

CMS - TOTEM

Consiglio di Sezione INFN Genova

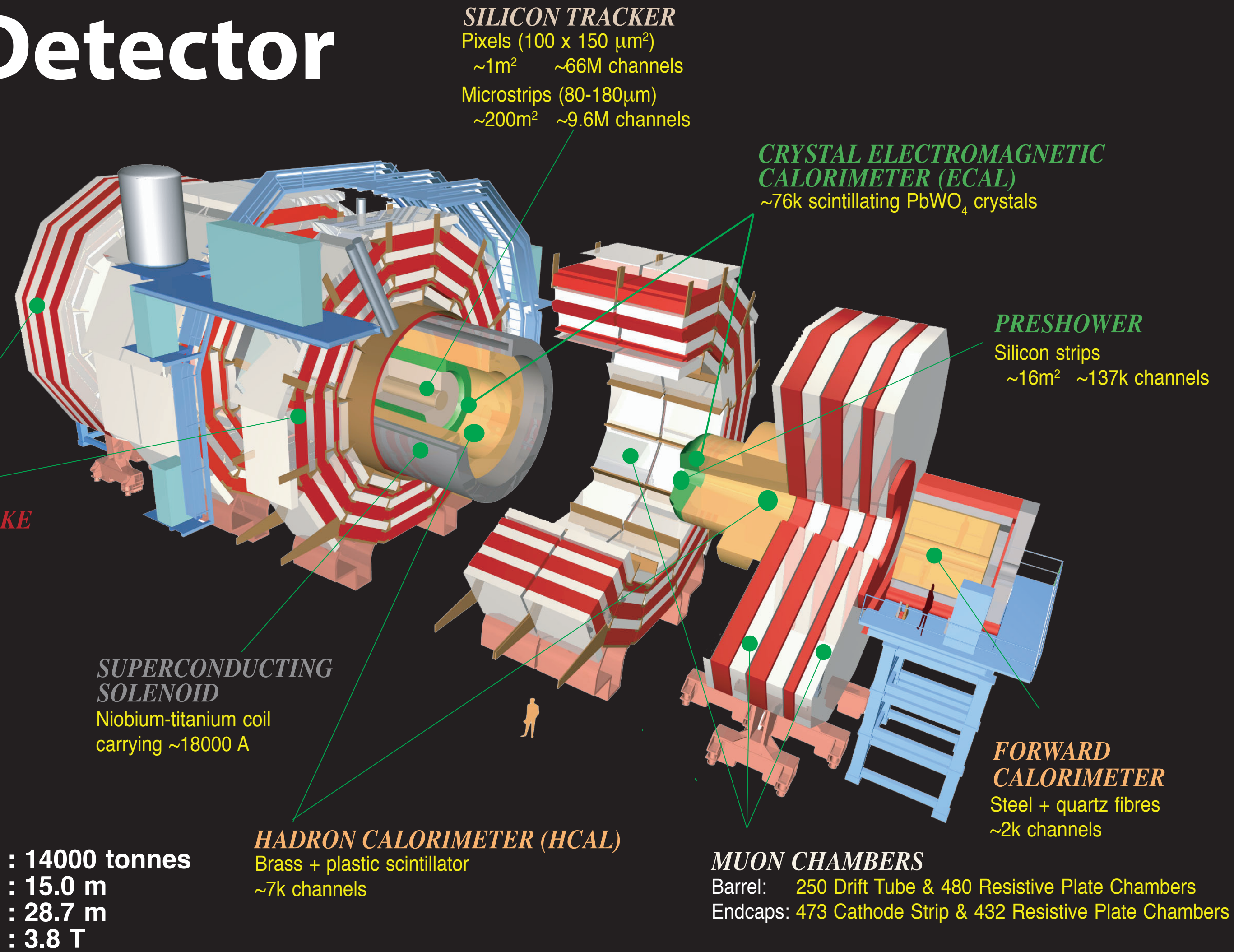
3/7/2018

Compact Muon Solenoid



CMS Detector

Pixels
 Tracker
 ECAL
 HCAL
 Solenoid
 Steel Yoke
 Muons



Total weight : 14000 tonnes
 Overall diameter : 15.0 m
 Overall length : 28.7 m
 Magnetic field : 3.8 T

Stato dell'esperimento



- Tradizionale stop invernale (fine Dicembre - fine Marzo):
 - attività principale: ripristino intera funzionalità del rivelatore a pixel;
 - diversi lavori di upgrade (“Fase 1”): in particolare endcap del calorimetro adronico e tubi a drift del rivelatore di muoni;
 - attività di manutenzione e test upgrade futuri
- **Problema sul rivelatore a pixel (2017):**
 - “moria” progressiva di aree dello strato interno (layer 1) per la rottura dei convertitori DC-DC;
 - **problema finalmente compreso e tamponato** in modo affidabile per tutto il 2018;
 - soluzione finale (nuovi convertitori DC-DC) in preparazione per la presa dati dei prossimi anni
- 2018 ultimo atto del Run 2
 - A partire da fine anno stop di LHC per 2 anni (“Long Shutdown 2”)
 - **Run 3 a 14 TeV: 2021-2023**
 - Maggior parte degli upgrade previsti per CMS già portati a termine. Attività principali previste per consolidamento layer 1 del rivelatore a pixel, calorimetro adronico, rivelatori di muoni e DAQ

Presenza dati 2018 (13 TeV)



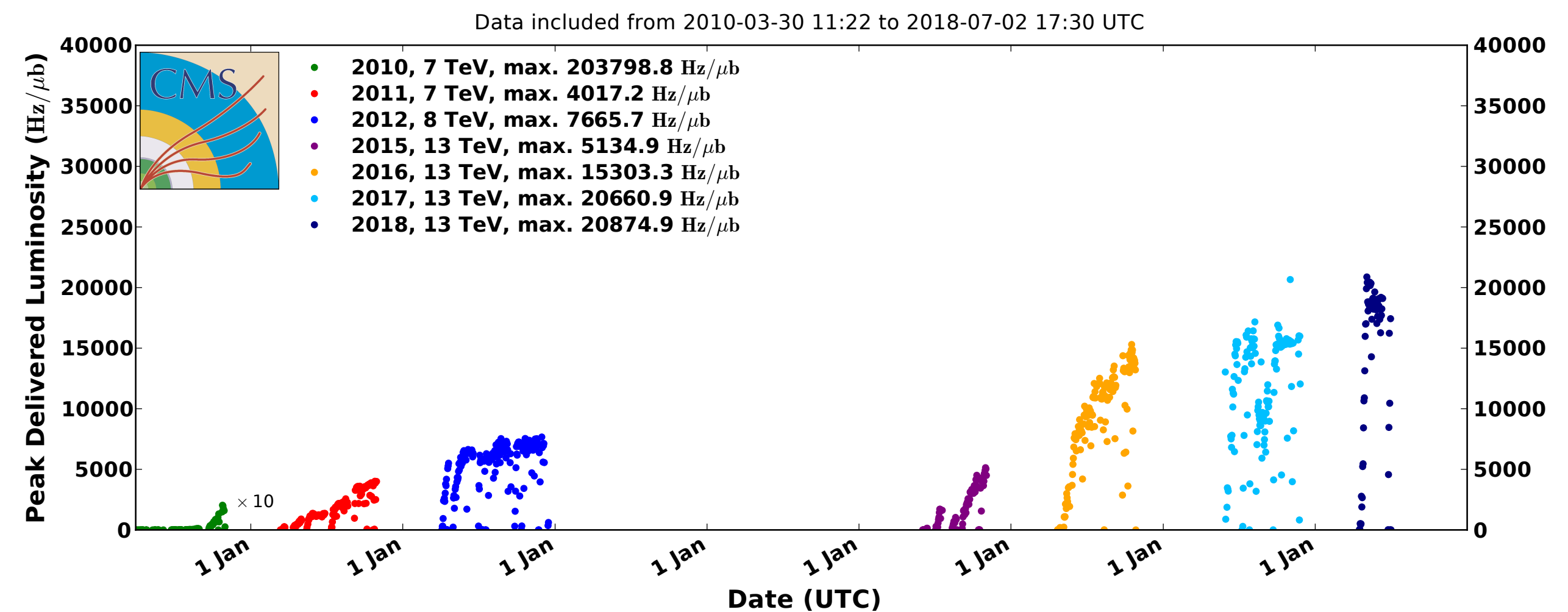
- LHC stabilmente su valori di luminosità istantanea

$$\mathcal{L} \approx 2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

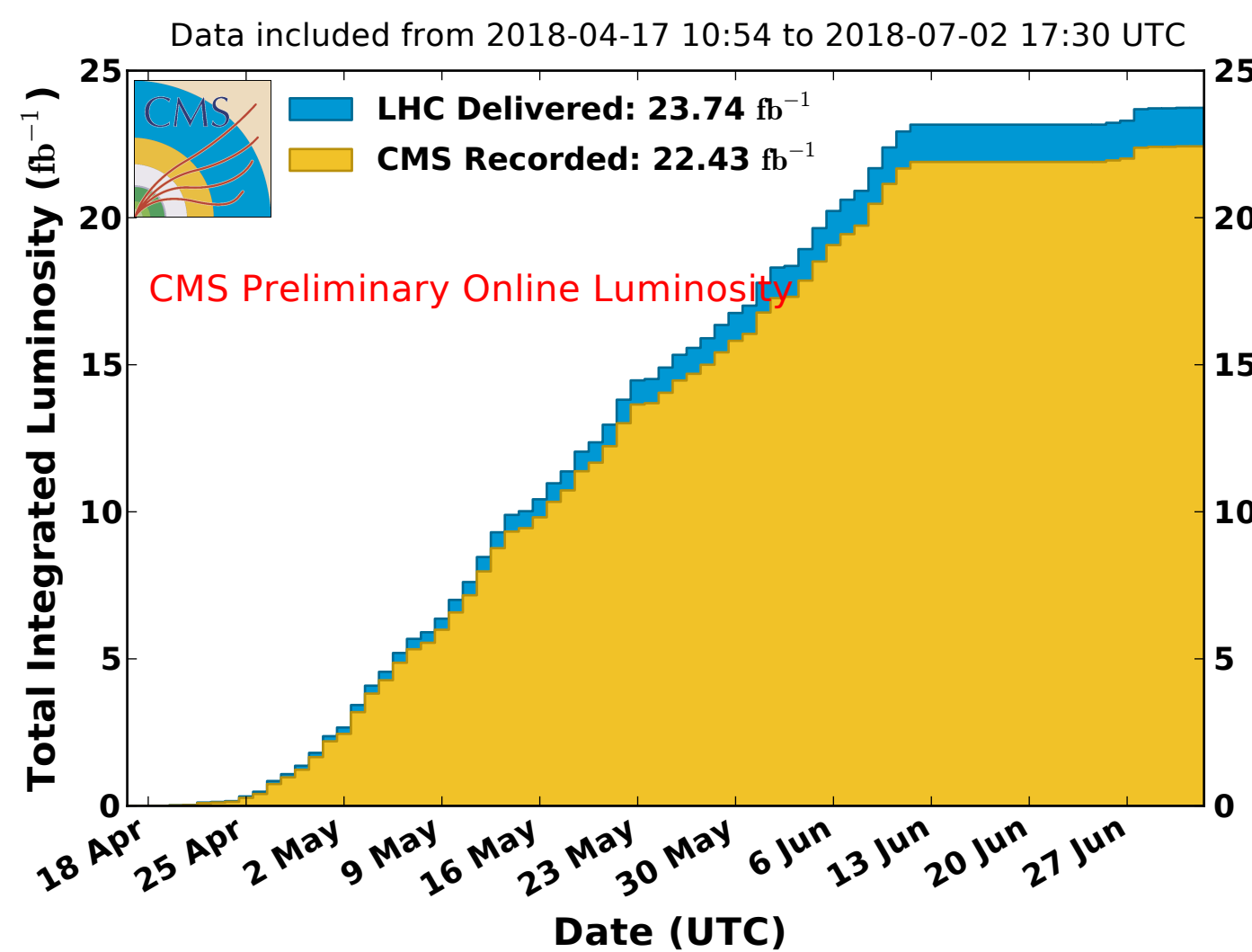
⇒ ~50 interazioni per “bunch crossing” (pileup)

