

Camere Monitor per fasci di alta intensità

WP 7 (INFN-RDH) Detector for high intensity beam
M 6 (INFN-IRPT) New TERA chip development

R. Cirio, F. Fausti, L. Fanola Guarachi, S. Giordanengo, F. Marchetto, G. Mazza, V. Monaco, **R. Sacchi**, A. Vignati

INFN e Università di Torino



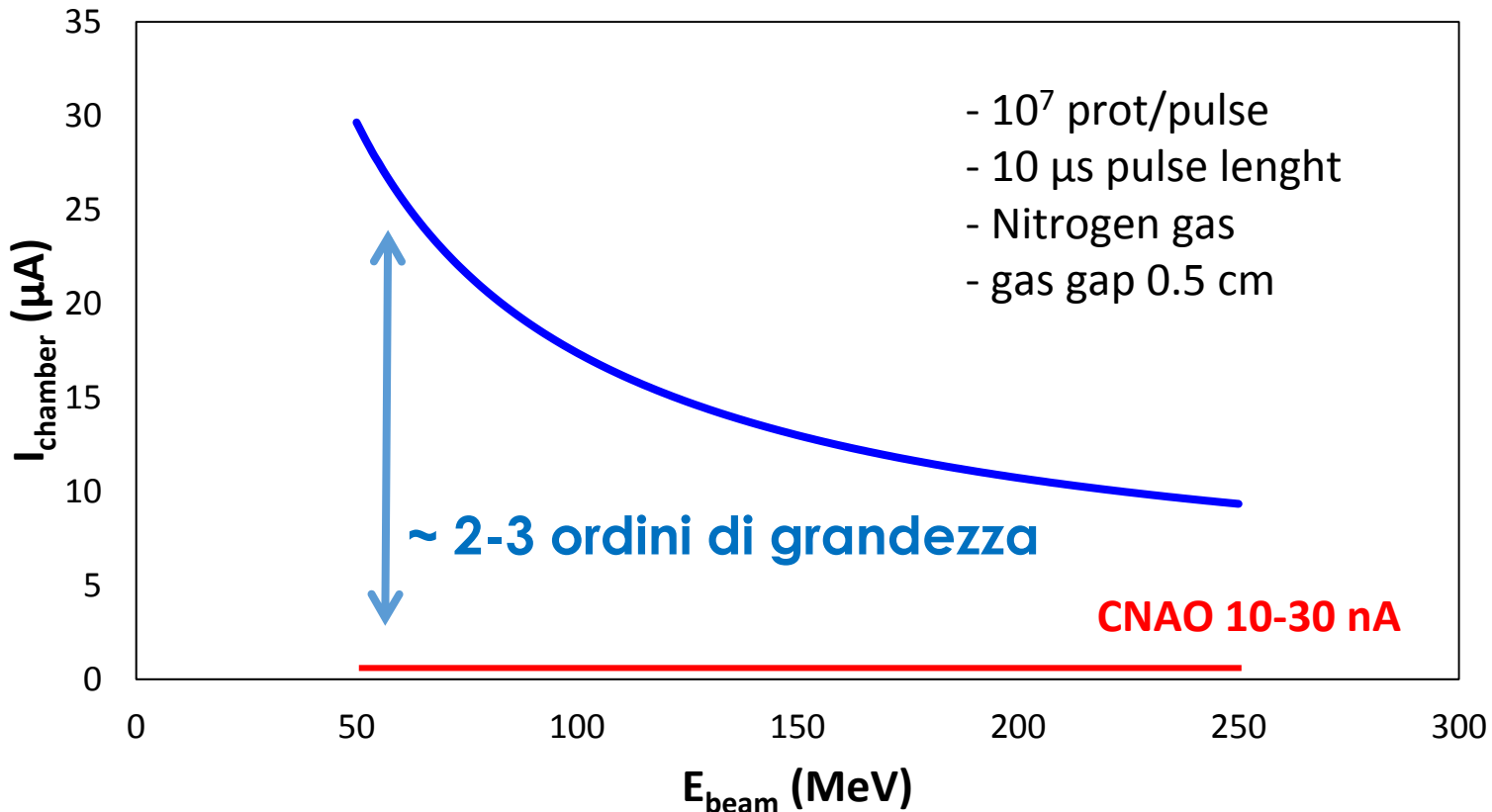
Fasci di elevata intensità

- Acceleratori di nuova generazione a fasci pulsati
 - Sincrociclotroni, Accel. lineari, Cyclinacs, FFAGs, ...
 - Acceleratori Laser Driven
- Nuove modalità di trattamento ipofrazionato

Typical Characteristics for high flux pulsed charged particle beams	
Pulse frequency (kHz)	0.2 – 1
Pulse Length (μ s)	5 – 20
Number of particles per pulse (prot/pulse)	10^7 - 10^8
Instantaneous Intensity (prot/s)	10^{12} - 10^{14} ($\sim\mu$ A)

Fasci di elevata intensità

Intensità di corrente raccolta nella camera vs. E_{beam}



- alta densità di ionizzazione \rightarrow inefficienza di raccolta
- saturazione dell'elettronica di FE

Efficienza di raccolta

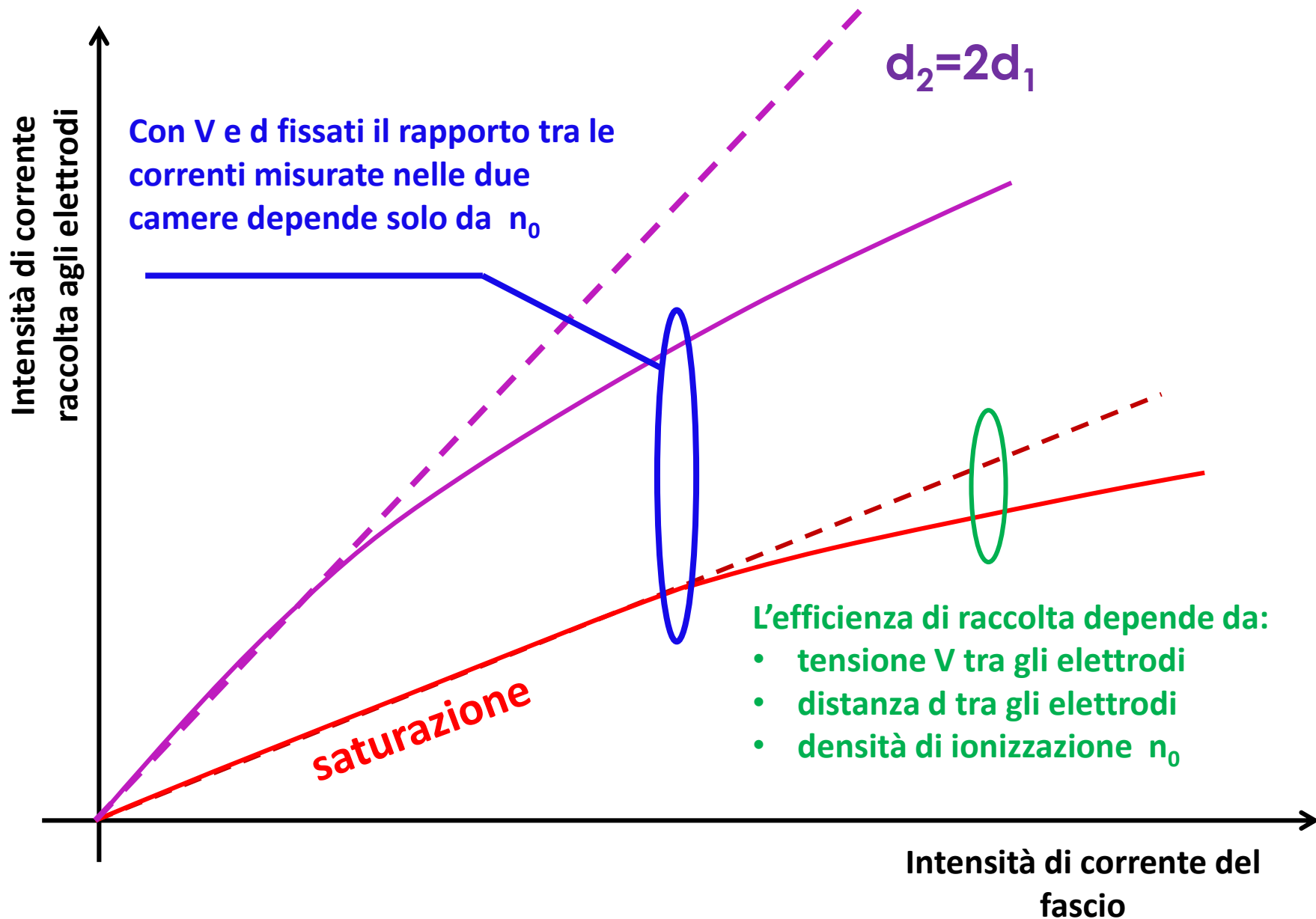
Ricombinazione **iniziale e colonnare**

- ricombinazione tra cariche generate lungo la traccia
- non dipende dal dose rate
- corretta attraverso calibrazione dosimetrica delle camere
- teoria di Jaffe

