

MAIN GOAL: Measurement of $\text{BR}(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu})$

Broad physics program

- Rare K^+ decays
- LNV-LFV in K^+ decays
- Hidden sector particles

Run II (2021-2025)

- Complete $\pi^+ \nu \bar{\nu}$ measurement
- Address new physics cases:
 - LFV/LNV measurements, rare decays
 - Dump mode \rightarrow MeV-GeV mass hidden-sector
 - \Rightarrow Dark Photons, Dark Scalars, Heavy Neutral Leptons, Axions/Axion-Like-Particles, etc

Run I (2016 – 2018)

- 20 eventi candidati con 7 eventi di fondo
- Prima osservazione a 3.4σ

$$\text{BR}(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu})_{\text{NA62}} \\ (10.6 (+4.0-3.4)_{\text{stat}} \pm 0.9_{\text{syst}}) \times 10^{-11}$$

[JHEP 06 (2021) 093]

Corr. authors **F.Brizioli** - R.Marchevski - G.Ruggiero

$$\text{BR}_{\text{SM}} = (8.4 \pm 1.0) \times 10^{-11}$$

M. Pepe

CDS INFN-Perugia 18 Luglio 2023

Run II 2021-2025:

importanti miglioramenti sia sulla linea del fascio che sul rivelatore.

- presa dati a intensità nominale ($\sim 33 \times 10^{11}$ ppp on T10)
- migliore riduzione dei fondi
- aumento della sensitività del segnale
- ottimizzazione dell'analisi per aumentare l'accettazione del segnale

Primo articolo
dati RUN2

Search for Dark Photon decays to $\mu^+\mu^-$ at NA62
arXiv2303.08666 submitted to JHEP

Hardware:

- 4^a stazione GTK (**GTK0**) per migliorare l'efficienza di ricostruzione del K
- Nuovi sistemi di **VETO** upstream /downstream del collimatore finale per ridurre l'upstream background
- Sistema **ANTI-0** per identificare muoni dell'alone del fascio
- Seconda stazione di **HASC** per aumentare la reiezione dei fotoni (conversione dei fotoni nella pipe del RICH)

NEW in 2023

- **CEDAR-H** : riduzione del materiale lungo la linea del fascio (**H₂ 0.7% X_0 vs N₂ 3.9 X_0**)
- **L0TP+** : maggiore flessibilità algoritmi di trigger e aumento bandwidth di output

Run 2023:

150 giorni (25-30% in meno del 2022 e del previsto per ridurre costo energia)

Kaon Physics

- $\pi\nu\nu$ a intensità nominale
- in parallelo trigger per rare decays e neutrini taggati
- ottimizzazione del downscaling dei trigger non- $\pi\nu\nu$ grazie a CEDAR-H e L0TP+

Dump mode

- circa 2 settimane di presa dati a fine luglio 2023
- x1.5 intensità nominale
- configurazione come nel 2021:
rimozione delle targhetta, chiusura della Tax, muon sweapers

In parallelo studi di fattibilità e R&D per HIKE:

possibile esperimento con fasci di K a altissima intensità al SPS:

$K^+ - K_L - \text{Dump}$

(LoI [CERN-SPSC-2022-031 / SPSC-I-257](#) 07/11/2022)



ANAGRAFICA NA62 2024		%	LHCB	ALTRO
Anzivino	Prof. Associato	70	30	
Brizioli	Ricercatore	0	0	Fellow al Cern dal 1/6/23 al 30/6/24
Cenci	Dir. Ricerca	70	30	
Duk	Ricercatore	30	70	
Falaleev	Ric. Straniero Senior	0	0	non contato nelle richieste finanziarie
Lubrano	Dir. Ricerca	50	0	27% CSN2, 20% INTERTWIN, 3% PNRR
Pepe	Dir. Ricerca	70	30	
Piccini	Primo Ricercatore	30	70	
TOTALE FTE		3,2	4,3	

Anche per il 2024 Brizioli non è incluso nelle richieste perché non entra nella «foto di luglio 2023»

