

# TEST DI CHIP DI LETTURA PER IL RIVELATORE A PIXEL DI ATLAS AD HIGH-LUMINOSITY LHC

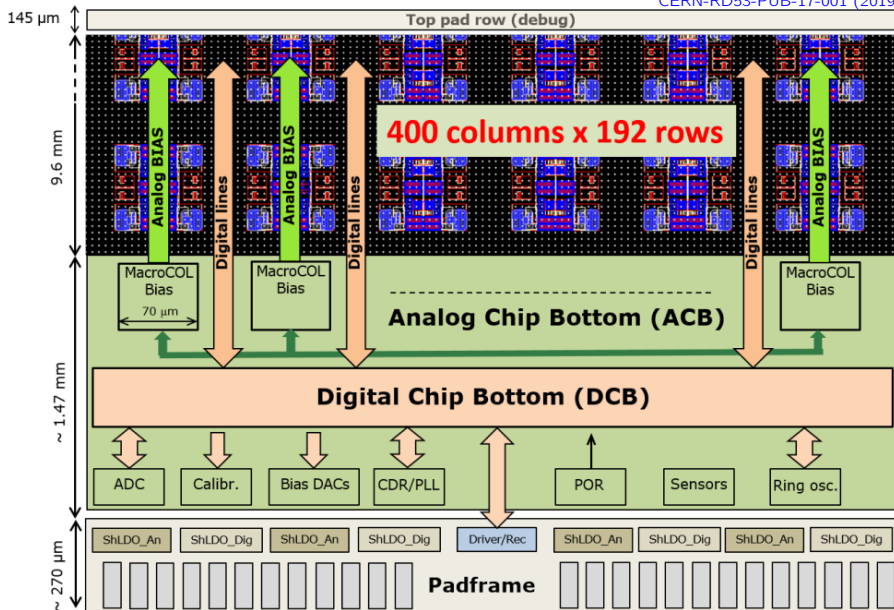
Alessandra Palazzo

22/10/2020

- Il chip RD53A
- Calibrazione del chip RD53A - SN: 0x1995
- Caratterizzazione del chip RD53A - SN: 0x1995

# Il chip RD53A: struttura

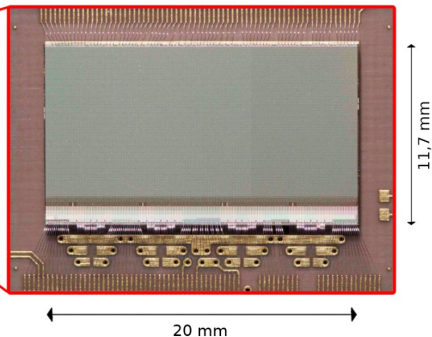
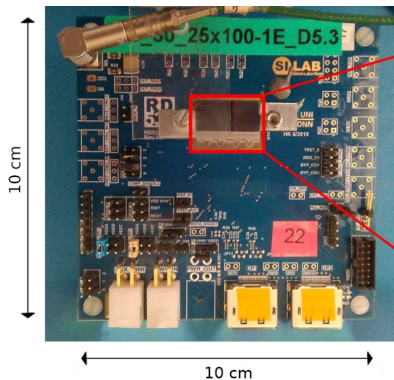
CERN-RD53-PUB-17-001 (2019)



