

# Gruppo 1 Padova

Stato Esperimenti, Anagrafica e Preventivi

CdS

13/7/2020

Stefano Lacaprara

INFN Padova

# Outline



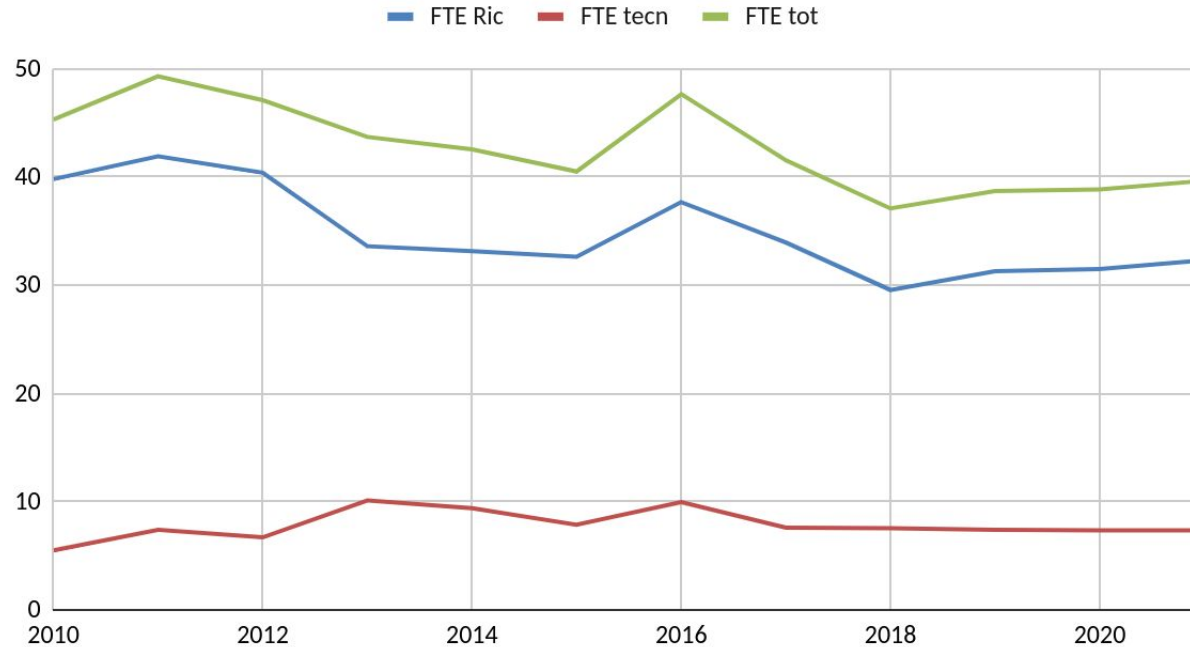
- General Summary
- CMS / Fase2\_CMS
  - Insight
- LHCb
- Belle II
- MuonE
- FCC
- MuColl

Disclaimer: alcune delle slide le ho avute “just in time”, letteralmente.

L’anagrafica potrebbe essere soggetta a piccole variazioni

# Anagrafica Gruppo1 ultimi 10 anni

## Anagrafica Gruppo1



Difficile fare il conto delle persone perche' DB conta anche 0% (eg Jennifer or Intense)

# FTE e persone per sigla



	CMS		Belle II		LHCb		RD_FA		TOTALE	
2019	19.65	5.35	3.70	0.40	5.00	1.10	1.70	0.10	30.05	6.95
2020	18.80	6.00	4.05	0.40	4.30	1.30	2.85	0.00	30.00	7.70
differenza	-0.20		+ 0.35		- 0.50		+1.05		+0.70	

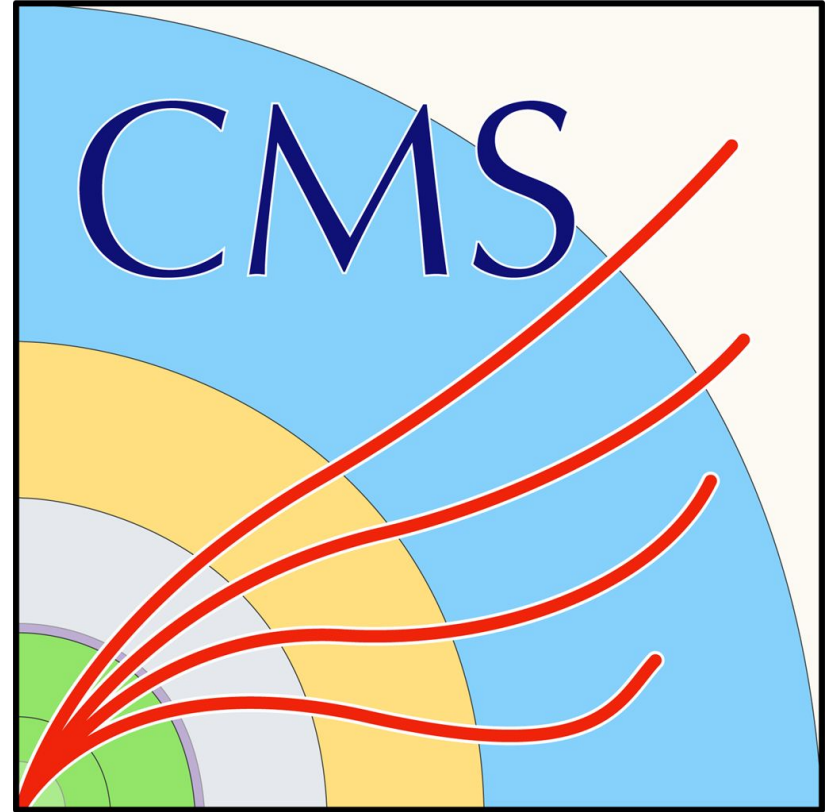


	Belle II		CMS		FASE2_CMS		LHCb		MuonE		RD_MuColl		RD_FCC_DTz	
	FTE	P	FTE	P	FTE	P	FTE	P	FTE	P	FTE	P	FTE	P
2020	4.45	9	Fte 24.8		Pp 37		5.6	10			Fte 2.85		Pp 11	
2021	5.35	11	19.55	24	9.3	22	4.8	10	3.3	9	3.95	15	0.3	2
$\Delta$	+0.9	+2	+4		+1		-0.8	-						

<b>Totale:</b>	<b>Ricercatori</b>	<b>32.3 FTE</b>	<b>+2.2</b>	<b>37 persone</b>
	<b>Tecnologi</b>	<b>8.0 FTE</b>	<b>+0.3</b>	<b>13 persone</b>

# CMS

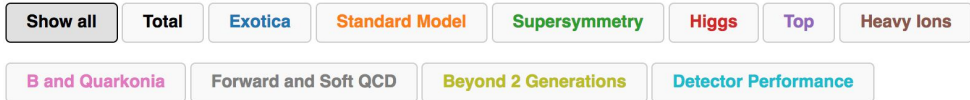
RL: R.Rossin



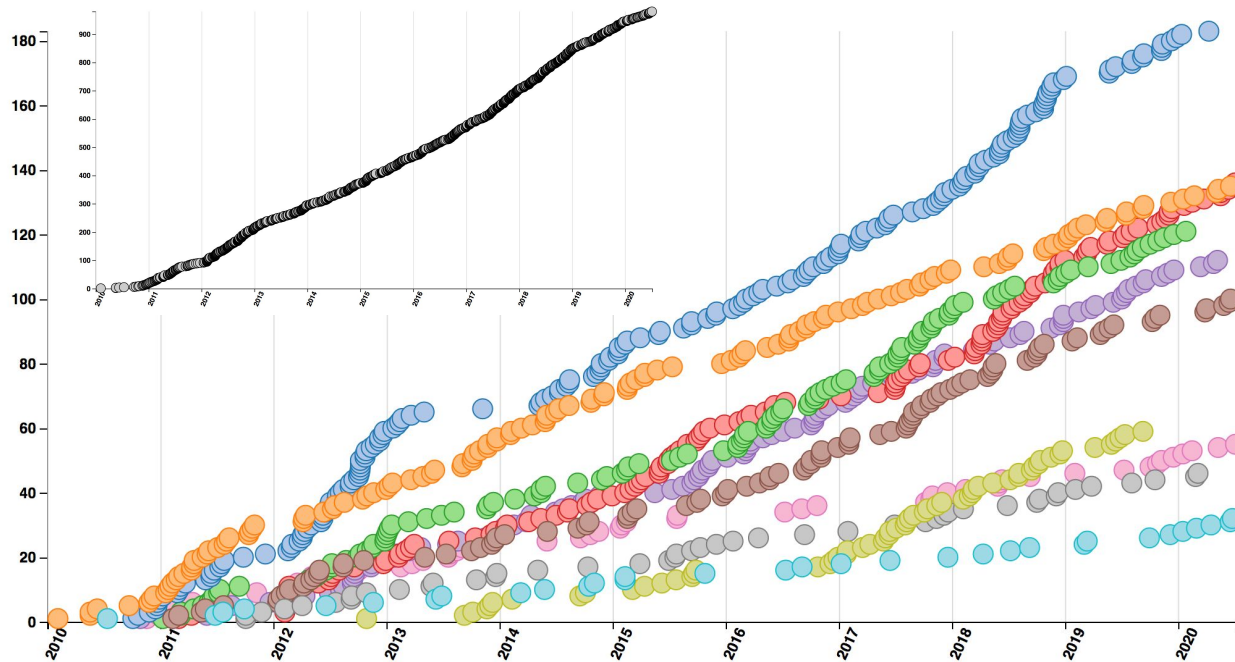
# Sommario

- Highlights da CMS
- Fisica padovana in CMS (2020 → 2021)
  - analisi
  - detector
- Anagrafica 2020 → 2021
- Responsabilita'
- Richieste 2021

# CMS ha superato le 1000 pubblicazioni



979 collider data papers submitted as of 2020-07-05



- - more than 1000 papers
- - a total of 979 papers
- on collision data submitted
- - ~100 papers/year

# CMS highlights

- First observation of the  $B_S^0 \rightarrow X(3872)\phi$  decay mode
  - M. Margoni chair del Analysis Review Committee
- Top quark Yukawa coupling from  $t\bar{t}$  dilepton decays  $Y_t = 1.16_{-0.36}^{+0.24}$
- Observation of VVV production in leptonic final states
- Vector Boson Scattering (VBS) Diboson production
- Evidence for top pair production in PbPb collisions
- Measurements of  $t\bar{t}H$  ( $H \rightarrow \gamma\gamma$ ) and its CP structure
- **Measurement of the CP violating phase  $\Phi_S$  in  $B_S \rightarrow J/\psi KK$** 
  - (vedi slides)



# **Fisica padovana in CMS: Analisi**

# Analisi

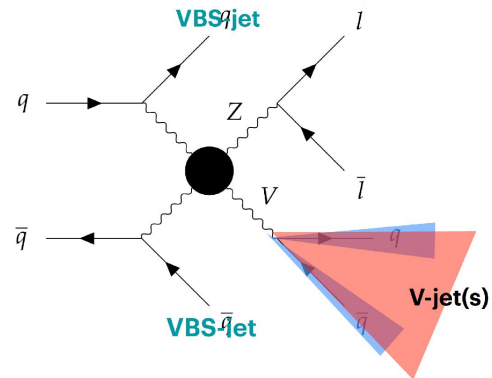
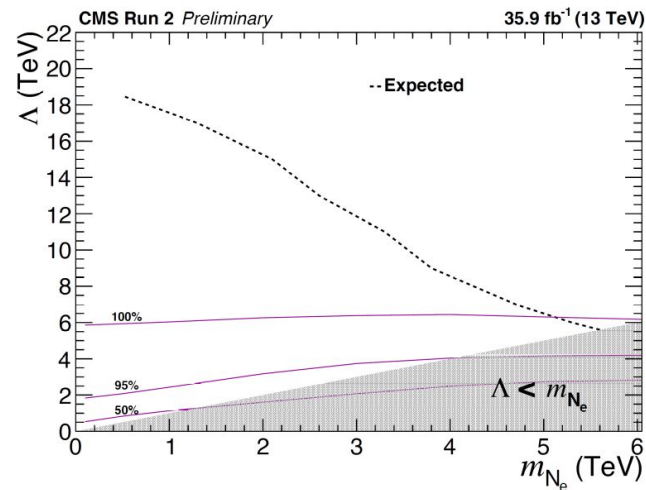
- Ricerca di Heavy Composite Neutrino
  - Ricerche per neutrini di Majorana in modelli compositi nella segnatura con due leptoni e due quark. L'analisi è la tesi di dottorato di Matteo Presilla (P. Azzi, M. Presilla)
- Vector Boson Scattering nello stato finale ZVjj semi-leptonico
  - Collaborazione con gruppo VBS italiano (MiBi, canale WVjj). Punta alla prima osservazione di un processo VBS semileptonico ad LHC. Anche questa analisi è parte della tesi di dottorato di Matteo Presilla (P. Azzi, M. Presilla).
- Analisi angolare del decadimento  $B_0 \rightarrow K^* \mu\mu$ 
  - Il gruppo di Padova ha coordinato l'analisi dei dati del Run1 (risultati in accordo sia con LHCb che con lo SM) e ha iniziato l'analisi del Run2 occupandosi del calcolo dell'efficienza di selezione e dell'analisi angolare (A. Boletti, appena spostato a Lisbona)
- Ricerca del decadimento raro  $B_s \rightarrow \tau\tau$  usando i dati del Parked dataset (H. Yarar)