Ricombinazione **di volume**

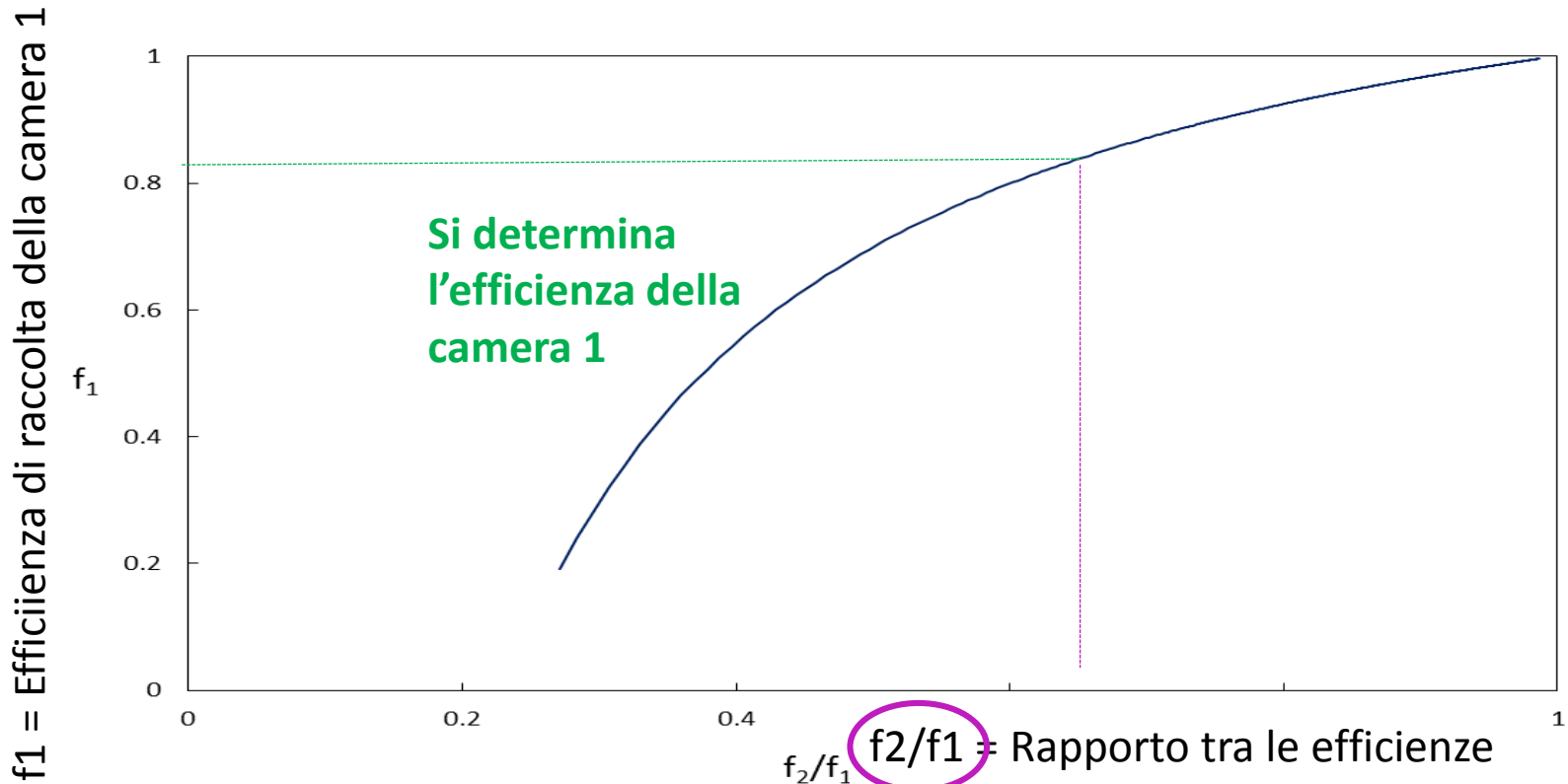
- ricombinazione tra cariche generate da tracce vicine
- dipende dal dose rate, quantità che si vuole misurare !
- diverse parametrizzazioni in letteratura, (Boag, Wilson, Townsend...)
- In generale
 - cresce all'aumentare della densità di ionizzazione nel gas
 - diminuisce al crescere del rapporto $E/d=V/d^2$

Rivelatore a doppio gap



Rivelatore a doppio gap

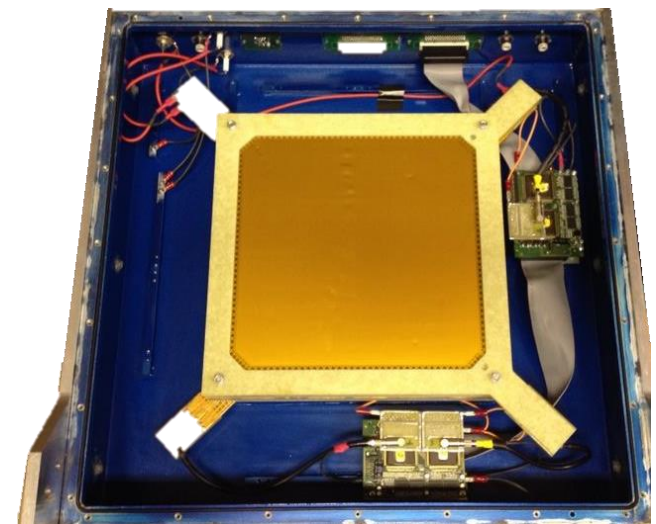
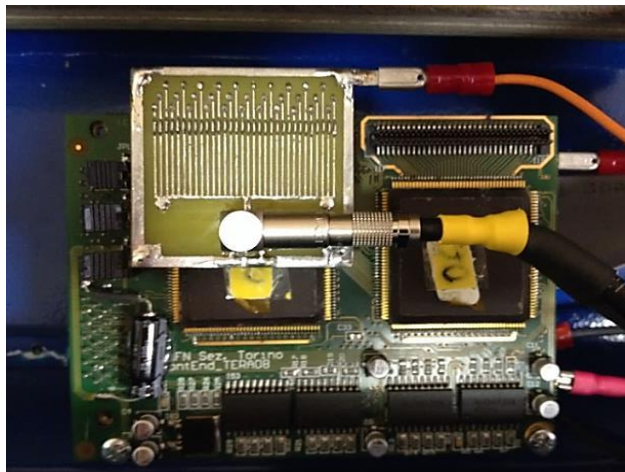
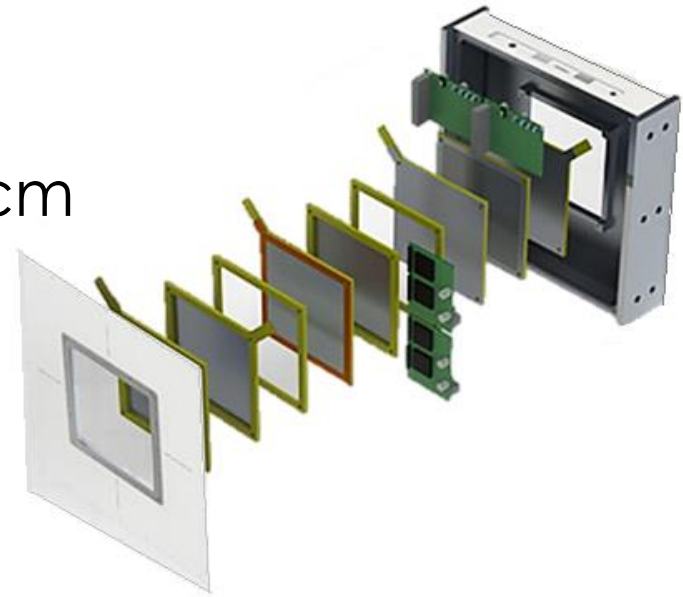
- relazione univoca tra efficienza f_1 e rapporto f_2/f_1
- determinabile sperimentalmente



E' dato dal rapporto
(normalizzato per le distanze)
tra le correnti delle 2 camere

Rivelatore Multi-Gap

- 3 IC con anodi e catodi indipendenti, gap da 0,5 - 1 - 1,5 cm
- Elettronica di lettura basata su front-end TERA08 modificato



