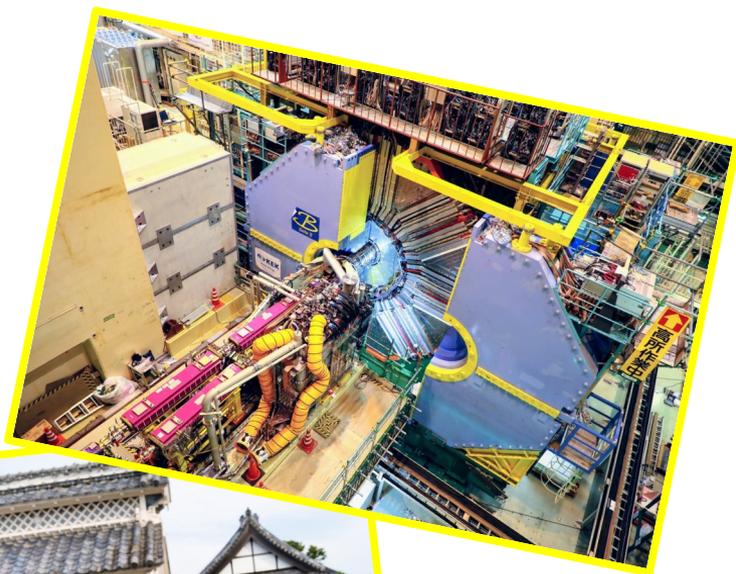


Stato dell'esperimento Belle II

Giacomo De Pietro



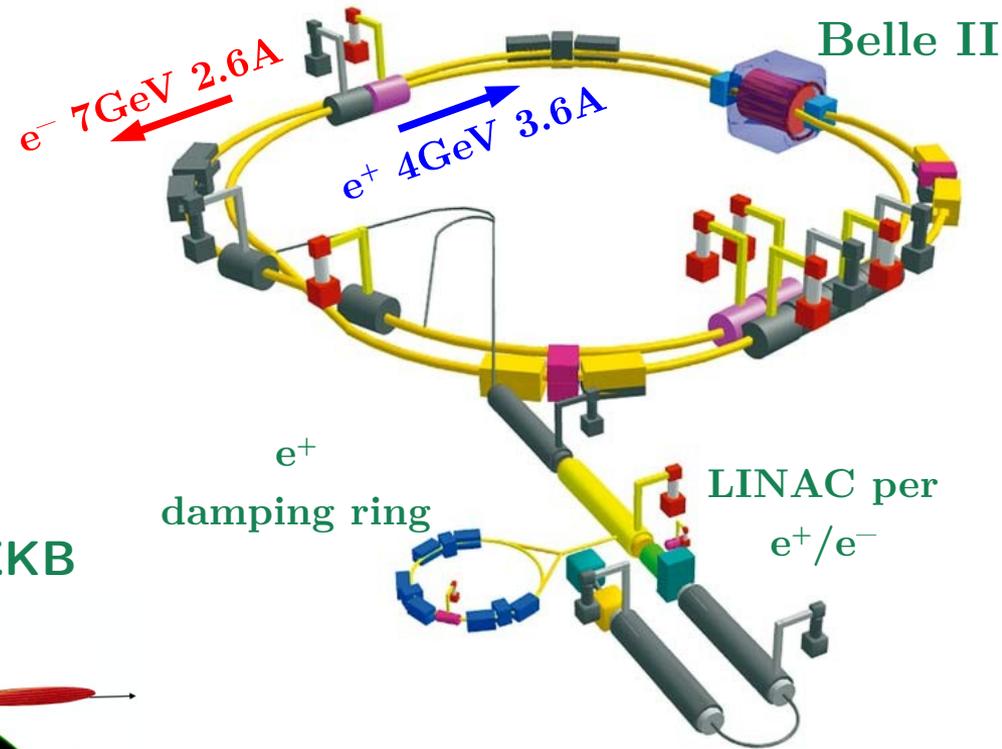
per la collaborazione Belle II



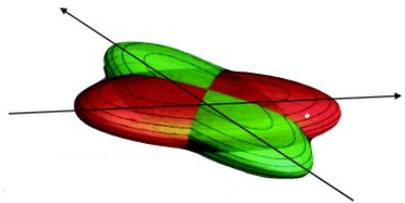
Incontri di Fisica delle Alte Energie (IFAE) @ Napoli
8 - 10 Aprile 2019

SuperKEKB è una super B-factory che si trova a KEK (Tsukuba, Japan)

È un collisionatore e^+e^- asimmetrico che opera principalmente a **10.58 GeV** ($\Upsilon(4S)$, ma è possibile operare dalla $\Upsilon(2S)$ alla $\Upsilon(6S)$)



KEKB

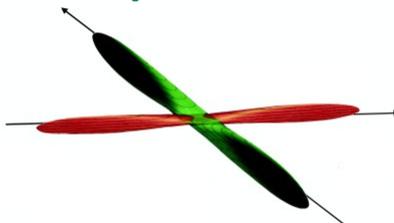


I (A): $\sim 1.6/1.2$

β_y^* (mm): $\sim 5.9/5.9$

tecniche dei
nano-beam

SuperKEKB



I (A): $\sim 3.6/2.6$

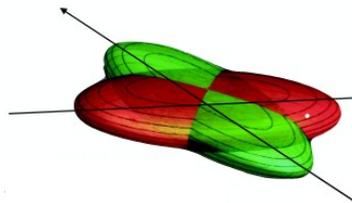
β_y^* (mm): $\sim 0.27/0.3$

40x luminosità di picco:

$8 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

SuperKEKB
 che si trova
 E' un collisione
 che opera pri
 ($\Upsilon(4S)$),
 dalla

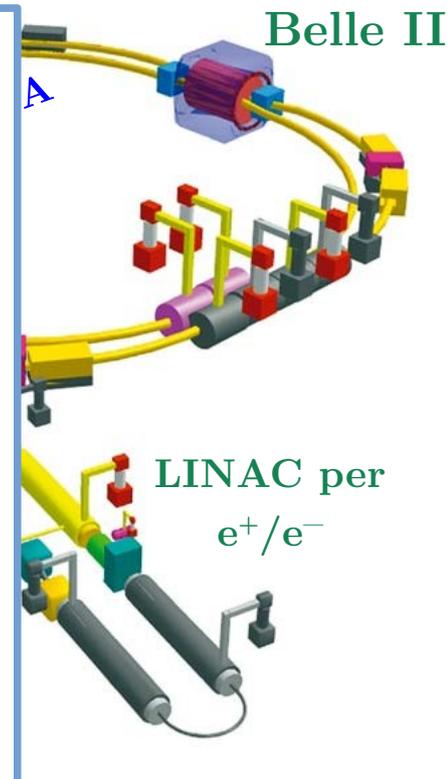
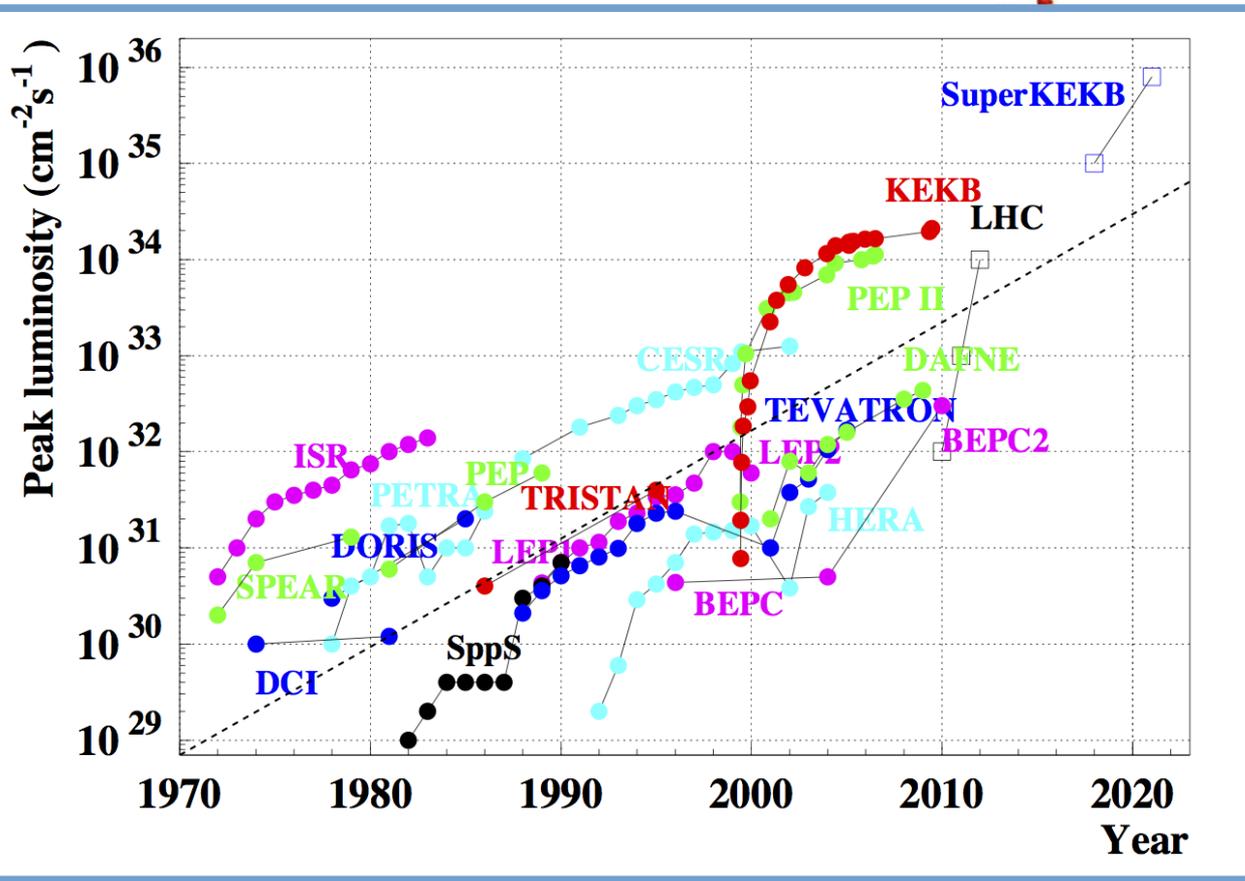
KEKB