TOTALE NA62 3.2 FTE

The NA62/LHCb-PG Family



NA62 - M. Pepe

CDS 18/07/23



RESPONSABILITA' DI COLLABORAZIONE

- Project Leader CHOD ([Brizioli-Duk](#))
- Co-Project Leader RICH ([Piccini](#))
- Run Coordinator ([Duk](#))
- Co-Convener **analisi $\pi\nu\nu$** ([Brizioli](#))
- Co-Convener **Data Quality/Data Preparation** ([Brizioli](#))
- Co-responsabilità DCS ([Falaleev](#))
- Membro Editorial Board ([Brizioli](#))

NB:

Le responsabilità di Francesco sono mantenute durante il Fellow al CERN

RUN 2023: 22 settimane di presa dati (1/5 – 27/9)

RUN 2024: 26 settimane di presa dati previste

RIVELATORI:

- Co-responsabilità (con gruppo di Firenze) del mantenimento/funzionamento **RICH**
- Responsabilità del mantenimento e del funzionamento del **CHOD**
- Coordinamento misure di purezza del Krypton per il **Calorimetro e.m. LKr**
- Link person per il sistema criogenico del **Calorimetro e.m. LKr**

PRESA DATI

- Run coordinator (**Duk**)
- Esperti on-call per RICH e CHOD (**Anzivino, Brizioli, Cenci, Duk, Pepe, Piccini**)
- Esperto on-call per calorimetro a LKr (**Brizioli**)
- Detector Data Quality expert RICH e CHOD (**Anzivino, Brizioli, Cenci, Duk, Pepe, Piccini**)
- Physics Data Quality expert (**Brizioli, Lubrano**)
- DCS intero esperimento (**Falaleev**)
- DCS di RICH e CHOD (**Duk**)
- Turni di presa dati (**tutti**)

SOFTWARE:

- Responsabilità MC, Software Problem-Solving, Calibrazioni CHOD ([Piccini](#))
- Responsabilità MC del RICH ([Piccini](#))
- Co-responsabilità della ricostruzione del RICH ([Brizioli](#))
- Allineamento degli specchi del RICH ([Duk](#))
- Data Quality e data preparation di tutto l'esperimento ([Brizioli](#))

Attività legate ai ruoli di Convener del DQ o Project leader di rivelatore

ANALISI DATI:

- Analisi $\pi\nu\nu$ dati Run2: ([Brizioli](#))
- Sensibilità $\pi\nu\nu$ in HIKE PHASE-1 ([Brizioli](#))
- Finalizzazione analisi ricerca di Light Scalar nel decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+ S$ con $S \rightarrow \mu^+ \mu^-$ ([Duk](#))
→ Nota interna [NA62-23-03](#) e articolo in preparazione
- Finalizzazione analisi BR e violazione di T in $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu \gamma$ ($Ke3\gamma$) ([Brizioli](#))
→ Articolo sottomesso a JHEP [[arXiv: 2304.12271 \[hep-ex\]](#)] (2023)

Nuove analisi nel 2024 una volta pubblicate quelle in corso, oltre agli studi di ottimizzazione dell'analisi del canale principale.

ALTRE ATTIVITA'

- **Brizioli** : membro del Comitato Scientifico del Workshop Italiano WIFAI sulla Fisica ad Alta Intensità
- **Pepe** : membro CERN-LHC Resources Scrutiny Group (2022-2023, rinnovato 2024-2025)

