

Stato di CMS e piani di upgrade per High-Luminosity LHC

Luigi Guiducci - CMS Collaboration

Incontri di Fisica delle Alte Energie - Napoli, 8-10 Aprile 2019

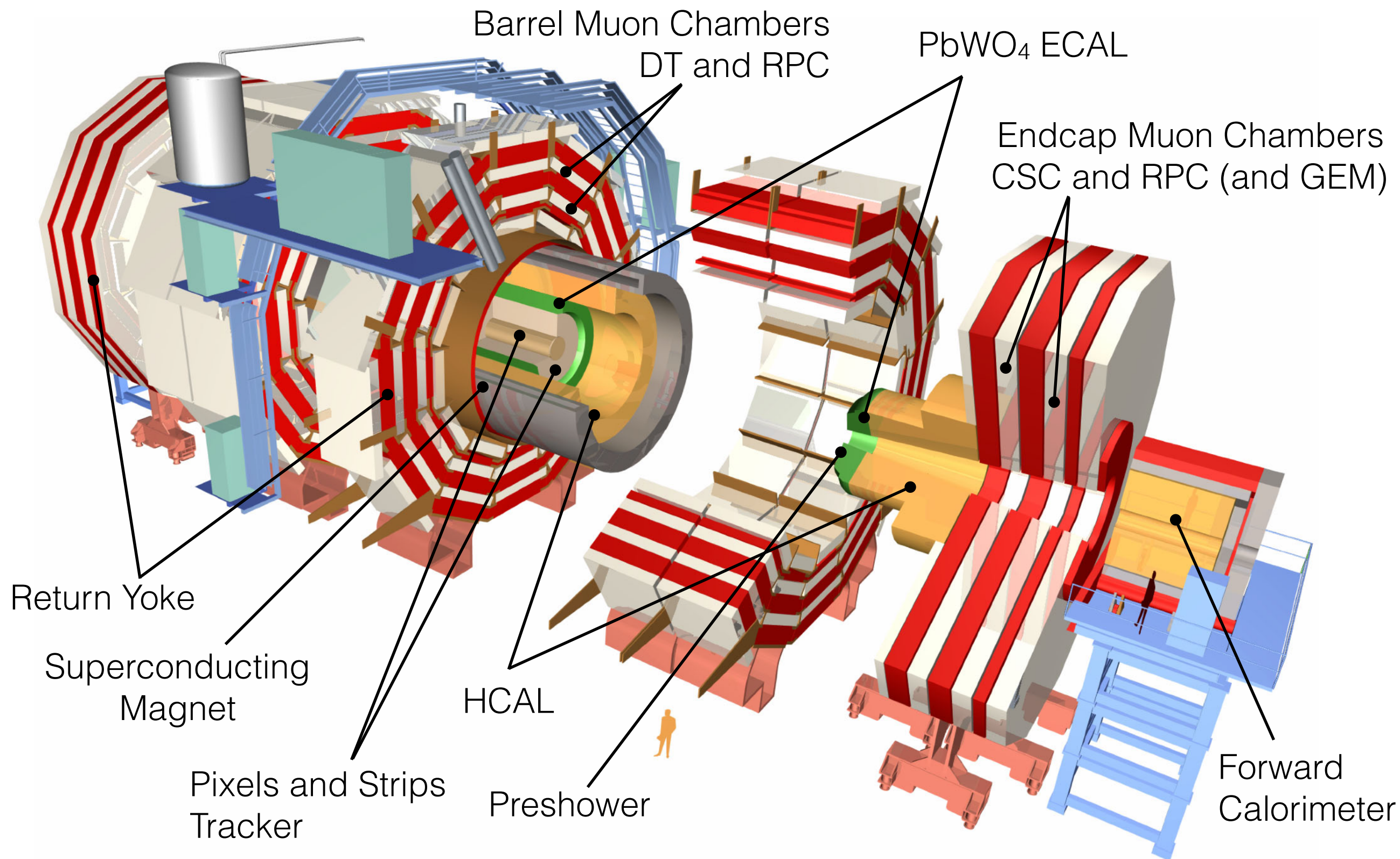


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bologna



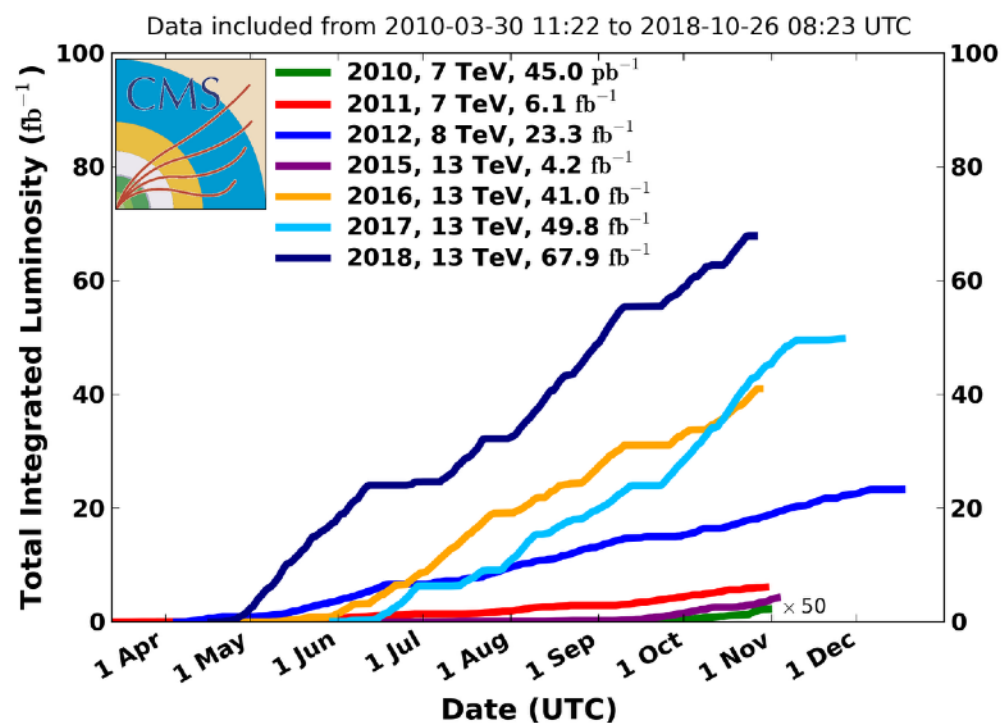
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



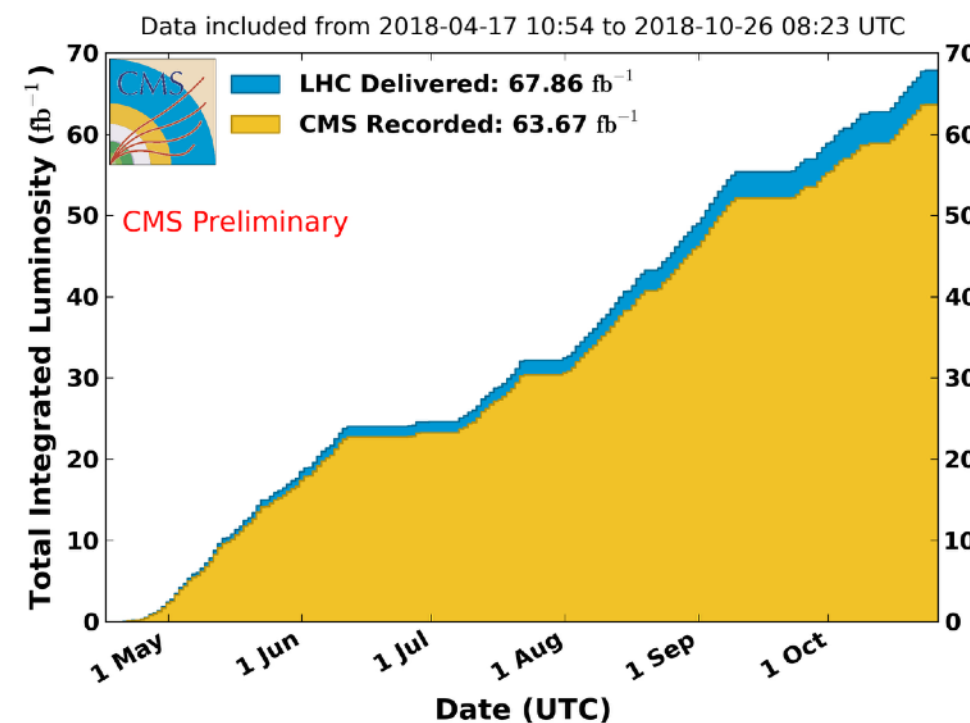


[1, 2]

