

Tandem e radioprotezione

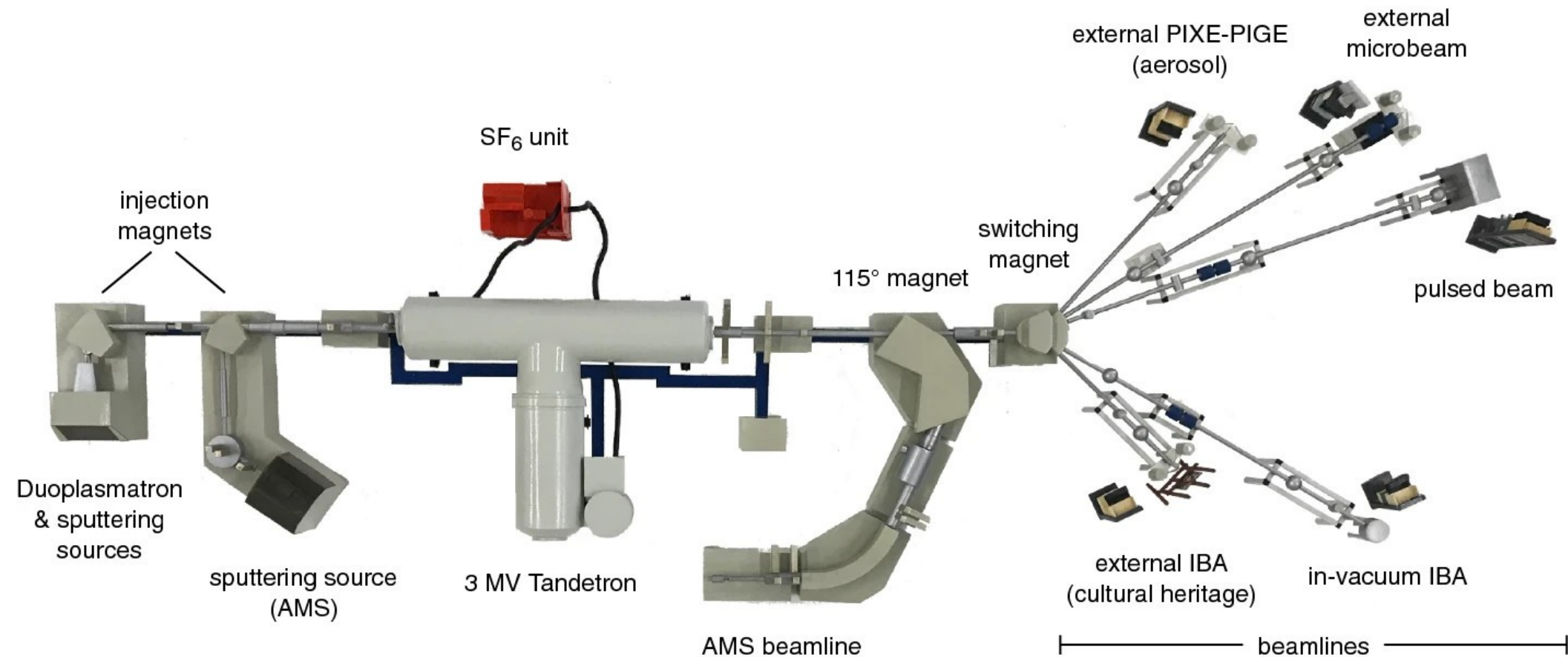
Mirko Massi

L'acceleratore del LABEC

3MV Tandetron dell'HVEE installato nel 2004

- 3 MV max tensione di terminale, generata da un moltiplicatore di tensione
- Stripping al terminale ottenuto con flusso di Ar, ricircolato da una pompa turbo
- Tubi di accelerazione, terminale di alta tensione e colonna di carica si trovano all'interno di una tank riempita con SF₆ a 7 atm
- Connessioni con flange ConFlat e guarnizioni in Cu e sistemi di pompaggio a secco composti da pompe turbo e preliminari Scroll (pressioni fino a 10⁻⁸ mbar)
- 3 sorgenti indipendenti di ioni negativi: 1 Duoplasmatron (ioni prodotti da sostanze gassose)
+ 2 a sputtering di ioni di Cs (ioni prodotti da un qualunque materiale solido)
- correnti di fascio estratte: fino al centinaio di uA dalla Duop., poche decine dalle sputtering

Schema dell'acceleratore con linee di fascio



Linee di fascio

- linea di spettrometria di massa (AMS) con sorgente a sputtering multicatodo dedicata e sistemi di analisi sia all'uscita dalla sorgente che dopo l'accelerazione (per misure di concentrazione di isotopi rari, principalmente radiocarbonio)
- 2 linee per misure di Ion Beam Analysis (IBA) in esterno
- 1 linea per misure di IBA in vuoto
- 1 linea con un sistema di deflessione elettrostatica per generare fasci pulsati
- 1 linea con un sistema di foccheggiamento forte per produrre microfasci in esterno (circa 10 μm)
- 1 linea per irraggiamento, in fase di allestimento

Principali attività all'acceleratore

- datazione con il metodo del radiocarbonio sulla linea AMS
- analisi IBA del particolato atmosferico raccolto su filtri
- irraggiamento controllato di ioni su materiali di interesse tecnologico
- analisi IBA su campioni di interesse per i beni culturali