$I(A): \sim 1.6/1.2$

$\beta_y^* (mm): \sim 5.9/5.9$

$\beta_y^* (mm): \sim 0.27/0.3$



Intensità di picco:

$8 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Calorimetro elettromagnetico (ECL):

Cristalli di CsI(Tl), campionamento della forma d'onda con misura di tempo, energia e forma.

Rivelatore per K_L e muoni (KLM):

Resistive Plate Counters (RPC) (centro)
Scintillatori + WLSF + MPPC (avanti/indietro)

Magnete:

1.5 T superconduttore

Trigger:

Hardware: < 30 kHz
Software: < 10 kHz

Rivelatore di vertice (VXD):

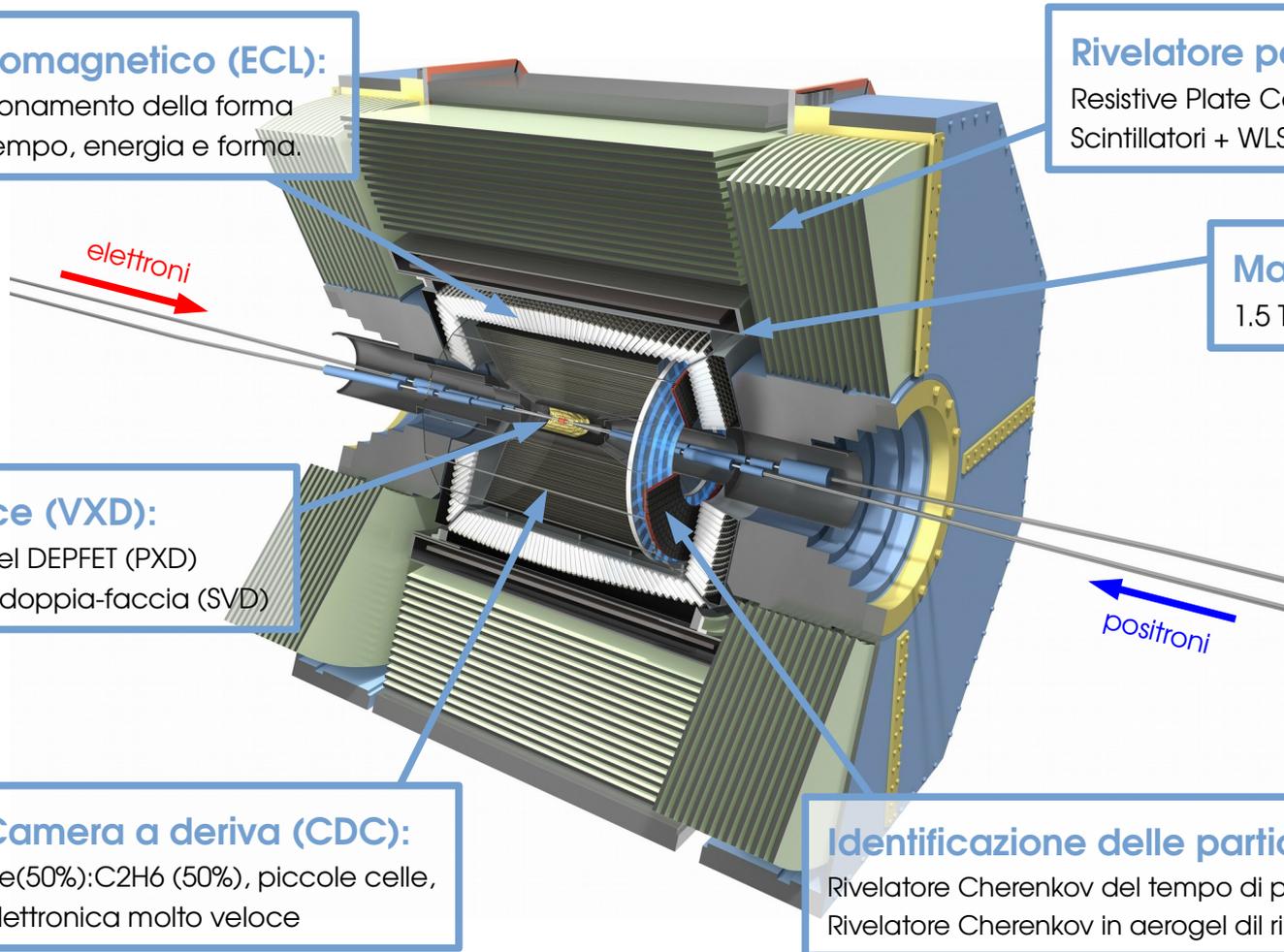
2 strati di rivelatore a pixel DEPFET (PXD)
4 strati di strisce al silicio doppia-faccia (SVD)

Camera a deriva (CDC):

He(50%):C₂H₆ (50%), piccole celle, elettronica molto veloce

Identificazione delle particelle (PID):

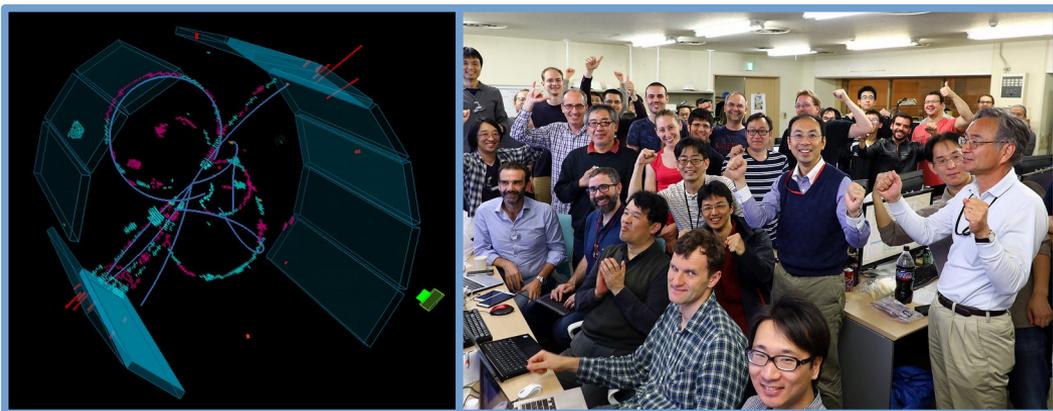
Rivelatore Cherenkov del tempo di propagazione (TOP) (centro)
Rivelatore Cherenkov in aerogel dil ring-imaging (ARICH) (avanti)



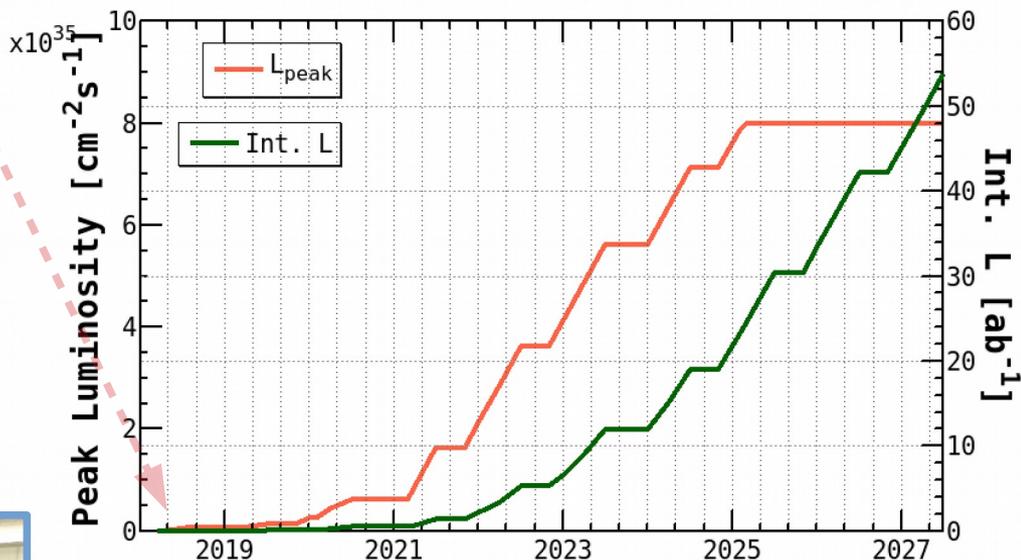
Durante il run pilota “Fase 2” (2018)
il **VXD** era **parzialmente** installato

