

---

***WP5***  
***Radiation hardness***

---

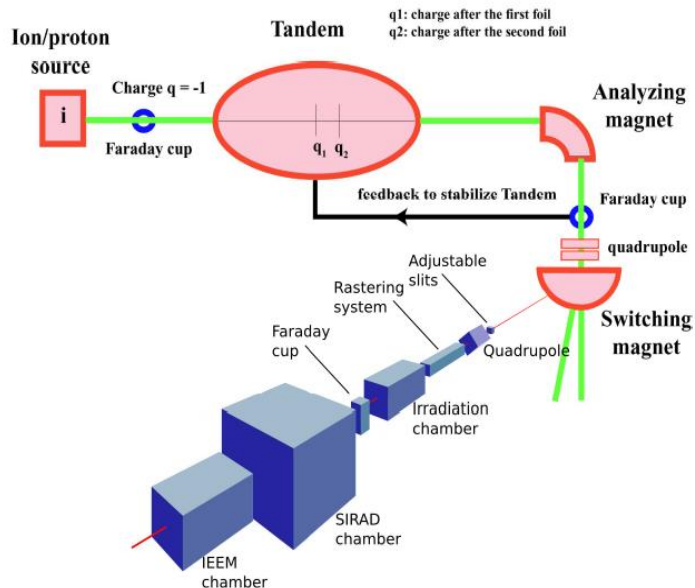
Serena Mattiazzo

SEE test plan 13/1/2022

# Stato della X-ray facility

- La macchina è attualmente ferma da metà novembre
  - Problemi al circuito di interlock della macchina
    - Relè da acquistare
  - Problemi al chiller
    - Elettrovalvola da cambiare (da verificare se la stessa è ancora in commercio)
- Ora che si possono nuovamente fare acquisti questa è LA priorità
- Coda di irraggiamenti cancellati a fine 2021 da recuperare
  - in ordine temporale e da decidere come riallocare non appena saremo attivi
    - ARCADIA (1 settimana)
    - Falaphel (2-3 settimane)
    - DEI (2-3 settimane)

# Single Event Effect a LNL



- Gli irraggiamenti si svolgono presso la facility SIRAD installata al Tandem dei LNL
- Linea è nella sala sperimentale 1, a  $+70^\circ$
- Irraggiamenti in vuoto ( $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  mbar)