Servizi per il funzionamento dell'acceleratore

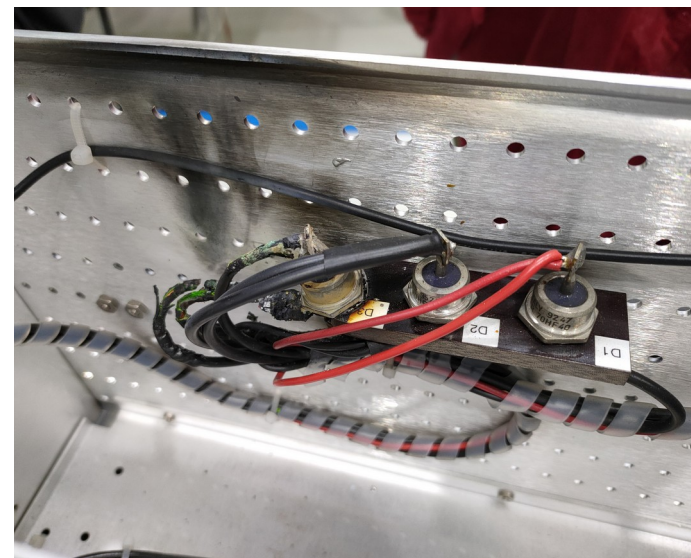
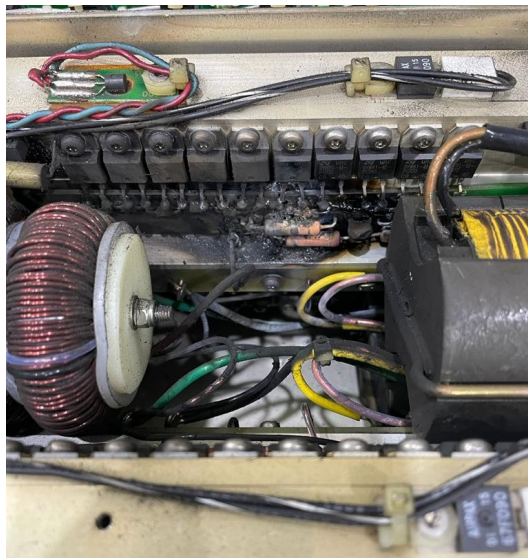
- potenza elettrica (UNIFI)
- climatizzazione (UNIFI)
- fluidi tecnici (UNIFI, INFN)
- illuminazione (UNIFI)
- arredi (UNIFI, INFN)
- pulizie (UNIFI)
- reti di comunicazione (UNIFI, INFN)
- sistema di radioprotezione e controllo accessi (INFN)



Note sullo stato dell'acceleratore - 1

Parti obsolescenti rischiano di fermare l'operatività dell'acceleratore per lunghi periodi di tempo. In HVEE si sta riducendo il personale esperto di macchine tipo la nostra

elettronica: componenti vicini al fine vita (molto più frequenti i *failure*), difficili da reperire sul mercato perchè datati.



Particolare criticità nelle schede del driver di caricamento della colonna del terminale.

Note sullo stato dell'acceleratore - 2

sistema di controllo hardware e software datati non più sostituibili

→ c'è bisogno dell'installazione di un nuovo sistema completo di schede di controllo e linee di trasmissione

Sistemi di vuoto: difficile sostenere una gestione completamente interna

→ stipulato contratto di manutenzione programmata pluriennale di tutte le pompe preliminari

→ in corso la stipula di un contratto simile per le turbo delle linee di fascio

Note sullo stato dei servizi - 1



fluidi tecnici

- *sistema aria compressa*: installazione linea per switch su compressore camere bianche INFN (quello UNIFI spesso in blocco) e sostituita l'intera rete di distribuzione
- SF_6 : importanti interventi di ripristino per degradazione del gas e fine vita del sistema per la sua gestione (installazione di un nuovo sistema di monitoraggio e ricircolo)
- *acqua di raffreddamento*: installazione in lab di sistema con chiller (chiller UNIFI spesso OFF)
- *liquido XLT* per raffreddamento elementi in tensione: linee integrate col Tandem a fine vita
- Ar e N_2 per rientri nell'acceleratore e ai canali e He per misure: installazione linee indipendenti per inefficienze di quelle esistenti
- Cs per le sorgenti: cambio fornitore perché HVEE ne cessa la vendita

Note sullo stato dei servizi - 2



climatizzazione: la stabilità della temperatura rimane una criticità nonostante l'intervento di installazione di un cappotto isolante finanziato da INFN

potenza elettrica: situazione attuale critica per frequenti black-out e sbalzi di tensione → con il servizio tecnico INFN di sezione è in corso la preparazione di un intervento finanziato da INFN per la messa in sicurezza dell'acceleratore (linea sotto UPS e gruppo elettrogeno dedicata)

rete di comunicazione: parte della LAN interna per gestione strumenti da ricablare

sistema di radioprotezione e controllo accessi: malfunzionamenti del “vecchio” sistema di registrazione rate di dose e di controllo accessi (al momento risolti) → nuovi sistemi di registrazione e visualizzazione dei rate di dose e di controllo accessi sviluppati in laboratorio (il primo già funzionante, il secondo pronto per i test finali)

Sistema di registrazione dei rate di dose

Il monitoraggio ambientale in tempo reale della radiazione è effettuato mediante 3 monitor di rate di dose gamma e neutroni dislocati all'interno della hall dell'acceleratore.