Obiettivi principali:

- collaudo del collisionatore
- misura del fondo macchina
- collaudo del rivelatore
- fisica del “settore oscuro”



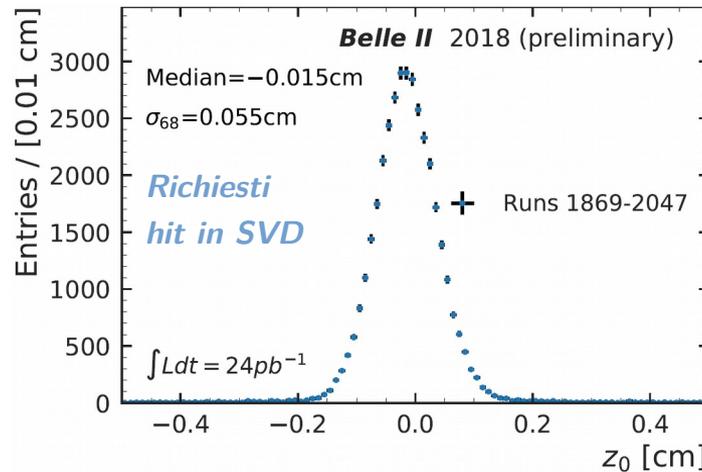
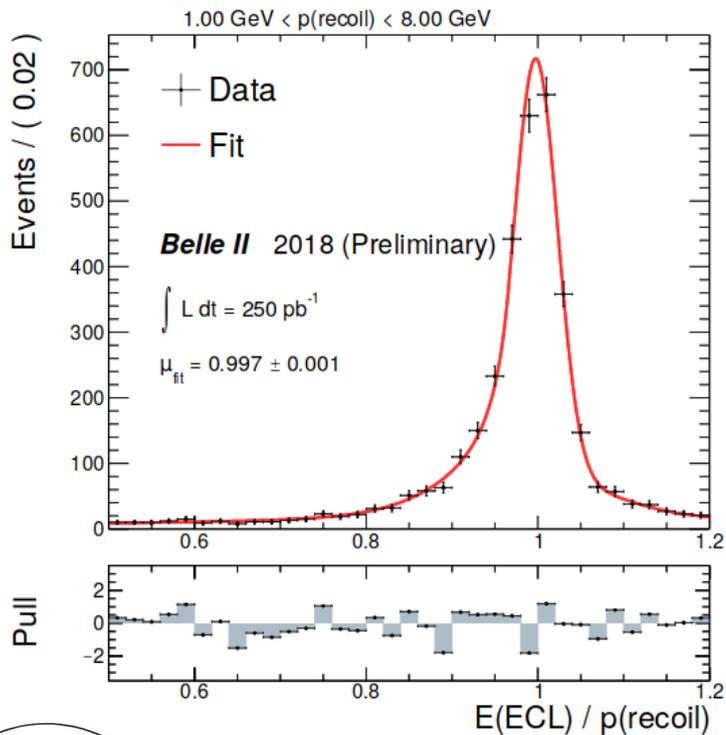
Prime collisioni: 26 Aprile 2018



Fase 2:
0.5 fb^{-1}

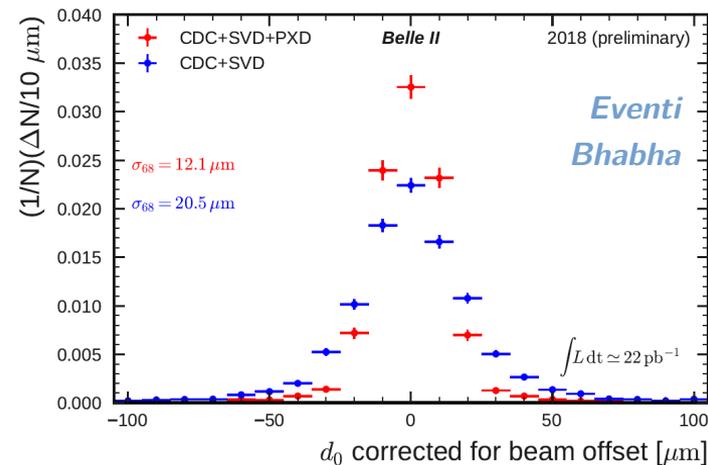
Fase 3:
50 ab^{-1}

Luminosità di picco
raggiunta: $5.5 \cdot 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$



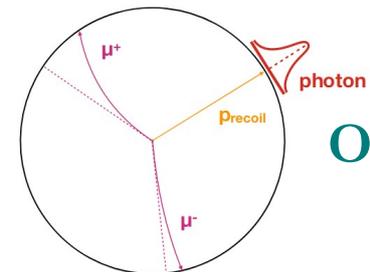
Risoluzione del tracciamento usando il VXD

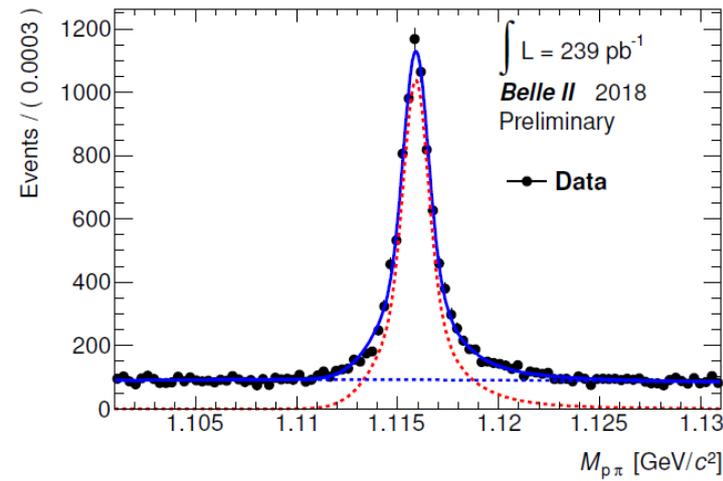
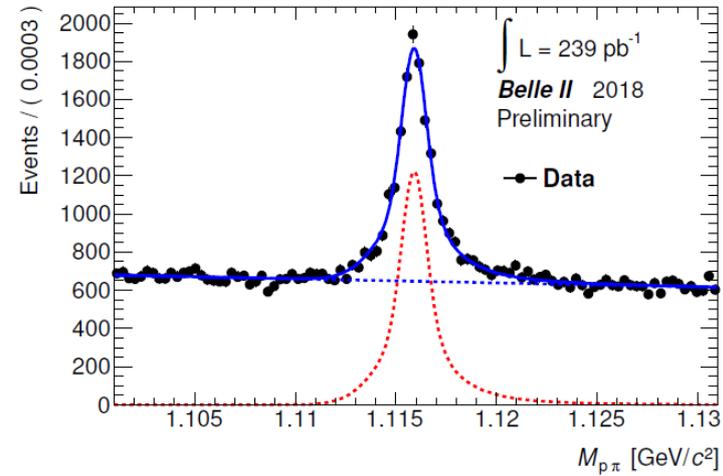
Contributo fondamentale di PXD!



Eventi Bhabha

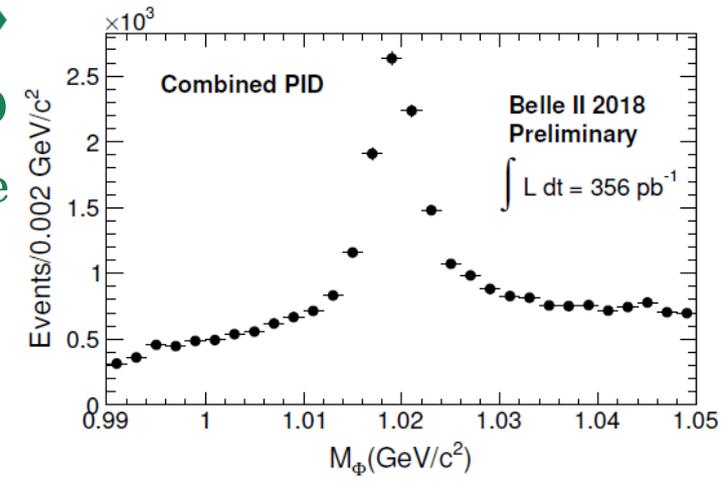
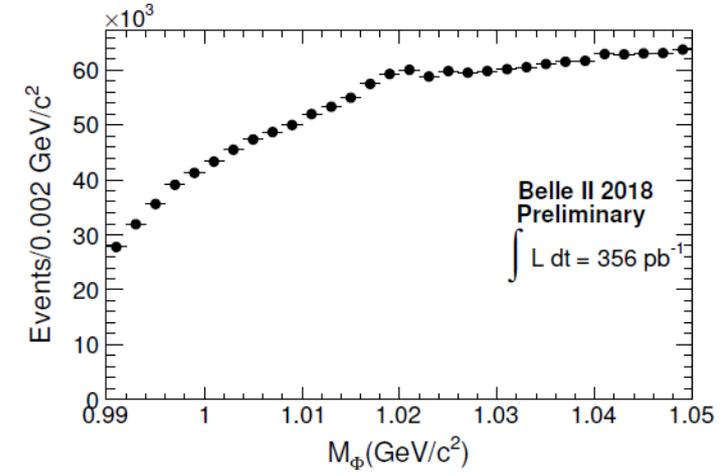
Ottime prestazioni dell'ECL!