- Misura del decadimento  $H \rightarrow WW$  in eventi con  $H$  prodotto in associazione con un bosone vettore (ZH,WH) in stati finali a piu' leptoni. In particolare  $WH \rightarrow same - sign leptons + jets$  (S.Y. Hoh, U. Gasparini, M. Zanetti, A. Zucchetta). Tesi di dottorato di S.Y. Hoh.
- Simplified template cross sections (STXS). Framework comune tra esperimenti di LHC e teorici. (S.Y. Hoh)
- BSM search in same sign dilepton topology (U. Gasparini, A. Zucchetta)
- RanBox: Anomaly Detection for New Physics searches at the LHC.
  - Sviluppo di un metodo di ricerca fully-unsupervised di anomalie nei dati di LHC

# Ricerca di Heavy Composite Neutrino e VBS in ZVJJ Semileptonico

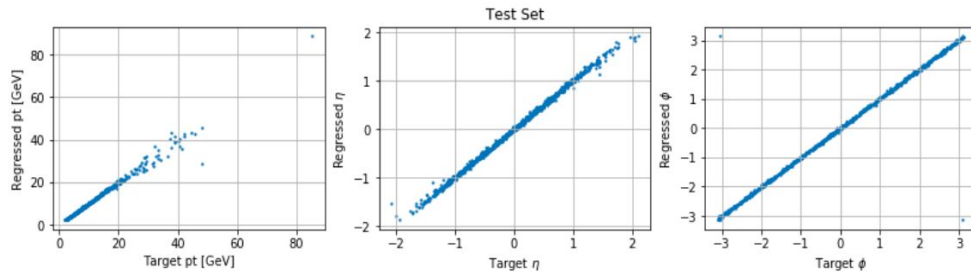
- Heavy Composite Neutrino
  - Ricerche per neutrini di Majorana in modelli compositi nella segnatura con due leptoni e due quark.
  - Ottimizzazione dell'analisi guidata dai bound di unitarietà delle interazioni effettive.
- VBS in ZVJJ Semileptonico
  - Analisi di un processo di Vector Boson Scattering nel canale ZVjj semileptonico con i dati del Run 2 in CMS
    - Evento molto raro ad LHC:
  - Strategia di analisi:
    - Studio di algoritmi di categorizzazione dei jet dell'evento
    - Applicazione di metodi DNN/BDT per sopprimere il fondo dominante (Zjets)
  - La combinazione dei risultati dell'analisi con quelli del canale WWjj potrà puntare alla prima osservazione di un processo VBS semileptonico ad LHC

Azzi - Presilla

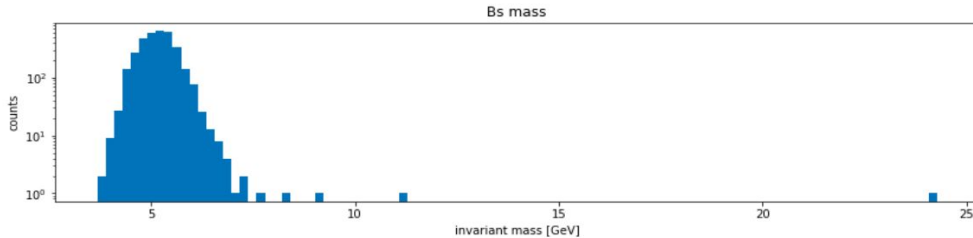


# Study: $B_s \rightarrow \tau(\mu) \tau (\pi^- \pi^+ \pi^- \nu \tau)$

- Multi-target regression of tau pt/ $\eta$ / $\phi$  which decays hadronically into 3 pions (branching ratio: 9.8 %)
- Pre-filtering charged hadrons with a DNN. DNN output scores of pions are an input to the regressor.



2D scatter plot of regressed pt/ $\eta$ / $\phi$  vs the true values



Histogram of invariant mass of the two taus

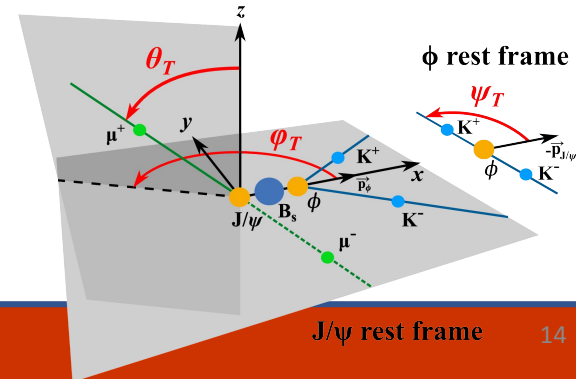
- Preprocessing:
  - Scaling both features and targets
- Architecture: simple bdt and a DNN, in progress
- Currently working on:
  - Checking performance on background
  - Building up the architecture and feature engineering depending on background-discrimination power
  - Regression to neutrino features

H. Yarar, T. Dorigo

# Fisica padovana in CMS: highlights

## CP violating phase $\Phi_S$ in $B_S \rightarrow J/\psi KK$

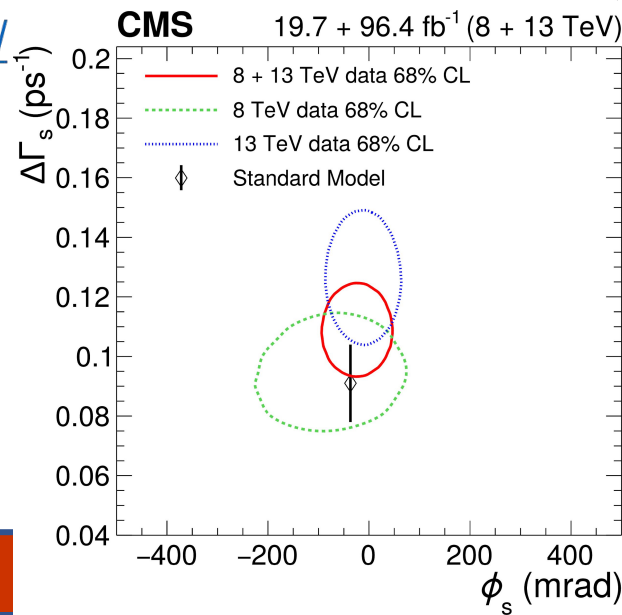
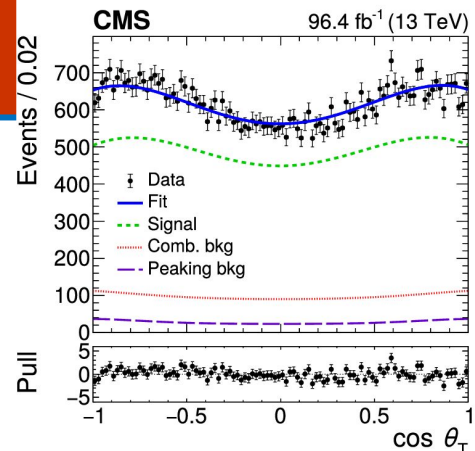
- La fase  $\Phi_S$ , responsabile della violazione di CP nell'interferenza tra decadimento diretto e mixing  $B_S - \bar{B}_S$ , e' predetta essere pari a  $\Phi_S \sim -2\beta_S \simeq -37 \text{ mrad}$  nel Modello Standard. Eventuali discrepanze dalle previsioni possono essere dovute a nuove particelle nei diagrammi a loop
- Ingredienti della misura: analisi angolare per separare i gli autostati di CP, eccellente risoluzione temporale, flavor tagging efficiente, grande statistica
- **Il gruppo di Padova e' coinvolto in tutti gli aspetti dell'analisi:**
  - selezione degli eventi,
  - algoritmi di flavor tagging
  - estrazione dei risultati mediante fit,
  - stima degli errori sistematici
    - (A. Bragagnolo, E. Lusiani, M. Margoni, P. Ronchese, F. Simonetto)



# Fisica padovana in CMS: highlights

## CP violating phase $\Phi_S$ in $B_S \rightarrow J/\psi KK$

- Alberto Bragagnolo ha presentato i risultati del Run2 di CMS e la combinazione con la precedente analisi del Run1:
- A un CERN seminar: <https://indico.cern.ch/event/868251/>
- Alla conferenza LHCP2020: <https://indico.cern.ch/event/856696/contributions/3742167/>
- Analisi selezionata come argomento per un “Physics briefing” di CMS:
- <http://cms.cern/news/crack-mirror>



# **Fisica padovana in CMS: Rivelatore**



# Preparazione al Run 3 e HL-LHC

## Silicon Tracker

- Pixel  
replace layer1 [ $250 \text{ fb}^{-1}$ ] and all DCDC converters
- Microstrips  
running colder  $-20^\circ\text{C}$  (2018)  $\rightarrow$   $-25^\circ\text{C}$  (Run3)

**new beampipe**  
for phase2

## Hadron Calorimeter

install new SiPM+QIE1 1-based 5Gbps readout

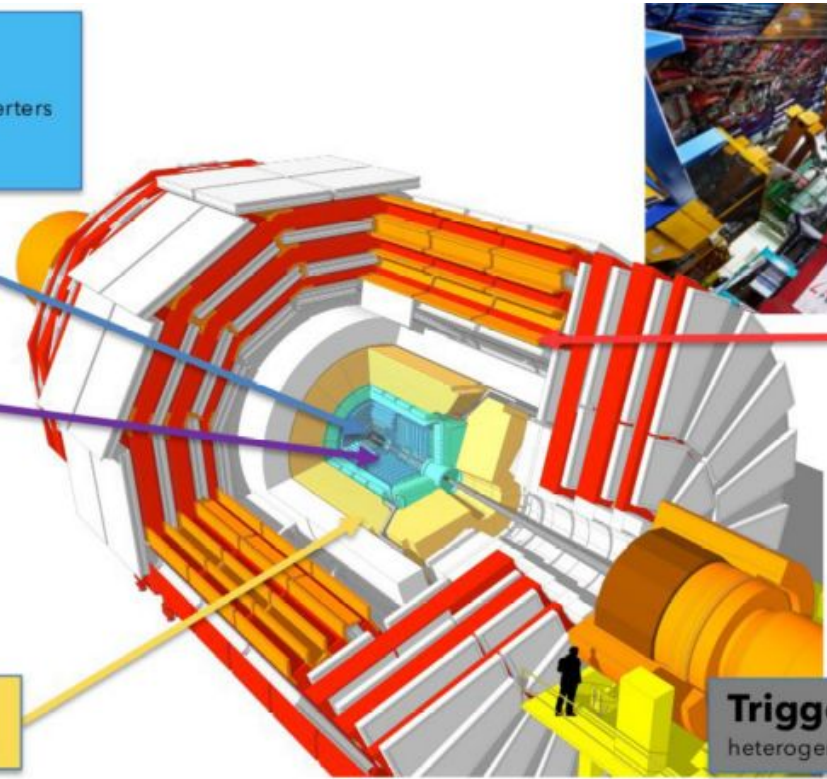
## Trigger System

heterogenous HLT farm (CPU+GPU) -decision in 2020

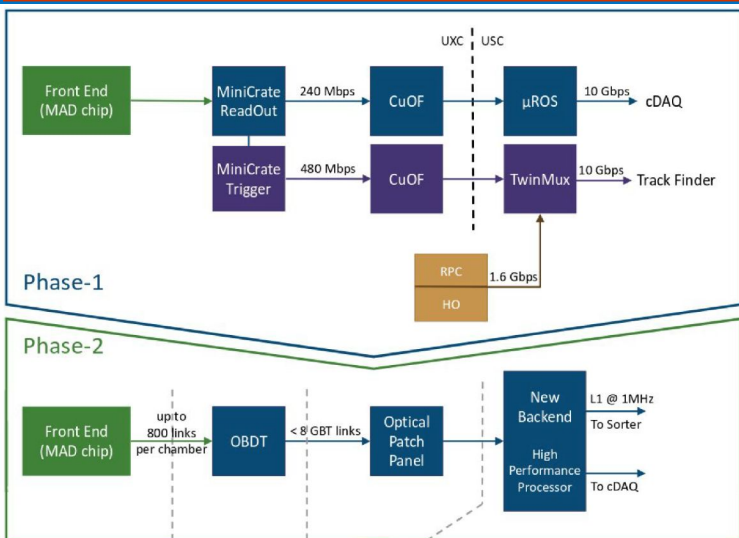
## Muon Detectors

- shielding against neutron background
- Drift tubes  
upgrade front-end electronics
  - Resistive Plate Chambers  
leak repair
  - Cathode strip chambers  
upgrade front-end electronics
  - GEM  
installed GE1/1 chambers

for phase2



# Upgrade dell'elettronica delle Drift Tubes per la Fase-2

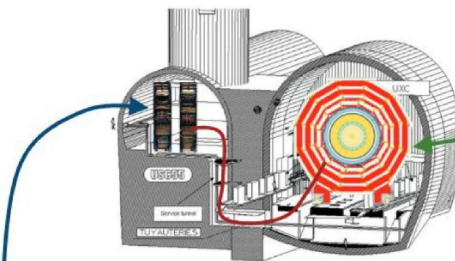


M. Bellato, S. Ventura,  
SPE, Officina meccanica,  
M. Zanetti, A. Zucchetta,  
R. Rossin, ...



## New On-Detector Electronics

- Get a simple (fewer parts) and robust (much less dissipation) system
- Limit the Minicrate to temporal digitization in the experimental cavern and optical transmission
- Move the intelligence and complexity of the trigger generation in an environment without radiation