# La facility SIRAD LNL

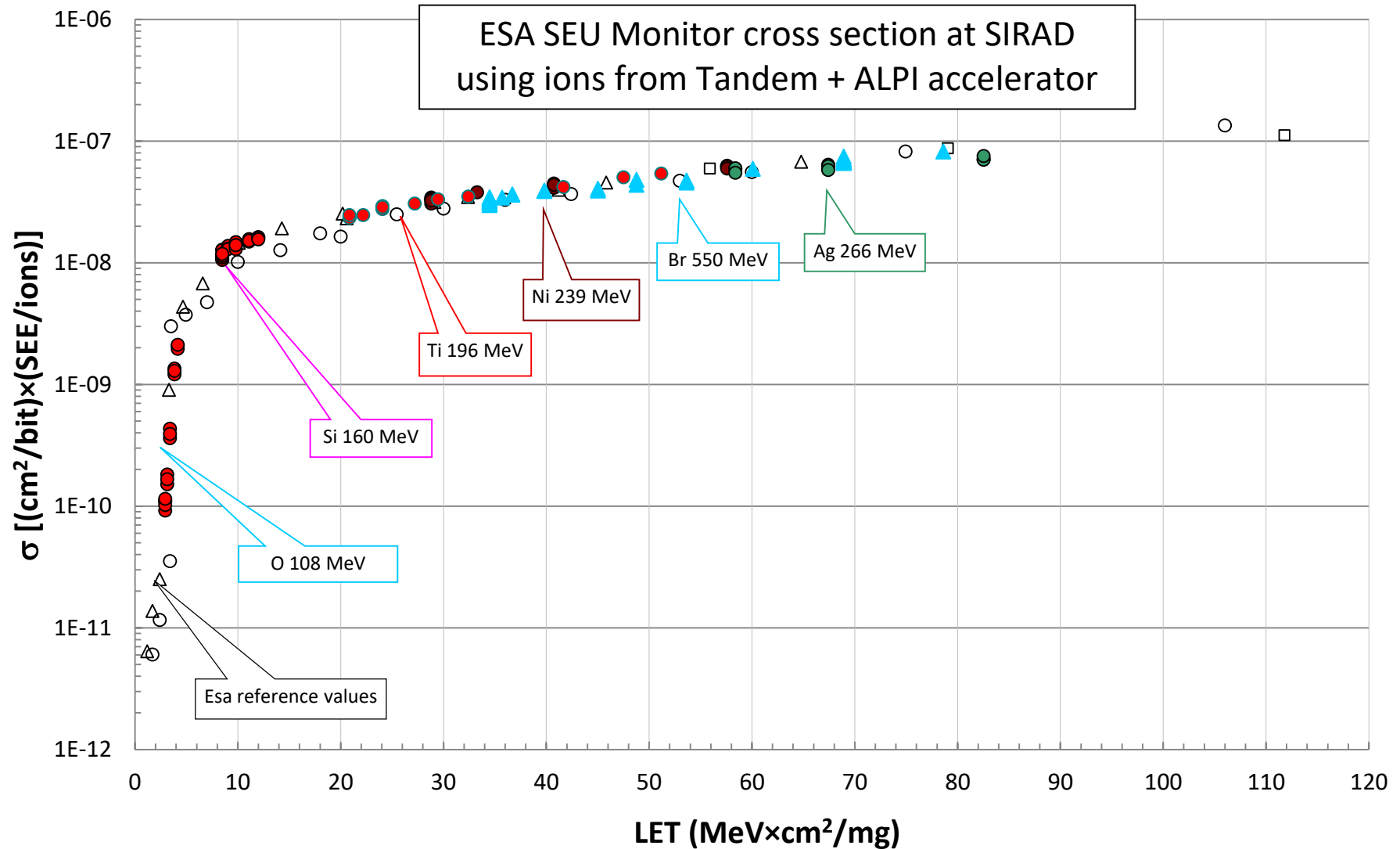
- Questa è la lista degli ioni che possono essere accelerati a SIRAD
- Le energie riportate si riferiscono al Tandem operativo alla massima tensione (14 MV) e allo stato più probabile di carica con 2 stripper
- Il range e la LET superficiale sono calcolati in Si con SRIM

1<sup>st</sup> multi-source  
(<sup>19</sup>F, <sup>35</sup>Cl, <sup>79</sup>Br, <sup>127</sup>I)

2<sup>nd</sup> multi-source  
(<sup>16</sup>O, <sup>28</sup>Si, <sup>58</sup>Ni, <sup>107</sup>Ag)

Ion Species	Energy [MeV]	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	Rigidity [T·m]	Range in Si [μm]	Surface LET in Si [MeV×cm <sup>2</sup> /mg]
<sup>1</sup> H	28	1	1	0.77	4340	0.02
<sup>7</sup> Li	56	3	3	0.95	376	0.37
<sup>11</sup> B	80	4	5	0.86	185	1.13
<sup>12</sup> C	94	5	6	0.81	164	1.53
<sup>16</sup> O	108	6	7	0.86	107	2.95
<sup>19</sup> F	122	7	8	0.87	95	3.90
<sup>28</sup> Si	157	8	11	0.87	61	8.58
<sup>32</sup> S	171	9	12	0.89	54	11.1
<sup>35</sup> Cl	171	9	12	0.93	50	12.7
<sup>48</sup> Ti	196	10	14	1.00	40	20.9
<sup>51</sup> V	196	10	14	1.03	38	22.6
<sup>58</sup> Ni	220	11	16	1.02	37	29.4
<sup>63</sup> Cu	220	11	16	1.06	34	31.9
<sup>74</sup> Ge	231	11	17	1.11	33	36.9
<sup>79</sup> Br	241	11	18	1.10	33	41.8
<sup>107</sup> Ag	266	12	20	1.21	29	58.4
<sup>127</sup> I	276	12	21	1.28	30	65.4
<sup>197</sup> Au	275	13	26	1.52	26	79.1

