



CMS Napoli nel 2016

19/12/2016

O. Iorio, per il gruppo CMS Napoli

- Panoramica su CMS nel 2016
- Commissioning degli RPC,
- Lavoro sulle GEM
- Analisi di standard model e BSM

Il gruppo CMS Napoli

Assoc. scientifica:

- S. Buontempo (DR)
- N. Cavallo (PO)
- S. Di Guida (PhD)
- F. Fabozzi (PA)
- F. Fienga (Phd)
- O. Iorio (AR)
- L. Lista (PR)
- S. Meola (PA)
- M. Merola (20% AR)
- P. Paolucci (PR)
- F. Thyssen (AR)
- F. Tramontano (PA)

New entries nel 2016:

- A. Bonaura (PhD)
- G.De. Lellis (PA)
- A. Di Crescenzo (AR)
- G. Galati (PhD)
- W. A. Khan (AR)
- E. Vovedina (PhD)

Le responsabilità nel 2016:

- Pigi: Muon Resource Manager
- Orso : RPC Database Contact
- F.Fabozzi : PPD Validation convener
- F.Thyssen: RPC Online software responsible

Come visit us :)

https://web2.infn.it/cms_napoli/

Servizi:

- L. Parascandolo
- F. Cassese
- L. Roscilli
- G. Passeggio
- A. Vanzanella

Oltre a numerosi laureandi triennali nel corso degli anni:

L. Vigilante [Gennaio 2014]
A. Di Iorio [Maggio 2014]
C. Giugliano [Dicembre 2014]
S. Fusco [Settembre 2015]
R. Pratico [Febbraio 2016]

E le attività:

Upgrade & commissioning

Sistema presente:

- Rivelatori ad RPC
- DAQ – realizzato a Napoli
- Software Trigger/DAQ
- Sistema di potenza
- Monitoraggio temperatura
- progetto iPipe

Upgrade Phase II

- Rivelatori iRPC: bakelite
- Rivelatori iRPC: design
- Meccanica GEM/RPC
- Sistema di potenza
- GIF++ constructionA.

Database e physics performance

Produzione e validazione:

- Riprocessamento dati
- Nuove releases per MC
- Validazione del software CMS

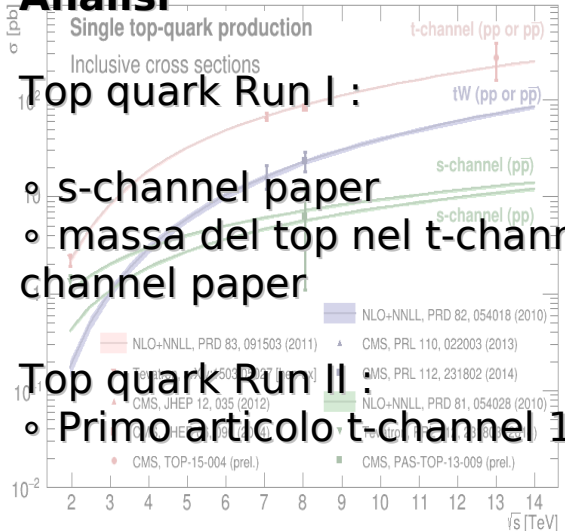
DQM:

- Gestione dell'accesso al condition database

RPC Database
RPC Performances



Analisi



Top quark Run I :

- s-channel paper
- massa del top nel t-channels-channel paper

Top quark Run II :
◦ Primo articolo t-channel 13 TeV

Dark matter :

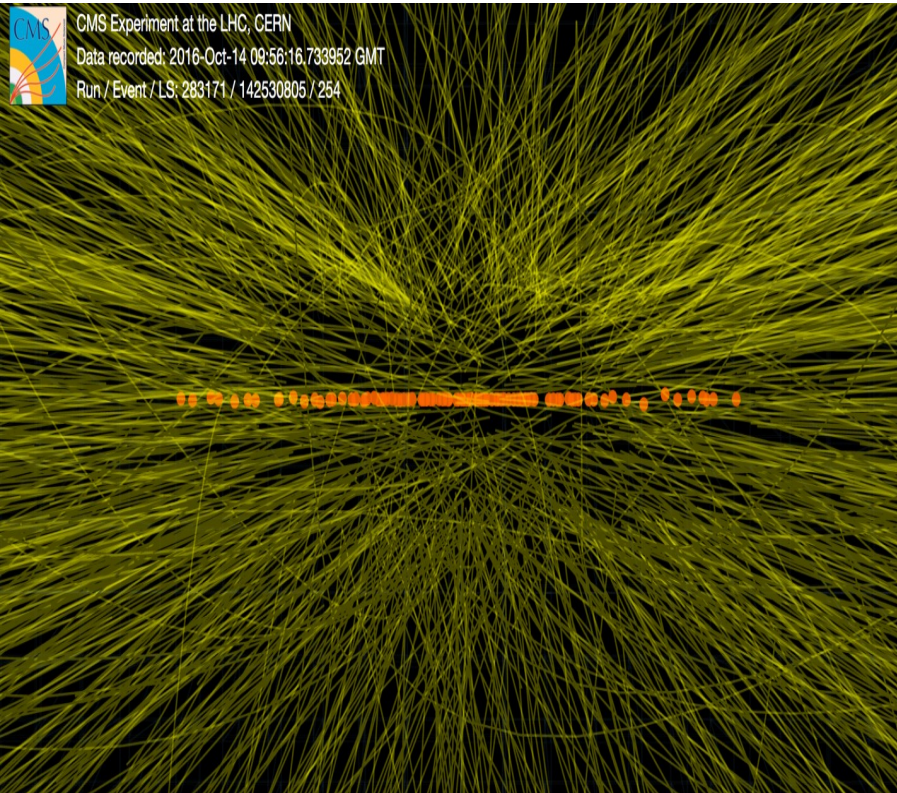
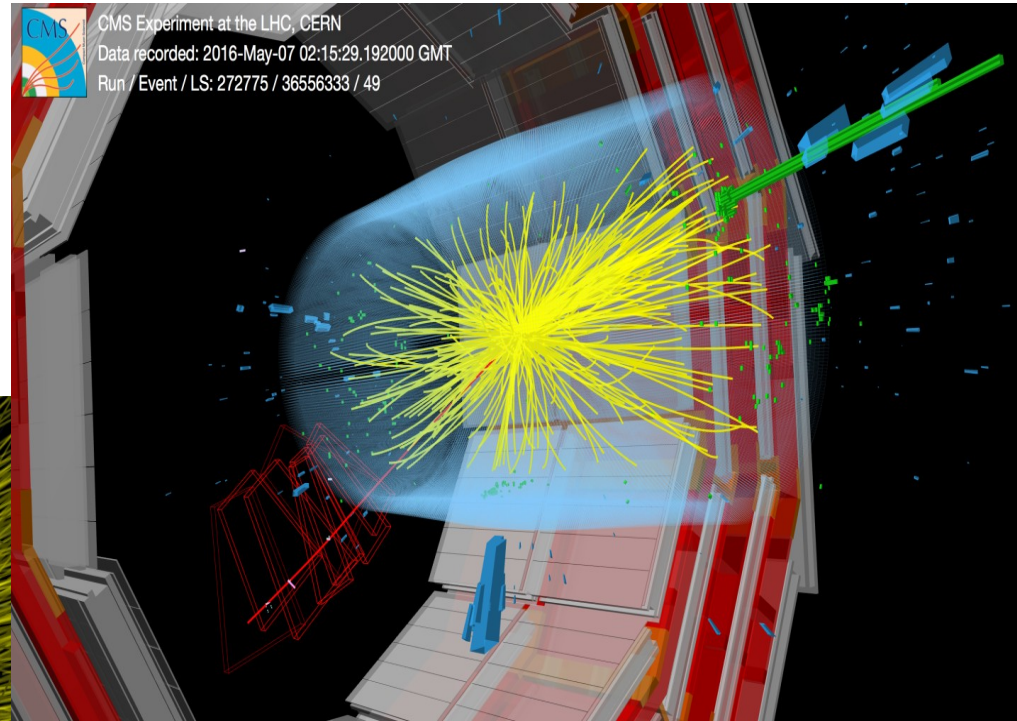
- Software framework
- Statistical framework
- DM analysis

2016: LHC a pieno regime!

luminosità di progetto:

Raggiunta e ~superata!

- design: 10^{34} Hz / cm²
- picco nel 2016: $1.5 * 10^{34}$ Hz / cm²

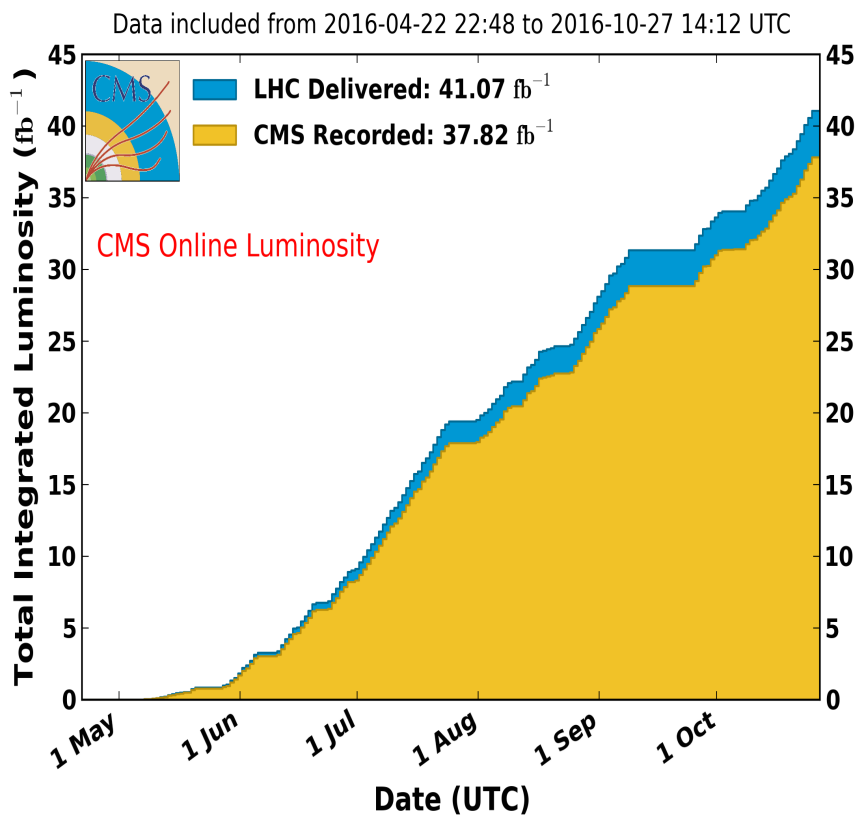


- ~ bunch crossing ogni 25 ns!
- ~25 interazioni per bunch crossing

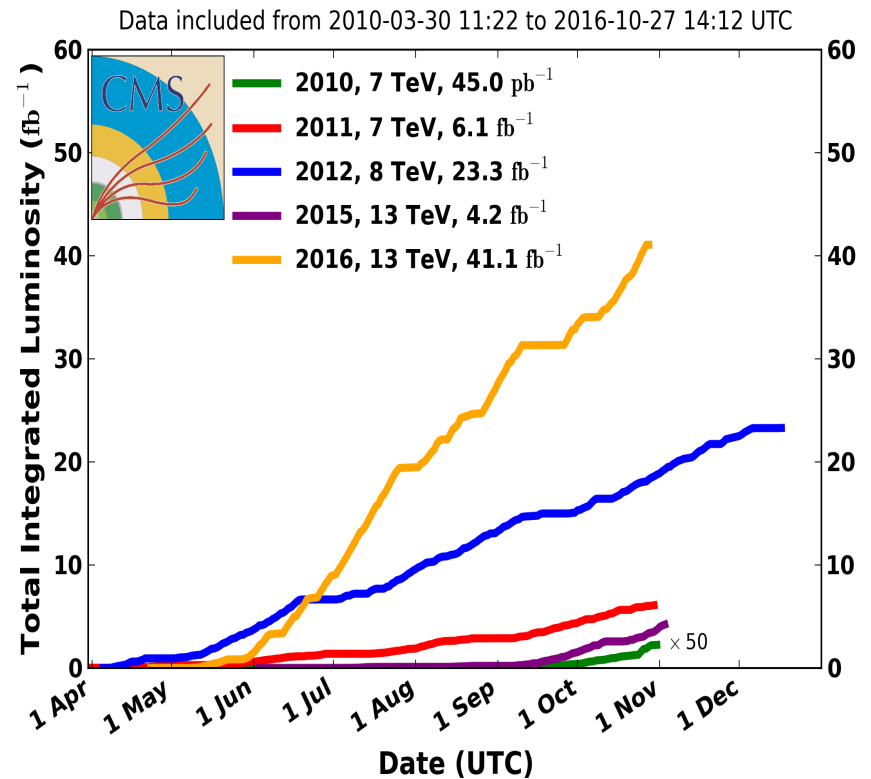
Un anno da record!

- In totale **41 fb⁻¹ registrati** , **38 certificati!!**

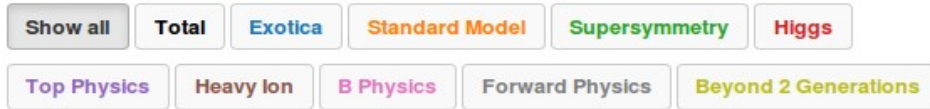
CMS Integrated Luminosity, pp, 2016, $\sqrt{s} = 13$ TeV



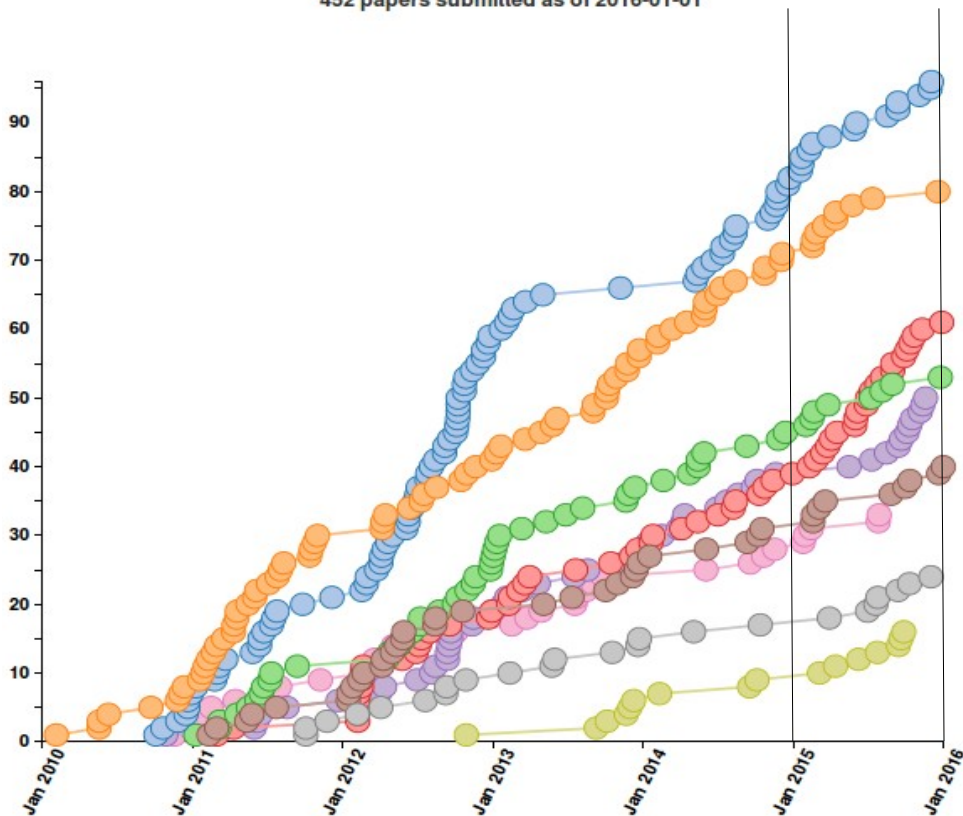
CMS Integrated Luminosity, pp



Analisi a pieno ritmo



452 papers submitted as of 2016-01-01



- Publicazioni: non tengono in conto dei risultati preliminari (~fattore 2)