## New Back-End Electronics

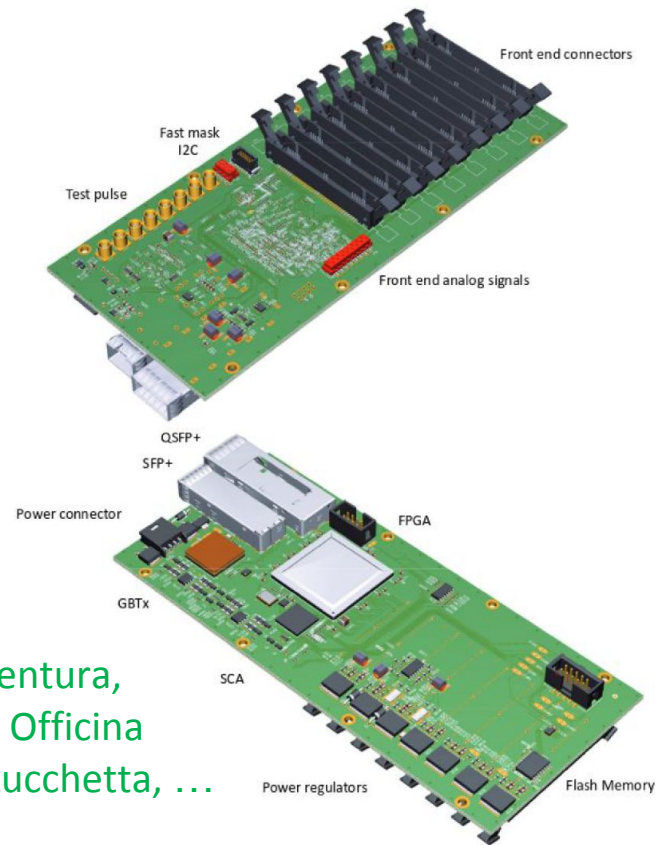
- FPGA-based processors in service room will generate trigger primitives and perform readout functionalities
- Expected performance improvements:
  - Better time resolution for the trigger
  - Better spatial resolution in theta view

## Ragioni:

- Il trigger di L1 ora e' limitato a 300 kHz (HL-LHC:  $\sim 750$  kHz)
- E' progettato per radiazione integrata corrispondente a  $500 \text{ fb}^{-1}$
- E' montato nel giogo di ritorno del magnete (manutenzione difficile)
- Le primitive del trigger sono generate localmente, limitandone la flessibilita'.
  - In queste condizioni gli effetti della radiazione possono portare a una significativa inefficienza.

# Lo sviluppo della scheda OBDT

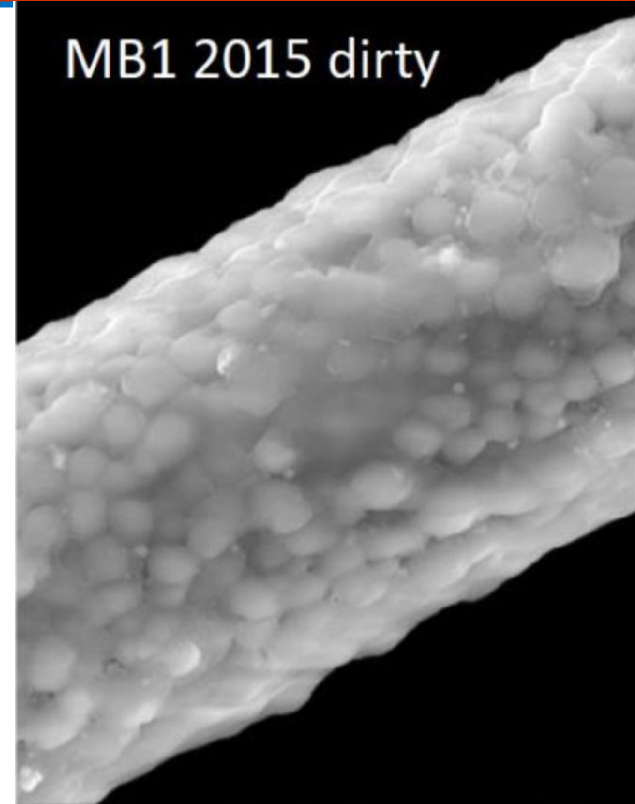
- La OBDT (On-Board electronics for Drift Tubes) e' una scheda basata su una FPGA (PolarFire) che implementa convertitori TDC (risoluzione 1 ns)
- E' dotata di link ottici da 10Gbps per inviare i dati al back-end nella caverna di servizio
- La OBDT svolge inoltre funzioni di controllo (FE access, monitoring, test pulse, RPC connection)
- E' resistente alla radiazione (fino a 20 krad)



M. Bellato, S. Ventura,  
F. Gonella, SPE, Officina  
meccanica, A. Zucchetta, ...

# Studi di invecchiamento dei DT

- Due camere DT sono state irradiate al CERN con una dose equivalente pari a 3x la dose attesa a HL-LHC
- E' stata osservata una perdita di guadagno dei fili del 70-80% e una perdita di efficienza di identificazione dei segnali del 30-40%
- Sospetto outgassing di qualche materiale presente nelle camere
- Osservazioni al microscopio e analisi spettrale EDS dei fili estratti mostrano come questi siano ricoperti da uno strato (qualche  $\mu\text{m}$ ) di un composto che contiene Si, O e C
- Esami dettagliati delle proprietà di degassaggio di vari materiali della camera e dei depositi sui fili sono stati eseguiti alla GIF ma soprattutto presso i LNL e dell'Università'. Questi ultimi resi possibili dalla collaborazione con colleghi Chimici dei LNL, di colleghi di analisi di superfici del DFA, e da un gruppo di Chimici del Dip. di Chimica dell'Università'.
- Simultaneamente sono stati riprodotti i risultati ottenuti con una simulazione del rivelatore basata su Fluka, che mostra una buona corrispondenza dati-simulazione



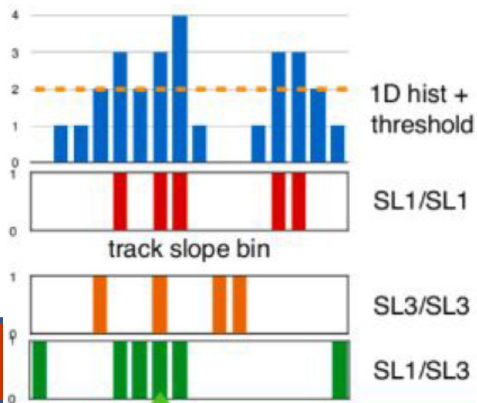
A. Meneguzzo, F. Gasparini  
F. Gonella

# Slice test al CERN e studi di trigger per HL-LHC

- Un settore delle DT di CMS e' stato equipaggiato con degli splitter per testare la nuova elettronica di lettura durante il Run 3
- I risultati del test sono stati presentati (TWEPP19) mostrando ottima risoluzione temporale.
- La produzione delle OBDT e' stata suddivisa tra Padova (vista phi) e CIEMAT (vista theta)
- Un nuovo prototipo verra' prodotto utilizzando:
  - il protocollo lpGBT invece del GBTx
  - PolarFire con un maggior numero di canali di input, programmazione remota di FPGA
- Test di radiazione della attuale versione dell'OBDT a Trento



M. Bellato, S. Ventura,  
F. Gonella, SPE, Officina  
meccanica, ...

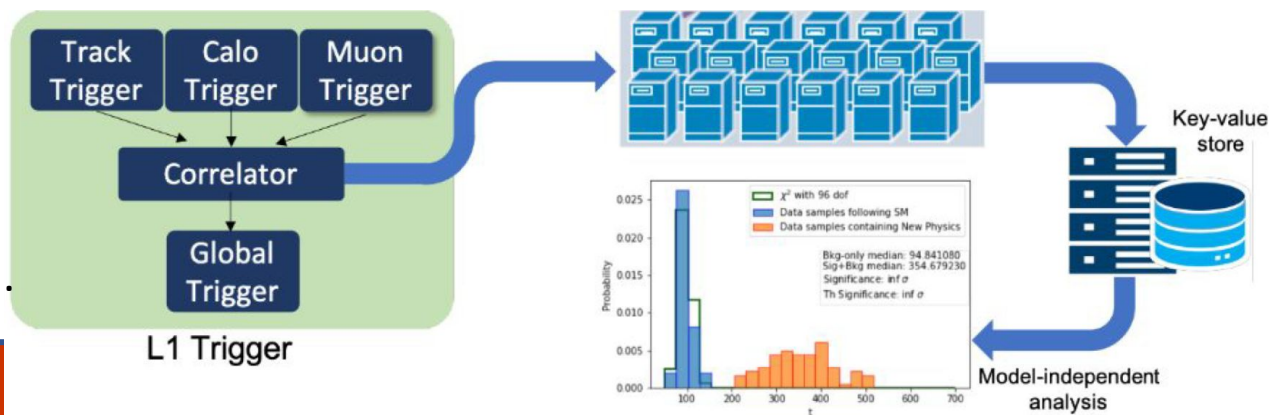


- Sviluppo di un nuovo algoritmo di calcolo online delle primitive di trigger (segmenti di traccia)
- Parzialmente gia' implementato in FPGA **F. Montecassiano, P. Zotto**
- Basato su Hough Transform, fornisce elevate risoluzione in theta-phi ed e' poco sensibile alla presenza di rumore (fondamentale in HL-LHC)

# 40 MHz scouting a Padova, Legnaro, CERN

- Implementato un sistema di lettura trigger-less delle camere DT (aka 40 MHz readout)
  - I dati sono salvati e analizzati in tempo reale con tecniche di calcolo distribuito
  - Scala con la disponibilita' di CPU
- Il piano e' di replicare il setup al CERN e leggere le OBDT installate per lo slice test
- Lo scouting a 40 MHz e' in discussione a CMS per HL-LHC
- Leggere le primitive prima della decisione di L1 permette di evitare l'introduzione di bias dovuti a algoritmi di selezione
  - Questo e' possibile per alcuni sottodetector (muoni e calorimetri primariamente)
  - I dati sono archiviati ad alto rate e in formato compresso per analisi veloce
- Apre la via a nuove ricerche di fisica oltre lo SM:
  - long-lived particles, magnetic monopoles, etc....