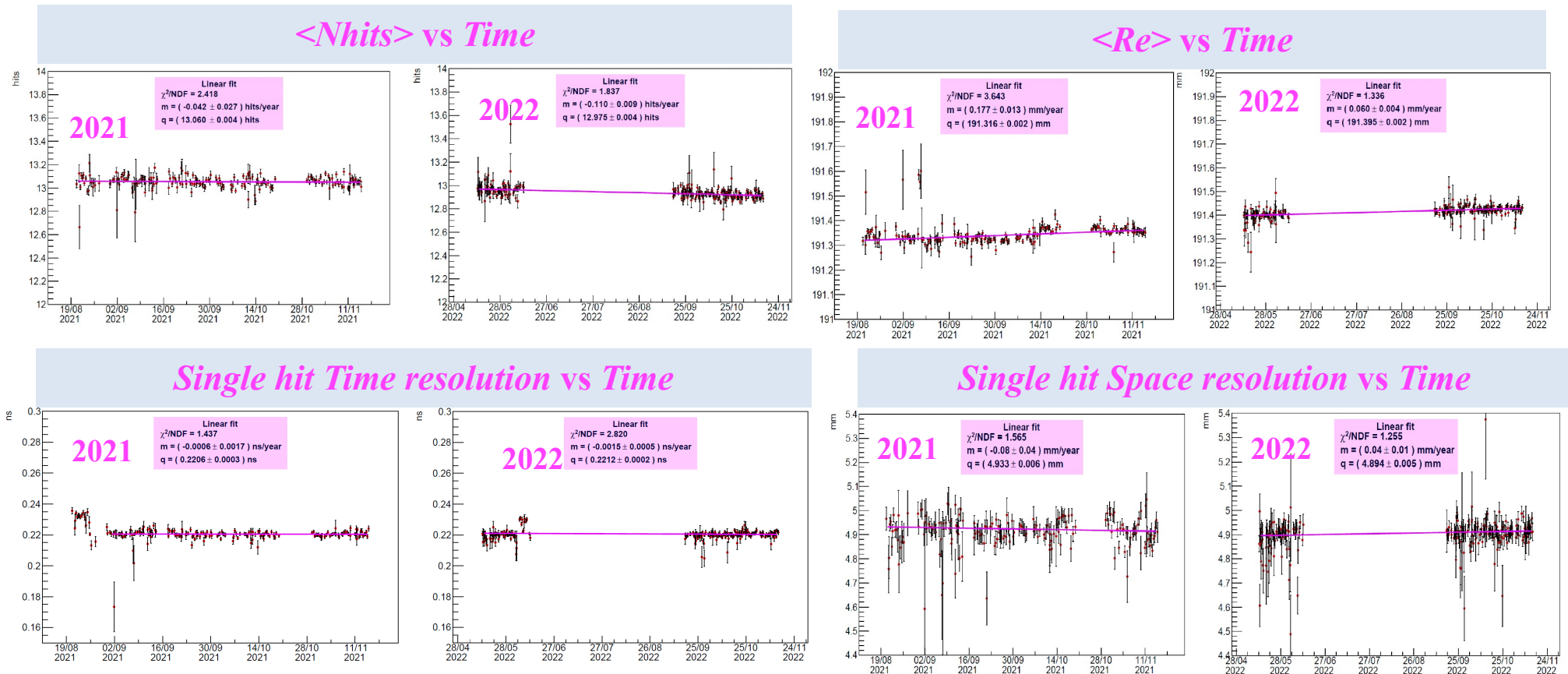
PRESENTAZIONI a CONFERENZE

- LHCP 2023: **Duk**
- LP 2023: **Brizioli**
- Rencontres du Vietnam 2023: **Pepe**
- Organizzazione Workshop WIFAI (Roma Tre a Novembre) **Brizioli**
- IEEE : abstract accettato "**High level performance of the NA62 RICH detector in RUN2**"
-

Tesi Triennali 2023:

- **Chiara Silvia Codovini** (relatori **G. Anzivino** e **F. Brizioli**)
Identificazione di K^+ con il RICH di NA62
(Febbraio 2023)