Caratterizzazione del rivelatore

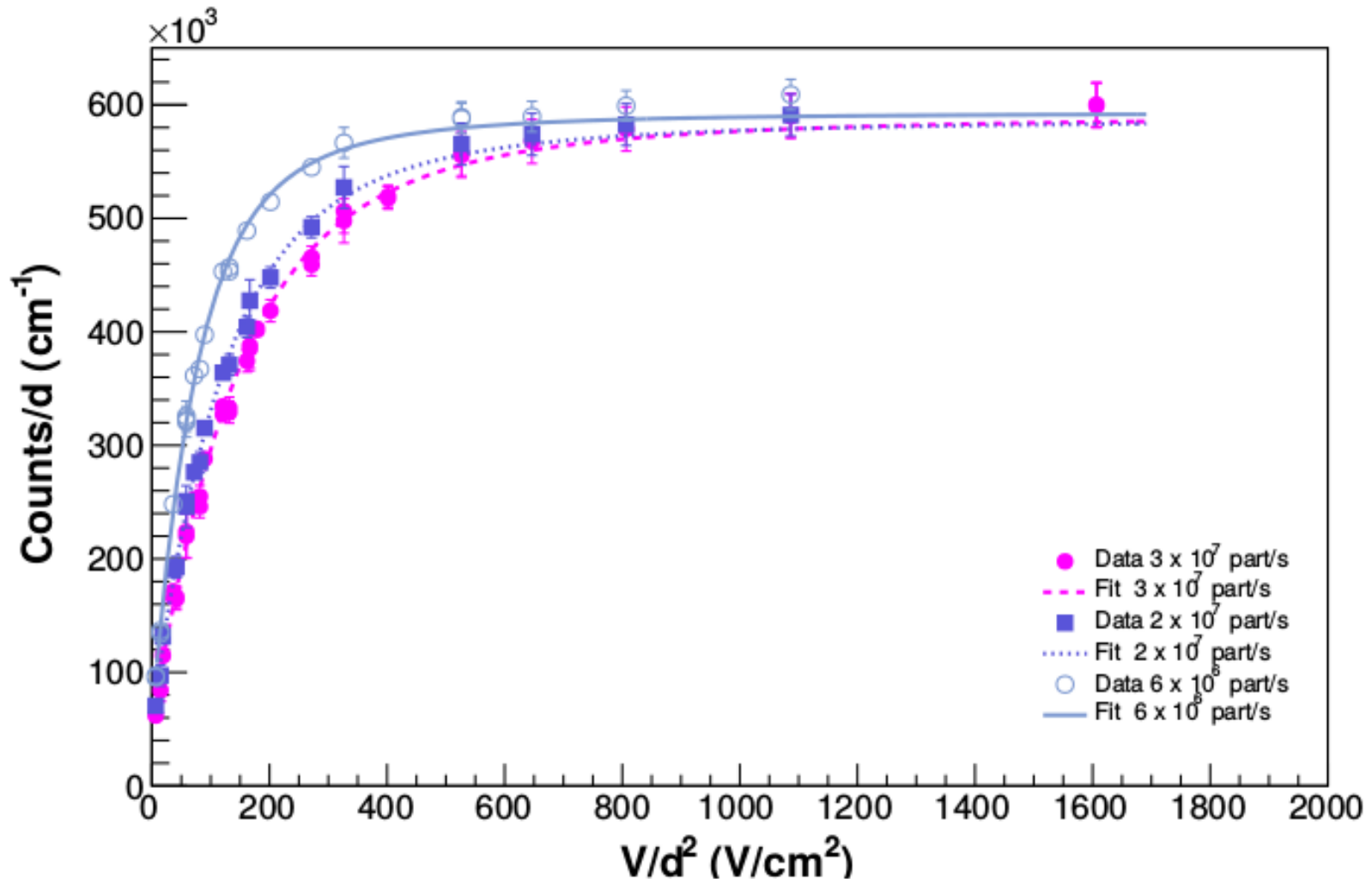
- Carbon Ion Beam 120 MeV/u @ CNAO
- Proton Beam at Bern University Hospital (Cyclotron of 15MeV)
- Fascio pulsato @ CATANA (62 MeV)

Nota:

Efficienza determinata variando la tensione e fittando i dati con modelli di ricombinazione

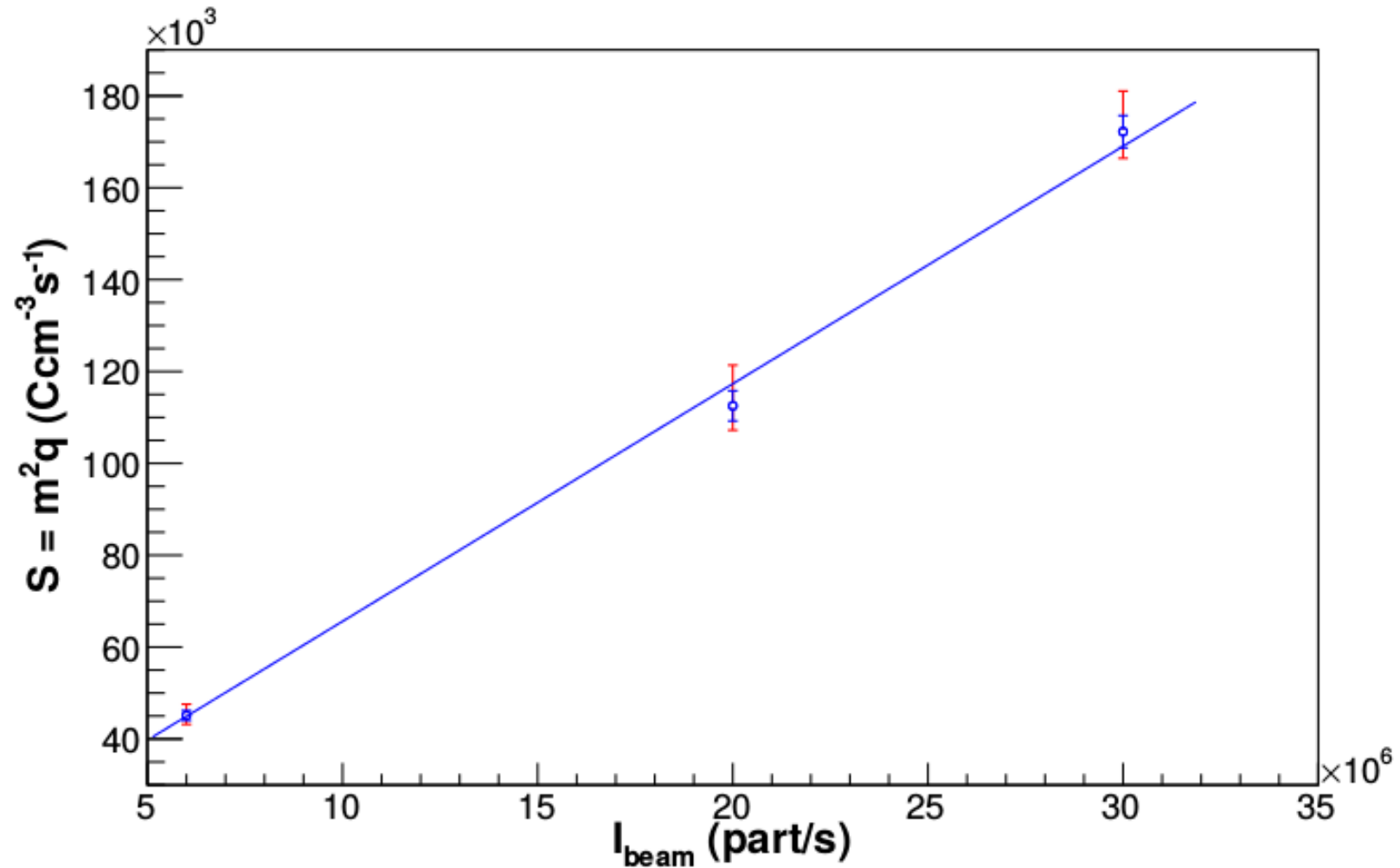
Misure a CNAO

Fit globali delle tre camere con **modello di Boag-Wilson**, a tre flussi differenti