- 565** articoli in **totale**, di cui **35** con i dati del **Run-II**

- ~**70** articoli a partire dal **Gennaio 2016**

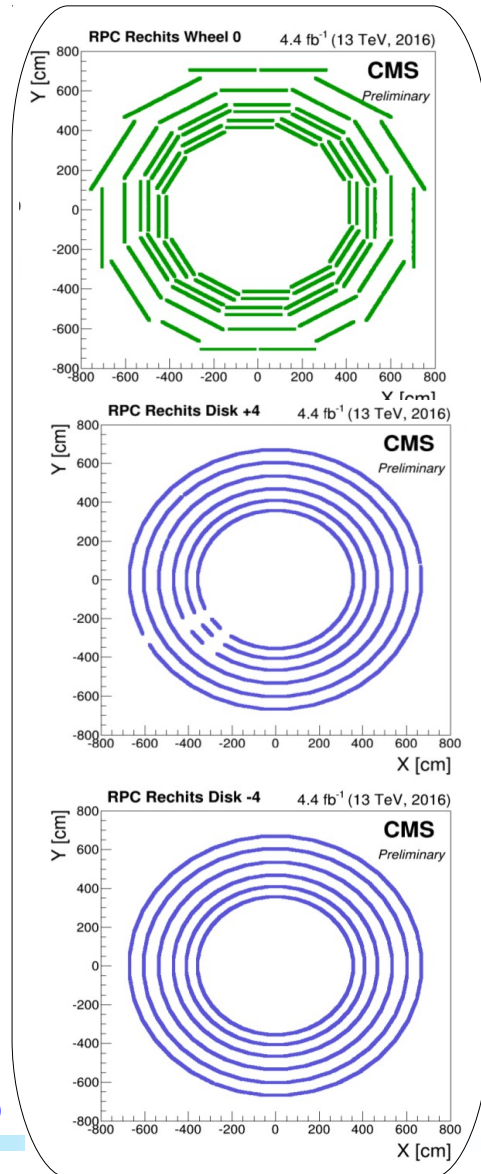
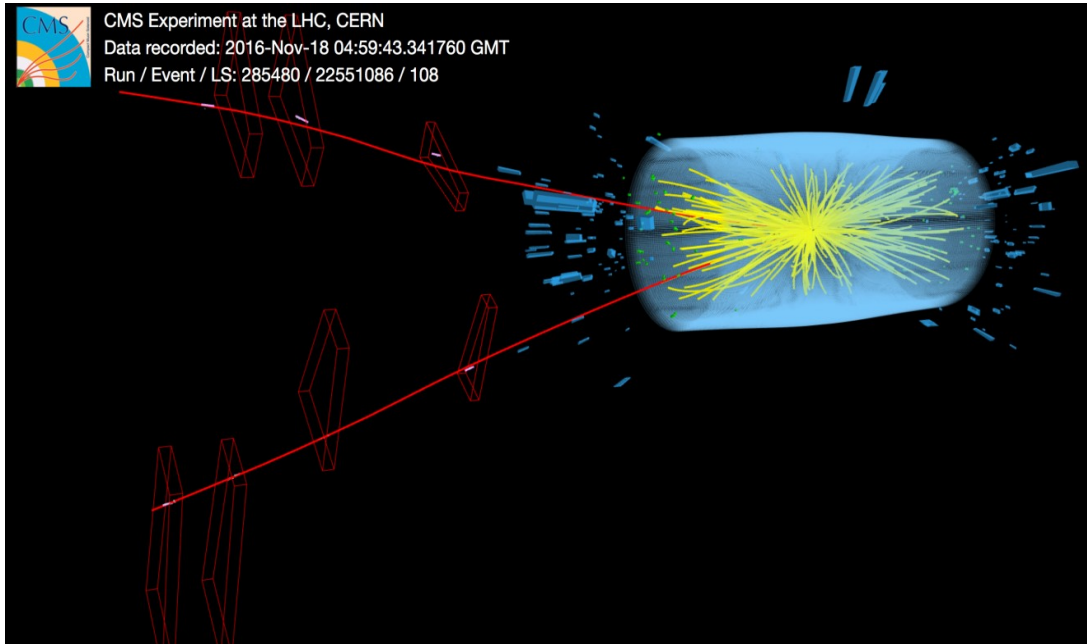
Upgrade & commissioning

Struttura del gruppo RPC



RPC performances

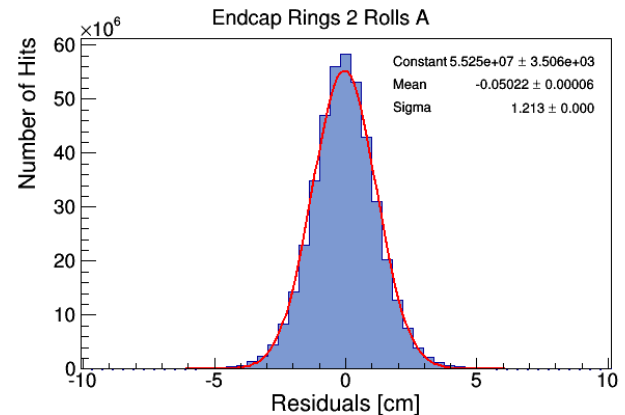
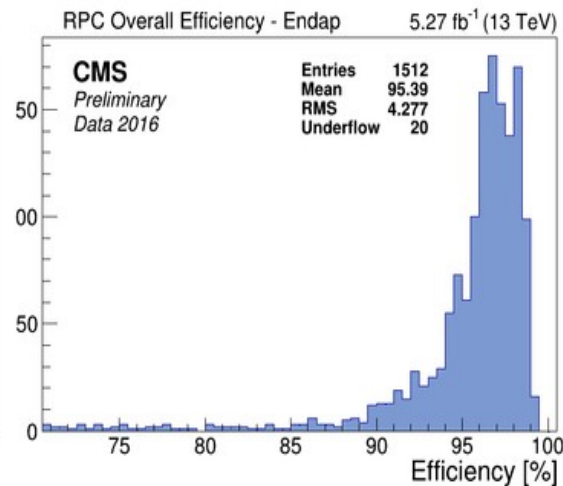
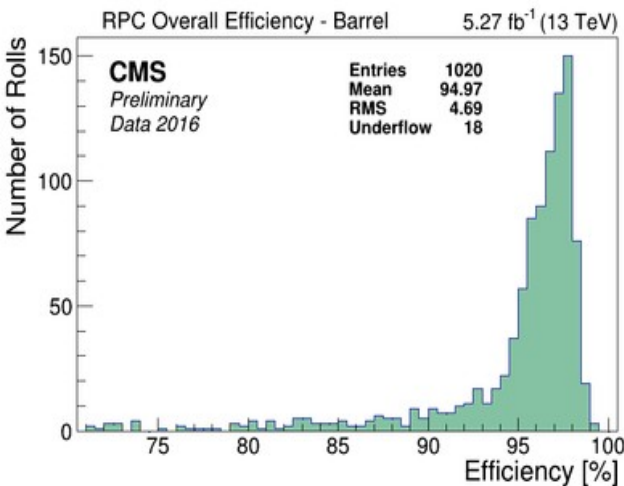
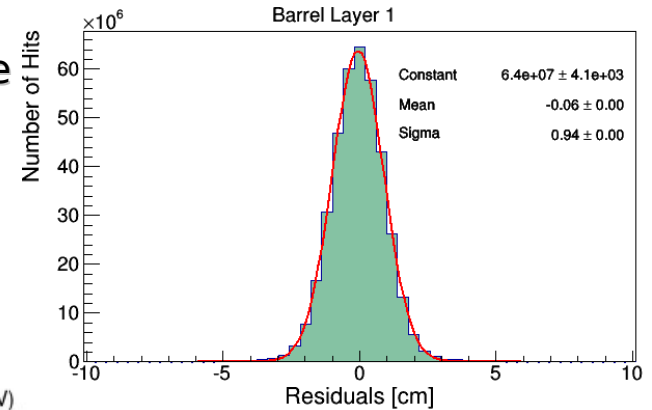
- Rivelazione dei muoni: prestazioni eccellenti nel 2016
- Dischi +/- 4 importanti per efficienza con eventi nella regione forward!



- Visuali XY: proiezione sul piano XY dei muoni : **Barrel** ed **Endcap**

RPC performances

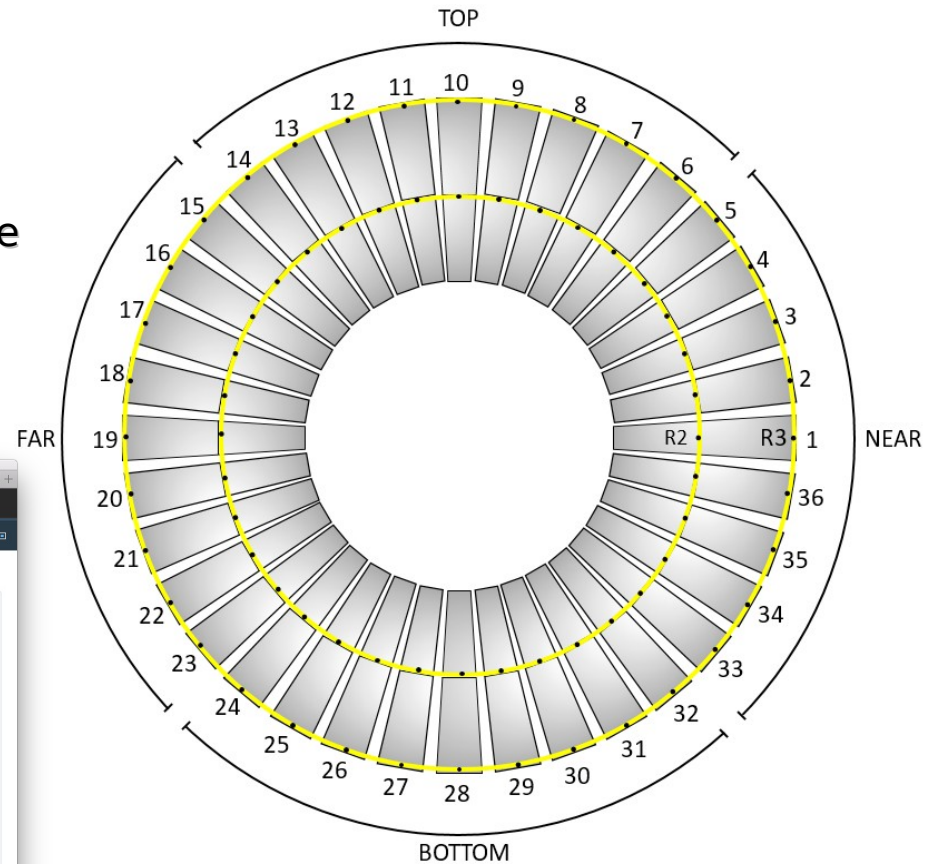
- Si usa la proiezione dei segmenti fittati nelle CSC/DT
- Misura dei residui: differenza tra posizione del muone e posizione misurata
- Misura di **l'efficienza**: $\frac{\text{numero di conteggi}}{\text{numero di muoni che impattano}}$



Monitoring temperatura RPC

[F. Fienga , S. Buontempo, G. Breglio, Zoltan Szillasi, Noemi Beni]

- 432 sensori, uno per ogni camera, installati tra Run-I e Run-II
- Dopo l'installazione i sensori sono stati *ri-calibrati* per tener conto del cambiamento dello spettro rivelato, a causa dell'installazione
- Dati monitorati online



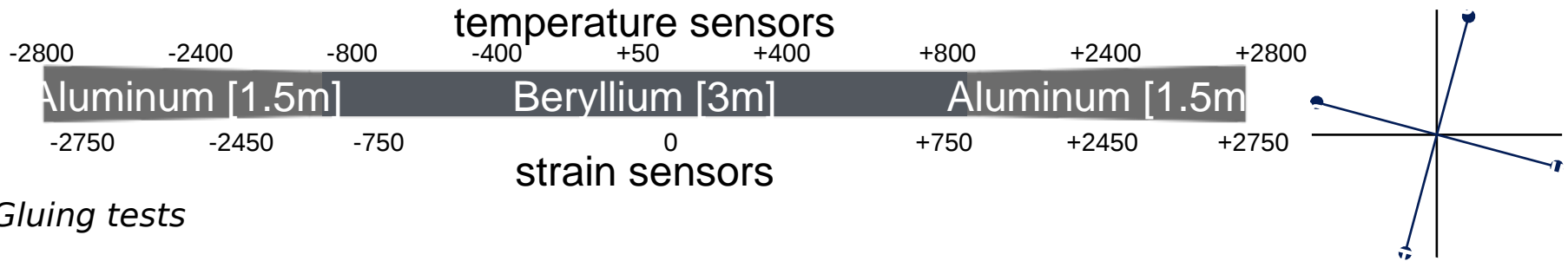
The screenshot shows the CMS ONLINE monitoring interface. The 'Last Values' table displays the following data:

Label	Value	Timestamp (Local Time)
tempRPC_REIn2_R2_C01	19.80925599975586	Jun 24, 2016 14:54:38
tempRPC_REIn2_R2_C02	20.060117721557617	Jun 24, 2016 14:54:44
tempRPC_REIn2_R2_C03	20.219491959816164	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C04	20.047504425049828	Jun 24, 2016 14:56:59
tempRPC_REIn2_R2_C05	19.981358481911523	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C06	20.5689132397461	Jun 24, 2016 14:54:44
tempRPC_REIn2_R2_C07	19.25136947631836	Jun 24, 2016 14:46:57
tempRPC_REIn2_R2_C08	21.12115478516625	Jun 24, 2016 14:56:59
tempRPC_REIn2_R2_C09	18.796911239624023	Jun 24, 2016 14:54:44
tempRPC_REIn2_R2_C10	21.090076353881836	Jun 24, 2016 14:46:57
tempRPC_REIn2_R2_C11	20.35782241821289	Jun 24, 2016 14:56:59
tempRPC_REIn2_R2_C12	20.111230850219727	Jun 24, 2016 14:51:51
tempRPC_REIn2_R2_C13	19.569507598876953	Jun 24, 2016 14:51:51
tempRPC_REIn2_R2_C14	19.987537384033203	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C15	20.43939971923828	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C16	18.87358856201172	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C17	19.83802523803711	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C18	21.037349700927734	Jun 24, 2016 14:57:41
tempRPC_REIn2_R2_C19	19.6299991607666	Jun 24, 2016 14:54:38
tempRPC_REIn2_R2_C20	19.24396514892578	Jun 24, 2016 14:57:41

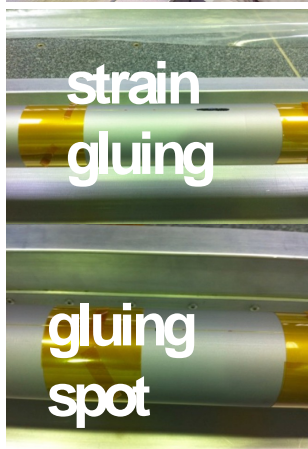
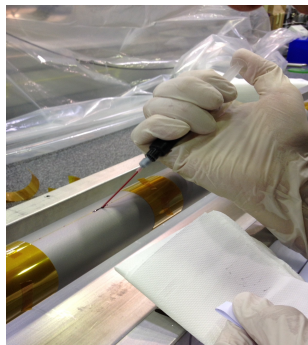
Temperatura beam pipe: iPipe project

[F. Fienga , S. Buontempo, G. Breglio, Zoltan Szillasi, Noemi Beni]

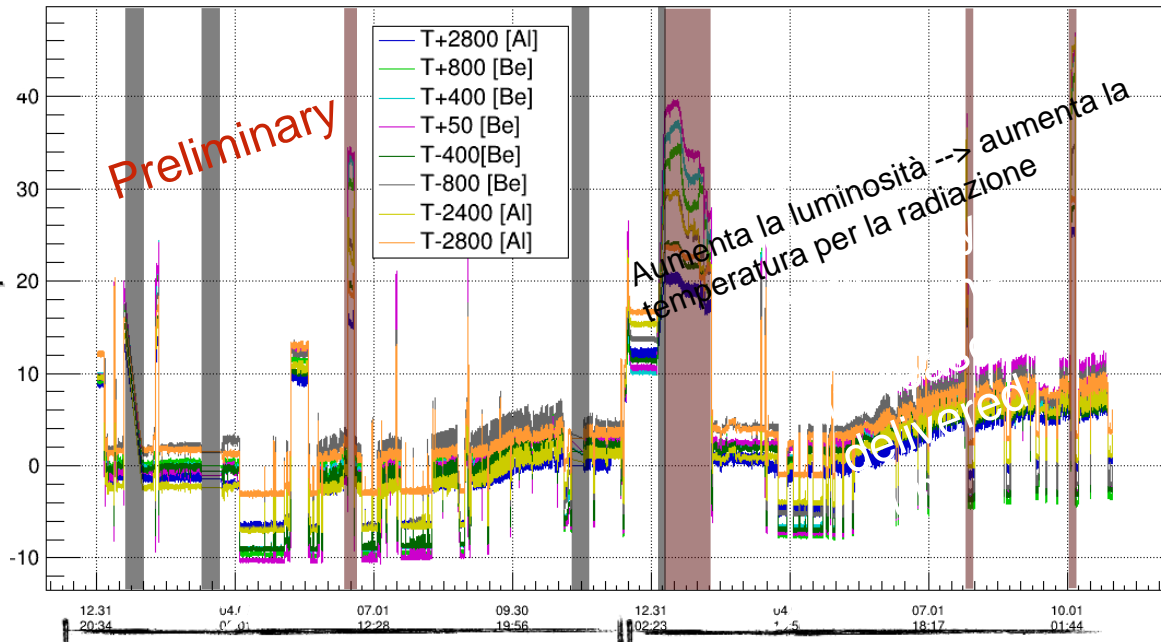
- Installati nel LS1 sulla beam pipe: fibre con 16 sensori l'una.