- Luminosità “livellata” durante la presa dati

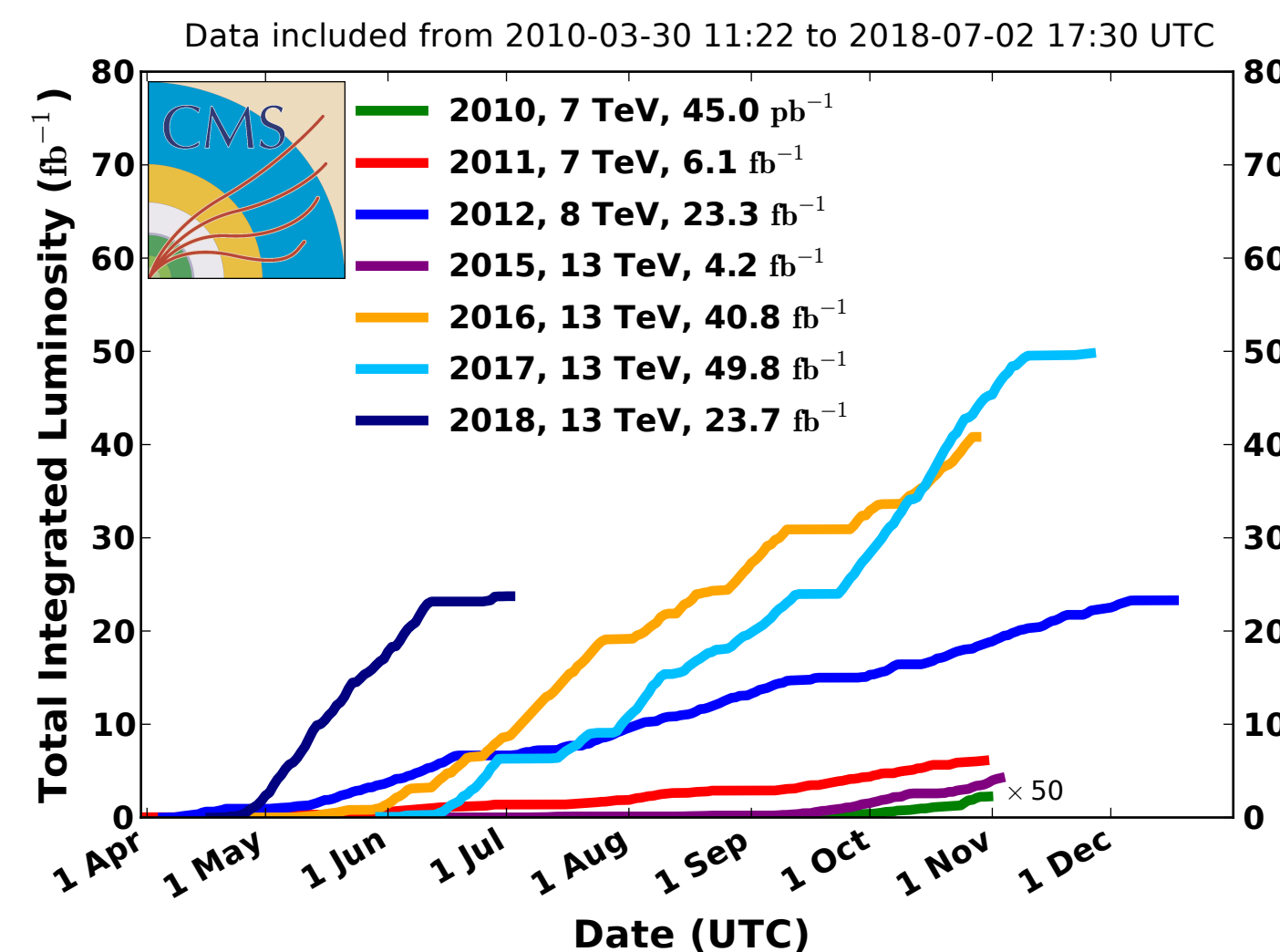
CMS Peak Luminosity Per Day, pp



CMS Integrated Luminosity, pp, 2018, $\sqrt{s} = 13$ TeV



CMS Integrated Luminosity, pp



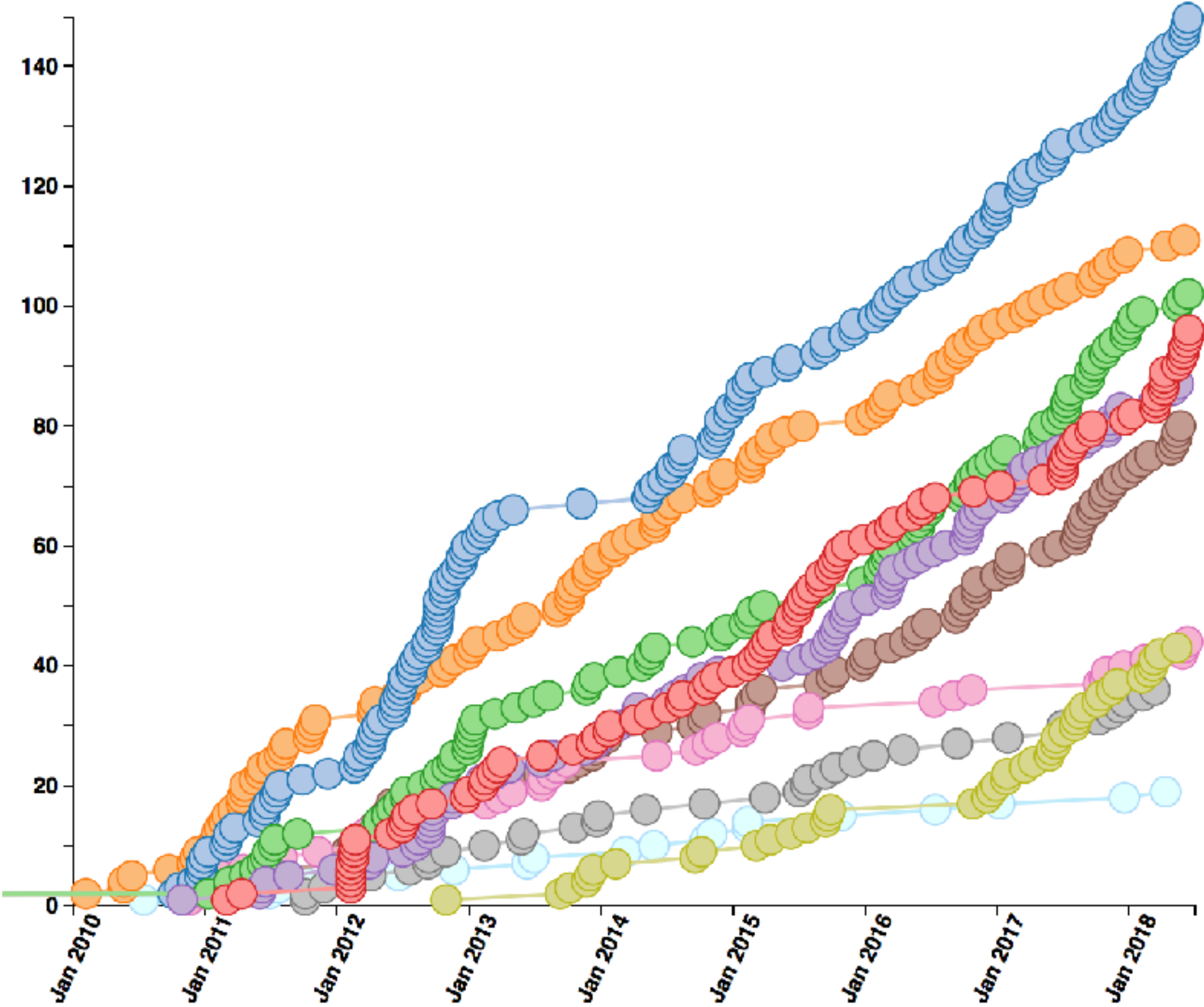
- ~150 fb⁻¹ integrati finora da CMS a 13 TeV
- Obiettivo per il 2018: 60 fb⁻¹
- ⇒ ~190 fb⁻¹ totali

Produzione scientifica

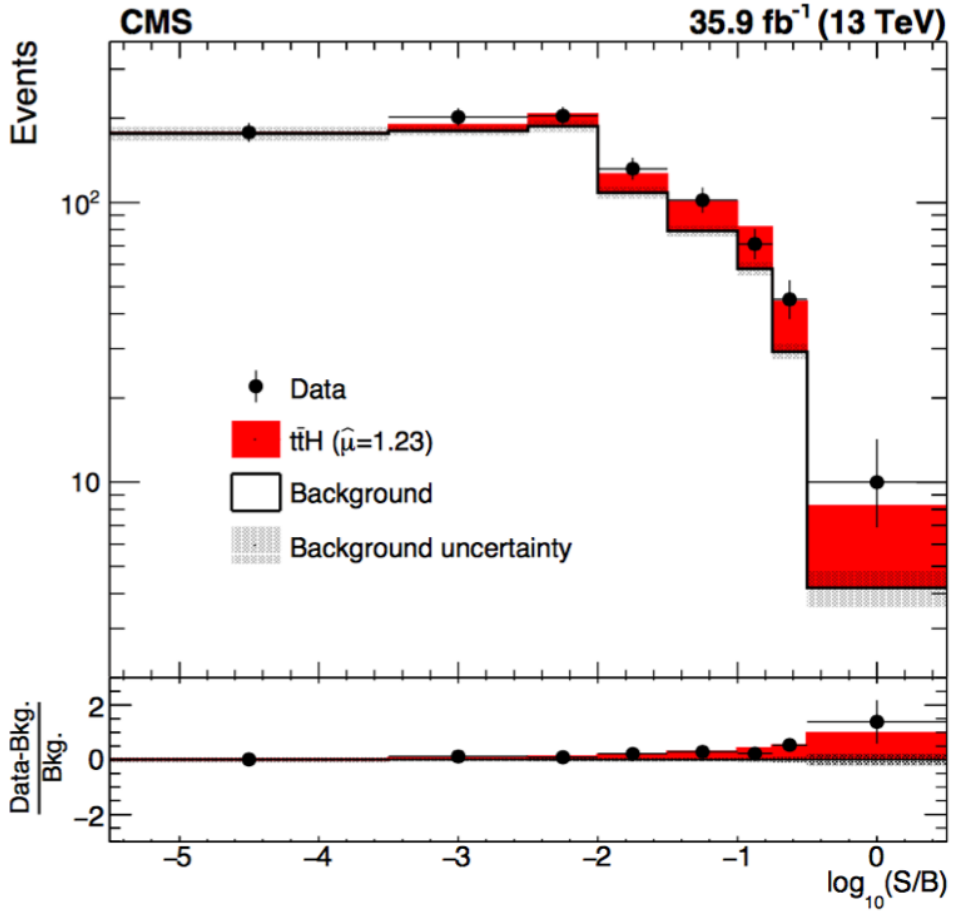


- Show all
- Total
- Exotica
- Standard Model
- Supersymmetry
- Higgs
- Top Physics
- Heavy Ion
- B Physics
- Forward Physics
- Beyond 2 Generations
- Detector Performance

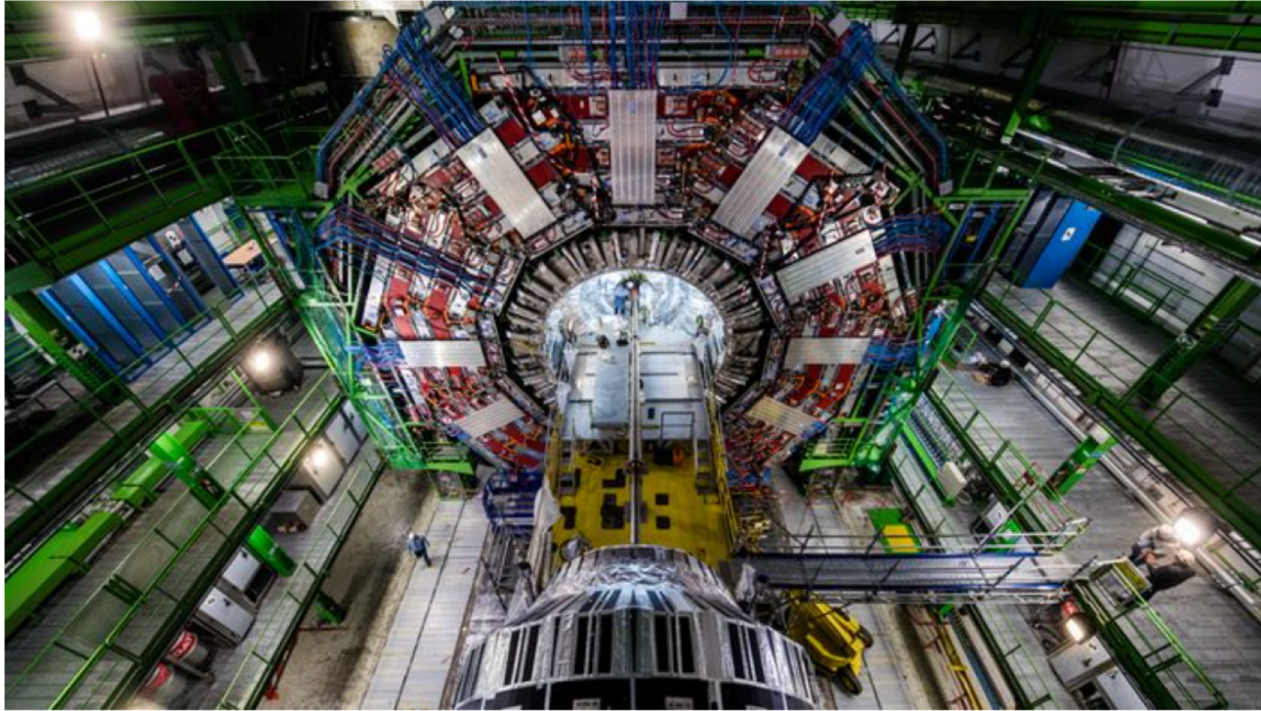
765 collider data papers submitted as of 2018-06-15



Consiglio di Sezione, 3/7/2018



Osservazione produzione $t\bar{t}H$
 Phys. Rev. Lett. 120, 231801 (2018)

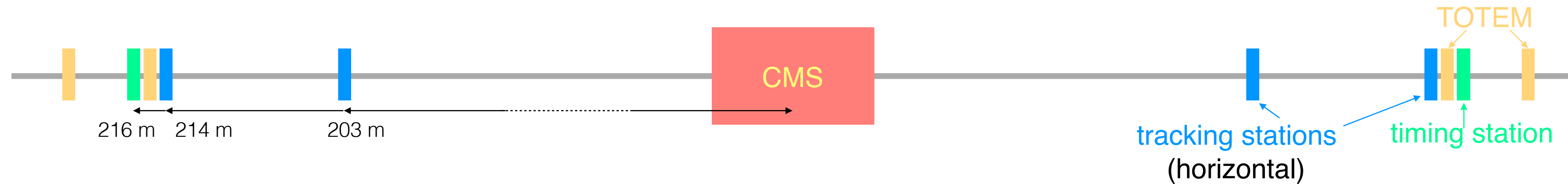


The 21-metre-long CMS detector has detected a shower of subatomic particles that were created by smashing protons together. Credit: Maximilien Brice/CERN