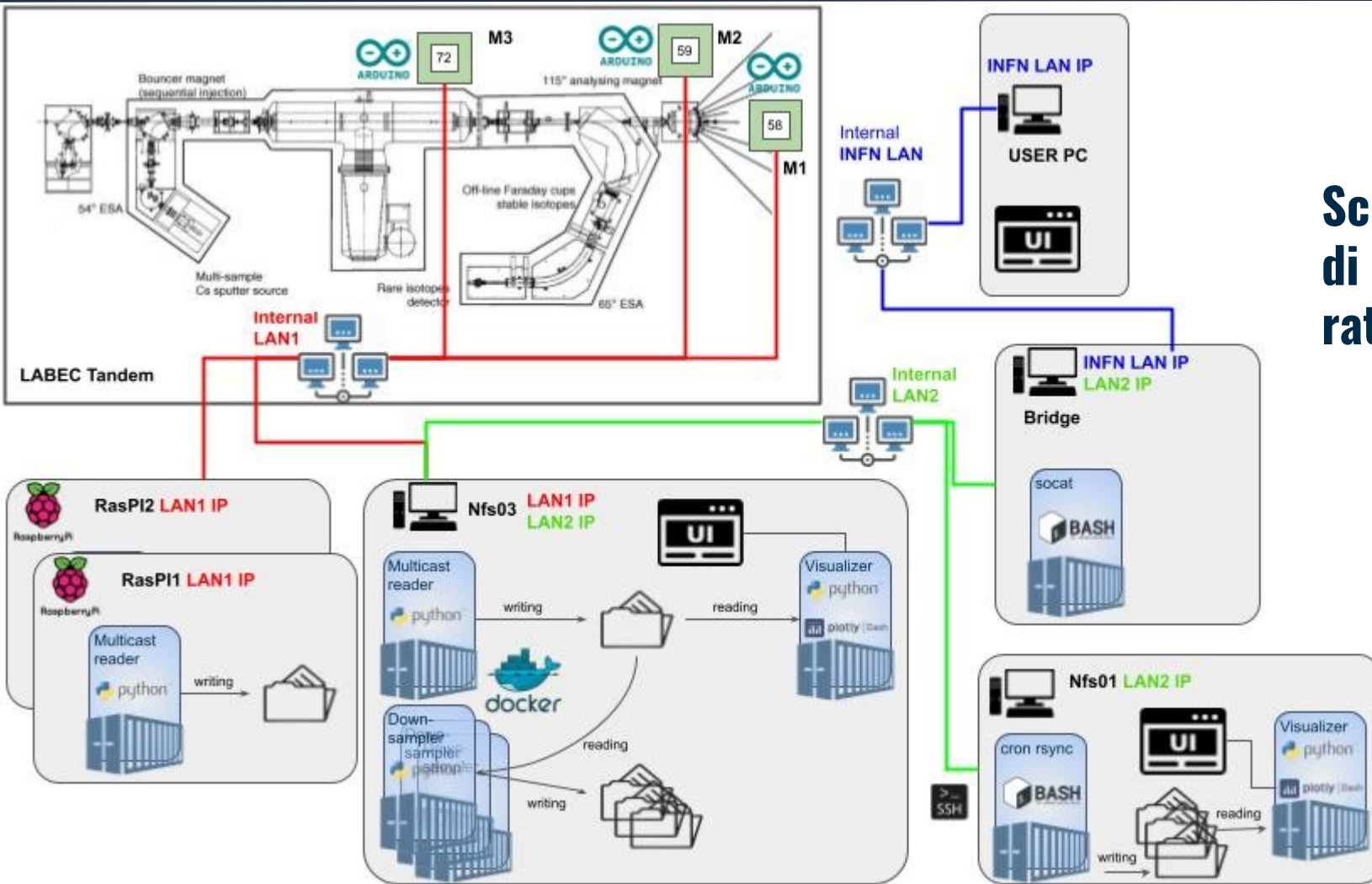
- schede Arduino comunicano via RS485 con i monitor per ricevere i dati e inviarli su una LAN interna

- un PC raccoglie i dati, li salva localmente e li visualizza (mini PCs Raspberry connessi alla rete servono da backup, è possibile visualizzare i dati sui MAC delle linee di fascio)

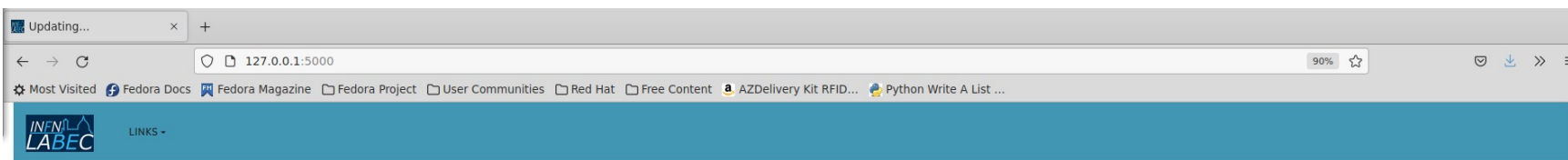
- un secondo PC collegato al primo esegue il backup dei dati ed è accessibile dalla rete esterna per la riletture e la visualizzazione dei dati salvati.



