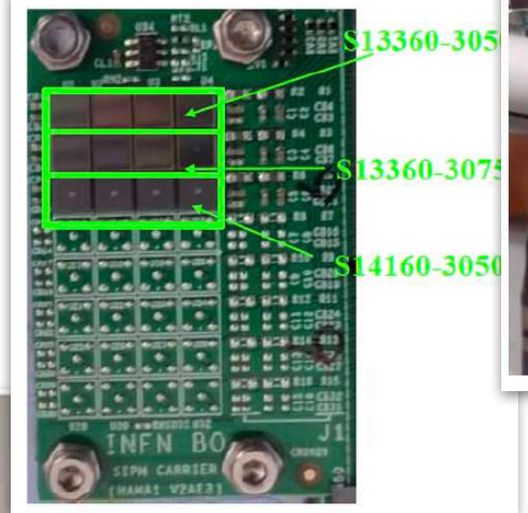
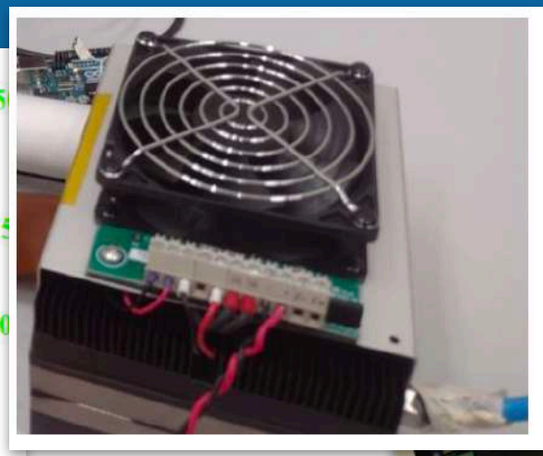
Incontro ePIC con referee INFN

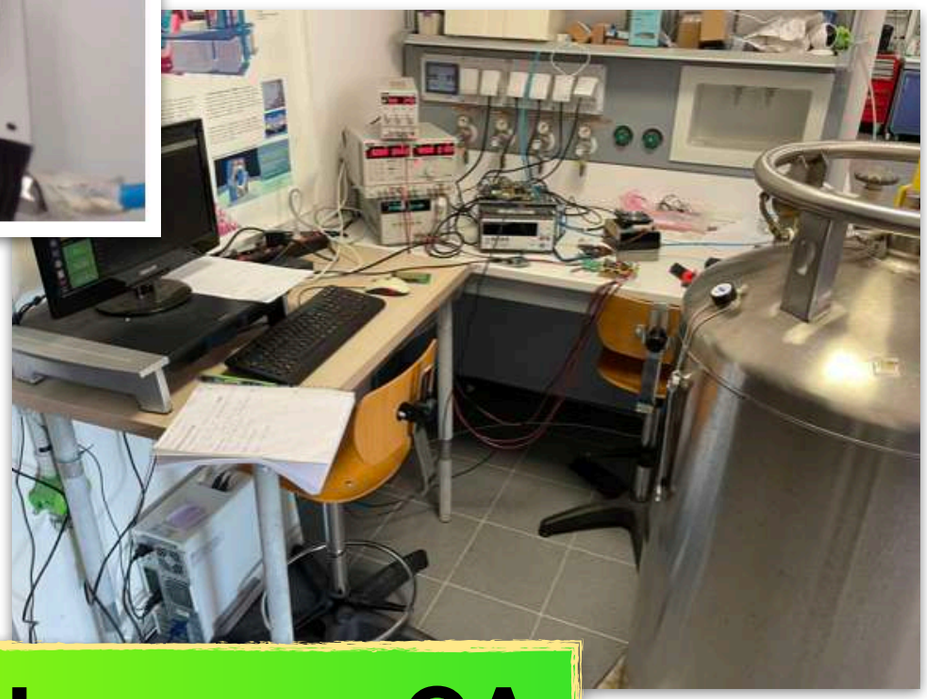
Friday 25 Jul 2025, 10:00 → 16:00 Europe/Rome

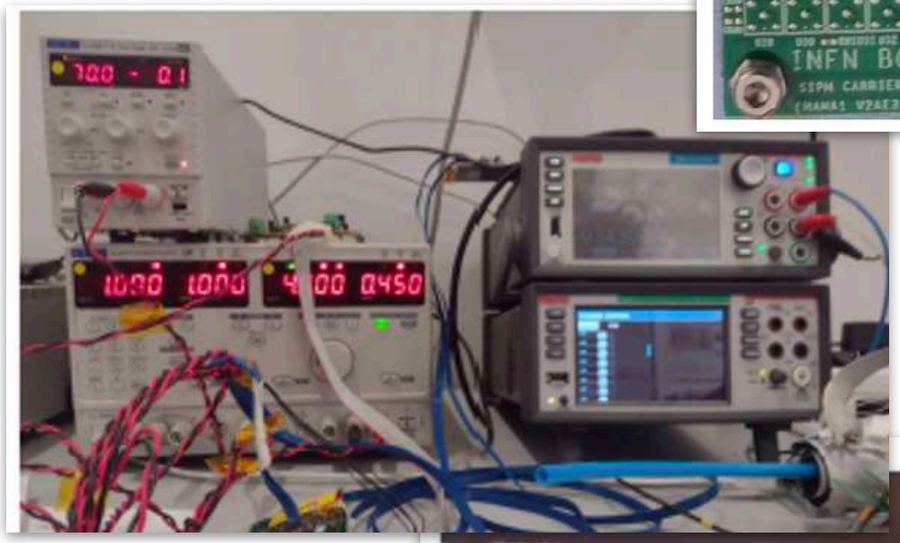
Dipartimento di Fisica - Università degli Studi di Torino

Domenico Elia (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare)









dRICH: sensor QA

Daniele De Gruttola

University & INFN of Salerno

dRICH SiPMs

- *INFN Sections involved* in sensors activity
  - Bologna
  - Catania
  - Cosenza
  - Salerno
  - Trieste
- QA tests during mass production