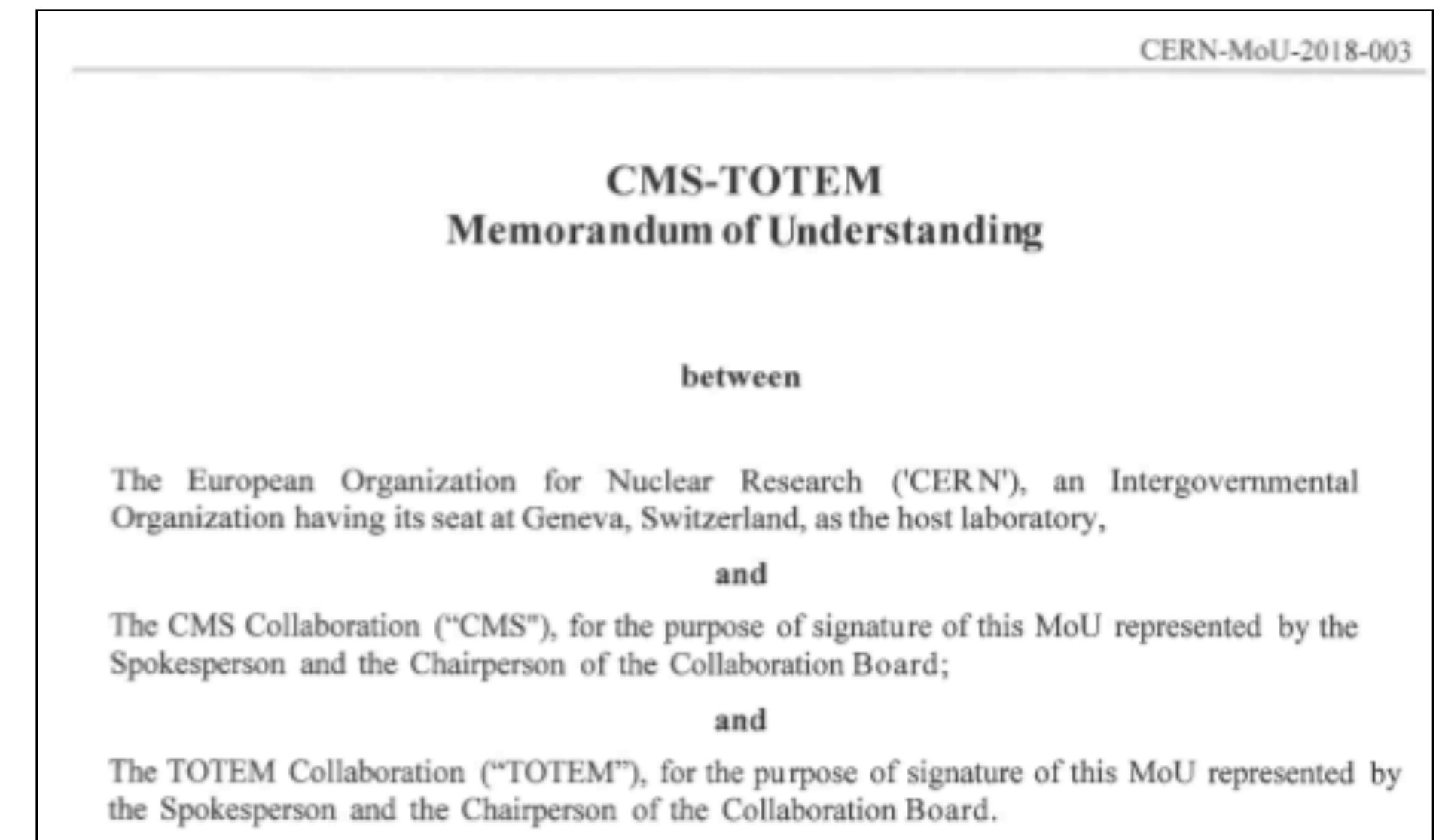
PARTICLE PHYSICS · 08 JUNE 2018
 Physicists cheer rendezvous of Higgs boson and top quark

- **Tracciatore a pixel dello spettrometro di protoni (PPS)**
 - Elettronica di lettura di front-end e meccanica di supporto progettate e realizzate a Genova
 - Installazione, DAQ, commissioning, operazioni
 - Software di simulazione, ricostruzione, monitoring
- **MIP timing layer (upgrade Fase 2)**
 - Schede di test per rivelatori UFSD
- **Tracciatore al silicio per Fase 2**
 - Preparazione qualifica ibridi di servizio
- **Analisi dati**
 - Studio della produzione centrale esclusiva di coppie $t\bar{t}$ ($pp \rightarrow pp t\bar{t}$)
- **Responsabilità:**
 - membro Conference Committee: **S. Tosi**
 - coordinatore software offline PPS: **F. Ferro**
 - coordinatore tracciatore PPS: **E. Robutti**

Precision Proton Spectrometer (PPS)



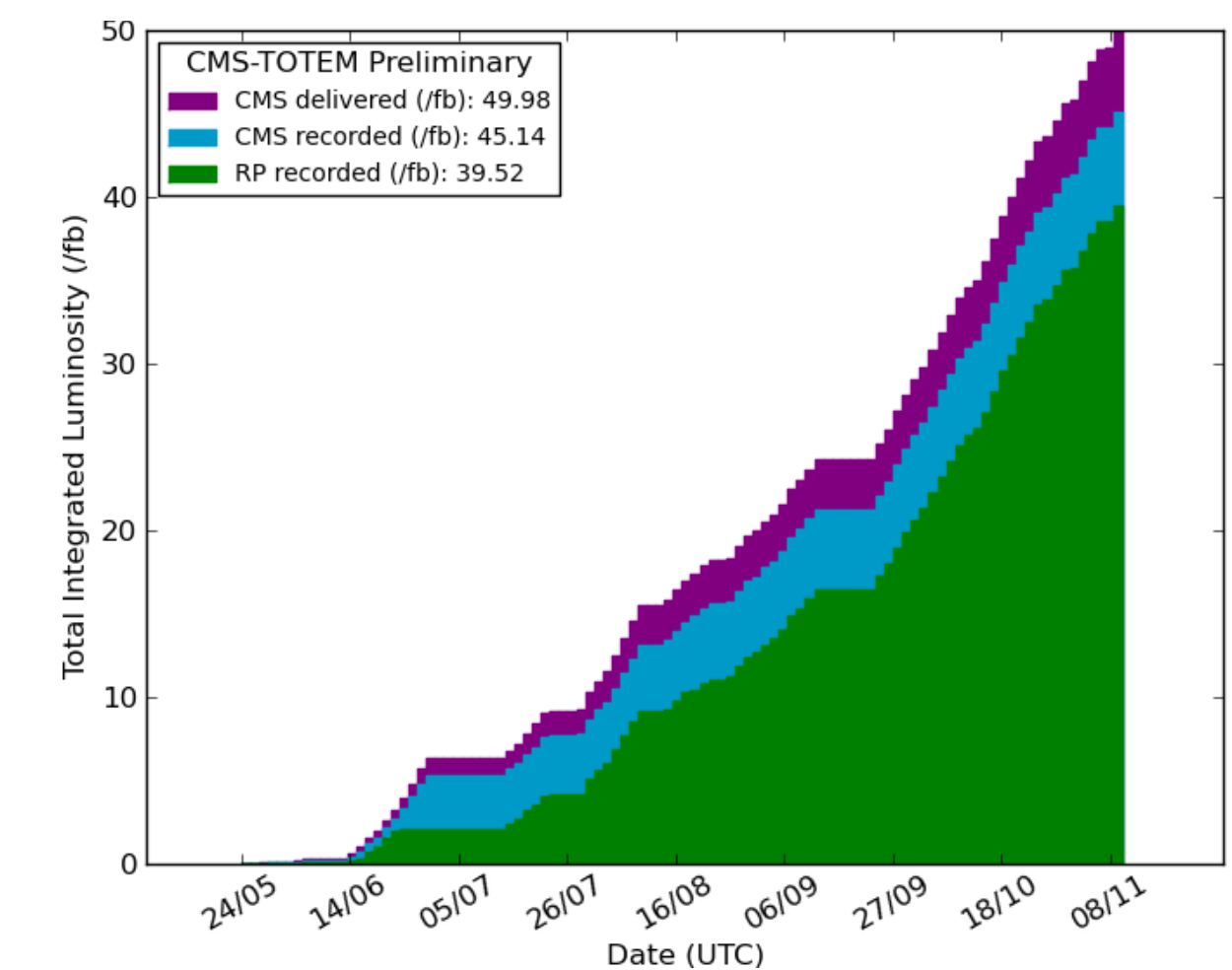
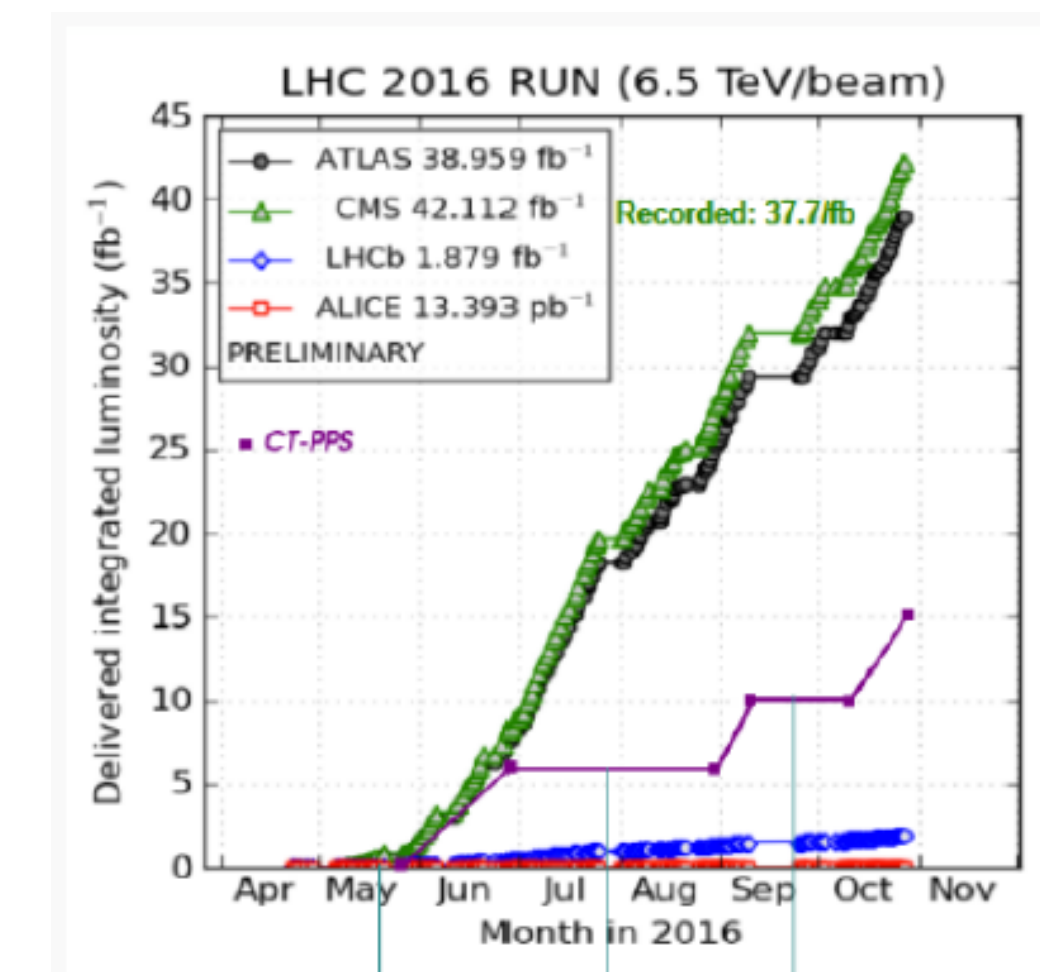
- Partito come progetto congiunto con TOTEM per studiare la produzione centrale esclusiva in interazioni protone-protone ($p p \rightarrow p X p$)
- Utilizza *roman pot* a circa 200 m dal punto di interazione di CMS, da entrambi i lati
- Per ogni lato due stazioni di tracciamento a pixel di silicio e una stazione di timing
- Memorandum of Understanding CMS-TOTEM firmato ad Aprile
 - \Rightarrow PPS diventa a tutti gli effetti un sottorivelatore di CMS
 - l'attività di TOTEM prosegue fino al 2021 per completare il programma di fisica a 14 TeV e a bassa energia (run speciali a bassa luminosità)