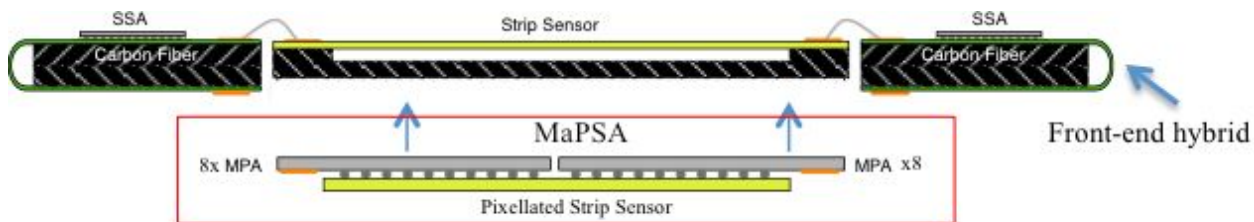
M. Zanetti, M. Migliorini, A. Zucchetta



# Phase II Tracker Upgrade: MaPSA testing in Padova

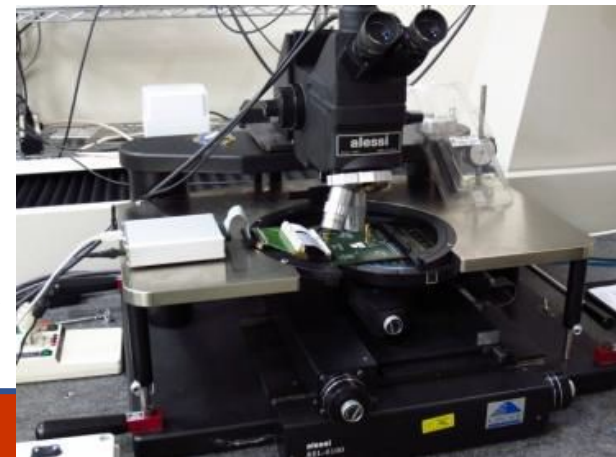
- I moduli PS sono sandwich di sensori Strips/Pixel separate da by 1.6, 2.6 or 4.0 mm.
- CMS-Italia ci ha richiesto di contribuire al testing dei macro-pixel bump-bonded “bare modules” (MaPSa) prima dell’assemblaggio finale.
- MaPSA sono assemblati e pre-testate in fase di produzione in US
- E’ necessario stabilire un centro di test capace di testare gli MaPSA:
  - Confermare le misure della assembly factory e indentificare e risolvere possibili problem
- I primi test sono ora eseguiti a FNAL
- A Padova possiamo testare gli MaPSA nella camera pulita con la nostra probe-station Alessi REL-6100 8” utilizzando una probe card e un DAQ (custom-made) basato su FPGA

N. Bacchetta  
P. Bortignon  
D. Pantano



MaPSA assembly in **RED** box

Alessi REL-6100, 8”  
chuck (Padova)



# Phase II Tracker Upgrade: MaPSA testing in Padova

- Siamo ancora in una fase preliminare del progetto
- Abbiamo diversi prototipi di MaPSA che possiamo utilizzare per iniziare a mettere insieme il setup
- L'INFN contribuisce 75keu ad un contratto per assumere una figura che si prenda carico di questo commitment: da decidere quando farlo partire.  
N. Bacchetta  
P. Bortignon  
D. Pantano
- La attuale schedule del tracker e':
- Setup and preparation: first half of 2021
- Test of pre-production: second half of 2021
- Test of production: 2022 – first half of 2024



# Calibrazioni tracker per Run2 – Sviluppo fase 2

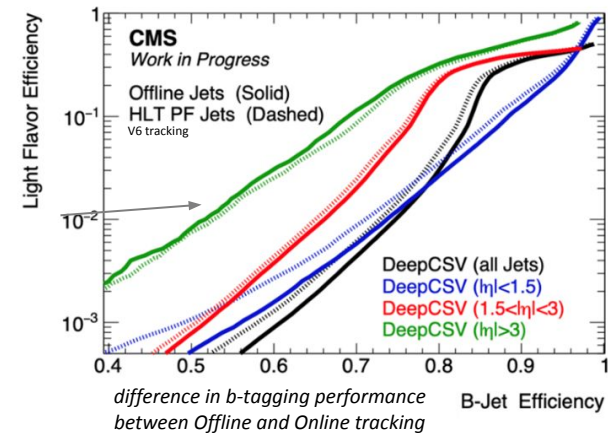
- I dati del Run2 sono stati riprocessati con le ultime calibrazioni M. Tosi
- Le misure delle performance del tracking con metodi tag-and-probe (eventi  $Z \rightarrow \mu\mu$ ) confermano le ottime performance del tracciatore nel Run2 mostrando un migliore accordo tra dati e MC rispetto al precedente re-processing.

- Lavoro per il TDR del DAQ-HLT per fase 2 H. Yarar
- sviluppo di algoritmo di tracking iterativo veloce M. Tosi  
per utilizzo online (HLT) in ambiente ad alto PileUp ( $\mu \sim 200$ )  
con basso impatto sull'efficienza di traccia (10-20%)

Description	<Tracking timing> / event
Offline Tracking	25
Versione ottimizzata per HLT	2.1

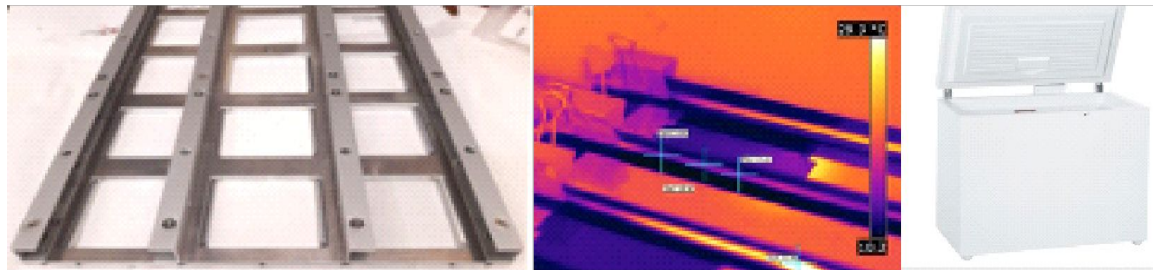
- Offline e online b-tagger mostrano performance molto simili

detector	$d_{xy}$ resolution [ $\mu\text{m}$ ]	
	$ \eta  < 1.4$	$ \eta  < 2.5$
phase0 (up to 2016)	25 ÷ 90	-
phase1 (since 2017)	20 ÷ 65	20 ÷ 75



# Barrel Timing Layer - Tests

- Il timing detector di CMS fornirà informazione temporale sul passaggio di particelle cariche con una risoluzione temporale di 30-40 ps. Questo permetterà di assegnare le tracce al vertice di interazione corretto anche in ambienti con elevata densità di particelle (Pile-Up  $\sim 200$ ).
- Padova eseguirà test di raffreddamento dei moduli del BTL.
  - Per questo stiamo sviluppando un mockup di una Readout-Unit che è basato su componenti meccanici realistici e contiene SiPM veri e schede mockup di elettronica di alimentazione dei SiPM
  - Lo scopo dei test è misurare, confrontare con la simulazione, e studiare come ridurre la  $\Delta T$  tra i SiPM e la superficie fredda
- I test nella board finale verranno eseguiti a fine 2020 e inizio 2021
  - Assegno Tecnologico bandito a  $\sim$ settembre 2020



M. Benettoni, P. Checchia  
U. Dosselli, R. Rossin,  
S. Mancin (DTG), D. Rigoni (DTG)

# Responsabilita' 2021

		Ruolo	Livello	Mesi uomo
Marina Passaseo	MU-DT	TSG FOG coordinator	2	3
Mia Tosi	FIS	TRK POG coordinator	2	3
Marco Bellato	MU-DT	Electronics coordinator	2	3
Nicola Bacchetta	TRK	TRK Technical coordinator	2	3
Roberto Rossin	MU-DT	DT-DPG deputy coordinator	2	3
Sandro Ventura	Muon	Muon Electronics Coordination Office Representative	2	3
Sandro Ventura	MU-DT	DT Upgrade Coordinator	2	3
Paolo Ronchese	FIS	BPH-PAG software coordinator	3	-
Martino Margoni	FIS	BPH-PAG conference contact+HEPDATA coordinator	3	-
Sandro Ventura	MU-DT	Online software coordinator	3	-

# Conferenze 2019

Speaker	Conferenza	Titolo		Localita'	Proceedings
<b>CMS</b>					
Bragagnolo Alberto	<i>Alps 2019. Alpine LHC Physics Summit</i>	<i>Flavour anomaly updates from ATLAS and CMS</i>	ple	Obergurgl	Y
Ronchese Paolo	<i>FPCP 2019: Conference on Flavor Phy...</i>	<i>Production rates and branching fractions of heavy hadrons &amp; quarkonia at LH...</i>	ple	Victoria	Y
Pozzobon Nicola	<i>21st International Workshop on Radi...</i>	<i>The CMS Muon System: performance during the LHC Run-2</i>	ple	Kolymbari	Y
Tosi Mia	<i>8th International Conference on New...</i>	<i>Highlights from CMS</i>	ple	Kolymbari	Y
Dorigo Tommaso	<i>8th International Conference on New...</i>	<i>From SU(3) to 3 Families of Quarks</i>	inv	Kolymbari	N
Alessio Boletti	<i>Moriond/EW2019: 54th Rencontres de ...</i>	B-physics results in CMS in Run2	ple	La Thuile	Y
Alessio Boletti	<i>Beauty2019</i>	Angular Analysis of B-> K(*) mu mu Decays at CMS	ple	Lubiana	Y
Matteo Presilla	<i>LakeLouise2019: Lake Louise Winter Institute 2019</i>	Beyond-Standard-Model Physics at the High-Luminosity LHC with the CMS detector	ple	Lake Louise (Alberta, Canada)	N
<b>CMS FASE 2</b>					
Pozzobon Nicola	<i>TWEPP 2019 Topical Workshop on Elec...</i>	<i>FPGA implementation of a histogram-based parent bunch-crossing identificati...</i>	par	Santiago de Compostela	Y
Zanetti Marco	<i>24th International Conference on C...</i>	<i>Big Data solutions for the online processing of trigger-less detectors data...</i>	par	Adelaide	N
<b>Conveners/session chairs/org committee</b>					
Martino Margoni	<i>LHCP 2020</i>				
Sandro Ventura	<i>ACES 2020</i>				
Mia Tosi	<i>ICHEP 2020</i>				
P. Azzi, M. Presilla	<i>COMPOSE-IT</i>				

# Anagrafica 2020

- Out:
  - Boletti
  - Pozzobon
- In:
  - Dosselli
  - Pazzini (RTDb)
  - Bortignon (RTDb Cagliari)
  - Lukas (PhD EU-Insights - UniNa)
  - Strong (Postdoc EU-Insights)
- Strutturati :
  - Lacaprara : 10% → 0%
  - Montecassiano : 60% → 30%
  - Torassa : 10% → 0%

<b>Ruolo</b>	<b>Persone</b>	<b>FTE</b>
Ricercatori e studenti	26	22.65
Tecnologi	11	6.15

# Richieste CSN1

- Missioni
  - Metabolismo+shifts/services: 254 keu
  - Responsabilita': 80 keu
  - Lavori in Long Shutdown 2 e preparazione Fase 2: 79 keu
  - BTL Test Beam: 4 keu
- Consumi:
  - Metabolismo: 48 keu
- Preprototipi
  - BLT: Meccanica per intero tray: 22.5 keu
  - DT: produzione splitter boards (PCB + componenti): 15keu
  - DT: preprod testboards FMC x QC setups ((PCB + componenti)): 12keu
  - Tracker: Nessuna nuova richiesta (ci sono 11.8 Keuro di CORE ma sono già stati approvati per il 2020 e sono solo spostati al 2021)

# Richieste in Sezione

<b>SPE</b>		Mesi Uomo
DT	Supporto attivita' Mini Crates	2
	Studio ageing a LNL	2
	Manutenzione sistema test DT LNL	1
	Riparazione e test schede CMS	1
	Manutenzione camere al CERN	3
	Sector Test Fase 2	3
	Studio aging G++	2
	Sviluppo OBDT	15
Tracker	-	0
BTL	Setup readout cold box	1
<b>TOTALE</b>		<b>30</b>

<b>Officina Meccanica</b>		Mesi Uomo
BTL	Cold plate	3
<b>TOTALE</b>		<b>3</b>

<b>Officina Elettronica</b>		Mesi Uomo
BTL	Setup readout cold box	1
<b>TOTALE</b>		<b>1</b>

<b>Ufficio tecnico</b>		Mesi Uomo
BTL	Cold plate	3
<b>TOTALE</b>		<b>3</b>

<b>Calcolo</b>		Mesi Uomo
	Supporto cluster locale, cloud, CMS center	3
	Supporto produzione locale dati	3
	Connessione, operazione, mantenimento TIER2 PD-LNL	18
<b>TOTALE</b>		<b>24</b>



# INSIGHTS



ETN focalizzato all'applicazione di tecniche statistiche avanzate alla fisica di LHC. Finanziato con 3M euro da H2020 nel 2017 □ termine 9/21

- 11 beneficiari, diversi partners; Coordinatore scientifico G.D. Cowan, RHUL
- **T. Dorigo** principal investigator a Padova, e Outreach Coordinator del network
  - 15%
- **Hevjin Yarar**, 10/2018 □ 9/2021
  - PhD su ricerca di decadimento  $B \rightarrow TT$  con ML tools in CMS
  - 100%
- **Lukas Layer**, 10/2018 □ 9/2021
  - Ph.D. a UNINA, ora in carico a INFN-PD
  - Applicazione tecnica INFERNO a CMS open data analysis (ttbar xs with tau leptons)
  - 100%