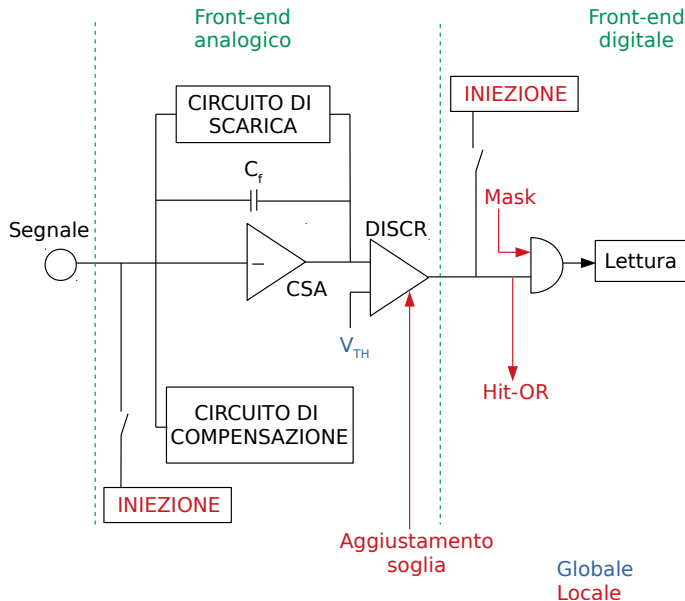
# Il chip RD53A: Single Chip Card

*Single Chip Card (SCC)*

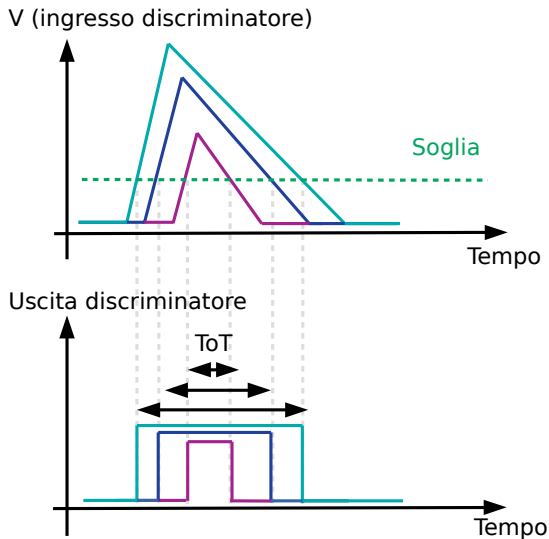
Chip RD53A: 76800 pixel



# Elettronica di front-end di un generico chip di lettura

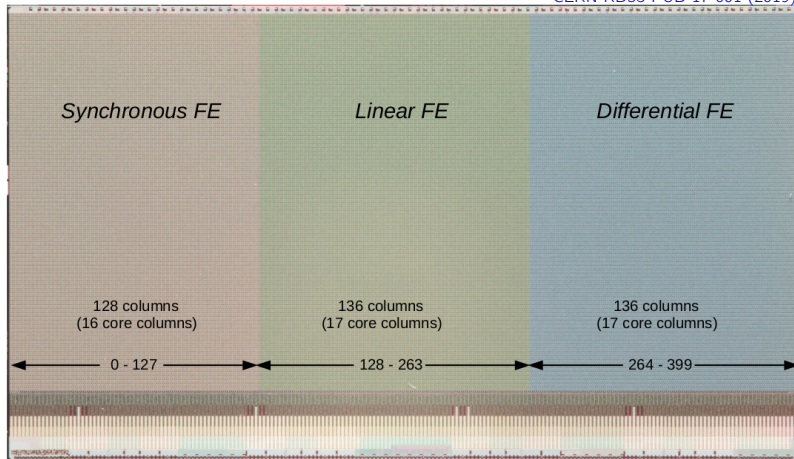


# Time over Threshold (ToT)



# Il chip RD53A: 3 logiche di front-end

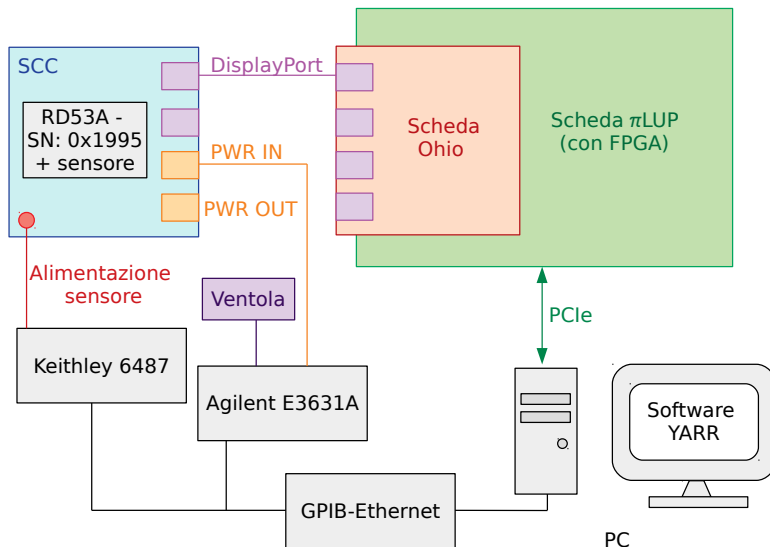
CERN-RD53-PUB-17-001 (2019)



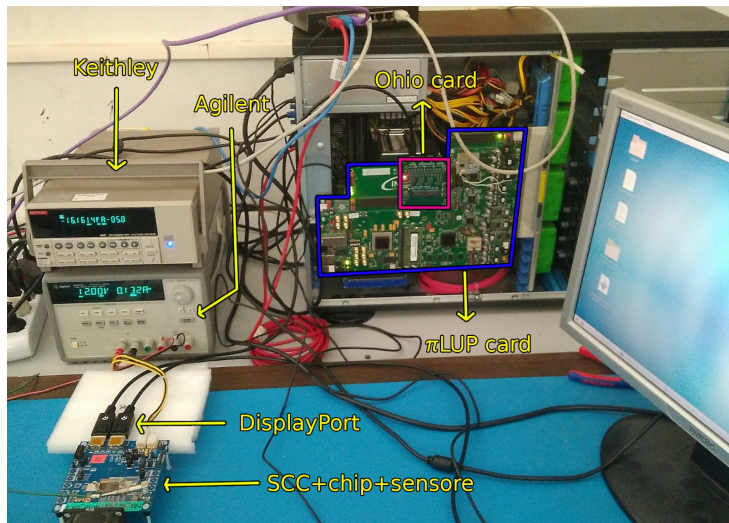
- Il chip RD53A
- Calibrazione del chip RD53A - SN: 0x1995
- Caratterizzazione del chip RD53A - SN: 0x1995