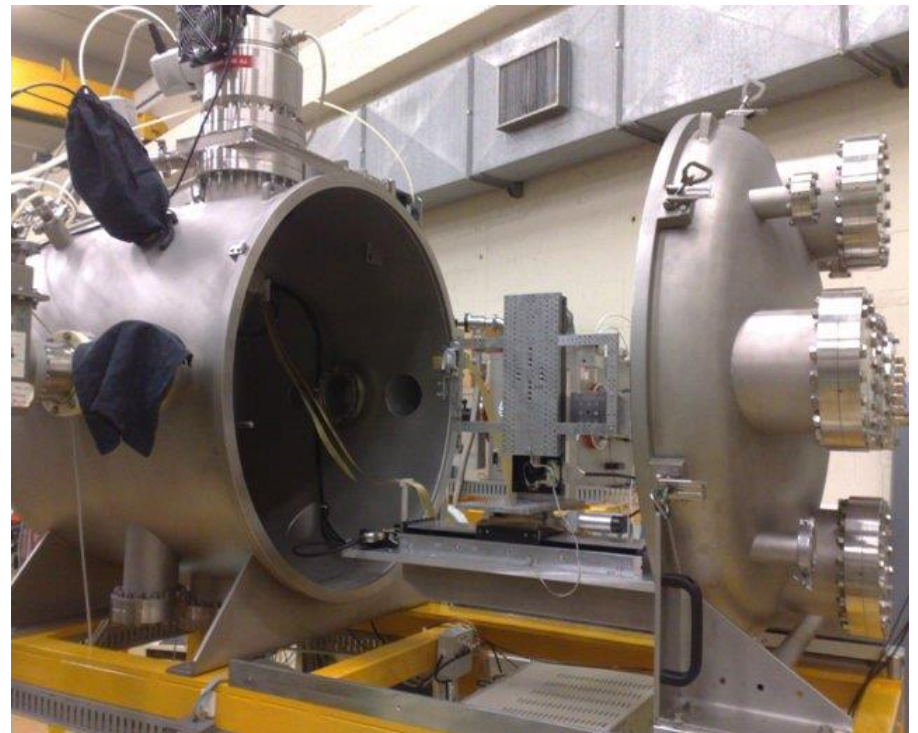
# Cross section measurement at SIRAD



# Caratteristiche tecniche: la camera



- Diameter            80 cm
- Depth:                80 cm

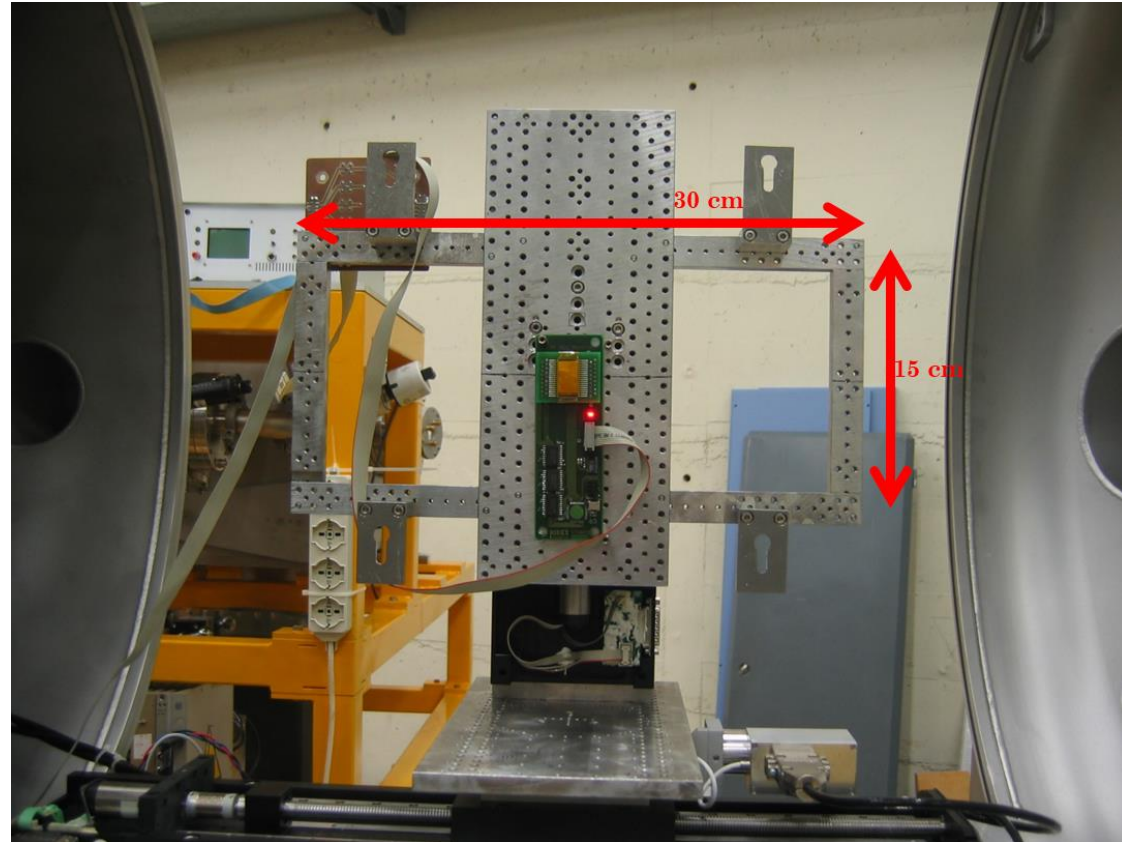