Gluing tests



- Correlazione intensità fascio - temperatura
- FPG applicati anche al tracker
- Più dettagli in backup



Upgrade RPC e sistema a muoni

- Upgrade verso HL-LHC allo scopo di mantenere e migliorare le prestazioni di Run-I e Run-II:

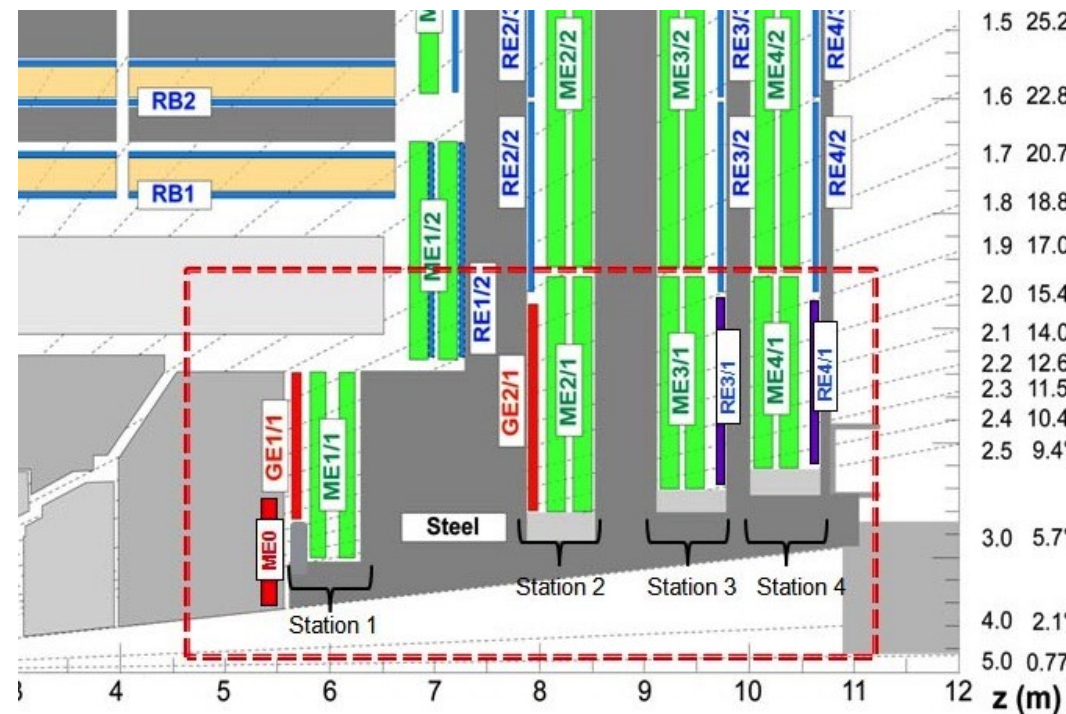
- Luminosità istantanea di $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Luminosità integrata 3000 fb⁻¹ in 10 anni
- Energia 14 TeV

- Studi di consolidazione e longevità:

- migliorare i detector e l'elettronica
- R&D su detector più resistenti

- Copertura angolare ($1.6 < |\eta| < 2.4$)

- GEM ME1/1 (LS2) e ME2/1
- Nuovi RPC RE3/1 e RE4/1

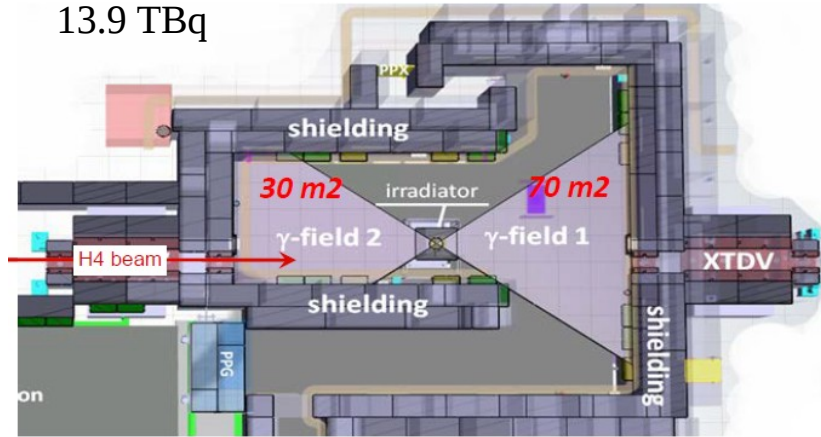


Upgrade RPC: Studi alla GIF++

Stazione al CERN per gli studi sulle camere

[S. Meola, A. Gelmi]

13.9 TBq



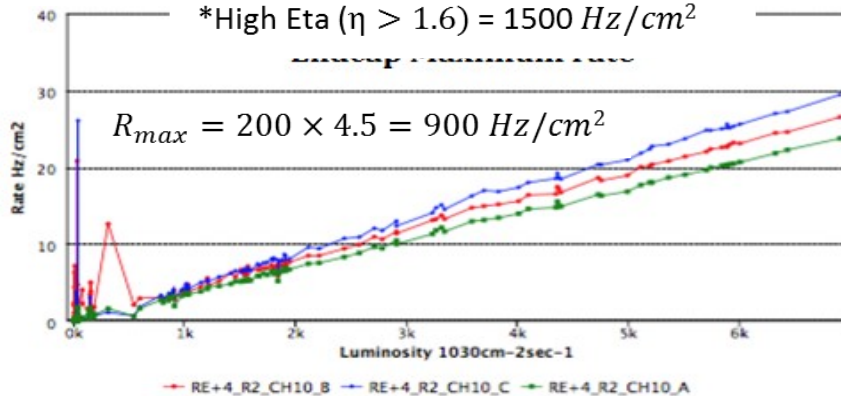
- Resistività bachelite più bassa:
Diminuisce il tempo di ricarica degli elettrodi

$$\tau = \rho \epsilon_0 \left(\epsilon_r + \frac{2d}{g} \right) \quad \rightarrow \quad R = 1/\tau$$

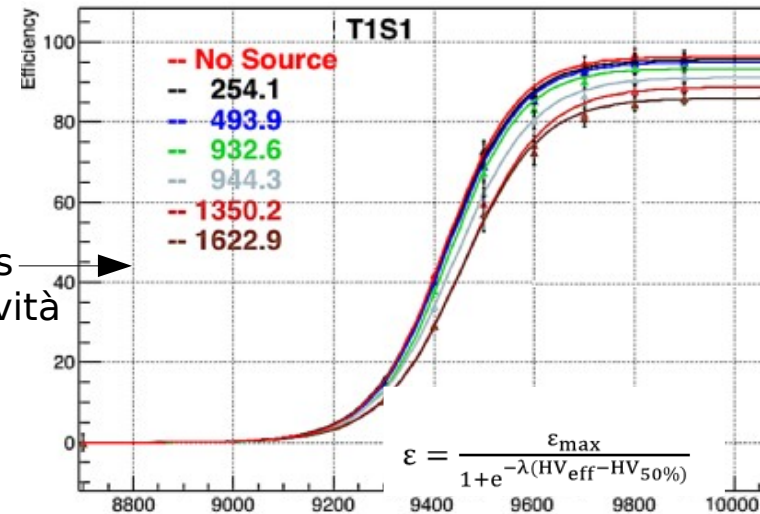
- Gas gap inferiori (< 2 mm): miglior risoluzione spaziale e temporale

Cs-137 → Ba-137m + (β-) → Ba-137 + (γ662 keV)
 1 < ABS < 50000
 Fascio di muoni: 10⁴ muoni per spills

* Barrel = 500 Hz/cm²
 * High Eta (η > 1.6) = 1500 Hz/cm²



* Efficiency tests
 * Tests di longevità



$$\epsilon = \frac{\epsilon_{max}}{1 + e^{-\lambda(HV_{eff} - HV_{50\%})}}$$

Upgrade RPC: tests a Napoli

[F. Fienga, S. Buontempo,
A. Buonaura, A. Di Crescenzo, G. Galati]

◦ Tests dello spessore delle gas gap:
ad High Voltage con diversi spessori

50x70cm gap::

- 4x2.0mm
- 4x1.4mm
- 4x1.6mm
- 4x1.2mm

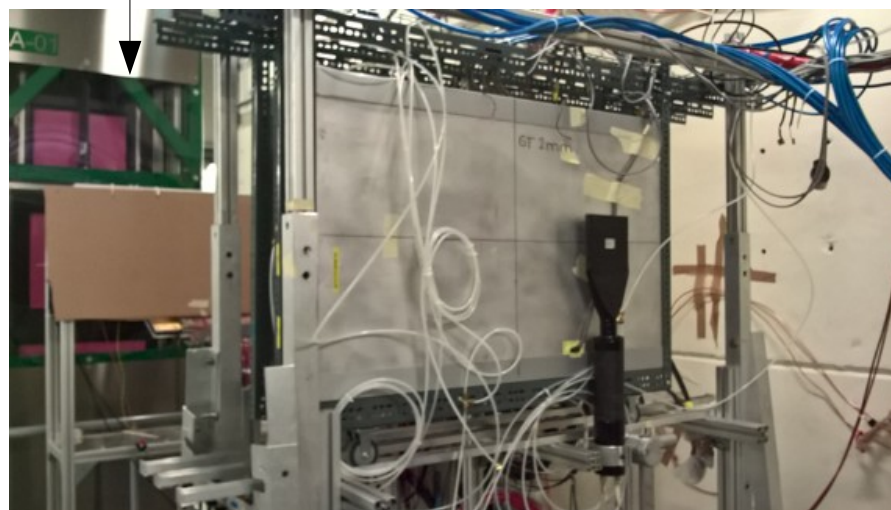
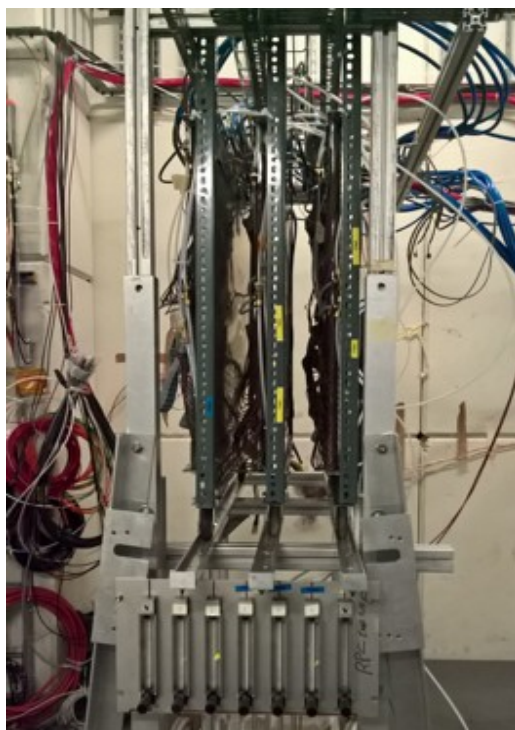
30x30cm gap:

- 4x1.4mm
- 4x1.6mm
- 4x1.2mm



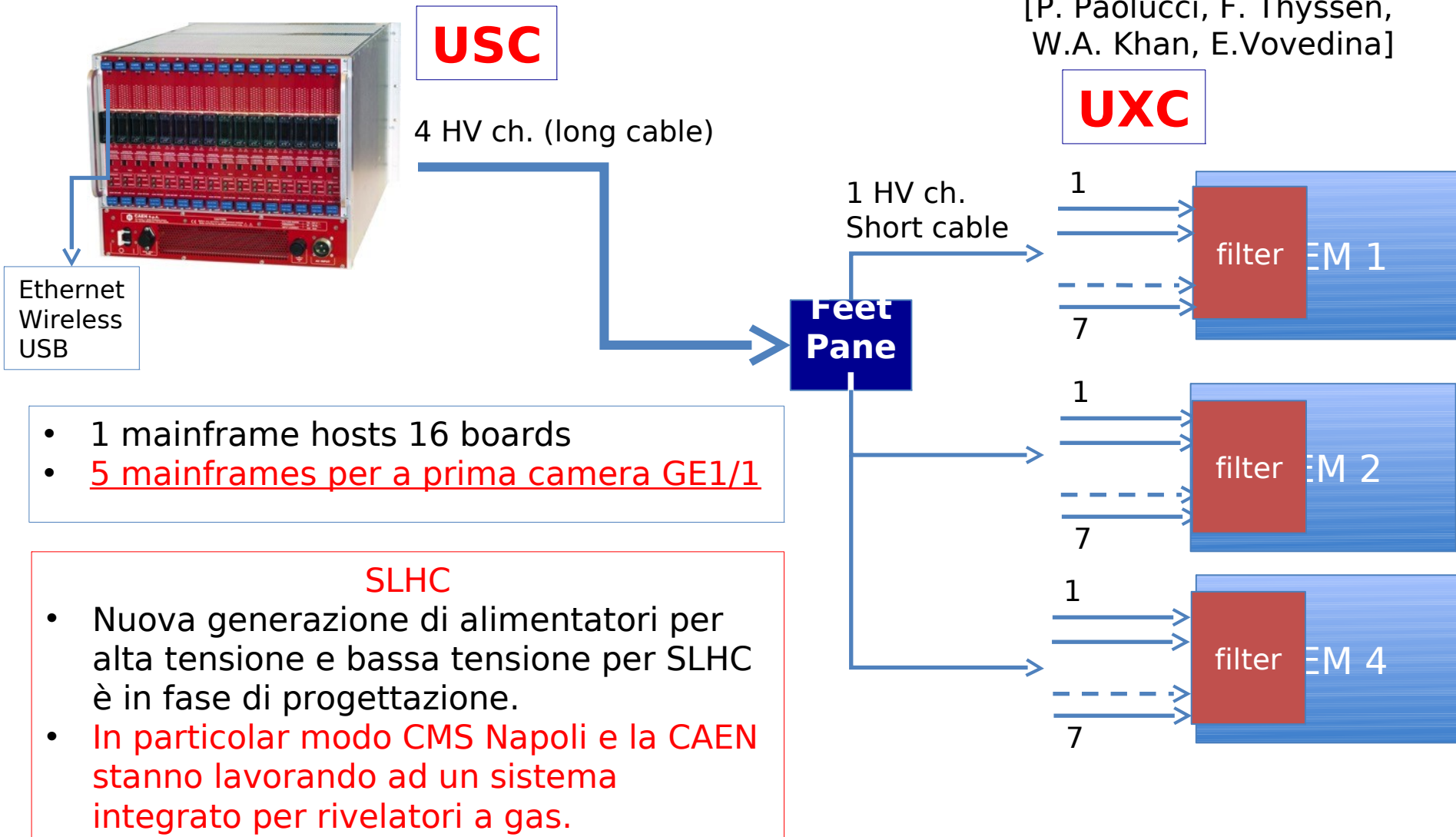
◦ Camere assemblate e testate a Napoli,
Pronte per essere spedite al CERN

◦ Camere del 2015 testate alla GIF++
nel 2016. Camere del 2016 --> test nel 2017

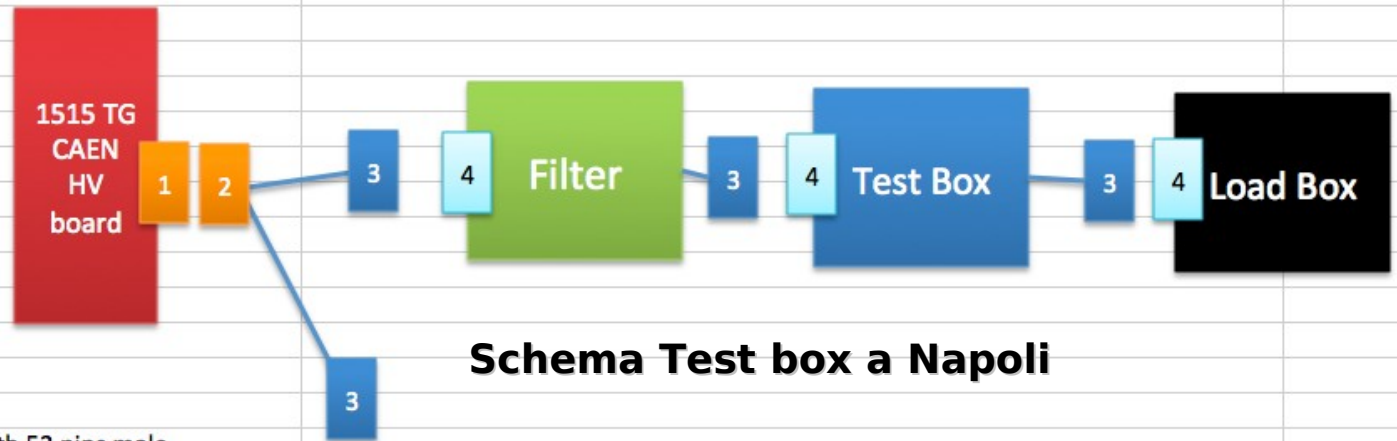


GEM a CMS: schema generale

[P. Paolucci, F. Thyssen,
W.A. Khan, E.Vovedina]



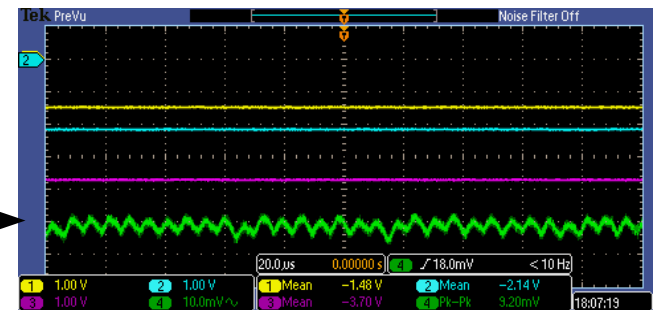
Tests sulle GEM



Connector definition

- 1 Chassis Base female with 52 pins male
- 2 Cable plug male with 52 pins female
- 3 Cable plug male with 23 pins female
- 4 Chassis Base female with 23 pins male