# Stato di LHCb

Presentazione per preventivi INFN Sezione di Padova

13/7/2020

G. Simi per il Gruppo LHCb di Padova

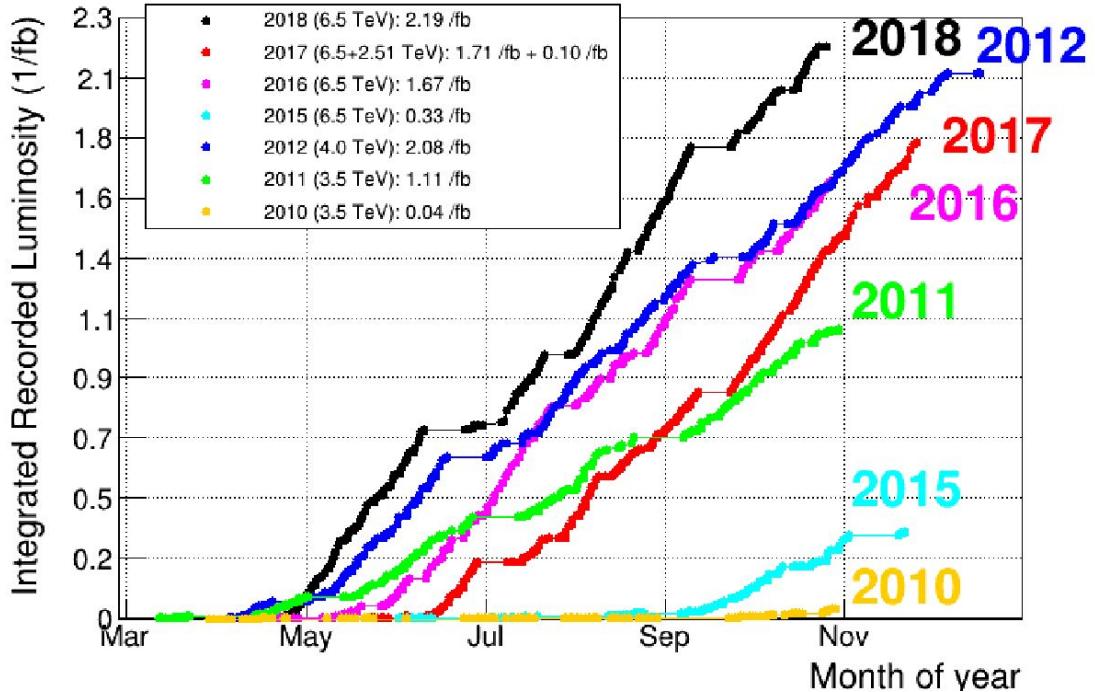
# Outline

- Stato di LHCb
- Analisi@Padova
  - b/c Jets, quantum algorithms, ECAL for Upgrade II
  - Violazione di CP
  - Universalita' Leptonica
- RICH Upgrade
  - Stato
  - MaPMT
  - Commissioning
  - Meccanica
- Servizi
- Percentuali

# Stato di LHCb

# LHCb data taking

Run1  $1\text{fb}^{-1}$  @7TeV  
 Run1  $2\text{fb}^{-1}$  @8TeV  
 Run2  $6\text{fb}^{-1}$  @13TeV



# Higlights dei risultati di fisica

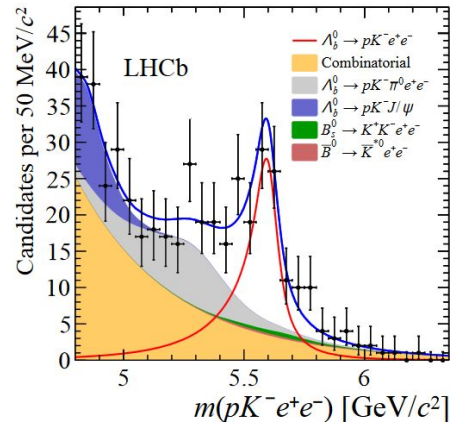
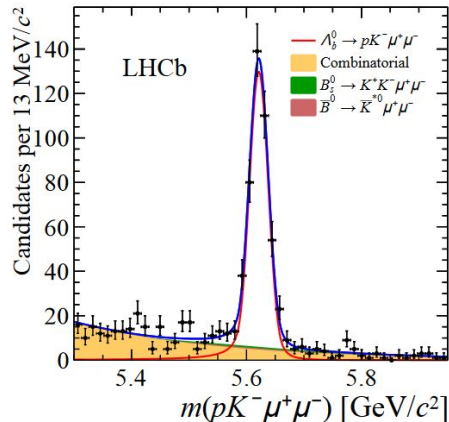
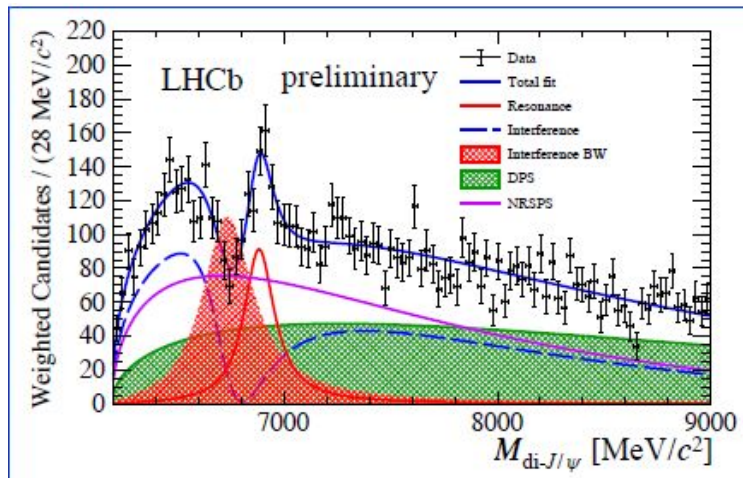
- First observation of a four-charm-quark tetraquark
- Smoking gun for tightly bound tetraquark model?
- A narrow peaking structure at 6900 MeV/c<sup>2</sup>, matching the expected signature of the production of a new particle, and a broader structure around 6400-6600 MeV/c<sup>2</sup>, close to the threshold

- First test of lepton universality with beauty baryons,  $R_{pK}^{-1}$

$$R_{pK}^{-1} = \frac{\mathcal{B}(\Lambda_b^0 \rightarrow pK^- e^+ e^-)}{\mathcal{B}(\Lambda_b^0 \rightarrow pK^- J/\psi(\rightarrow e^+ e^-))} \bigg/ \frac{\mathcal{B}(\Lambda_b^0 \rightarrow pK^- \mu^+ \mu^-)}{\mathcal{B}(\Lambda_b^0 \rightarrow pK^- J/\psi(\rightarrow \mu^+ \mu^-))},$$

$$= 1.17_{-0.16}^{+0.18} \pm 0.07,$$

[hep-ex]  
arXiv:2006.16957

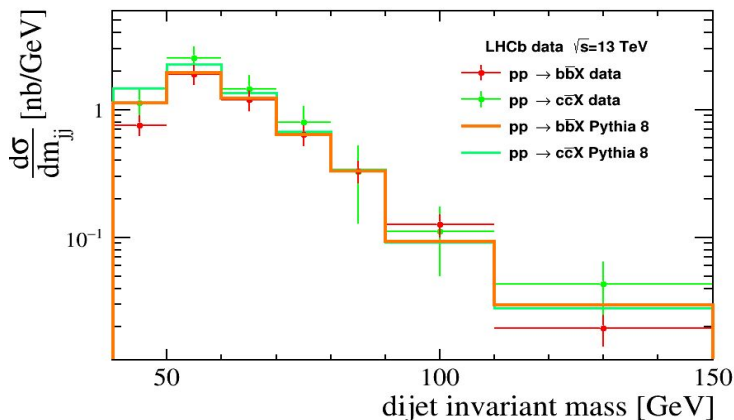
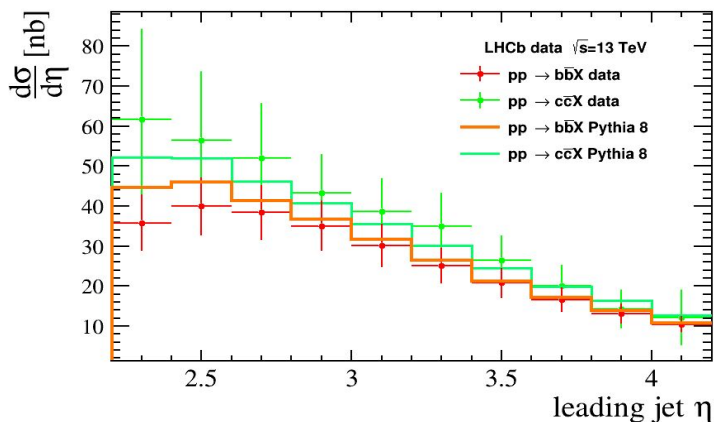


# Analisi@Padova

# Jet physics in the forward region



- Measurement of differential bb- and cc-dijet cross sections in the forward region →
  - **analysis led by LHCb-Padova**
- Probe PDFs in the forward region and test pQCD at NLO. First differential measurement of cc production at LHC
- → **exploits excellent c-tagging capabilities of LHCb.**

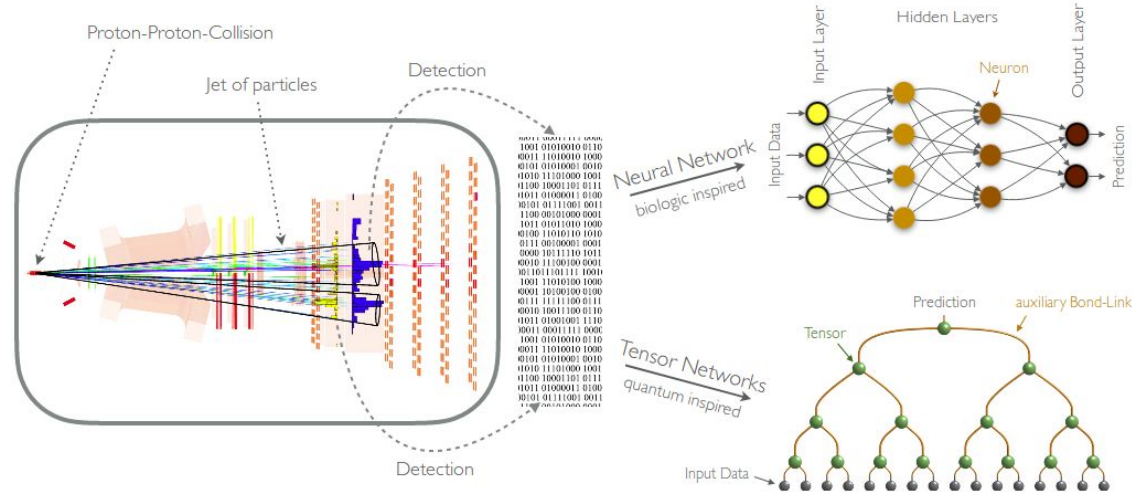


Approved to  
go to  
paper!

- On-going: model-independent search for bb and cc resonances in the forward region
- Planned measurements: fat jets in the forward region
- Responsibilities:
  - Convener of the jet working group: **Lorenzo Sestini**
  - Liaison of Run 3 dσ task force (development of jets HLT lines): **Davide Zuliani**

- Quantum-inspired machine learning → training of a Tree Tensor Network with the simulation of a many-body quantum system
- LHCb application: identification of the b-jet flavour (b or anti-b)
- Identification performance compatible with a state-of-the-art Deep Neural Network. Very fast inference time, compatible with HLT requirements. Input variables contributions can be measured through spin correlations.

Paper submitted  
to Nature  
Communications



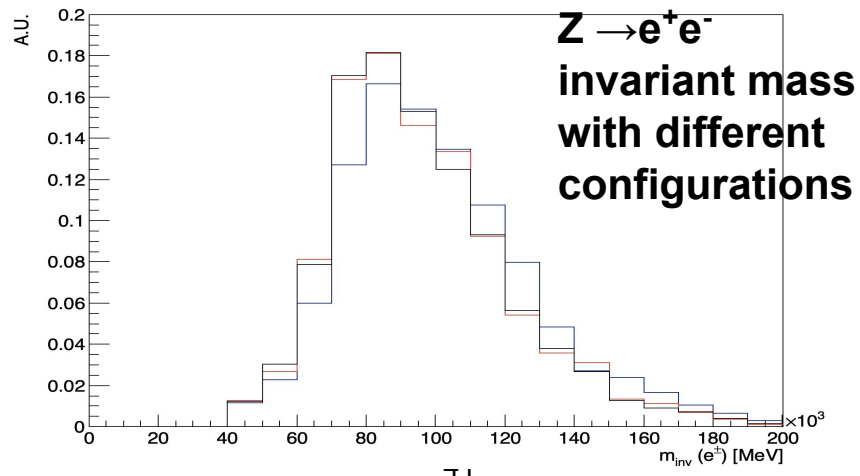
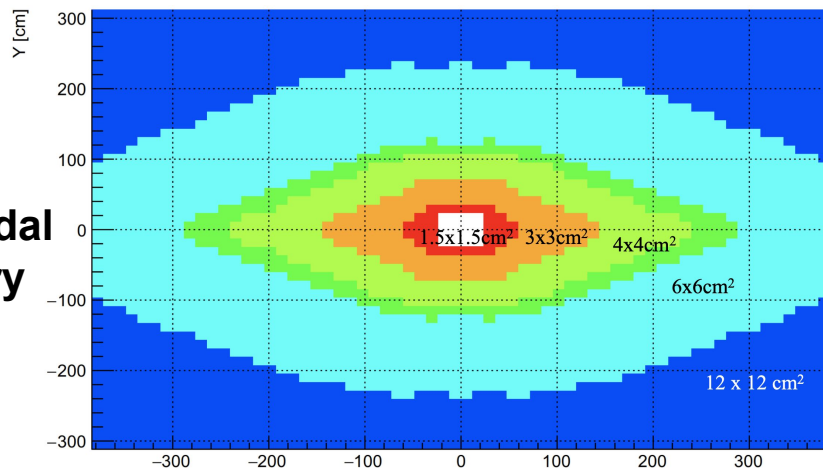
- We will continue on this path with other quantum physics applications (hopefully on real Quantum Computers!)
- Strong collaboration with the quantum information group at the Physics Dep./INFN
- Responsibilities:                   →Coordinator of Innovative Analysis technique group: **Donatella Lucchesi**



# ECAL for LHCb upgrade 2

- In Upgrade 1, the ECAL won't receive an upgrade. **We are now studying an ECAL for the HL-LHC phase.**
- It will be fundamental to measure and identify electrons, photons and the electromagnetic part of jets.
- We are now defining the parameters of the future ECAL by the means of a parametric simulation.
- **The time measurement will be important to face the high pile-up conditions.**

Romboidal geometry



- We plan to participate to testbeams (next one at DESY in November) to test cell prototypes and different technologies.
- Strong synergy with Muon Collider Detector  $\rightarrow$  Calorimeter with timing will be necessary also there.