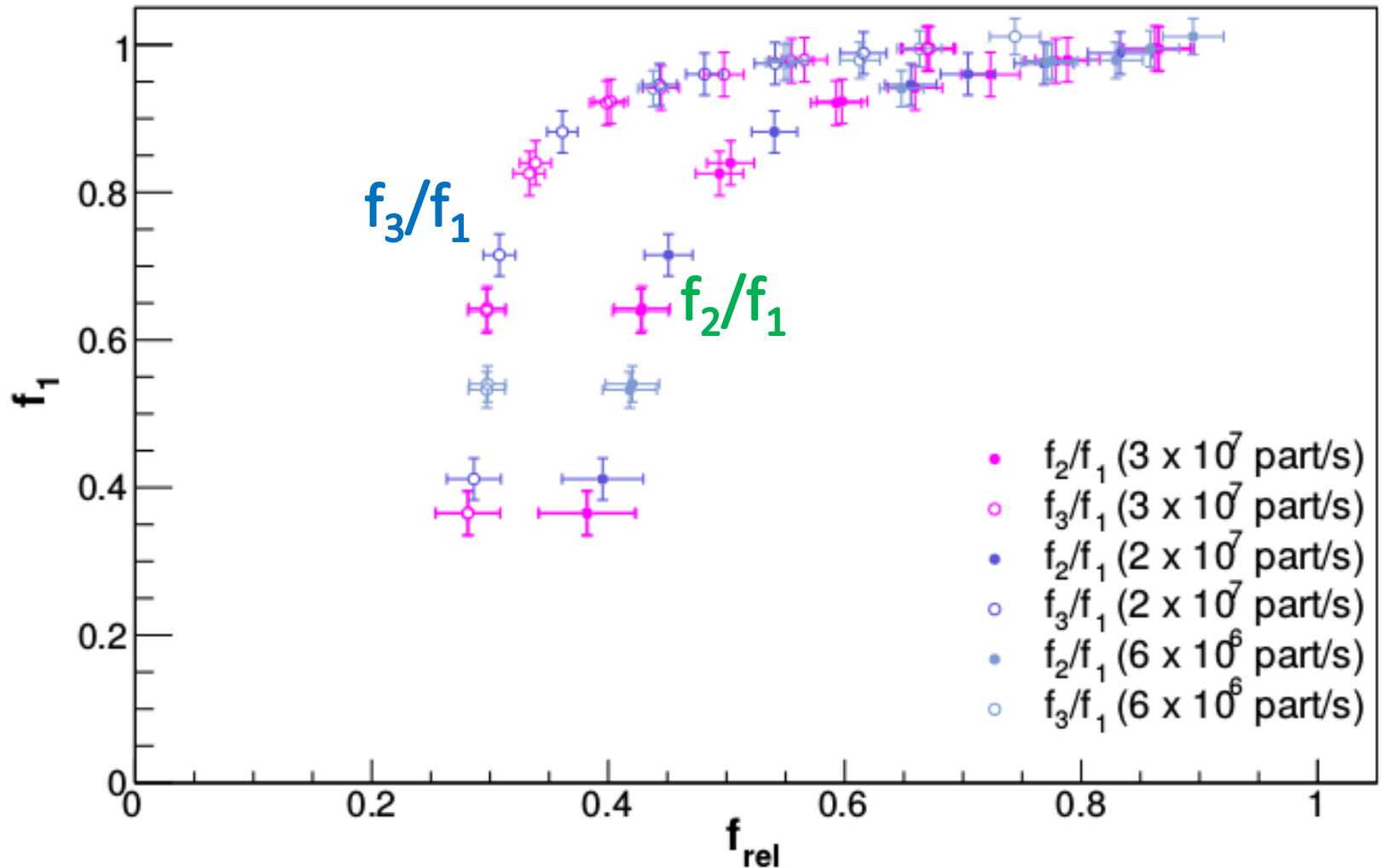
Misure a CNAO

Densità di ionizzazione vs flusso del fascio



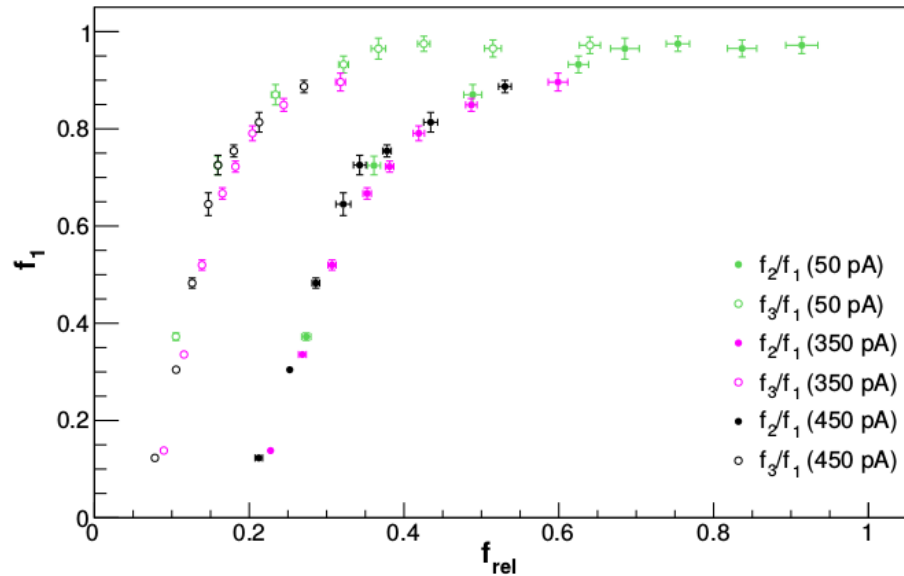
Misure a CNAO

- caratteristica del rivelatore

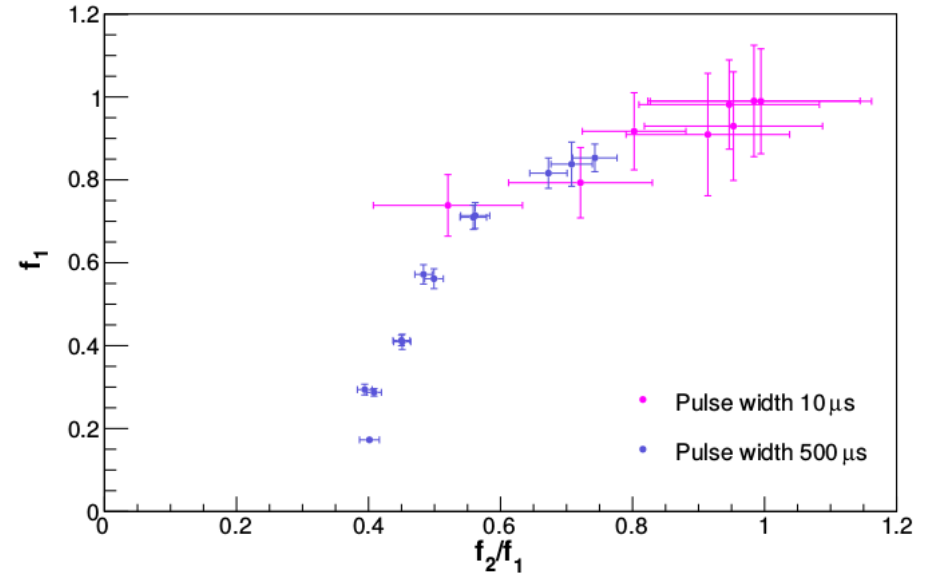


Caratteristica del rivelatore

Bern Cyclotron
(protons 15 MeV)



LNS
(pulsed protons 62 MeV)

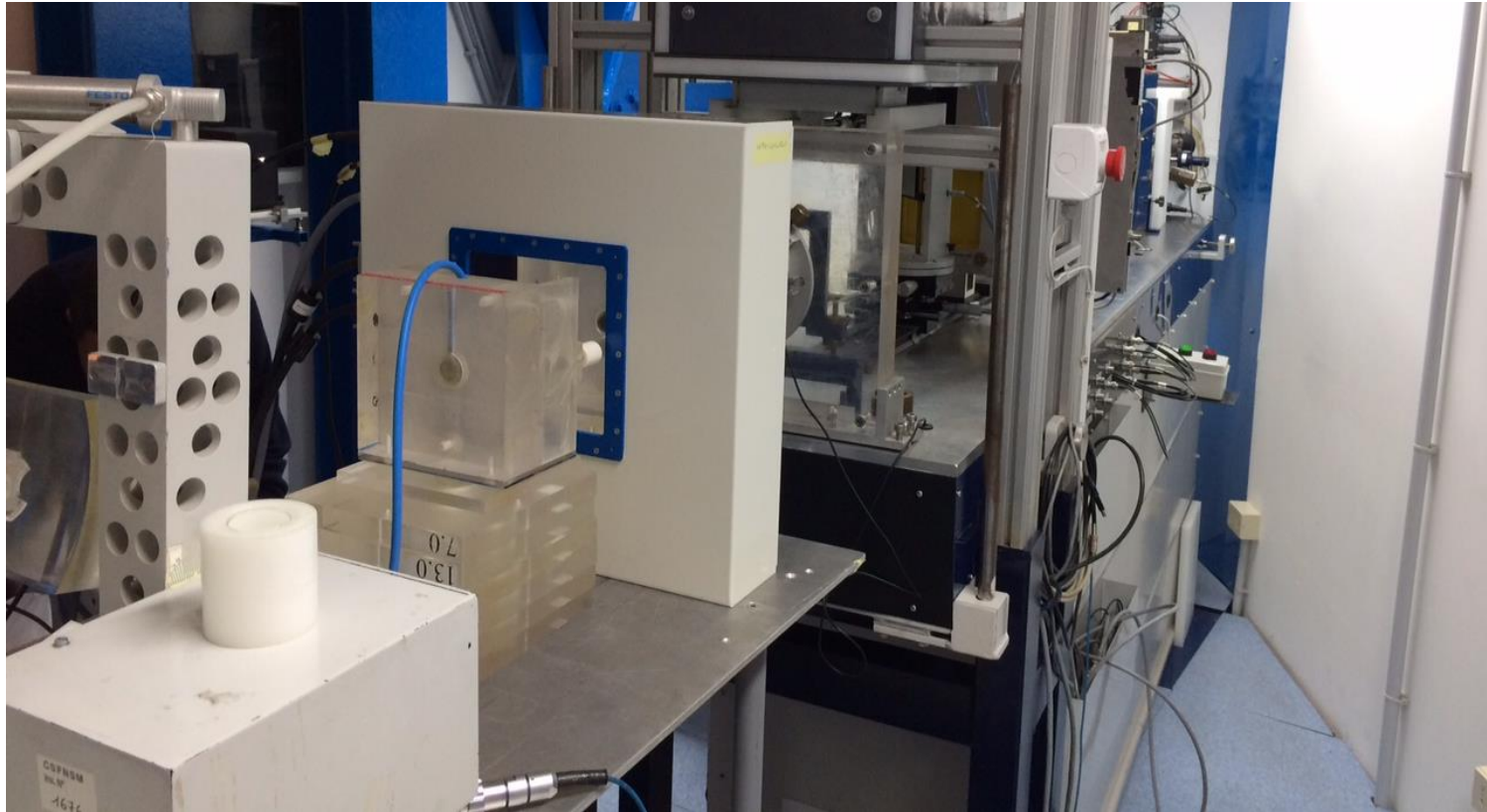


Conclusioni

- verificato la validità del metodo proposto
- caratteristica indipendente dall'intensità/pulse width
- caratteristica dipende dalla qualità del fascio

Risultati

- Tesi di Dottorato di L. Fanola Guarachi
- NIM A 798 (2015) 107- 110 (caratterizzazione del readout)
+ articolo in preparazione per risultati si fascio
- Camera doppio gap realizzata da De.Tec.Tor per ELIMED