- **3 HV boards** stanno venendo testate tra CERN e Napoli
- Primo **filtro HV** testato al CERN
- Pannello delle Feet patch in preparazione
- **Test finora hanno mostrato:**
 - **noise basso** (<10 mV pp)
 - Stabilità
 - Firmware funzionante



Validazione / database

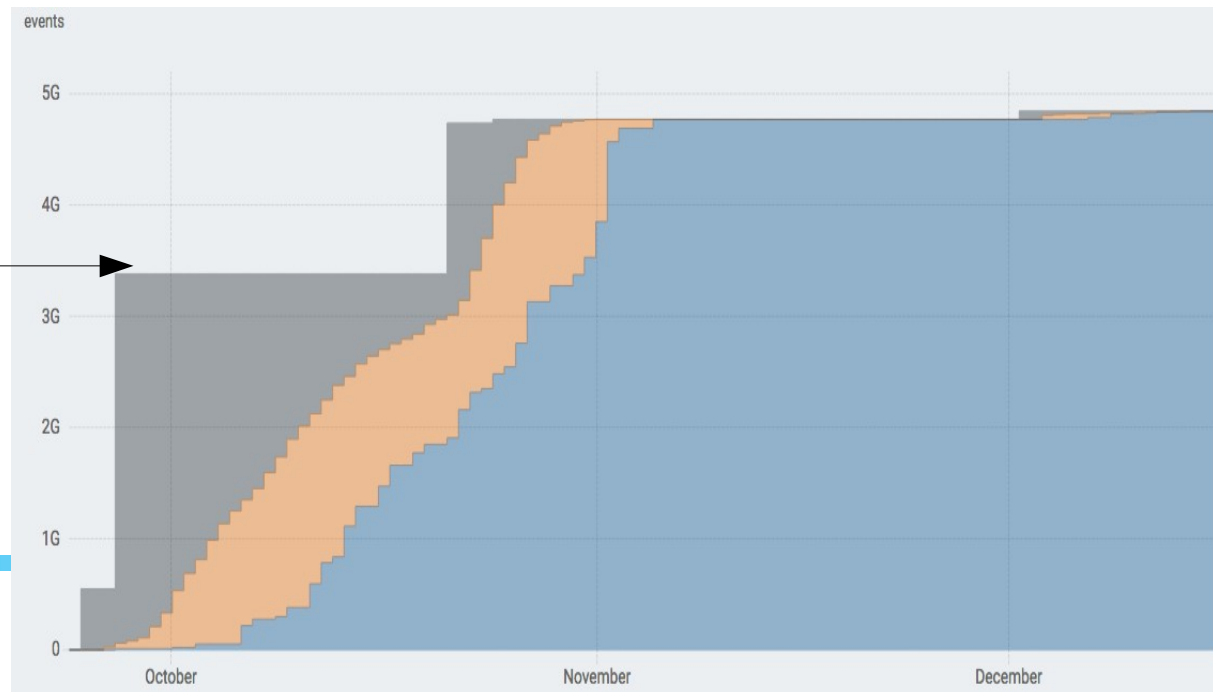
Attività di coordinamento in PPD

Management posizione di Livello 2:

[F.Fabozzi]

- Coordinamento attività di validazione/setup/sottomissione della produzione ufficiale per il ri-processamento di dati (*ReReco*) e simulazione. Definizione di datasets e skim per la presa dati.
- **Per Moriond 2017 reprocessing dati (fatto) e produzione MC (in corso)**
- Preparazione alla presa dati 2017:
 - campagne di validazione del software di simulazione e ricostruzione upgraded detector
 - Pronti per la prima campagna di produzione per la simulazione con detector del 2017 per consentire studi di performance e trigger

2016 data re-reco campaign "history plot"



Online monitoring: DQM and database

Data Quality Monitoring:

[S.Di Guida]

- Raccoglie informazioni che possono indicare problemi di detector o software di ricostruzione

DQM Online: monitoring in tempo reale (~1 min di latency)

- Solo 10% dei dati viene campionato
- Monitoraggio dal vivo
- 25 applicazioni indipendenti in parallelo

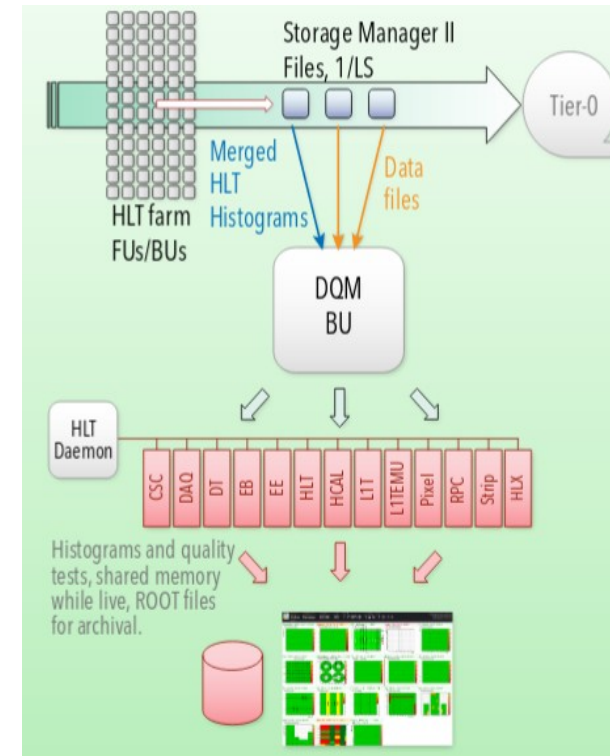
Scopo finale:

- avere up-to-date e online i criteri di qualità necessari per catalogare i dati / individuare problemi

Database online:

[O.Iorio]

- selezionare e raccogliere in formato persistente le informazioni più importanti da consultare nel lungo termine
- raccogliere dati di natura e origine diversa, per scremarli e salvarli in un database ORACLE



Physics analyses: standard model

Standard Model “tags”

Tipo di processo/tag di CMS/ cross section:

Underlying event – proprietà dell'evento [FSQ]

QCD Hard scattering - Quantum Chromodynamics multijet [SMP]

b-hadron production/ light resonances (J/ψ) [BPH]

Single Vector boson production, W/Z [SMP] - $\sigma \sim 10\text{-}60 \text{ fb}$

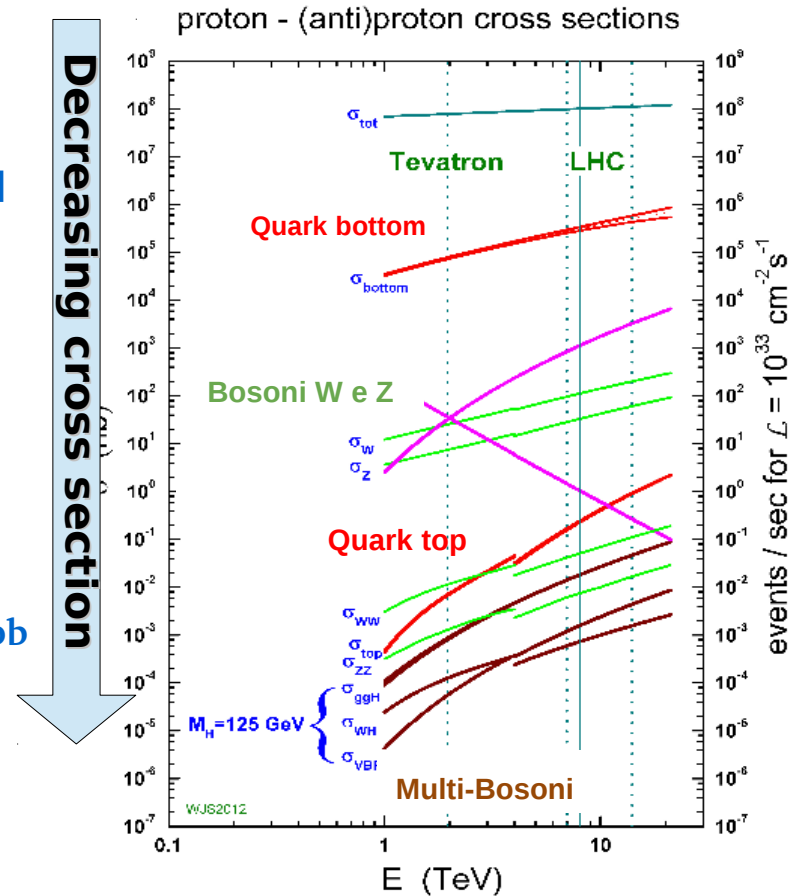
strong top-quark pair production [TOP] - $\sigma \sim 800 \text{ pb}$

electroweak single top quark production [TOP] - $\sigma \sim 80\text{-}200 \text{ pb}$

double vector boson production (WW/ZZ/WZ) [SMP] - $\sigma \sim 50 \text{ pb}$

Higgs production [HIG] - $\sigma \sim 10 \text{ pb}$

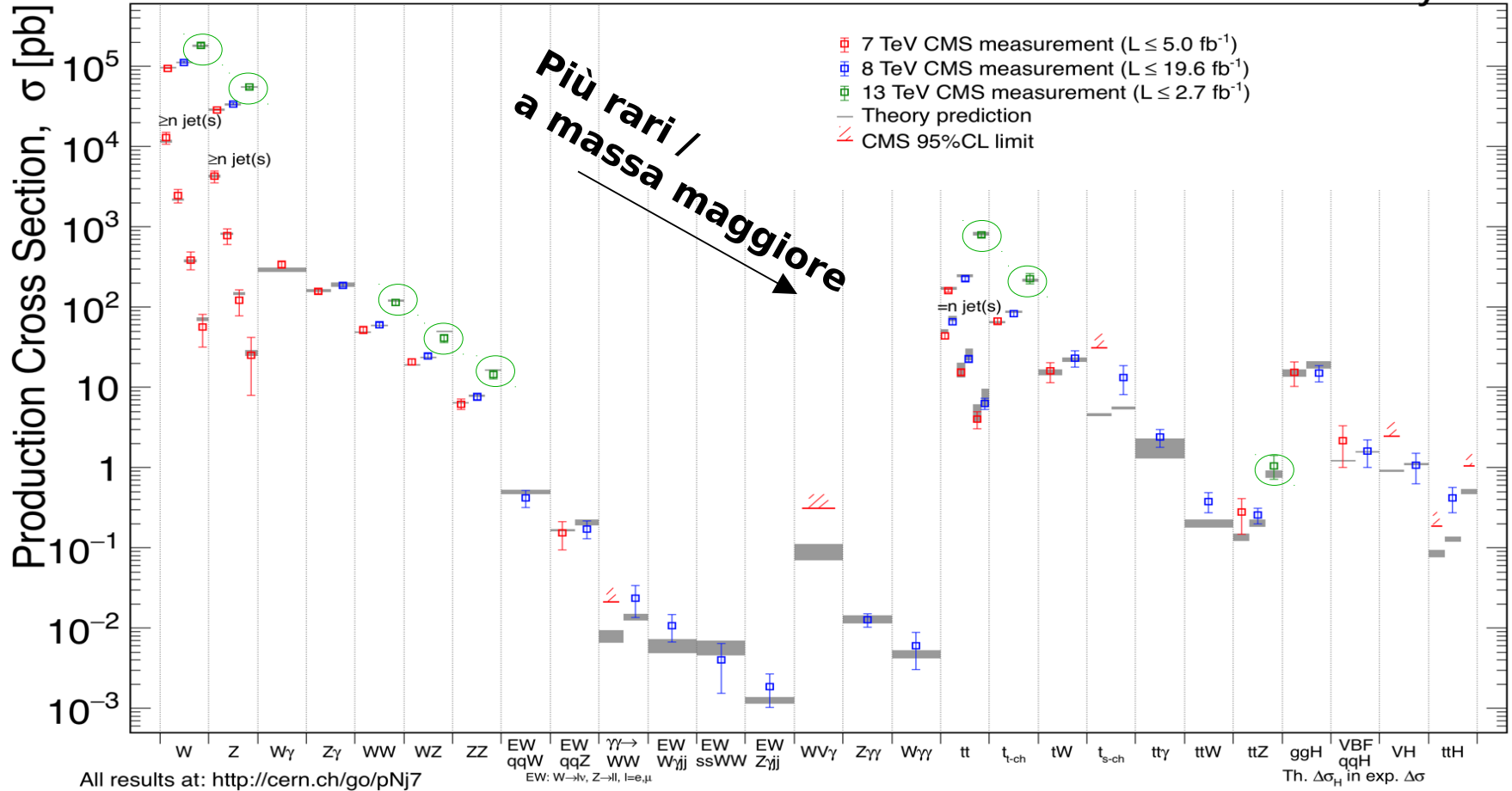
Associated top + higgs [HIG/TOP] - $\sigma \sim 1 \text{ pb}$