Schema del sistema di registrazione dei rate di dose



Visualizzazione dei dati in tempo reale

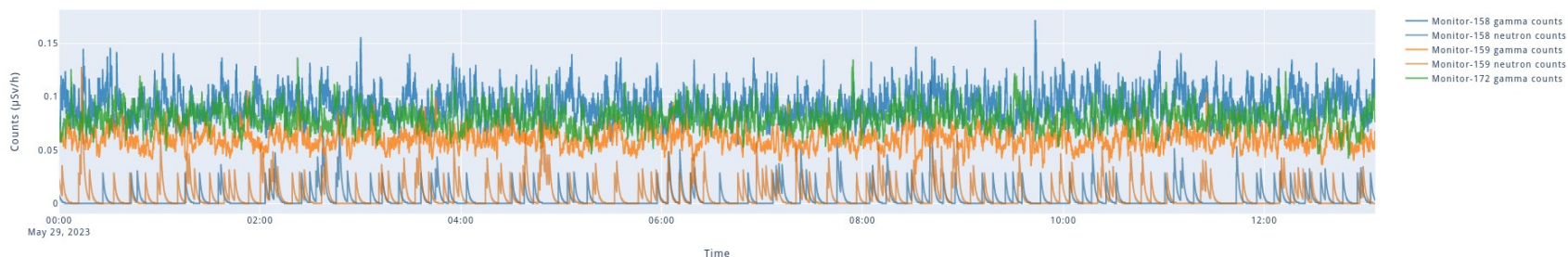


RADIOPROTECTION LABEC

Real-time Monitors Counts (last 30 minutes)



Real-time Monitors Counts (last 24 hours)



Nota Software
sviluppato in
microservizi e
pronto per poter
essere utilizzato
come servizio su
cloud

Rilettura e visualizzazione dei dati salvati

← → ↻ Non sicuro | 172.16.11.4:15902

INFN LABEC LINKS ▾

OPEN AND VISUALISE OLD MONITOR COUNTS DATA

OPEN FROM REMOTE

2023 05 02
→
2023 05 10

10min × ▾

GET GRAPH

OPEN FROM YOUR PC

Drag and Drop or Select Radiation monitor dataframe File(s) (.csv)

Monitors Counts for opened files



Counts (µSv/h)

Time

- Monitor-158 gamma counts
- Monitor-158 neutron counts
- Monitor-159 gamma counts
- Monitor-159 neutron counts
- Monitor-172 gamma counts

DOWNLOAD OPENED FILE (.CSV)

⏪ ⏩

Nota Il software consente anche una ricerca dei file con valori di rate di dose superiori a una certa soglia