# Caratteristiche tecniche: il portacampioni

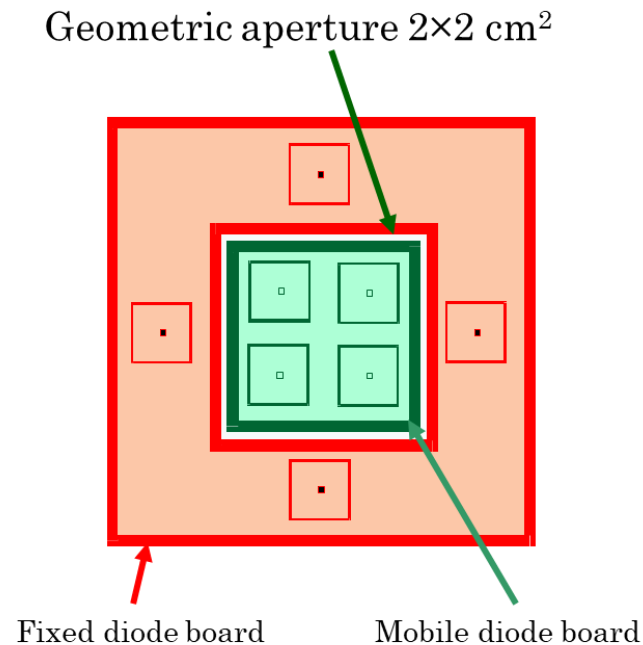
## Motorized sample holder

Horizontal transl.	30 cm
Vertical transl.	15 cm
Resolution	10 $\mu\text{m}$
Rotation axis	+/-80° (1° steps)



