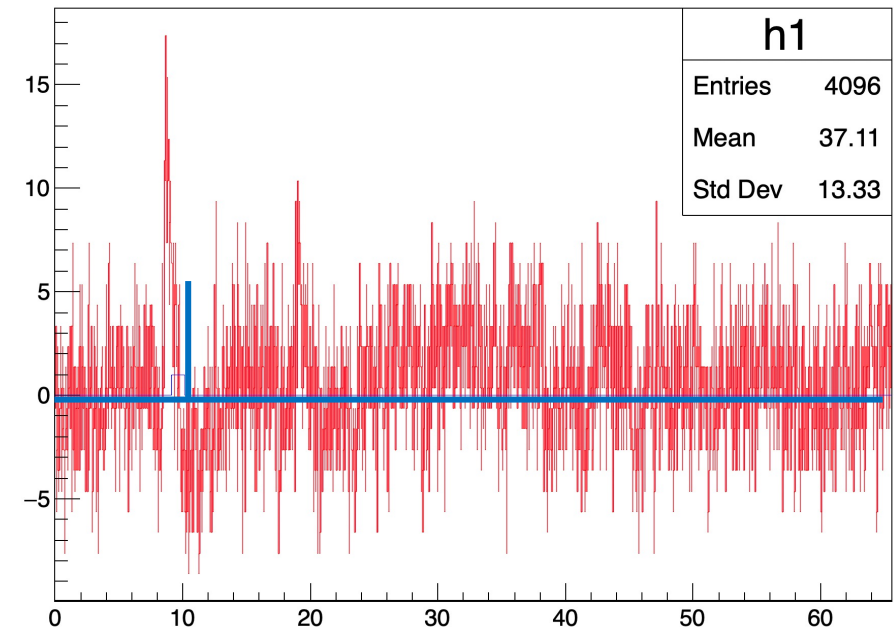
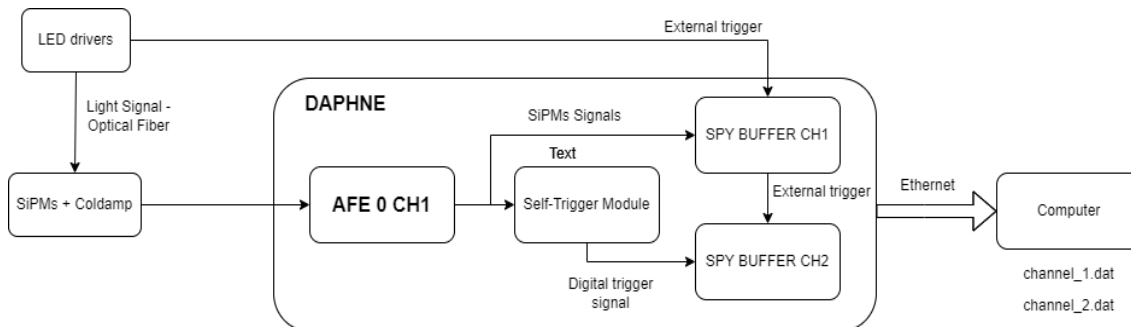
EP 111 - After VGain tuning



Self trigger

Sviluppo e test

- Re-routing del segnale di self trigger
- Impulsatore LED e trigger esterno come “true info”
- Algoritmi proposti da EIA, CIEMAT e BICOCCA
 - High pass filter (stile integrator)
 - Media mobile
 - Matched-filter
- Poi uniti in un unico algoritmo, ora testato a ProtoDUNE
 - Più filtri e constant fraction discriminator



Self trigger

Analisi

Costruzione di un istogramma "true"