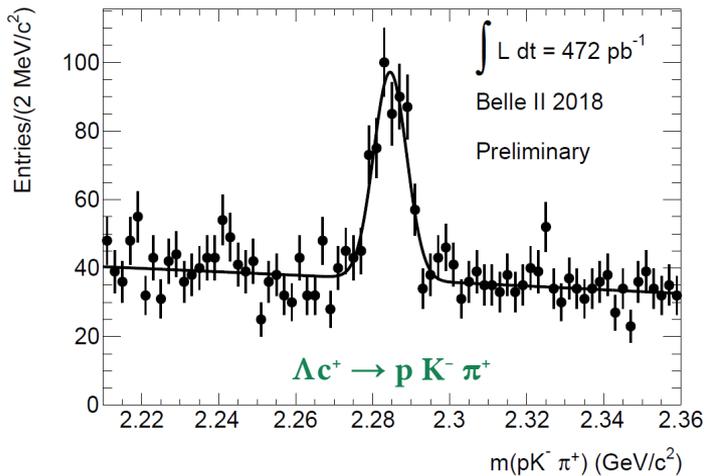
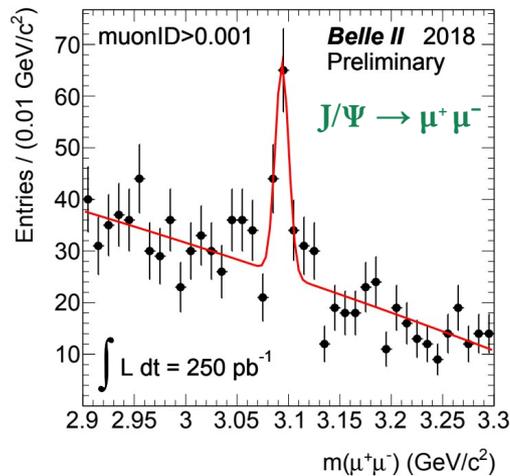
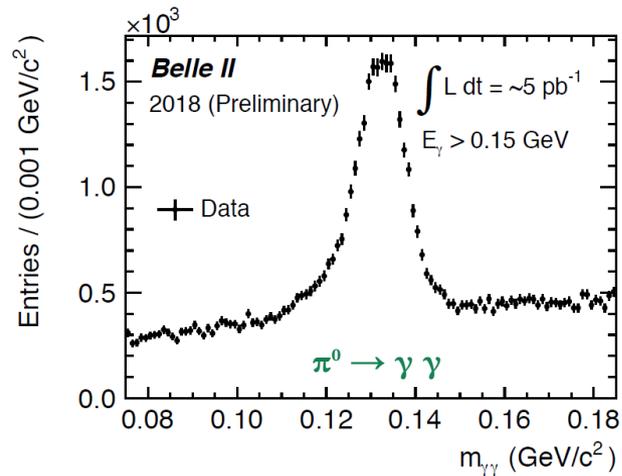




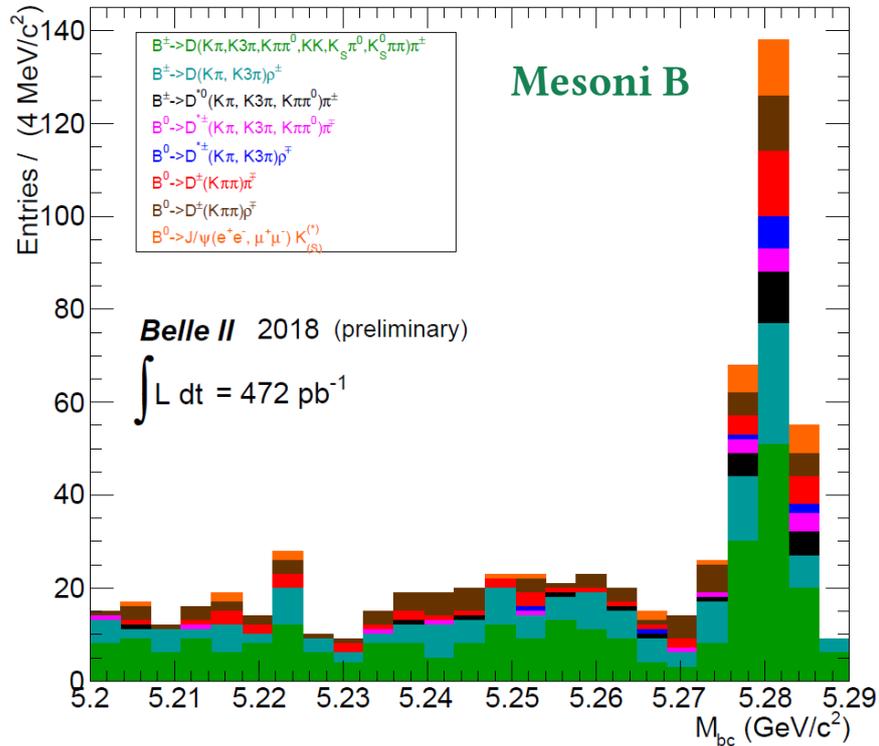
protonID
in azione

kaonID
in azione



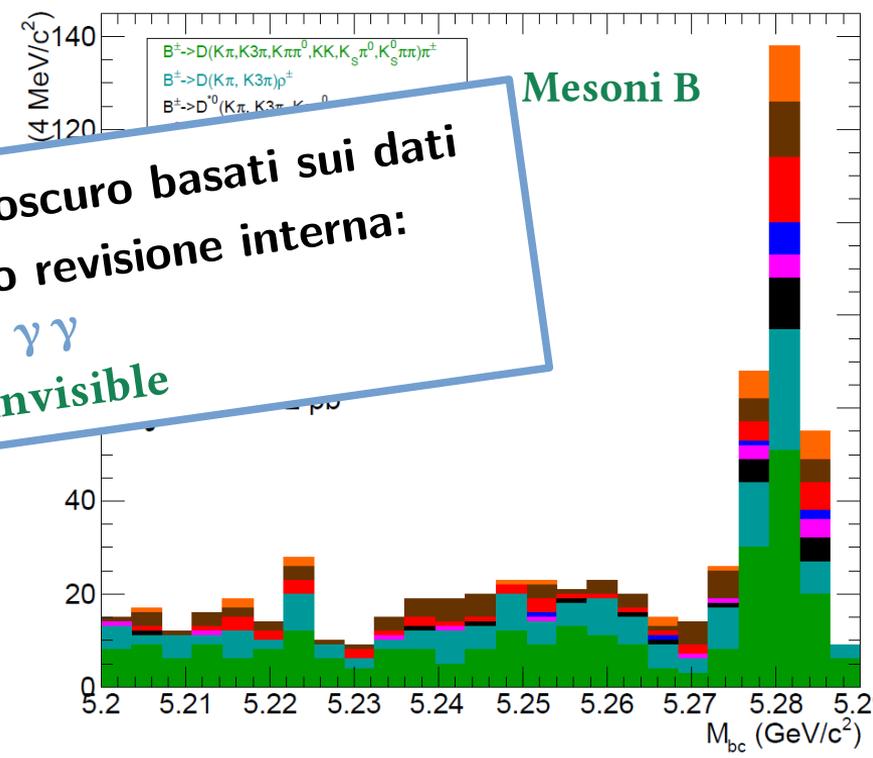
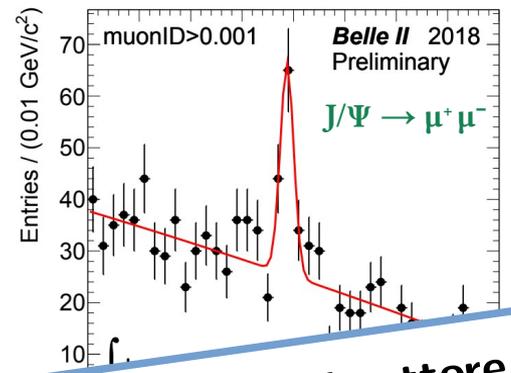
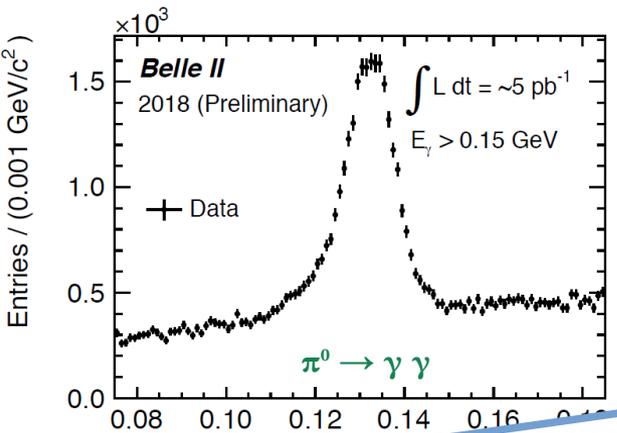


Riscoperta la fisica del sapore!