# Setup sperimentale



# Setup sperimentale



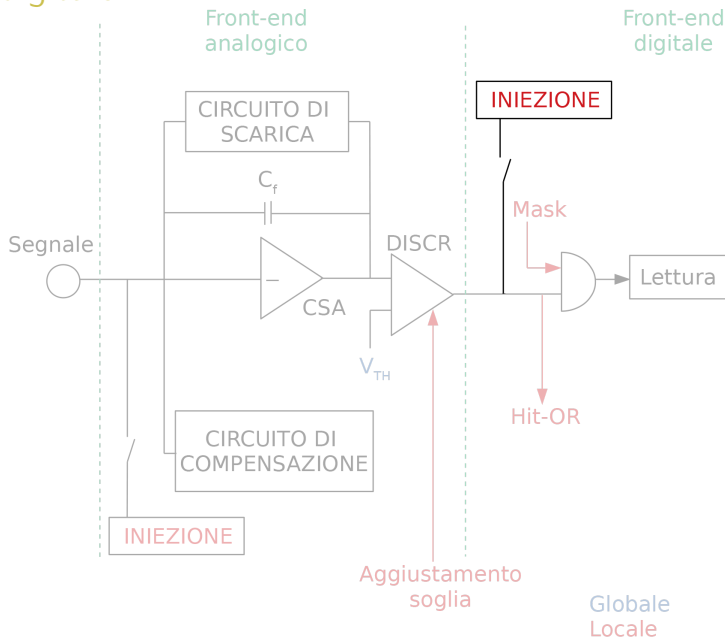
# Procedura di configurazione del chip

- *Scan*: verifica della funzionalità del chip o misura dei parametri di configurazione
- *Tuning*: modifica dei parametri di configurazione in risposta all'iniezione di una quantità nota di carica
- Descrizione procedura di configurazione:  
<http://yarr.web.cern.ch/yarr/rd53a/>

# Procedura di configurazione del chip

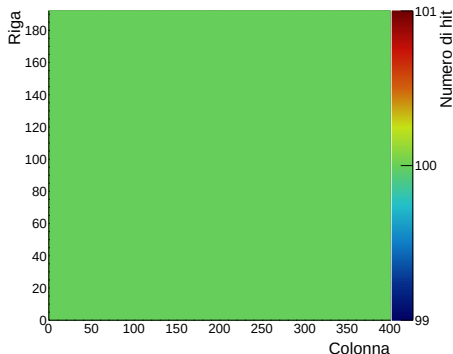
- Software: YARR, versione 1.1.0  
(/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0)
- File di connectivity: /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/connectivityLecce/example\_rd53a\_setup\_link1\_chipGE.json
- File di configurazione: /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/rd53a\_TravellingChip\_GE\_Trimmed.json
- File .json:  
/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/

# Scan digitale



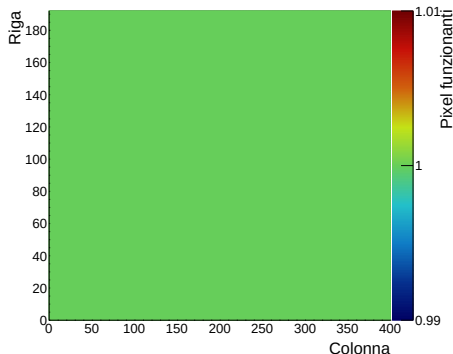
# Scan digitale (RD53A - SN: 0x1995)

## Mappa degli hit



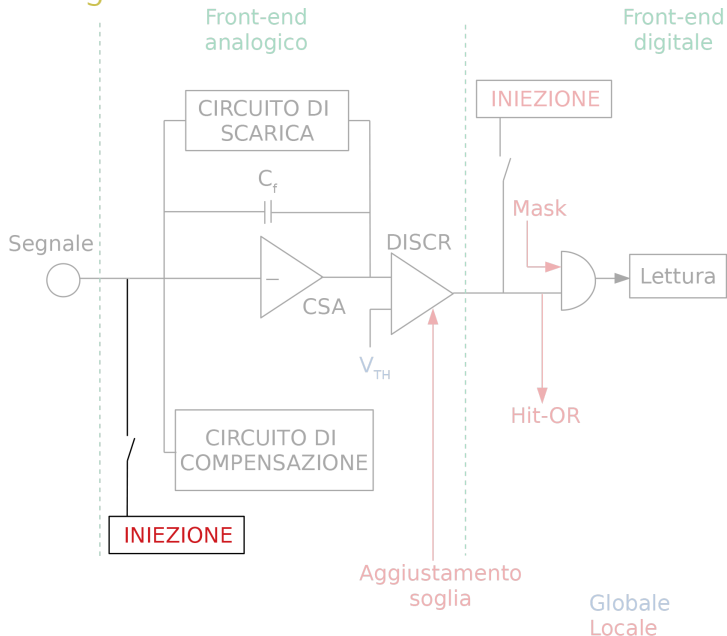
Numero di hit registrati dopo 100  
iniezioni digitali per pixel