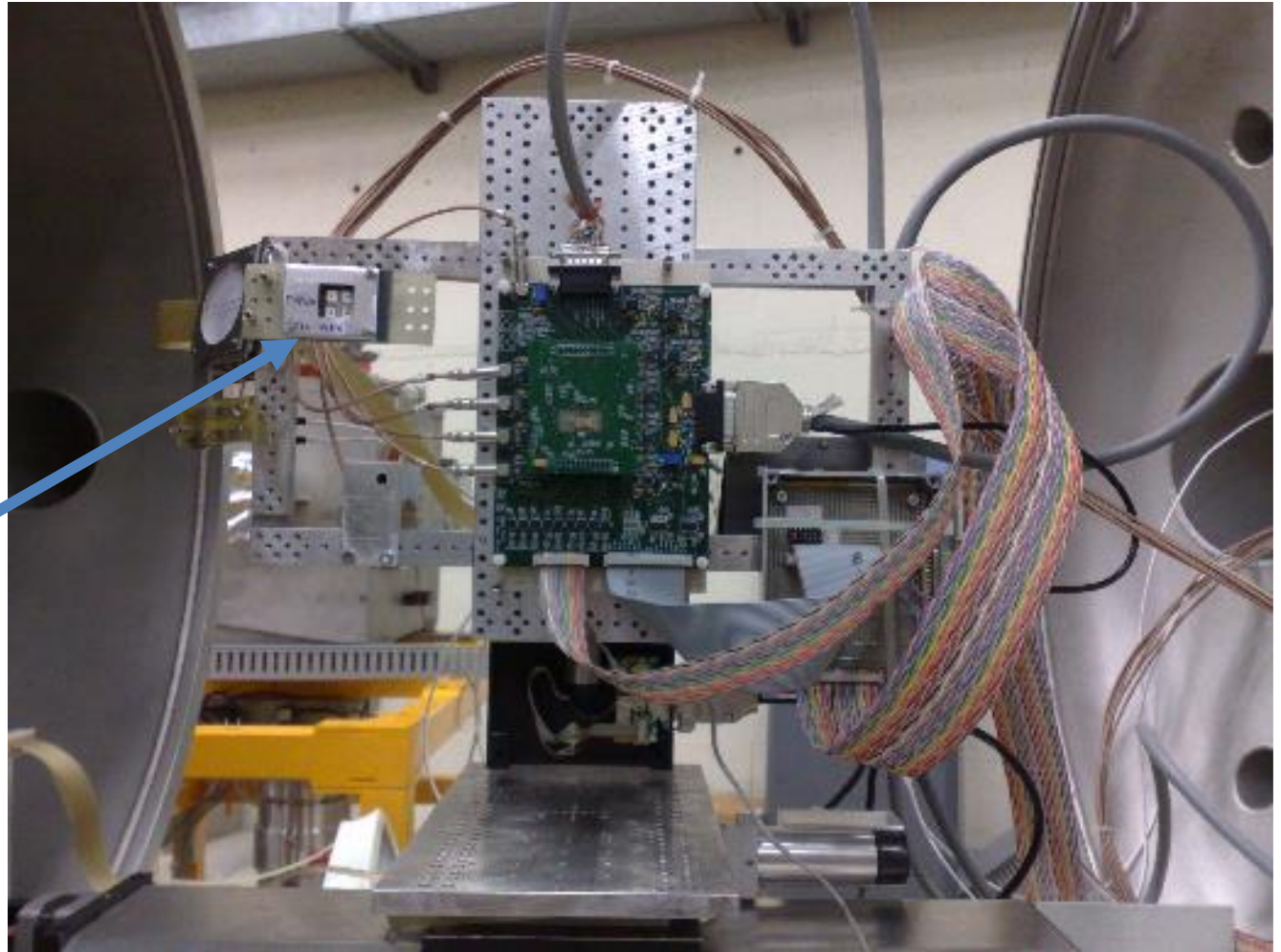
# Caratteristiche tecniche: la dosimetria

- A low ion beam flux is measured by 8 **silicon diodes** with  $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$  area and  $300 \text{ }\mu\text{m}$  thickness, connected to a dedicated read-out electronic and computer-controlled data acquisition system:
- Beam flux
  - uniformity: better than 10% on the device under test area;
  - range:  $10 - 5 \times 10^5 \text{ ions/cm}^2 \times \text{s}$ .