# CPV measurements: CKM $\gamma$ from tree level

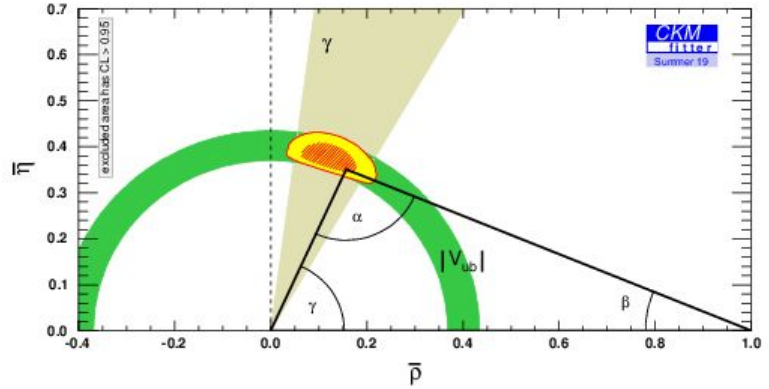
## decays

$$\gamma \equiv \arg \left[ -\frac{V_{ud}V_{ub}^*}{V_{cd}V_{cb}^*} \right]$$

a.k.a.  $\phi_3$

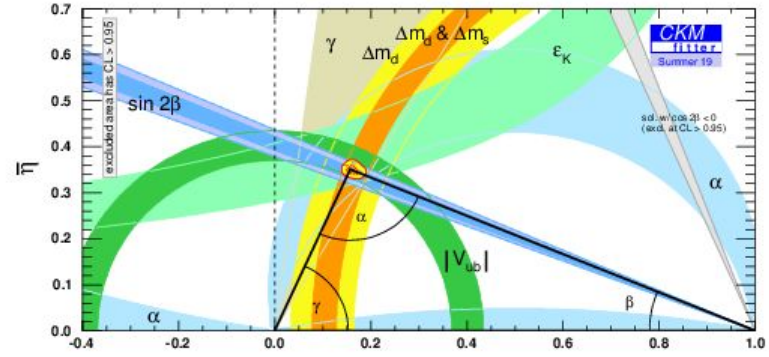
- only CKM angle easily accessible in tree-level decays
- assuming no new physics in tree-level decays, has negligible theoretical uncertainty i.e. achievable accuracy dominated by experiments

### tree processes only



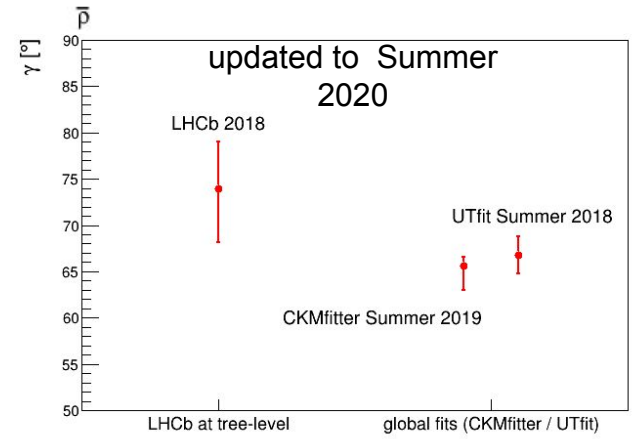
[http://ckmfitter.in2p3.fr/www/results/plots\\_summer19/ckm\\_res\\_summer19.html](http://ckmfitter.in2p3.fr/www/results/plots_summer19/ckm_res_summer19.html)

### global analysis



**any disagreement between tree-level determinations and the value inferred from global CKM fits would indicate physics beyond the SM**

due for example to new particles / mediators being exchanged in loops however the present  $\gamma$  uncertainty from **tree processes only** is not small enough



# Current focus: precision measurement of $\Delta m_s$ from Bs2Dspi

- why ?
- crucial input for all time-dependent Bs measurements
  - limiting systematic in previous  $\gamma$  measurement
  - growing interest from theory side [Nucl.Phys. B915 (2017) 431-453, Phys. Rev. D 97, 095035 (2018)]
  - first and last LHCb measurement in 2011

## Padova contribution:

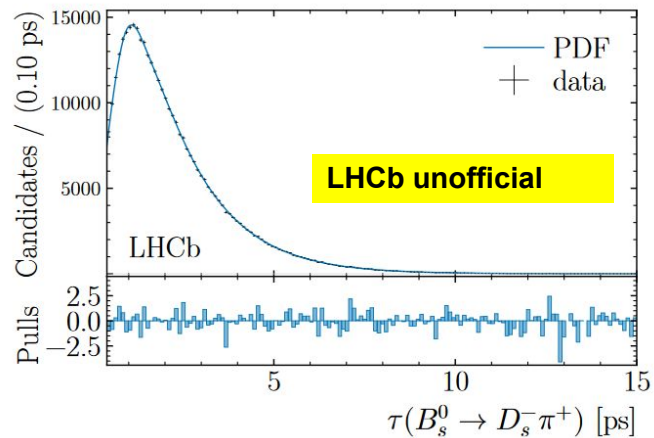
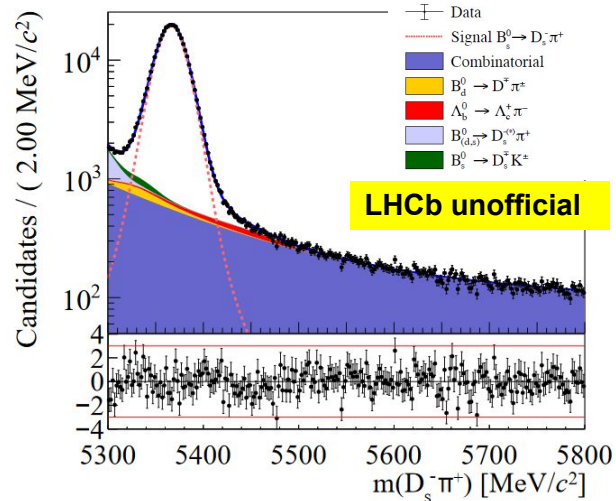
- Alessandro B. (analysis proponent and subgroup convener of the B2OC time dependent phys. WG)
- A. Lorenzon defended her master thesis in Dec. 2019

Parameter	year	$D_s^- \rightarrow \phi \pi^-$	$D_s^- \rightarrow K^{*0} K^-$	$D_s^- \rightarrow (K^- K^+ \pi^-)_{NR}$	$D_s^- \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^-$
$N_{D_s^- \pi^+}$	2015	49489 ± 230	35860 ± 196	22752 ± 160	22947 ± 163
	2016	42911 ± 215	31143 ± 182	19725 ± 148	19788 ± 151
	2018	49231 ± 230	36159 ± 196	22412 ± 158	22393 ± 161

$$\Delta m_s = XXX \pm 0.0053 \text{ (stat)} \pm 0.00XX \text{ (syst)} \text{ ps}^{-1}$$

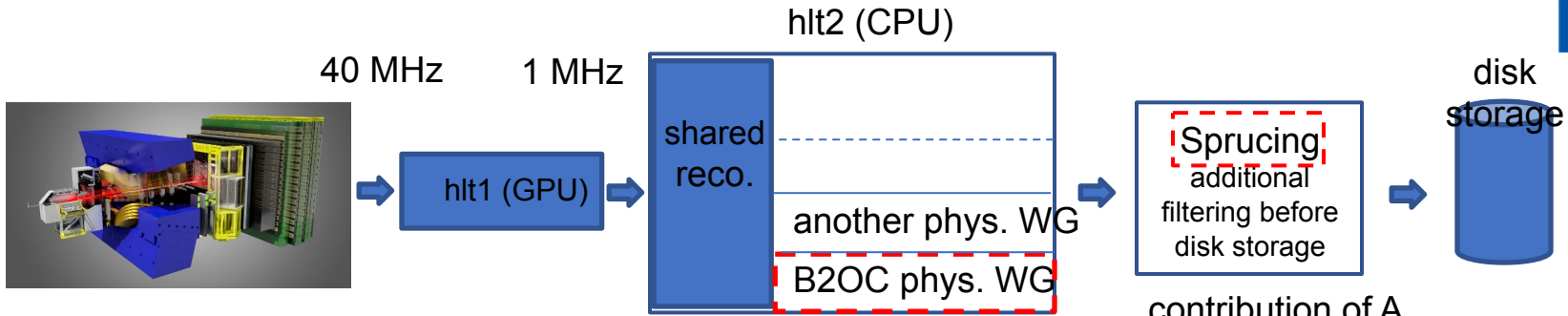
0.03 % stat. accuracy  
syst. of the same  
order

next step: CKM  $\gamma$  measurement from Bs2DsK, results by winter/spring 2021



(a) Decay time fit of combined dataset.

# Padova contributions to the LHCb Upgraded trigger



**B2OC phys. WG blow up**

2 or 3 body prefilter	exclusive B hadron line numb. 1	generic B hadron BDT filter
	exclusive B hadron line numb. 2	B2Dh meson BDT filter
	exclusive B hadron line numb. n	
	n > 150 ... so far	

...

being developed and maintained by A. Bertolin (senior member) and a Peking Univ. PhD student  
+ coordinating efforts of about 10-15 "line proponents"

contribution of A. Bertolin due to similarities with the hlt2 software framework

# Universalita' leptonica: $R(\Lambda_c^*)$

## Fattori di forma

- Prima misura dei parametri di questo decadimento
- Necessaria per ridurre la sistematica in  $R(\Lambda_c^*)$
- Timescale: risultato preliminare pronto, nota pronta, calcolo errori sistematici in corso, risultato autunno 2020

- Persone coinvolte: **G.Simi**

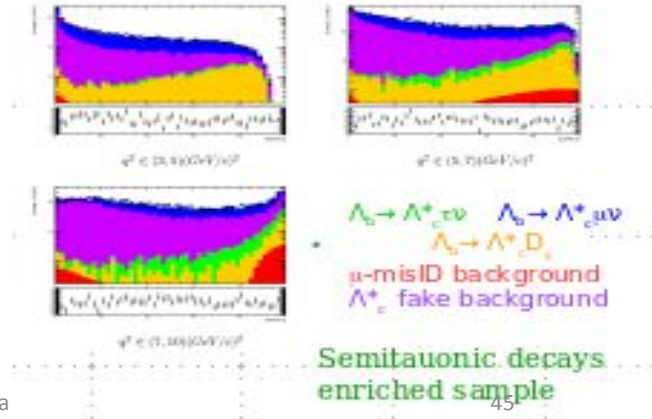
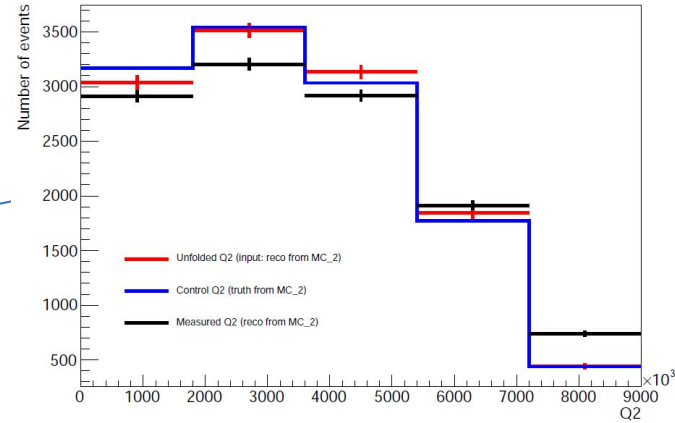
$$R(\Lambda_c^*) = \frac{\mathcal{B}(\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^* \tau^- \bar{\nu}_\tau)}{\mathcal{B}(\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^* \mu^- \bar{\nu}_\mu)} = \frac{N(\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^* \tau^- \bar{\nu}_\tau)}{N(\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda_c^* \mu^- \bar{\nu}_\mu)} \frac{\epsilon_\mu}{\epsilon_\tau} \frac{1}{\mathcal{B}(\tau^- \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu \nu_\tau)}$$