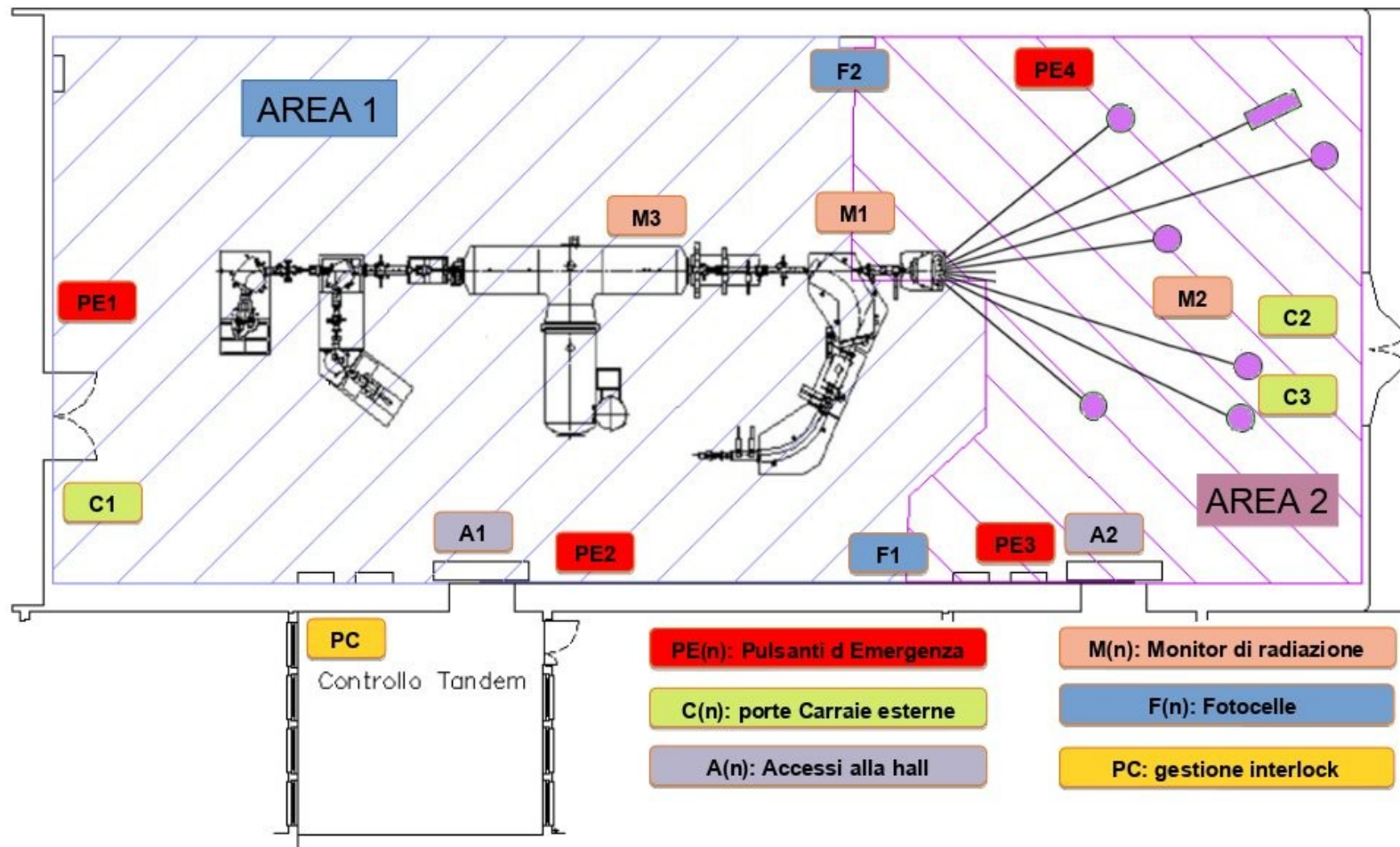
Sistema di controllo degli accessi

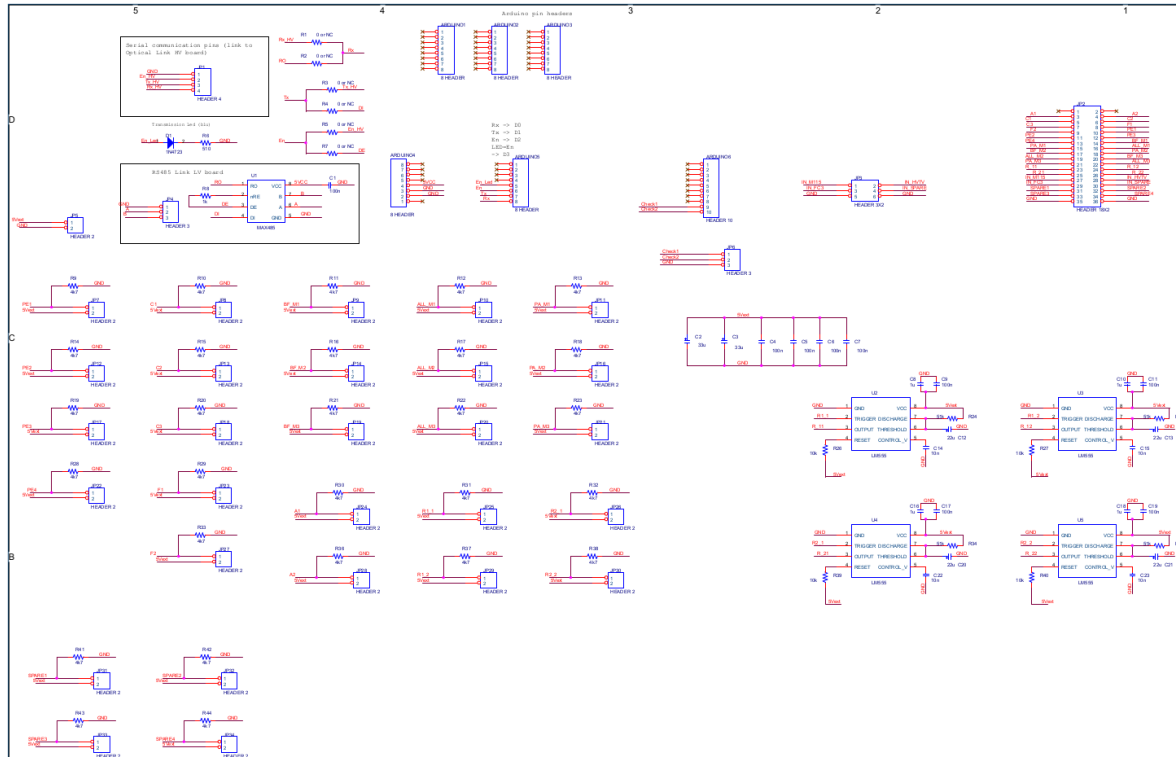


Microcontrollori Arduino gestiti da un PC ricevono i segnali dai sensori che monitorano le aree e gli accessi nella hall e lo stato dei monitor di radiazione e abilitano o meno la tensione di terminale e il beam-stopper.

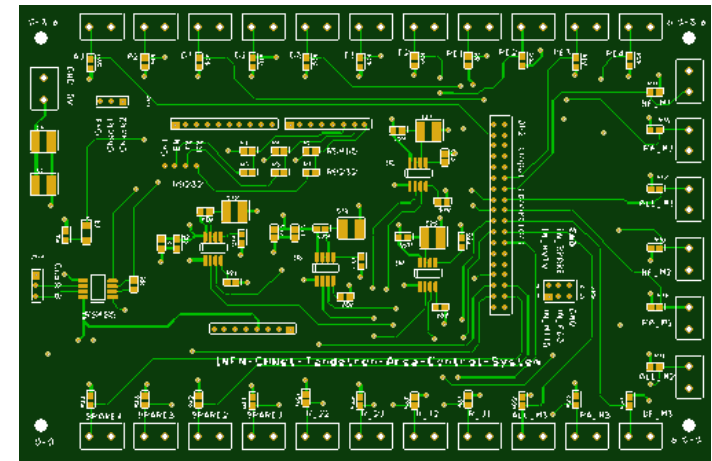
- installati e cablati tutti i sensori
- realizzate le schede di controllo
- implementati e testati il programma di controllo e i firmware degli Arduino
- completati i cablaggi e il sistema provvisorio di switch dal vecchio al nuovo (richiesto dall'esperto qualificato)