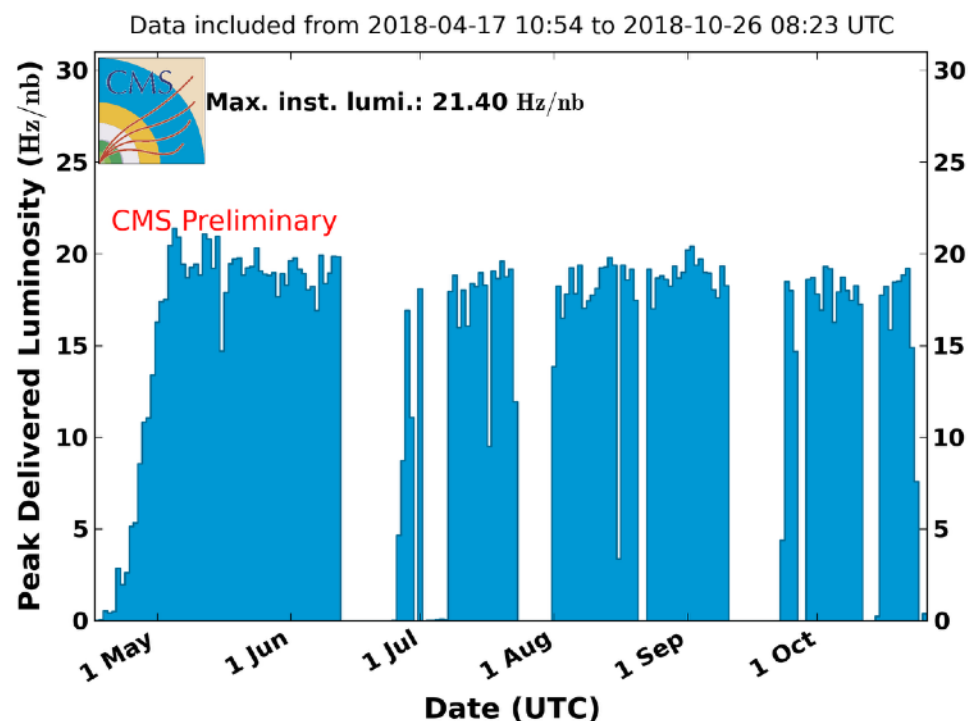
CMS Integrated Luminosity Delivered, pp



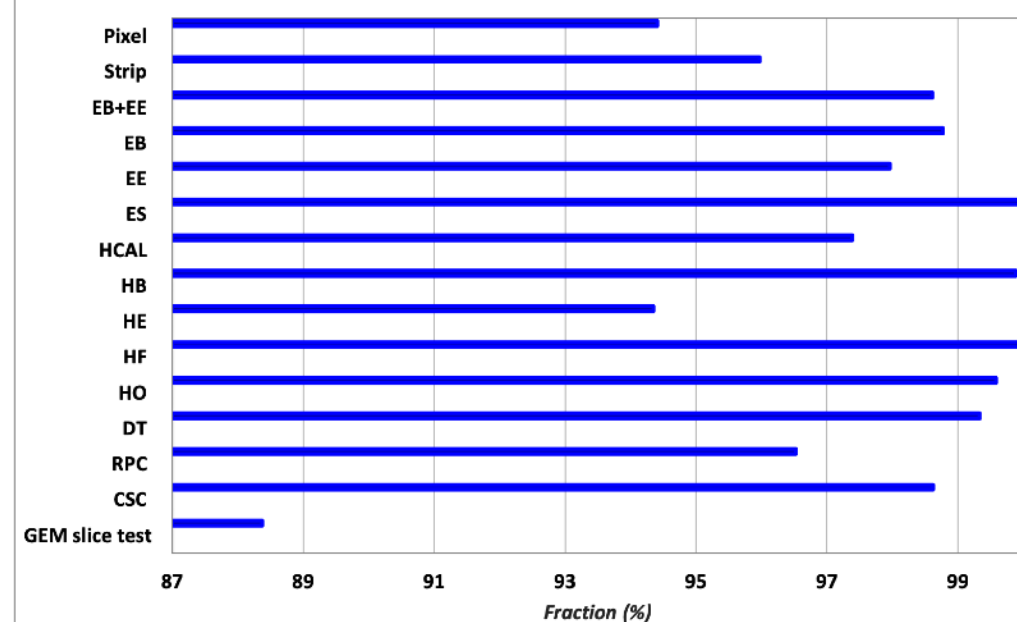
CMS Integrated Luminosity, pp, 2018, $\sqrt{s} = 13$ TeV