## Mappa dei pixel funzionanti



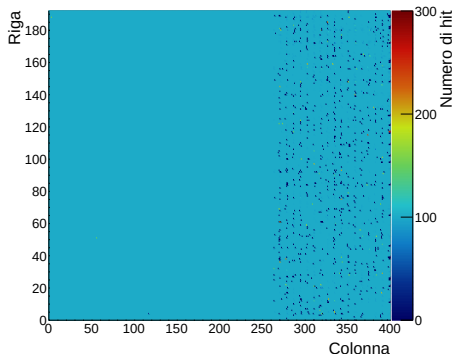
0: pixel con hit  $\neq$  100  
1: pixel con hit = 100

# Scan analogico



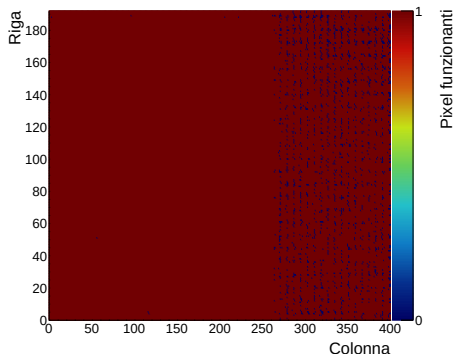
# Scan analogico (RD53A - SN: 0x1995)

## Mappa degli hit



Numero di hit registrati dopo 100  
iniezioni analogiche

## Mappa dei pixel funzionanti

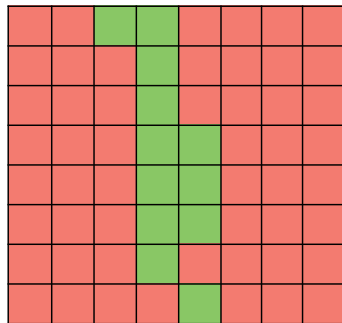


0: pixel con hit  $\neq$  100  
1: pixel con hit = 100



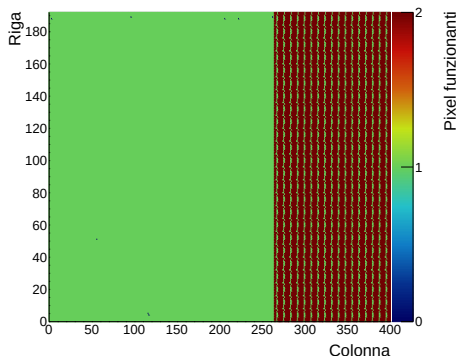
# Scan analogico (RD53A - SN: 0x1995)

## Maschera differenziale



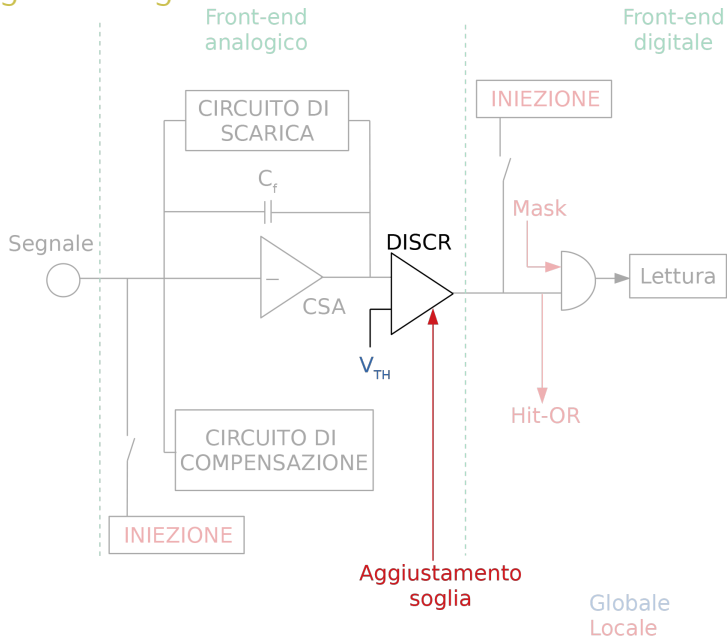
- Pixel con capacità parassite
- Pixel senza capacità parassite

## Mappa dei pixel funzionanti



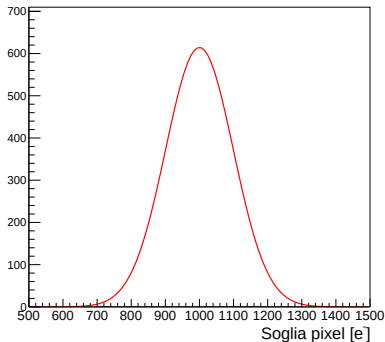
- 0: pixel abilitati con hit  $\neq$  100
- 1: pixel abilitati con hit = 100
- 2: pixel disabilitati