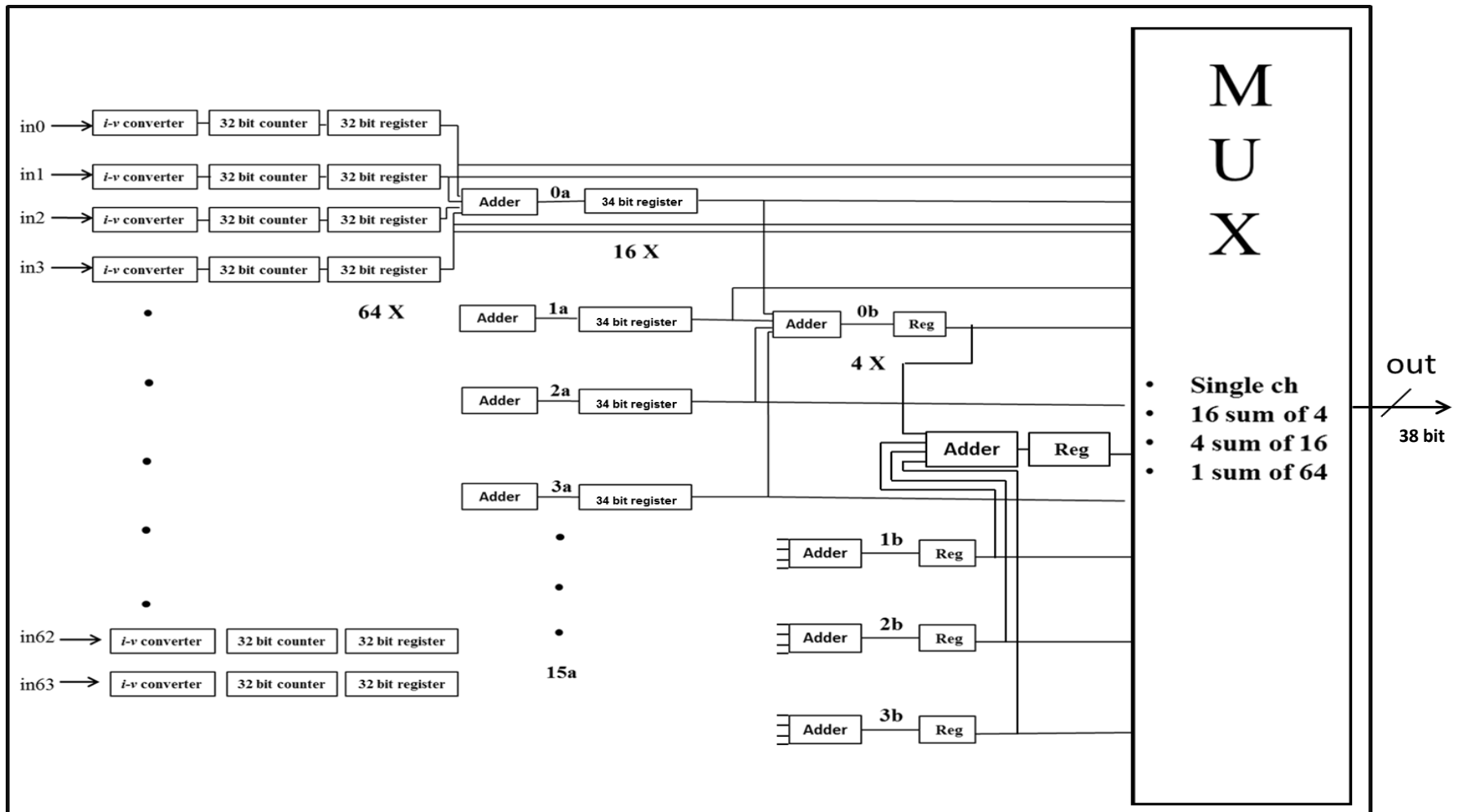


TERA09 Design

Basato sull'architettura di TERA08:

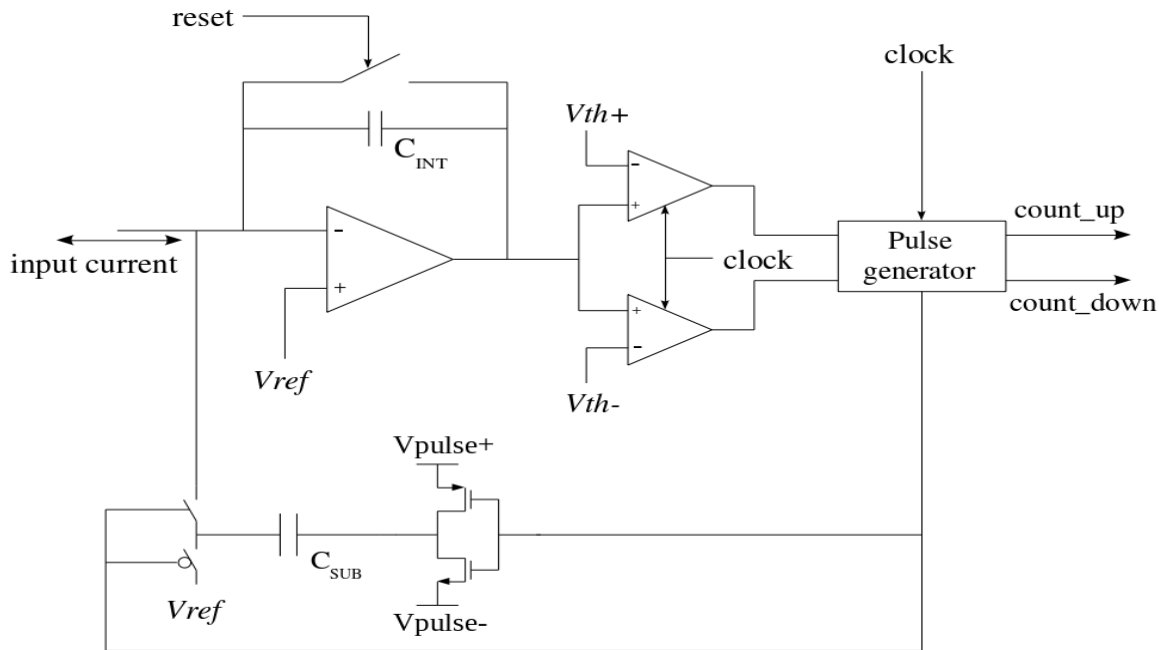
- Same process technology AMS CMOS 0.35 μm
 - Increase clock from 100 to ~ 300 MHz
 - Max count frequency ~ 80 MHz (20 MHz in TERA08)
 - Counters sums are integrated in the chip
-
- Cooperation agreement signed with De.Tec.Tor S.r.l for the development of the new chip \rightarrow PhD Federico Fausti;
 - A joint patent INFN/UniTo/De.Tec.Tor has been submitted;
 - Premio Marconi della SIF 2015 a Federico Fausti (De.Tec.Tor) e Simona Giordanengo (INFN)

Block diagram of TERA09



- sums triggered by load signal
- half-full register warning signal provided

The current to frequency converter



- feedback capacitor C_{int} 600fF \rightarrow 1,2 pF
- OTA bias current 200 μ A \rightarrow 800 μ A
- clock cycle saved in the FSM, single 200 fF C_{sub}
- post-layout simulations 100 MHz \rightarrow 320 MHz clock

Project status and plans as presented at RDH meeting (Rome, Dec. 17st 2014)



ASIC submission : July - Sep. 2015



Test board design: Oct.-Nov. 2015



Chips from foundry: Dec. 2015



ASIC characterization: beginning 2016



Test radiation tolerance: 2016








Integration with detector and beam test: 2016



Project status and plans:

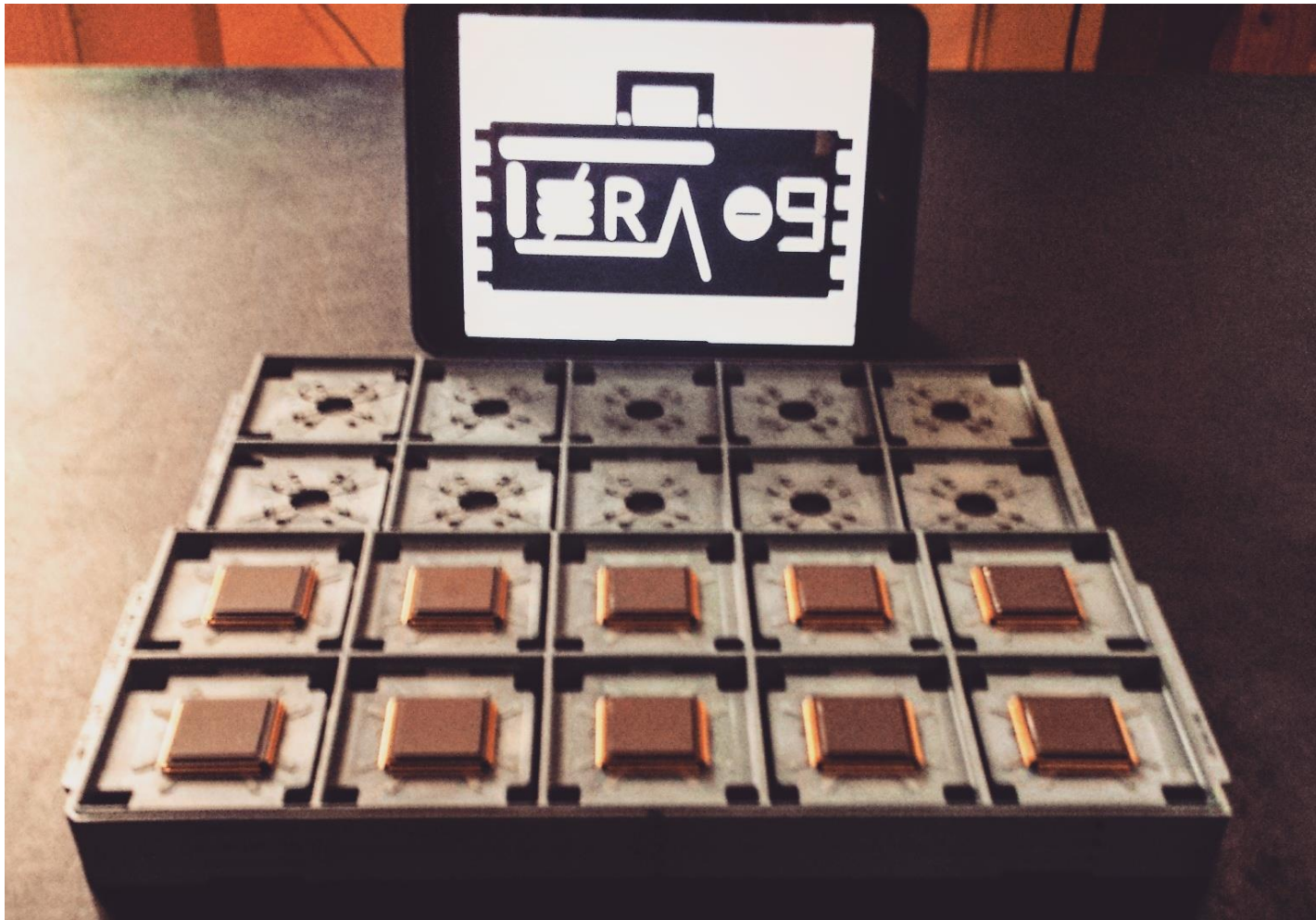
Current state

-  Submission date to Europractice: Sep. 14th 2015
-  Submission date to AMS: Sep. 21st 2015
-  Samples out from AMS: Nov. 6th 2015
-  Packaged samples from Europractice: Nov. 23rd 2015
-  Test board PCB design: Oct. 2015
-  Test board PCB manufacturing: Nov. 2015
-  DAQ system with LabVIEW FPGA: Nov.-Dec. 2015
-  ASIC characterization: Dec.-March 2016
-  Integration with detectors and beam tests

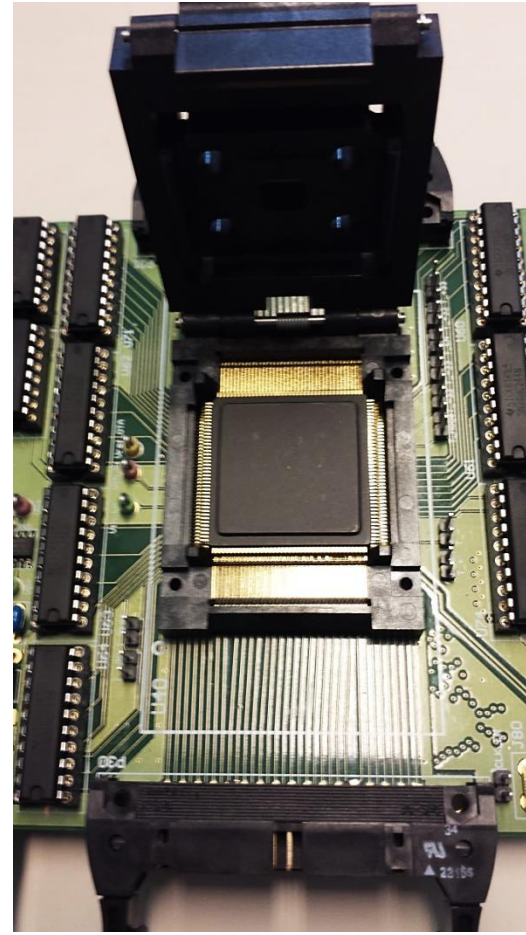
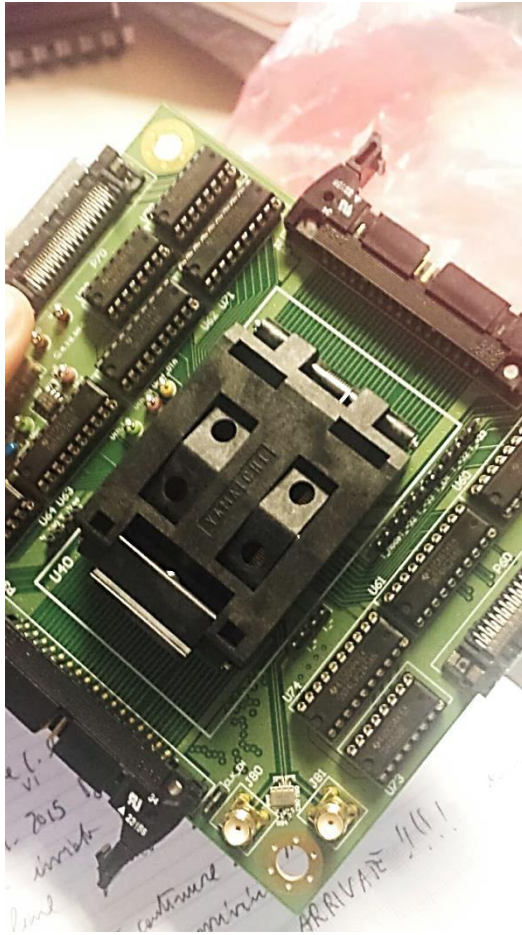


IN PROGRESS

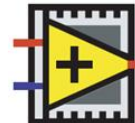
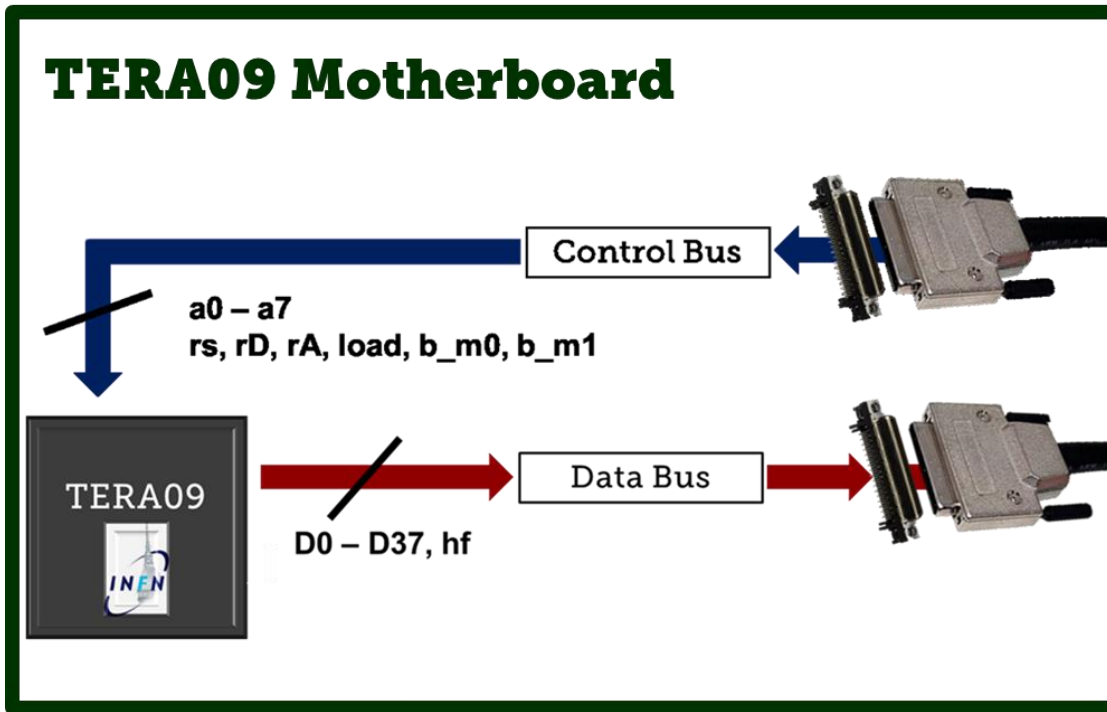
TERA09 (23/11/2015)