- Catania, Cosenza, Salerno are creating a *"South Italy" hub*

- Trieste is joining the effort for QA tests (*back-up needed*)

- ***Activity in INFN sections in 2025***
  - IV measurements (SA) in order to reproduce the CS setup (adding multiplexer)
  - Study of a new air box (SA) with temperature and humidity sensors and setup to stabilize T
  - Define the strategy for QA during mass production (CT,CS,SA)
  - Equipping the lab (CS) with centralized compressed air system and air dryer

QA strategy during mass production

- Strategy for tests
- Available manpower

QA strategy for dRICH SiPMs

color code for QA hub defined
discussing

- ***Bi-weekly meetings started in April to define QA protocol(s)***
  - Define pipeline for QA on SiPMs
  - Tests to be performed at different stages and with different scopes
  - **Possibility to perform "basic" tests in parallel (2 sites)**
  - **Possibility to perform specific tests in one site**
- ***SiPM matrices for the dRICH***
  - 6000 SiPM matrices will be built and delivered by Hamamatsu
  - Each matrix has 64 sensors
  - 4 matrices will be installed a carrier
  - 1500 carriers
  - **Assembling matrices into carriers will be done by company**
  - **Tests in our QA hub after assembling on carriers**

QA strategy for dRICH SiPMs

- ***QA tests - what***
  - **Electrical inspection** on assembled carrier
  - **IV curves, breakdown** (basic SiPM functionality at a fixed T)
  - **Tests vs temperature**
  - Ensure to be stable in temperature (**work done and in progress in Salerno and Cosenza**)
  - **Define three T values to perform IV characterization** (*-20°C,0°C,20°C* or *0°C,10°C,20°C*)
  - **Tests at -40°C on a subsample (1-2%?)**
  - **Check V bias trending vs T**
  - **Optical inspection** (before and after assembling?)
    - ✦ Microscopes are available in Catania (maybe in Salerno too)
    - ✦ Procedure to remove scratches well known (tested in Bologna)

Timeline for QA

Consider QA hub + Catania-Cosenza-Salerno manpower + Hamamatsu delivery + assembling in company

- ***Estimate total time needed for tests***
- ***Our table to be defined (study of protocols and time estimate)***

next: remove "?" and establish detailed needs

Step	Action	Where	Number of Actions	Total time	Notes
0	Optical inspection	Catania? Salerno? Company?	?	?	Microscope
1	Assembling 4 matrices	Company	?	?	
2	IV-curve Dark at T_1	dRICH QA hub	Automatizing (3 manual per day)	~8h per day	Testing in CS-SA labs
3	IV-curve Light at T_1	dRICH QA hub	?	?	Testing in CS-SA labs
4	IV-curve Dark at T_2	dRICH QA hub	?	?	Testing in CS-SA labs
5	IV-curve Light at T_2	dRICH QA hub	?	?	Testing in CS-SA labs
6	IV-curve Dark at T_3	dRICH QA hub	?	?	Testing in CS-SA labs
7	IV-curve Light at T_3	dRICH QA hub	?	?	Testing in CS-SA labs
8	IV-curve Light at -40°C	dRICH QA hub	?	?	Sub-sample
9	Logbook + DB	Discussing	Creation? Usage (3 per day)	Few minutes per day	Writing notes + data sharing
Define cases	according to previous considerations			?	Schedule shifts

Time needed for tests

- ***Basic tests***
  - 1500 carriers to be tested over two years (starting expected in mid-2028)
  - IV at a fixed T $\rightarrow \sim 2.5h$ (30s per SiPM)
  - 3 carriers per day in one lab
  - Possibility to perform IV in 2 labs (CS, SA) in 250 days $\rightarrow 1500$ carriers in one year
- ***Enough time to add more tests***
  - IV vs T → to be discussed
  - Dark/light tests → to be discussed

On carriers subsample?

On small percentage of sensors on all carriers?

- ***Activity in 2025***
  - Focus on QA strategy
  - Focus on optimizing the setup (software+hardware) to speed up basic tests wrt R&D phase
  - Complete test with Air box + dewar

Manpower for QA

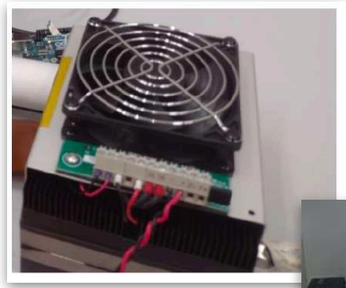
>15 people (possibly more) available for daily activities related to QA

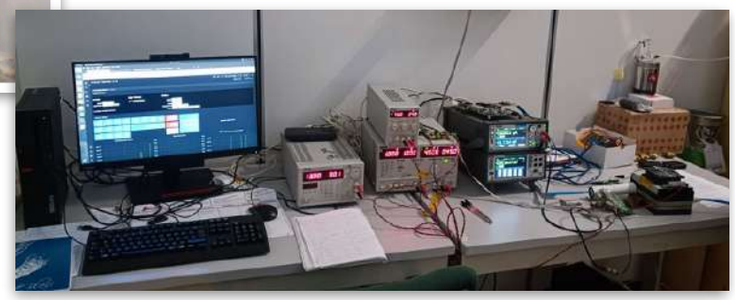
- ***Current manpower in Catania***
  - 1 tenured faculty: *Cristina Tuvé*
  - 1 undergrad student
- ***Current manpower in Cosenza***
  - 3 tenured faculties: *Enrico Tassi, Marcella Capua, Salvatore Fazio*
  - 1 PhD student: *Luisa Occhiuto*
  - 1 undergrad student: *Cristian Romeo*
  - 1 technician: *Vittorio Romano*
  - Hiring manpower dedicated to QA tests: 1 PhD (Regione Calabria in Nov 2026) + undergraduates and a master student
- ***Current manpower in Salerno***
  - 3 tenured faculties: *Daniele De Gruttola, Annalisa De Caro, Alberto Calivà*
  - 1 postdoc: *Cristina Ripoli*
  - 1 technician: *Nicola Funicello*
  - Possibly hiring manpower dedicated to QA tests in the future (students+tenured faculties)
- ***Trieste***