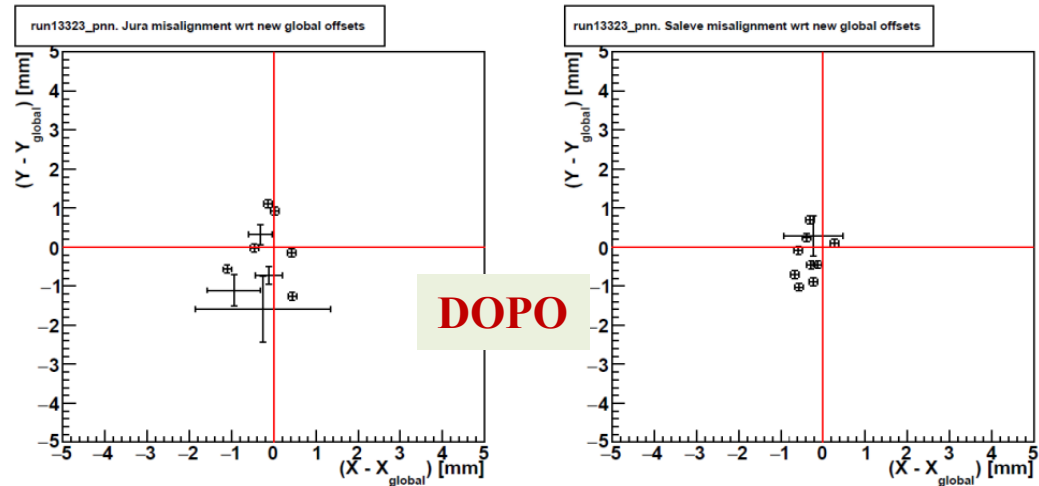
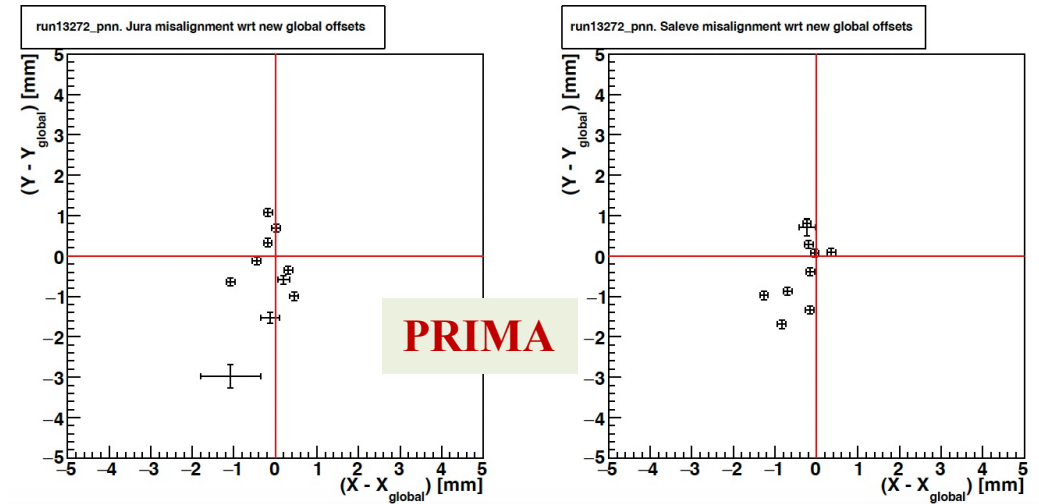
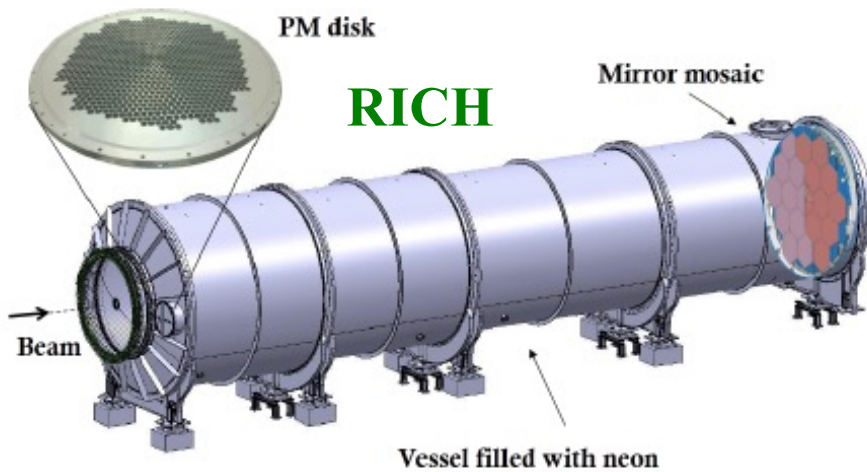
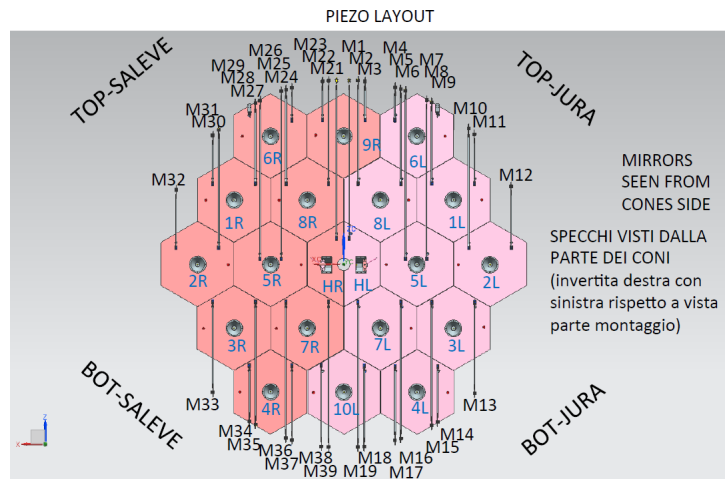
RICH: Prestazioni di base in RUN2 (2021-2022):