PPS 2016-2018



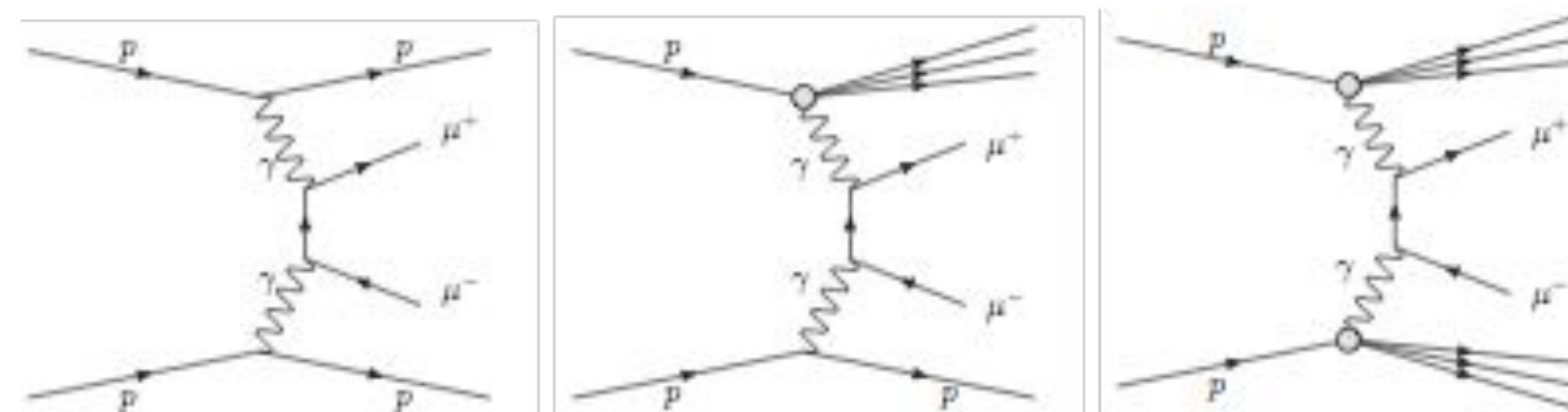
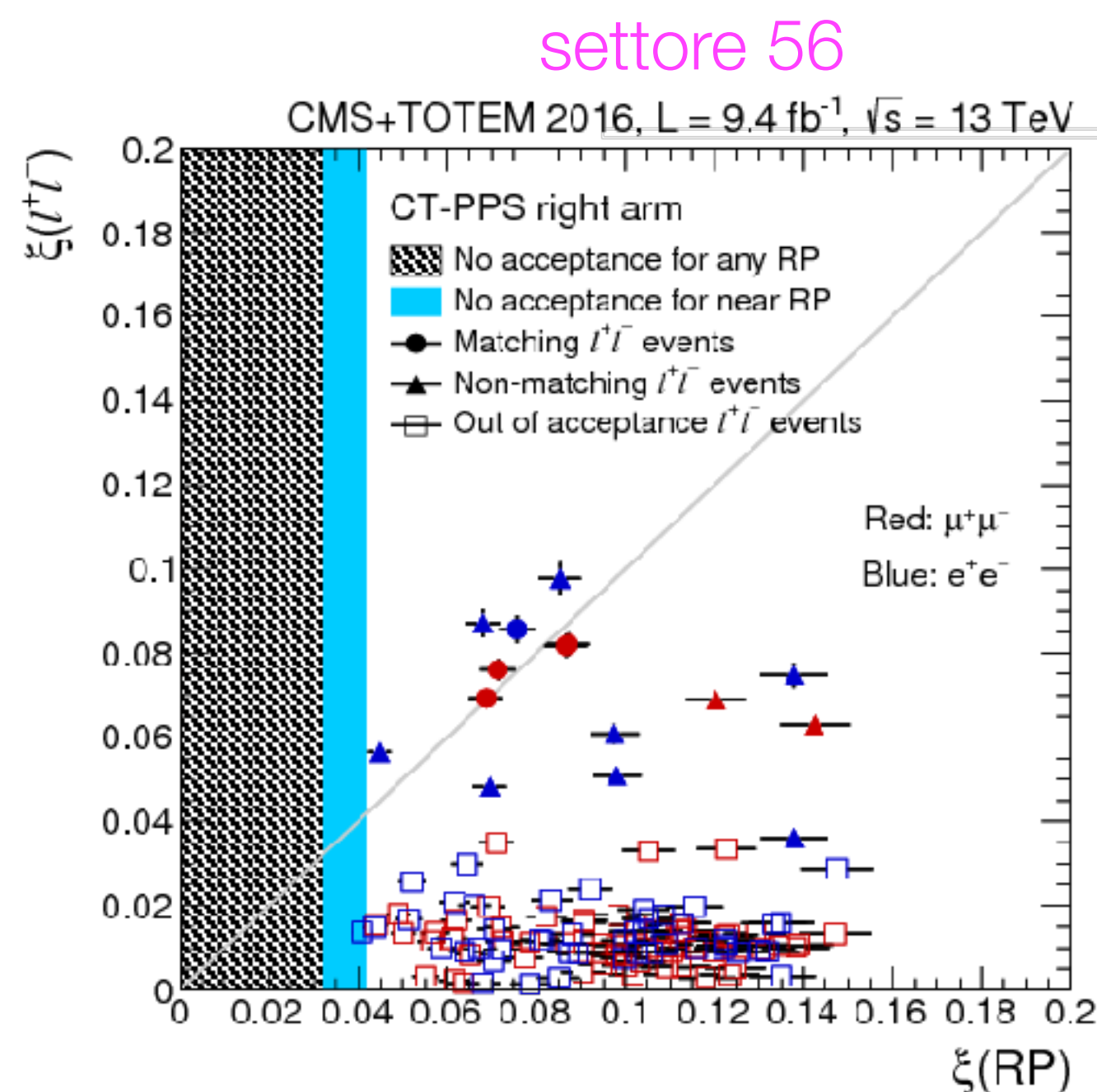
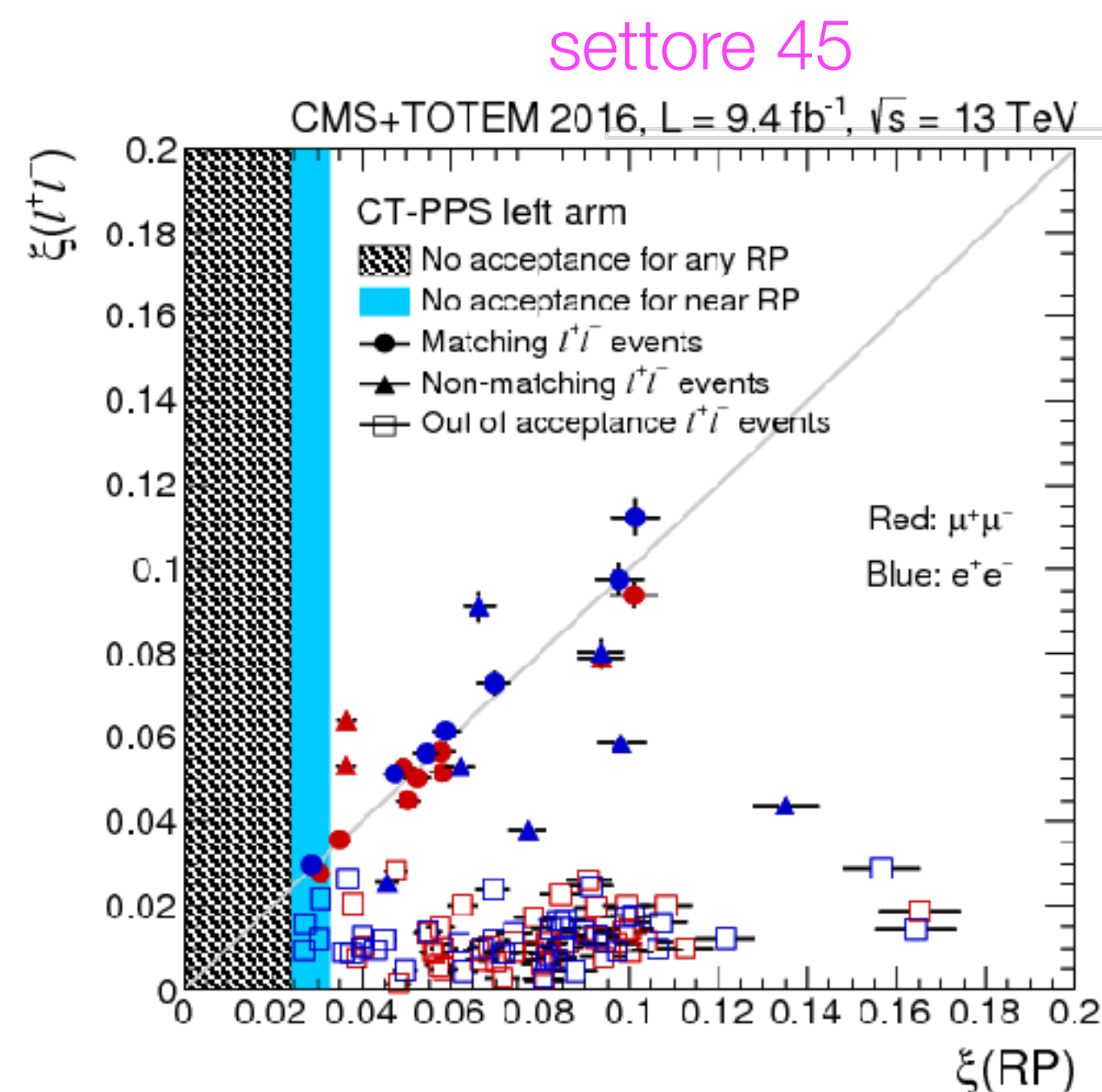
- 2016:
 - Sresa dati anticipata di un anno, utilizzando tracciatori a strip di TOTEM e rivelatori di tempo a diamante in sviluppo
 - $\sim 14.7 \text{ fb}^{-1}$ raccolti dal tracciatore in run di CMS a piena luminosità
- 2017:
 - Stazioni di tracciamento a 220 m sostituite con rivelatori a pixel 3D (GE-TO)
 - Stazioni di tempo con rivelatori a diamante e al silicio (UFSD)
 - $\sim 40 \text{ fb}^{-1}$ raccolti con roman pot inseriti
- 2018:
 - Tutte le stazioni di tracciamento equipaggiate con rivelatori a pixel 3D
 - Stazioni di tempo con rivelatori a diamante a singolo o doppio strato
 - Regolarmente in presa dati a piena luminosità



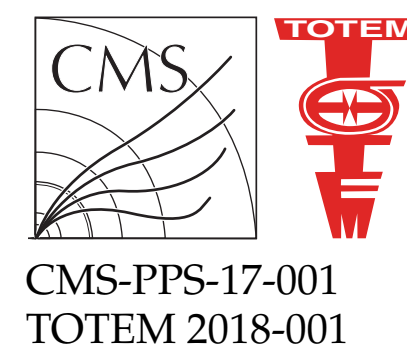
Primi risultati di fisica



- Osservazione della produzione semiesclusiva di coppie di leptoni energetici



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH (CERN)



CERN-EP-2018-014
2018/03/14

Observation of proton-tagged, central (semi)exclusive production of high-mass lepton pairs in pp collisions at 13 TeV with the CMS-TOTEM precision proton spectrometer

- Prima dimostrazione di fattibilità di studio di eventi “proton-tagged” ad alta luminosità

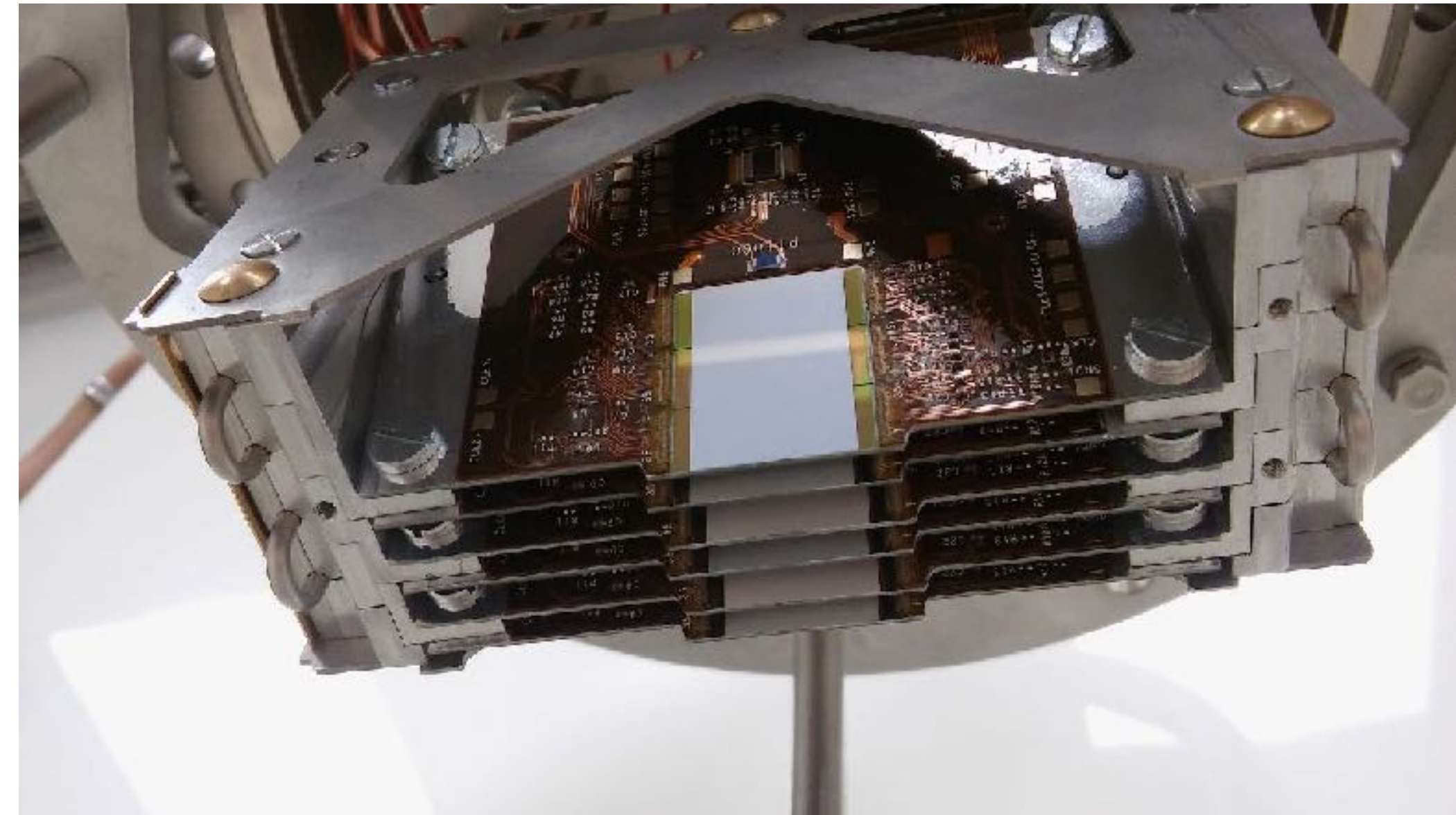
12 Mar 2018

The CMS and TOTEM Collaborations*

Installazione tracciatore a pixel



- Quattro stazioni di tracciamento complete assemblate a Genova

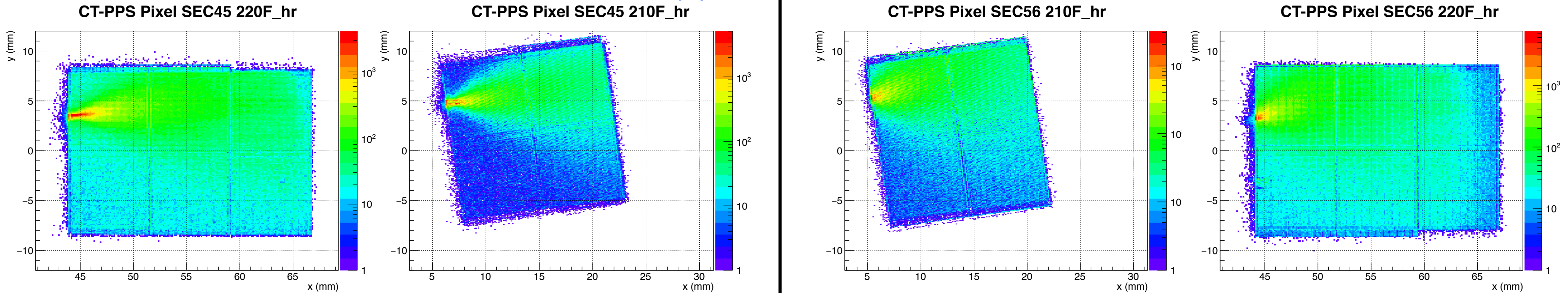


- Operazioni durante lo shutdown 2017-2018:
 - Le due stazioni installate nel 2017 (220 m) scambiate di lato per mitigare il danno da radiazione sui chip di lettura
 - Due nuove stazioni installate a 210 m dal punto di interazione
- **PPS approvato da LHCC per Run 3**
 - Bisognerà sostituire tutti i rivelatori
 - Genova impegnata per nuova elettronica di lettura e meccanica