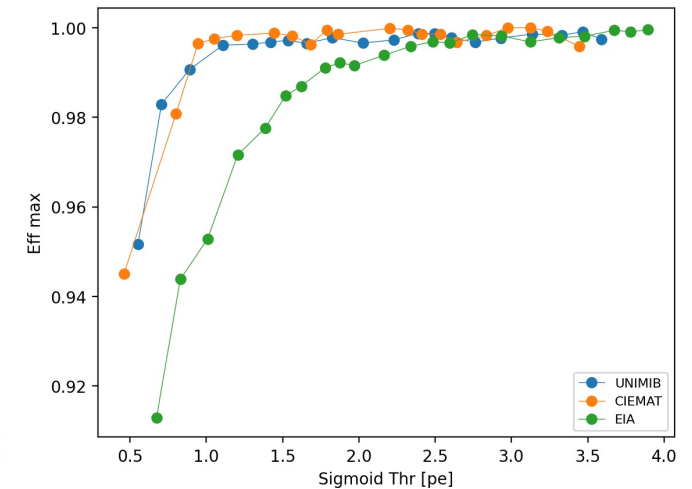
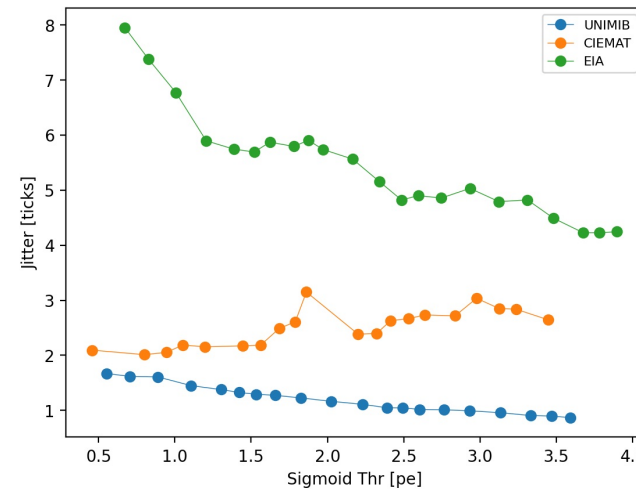
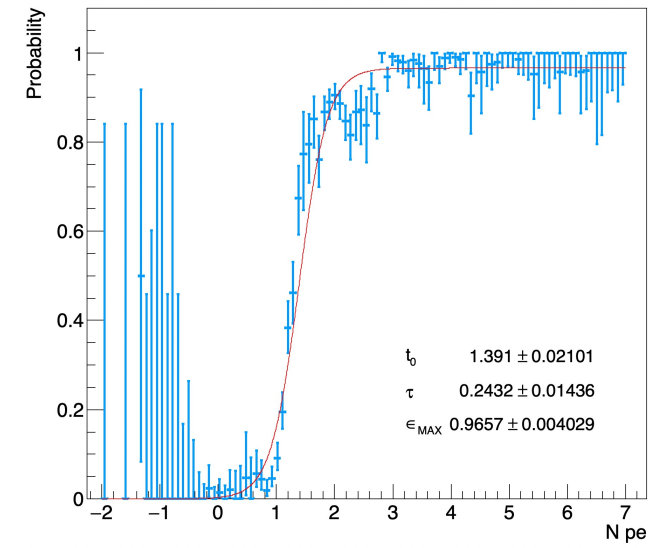
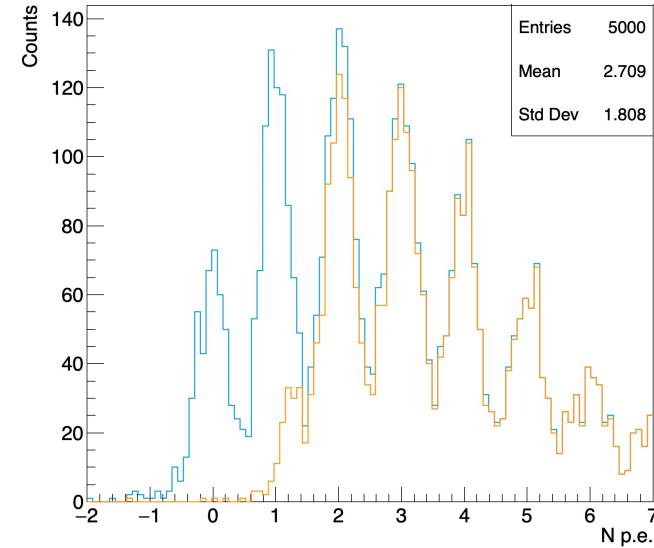
- Efficienza
- Soglia efficace
- Potere discriminante
- TP, FP, TN, FN