# Tuning della soglia

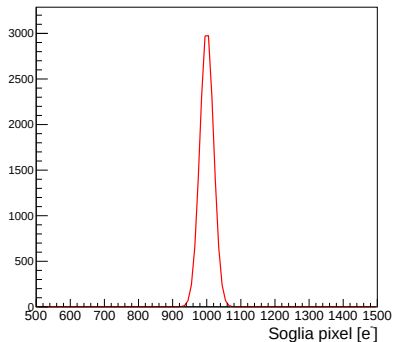


# Tuning della soglia

## Tuning globale



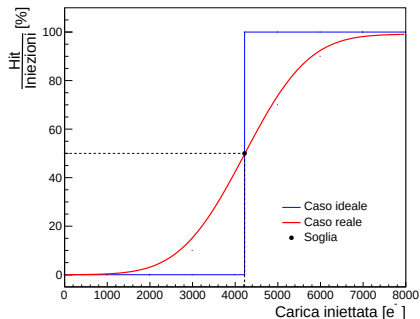
## Tuning locale



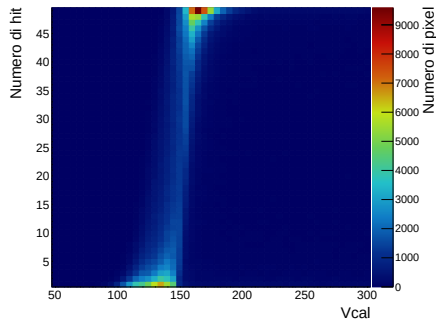
- Soglia target: 1000 e<sup>-</sup>
- Dispersione dovuta a variazioni delle caratteristiche dei transistor

# Scan della soglia (RD53A - SN: 0x1995)

## Curva S



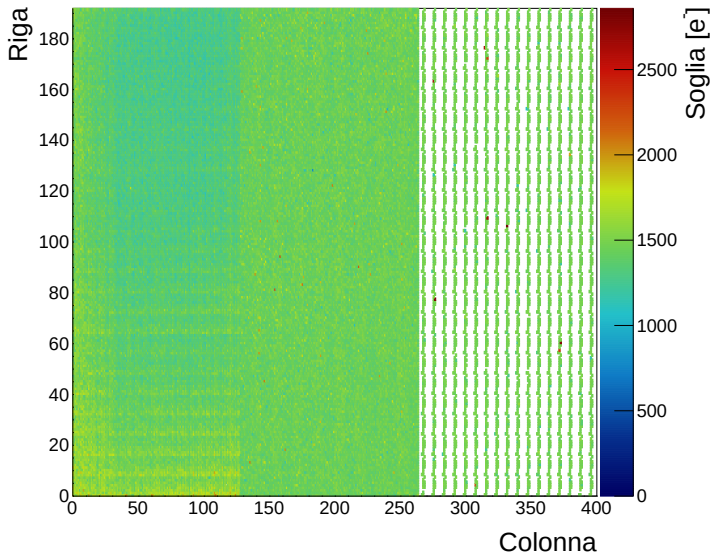
## Curva S (intera matrice)



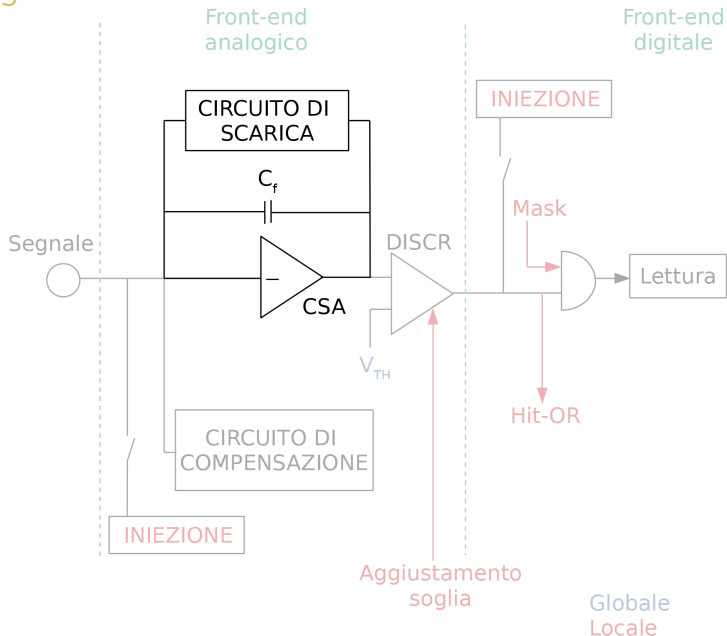
- Carica iniettata  $\sim 10 \cdot V_{cal} [e^-]$
- Soglia target: 1500 e<sup>-</sup>