Prestazioni del tracciatore



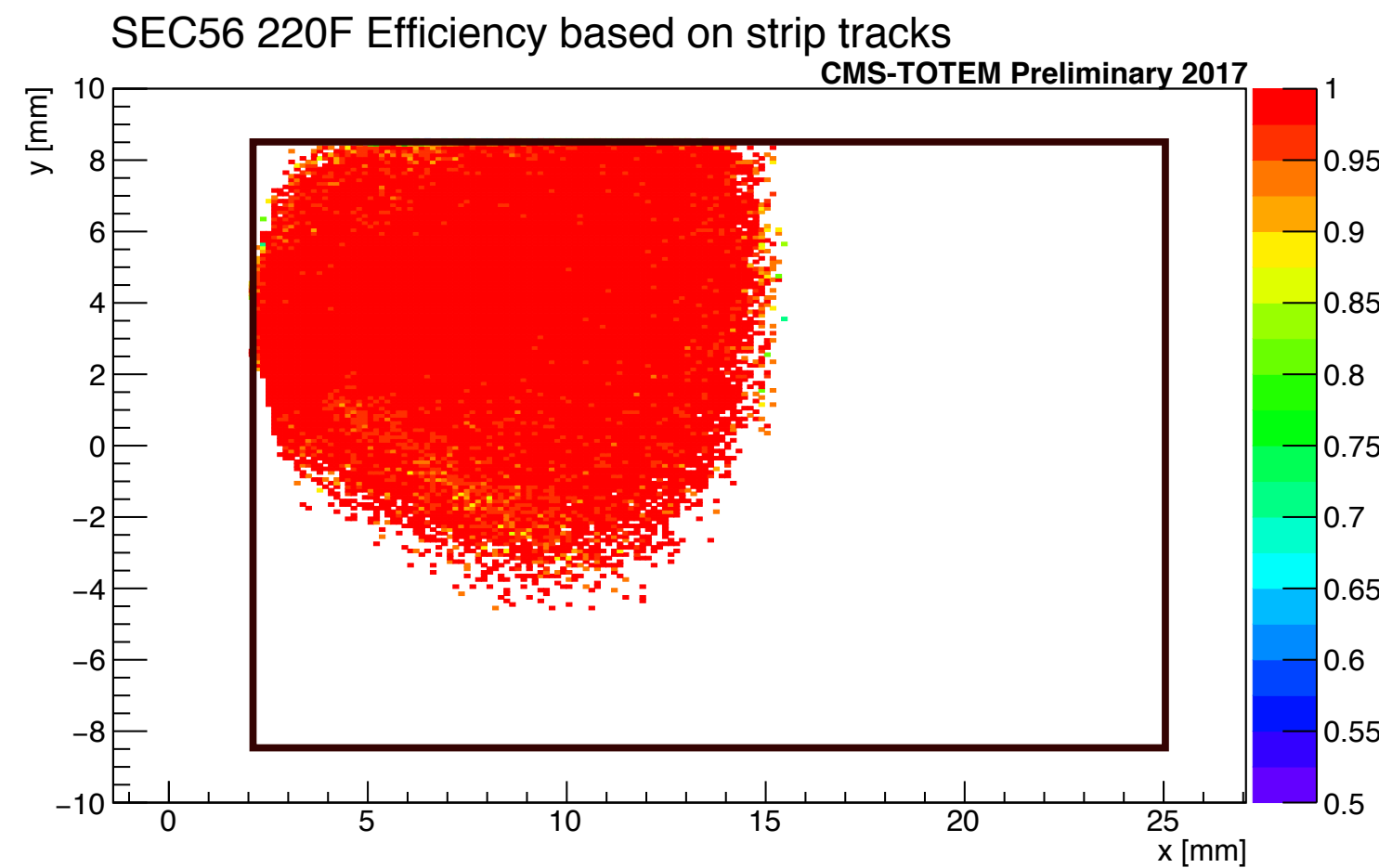
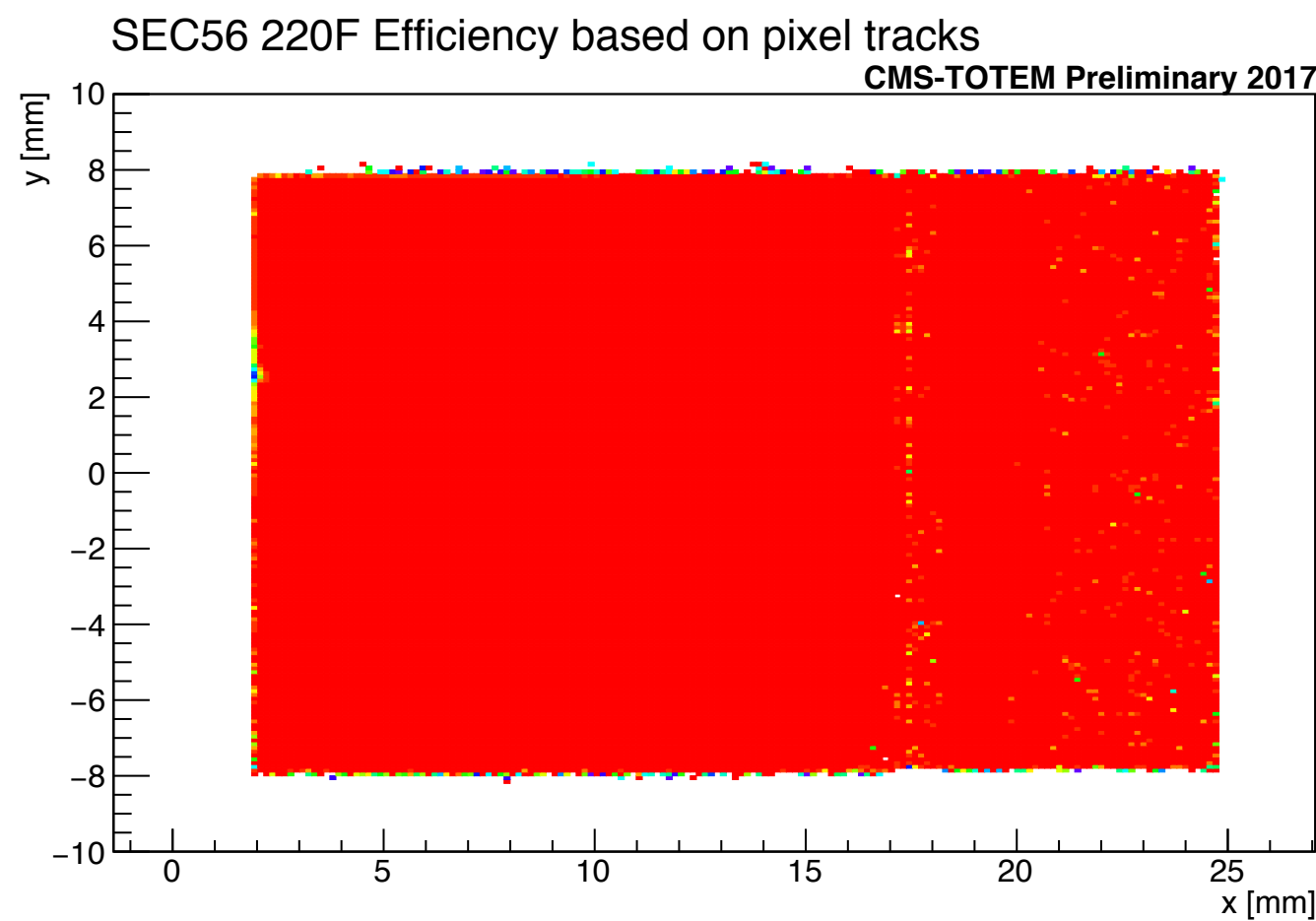
Mappe delle tracce



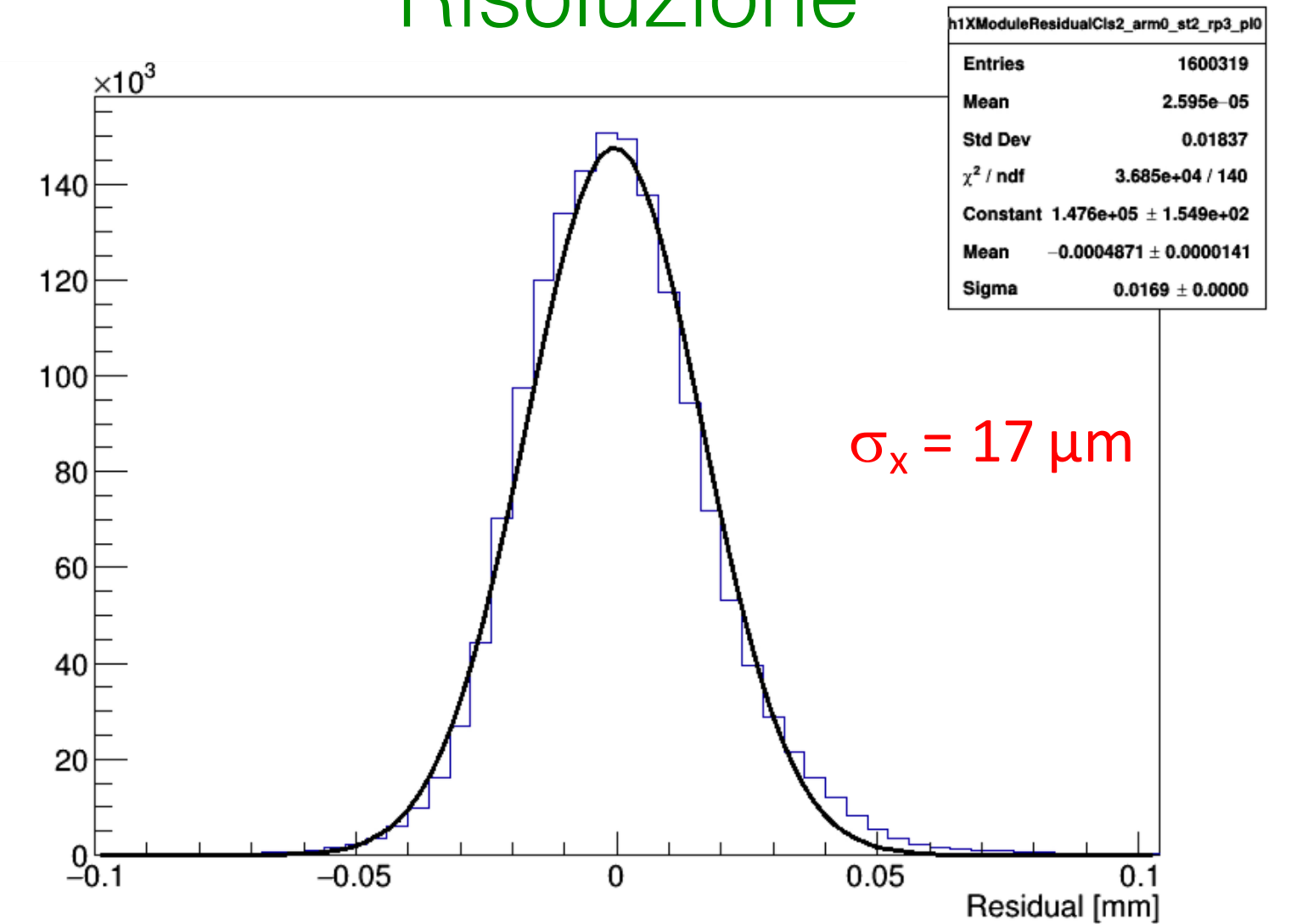
Efficienza 2017

su tracce "interne"

su tracce "esterne"