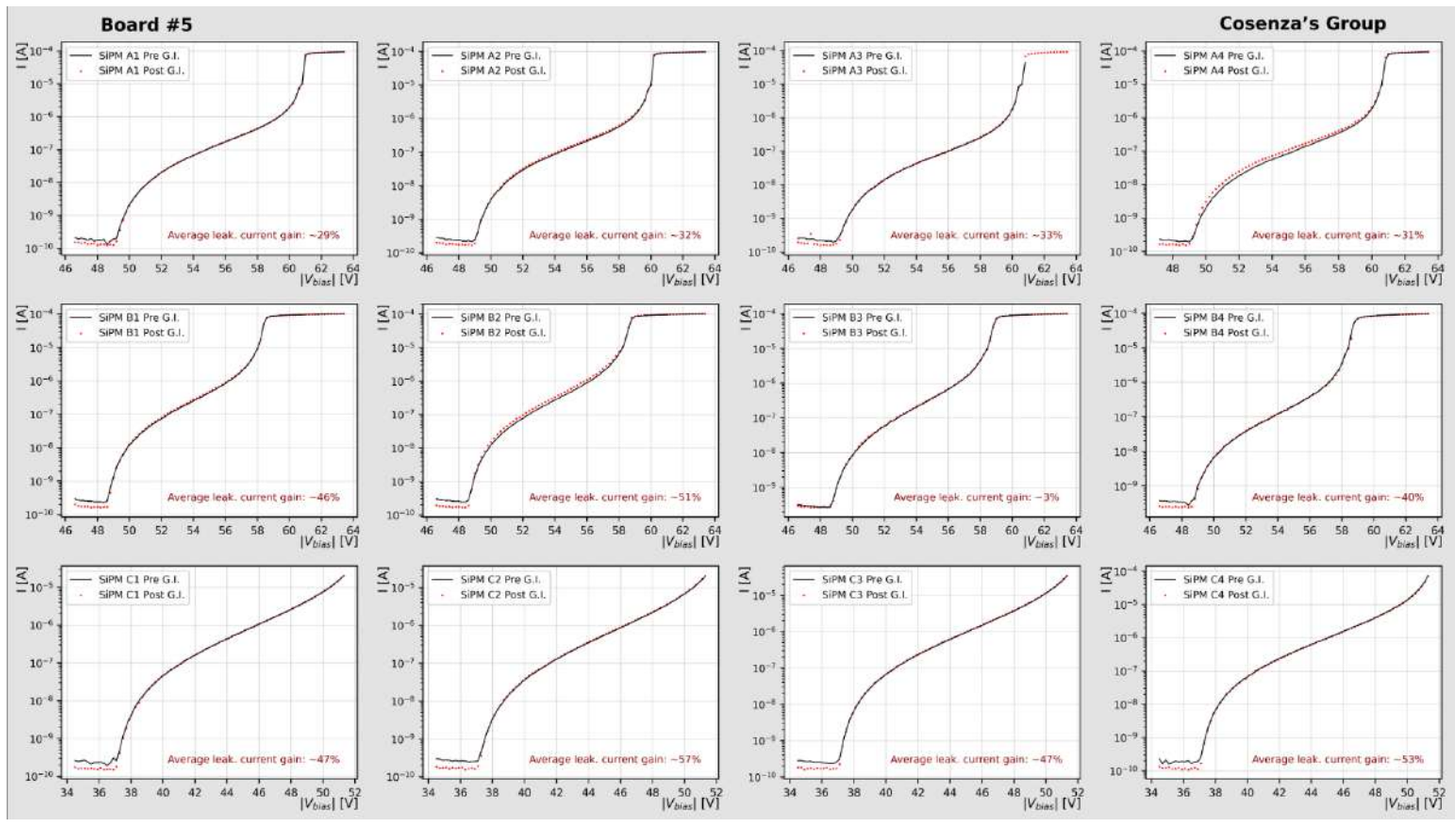
- Continuous activity in our sites foreseen during QA phases
- Shifts to be performed by dedicated people

Set-up to test SiPMs @UNICAL

- ***Bench for SiPMs characterization in Cosenza radiation lab***
  - Setup specifically designed to measure DCR
  - Dark current versus reverse bias voltage
  - IV curves
  - Code for IV curves not yet optimized for long term QA tests







Stessa richiesta di SA
(vedi slide 14)

Richiesta Cosenza

banco da lavoro per setup QA SiPM	1.00	0.00
AttivitÃ collaborazione per setup QA test con Salerno e Catania (4 viaggi di 3gg 2 persone)	2.00	0.00

Set-up to test SiPM @UNISA

Primi test 2024

- Idea to build a larger AirBox and use a dewar to go down in temperature

- AirBox + Peltier + dewar (SiPM HV on)
  Low temperature far away from dew point