# Scan della soglia (RD53A - SN: 0x1995)

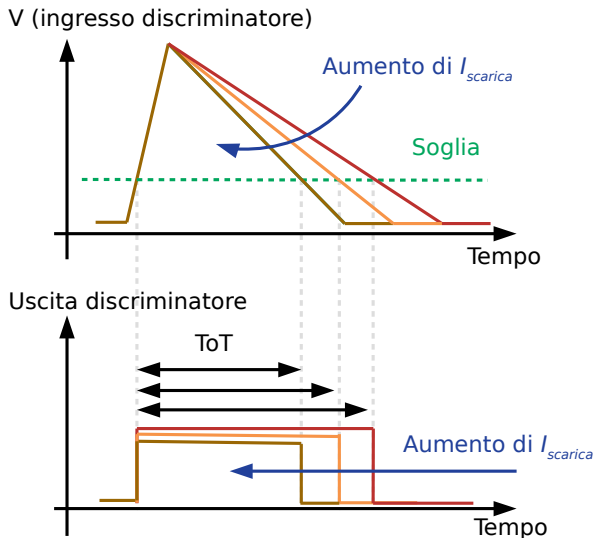
Soglia target:  $1500\text{ e}^-$



# Tuning del CSA

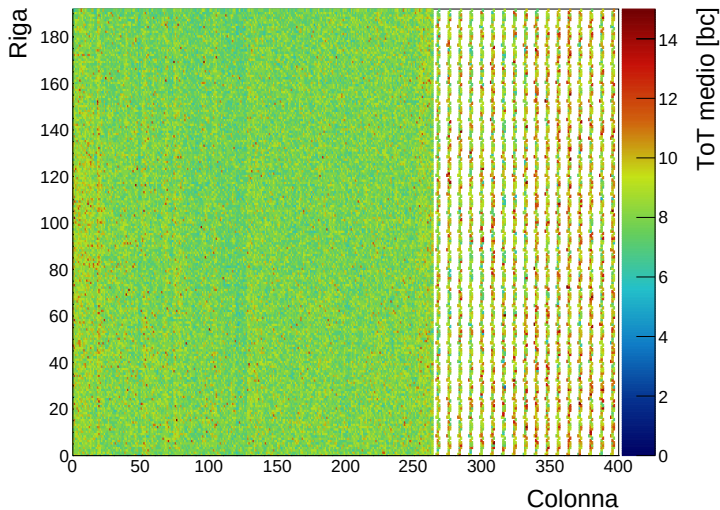


# Tuning del CSA



# Scan del ToT (RD53A - SN: 0x1995)

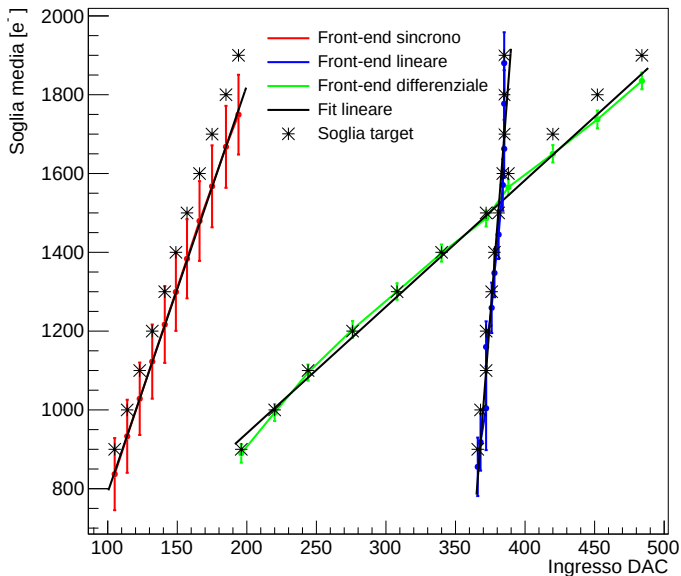
Target @ 10000 e<sup>-</sup>: 8 bc (1 bc = 25 ns)



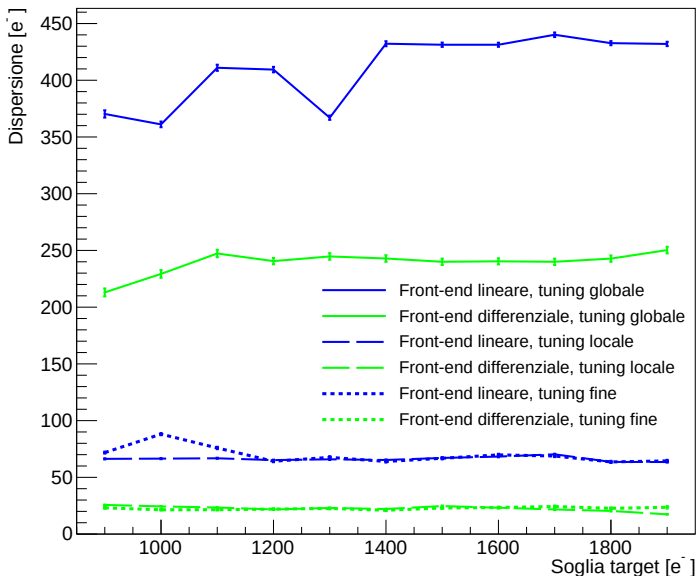


- Il chip RD53A
- Calibrazione del chip RD53A - SN: 0x1995
- Caratterizzazione del chip RD53A - SN: 0x1995