CMS Peak Luminosity Per Day, pp, 2018, $\sqrt{s} = 13$ TeV

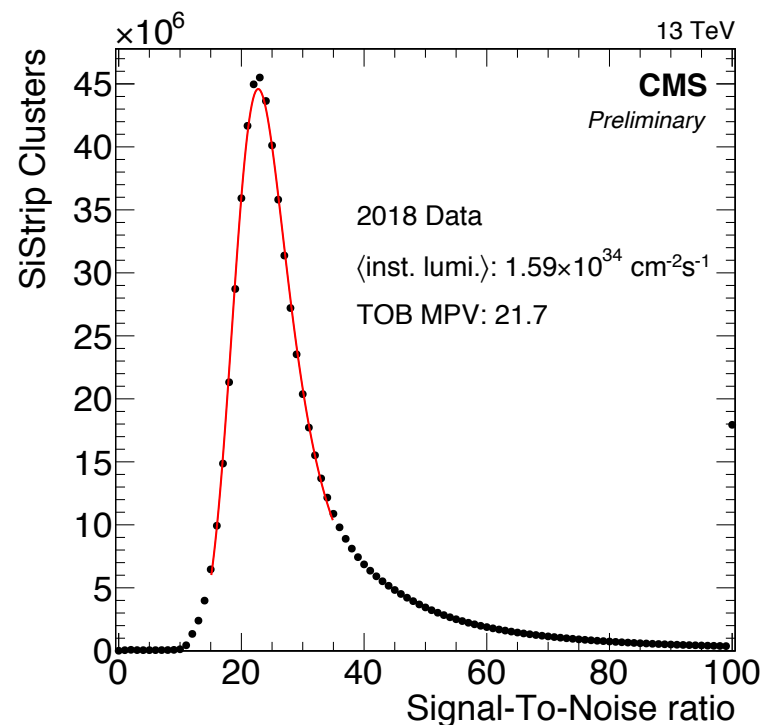
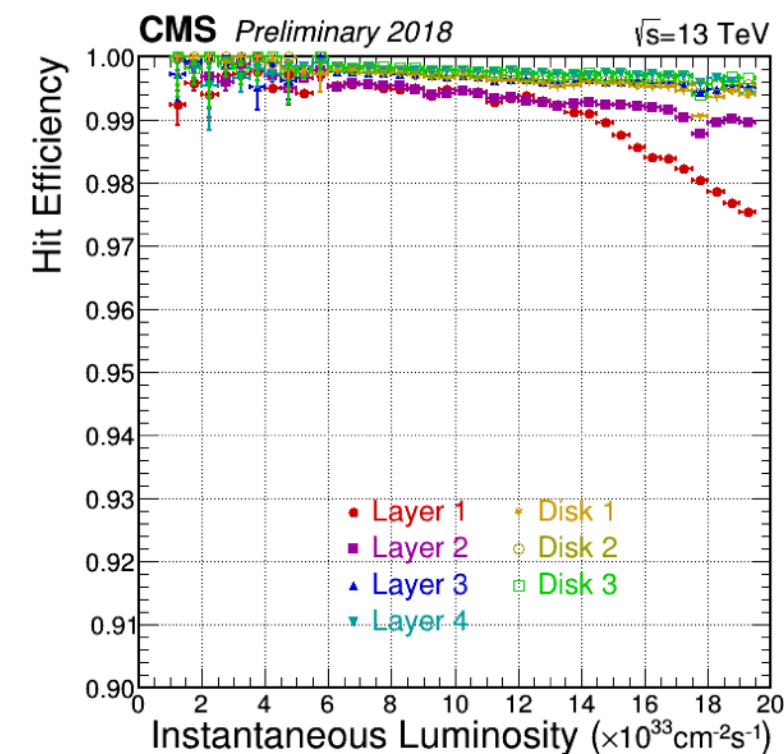
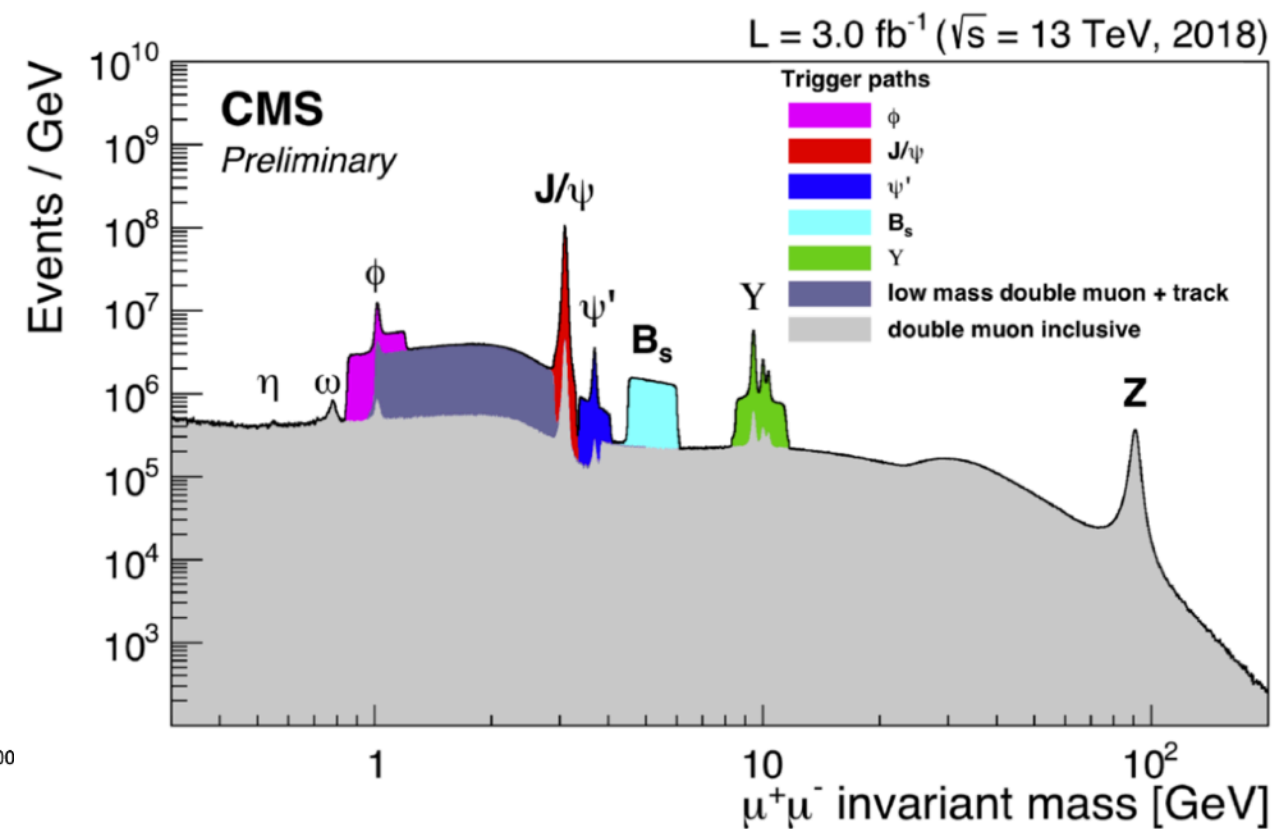
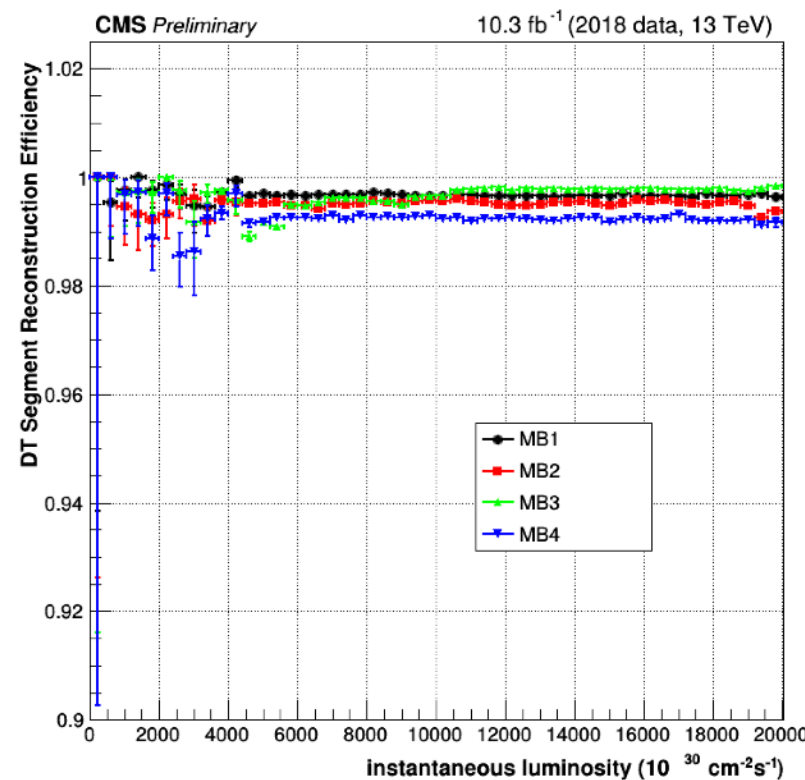


Detector Active Fraction as of Nov 2018



[3, 4, 5, 6]