SM@CMS: Overview

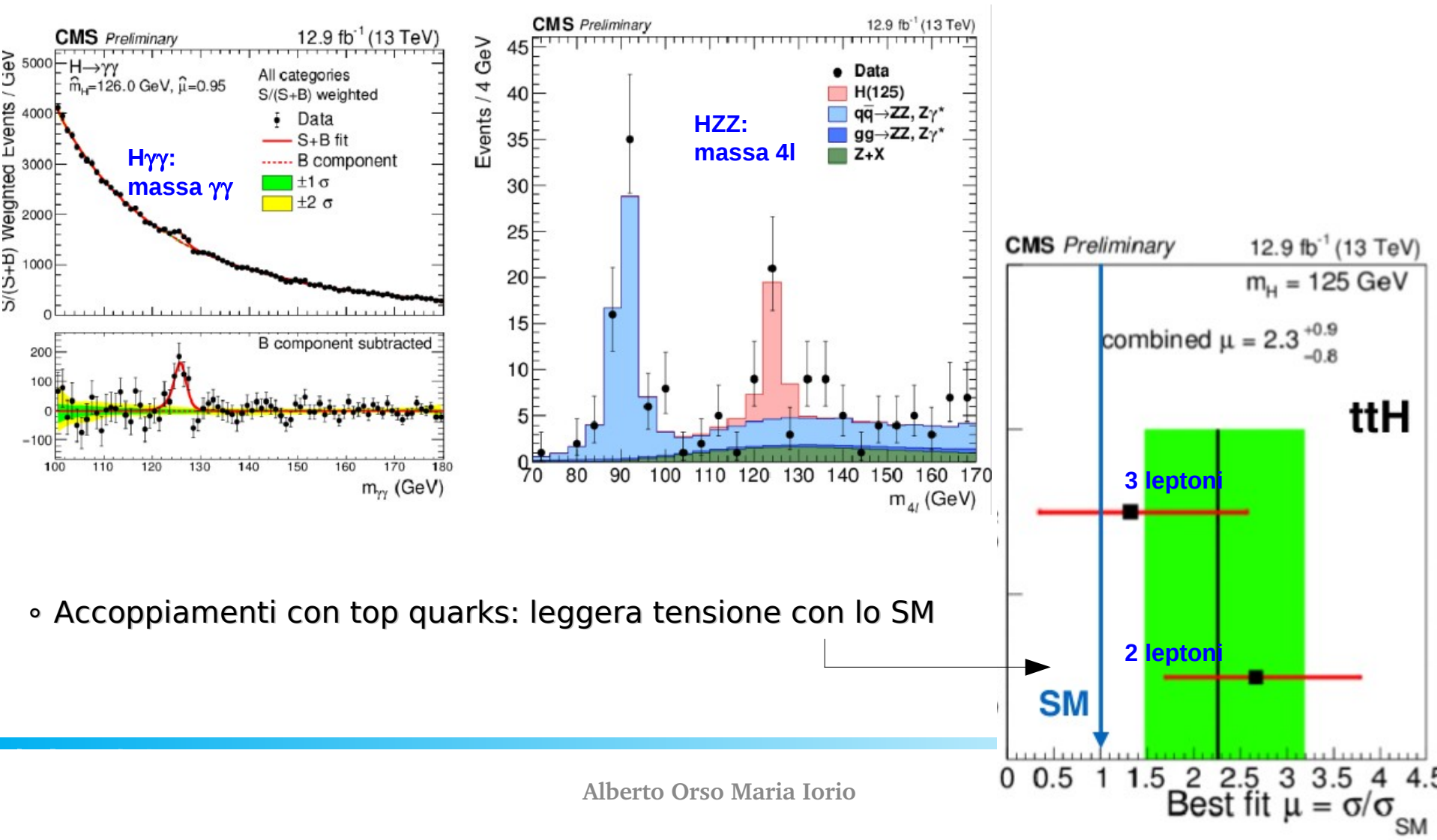
June 2016

CMS Preliminary



SM@CMS: Higgs rediscovery

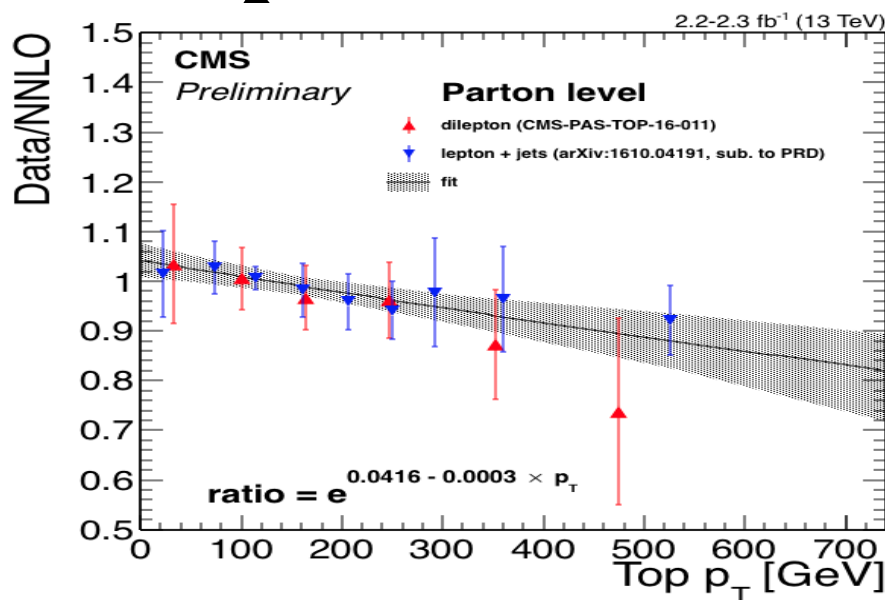
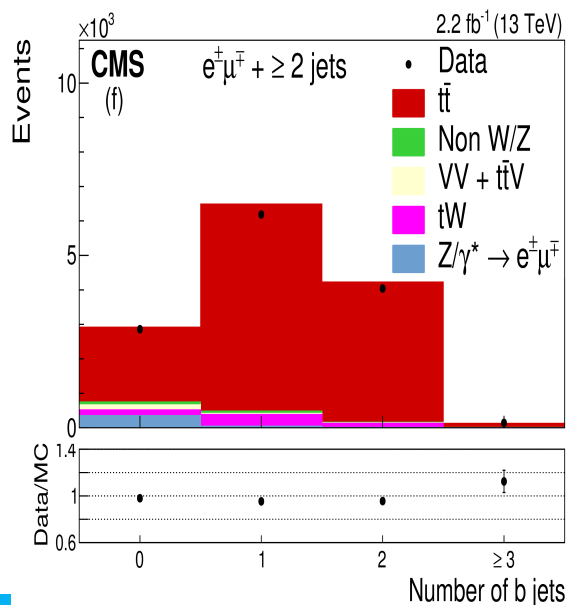
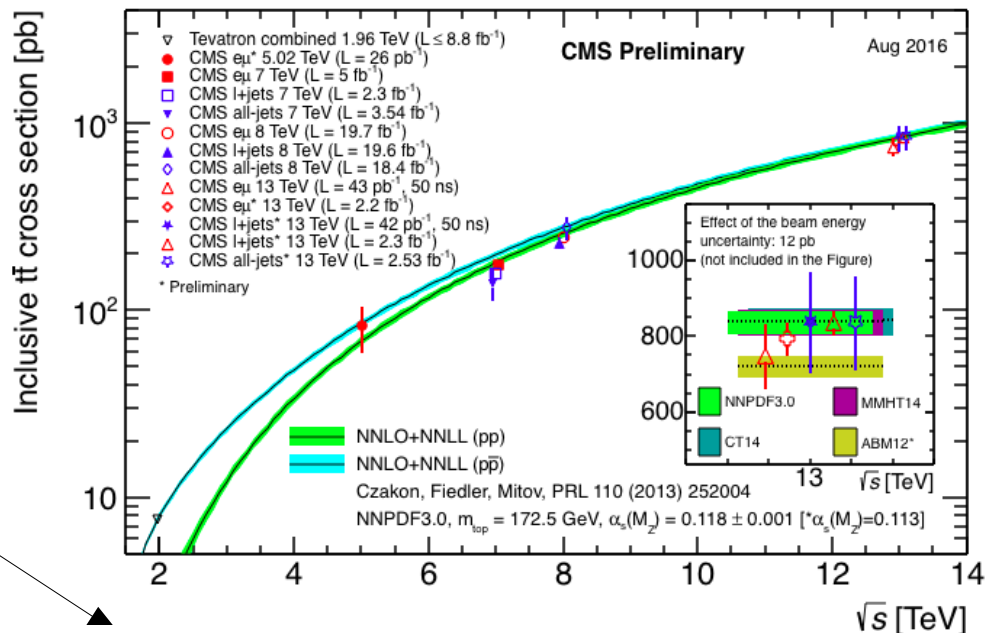
- Reload delle analisi con dati a 13 TeV: $\gamma\gamma$ e 4 leptoni: l' Higgs...è dove l'avevamo lasciato!



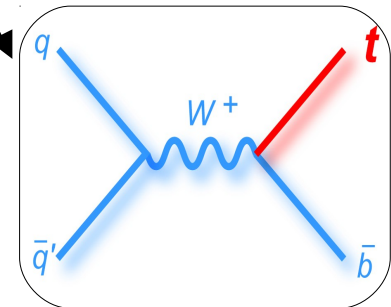
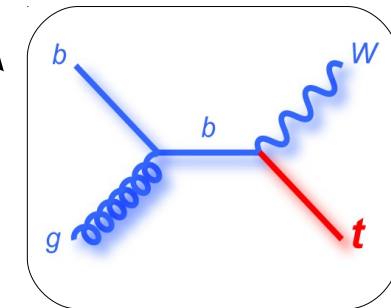
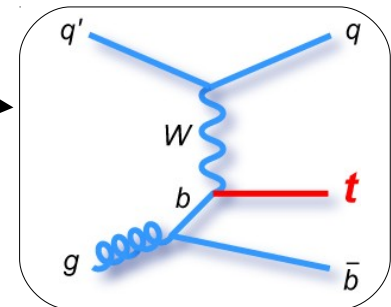
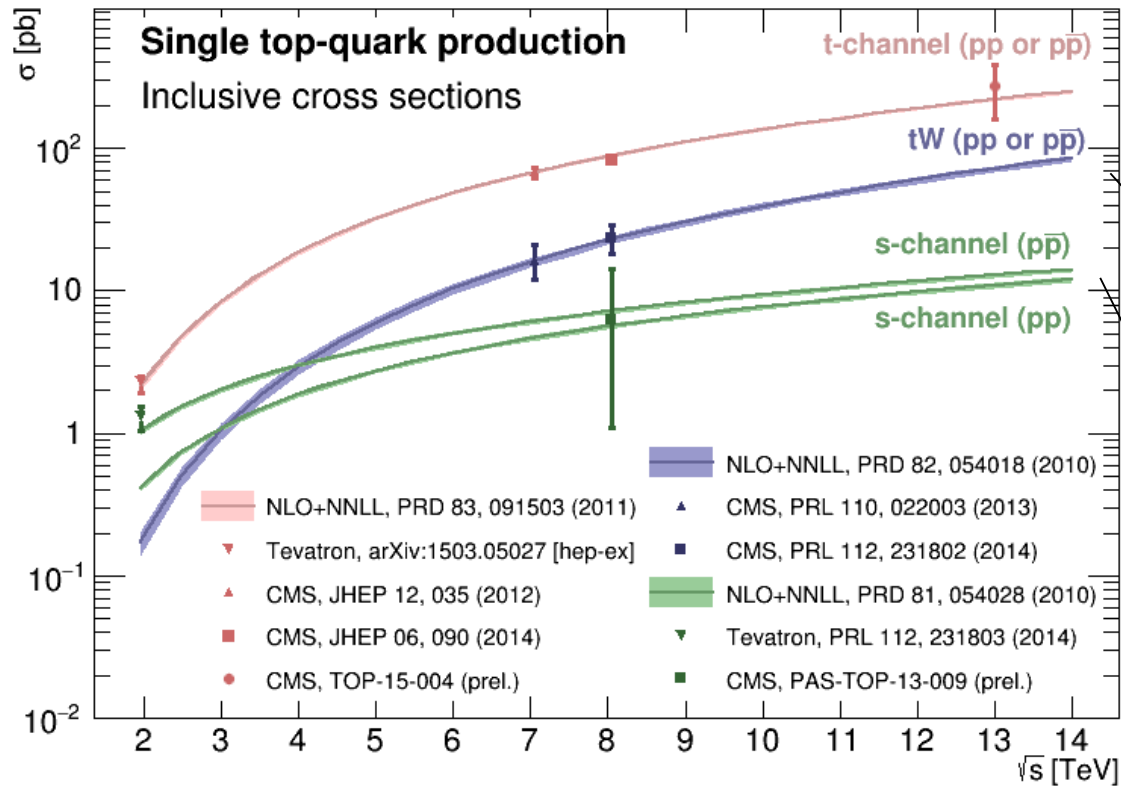
- Accoppiamenti con top quarks: leggera tensione con lo SM

SM@CMS: 13 TeV top quark

- Misure di precisione coi dati a 13 TeV, specialmente nei canali leptonici
- Le misure differenziali sono un laboratorio per la QCD
- già comparabili a modelli NNLO



SM@CMS: single top quark

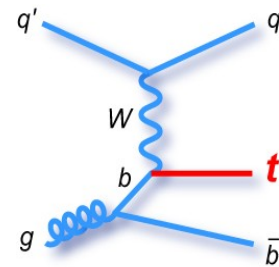


Contributo su tutti i canali single-top a 7,8 e 13 TeV!

Misure di **sezione d'urto** e di **proprietà** del quark top.

[L.Lista, F.Fabozzi, O.Iorio, M. Merola]

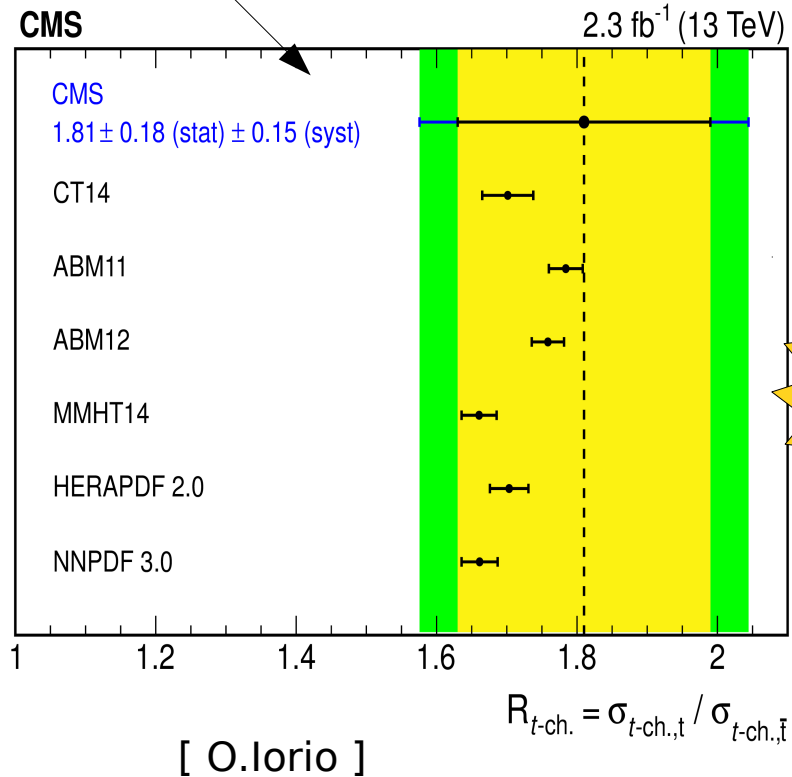
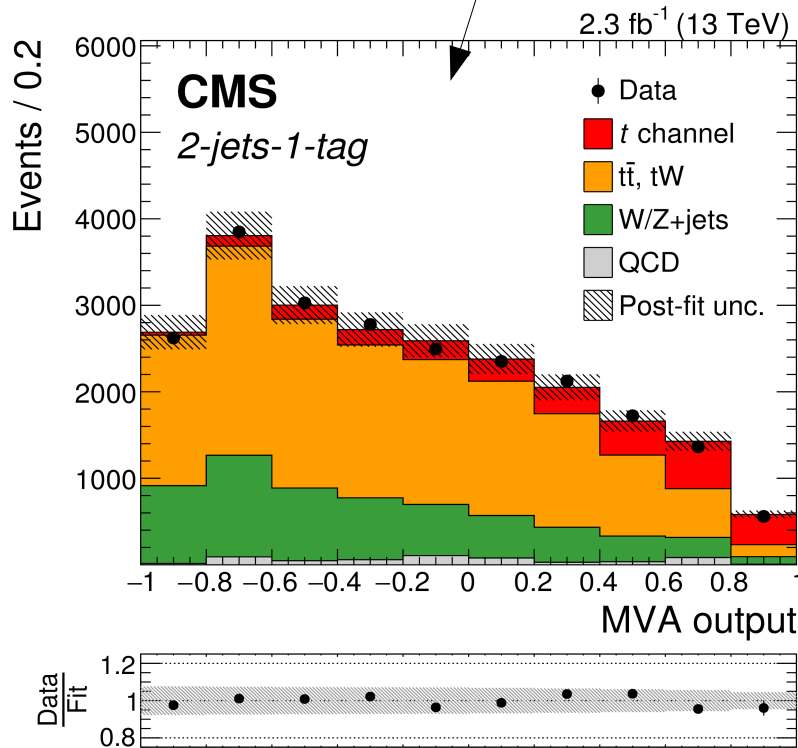
SM@CMS: 13 TeV single top quark



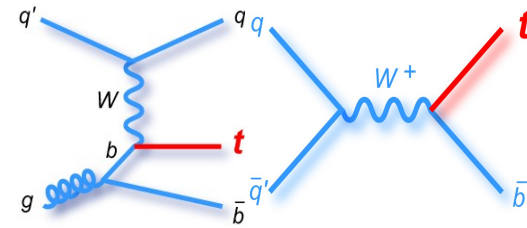
- Dopo la prima misura, **primo articolo** con i dati a 13 TeV!
- Misura della sezione d'urto t-channel e dell'asimmetria di carica

Misura di elemento CKM V_{tb}

Misura diretta delle PDF

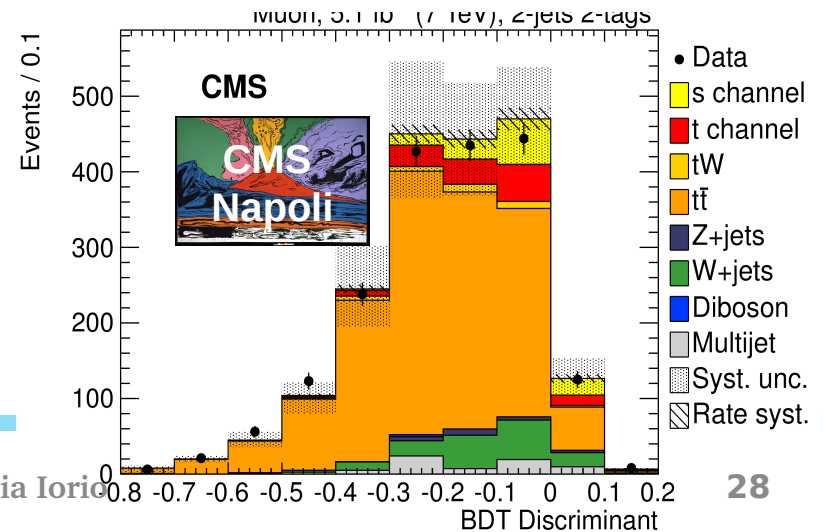
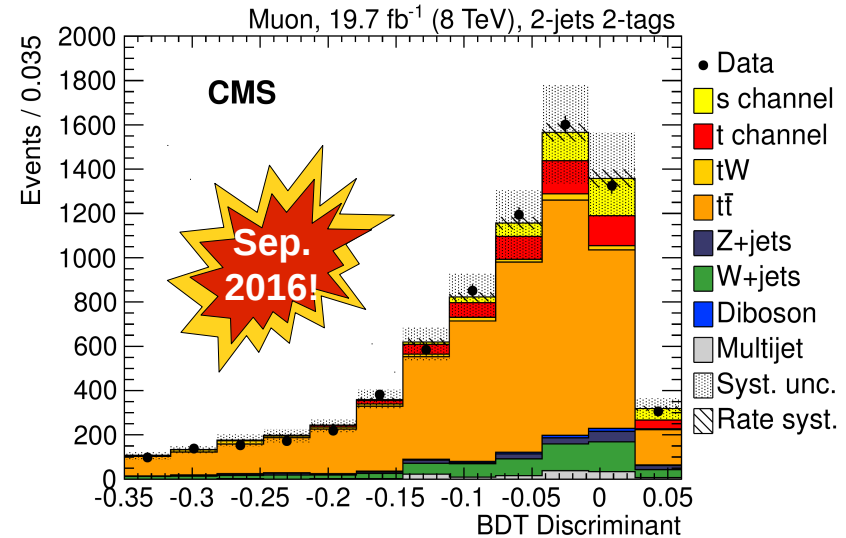
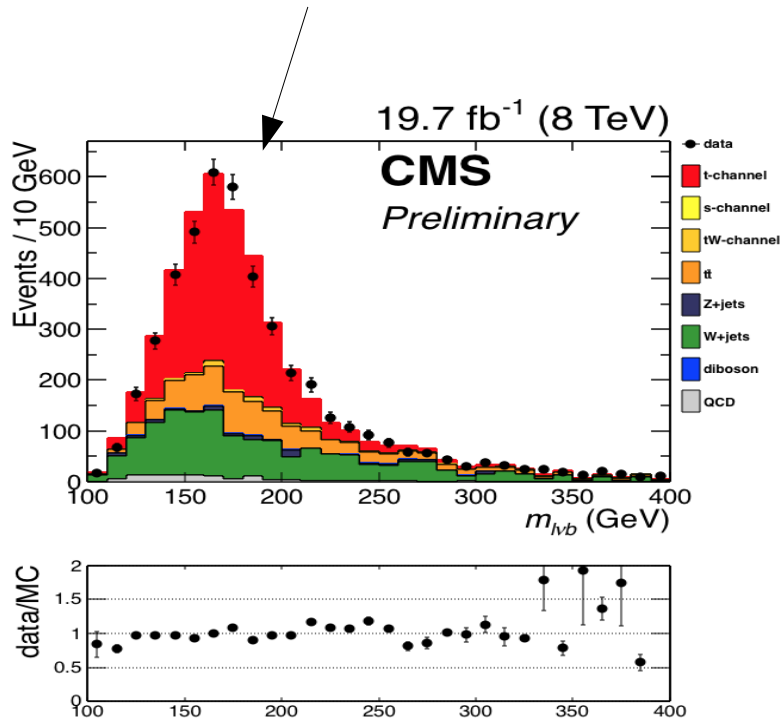