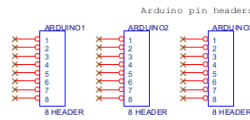
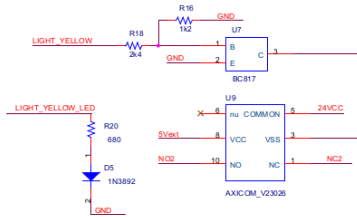
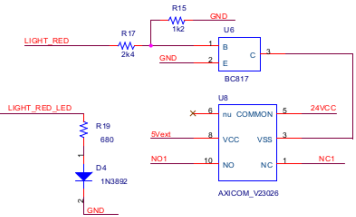
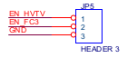
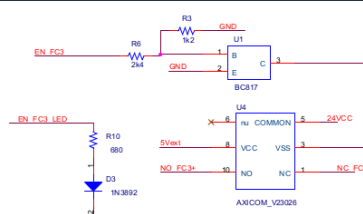
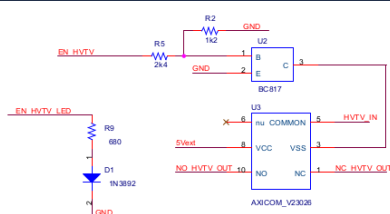
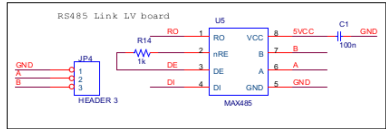
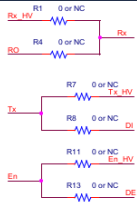
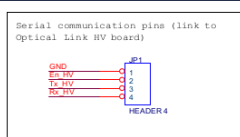
Schema del sistema di controllo accessi



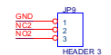
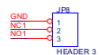
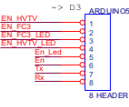
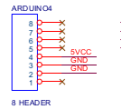