➤ **Stabile** → la dipendenza dei principali parametri che misurano le prestazioni di base del RICH in funzione del tempo è in linea con gli andamenti misurati negli anni di RUN1

RICH: Allineamento degli specchi nel Run 2023 (V. Duk):

- Sei specchi mossi nel 2023 per migliorare la risoluzione nell'angolo Cerenkov:

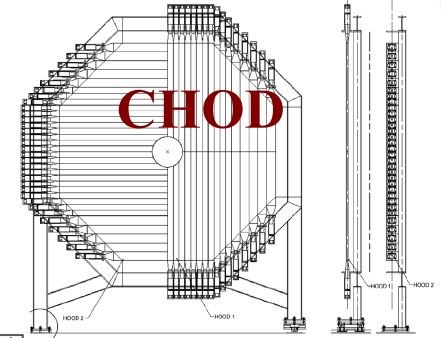


Nota: risoluzione spaziale (4.7 mm) dominata dalla dimensione dei PM

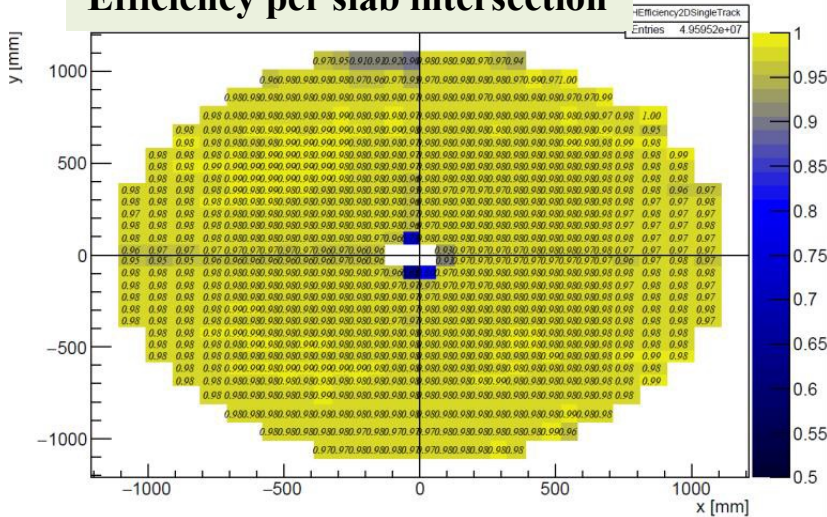
RISULTATO

- Specchi allineati entro 1.5 mm
- Non sarà necessario ulteriore allineamento

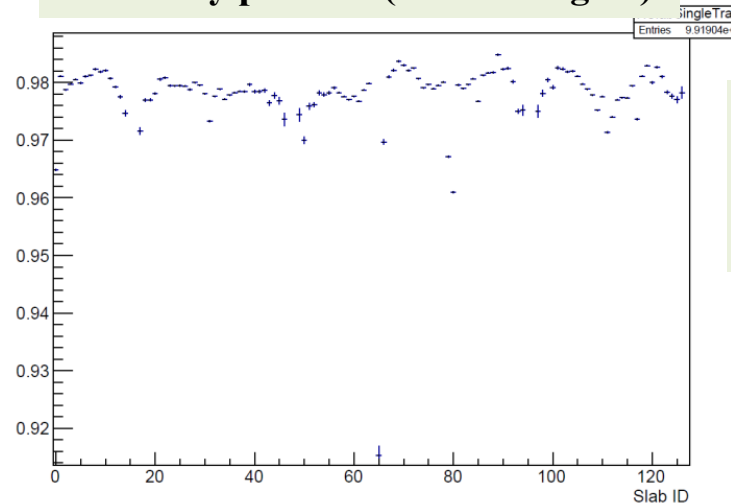
- 2 piani di scintillatori (V e H), 64 slabs per piano
- Misura del tempo delle tracce
- Minimum bias trigger



Efficiency per slab intersection

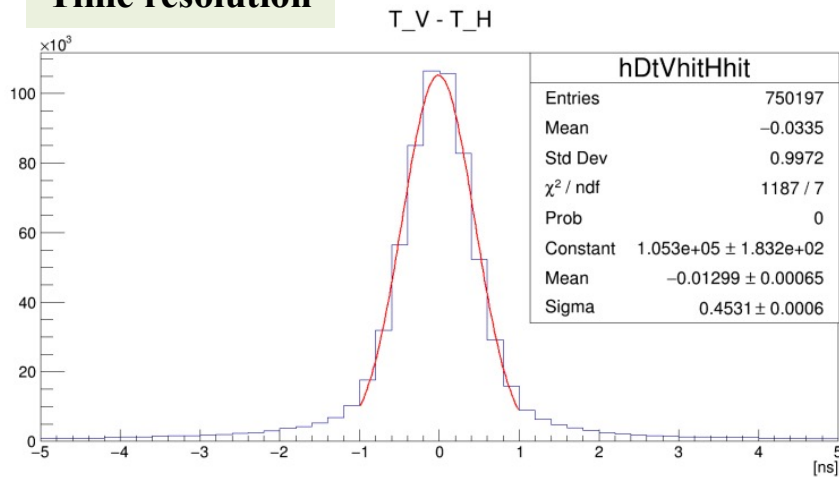


Efficiency per slab (traccia singola)



$\epsilon = 97-98\%$
Uniforme su tutto il rivelatore

Time resolution



$$\sigma_t^{CHOD} = \frac{\sigma_{(t_V - t_H)}}{2} \simeq \frac{453 \text{ ps}}{2} \simeq 230 \text{ ps}$$

- Misure standalone
- T_V e T_H : tempo di ogni hit
- Correzioni temporali a T_V , T_H : posizione, slewing
- $T_{CHOD} = 0.5 * (T_V + T_H)$