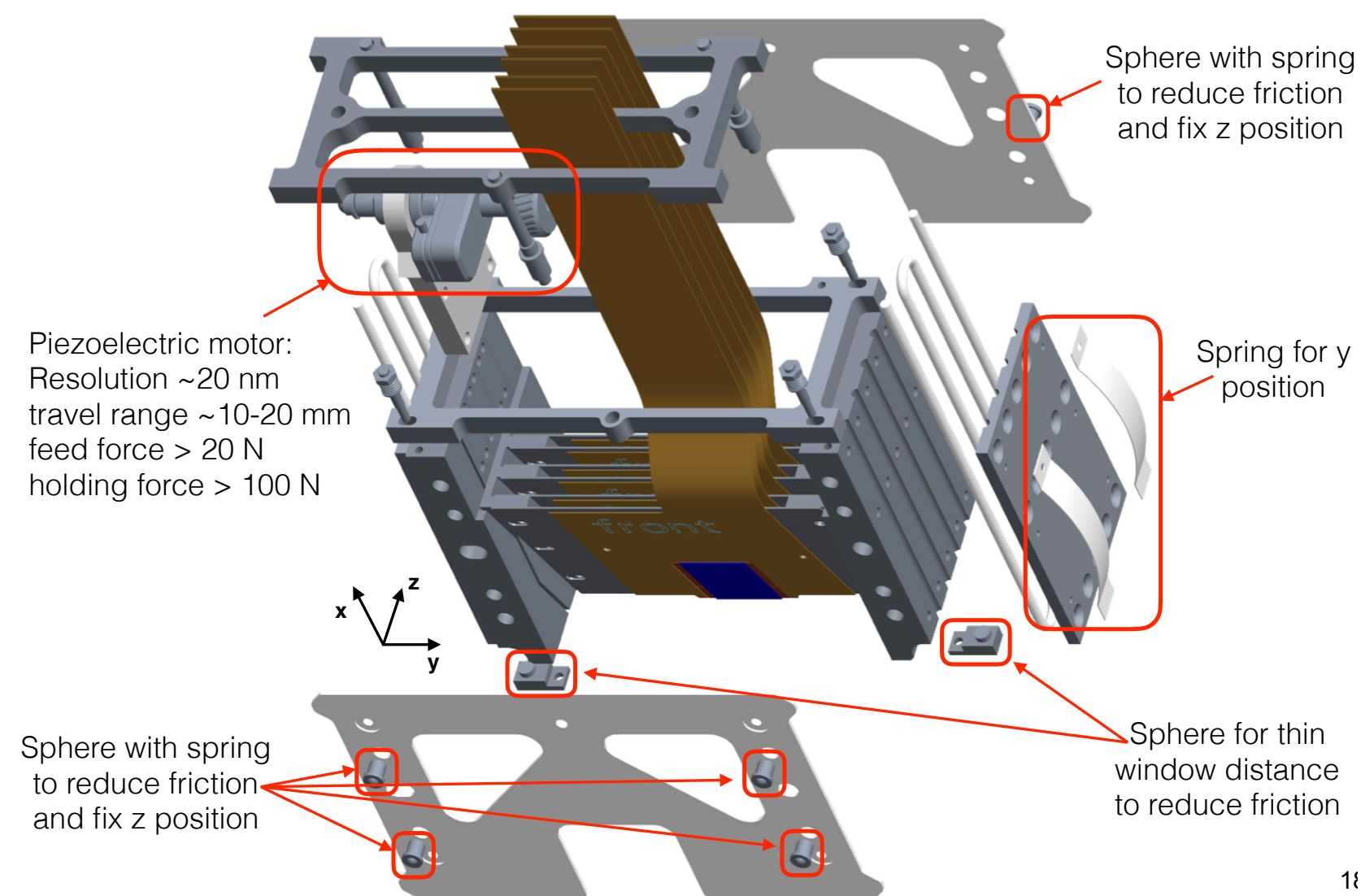
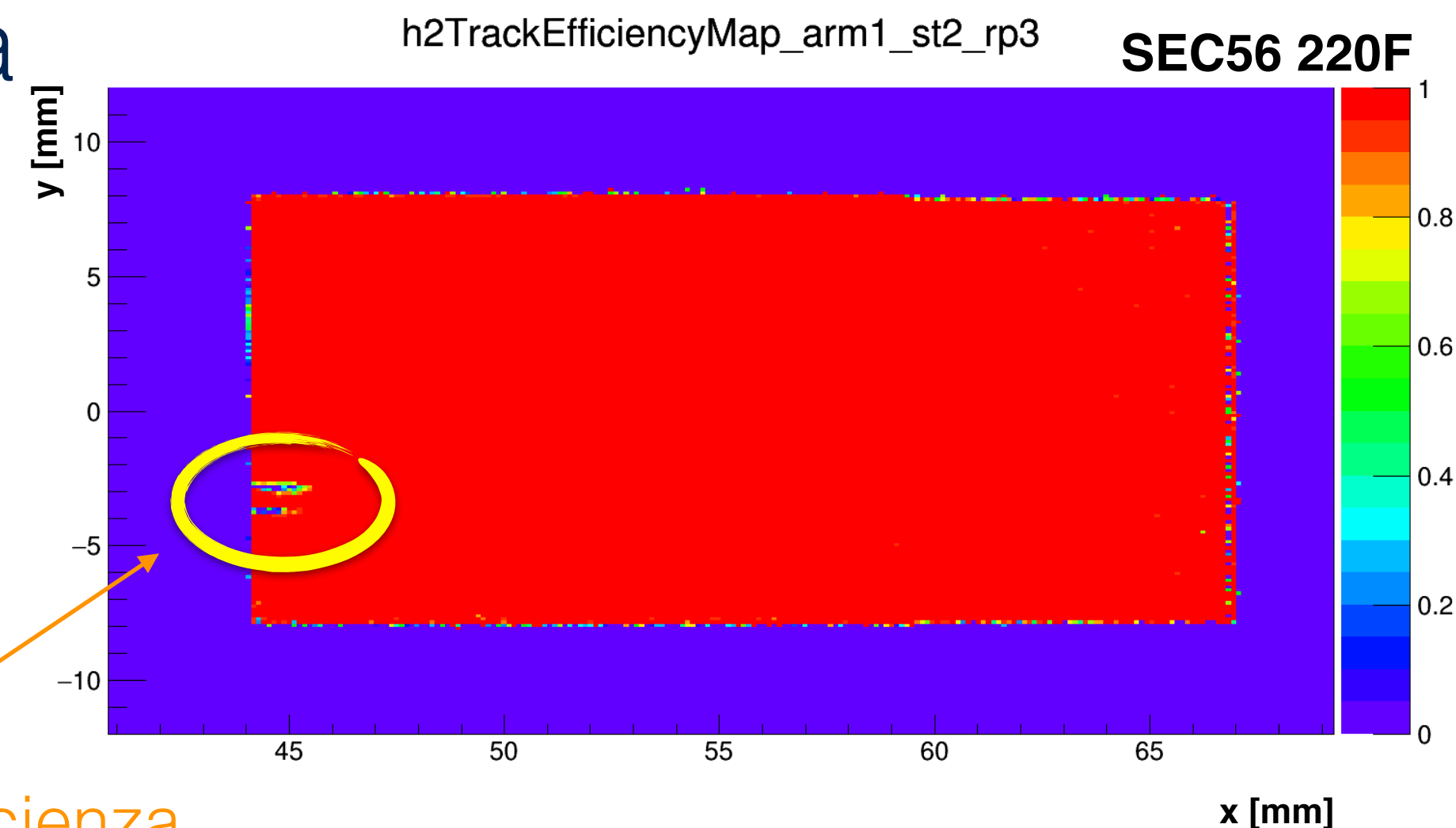
Risoluzione



Danno da radiazione sui chip

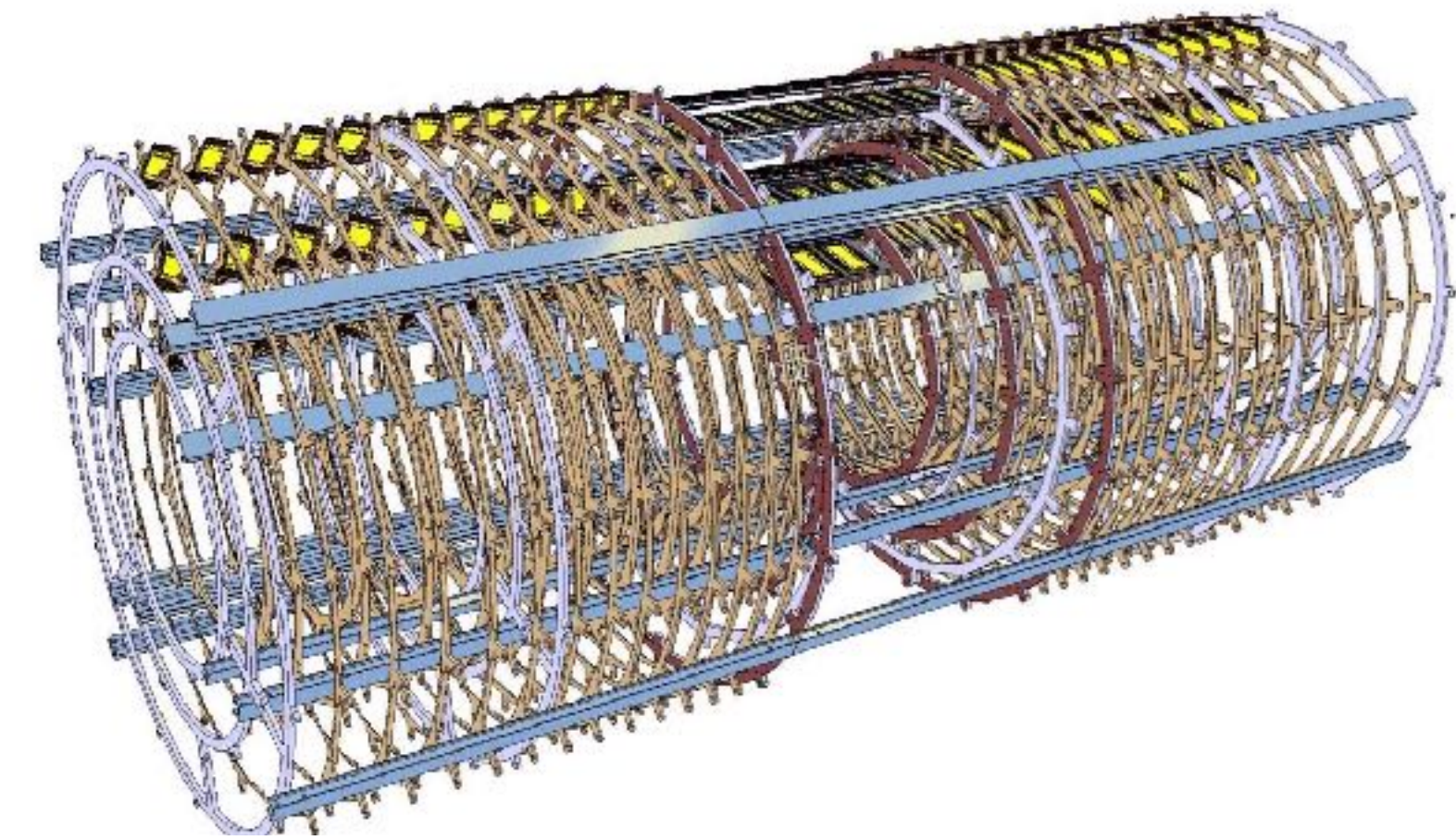
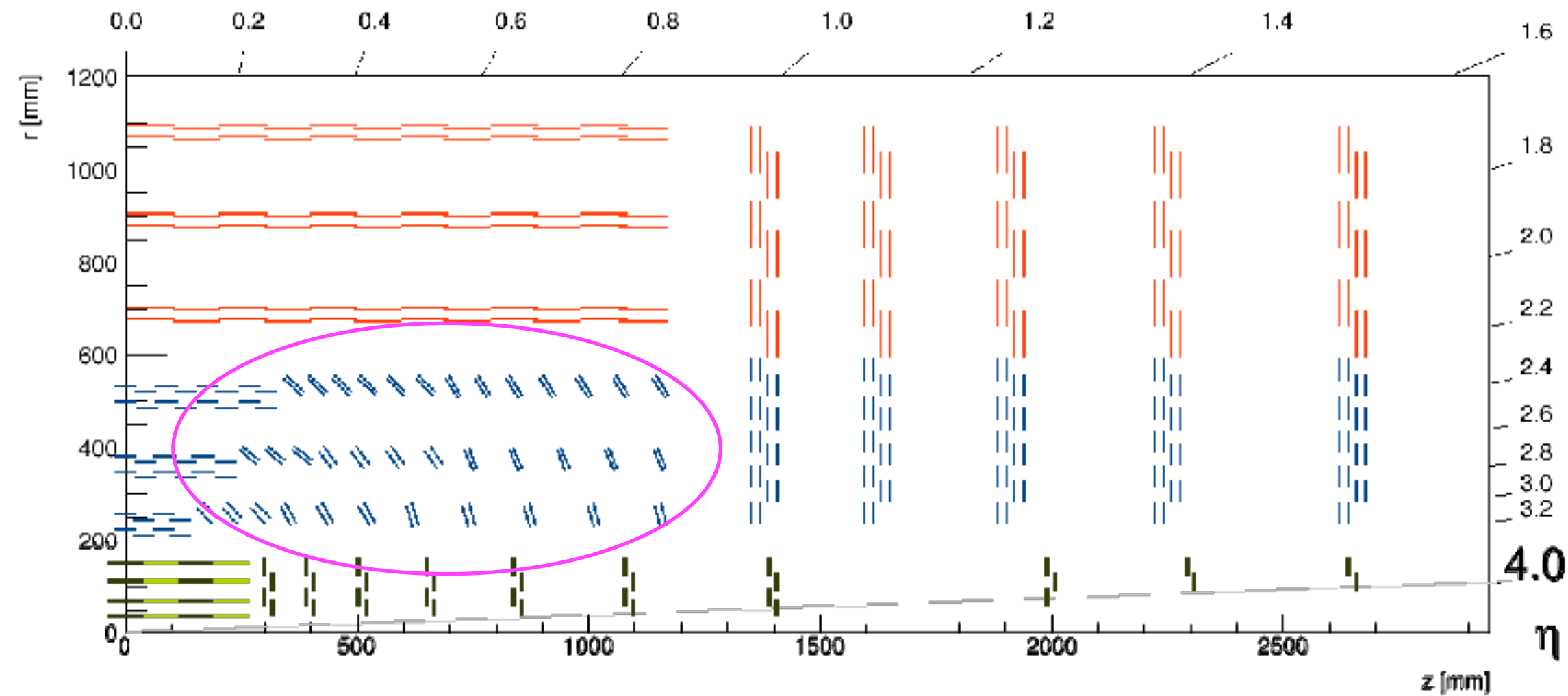


- A causa della dose altamente non uniforme ricevuta dai rivelatori (più di 4 ordini di grandezza), i chip di lettura subiscono un danno che non è rimediabile tramite regolazione di parametri (comuni all'intero chip)
⇒ dopo circa 10 fb^{-1} non si riesce più a leggere l'intero chip sul singolo bunch crossing