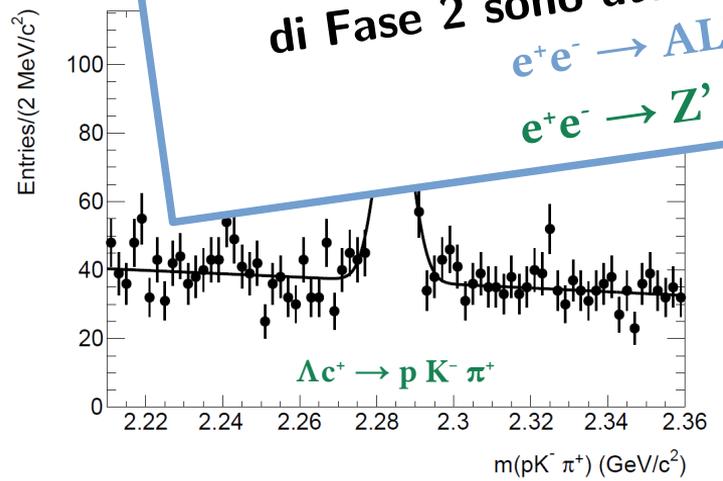
$$m_{BC} = \sqrt{(\sqrt{s}/2)^2 - \mathbf{p}^{*2}}$$

Riscoperta la fisica del sapore!



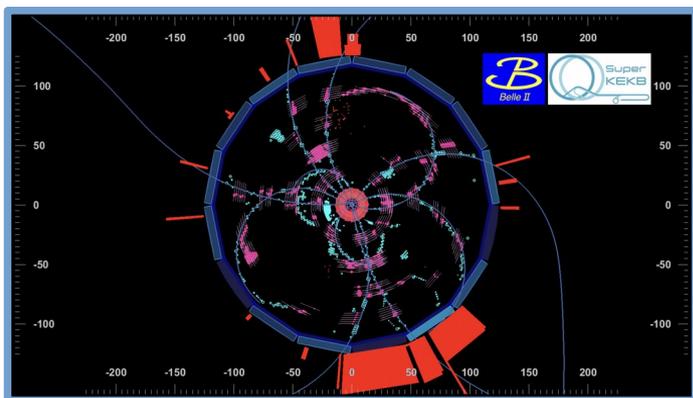
I primi risultati di fisica sul settore oscuro basati sui dati di Fase 2 sono attualmente sotto revisione interna:

- $e^+e^- \rightarrow ALP \gamma, ALP \rightarrow \gamma\gamma$
- $e^+e^- \rightarrow Z' \mu^+ \mu^-, Z' \rightarrow invisible$



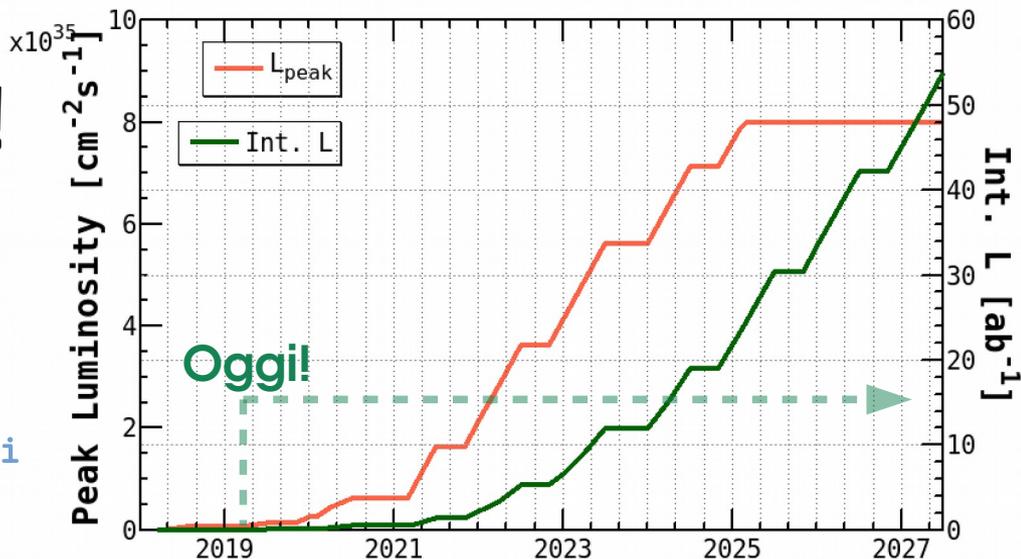
$$m_{BC} = \sqrt{(\sqrt{s}/2)^2 - p^{*2}}$$

Fase 3 è appena iniziata!



Le "nuove"
prime collisioni

25 Marzo
2019



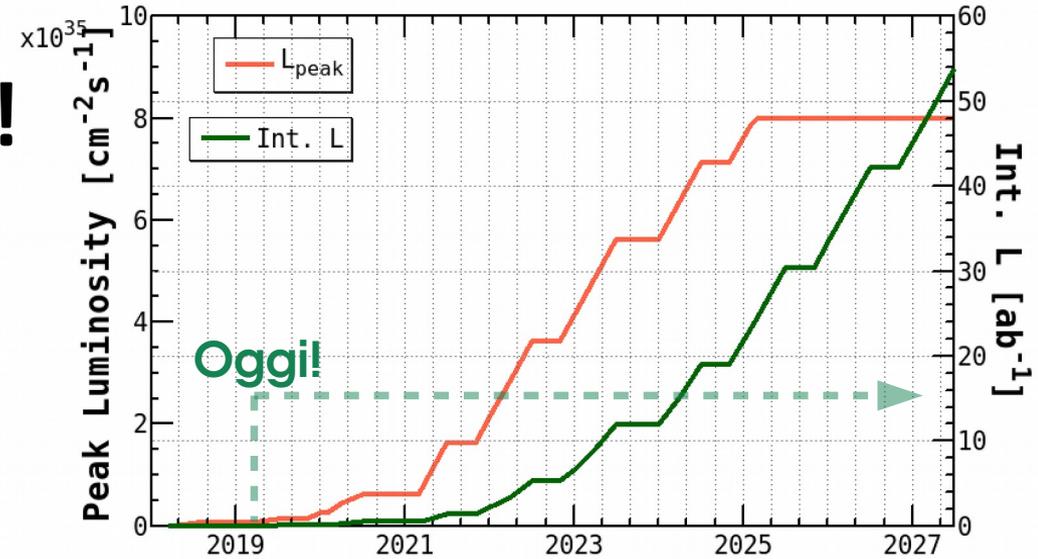
Fase 2:
0.5 fb^{-1}

Fase 3:
50 ab^{-1}

Fase 3 è appena iniziata!