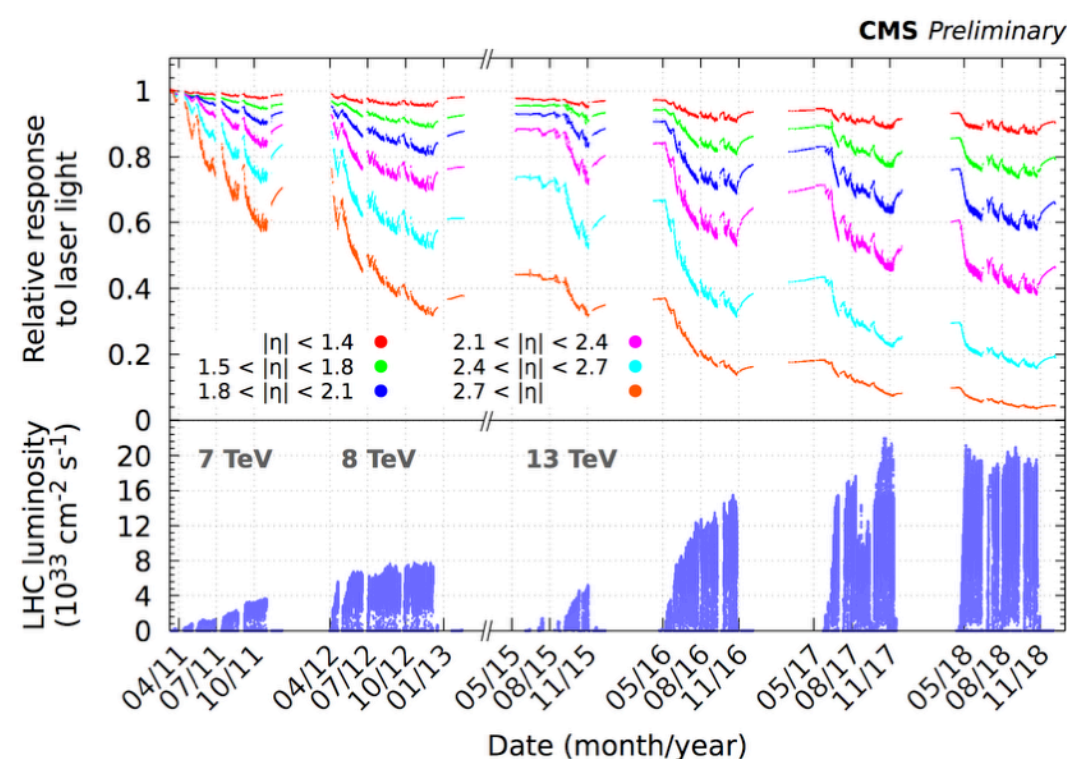
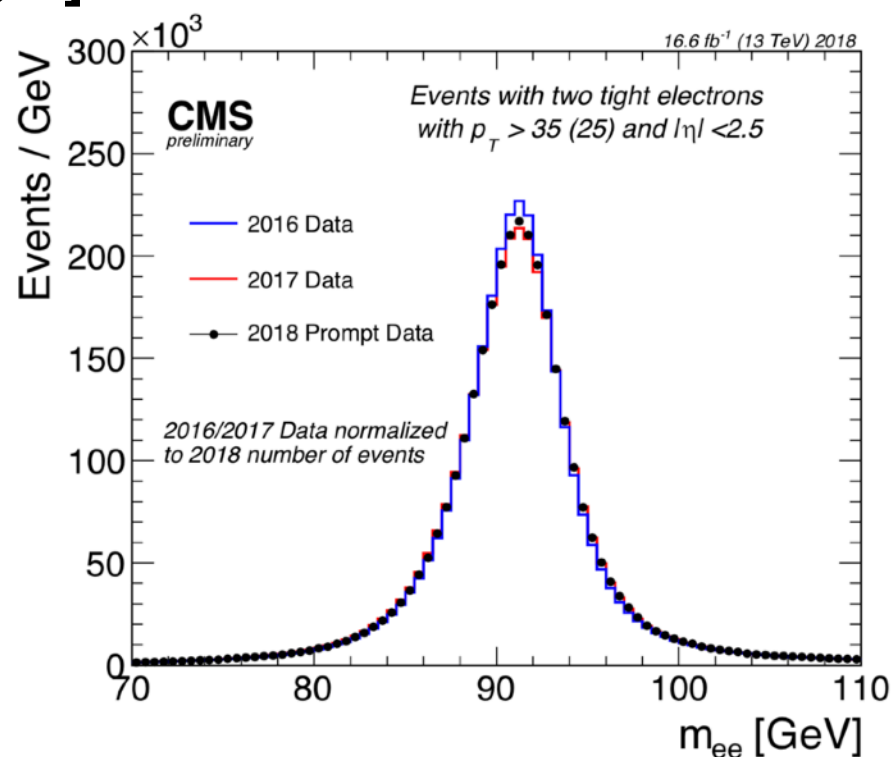
Ottima efficienza e risoluzione dei rivelatori per muoni. Prestazioni stabili fino al doppio della luminosità di design! Un trigger di muoni stupefacente...



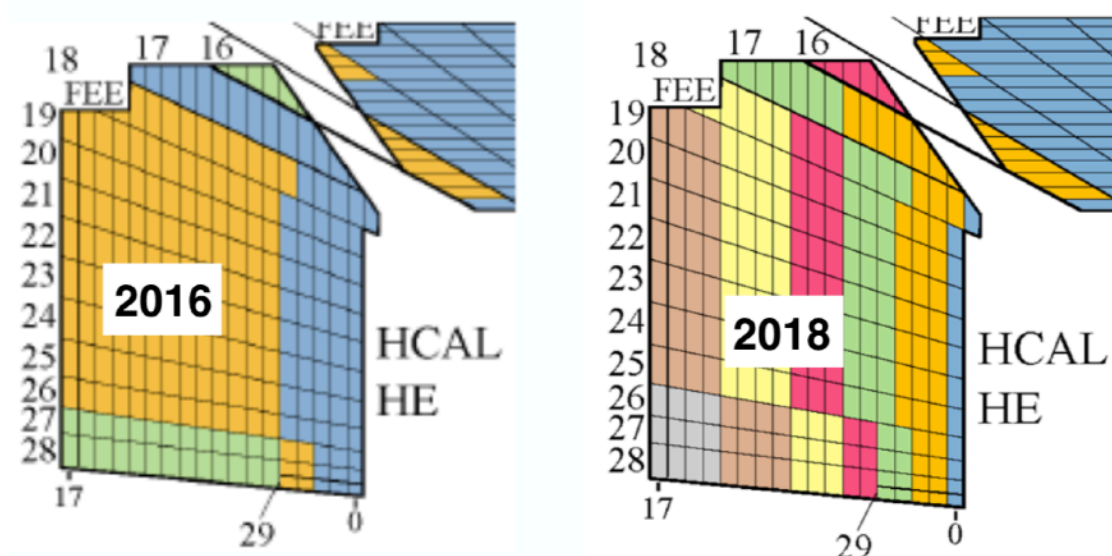
Nuovo rivelatore a Pixel di silicio: efficiente fino alla massima luminosità raggiunta nel Run2 ($2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
NB: inner layer sostituito in LS2

Nel tracciatore a strip di silicio, ottimo rapporto segnale/rumore, stabile

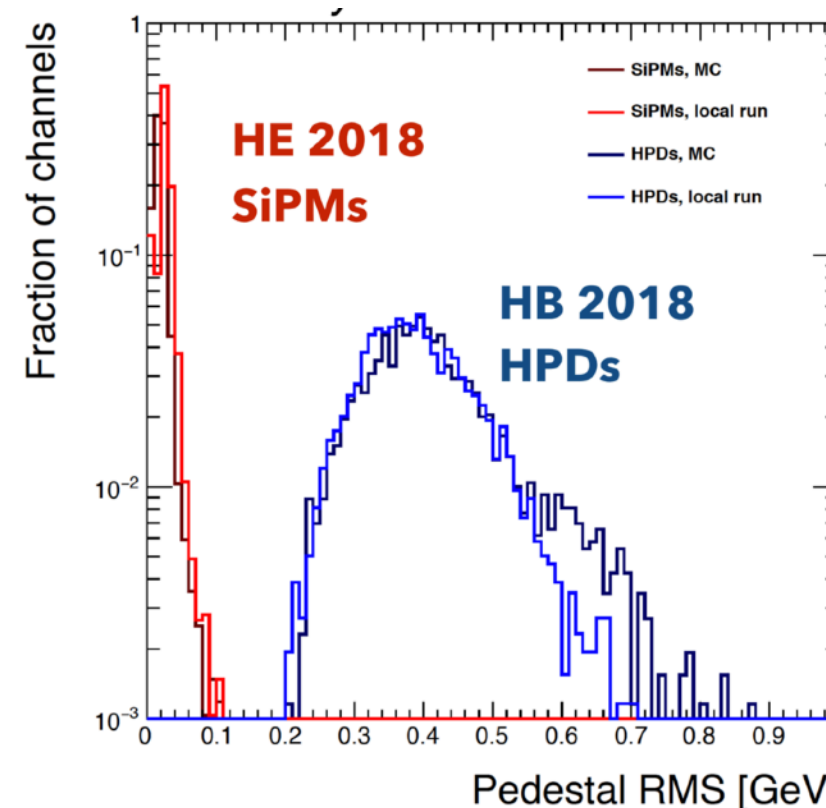
[7, 8, 9]