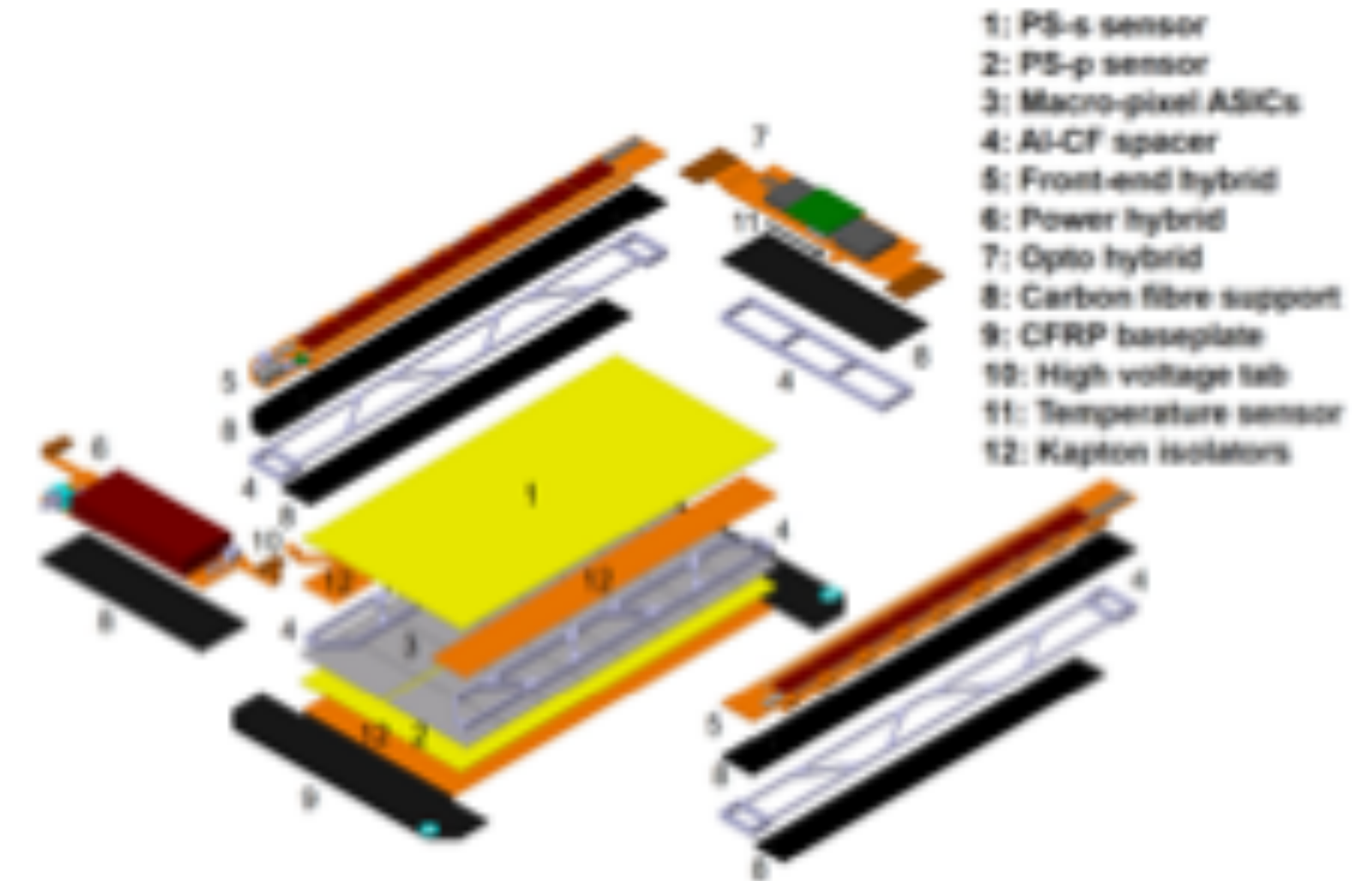


- Per mitigare il problema:
 - piccoli spostamenti (0,5 - 1 mm) dell'intero pot durante brevi stop tecnici di LHC
 - sviluppo di un sistema di movimentazione interna con motore piezoelettrico (Genova):
sotto test: auspicabilmente da installare a Settembre e averlo pronto per i rivelatori di Run 3

Tracciatore CMS Fase 2



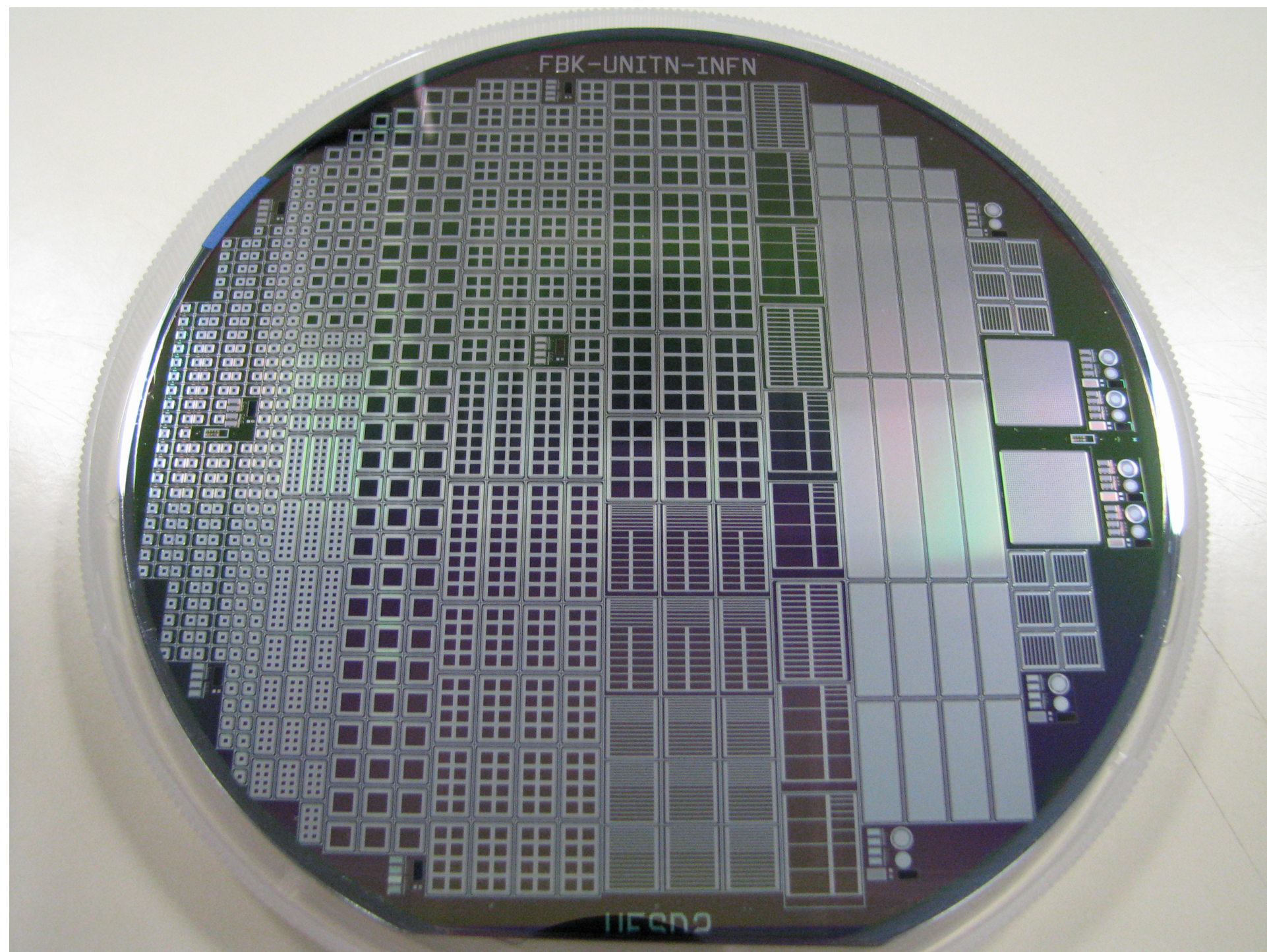
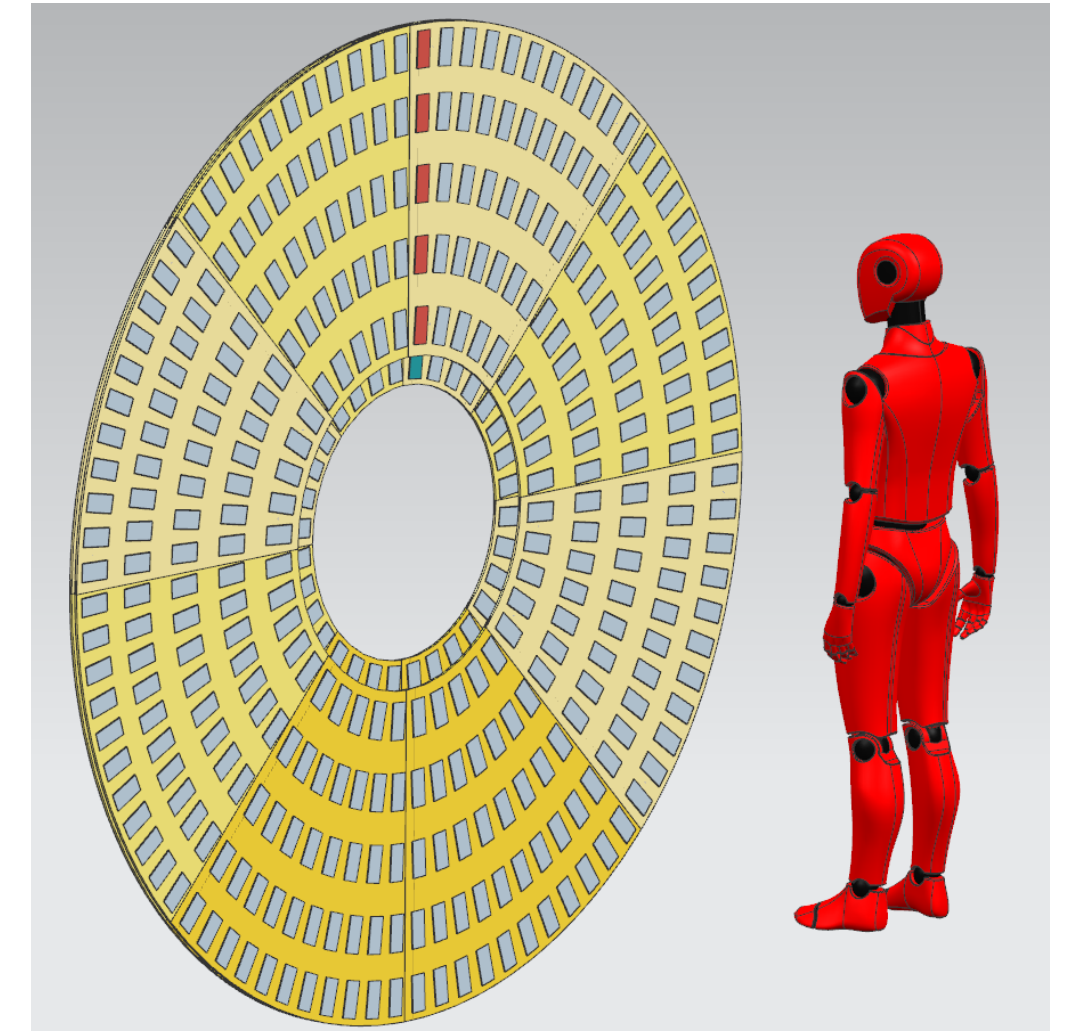
- Tracciatore di CMS completamente ridisegnato per l'upgrade a HL-LHC (fase 2)
- Il gruppo di Genova caratterizzerà gli ibridi di servizio dei moduli di tipo 'PS' costruiti dall'INFN (~2000 moduli)
 - attività in preparazione; operatività a partire dal 2020



Endcap Timing Layer

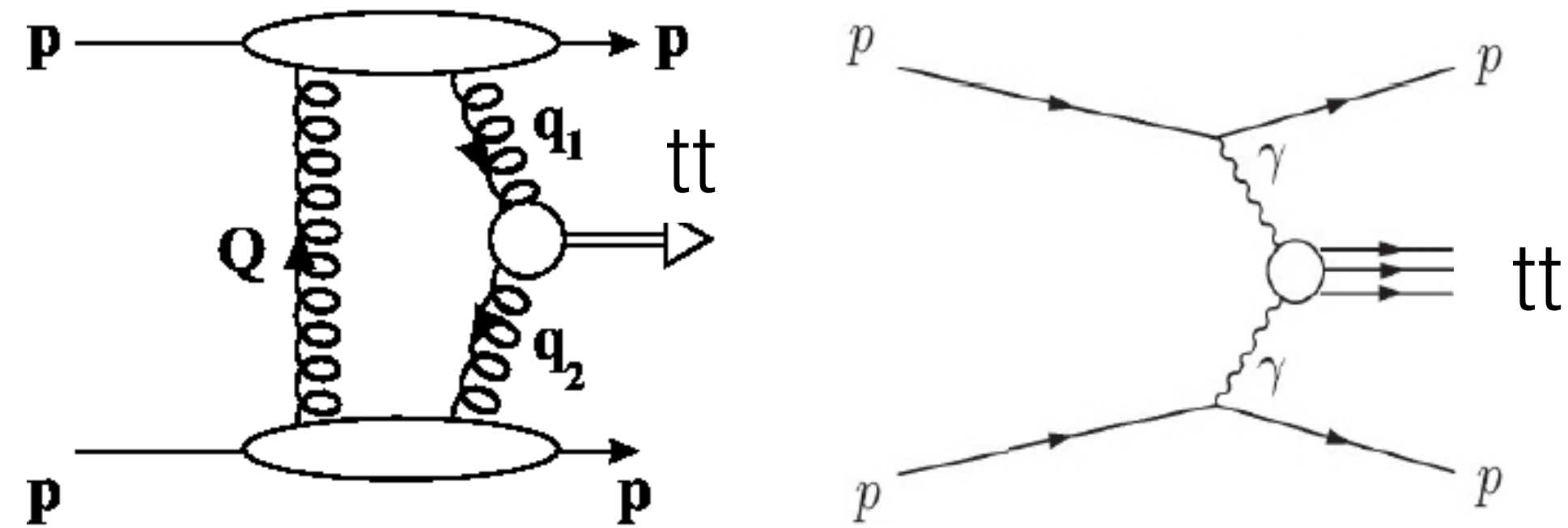


- CMS ha approvato la costruzione di uno strato di rivelatori di tempo da utilizzare per HL-LHC (fase 2) per affrontare gli alti livelli di pileup
 - una sezione “barrel” e una “endcap”;
 - risoluzione richiesta ~ 30 ps



- La tecnologia scelta per gli endcap è quella degli Ultra Fast Silicon Detector, in cui l'INFN ha un ruolo leader
 - miglior precisione misurata su fascio: 35 ps (strato singolo)
- Il gruppo di Genova partecipa alla fase di R&D sviluppando schede di preamplificazione dedicate e sistemi di DAQ per i test su fascio

Studio della produzione centrale esclusiva $t\bar{t}$



- Processo interessante per lo studio in generale della produzione esclusiva (via gg o $\gamma\gamma$) e per la produzione di top
 - Mai osservato finora
- Potenzialmente sorgente di top “pulitissima”, utilizzando il match della cinematica dei protoni rivelati da PPS con quella dei top ricostruiti dal rivelatore centrale
- Grandi incertezze sulle sezioni d’urto di produzione: in generale molto piccole (~ 1 fb)