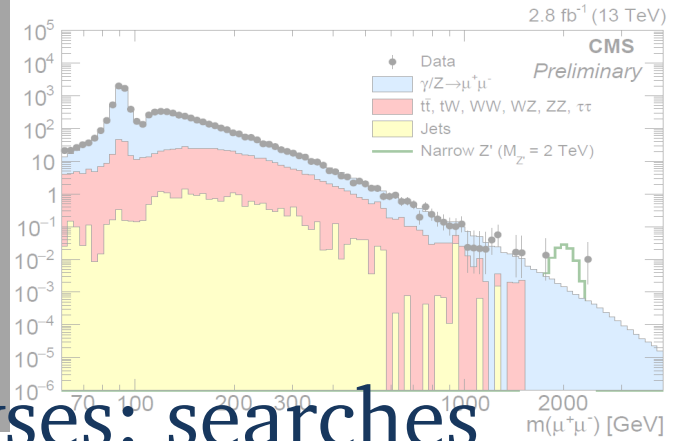
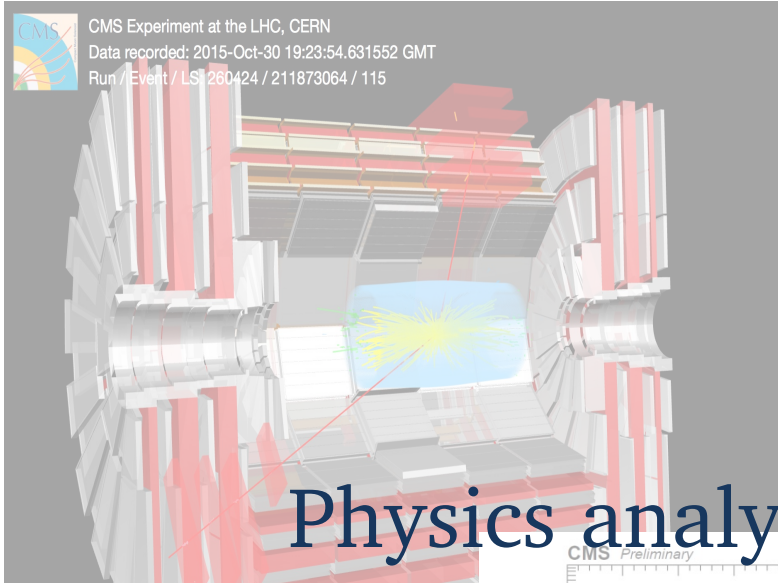
SM@CMS: misure di legacy a 7-8 TeV



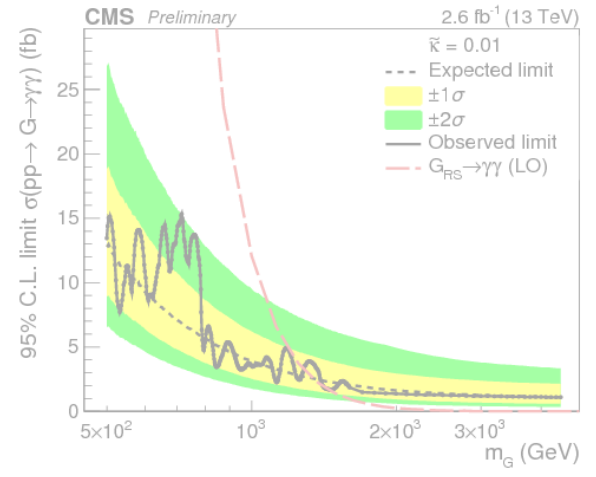
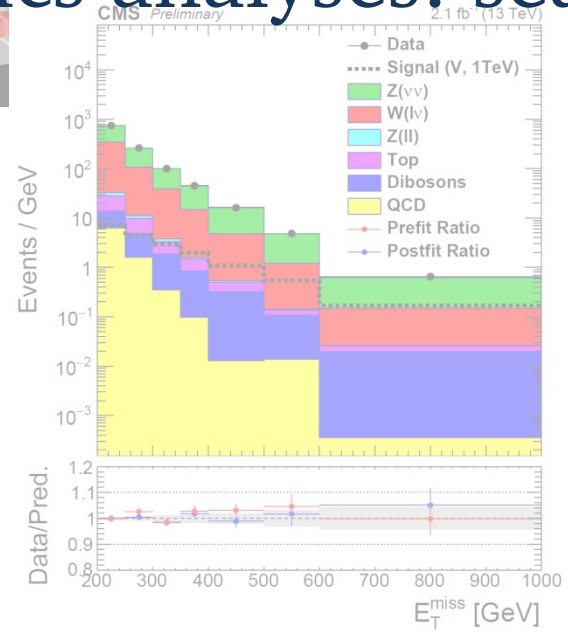
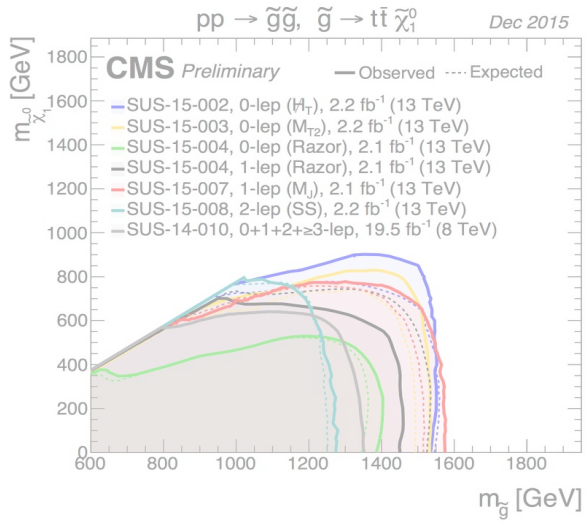
◦ **Articolo** su s-channel a 7+8 TeV **pubblicato a settembre** [F.Fabozzi, O.Iorio, M. Merola]

◦ Misura della massa del quark top in fase di pubblicazione, collaborazione con Genova



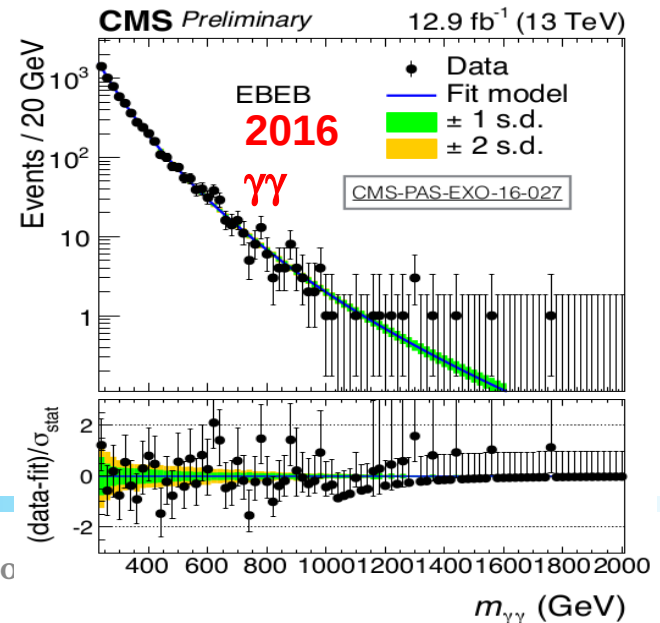
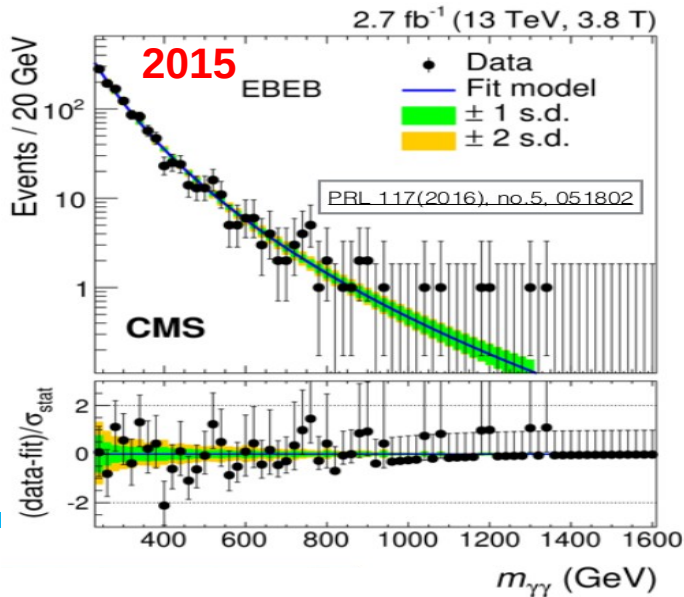
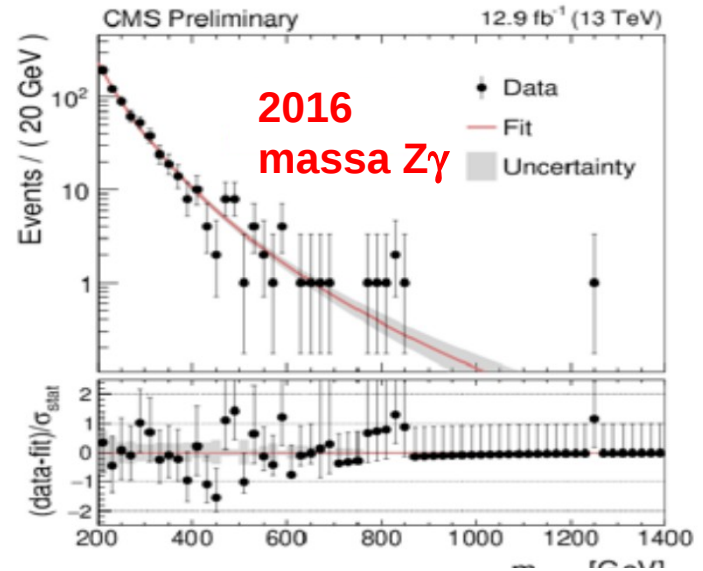


Physics analyses: searches



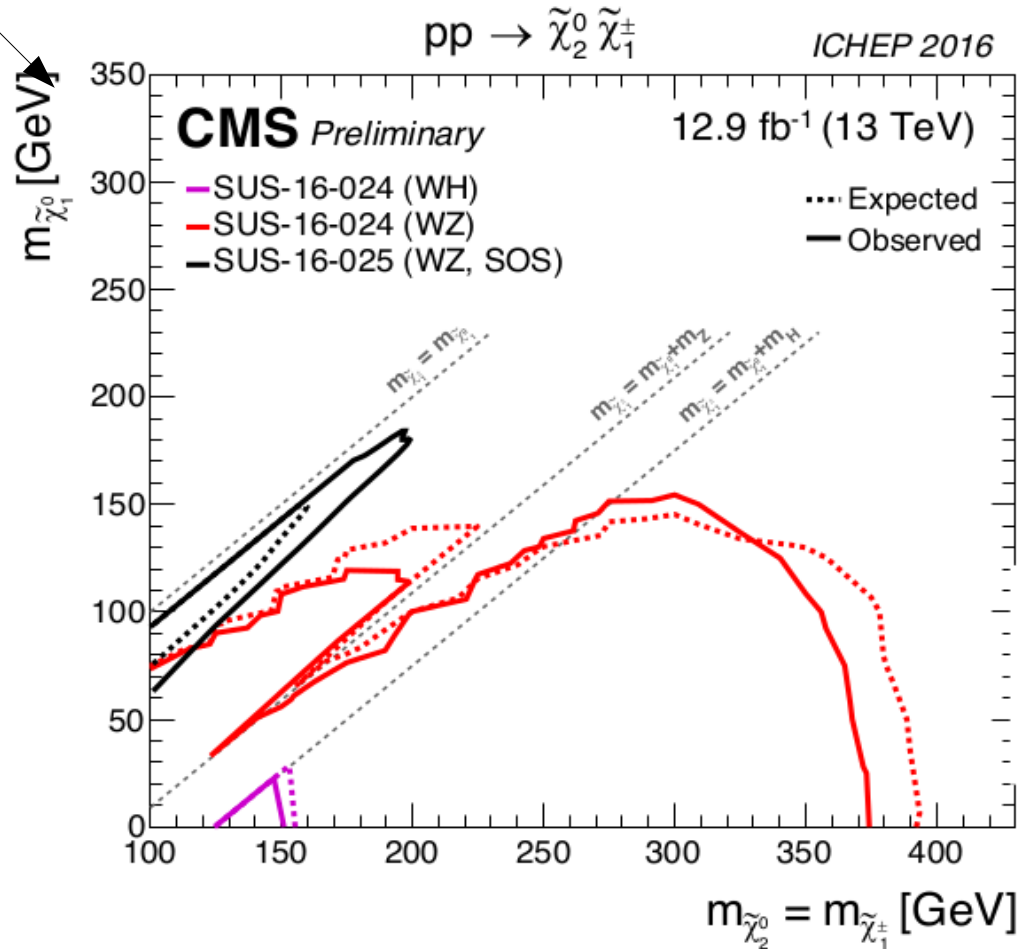
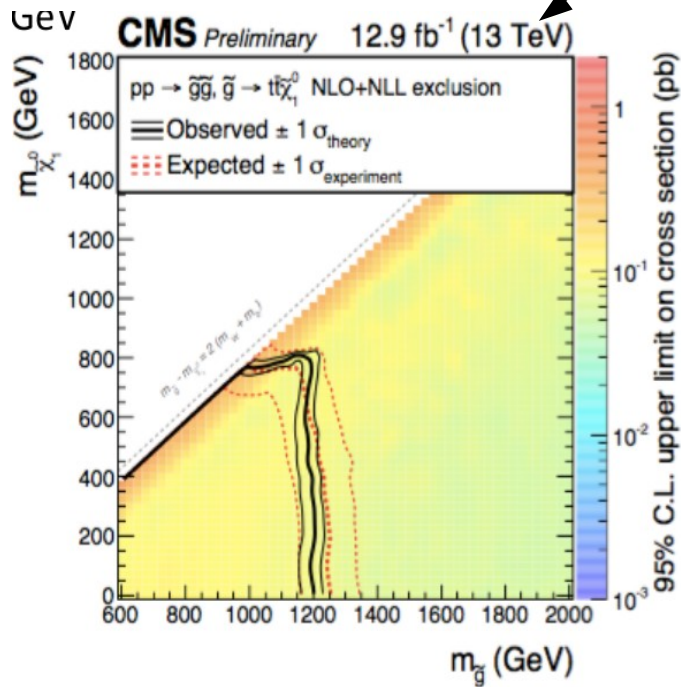
Searches@CMS: (ex) eccesso in coppie di fotoni

- Coppie di fotoni a massa $m_{\gamma\gamma} \sim 750$ GeV
- Fit al fondo standard model (simile a quanto fatto per $H \rightarrow \gamma\gamma$)
- Con i dati 2015 + Run-I: Significance $\sim 2.9 \sigma$
- 2016: Significance $\sim < 1.0 \sigma$ no excess in $Z\gamma$ either



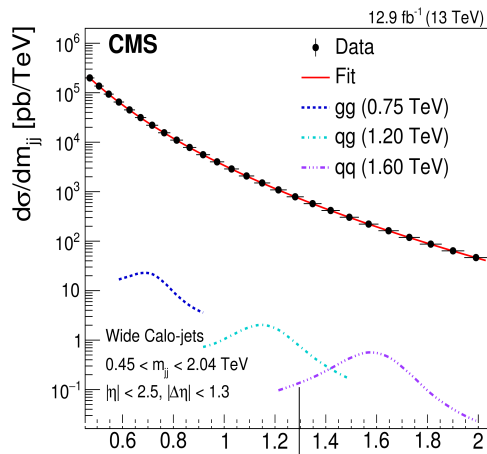
Searches@CMS: Susy

- Diversi stati finali con WZ o multileptoni
- Oppure con top e b quarks
pp --> gg, g --> bb χ OR qq χ OR tt χ
- Nessun eccesso osservato!