Scheda di ricezione segnali

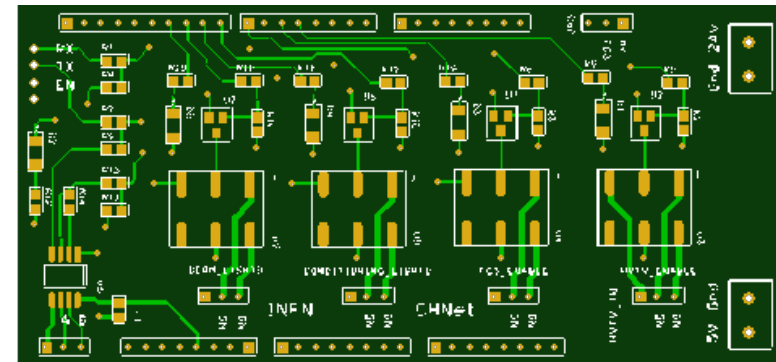


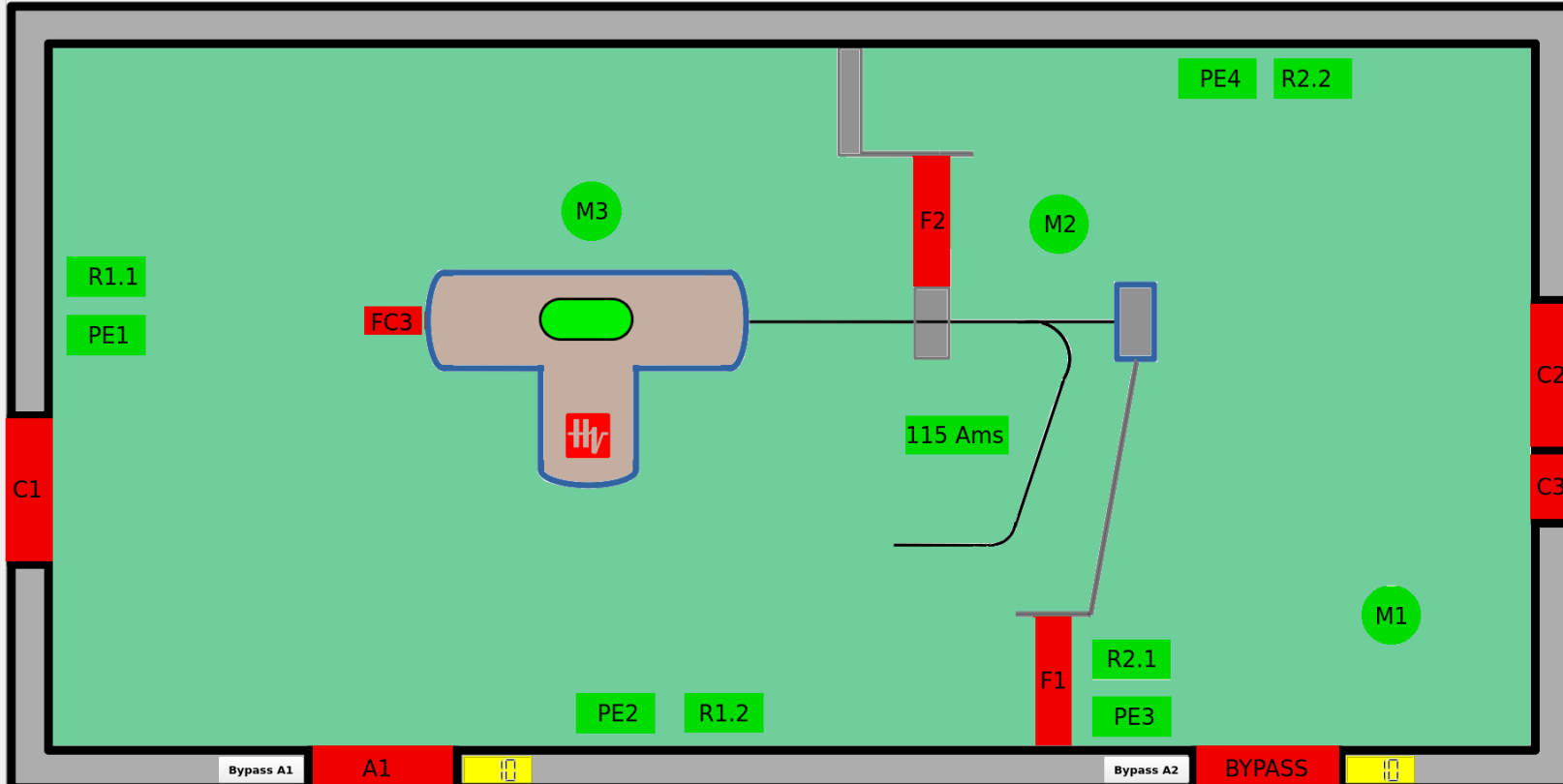


Rx -> D0
Tx -> D1
En -> D2
LED-En -> D3



Scheda per la gestione delle abilitazioni





Programma di controllo

SystemRecovery@ShutDown Dev. Simulator ON/OFF Enable_FC3

Interlocks Active -> System OFF Failure of device Cycle length (ms) 65 RS485 link OFF

BF Alarm 60 time to TV shutdown
 Monitor Alarm 60 time to TV shutdown
 Monitor Pre-Alarm 30 time to FC3 insertion

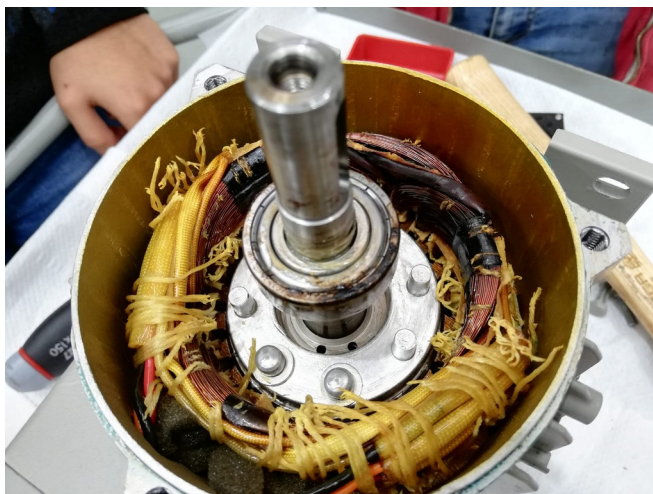
A1	C1	F1	PE1	PE3	M1BF	M2BF	M3BF	R1_1	R2_1
<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
A2	C2	F2	PE2	PE4	M1PA	M2PA	M3PA	R1_2	R2_2
<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
Write	C3	M115	HVTV	FC3	M1AL	M2AL	M3AL	<input checked="" type="checkbox"/> Win On Top	
	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> OUT <input type="radio"/> IN	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	<input type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF		

simulatore

Operatività acceleratore - 1

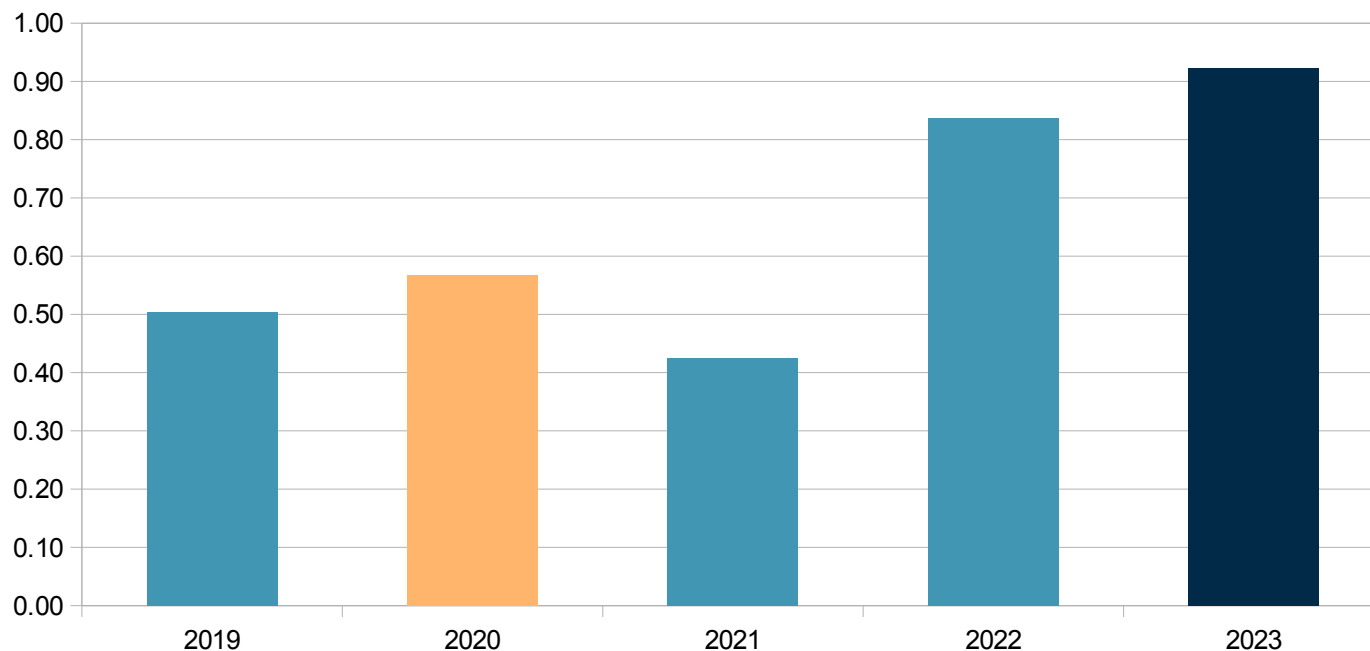
Operatività attuale confrontata con gli ultimi anni e normalizzata ai giorni di effettiva utilizzabilità (informazioni ricavate dal calendario turni)