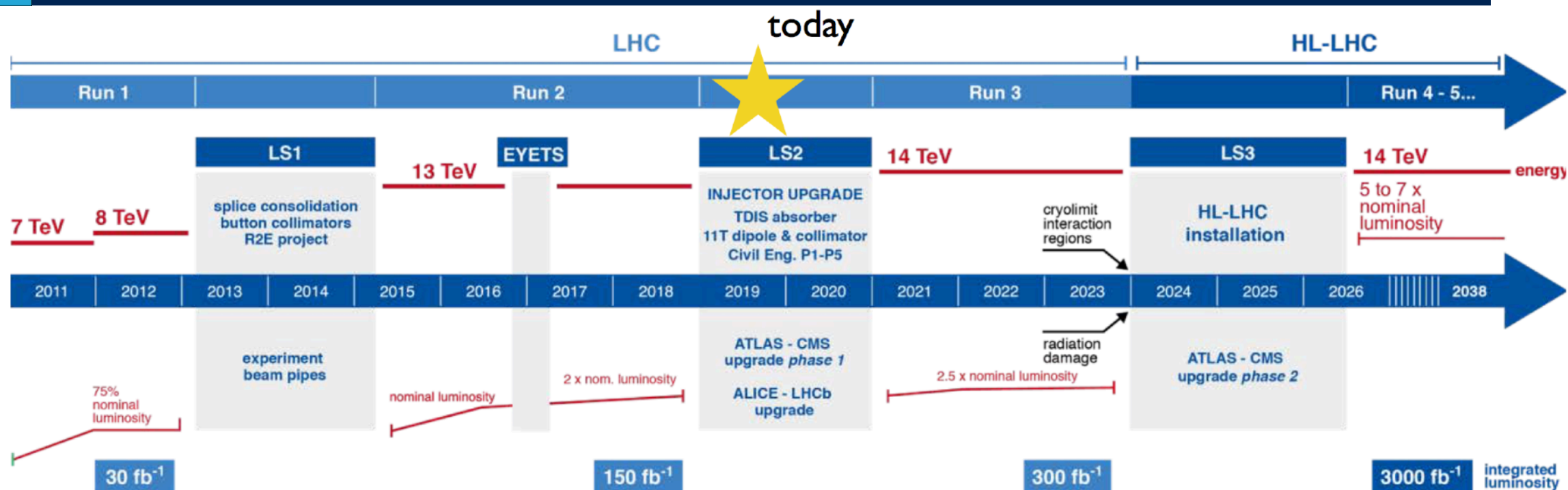


L'eccellente sistema di calibrazione di ECAL consente ottime prestazioni per elettroni e fotoni

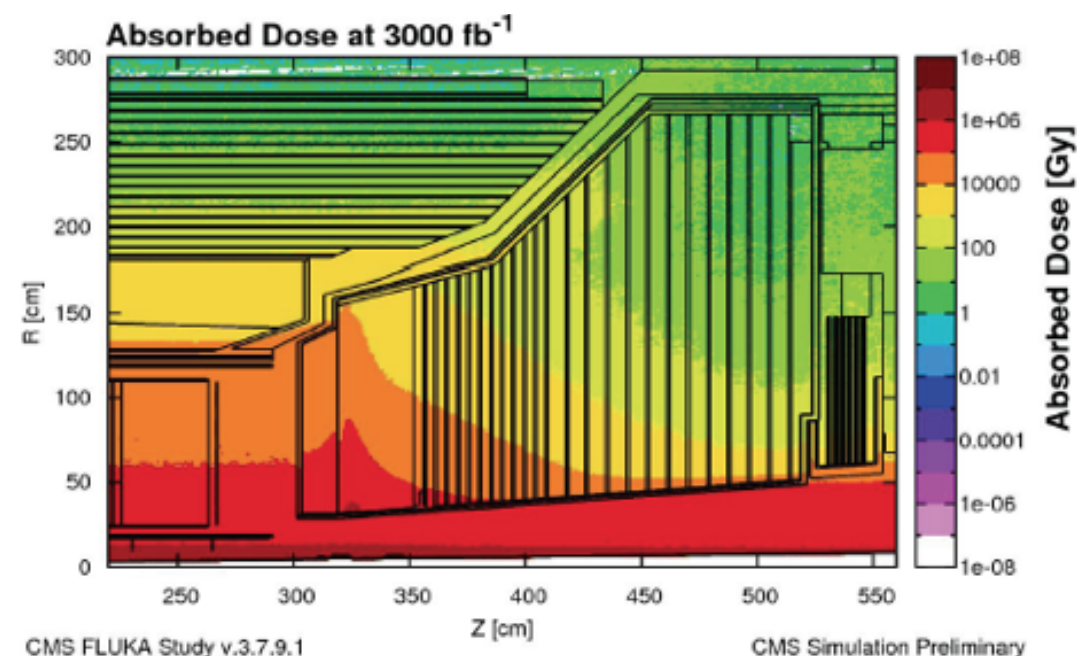
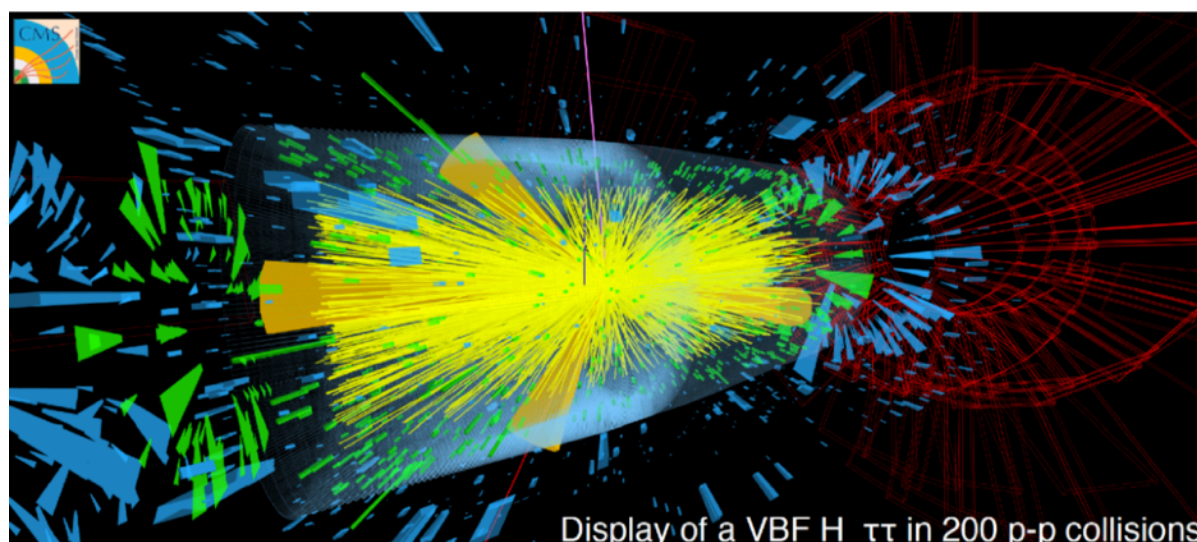


Upgrade di HE: HPDs → SiPMs, introdotta una maggiore segmentazione longitudinale

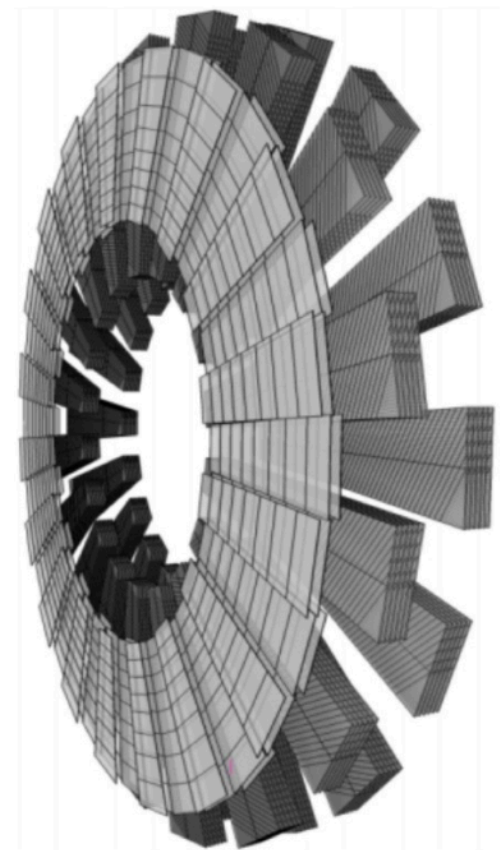
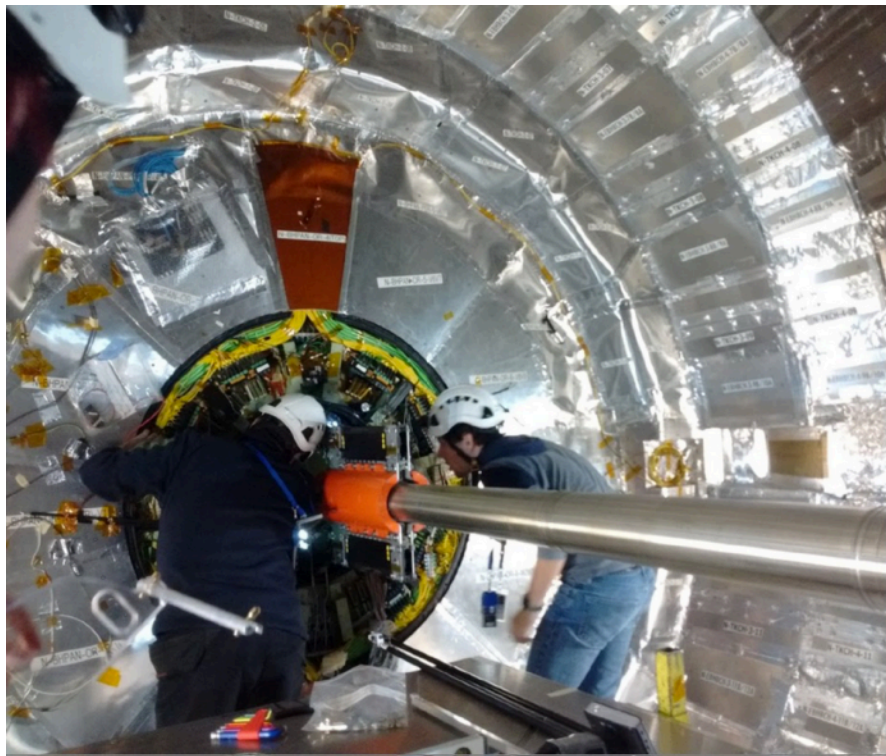