Laboratory temperature ~28°C

$\sim 4min$

$+ \sim 4min$

$+ \sim 6min$

$+ \sim 6min$

$+ \sim 6min$

$+ \sim 10min$

T and RH in the box @UNISA

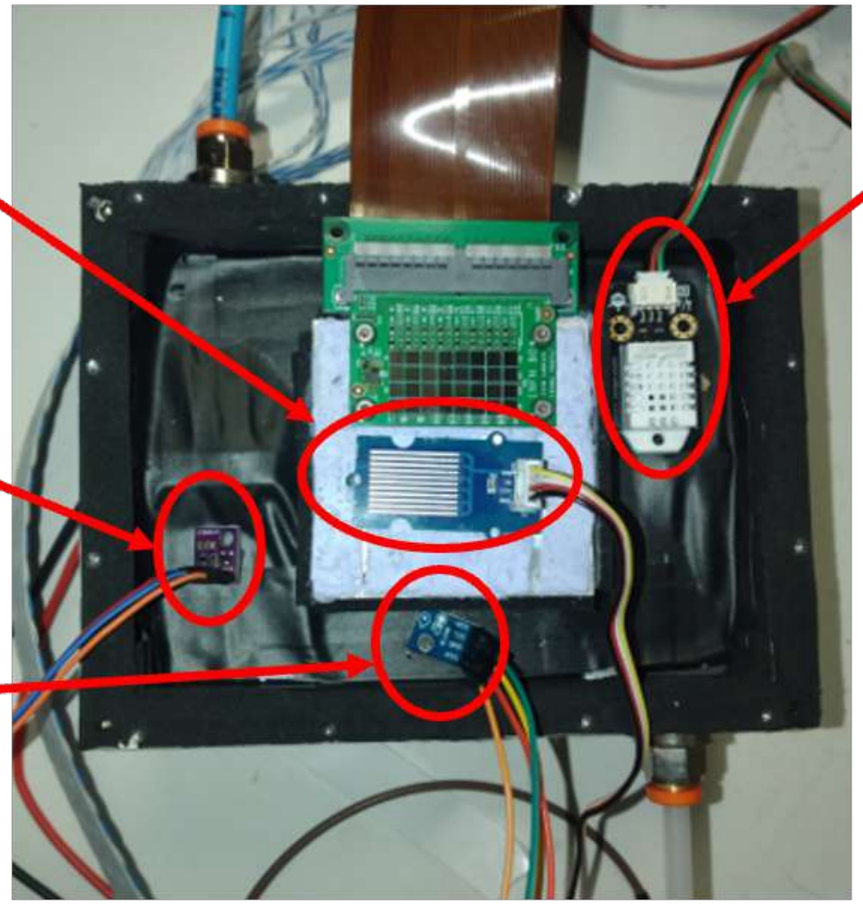
Test recenti 2025

Sensore presenza di acqua

Temperatura dei SIPM LM73 sullo schedino (non evidenziato in foto)

Temperatura e umidità DHT22

Temperatura e umidità
BME280



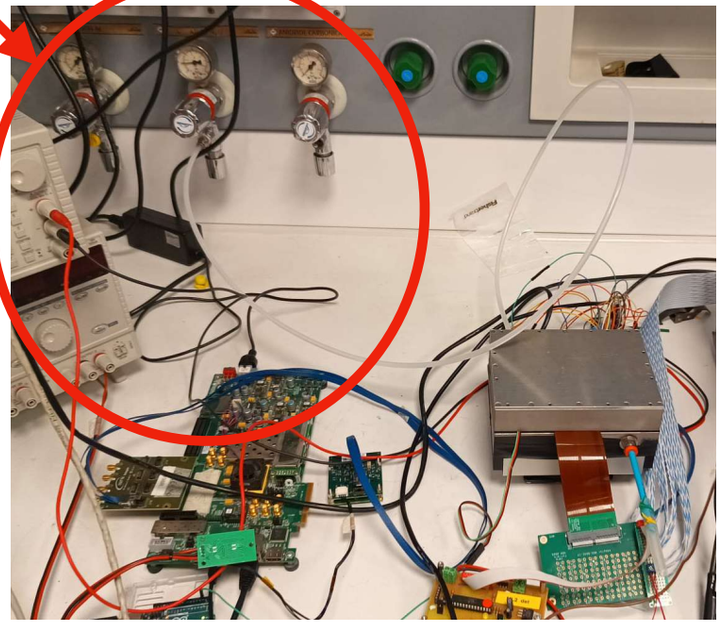
Temperatura e umidità
DHT11 misura le condizioni esterne alla box (non visibile in foto)

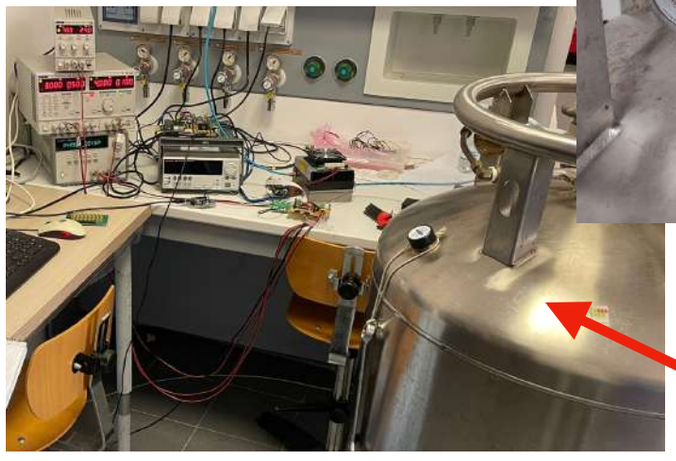
Temperatura e umidità
AHT10

Riempimento del serbatoio portatile

Manometro e
indicatore di livello

Flusso azoto a T ambiente





Flusso azoto liquido dal dewar

T and RH in the box @UNISA

Test recenti 2025

Controllo parametri ambientali all'interno della box utilizzando solo flusso azoto gas freddo circa -30 °C