TERA09 Test board



DAQ based in NI FPGA



VHDCI_1 Control Bus:

bias_mode0 bias_mode1 load rst_sync rstD rstA a7 a6 a5 a4 a3 a2 a1 a0

channel address
chip select

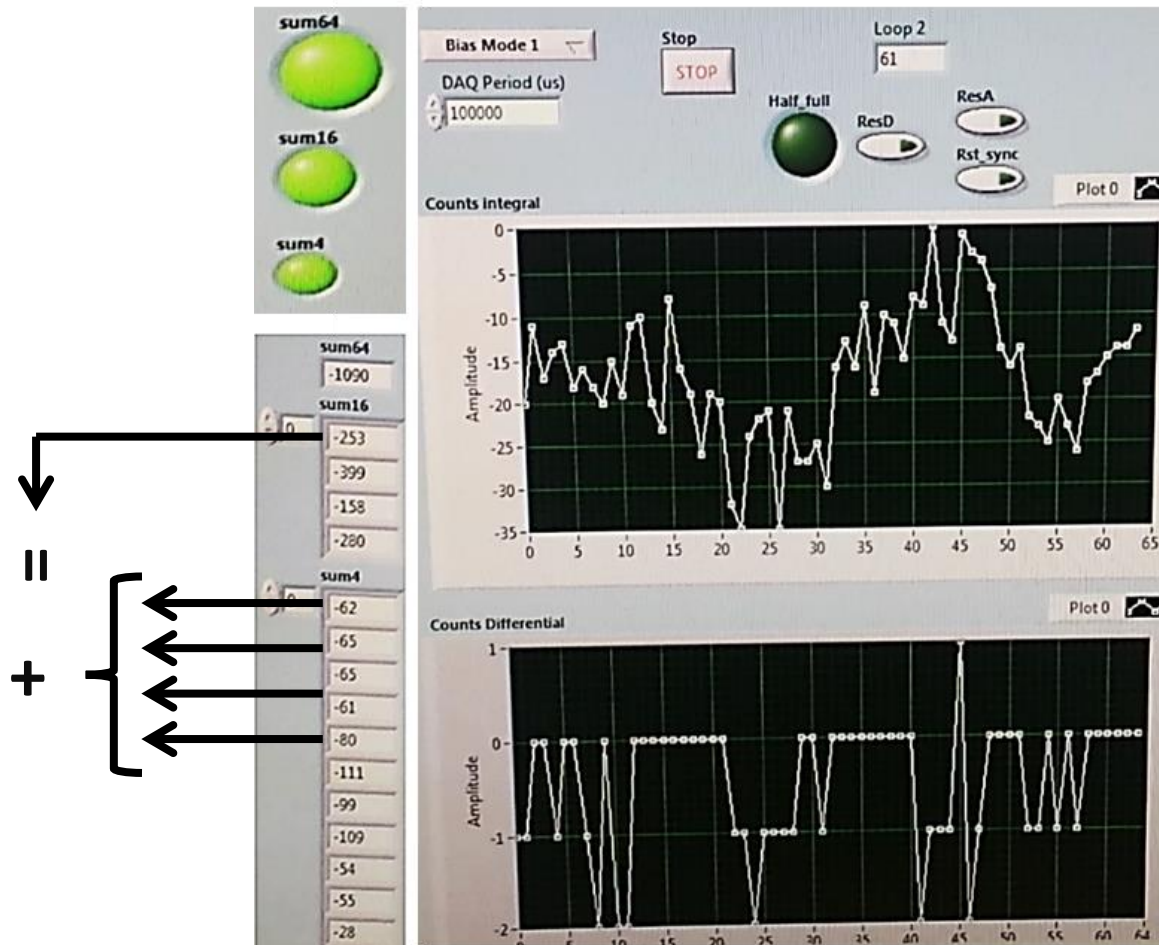


VHDCI_2 Data Bus :