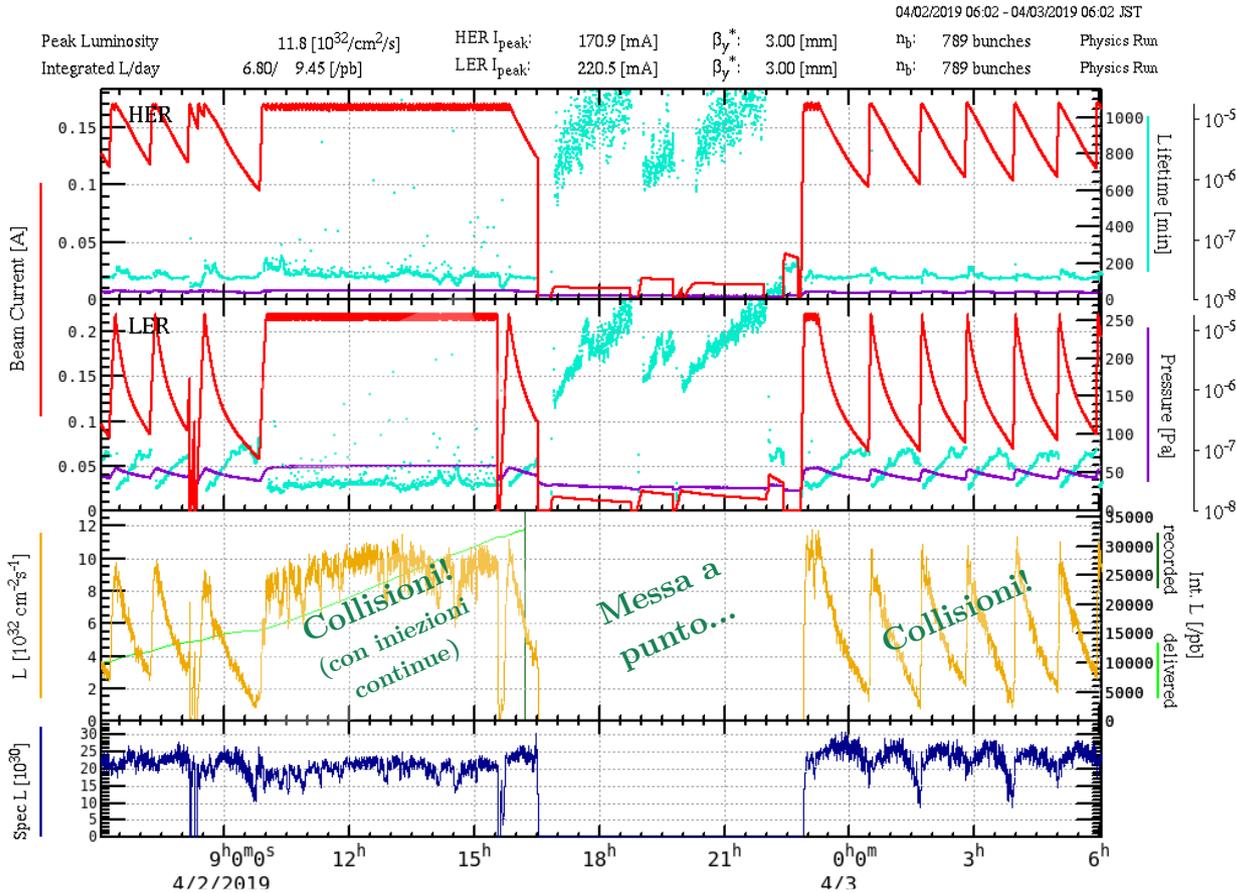
Lo strato 2 di PXD è solo parzialmente installato



Fase 2:
0.5 fb^{-1}

Fase 3:
50 ab^{-1}

In Fase 3, **PXD** e **SVD** garantiranno una completa copertura angolare intorno al punto di interazione



Raggiunta una luminosità di
 $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 in pochissimi giorni!

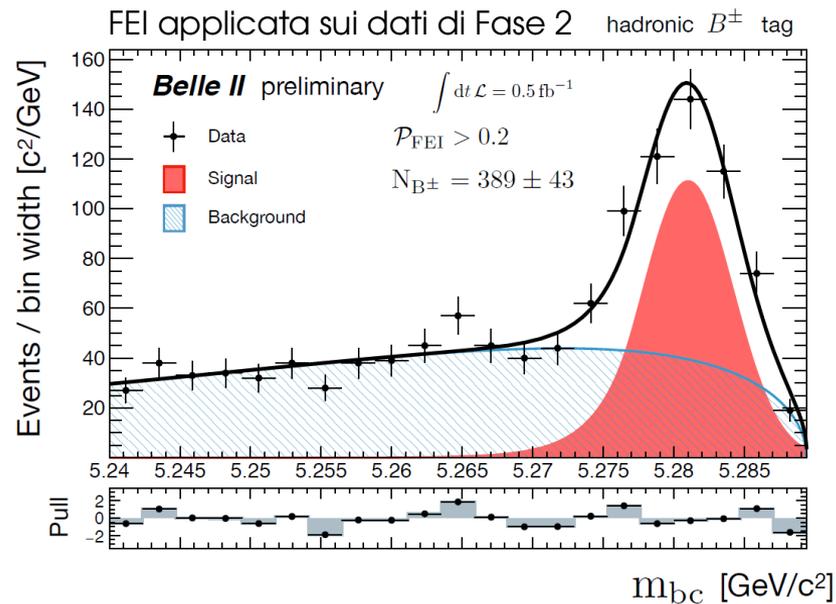
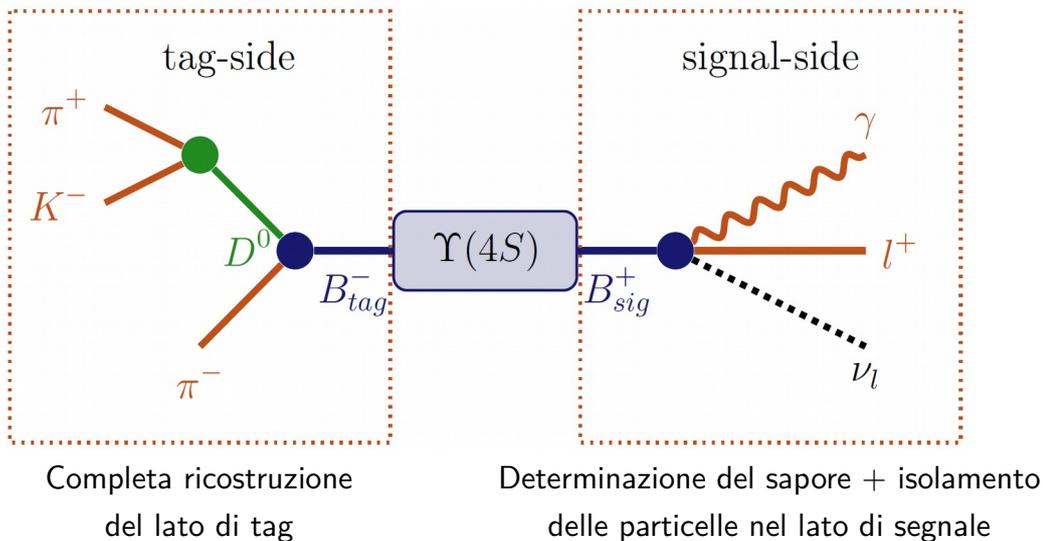
C'è ancora molto margine di miglioramento per raggiungere la luminosità di progetto:

- fattore 15 dalla corrente dei fasci
- fattore 10 da β_y^*
- fattore 3 dal numero dei pacchetti

<http://www-linac.kek.jp/skekb/snapshot/dailysnap.html>

- Produzione coerente di mesoni B dal decadimento della $\Upsilon(4S)$
- Conoscenza dell'energia del centro di massa
- Ambiente più pulito rispetto ad una macchina adronica
- Ottima efficienza e risoluzione per la ricostruzione di particelle neutre

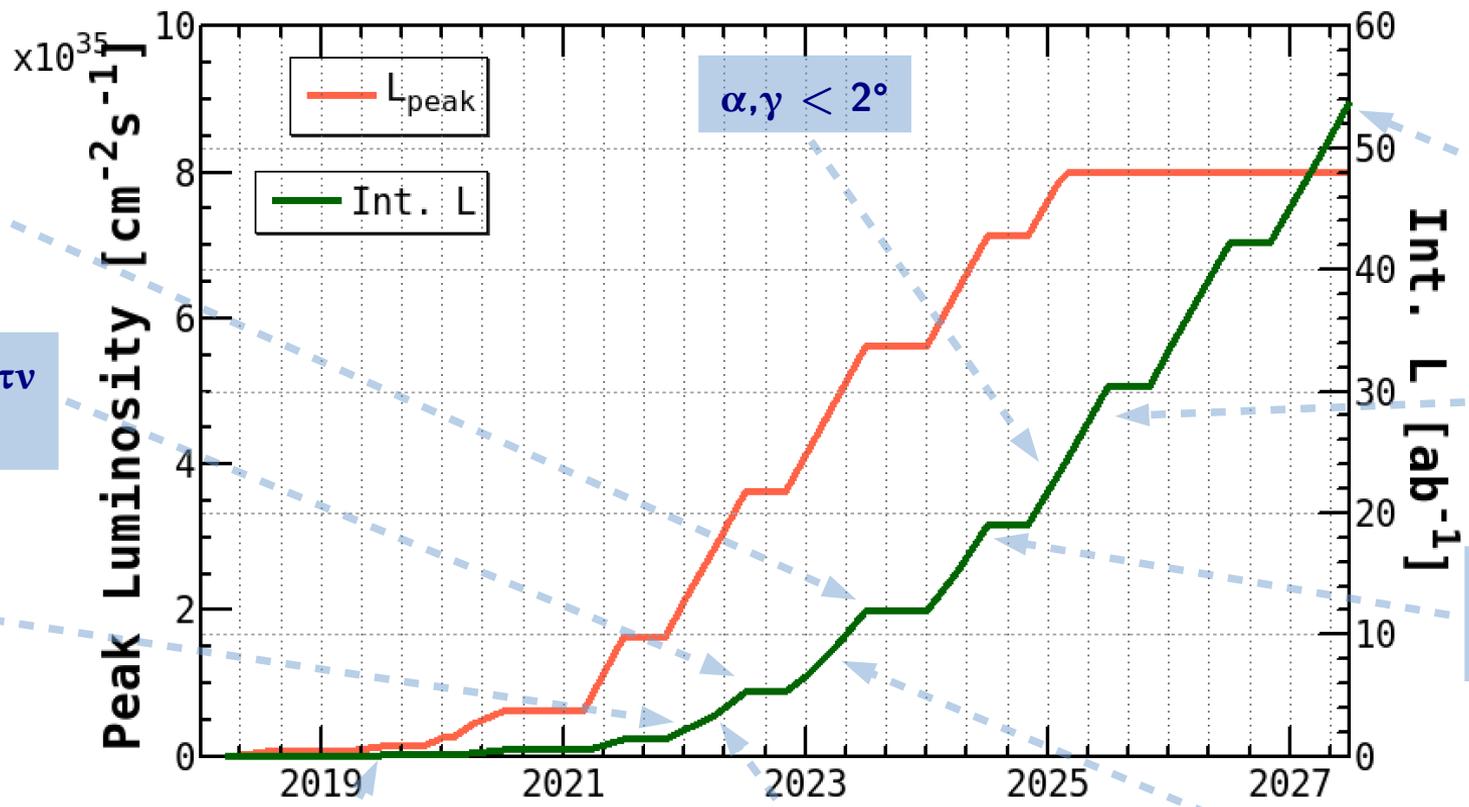
Full Event Interpretation (FEI)