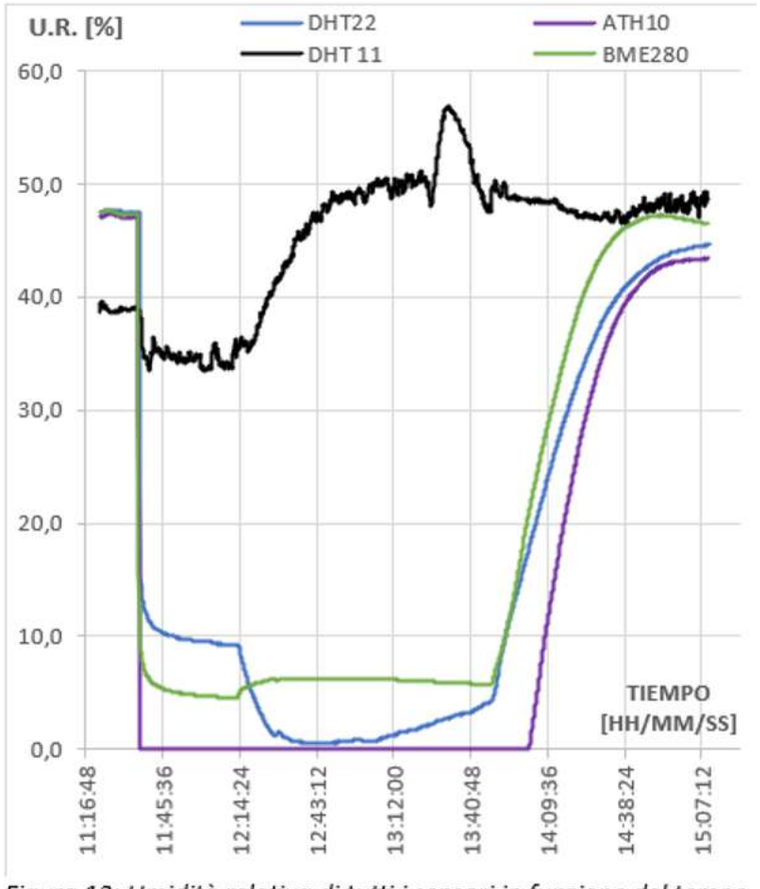


Figura 13: Umidità relativa di tutti i sensori in funzione del tempo

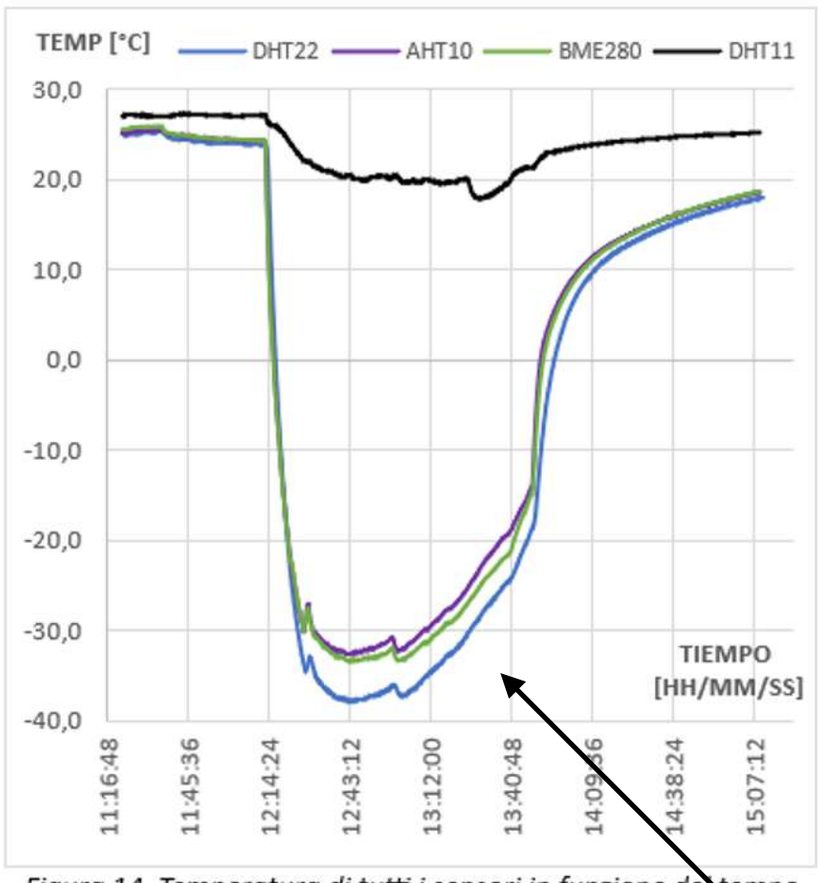


Figura 14. Temperatura di tutti i sensori in funzione del tempo.

Test interrotto dopo 30 min per esaurimento azoto liquido
Previsto test più lungo

T and RH in the box @UNISA

Test recenti 2025

Controllo della temperatura all'interno della box utilizzando flusso azoto gas freddo circa -30 °C e cella di Peltier