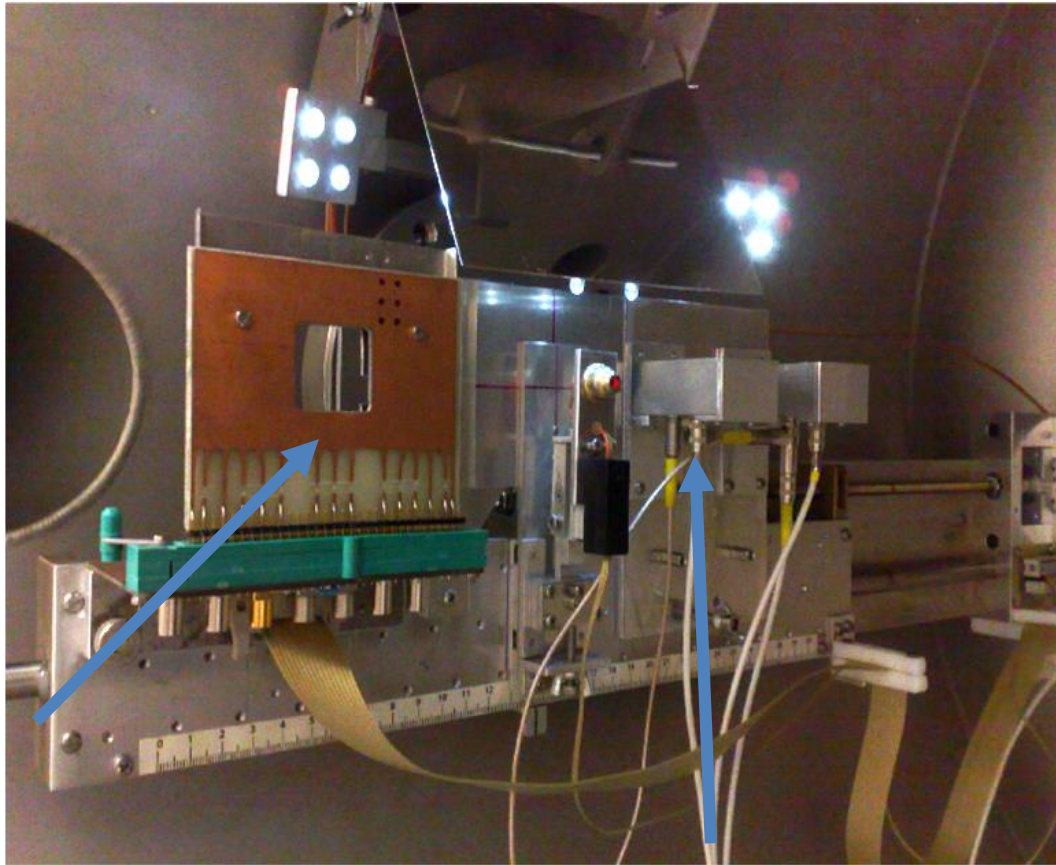


# Caratteristiche tecniche: la dosimetria



Mobile PIN Silicon  
diodes board

# Caratteristiche tecniche: la dosimetria



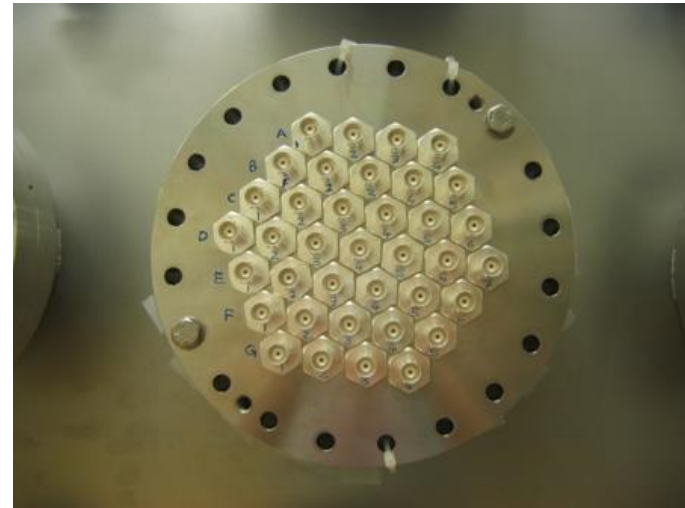
Fixed PIN Silicon  
diodes board

Faraday cup

# Caratteristiche tecniche: le flange



2 connectors D-sub  
with 50 pins



38 BNC connectors





# Proposal

- La deadline per chiedere il tempo fascio è il **21 gennaio 2022**
- Il fascio sarà disponibile in questi periodi
  - Da Aprile a Luglio 2022
  - Da Ottobre a Dicembre 2022
- In fase di Proposal ci verrà chiesto di specificare i periodi preferiti e quelli da escludere
- La sottomissione è da fare online alla pagina <https://www1.lnl.infn.it/~tandem/TACall.html>
  - Due file da caricare (abstract + corpo del Proposal)
  - Alcune info da inserire (tipi di fascio, correnti, etc)
- C'è poi una prima revisione (fattibilità tecnica) interna ai LNL
- A seguire la valutazione vera e propria da parte del Program Advisory Committee (PAC)
  - Presentazione orale (10 minuti + 10 minuti di discussione)