$B \rightarrow \eta' K_s$
new CP

Confirm $B \rightarrow D^* \tau \nu$
new physics

Resolve
 $|V_{ub}|$ puzzle



τ LFV
discovery

$B \rightarrow K \nu \nu$ SM
discovery

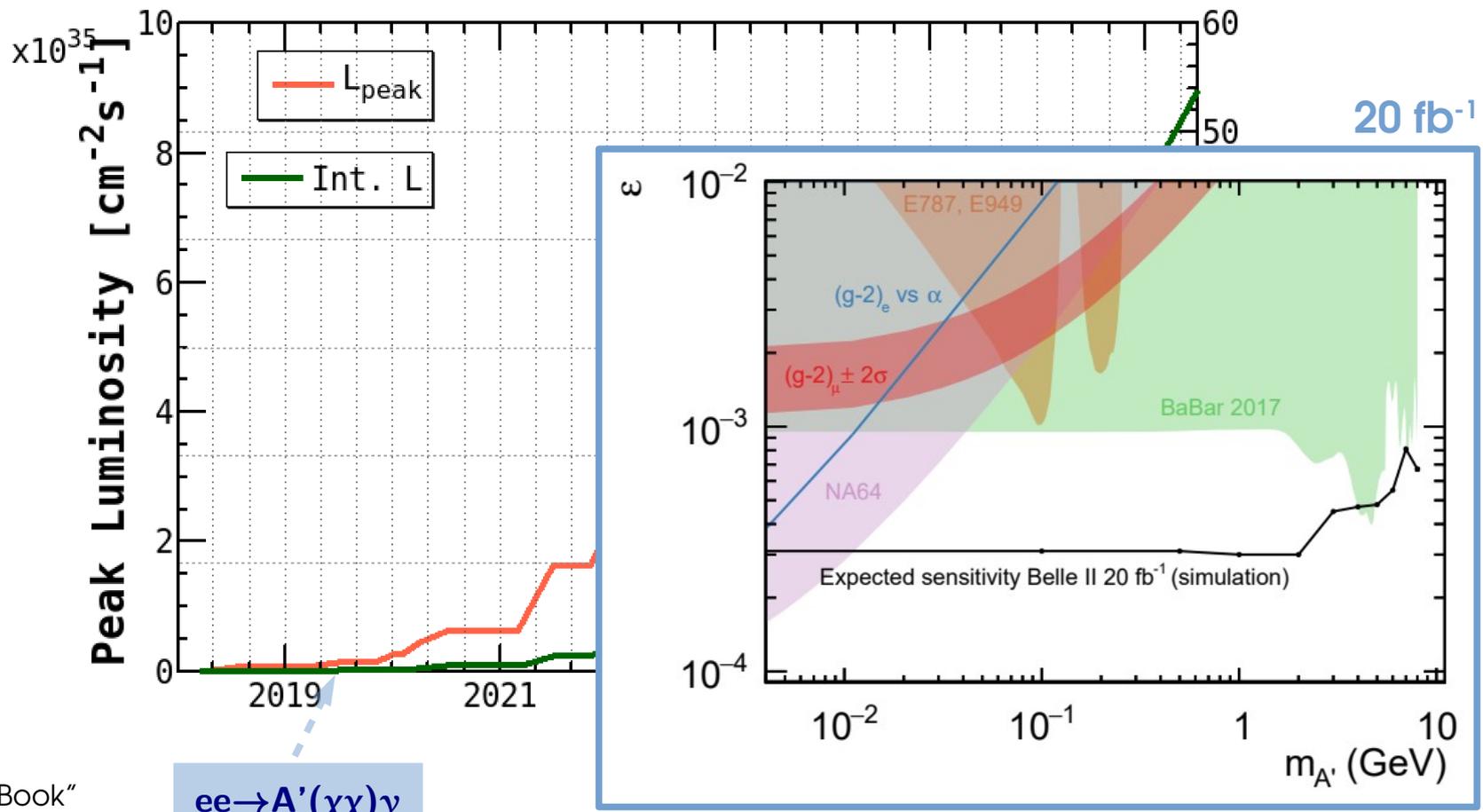
$B \rightarrow K e e$ LFUV
new physics

$ee \rightarrow A'(\chi\chi)\gamma$

$ee \rightarrow \pi\pi(\gamma)$
precision for $(g-2)_\mu$

$B \rightarrow \mu\nu$
discovery

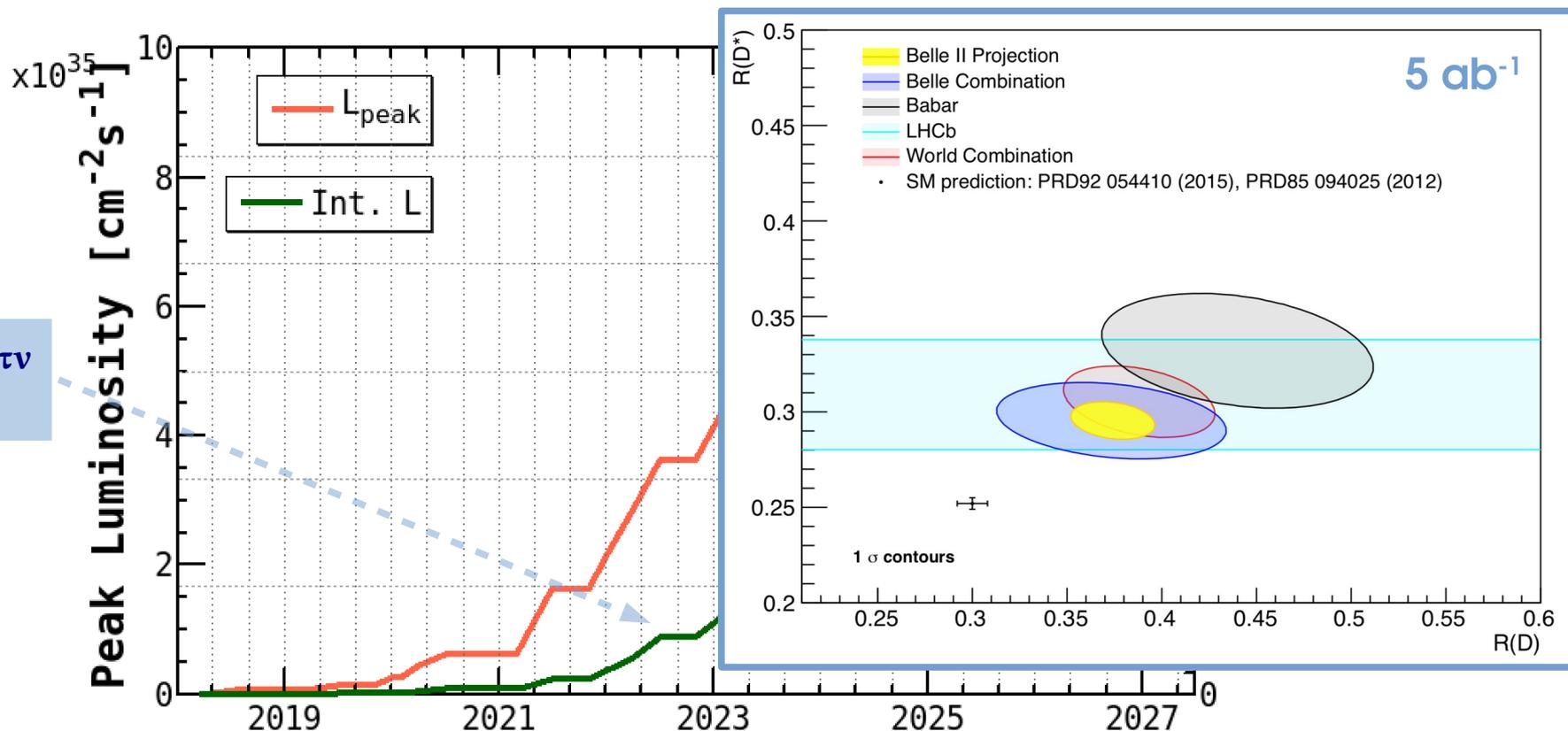
Maggiori dettagli in
"The Belle II Physics Book"
E. Kou, P. Urquijo et al.,
arXiv:1808.10567