- Prima misura di **universalita' leptonica nei barioni**
- Analisi preliminare con dati run1 → **LHCb-ANA-2018-026**, nuova analisi con dati run2 in preparazione

- Timescale: prima meta' 2021

- Persone coinvolte: **G.Simi**

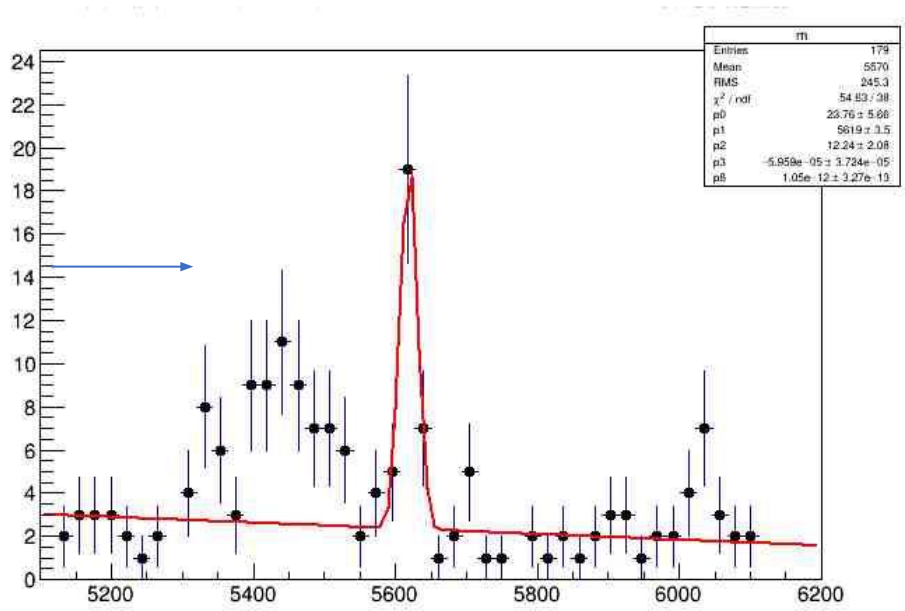
Unfold Response htrue\_q2 → hreco\_q2



# Studi correlati a $R(\Lambda_c^*)$

## BF(B → $\Lambda_c^*$ D<sub>s</sub>)

- Possibile prima osservazione del decadimento
- Necessario per ridurre la sistematica in  $R(\Lambda_c^*)$
- Timescale : in progress, risultato per fine 2020
- Persone coinvolte: **G.Simi**



# Upgrade I

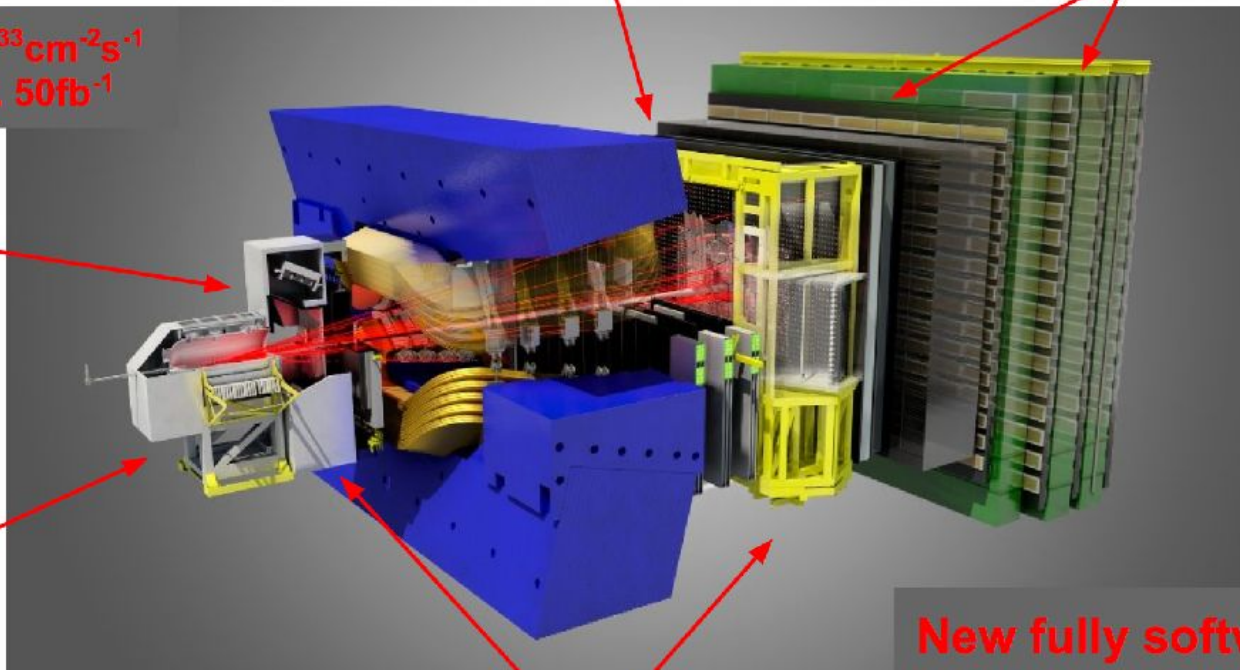
Inst. Lumi.  $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$   
Target Int. Lumi.  $50 \text{ fb}^{-1}$

New silicon  
upstream tracker  
(UT)

New pixel vertex  
detector  
(VELO)

New scintillating  
fibre tracker  
(SciFi)

New electronics  
(CALO, MUON)



LHCb-TDR-12  
LHCb-TDR-13  
LHCb-TDR-14  
LHCb-TDR-15  
LHCb-TDR-16  
LHCb-TDR-17  
LHCb-TDR-18

New optics and  
photodetectors  
(RICH)

New fully software trigger  
- all sub-detectors must  
read out at 40MHz

# RICH Upgrade



# Stato Generale dell'installazione del RICH



Good restart after lockdown

## **RICH2**

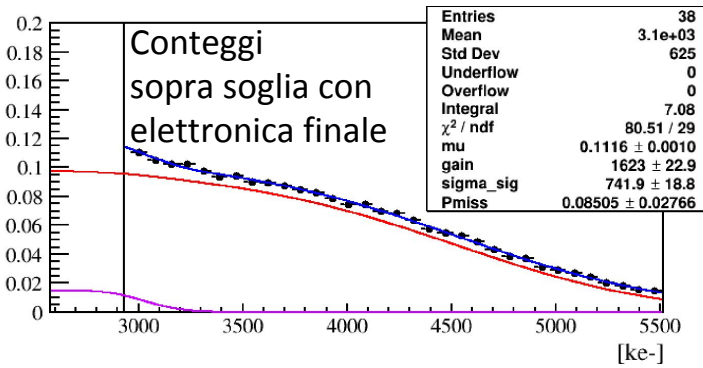
- RICH 2 column commissioning will be completed in June
- RICH 2 mechanics installation tests and compatibility checks at P8 will be performed in June
- test assembly of RICH 2 mechanics in ComLab, including mounting all A-Side columns in rack, in July
- LV maintenance already performed
- HV patch panels being produced
- Online infrastructure to test columns will be available in September
- **getting ready to install RICH 2**

## **RICH1**

- need to assemble first test RICH 1 column (ideally July)
- need to adapt software to RICH 1 columns (controls, monitoring, data decoding, data analysis)
- mechanics assembly in Imperial still depends on timeline of components production
- partial cabling and shipment to CERN in batches

# RICH Upgrade@Padova: PMT

- **Responsabilita'** della qualificazione dei fotomoltiplicatori
  - Qualificazione **completata** in collaborazione con Edimburgo (2019): ~1500 PMT
  - 20% of PMTs replaced in 2020 due to the «Signal Induced» noise G. Simi, A. Lupato
- **Commissioning del rivelatore**
  - **Responsabilita'** della calibrazione delle soglie del rivelatore e dell'estrazione dei parametri del PMT con l'elettronica finale: ongoing G. Simi



# RICH Upgrade@Padova: Meccanica

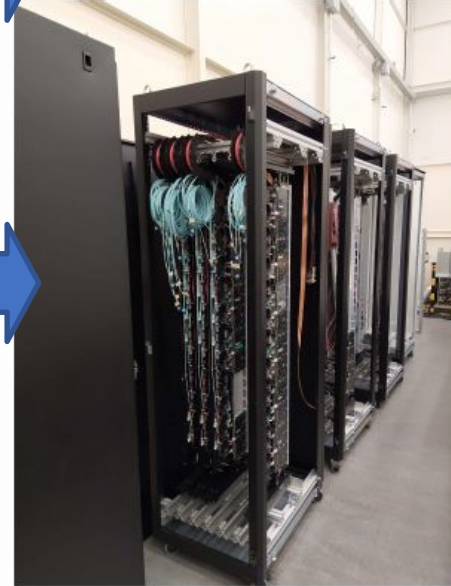
- **Meccanica e Installazione**

- **Responsabilita'** della costruzione della meccanica di supporto delle colonne di fotomoltiplicatori ed elettronica M. Benettoni
  - **Responsabilita'** per la qualificazione della meccanica e per le procedure di assemblaggio meccanica-elettronica M. Benettoni
- Tutte le colonne del RICH2 prodotte, spedite al CERN, assemblate con elettronica e fotomoltiplicatori
- Da completare rack di supporto e installazione nel pit

first column  
assembled at  
CERN



RICH 2  
mechanics+readout+services  
assembled



# Richieste & Percentuali

# Richieste & Percentuali

- **Percentuali (4.0+0.3FTE)**

- A. Bertolin 70%
- G. Collazuol 0% (+10% TIMESPOT)
- D. Lucchesi 70%
- M. Morandin 70%
- L. Sestini 70%
- G. Simi 50% (+20% TIMESPOT)
- D. Zuliani 70%

- **Richieste finanziarie**

- Missioni, consumo secondo le formule standard

- **Tecnologi (0.6FTE)**

- Benettoni 20%
- Gianelle 40%

- **Richieste di Spazi**

- **Stanza piccola nel laboratorio gr1** al primo piano per test PMT eventualmente sostituiti da Hamamatsu

- **Service tasks e responsabilita`**

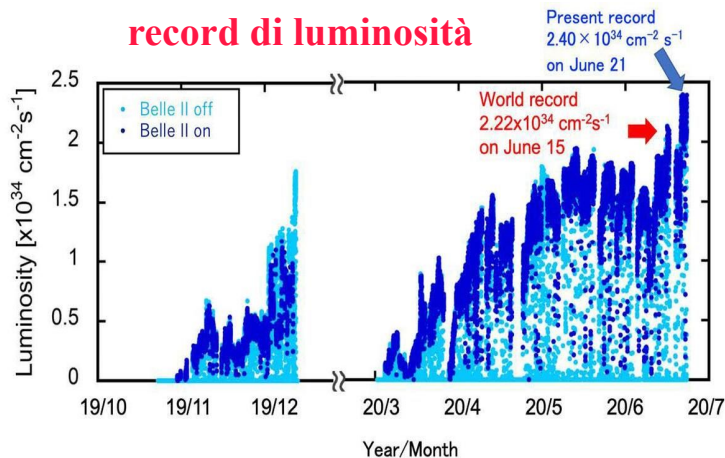
- Convener di Higgs & Exotica Working sub-Group (L. Sestini).
- Convener di Exotic Higgs Decays Group al CERN (L. Sestini).
- Convener del jet reconstruction sub-group di
- QEE (L. Sestini).
- Convenor of the innovative analysis techniques package in the Data Analysis Project (D. Lucchesi)
- Convener sub-group B2OpenCharm Time Dependent (A. Bertolin)
- Responsible for Rich threshold calibration (G. Simi)
- Responsibility for RICH2 mechanics and cooling (M. Benettoni)
- Responsibility for PMT characterization (G. Simi)