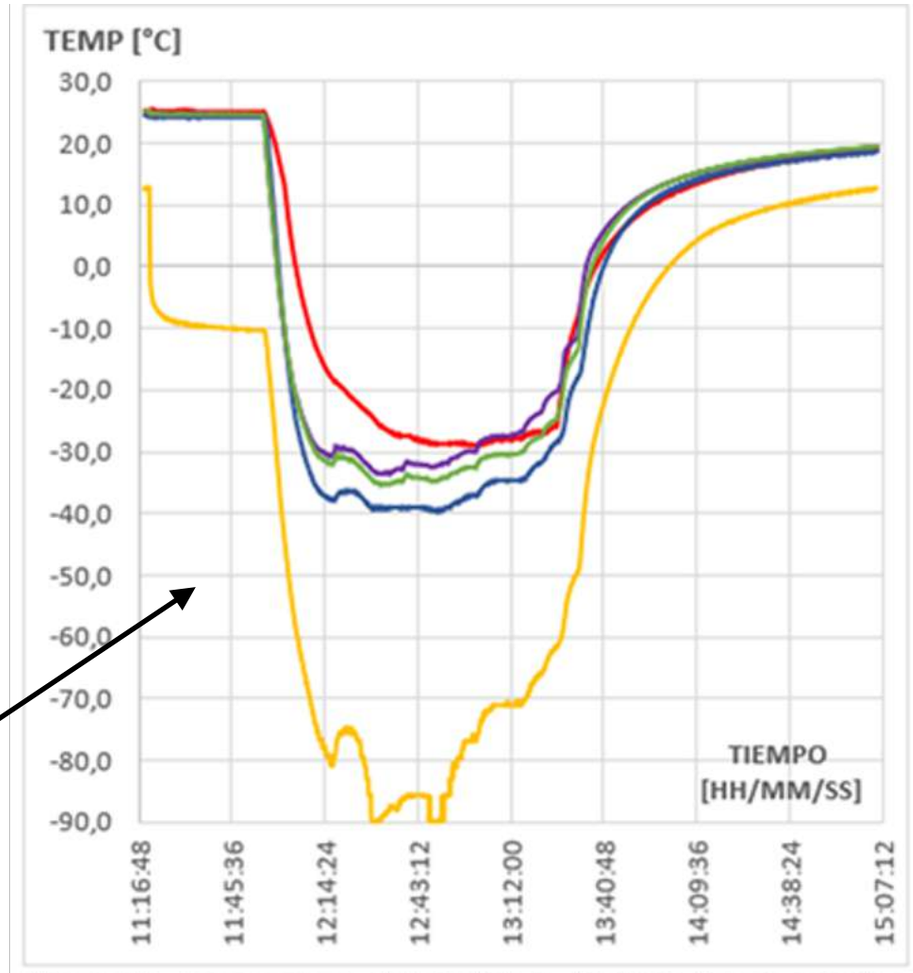


Figura 18. Temperatura del rivelatore di silicio (curva rossa) e temperatura interna della camera (tre sensori: blu, DHT22; verde, BME280; viola, AHT10) e punto di rugiada (curva gialla)

maggiore stabilità della temperatura

Test della durata di 30 min per confronto con il precedente

Previsto test più lungo

NB: effort orientato non solo a scendere in T
ma specialmente a tenerla stabile

Previsto test con automatizzazione della tensione fornita alla Peltier per stabilizzare T

Previsto test con box più grande (dimensioni in accordo con Bologna in base alle richieste carrier)

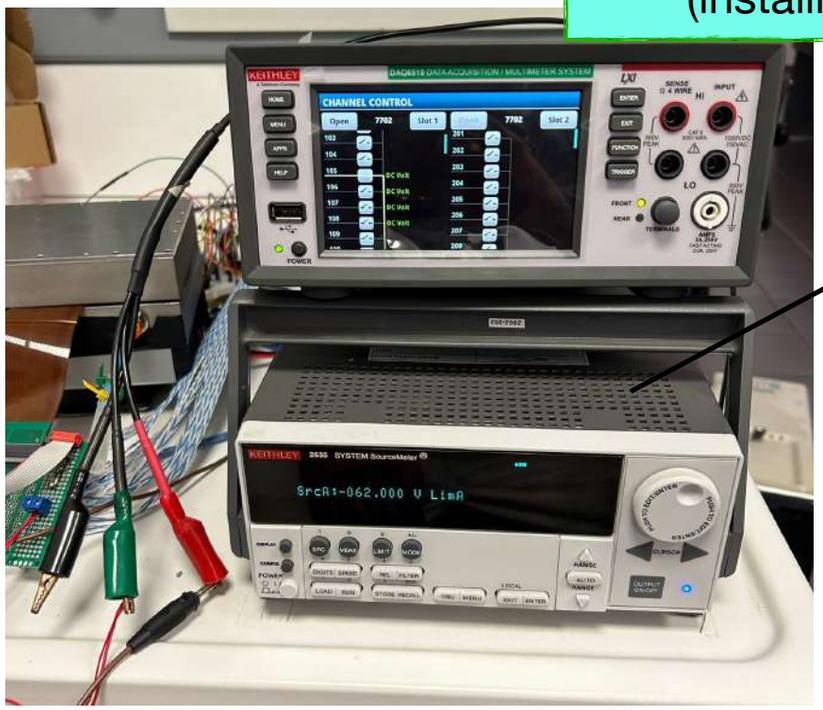
Richiesta Cosenza

consumo	Materiale per airbox autoprodotta-Da confermare in base agli studi in corso (vedi prev 2025)	0.00	6.00
	Consumo ordinario, cavetteria ecc..	1.00	0.00

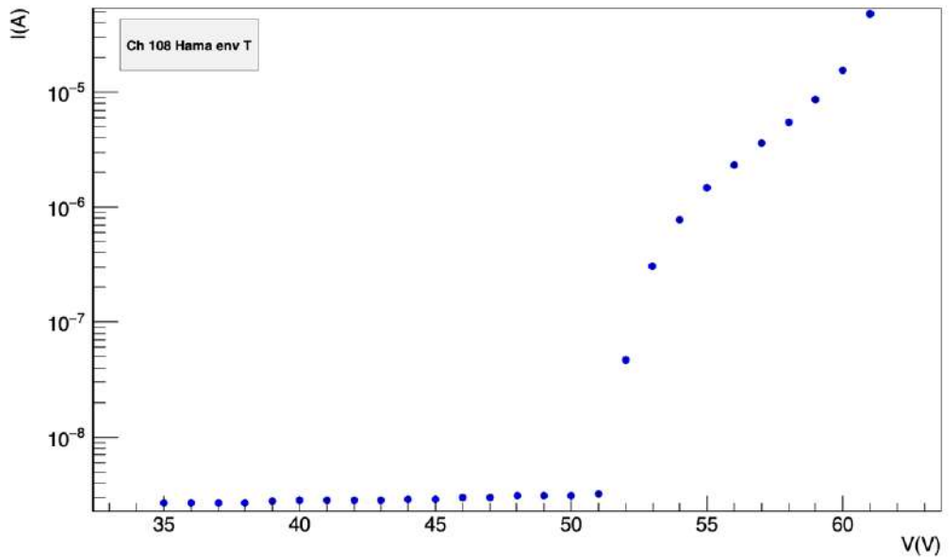
Set-up to test SiPM @UNISA

Salerno lab is currently being equipped with the same setup built in Cosenza (installing DAQ + multiplexer)