- 2019: riparazione elementi dentro la tank e danni apparato gestione del SF₆



- 2020: Covid

Operatività Tandem (normalizzata)



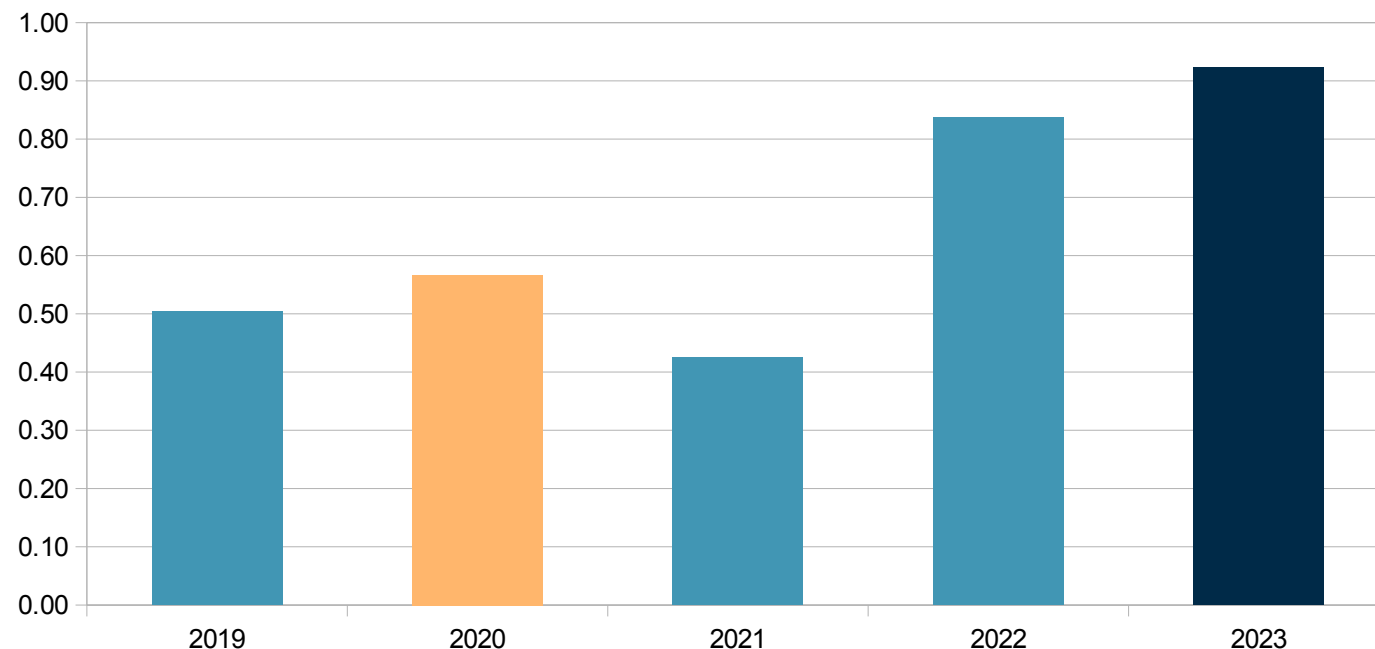
Operatività acceleratore - 2

- 2021: lavori impianto aria compressa e SF₆, modifiche funzionalità “vecchio” sistema di radioprotezione e lavori per il nuovo, riparazione per danni da black-out
- 2023: proiezione in base allo stato attuale

Considerazioni:

- nell'ultimo periodo failure gestibili in tempi ragionevoli
- buon livello di utilizzo del Tandem
- alta probabilità di gravi *failure* (maggiori criticità: elettronica per caricamento colonna e sistema di controllo)

Operatività Tandem (normalizzata)



Considerazioni conclusive

- nonostante i frequenti *failure*, al momento la situazione del Tandem è sotto controllo (grazie soprattutto alla competenza e all'esperienza del nucleo "storico" del gruppo)
- molto alto il rischio di gravi e prolungati *failure*
- il livello attuale di utilizzo dell'acceleratore è elevato



Proposta di progetto di *upgrade* dell'acceleratore per superare le attuali criticità e consentire maggiore utilizzabilità