# Proposal

- Il proposal è composto da:
  - un **abstract** (max 1 pagina) con
    - Titolo del Proposal
    - Setup sperimentale da usare
    - Spokeperson(s)
    - Autori
    - Breve descrizione dell'esperimento
  - Un **body** (max 5 pagine) con
    - Le motivazioni scientifiche dell'esperimento
    - La descrizione dell'esperimento che vogliamo fare a Legnaro
    - I dettagli tecnici della richiesta di fascio (tensione della macchina, energia e specie ioniche, tipo di fascio, correnti, etc)
- E' disponibile un Template in LATEX che ho reso disponibile in Overleaf così possiamo metterci mano tutti:  
<https://it.overleaf.com/8185135283hcvpvbtwxskb>



# Accesso ai LNL

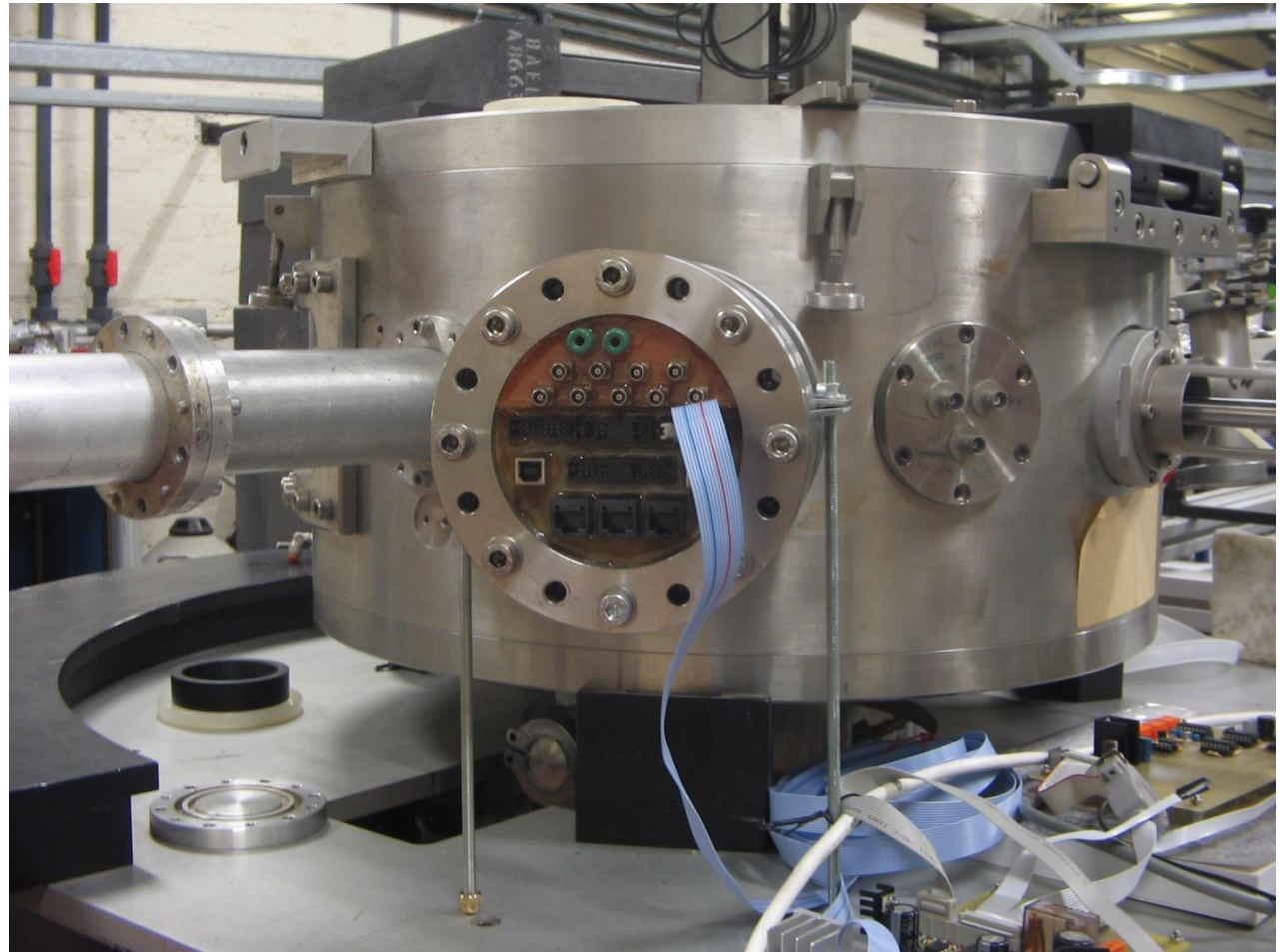
- Vi lascio qui (per riferimento futuro) il link da seguire per ottenere l'accesso ai LNL: <https://www.lnl.infn.it/en/access-to-lnl/>
- Servono
  - Il registration form
  - L'autorizzazione dell'Istituzione di appartenenza
  - Copia della scheda di Radioprotezione
  - Aver seguito il corso COVID
  - Un'autodichiarazione legata al COVID (non essere in quarantena, non avere sintomi, etc)