# Linearità DAC globali (RD53A - SN: 0x1995)



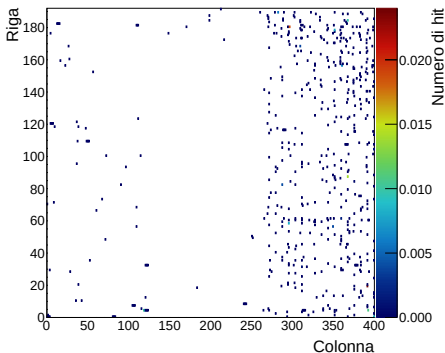
## Dispersione soglie (RD53A - SN: 0x1995)



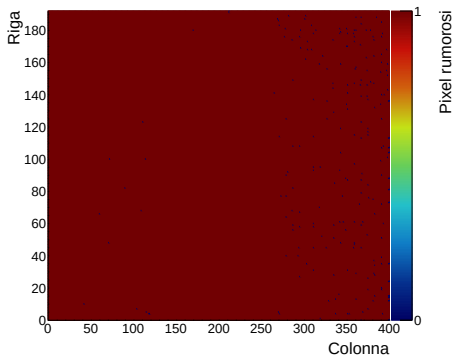
## Misura del rumore (RD53A - SN: 0x1995)

- Trigger con frequenza di 5 kHz (no self-trigger) senza iniezione di carica
- Durata scan: 5 minuti, copertura da radiazione luminosa ambientale

### Mappa degli hit

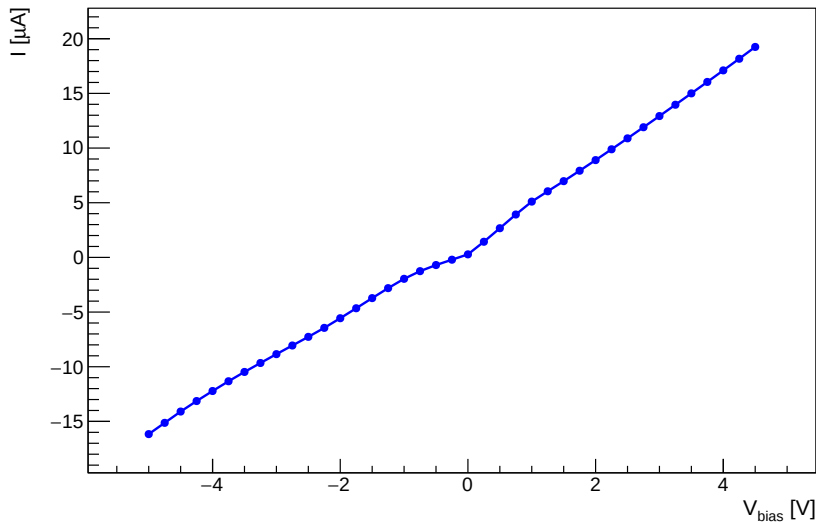


### Mappa dei pixel rumorosi



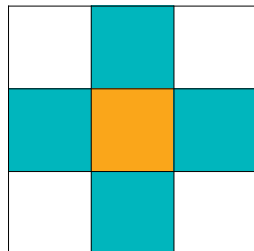
0: pixel con  $\text{hit/bc} > 10^{-6}$   
1: pixel con  $\text{hit/bc} < 10^{-6}$

## Sensore: curva I-V



# Sensore: integrità dei bump-bond

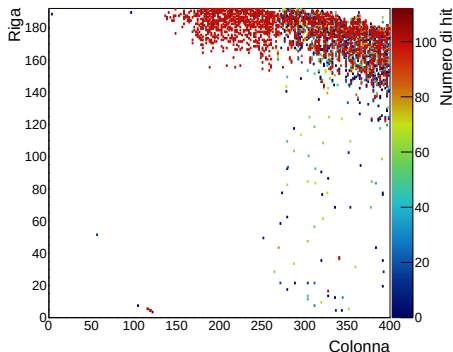
- *Cross-talk*: generazione di un hit in un pixel del sensore in corrispondenza di carica rilasciata in quelli adiacenti a causa di capacità parassite tra di essi
- Assenza di cross-talk interpretata come danneggiamento della connessione tra sensore e pixel



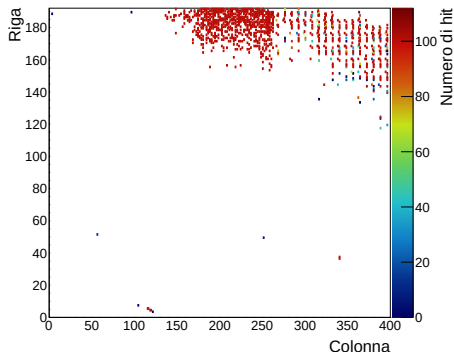
- Pixel in cui avviene l'iniezione di carica
- Pixel in cui si conta il numero di hit

# Sensore: integrità dei bump-bond

**Mappa degli hit**



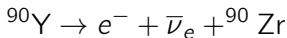
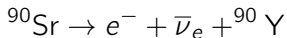
**Mappa degli hit (con maschera differenziale)**