In a few moths Salerno a new lab (founded by PNRR) will be available → clean site with more space to install the setup



Misure al momento fatte manualmente
Lavoro su automatizzazione (Labview) in questi giorni
Comunicazione con il source-meter OK, ottimizzazione del codice in corso



Richiesta Salerno

inventario	armadio a secco per matrici SiPM	3.00	0.00
	banco da lavoro per setup QA SiPM	1.00	0.00
	source meter per misure QA delle carrier SiPM	10.00	0.00
	AttivitÃ collaborazione per setup QA test con Cosenza e Catania	2.00	0.00

Storage carriers e nuovo banco indipendente

Source-meter attualmente in uso in comune con altro gruppo - richiesta per source-meter (stesso modello di Cosenza)

Preventivo source-meter Keithley

Batter Fly s.r.l - Via Collodi 7/a
40012 - Calderara di Reno (BO) - ITALY
Tel. +39 051.6468377
web: www.batterfly.com - e-mail: info@batterfly.com

Numero preventivo: DV-2269-25

Data preventivo: 17/07/2025

Scadenza Preventivo: 17/08/2025

Commerciale: Davide VIGORITO
davide@batterfly.com
+39 340 2641280

Spett.le: I.N.F.N Sezione di Napoli - Gruppo Collegato di Salerno
Via Giovanni Paolo II, 132
84084 Fisciano (SA)
IT

Contatto: alla c.a. Dott. Nicola FUNICELLO

DETTAGLIO FORNITURA						
Codice	**Prodotto**	**Qtà**	**Listino**	**Prezzo unit.**	**Prezzo Netto**	**IVA**
MPN: Produttore: BFTAM	KEITHLEY 2450 1 canale, +-20mV --> +-200V	1	7.700,00	7.700,00	7.700,00	22%
					Subtotale:	7.700,00
					Spese spedizione:	0,00
					IVA:	1.694,00
					Totale:	**9.394,00**

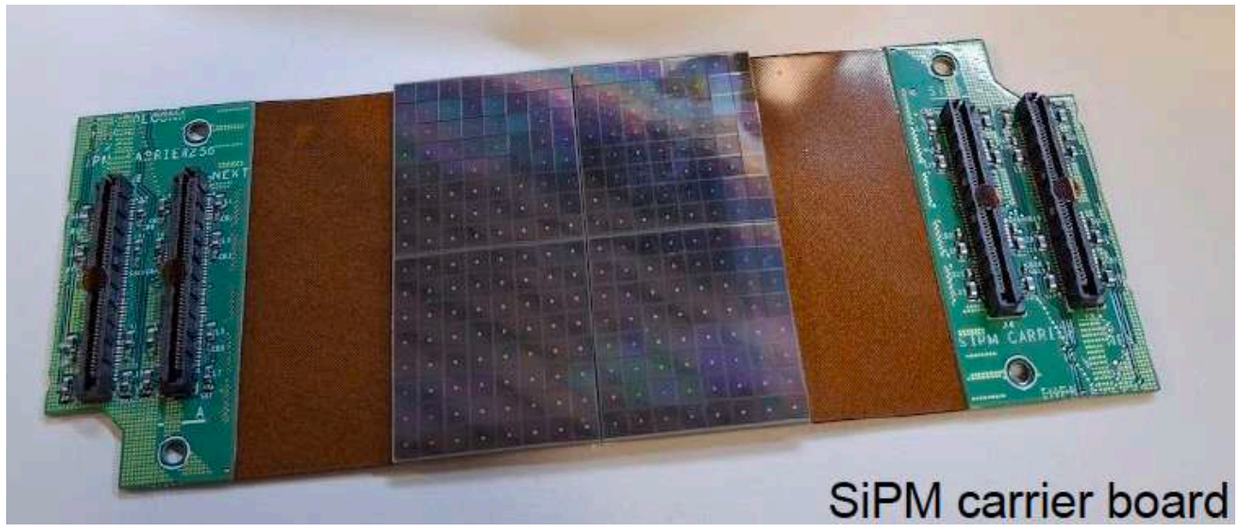
Condizioni di fornitura:

Consegna	Da definire in fase d'ordine	**Pagamento**	BB 30 GG NETTI
Porto	Franco	**Imballo**	Compreso
Garanzia	Come da specifiche del costruttore	**Valuta**	EURO

Batter Fly s.r.l.

Board for QA tests on carriers @Bologna

- **Scheda di test** per QA delle SiPM carrier boards
- Sviluppo e realizzazione di un prototipo per i futuri test di qualità
- *Design della scheda SiPM carrier board in fase di finalizzazione (maggior parte dei dettagli definiti)*



SiPM carrier board

- Progettazione e realizzazione di 2/3 schede di test per QA (BO)
  - Verifica funzionale delle SiPM carrier board
  - Misura delle caratteristiche di base dei sensori SiPM montati
  - Calibrazione dei sensori di temperatura NTC

Board for QA tests on carriers @Bologna

- **Necessaria per la quality assurance durante la produzione di massa**
- Progetto che si colloca nelle attività di *preparazione per la costruzione del dRICH*

- **la scheda sarà strumentale anche per iniziare a definire**
  - requisiti per attrezzature e strumentazione
  - protocolli per il QA delle schede SiPM carrier e dei sensori SiPM
- **prima versione della scheda di SiPM carrier test board**
  - design e definizione del layout da concordare insieme a Salerno
  - sarà utilizzata inizialmente con i prototipi di schede SiPM carrier board

Richiesta Bologna

EPIC --- Sviluppo e realizzazione di prototipi di scheda di test per i test delle schede SiPM carrier --- attivita' di R&D, sviluppo e ingegnerizzazione fotorivelatore ed elettronica dRICH --- necessita' EPIC	10.00	0.00