Maggiori dettagli in
 "The Belle II Physics Book"
 E. Kou, P. Urquijo et al.,
 arXiv:1808.10567

$ee \rightarrow A'(\chi\chi)\gamma$

Confirm $B \rightarrow D^* \tau \nu$
new physics



Maggiori dettagli in
"The Belle II Physics Book"
E. Kou, P. Urquijo et al.,
arXiv:1808.10567

- L'esperimento Belle II al collisionatore SuperKEKB ha iniziato le operazioni nel 2018, collezionando $\sim 500 \text{ pb}^{-1}$ di dati da collisioni
- Sono state provate le prestazioni basilari del rivelatore, i primi risultati di fisica basati con i dati di Phase 2 saranno pubblicati nei prossimi mesi
- Fase 3 è appena iniziata: miriamo a raggiungere $\sim 10 \text{ fb}^{-1}$ entro Luglio 2019
- Con una luminosità integrata di 50 ab^{-1} , Belle II potrà effettuare misure uniche e complementari rispetto a quelle effettuate da LHCb



Grazie per
l'attenzione

Parameter	KEKB Design	KEKB Achieved	SuperKEKB Design
Energy (GeV) (LER/HER)	3.5/8.0	3.5/8.0	4.0/7.0
β_y^* (mm)	10/10	5.9/5.9	0.27/0.30
β_x^* (mm)	330/330	1200/1200	32/25
ϵ_x (nm)	18/18	18/24	3.2/5.3
$\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x}$ (%)	1	0.85/0.64	0.27/0.24
σ_y (μm)	1.9	0.94 $\xrightarrow{1/20}$	0.048/0.062
ξ_y	0.052	0.129/0.090	0.09/0.081
σ_z (mm)	4	6/7	6/5
I_{beam} (A)	2.6/1.1	1.64/1.19 $\xrightarrow{\times 2}$	3.6/2.6
$N_{bunches}$	5000	1584	2500
Luminosity ($10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)	1.0	2.11 $\xrightarrow{\times 40}$	80

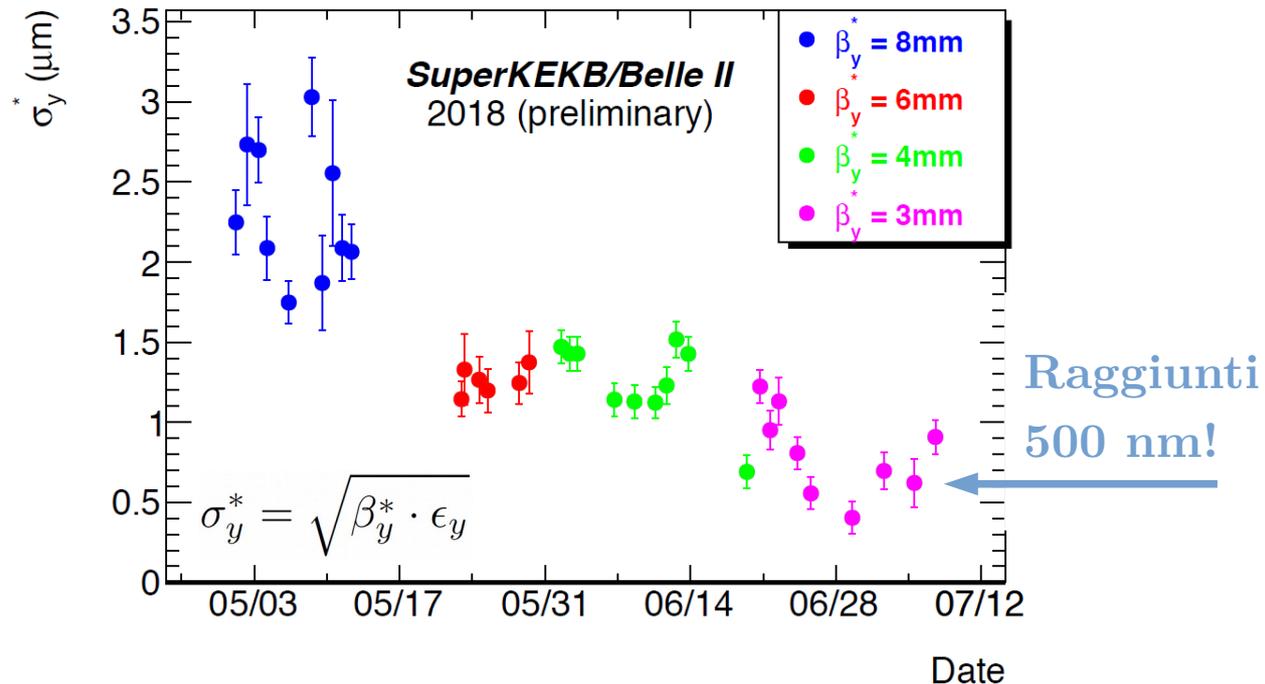
$$L = \frac{\gamma_{\pm}}{2er_e} \left(1 + \frac{\sigma_y^*}{\sigma_x^*} \right) \left(\frac{I_{\pm} \xi_{y\pm}}{\beta_y^*} \right) \left(\frac{R_L}{R_{\xi_{y\pm}}} \right)$$

Physics process	Cross section [nb]	Selection Criteria	Reference
$\Upsilon(4S)$	1.110 ± 0.008	-	[2]
$u\bar{u}(\gamma)$	1.61	-	KKMC
$d\bar{d}(\gamma)$	0.40	-	KKMC
$s\bar{s}(\gamma)$	0.38	-	KKMC
$c\bar{c}(\gamma)$	1.30	-	KKMC
$e^+e^-(\gamma)$	300 ± 3 (MC stat.)	$10^\circ < \theta_e^* < 170^\circ,$ $E_e^* > 0.15$ GeV	BABAYAGA.NLO
$e^+e^-(\gamma)$	74.4	$p_e > 0.5$ GeV/c and e in ECL	-
$\gamma\gamma(\gamma)$	4.99 ± 0.05 (MC stat.)	$10^\circ < \theta_\gamma^* < 170^\circ,$ $E_\gamma^* > 0.15$ GeV	BABAYAGA.NLO
$\gamma\gamma(\gamma)$	3.30	$E_\gamma > 0.5$ GeV in ECL	-
$\mu^+\mu^-(\gamma)$	1.148	-	KKMC
$\mu^+\mu^-(\gamma)$	0.831	$p_\mu > 0.5$ GeV/c in CDC	-
$\mu^+\mu^-\gamma(\gamma)$	0.242	$p_\mu > 0.5$ GeV in CDC, $\geq 1 \gamma (E_\gamma > 0.5$ GeV) in ECL	-
$\tau^+\tau^-(\gamma)$	0.919	-	KKMC
$\nu\bar{\nu}(\gamma)$	0.25×10^{-3}	-	KKMC
$e^+e^-e^+e^-$	39.7 ± 0.1 (MC stat.)	$W_{\ell\ell} > 0.5$ GeV/c ²	AAFH
$e^+e^-\mu^+\mu^-$	18.9 ± 0.1 (MC stat.)	$W_{\ell\ell} > 0.5$ GeV/c ²	AAFH

E. Kou, P. Urquijo et al.,
arXiv:1808.10567

Come misurare la dimensione verticale dei fasci di particelle?

→ Misuriamo la luminosità usando i nostri rivelatori al diamante mentre i macchinisti muovono i fasci verticalmente



Observables	Belle	Belle II	
	(2017)	5 ab ⁻¹	50 ab ⁻¹
$ V_{cb} $ incl.	$42.2 \cdot 10^{-3} \cdot (1 \pm 1.8\%)$	1.2%	—
$ V_{cb} $ excl.	$39.0 \cdot 10^{-3} \cdot (1 \pm 3.0\%_{\text{ex.}} \pm 1.4\%_{\text{th.}})$	1.8%	1.4%
$ V_{ub} $ incl.	$4.47 \cdot 10^{-3} \cdot (1 \pm 6.0\%_{\text{ex.}} \pm 2.5\%_{\text{th.}})$	3.4%	3.0%
$ V_{ub} $ excl. (WA)	$3.65 \cdot 10^{-3} \cdot (1 \pm 2.5\%_{\text{ex.}} \pm 3.0\%_{\text{th.}})$	2.4%	1.2%
$\mathcal{B}(B \rightarrow \tau\nu)$ [10 ⁻⁶]	$91 \cdot (1 \pm 24\%)$	9%	4%
$\mathcal{B}(B \rightarrow \mu\nu)$ [10 ⁻⁶]	< 1.7	20%	7%
$R(B \rightarrow D\tau\nu)$ (Had. tag)	$0.374 \cdot (1 \pm 16.5\%)$	6%	3%
$R(B \rightarrow D^*\tau\nu)$ (Had. tag)	$0.296 \cdot (1 \pm 7.4\%)$	3%	2%

Fotone oscuro: decadimento visibile