Soglia:  $1100 \text{ e}^-$ ,  $V_{\text{bias}} = -2 \text{ V}$

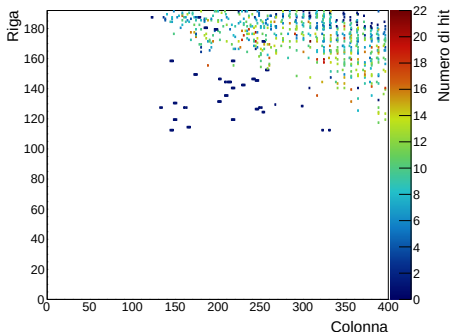
# Esposizione ad una sorgente di $^{90}\text{Sr}$ : mappa degli hit

- Sorgente di  $^{90}\text{Sr}$ :



- Soglia:  $1100\text{ e}^-$
- $V_{\text{bias}}$ :  $-2\text{ V}$
- Trigger con frequenza di  $5\text{ kHz}$
- Disabilitazione dei pixel rumorosi
- Durata esposizione:  $5\text{ minuti}$
- Numero medio di hit per pixel osservato:  $8$

**Mappa degli hit**

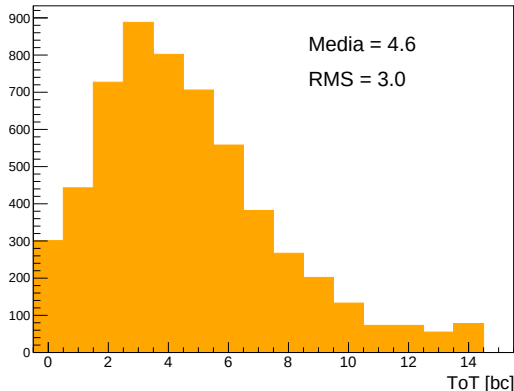




# Esposizione ad una sorgente di $^{90}\text{Sr}$ : distribuzione ToT

- Target @ 10000  $e^-$ :  
8 bc
- Attesa distribuzione con  
media 8 bc per elettroni  
che attraversano l'intero  
spessore del pixel  
(150  $\mu\text{m}$ )
- Osservata distribuzione  
con media 4.6 bc

## Distribuzione ToT



BACKUP

# Controllo dell'alimentazione del chip RD53A

- Accensione: `/home/felix/ITk/DCS/scripts/TurnOnPowerSupply.sh`
- Spegnimento: `/home/felix/ITk/DCS/scripts/TurnOffPowerSupply.sh`
- Lettura tensione e corrente: `/home/felix/ITk/DCS/scripts/ReadPowerSupply.sh`

# Procedura di configurazione del chip RD53A

Dalla directory /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0:

```
./bin/scanConsole -r /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/controller/specCfg.json -c  
/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/connectivityLecce/example_rd53a_setup_link1_chipGE.json -s  
seguito dal path del file .json:
```

- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std\_digitalscan.json -p -m 1
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std\_analogscan.json -p
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/diff\_tune\_globalthreshold.json -t X -p (X = soglia target in  $e^-$ )
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/diff\_tune\_pixelthreshold.json -t X -p
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/diff\_tune\_globalpreamp.json -t Y Z -p (Y = carica in ingresso in  $e^-$ , Z = ToT corrispondente a Y in bc)
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/diff\_tune\_pixelthreshold.json -t X -p
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/lin\_tune\_globalthreshold.json -t X -p
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/lin\_tune\_pixelthreshold.json -t X -p
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/lin\_retune\_globalthreshold.json -t X -p
- /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr\_v1.1.0/configs/scans/rd53a/lin\_retune\_pixelthreshold.json -t X -p

# Procedura di configurazione del chip RD53A

- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/lin_tune_globalpreamp.json -t Y Z -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/lin_retune_pixelthreshold.json -t X -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/syn_tune_globalthreshold.json -t X -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/syn_tune_globalpreamp.json -t Y Z -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/syn_tune_globalthreshold.json -t X -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std_thresholdscan_swapped.json -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std_totscan.json -t Y -p`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std_digitalscan.json -p -m 1`
- `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std_analogscan.json -p`

# Caratterizzazione del chip RD53A

- Misura del rumore e della radiazione da sorgente radioattiva:  
`./bin/scanConsole -r /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/controller/specCfg.json -c /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/connectivityLecce/example_rd53a_setup_link1_chipGE.json -s /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr-test/Yarr/configs/scans/rd53a/std_noisescan.json`
- Per l'alimentazione del sensore: dalla directory `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/automate/src/`:  
`./keithley-loop-IV X` (X = tensione di alimentazione in V)
- Verifica dei bump disconnessi: dalla directory `/home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0`:  
`./bin/scanConsole -r /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/controller/specCfg.json -c /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/connectivityLecce/example_rd53a_setup_link1_chipGE.json -s /home/felix/ITk/atlasSW/Yarr_v1.1.0/configs/scans/rd53a/std_discbumpscan.json -p`