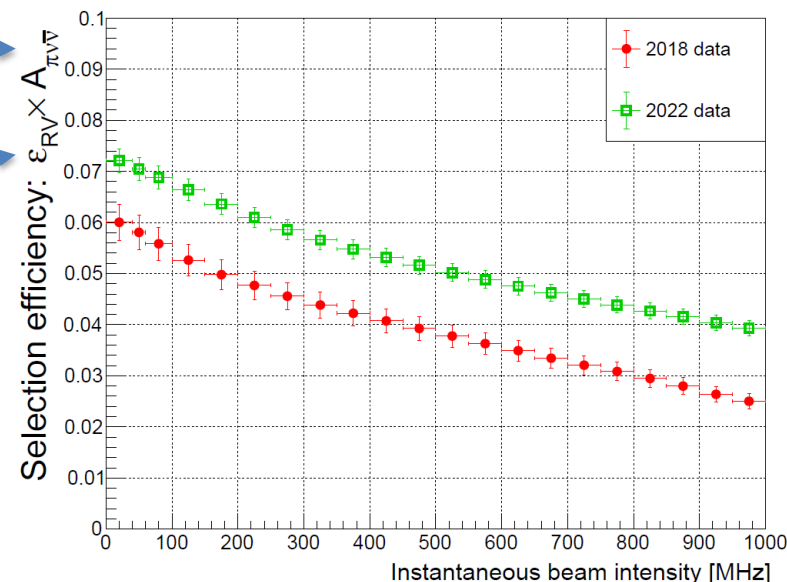
➤ **Ottimizzazione della selezione:**

aumento accettazione segnale wrt 2018 ($\times 1.2$)

➤ **Miglioramento reiezione Random Veto:**

Compensazione degli effetti della maggiore intensità

L'aumento di intensità wrt 2018 porta a una diminuzione delle efficienze di ricostruzione ($\times 0.95$) e di trigger ($\times 0.9$)



Aumento di ~47% di $\pi\nu\bar{\nu}$ /burst wrt 2018

$1.45 \times 1.2 \times 0.95 \times 0.9 = 1.49$

Intensità
Selezione
Ricostruzione
Trigger

Numero di eventi attesi nella regione di segnale

PROCESS	2022	2018	
$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$	0.82 ± 0.03	0.75 ± 0.05	} Data - driven
$K^+ \rightarrow \mu^+ \nu$	0.74 ± 0.06	0.64 ± 0.08	
$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$	0.09 ± 0.02	0.22 ± 0.08	→ Data + MC
$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ \nu$	0.31 ± 0.16	0.51 ± 0.10	→ MC
Upstream	WIP	$3.30^{+0.98}_{-0.73}$	
$K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$	8.0 ± 1.1	7.58 ± 0.85	

- Normalizzazione: $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$
- Efficienza di Trigger ~ 0.9
- Errore:
 - sist. da norm. e trigger
 - parametrico da BR dello SM
- Signal / Kaon bkg = 4.0 ± 0.5
(3.6 ± 0.4 nel 2018)

Analisi coordinata da F. Brizioli

- Ulteriore ottimizzazione della selezione
- Test e eventuale implementazione di nuovo algoritmo di PID basato su NN
- Studio della variazione dell'upstream background con l'intensità
- Completamento dell'implementazione del VETO counter (fondamentale per U.B.)
- Procedura di stima dell'upstream background
- Studi con simulazioni dell'upstream background

- Inclusione dei dati 2021



**Nuovo risultato da dati 2021+2022 sperabilmente a fine 2023
o nei primi mesi del 2024 per le winter conferences**

Physics case (ChPT)

- misura del BR e parametro di T-Violation (T-odd observable ξ)

$$R_j = \frac{\mathcal{B}(K_{e3\gamma^j})}{\mathcal{B}(K_{e3})} = \frac{\mathcal{B}(K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu \gamma | E_\gamma^j, \theta_{e\gamma}^j)}{\mathcal{B}(K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu(\gamma))} \quad \xi = \frac{\vec{p}_\gamma \cdot (\vec{p}_e \times \vec{p}_\pi)}{(M_K \cdot c)^3}, \quad A_\xi = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-}$$

[arXiv:2304.12271](https://arxiv.org/abs/2304.12271) submitted to JHEP

F. Brizioli *corresponding author*

NA62 (dati 2017-2018)