Analisi della distribuzione temporale

- Ritardo temporale rispetto al segnale

L'algoritmo è sensibile al singolo fotoelettrone

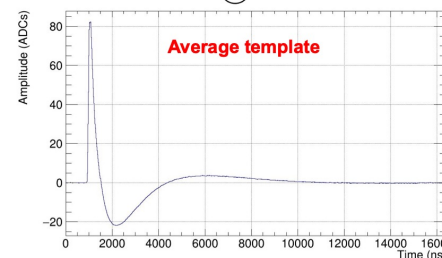
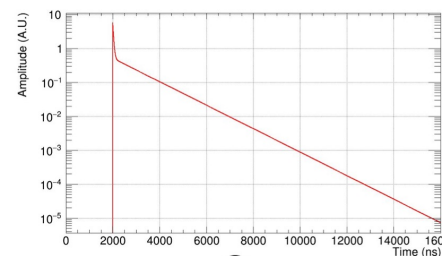
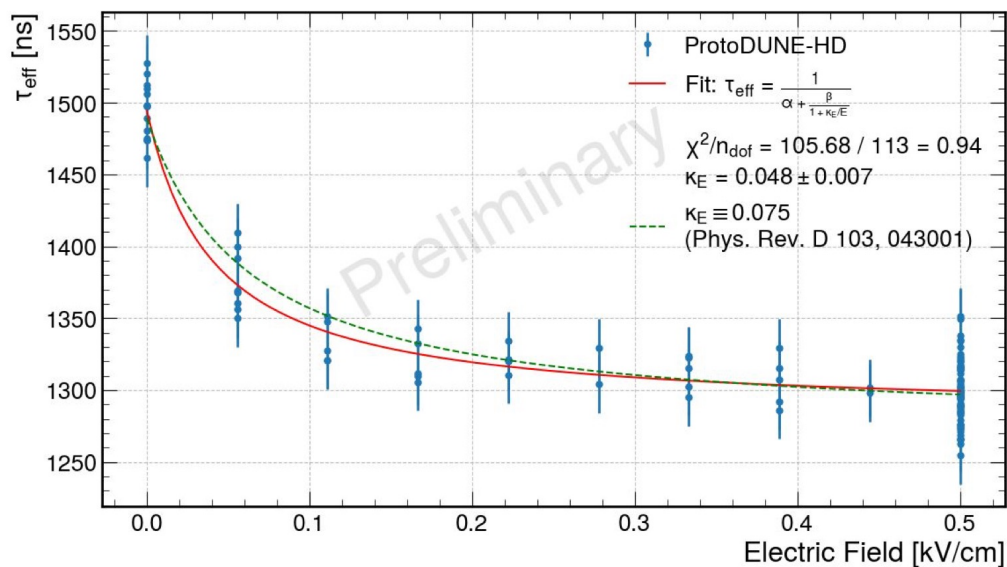
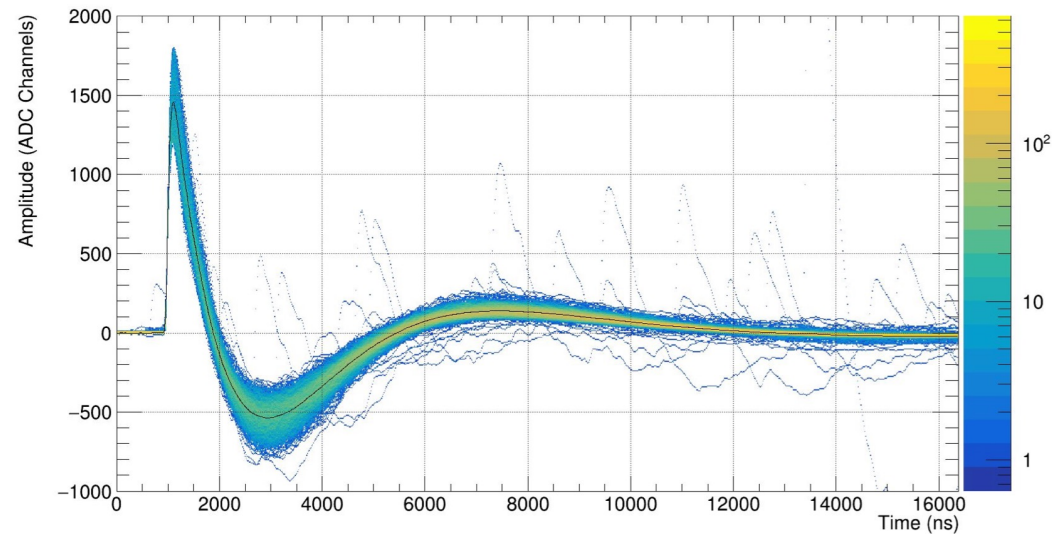
... Limiti dovuti dalla banda di DAPHNE e dal rate di segnali di luce in argon



Componente lenta

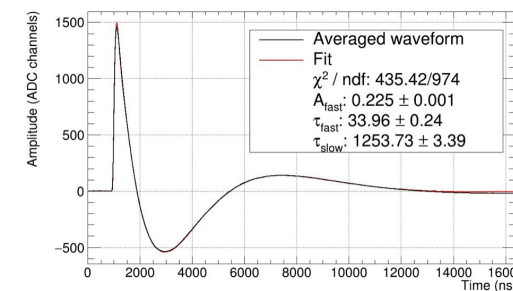
Purezza e deconvoluzione

- Scintillazione a due componenti
- Impurezze -> minor componente lenta
- Dipendenza da campo elettrico



$$L(t) = \frac{A_f}{\tau_f} \times e^{-t/\tau_f} + \frac{1-A_f}{\tau_s} \times e^{-t/\tau_s}$$

$$R(t) = SPE(t) \otimes L(t)$$



Lavoro di Henrique Souza

Un grazie ENORME a tutto il team