TOTEM: impegno di Genova



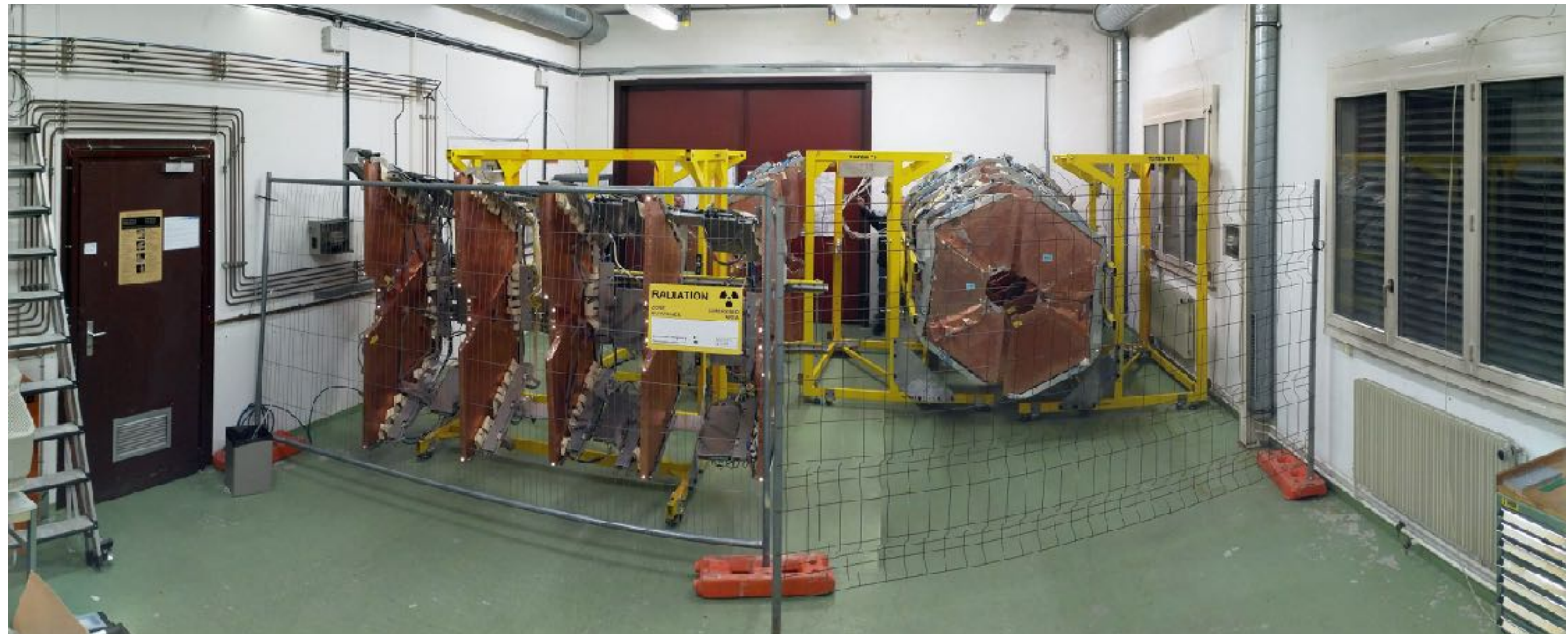
RESPONSABILITÀ di Genova

- ▶ F. FERRO - Resp. locale, Collaboration Board Member & T1 Software Coordinator
- ▶ E. RO BUTTI - T1 System Manager (detector) & Technical Board Member
- ▶ S. MINUTOLI - T1 System Manager (elettronica) & Technical Board Member
- ▶ M. BOZZO - Editorial Board Member

- T1 ha preso dati dal 2011 a 7, 8 e 13 TeV nei runs a bassa luminosità, come da design. “Missione compiuta”.
- T1 disinstallato a fine 2016 e tenuto pronto per la reinstallazione.
- T1 spostato in area di storage e mantenuto sotto gas.
- T1 forse reinstallato per il run a 14 TeV del 2021.

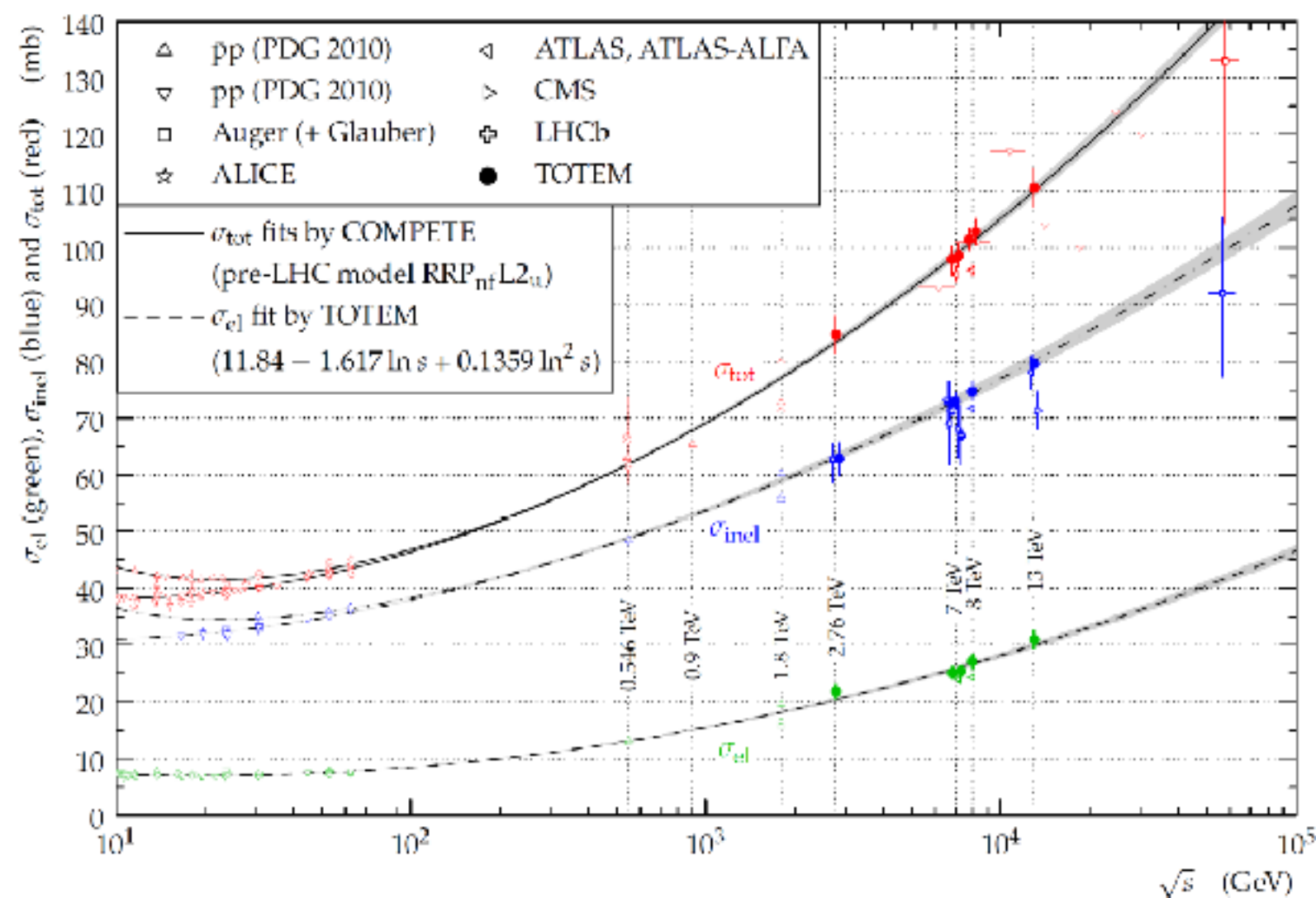
PROGRAMMA 2019 (GENOVA)

- ▶ Analisi dati dei vecchi/nuovi runs
- ▶ Mantenimento del rivelatore



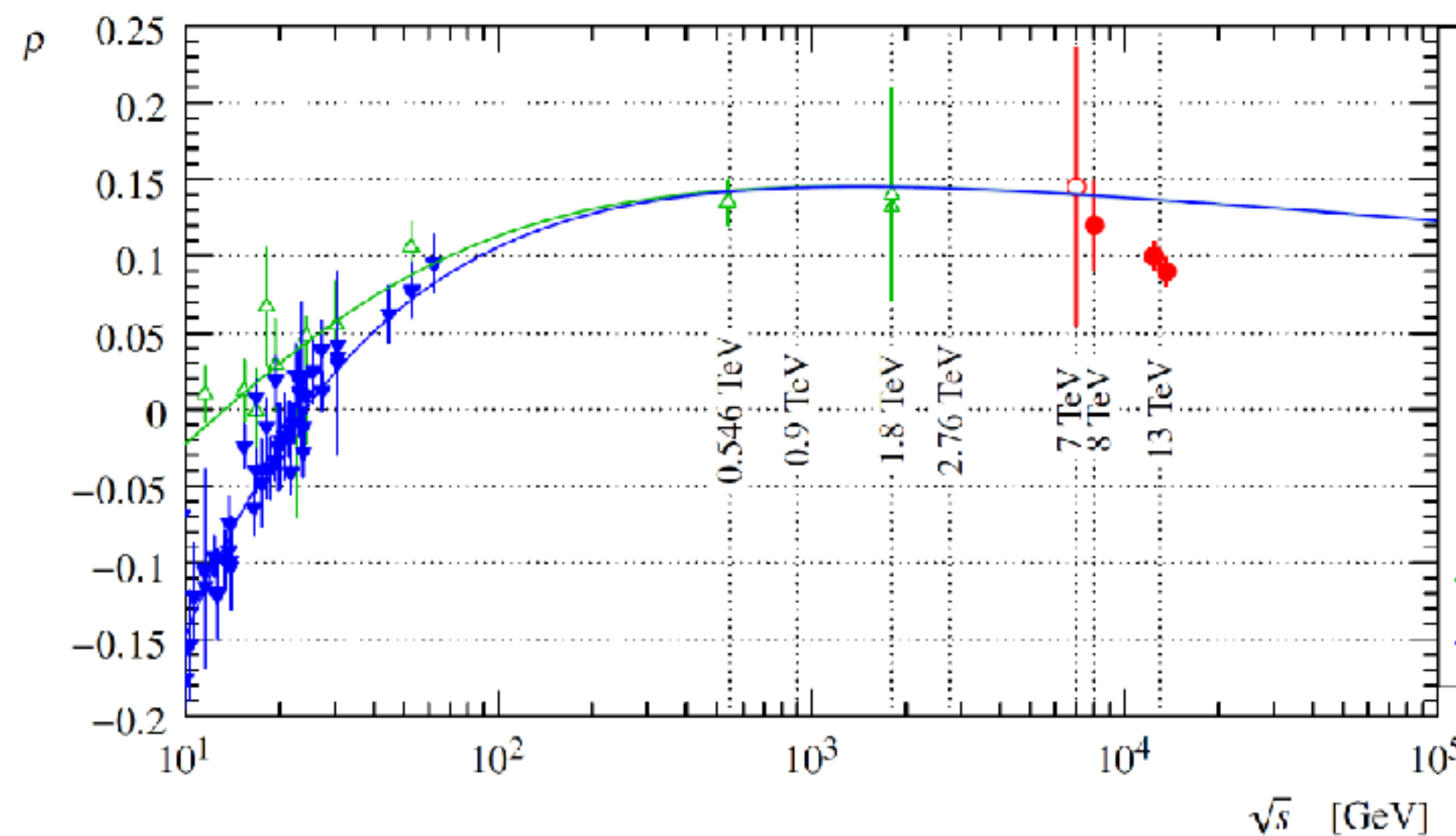
PROGRAMMA di FISICA

- Programma di fisica stand-alone in runs speciali di LHC a bassa luminosita'
 - Programma di fisica con CMS in runs speciali di LHC a bassa luminosita'
 - Nuovo MoU CMS-TOTEM-CERN: TOTEM inglobato in CMS per il programma a alta luminosita'
- Misure di sezione d'urto totale ed elastica a 13 TeV (preprint [CERN-EP-2017-321](#))
 - Misura di rho nella regione di interferenza Coulomb-Nucleare
 - Evidenza dell'esistenza dell'Odderone (preprint [CERN-EP-2017-335](#))
 - Studio di glueball tensoriali



Scattering elastico nella regione di interferenza Coulomb-Nucleare
→ misura diretta di ρ

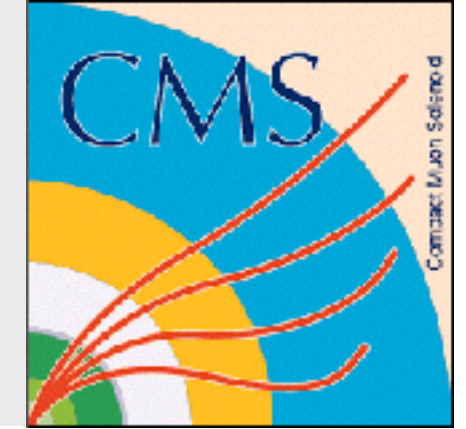
$$\rho = \frac{\Re F^H(0)}{\Im F^H(0)}$$



CMS - TOTEM

		CMS	CMS Fase 2	TOTEM	TOTALE
Marco Bozzo	prof. ass. in pensione				0,0
Fabrizio Ferro	ricercatore INFN	0,4	0,3	0,3	1,0
Mario Macrì	dir. ric. INFN in pensione				0,0
Roberto Mulargia	dottorando	0,2	0,5		0,7
Fabio Ravera	assegnista	1,0			1,0
Enrico Robutti	ricercatore INFN	0,2	0,5	0,1	0,8
Silvano Tosi	prof. ass.	0,7			0,7
TOTALE FTE		2,5	1,3	0,4	4,2

Richieste ai servizi



	Esperimento	Richiesta (m.u.)	Oggetto
Progettazione Meccanica	CMS	1 + 1(*)	Piccole attrezzature + nuovi supporti tracciatore PPS (*)
Officina Meccanica	CMS	1 + 2(*)	Piccole attrezzature + nuovi supporti tracciatore PPS (*)
Servizio Elettronico	CMS	10 (S. Cerchi)	Disegno nuove schede di readout tracciatore PPS; qualifica schede di test UFSD; preparazione set-up di qualifica per tracciatore Fase 2
		1	Supporto sviluppo schede di test UFSD
	TOTEM	1 (S. Cerchi)	Attività al CERN connesse alla manutenzione di T1
Servizio Calcolo	CMS, TOTEM	1	Mantenimento risorse dedicate di CPU e storage sulla FARM di sezione

(*) In fase di definizione