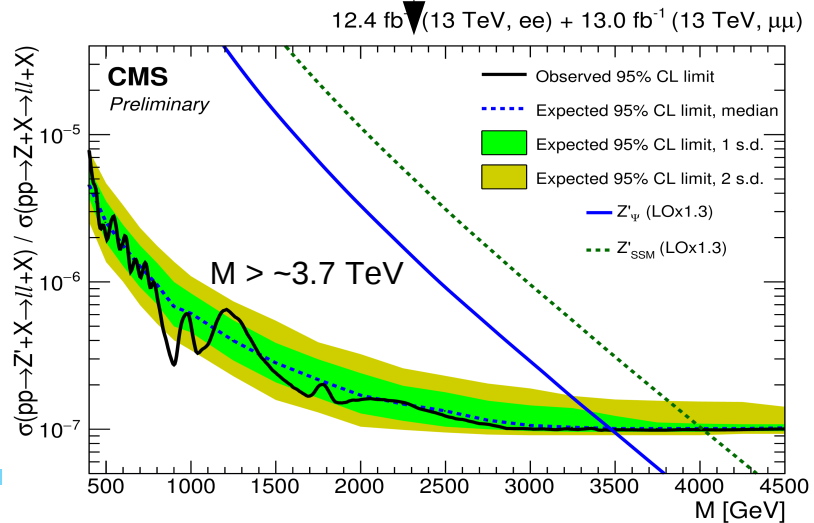
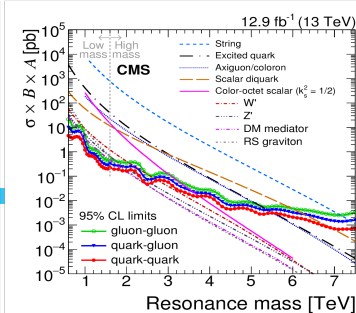
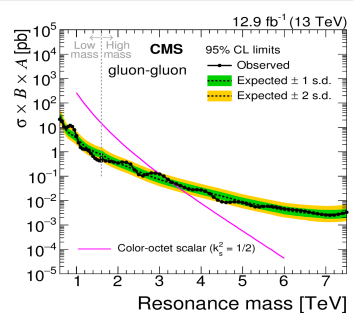
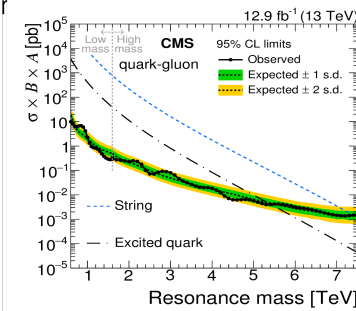
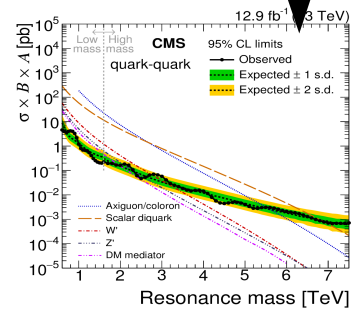
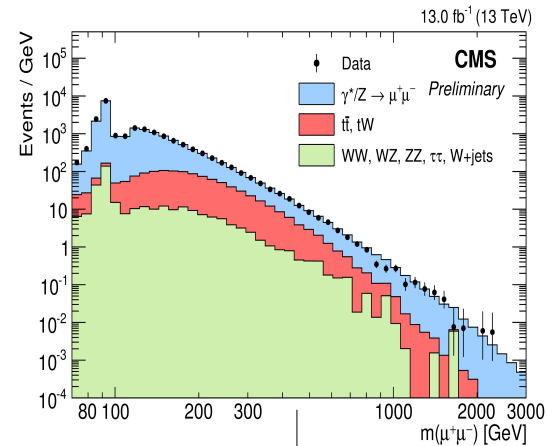


Searches@CMS: dijet e dileptoni

◦ Spettro di di-jet: limiti a modelli stringhe, gravitoni, dark matter.



◦ Spettro di di-leptoni: limiti a modelli con Z'

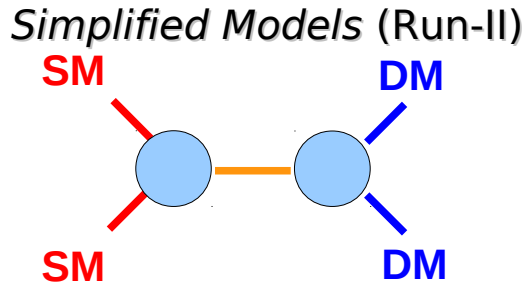
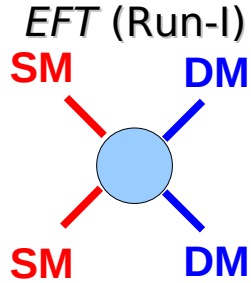


Searches@CMS:

Dark matter

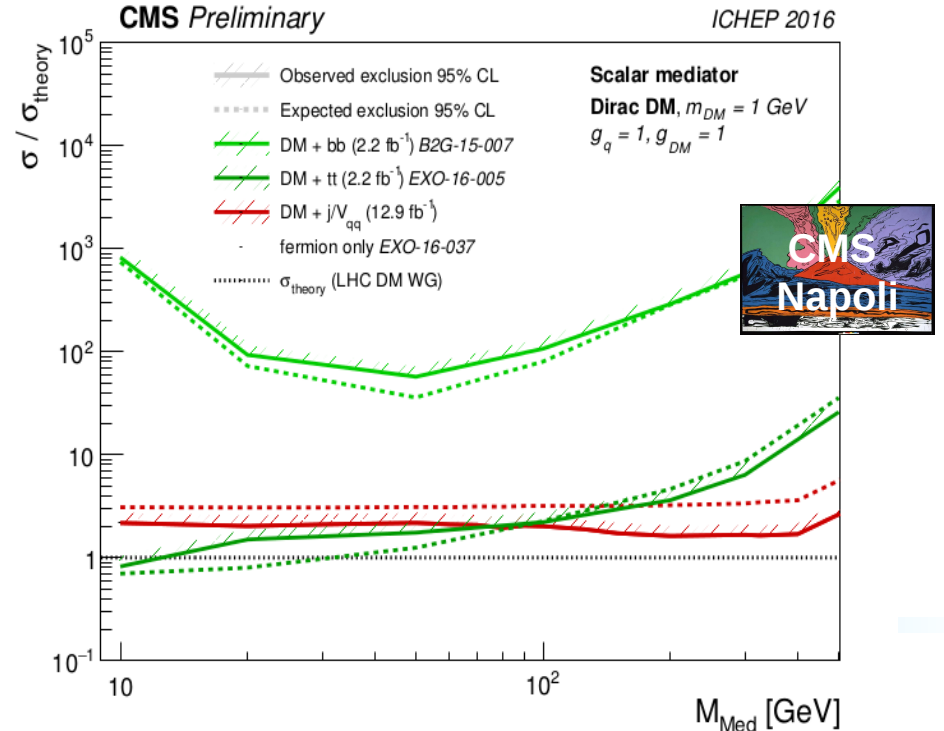
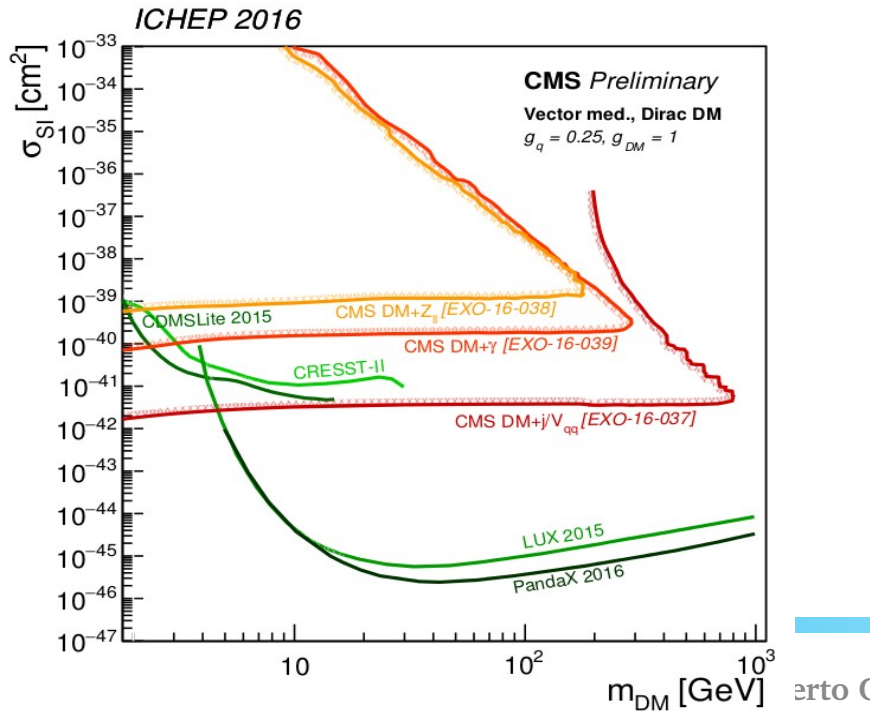
[L.Lista, O.Iorio]

◦ Produzione di particelle WIMP DM (χ) a partire da protone-protone: modelli con mediatore a massa finita nel RunII



◦ Analisi più sensibili:

- $\chi\chi + j$
- $\chi\chi + 1-2 \text{ top}$
- $\chi\chi + 1-2 \text{ b}$
- $\chi\chi + V$
- $\chi\chi + \text{higgs}$



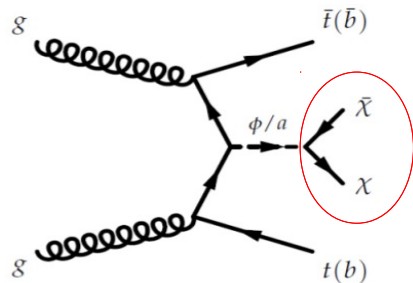
Searches@CMS:



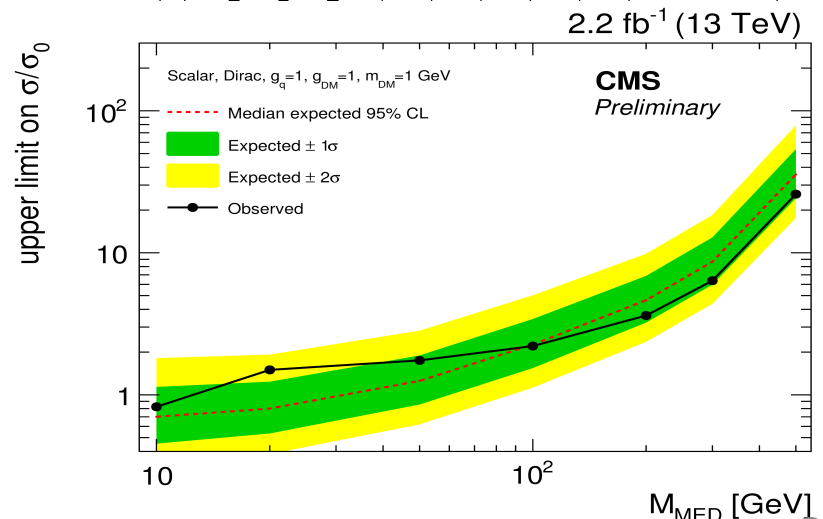
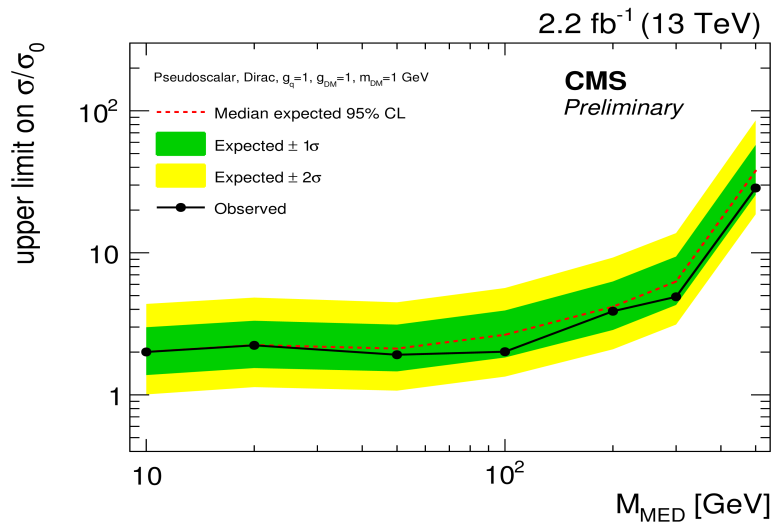
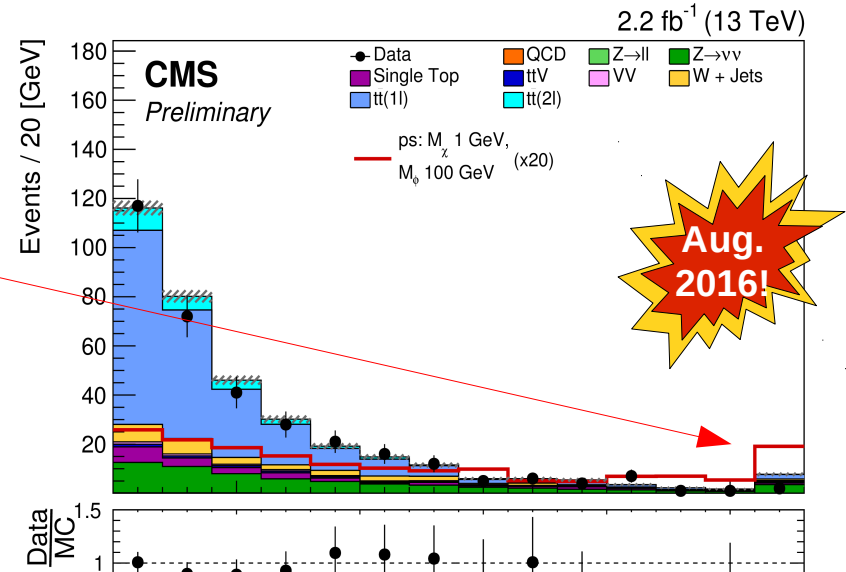
Dark matter + tt a 13 TeV

[L.Lista, O.Iorio]

- Analisi con 2 top nello stato finale:
 - si sfruttano tutti i canali di decadimento
 - leptónico, adronico etc.



- Limiti a 13 TeV
 - basati su spettro di energia mancante
 - nuovi modelli con mediatori **scalari e pseudoscalari**



...conclusioni...

- Il Run-II è stato finora un **successo**, e non sono mancati momenti difficili e i **colpi di scena**.
- **LHC e detector** hanno funzionato in maniera eccellente, fornendo più dati che non nei precedenti 5 anni! E per l'anno prossimo ci sono prospettive di arrivare a **100 fb⁻¹**
- L'anno prossimo sarà impegnativo sotto tutti gli aspetti: il **data taking**, l'**analisi** dell'enorme quantità di dati 2016, e per l'**R&D e commissioning** del detector per l'upgrade successivo!
- Il **tavolo da lavoro per la fisica al TeV** è pronto per essere sfruttato al meglio: sia per searches dirette che per entrare in “territorio inesplorato” per lo Standard Model!

Thanks!

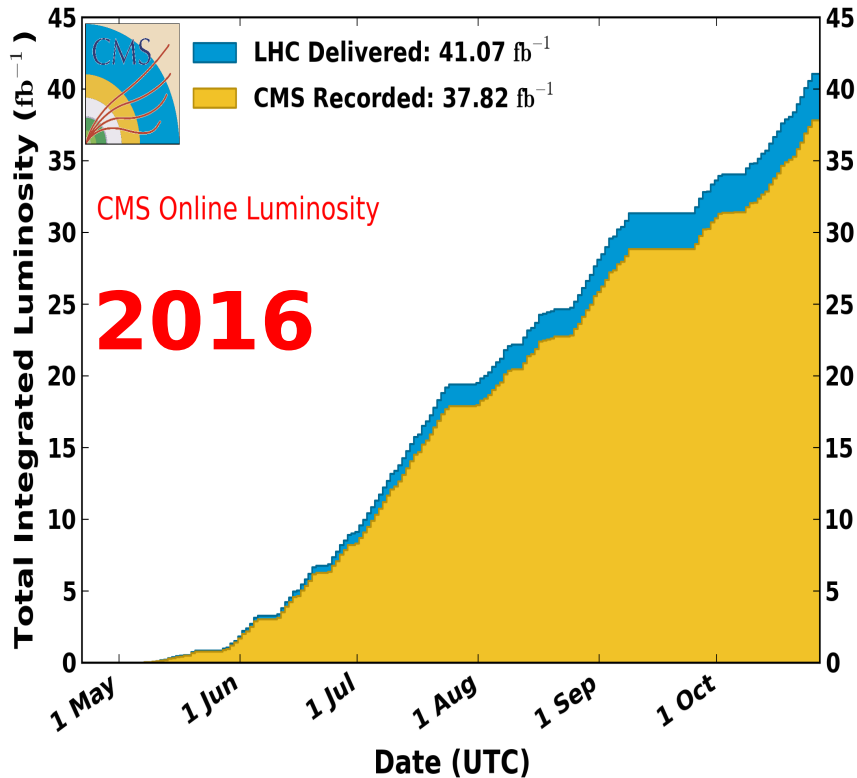
Backup

...solo 6 anni fa...