Board for QA tests on carriers @Bologna

rogetto della scheda e preventivo non ancora disponibili - **in fase di alutazione in accordo con le necessità**

tima dei costi sulla base di una **scheda simile** (meno complessa) ealizzata in passata e utilizzata attualmente (**preventivo 2020**)

osti dei connettori coassiali di uscita non inclusi in questo reventivo

umero totale canali utilizzati per stima costi : preventivo TELMA era er 15 schede da 32 canali ciascuna per un totale di 2550 EUR -IVA) per 480 canali, ovvero 5.31 EUR (+IVA) a canale

i necessita la realizzazione di **3 schede** di test da **256 canali iascuna**, per cui si prevede un costo di realizzazione e ssemblaggio PCB di 4078 EUR (+IVA)

Costi possibilmente sovrastimati, ma preventivo del 2020 e costi di roduzione significativamente incrementati

onnettori SMB utilizzati per la vecchia scheda, non più disponibili

celta nuovi connettori in fase di valutazione in base ai costi e alle ecessità

osti medio-bassi: utilizzo connettori SMA, per un totale di 768 onnettori che a carrello RS-online sono disponibili per un costo otale di 7027.20 EUR (+IVA)

osto totale stimato di 13548 EUR (IVA inclusa)

e i costi dovessero essere così elevati, si valuterà la realizzazione sole due schede prototipo anziché tre

Informazioni dettagliate inserite nel database preventivi Bo

TELMA Engineering srl

Advanced Pcb Design

TELMA ENGINEERING S.r.l.
Via G. Goldoni, 4
40011 Anzola dell'Emilia (BO) - Italy

Tel. +39 051 735231
Fax +39 051 4686110
PEC: telmaengsrl@poste-certificate.it
E-mail: info@telmaeng.it
Internet: www.telmaeng.it

Spett.le I.N.F.N. (Sez. Bologna)
Viale Berti Pichat 6/2
40127 Bologna
All' Att.ne Dott. Riccardo Travaglini
C/C Dott. Roberto Preghenella

Tel.
Fax

DATA: 04/12/2020 ***PAG. 1/2***

OGGETTO: Offerta Produzione PCB e assemblaggio schede Adapter

Come da oggetto siamo a proporVi la nostra offerta. ***CIG Z172F66AB3***

Circuiti Stampati

Specifiche tecniche di realizzazione:
Cod. "ADAPTERMOD_FAST (5PZ) + ADAPTERMOD_IV (10PZ)":
UNICO IMPIANTO

1. Circuito multistrato 4 LAYERS (con stackup richiesto);
2. laminato FR4 *1,6mm;*
3. spess. rame 35µ;
4. solder resist nel TOP e BOTTOM;
5. serigrafia bianca nel TOP e BOTTOM;
6. Finitura NiAu
7. Attrezzatura + test elettrico
8. Dimensioni cartella 114X201 mm con bandelle

Quantità **N°5+10** PEZZI ➔ COSTO **(FORFAIT)** ***€ 880,00 + IVA***

Assemblaggio

*Assemblaggio **N°5+10** schede "***ADAPTERMOD_FAST (5PZ) + ADAPTERMOD_IV (10PZ)":***"*

- Approvigionamento componenti in per 5+10 Schede (**esclusi Conn. SMB**) come da Vs distinta;
- montaggio dei componenti SMD top in modalità automatica e componenti top PTH;
- Ispezione visiva;
- Ispezione AOI;
- Garanzia di reworking in caso di difetti nella saldatura.

Assemblaggio+componenti N°**5+10 pezzi** **FORFAIT** ***€ 1.100,00 + IVA***

Impianti serigrafici (lamina top) **FORFAIT** ***€ 220,00 + IVA***
Programma Linea **FORFAIT** ***€ 150,00 + IVA***
Xray documentato su connettori Samtec ***€ 200,00 + IVA***

TOTALE € 2.550,00 + IVA

Conclusions

- ***Manpower*** disponibile per QA tests: Catania-Cosenza-Salerno
- ***Laboratori*** attrezzati e operativi: Cosenza e Salerno
- SiPM setup utile per attrarre studenti *(“tirocinio”+lab course+possibili tesi)*
- Protocollo QA in definizione e preparazione dei siti in circa 1 anno
- South hub per effettuare ***QA tests in parallelo***
- Replica del set up utile come backup (TS)
- *Design e realizzazione a Bologna di una scheda di test per il QA*
- ***Mass production*** and QA is expected to be from ~mid-2028 to mid-2030
- QA stations must be ready and validated by ~ mid-2027
- Summary richieste nell’ultima slide

Summary richieste

Capitolo	Sede	Descrizione	Richiesta	Note
Consumo	Cosenza	Materiale per airbox autoprodotta	6k€ sj all'attività di SA	Include materiale per box e dewar
Consumo	Cosenza	Consumo ordinario, cavetteria, ecc	1k€	
Consumo	Salerno	Consumo ordinario, cavetteria, ecc	1k€	
Consumo	Bologna	Sviluppo e realizzazione scheda di test per carrier SiPM	10k€	
Consumo	Trieste	installazione per test SiPM e metabolismo di laboratorio	3k€	
Inventario	Cosenza	Banco da lavoro per setup QA SiPM	1k€	
Inventario	Cosenza	Armadio a secco per matrici SiPM	2k€	
Inventario	Cosenza	Etichettatrice ecc per produzione	1k€ sj	
Inventario	Salerno	Banco da lavoro per setup QA SiPM	1k€	
Inventario	Salerno	Armadio a secco per matrici SiPM	3k€	
Inventario	Salerno	Source-meter per misure QA delle carrier SiPM	10k€	
Missioni	CS-CT-SA-TS	Attività collaborazione per QA setup a CS e SA	8k€ (2k€ per sede)	
Totale	CS-CT-SA-TS		47k€ (di cui 7k€ sj)	