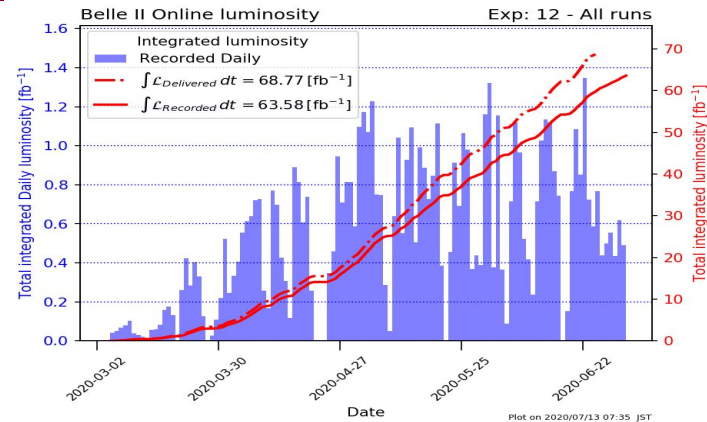
# Belle II

RL: R.Stroili



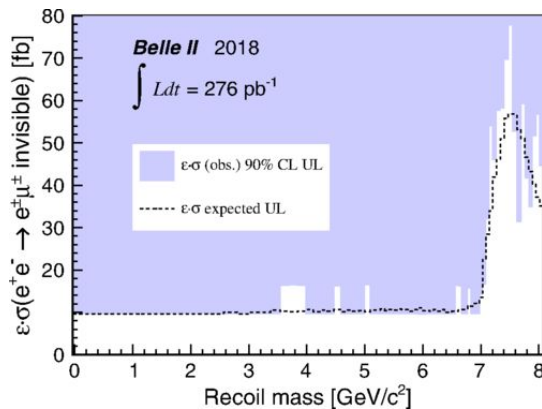


$2.4 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$



## prime due pubblicazioni di Fisica:

- “Search for an invisibly decaying  $Z'$  boson at Belle II in  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^- (e^\pm\mu^\mp)$  plus missing energy final states”, Phys. Rev. Lett. 124, 141801 (2020)
- “Search for Axion-like particles produced in  $e^+e^-$  collisions at BelleII” (in fase di pubblicazione)

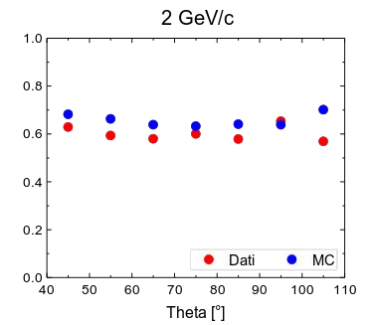
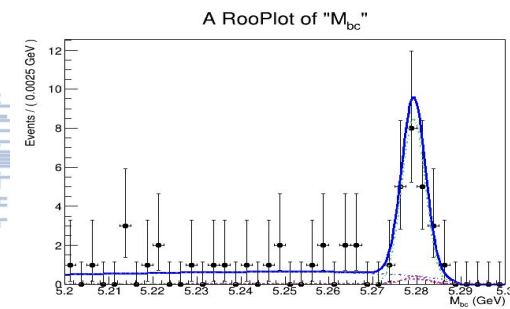
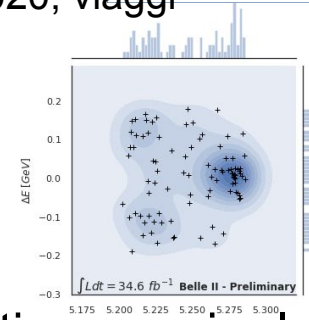
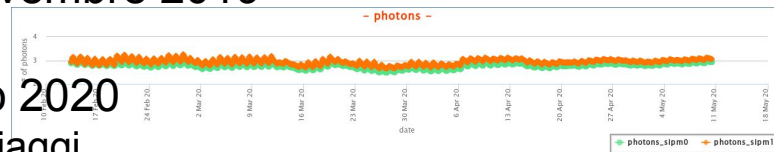


presa dati anche con le limitazioni imposte da covid-19

- molti turni da remoto
- efficienza presa dati  $\sim 85\%$

ci si sta organizzando per il run autunnale nell'ipotesi che continuino ad esserci restrizioni nei viaggi

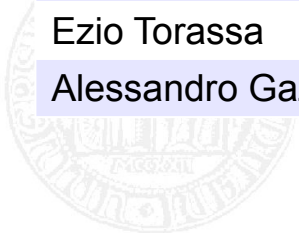
- sviluppo del **sistema di monitor del laser di calibrazione**:
  - risolti i problemi di stabilità è in funzione da Novembre 2019 senza nessun problema
  - installazione originariamente prevista a Giugno 2020
    - attualmente in programma nell'autunno 2020, viaggi permettendo
- **analisi: riscoperta di  $B \rightarrow \eta' K$** 
  - $BR = (6.6 \pm 0.4) \times 10^{-5}$
  - analysis based on 35 /fb (2019+2020)
    - still blind on data in Signal region
- **studio delle prestazioni del TOP** con dati per capire le discrepanze tra Monte Carlo e dati
- molti **shift da remoto** per supportare la presa dati ed il funzionamento del **TOP**
- inizio **studi per eventuale upgrade TOP**







	2020	2021
Stefano Lacaprara	Contact person Fisica PD Data Processing Manager Convener Physics Group TDCP	Contact person Fisica PD Production Manager Convener Physics Group TDCPV
Mario Posocco	Membro commissione pari opportunità	Membro commissione pari opportunità
Roberto Stroili	PI Contact person computing PD	PI Contact person computing PD
Ezio Torassa	Membro Executive Board	Membro Executive Board
Alessandro Gaz		Physics Coordinator





2020		2021	
Stefano Lacaprara	90 %	Stefano Lacaprara	100 %
Mario Posocco	0 %	Mario Posocco	0 %
Paolo Sartori	0 %	Paolo Sartori	0 %
Franco Simonetto	30 %	Franco Simonetto	10 %
Roberto Stroili	100 %	Roberto Stroili	80 %
Ezio Torassa	85 %	Ezio Torassa	95 %
Agnese Giaz	100 %	Agnese Giaz	100 %
		Alessandro Gaz	100 %
<b>totale ricercatori (FTE)</b>	<b>4.05</b>		<b>4.85</b>
Flavio Dal Corso	20 %	Flavio Dal Corso	20 %
Fabio Montecassiano	20 %	Fabio Montecassiano	20 %
		Massimo Benettoni	10%
<b>totale (FTE)</b>	<b>4.45</b>		<b>5.35</b>



## richieste alla sezione

Servizio progettazione ed officina Elettronica	2+1 m. u.
Servizio officina Meccanica	1 m. u.
Servizio progettazione Meccanica (simulazione termica TOP)	3 m. u.
Servizio calcolo	0 m. u.

## richieste all'INFN

sede	capitolo	descrizione	richiesta (k€)	S. J. (k€)
PD	consumo	Metabolismo (1.5 k€ * FTE)	8.0	0
PD	missioni	Metabolismo [(6.0 k€ + 1.0 k€) * FTE]	38.0	0
PD	missioni	Membro Excutive Board	5.0	0
PD	missioni	Data Processing Manager	0.0	0
PD	missioni	Physics Coordinator	5.0	0
PD	missioni	Test PMT in campo magnetico	5.0	0
PD	missioni	Coordinatore gruppo TDCPV	5.0	0
PD	inventariabile	Digitizer spare per KEK	6.0	0

- Missioni per turni centrali fase 3: fondi presso sede del coordinatore nazionale Belle II
- Missioni per turni di componente: fondi presso sede del responsabile nazionale TOP



**MUONE**

Resp. Naz. Umberto Marconi (BO)

Resp. Loc. E. Conti

# Goal esperimento

- Misura della correzione adronica al  $g-2$  del muone attraverso la misura di precisione della sezione d'urto differenziale dell'urto elastico  $e+\mu$ 
  - $e^-$  a riposo,  $\mu$  @150 GeV/c
- Apparato sperimentale:
  - $n=40$  moduli uguali composti da target (10mm C) + 3 tracciatori x-y (Si strips)
  - calorimetro elettromagnetico alla fine dell'apparato
- Padova si occupa del calorimetro
  - simulazione MonteCarlo

# Situazione sigla e esperimento

- CERN SPSC ha approvato un test run alla fine del 2021 (pre-coronavirus)
- non è ancora approvato come esperimento al CERN
- INFN (CSN1) ha approvato l'apertura della sigla dal 2021
- Situazione fondi:
  - abbastanza coperta la fornitura del Si tracker perchè si sfruttano sinergie con il tracker di CMS fase 2
  - ancora incerta la situazione del calorimetro (manca un chiaro finanziatore)
- Goal di breve termine:
- test run con un prototipo dell'esperimento:
  - 2 moduli tracking stations;
  - piccolo calorimetro, un modulo dell'ECAL di CMS,  $14 \times 14 \text{cm}^2$  di PWO (25 cristalli)

# Anagrafica Padova

	% FTE	
M. Benettoni	10	
E. Conti	70	
Anusree Ghosh	70	assegnista
Whali Hussain	100	dottorando
P. Mastrolia	10	
M. Passera	10	
P. Ronchese	20	
F. Simonetto	20	
R. Stroili	20	
<b>TOT</b>	<b>3.3 FTE</b>	

## Richieste finanziarie e servizi sezione

- Consumo: 15kEu (?)
  - per meccanica modulo calorimetro e controllo temperatura
- Missioni: da definire
  -
- Richieste servizi di sezione:
  - Uff. tecnico: 2 mu
  - Off. meccanica: 3 mu
  - Off. elettronica: 1 mu

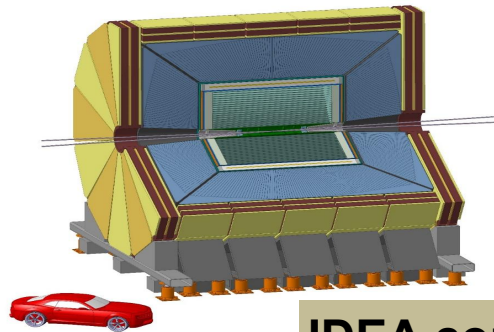
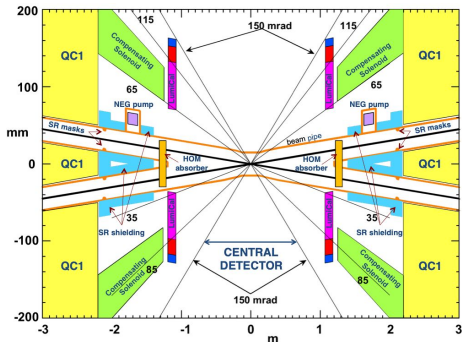


RD FCC

P.Azzi

# PD participation in RD-FCC

- Two main activities involving PD in FCC project:
  - RD-FA/WP1: Physics and Simulation studies: Simulations, physics and performance studies for FCC-ee/CEPC focused on the IDEA detector concept (P. Azzi, WP convener)
  - RD-FA/WP2: Design of Interaction Region for FCC-ee (N. Bacchetta, WP convener)
- As official roles in the FCC Project Study Group:
  - P. Azzi: FCC-ee « Top Physics » convener and member of the Steering Group
  - N. Bacchetta: FCC-ee MDI group convener
- After EPPSU plan to organize the experimental work along « Case Studies » to optimize detector design and software tools development to reach the measurement goals presented in the CDR
  - clear way to increase participation on specific topics, from other physicist maybe already involved in data taking experiments
- Plan to produce a TDR by the next EPPSU (~2027)



**IDEA concept**

Cognome	Nome	%
Azzi	Patrizia	20
Bacchetta	Nicola	10

# RD MuColl

D. Lucchesi

Note: discussa a CdS Giugno, solo richieste  
e anagrafica

## Attività e richieste a Padova

- 1) Sviluppo e mantenimento del codice per MDI, simulazione del rivelatore e ricostruzione degli eventi (Gianelle e Andreetto)
- 2) Contributo per le machine e disco a VenetoCloud: 5k€
- 3) R&D rivelatori: 10 k€
- 4) Test beam per LEMMA  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  :
  - Sviluppo readout delle camere:
    - 10k€ e supporto officina elettronica (Bellato)
  - Sviluppo DAQ camera:
    - 10k€ e supporto di S. Ventura
  - Sviluppo dei supporti meccanici camere, officina meccanica
- 5) Missioni da calcolare a tabella

Nome Cognome	Percentuale
Paolo Andreetto	25
Alessandro Bertolin	30
Camilla Curatolo	100
Giamnaria Collazuol	10
Tommaso Dorigo	20
Umberto Dosselli	20
Franco Gonella	10
Alessio Gianelle	40
Donatella Lucchesi	25
Mauro Morandin	tbd
Jacopo Pazzini	25
Lorenzo Sestini	30
Marco Zanetti	tdb
Alberto Zucchetta	30
Davide Zuliani	30
<b>Totale</b>	<b>395</b>

# Conclusioni



- **CMS:** Attivita' Padova continua, sia analisi che fase2:
  - Impegno su molti fronti su analisi
  - Impegno per DT ma anche BTL
- **LHCb** grande impegno in analisi e upgrade
  - nonostante gruppo non grandissimo
- **Belle II** e' in piena attivita', gruppo sta crescendo
- Nuove sigle
  - **MuonE:** interesse in sezione (exp/th), potenzialita' per futuro
  - **MuColl:** PD ben rappresentata e attiva
  - **FCC:** ancora coinvolgimento limitato della sezione
    - Secondo piani ESPP, FCC(ee/hh) potrebbe essere la prossima macchina al CERN, (MuColl next-to-next).
    - Riunione di sezione a settembre nell'ambito discussione ESPP