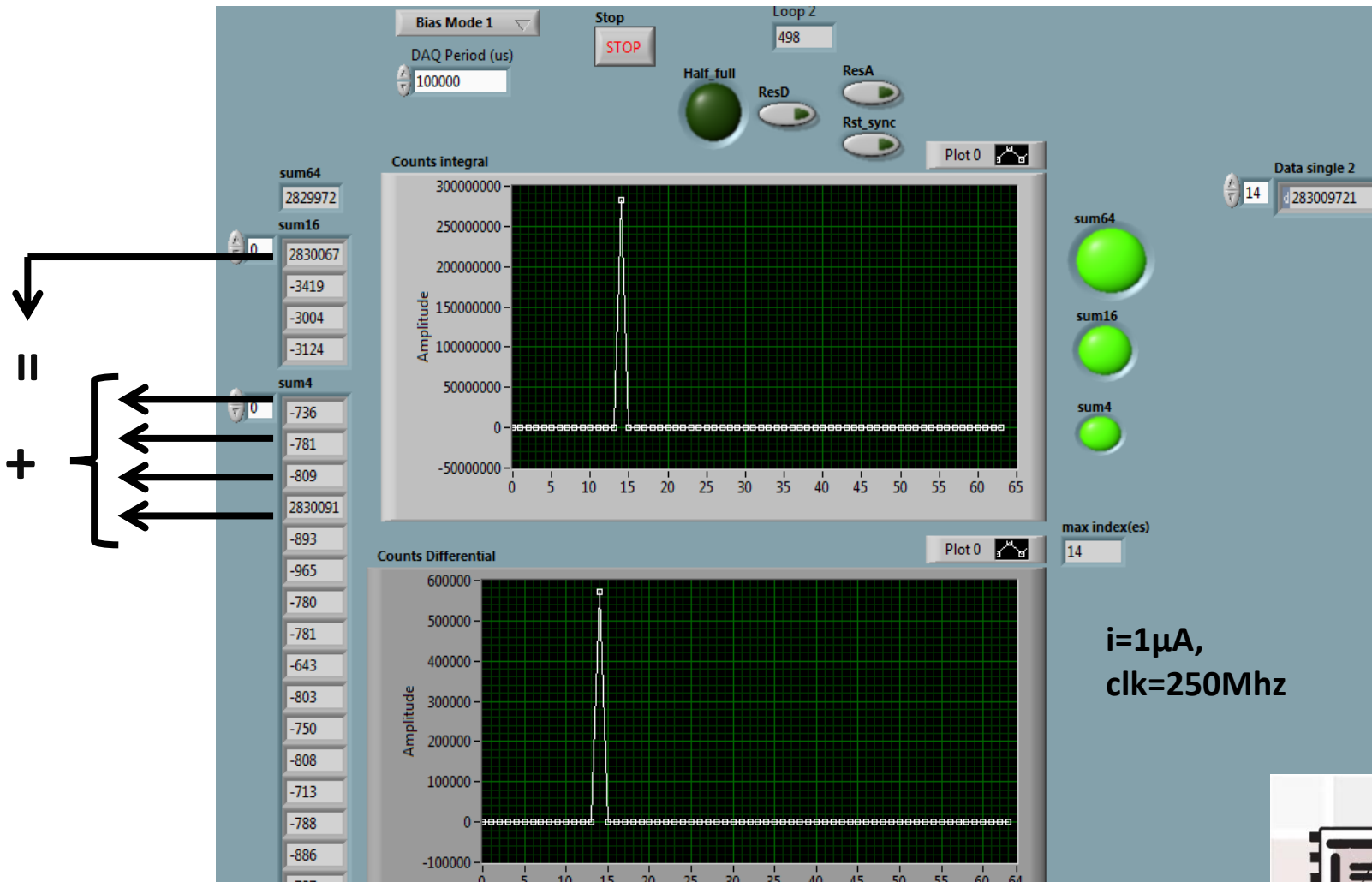
D0 ÷ D37 half_full



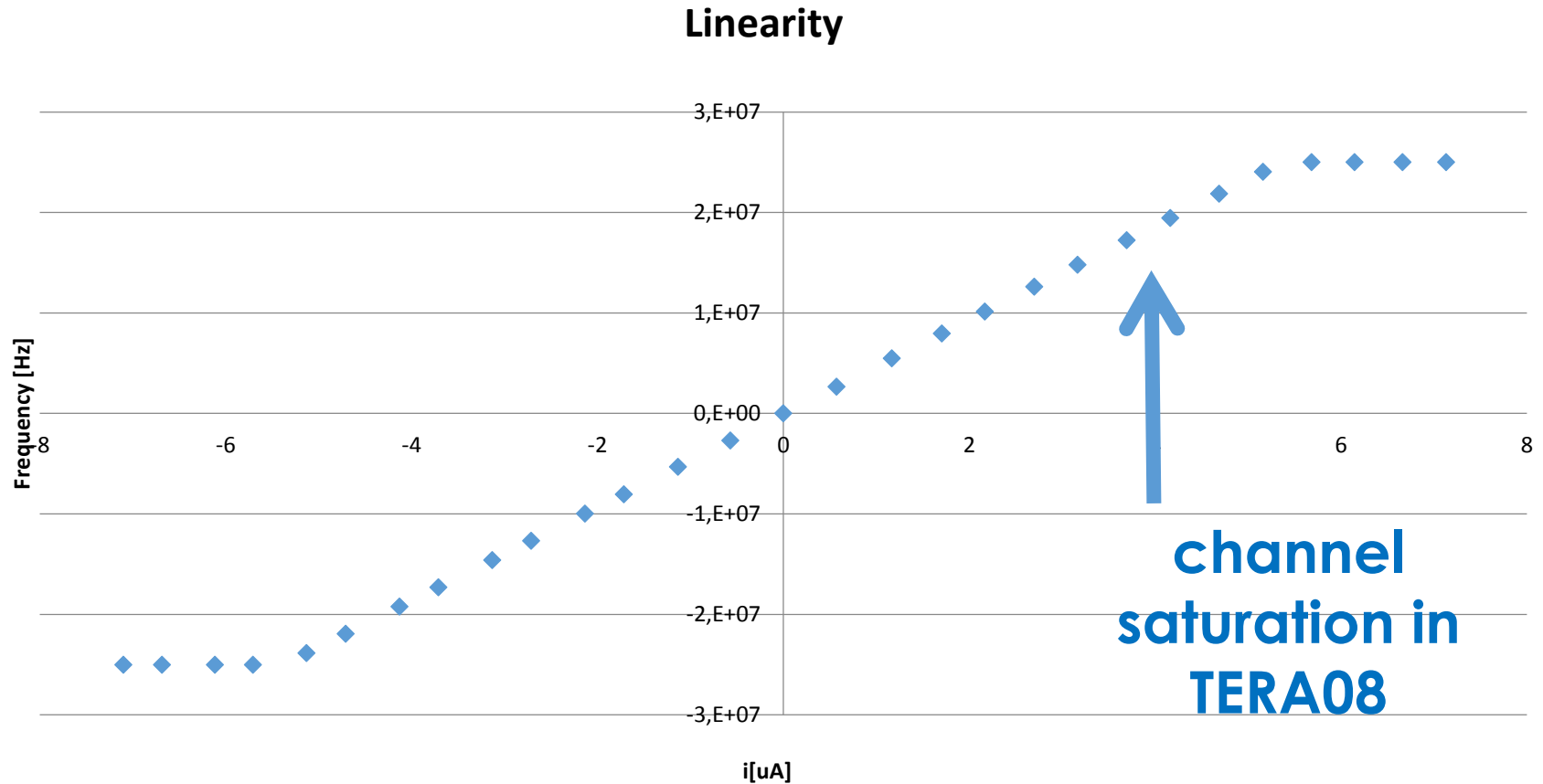
Screenshots: pedestals



Screenshots: 1 ch signal



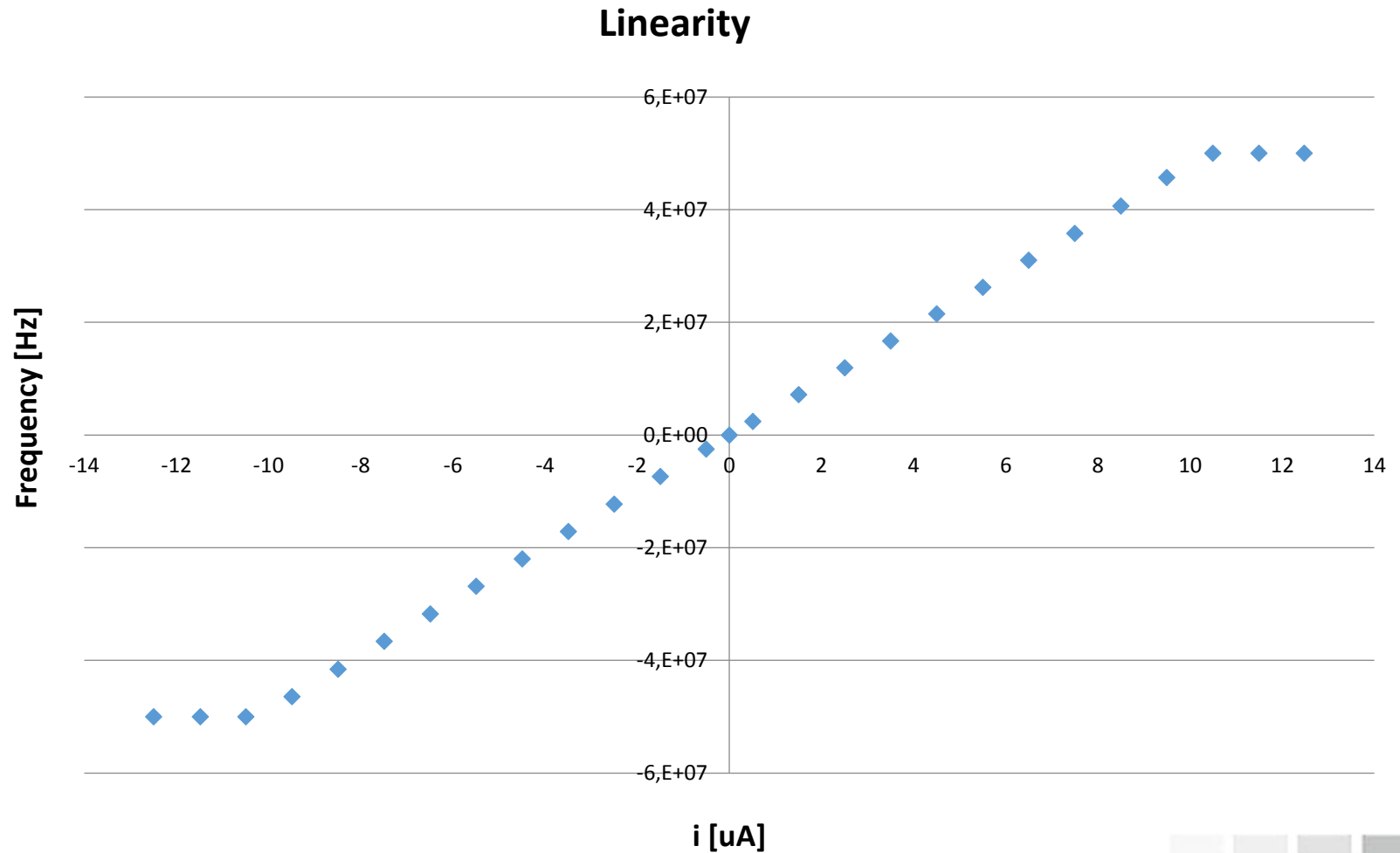
Results 100 MHz clk



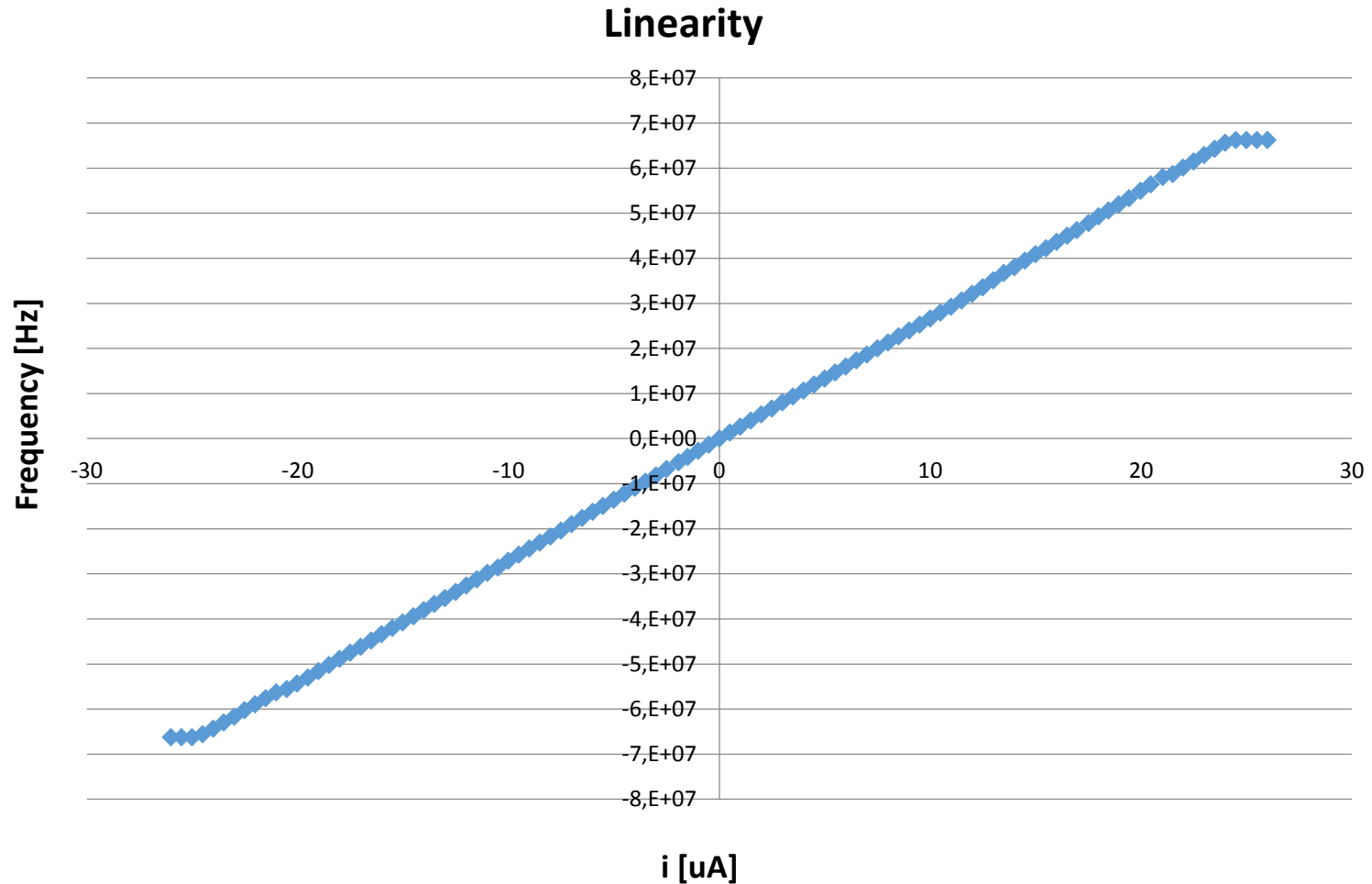
- deviation from linearity $\pm 0,5 \%$



Results 200 MHz clk



Results 265 MHz clk



- deviation from linearity at large positive currents $\sim 4\%$ under investigation
- strange features above 270 MHz frequency

Conclusioni

- Parte digitale testata fino a 265 MHz
- Caratterizzazione della parte analogia in progress
- Alcune cose da capire/testare, in particolare ad alte frequenze

Da fare:

- Disegnare front-end board (Riunione con De.Tec.Tor a breve)
- Test di danneggiamento da radiazione
 - necessari ?
- Convenzione con De.Tec.Tor per sfruttamento commerciale TERA09
- pensare al prossimo chip