- Oggi, LS2: completamento upgrade di Fase 1 e inizio di Fase 2
- LS3: preparazione di HL-LHC e upgrade di Fase 2
- Dal 2027, luminosità a $5-7 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, obiettivo almeno 3000 fb⁻¹



- Upgrade del **readout di HCAL Barrel**
- Sostituzione del **layer più interno del pixel detector** e dei DC/DC
- **Nuova beam pipe** e refit di **luminometri** / BRM
- Installazione di una stazione di **GEM (GE1/1)** (slice test durante 2018!)
- Upgrade dei **front-end delle CSC** (ok fino a HL-LHC)
- **Test** dei prototipi dell'elettronica di **Fase 2 dei Drift Tubes**
- Manutenzione di tutti i rivelatori, elettronica, infrastruttura, buildings...



[10-17]

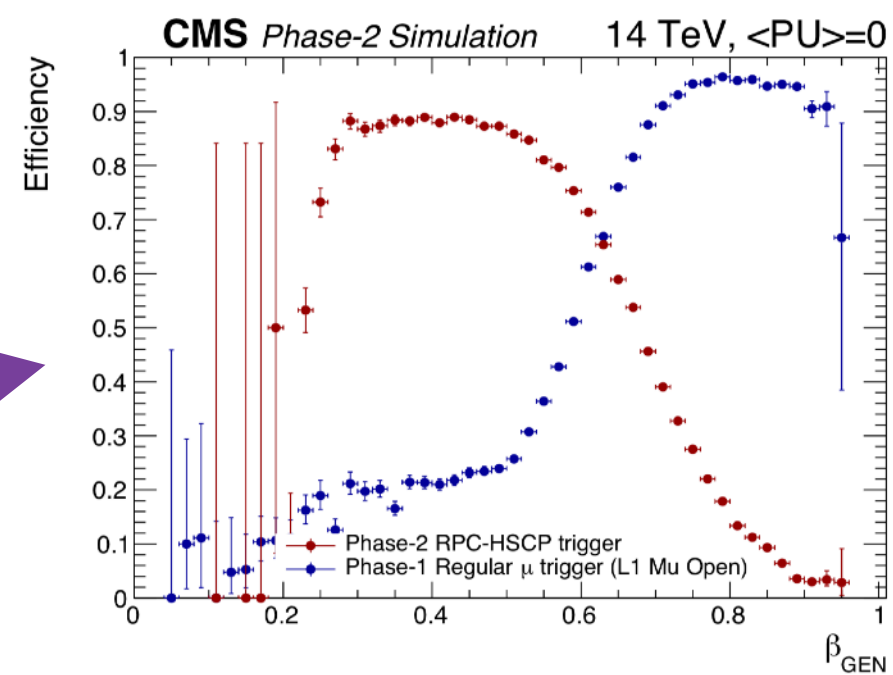
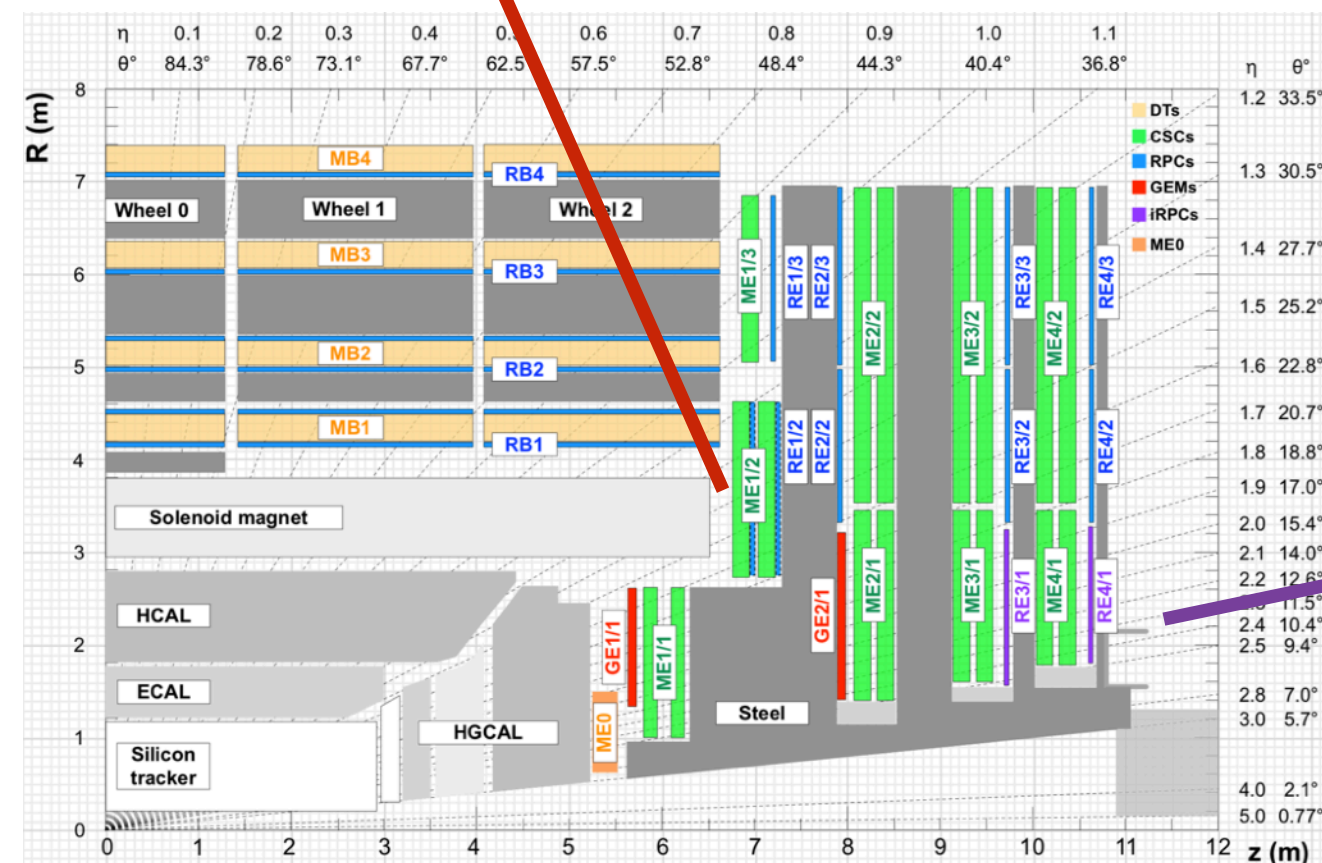
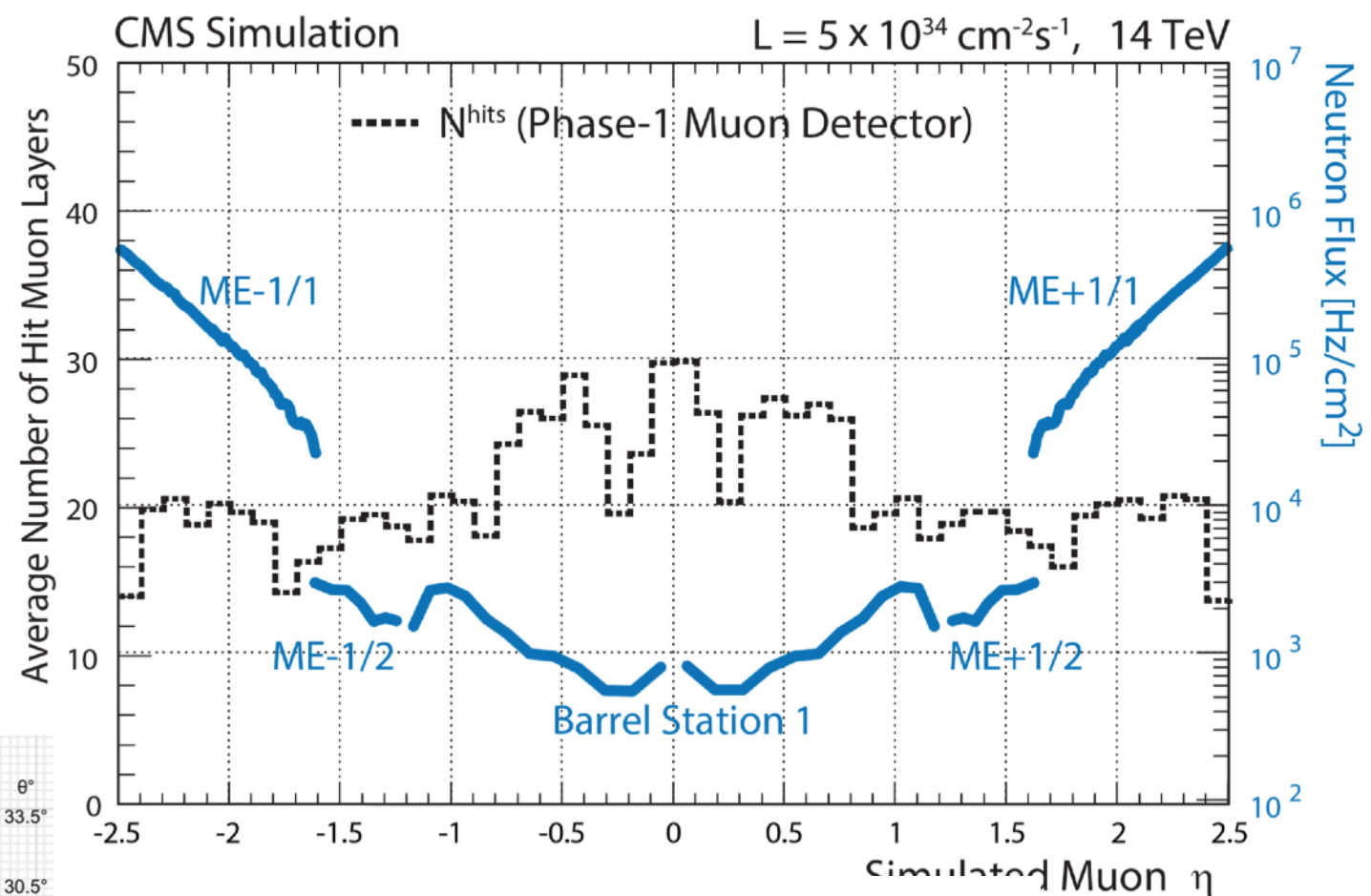
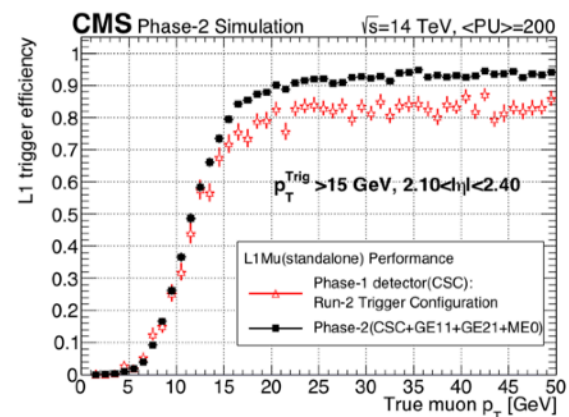
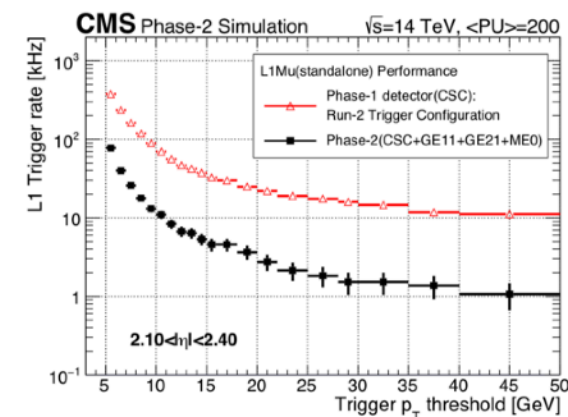
Programma di upgrade per fare fronte alle condizioni estreme di pile-up e irraggiamento:

- **Tracciatore** completamente nuovo - *talk di Cristiano Turrioni*
- Nuovo “**High Granularity Calorimeter**” per gli endcap
- Sostituzione dell’**elettronica di ECAL barrel**
- Nuovo “**MIP Timing Detector**” - *poster di Marta Tomago*
- Nuovi rivelatori per **muoni negli endcap** - *talk di Federica Simone*
 - Completamento delle **prime due stazioni con GEM**
 - Completamento della **terza e quarta stazione con improved RPC**
 - **Nuova stazione GEM (ME0)**: estende l'accettanza fino a $|\eta| < 2.8$
- Sostituzione dell’**elettronica di DT e RPC nel barrel**
- **L1-trigger, HLT, DAQ** completamente nuovi



in preparazione:
MTD TDR (2019)
+ L1 Trigger TDR (2020)
HLT/DAQ TDR (2021)

[13]



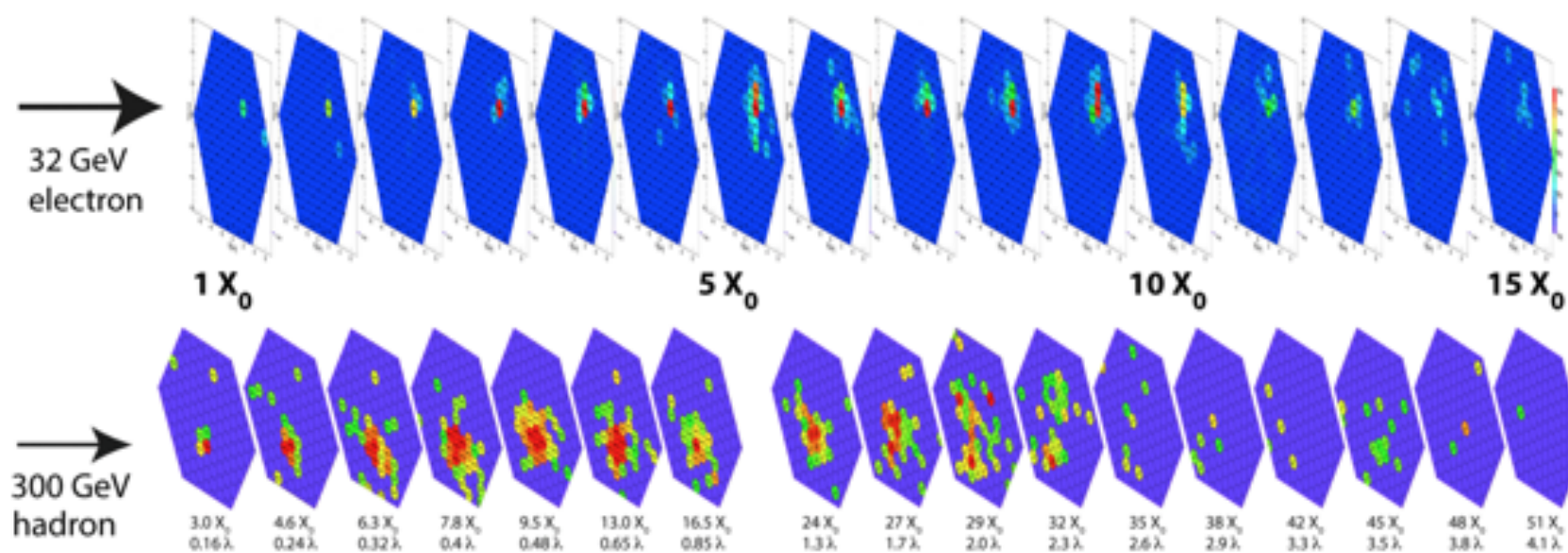
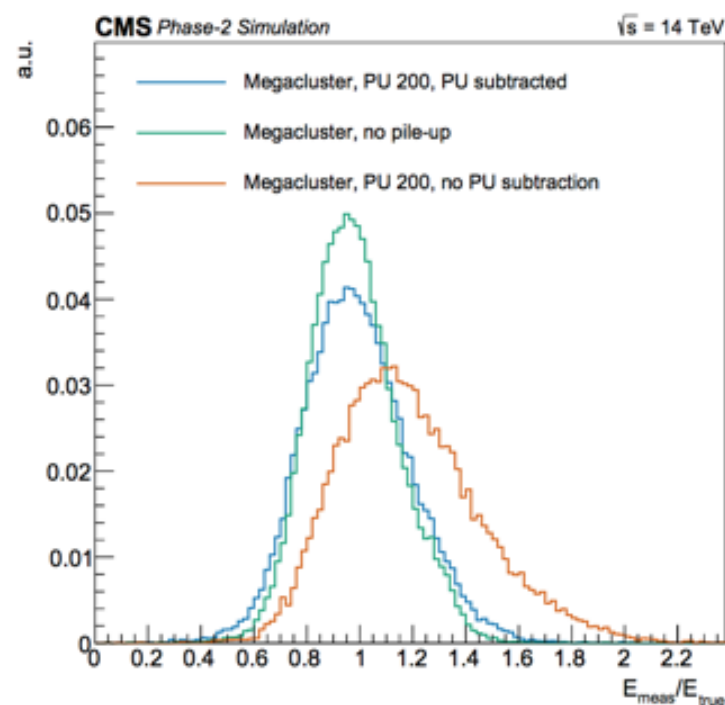
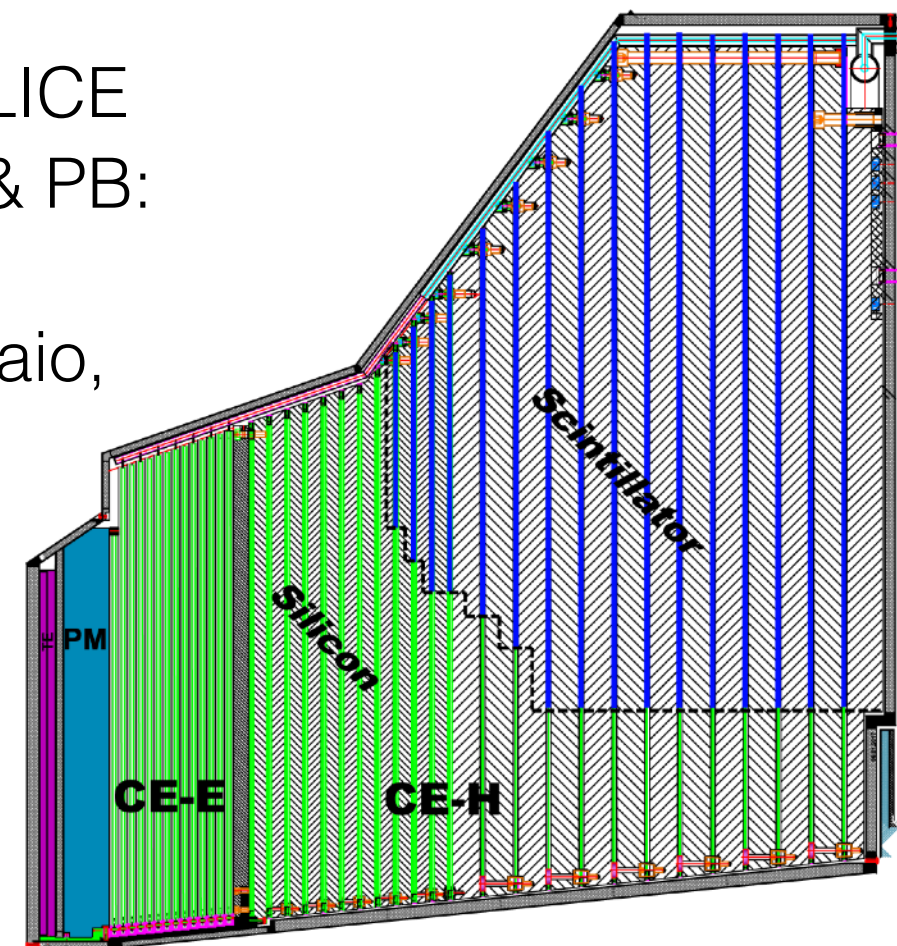
- **Eccellenti condizioni di presa dati** di CMS a LHC per tutto il Run 2
 - **Oltre 60 fb⁻¹** registrati solo nel 2018!
 - Le ottime prestazioni di tracciatore, calorimetri e rivelatori per muoni hanno consentito di produrre **eccellenti *physics objects***, a beneficio di tutto il programma di fisica della collaborazione
- È iniziata l'attività sul rivelatore durante **Long Shutdown 2**
 - Completamento **upgrade di Fase 1**
 - Installazione della **prima stazione di GEM**
 - Preparazione degli upgrade di Fase 2
- Intenso lavoro per l'**upgrade di Fase 2**
 - CMS sarà **un rivelatore quasi completamente nuovo**
 - Tracker, calorimetria endcap, muoni, elettronica, trigger, DAQ
 - Grande impegno in attività di **progettazione, simulazione delle performance e della fisica** (pubblicati 4 TDR su 7) e **costruzione**

- [1] <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/LumiPublicResults>
- [2] <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/ActiveChannelsSummary>
- [3] CERN-CMS-DP-2018-047 <http://cds.cern.ch/record/2630439>
- [4] CERN-CMS-DP-2018-055 <http://cds.cern.ch/record/2644377>
- [5] CERN-CMS-DP-2018-052 <https://cds.cern.ch/record/2638062>
- [6] <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/PixelOfflinePlotsAugust2018>
- [7] CERN-CMS-DP-2019-005 <https://cds.cern.ch/record/2668200>
- [8] CERN-CMS-DP-2018-041 <https://cds.cern.ch/record/2629363>
- [9] CERN-CMS-DP-2018-019 <https://cds.cern.ch/record/2320857>
- [10] CERN-LHCC-2015-010 <https://cds.cern.ch/record/2020886>
- [11] CERN-LHCC-2015-019 <https://cds.cern.ch/record/2055167>
- [12] CERN-LHCC-2017-023 <https://cds.cern.ch/record/2293646>
- [13] CERN-LHCC-2017-012 <http://cds.cern.ch/record/2283189>
- [14] CERN-LHCC-2017-011 <https://cds.cern.ch/record/2283187>
- [15] CERN-LHCC-2017-009 <https://cds.cern.ch/record/2272264>
- [16] CERN-LHCC-2017-013 <https://cds.cern.ch/record/2283192>
- [17] CERN-LHCC-2017-014 <https://cds.cern.ch/record/2283193>
- [18] CERN-LHCC-2017-027 <https://cds.cern.ch/record/2296612>

[12]

HGCAL: un “imaging calorimeter”, ispirato da CALICE

- CE-E: sensori di **silicio**, assorbitore Cu & CuW & PB: 28 layers, $25 X_0$ e $\sim 1.8 \lambda$
- CE-H: **silicio** e **scintillatore**, assorbitore in acciaio, 24 layers, $\sim 8.5 \lambda$
- 600 m² di silicio, 500 m² di scintillatori, 6.5 milioni di canali, ~ 100 kW per endcap
- Perfetto per ottimizzare ricostruzione basata su particle flow, sottrazione del PU, analisi dei jet tramite shower shape



[18]

A HL-LHC, fino a 5 volte la densità di vertici

Effetti non trascurabili del pileup nell'associazione traccia-vertice ($\sim 1\text{mm}$)

Misura temporale con risoluzione di 30-50 ps:

4D vertex reco e richiesta di match temporale oltre che spaziale

Equivale a restare alla luminosità attuale in ciascuna "slice" temporale