- 6 anni fa, anche con la prima presa dati **nel 2010** avevamo **42... pb⁻¹!**

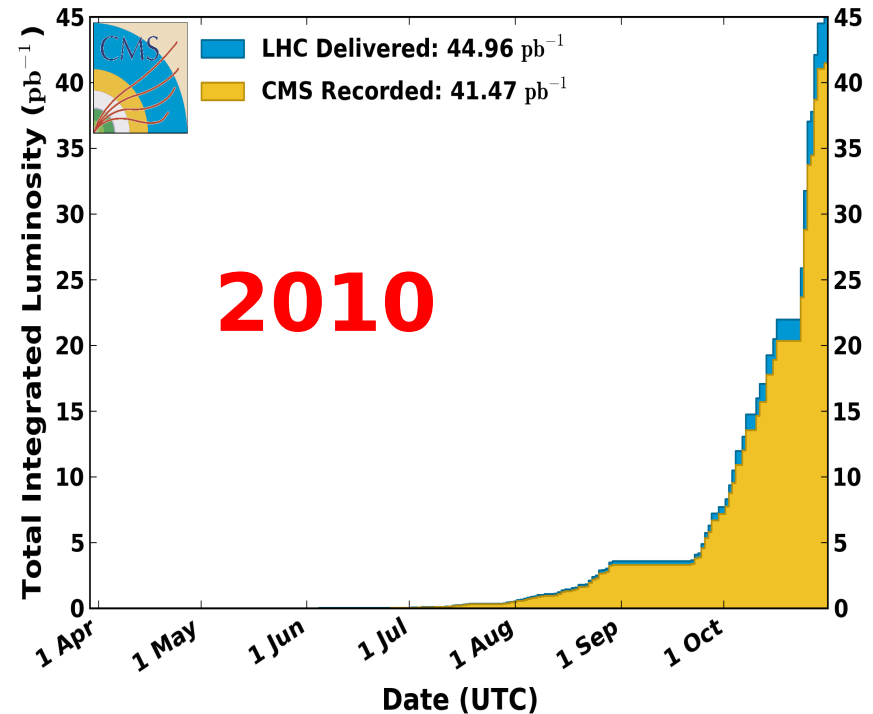
CMS Integrated Luminosity, pp, 2016, $\sqrt{s} = 13$ TeV

Data included from 2016-04-22 22:48 to 2016-10-27 14:12 UTC



CMS Integrated Luminosity, pp, 2010, $\sqrt{s} = 7$ TeV

Data included from 2010-03-30 11:22 to 2010-10-31 06:25 UTC



RPC project



RE4

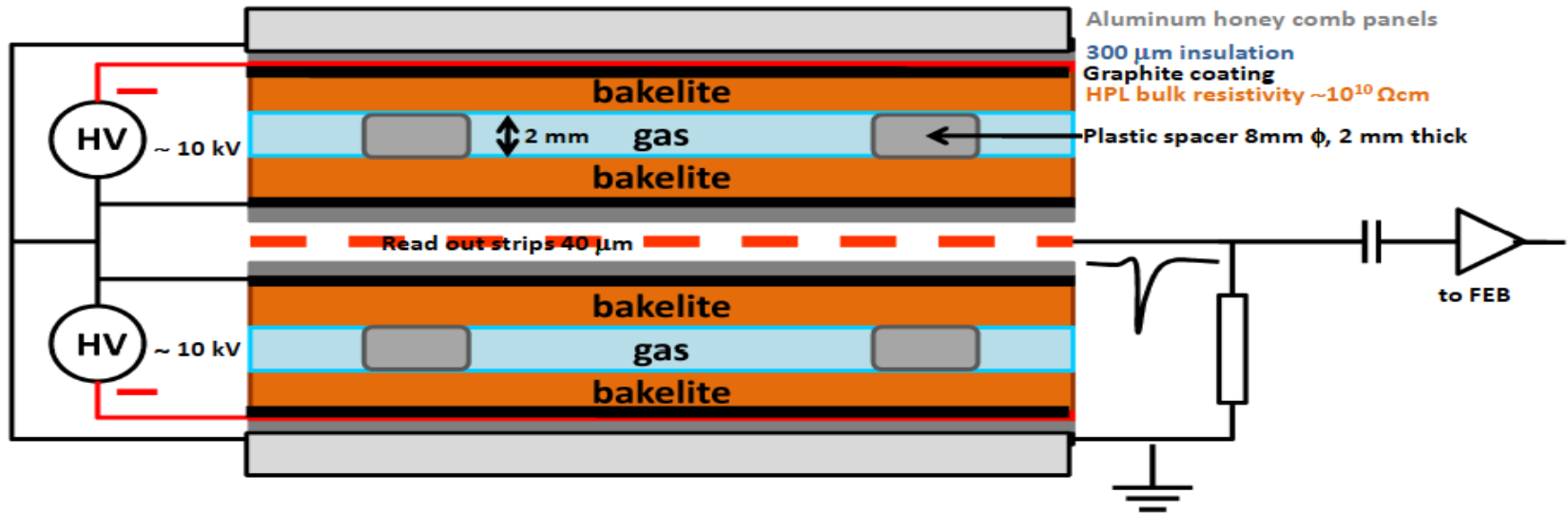
R&D phase II

Italy	Pakistan	India	Colombia	CERN
Korea	China	Belgium	Finland	Egypt
Mexico	Georgia			
Italy, CERN, Korea, Belgium, Pakistan, Mexico	Georgia, Egypt	Colombia, India		

CHINA	2
KOREA	16
INDIA	4
BELGIUM	10
COLOMBIA	2
N. Puebla	3
PAKISTAN	6
EGYPT	3
CERN	4
ITALY	28
BULGARIA	12
Georgia	2
TOTAL	90



Il sistema RPC a CMS:



CMS muon upgrade

- Completion of **the 4th station in 2013-14:**
144 chambers

RPC present system

- Covers $0 < |\eta| < 2.1$
- 1056 chambers
- 110,000 **electronic channels** and 3500 m² of **active area**
- **Double gaps gas chamber:** 2 mm gas width
- **Bakelite** bulk resistivity: $\rho = 2 - 5 \times 10^{10} \Omega\text{cm}$
- **Strip width:** 1 - 4 cm.
- **Gas mixture:** C₂H₂F₄ + isoC₄H₁₀ + SF₆ (40% of H)

95.2%	4.5%	0.3%
-------	------	------
- Operated in **avalanche mode**

Radiazione nelle diverse regioni

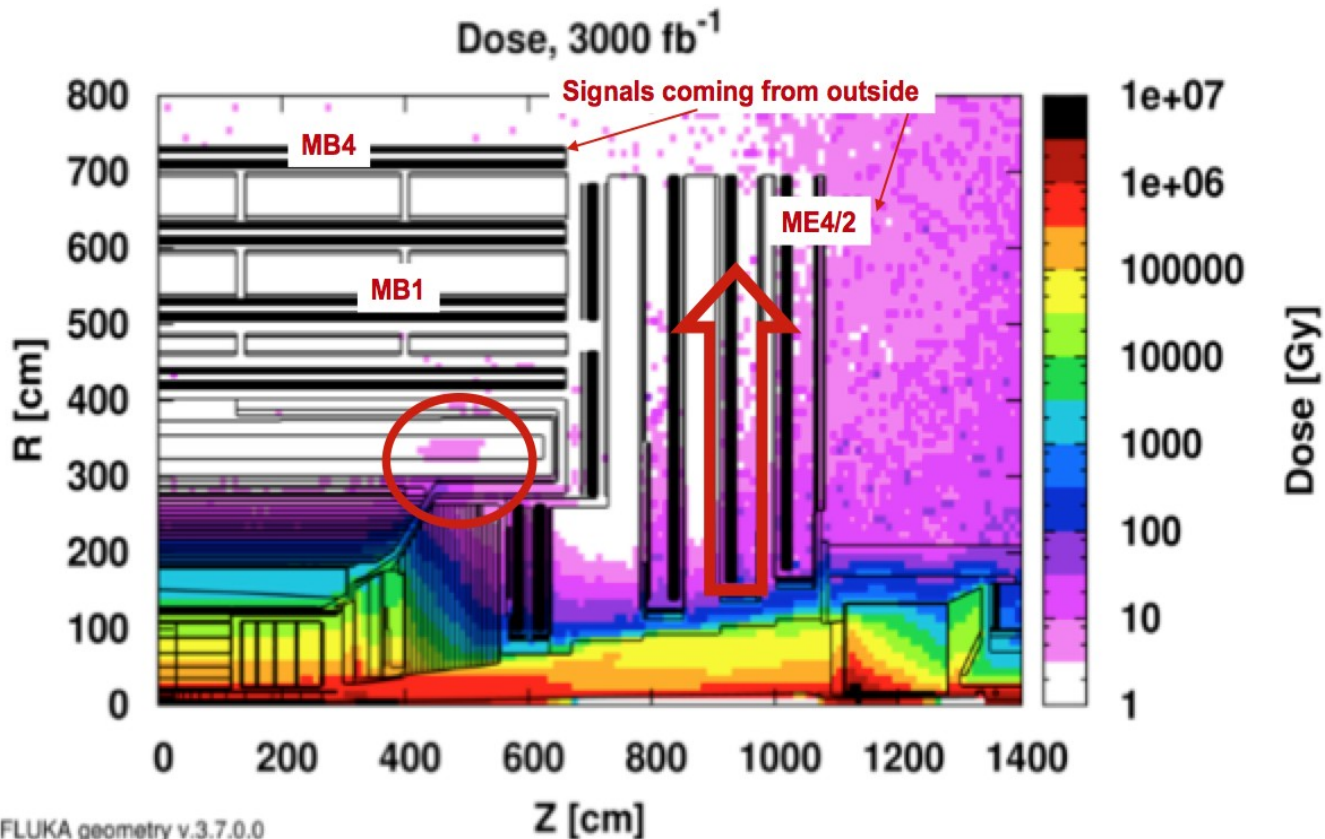
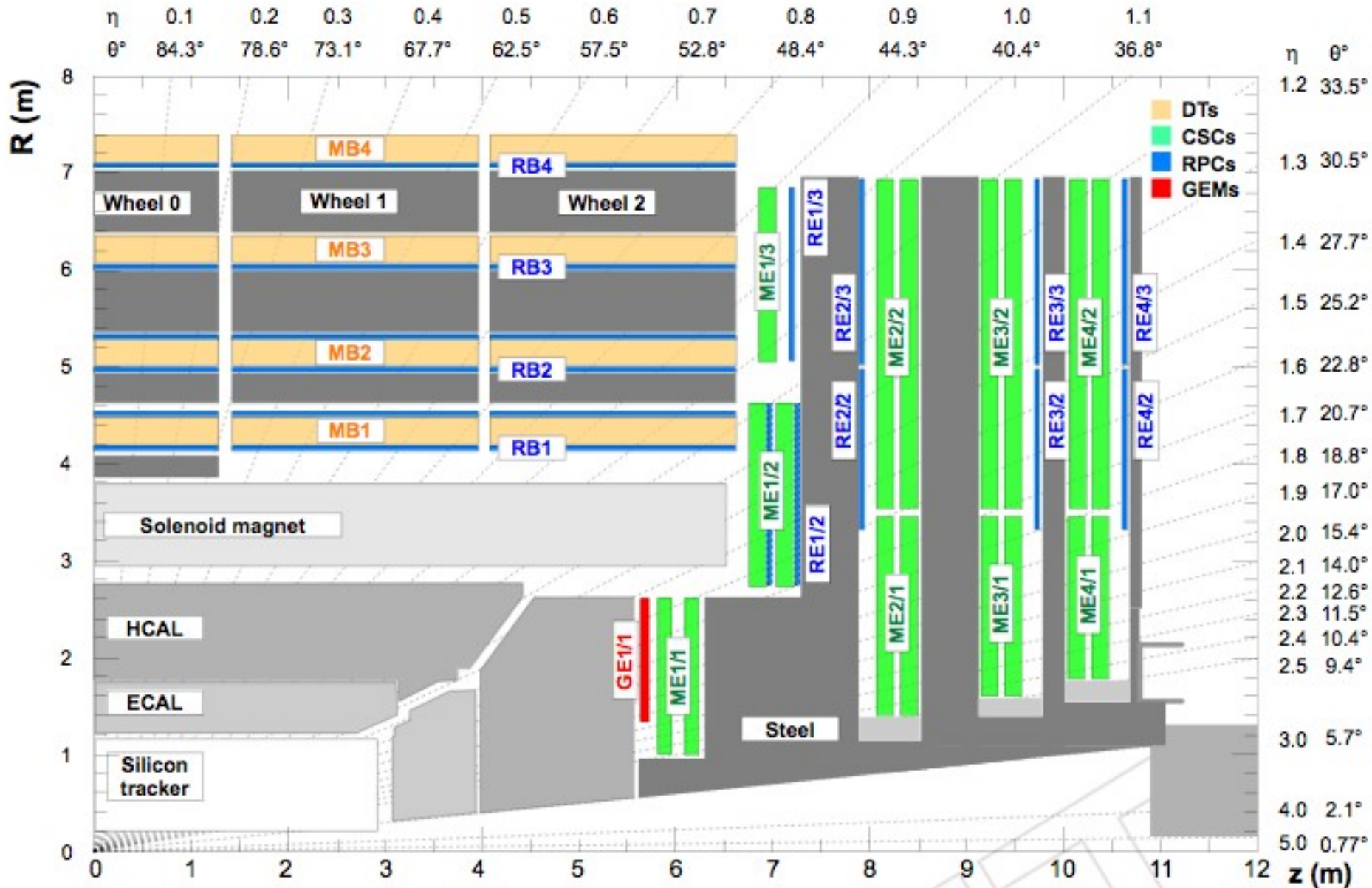
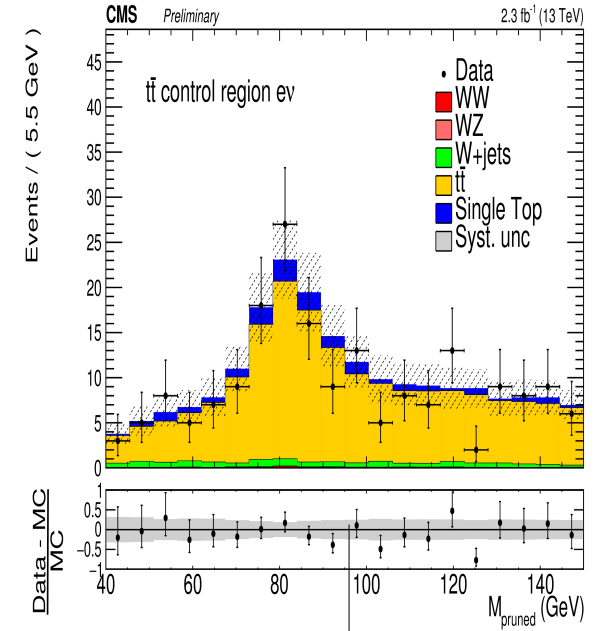
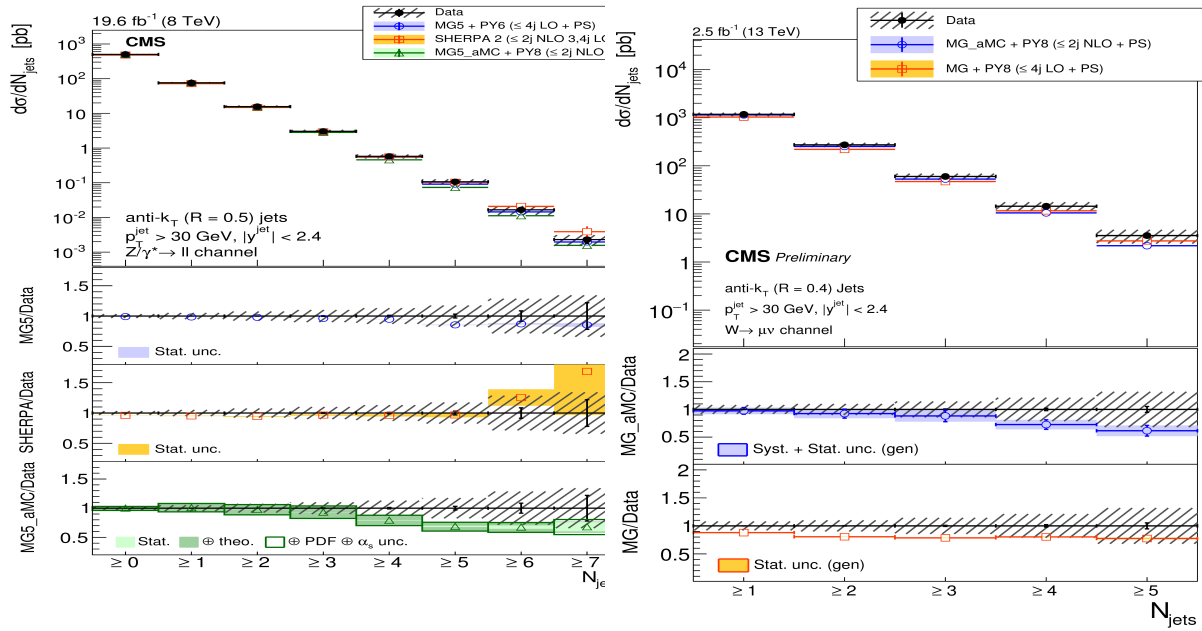


Figure 1.15: Absorbed dose in the CMS cavern after an integrated luminosity of 3000 fb⁻¹. R is the transverse distance from the beamline and Z is the distance along the beamline from the Interaction Point at Z=0.

Phase II : Detector GEM



SM@CMS: Bosoni W e Z, dibosoni: going differential!



- **Misure inclusive W,Z** già fatte con dataset a bassa statistica --> misure differenziali
Sensibili a mismodeling/ nuova fisica

- Processi di “dibosoni” (**WW,WZ,ZZ**): molta più statistica nel Run-II, permette già searches di accoppiamenti anomali / fisica BSM