**DA MANDARE AI LNL ALMENO  
15 GIORNI PRIMA DEL TESTBEAM**



# Flangia

- 2 boccole per cavi a banana
- 8 (in realtà 9, ma uno non funziona) connettori LEMO;
- 3 connettori a 16 poli
- 1 connettore a 24 poli
- 3 connettori Ethernet
- 2 connettori USB





# SEE con protoni

Radiation	TID	Displacement (NIEL)	SEE
X-rays $^{60}\text{Co}$ $\gamma$	Expressed in $\text{SiO}_2$ Almost identical in Si or $\text{SiO}_2$	No	No
p	Equivalences in $\text{Si}^{\text{S}^{\dagger}}$ @60MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=13.8\text{krd}$ @100MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=9.4\text{krd}$ @150MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=7.0\text{krd}$ @200MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=5.8\text{krd}$ @250MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=5.1\text{krd}$ @300MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=4.6\text{krd}$ @23GeV $10^{11}\text{p/cm}^2=3.2\text{krd}$	Equivalences in $\text{Si}^{\text{S}^{\dagger}}$ @53MeV $1\text{p/cm}^2 = 1.25\text{ n/cm}^2$ @98MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.92\text{ n/cm}^2$ @154MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.74\text{ n/cm}^2$ @197MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.66\text{ n/cm}^2$ @244MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.63\text{ n/cm}^2$ @294MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.61\text{ n/cm}^2$ @23GeV $1\text{p/cm}^2 = 0.50\text{ n/cm}^2$	Only via nuclear interaction. Max LET of recoil in Silicon = $15\text{MeVcm}^2\text{mg}^{-1}$
n	Negligible	Equivalences in $\text{Si}^{\text{S}^{\dagger}}$ @1MeV $1\text{ n/cm}^2 = 0.81\text{ n/cm}^2$ @2MeV $1\text{ n/cm}^2 = 0.74\text{ n/cm}^2$ @14MeV $1\text{ n/cm}^2 = 1.50\text{ n/cm}^2$	As for protons, actually above 20MeV p and n can roughly be considered to have the same effect for SEEs
Heavy Ions	Negligible for practical purposes (example: $10^6$ HI with LET= $50\text{MeVcm}^2\text{mg}^{-1}$ deposit about 800 rd)	Negligible	Yes

<sup>†</sup> Energy here is only kinetic (for total particle energy, add the rest energy  $mc^2$ )

The equivalence is referred to "equivalent 1MeV neutrons", where the NIEL of "1MeV neutrons" is DEFINED to be 95 MeVmb. This explains why for 1MeV neutrons the equivalence is different than 1