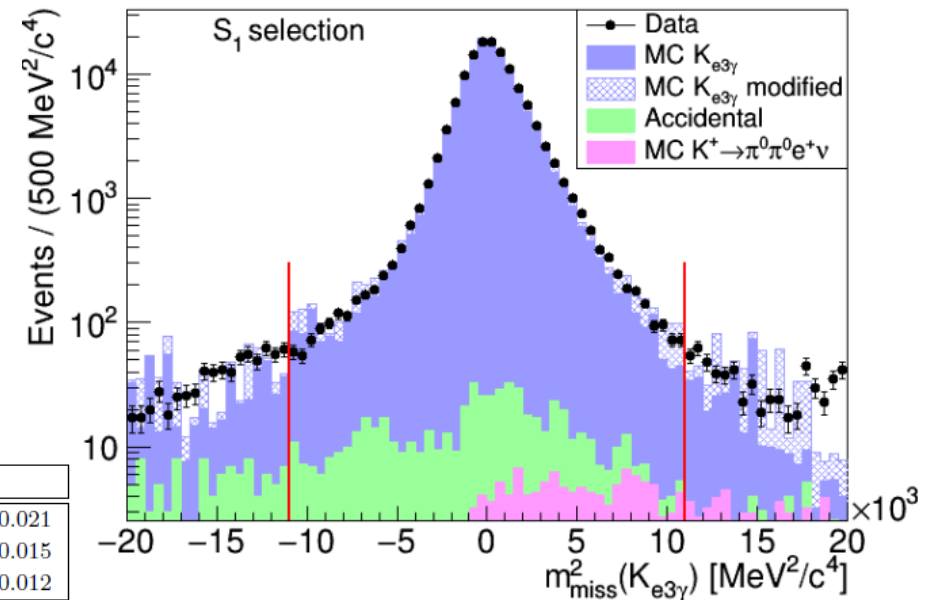
$$R_1 \times 10^2 = 1.715 \pm 0.005_{\text{stat}} \pm 0.010_{\text{syst}} = 1.715 \pm 0.011,$$

$$R_2 \times 10^2 = 0.609 \pm 0.003_{\text{stat}} \pm 0.006_{\text{syst}} = 0.609 \pm 0.006,$$

$$R_3 \times 10^2 = 0.533 \pm 0.003_{\text{stat}} \pm 0.004_{\text{syst}} = 0.533 \pm 0.004.$$

Stato dell'arte:

	$E_\gamma^j, \theta_{e\gamma}^j$	ChPT	ISTRA+	OKA
$R_1 \times 10^2$	$E_\gamma > 10 \text{ MeV}, \theta_{e\gamma} > 10^\circ$	1.804 ± 0.021	$1.81 \pm 0.03 \pm 0.07$	$1.990 \pm 0.017 \pm 0.021$
$R_2 \times 10^2$	$E_\gamma > 30 \text{ MeV}, \theta_{e\gamma} > 20^\circ$	0.640 ± 0.008	$0.63 \pm 0.02 \pm 0.03$	$0.587 \pm 0.010 \pm 0.015$
$R_3 \times 10^2$	$E_\gamma > 10 \text{ MeV}, 0.6 < \cos \theta_{e\gamma} < 0.9$	0.559 ± 0.006	$0.47 \pm 0.02 \pm 0.03$	$0.532 \pm 0.010 \pm 0.012$



1.3×10^5 candidati segnale con contaminazione di fondo < 1%

- Precisione relativa su $R_j \leq 1\%$
- Miglioramento di un fattore >2 su misure precedenti
- Discrepanza $O(3\sigma)$ dalle previsioni

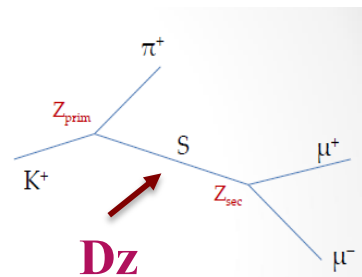
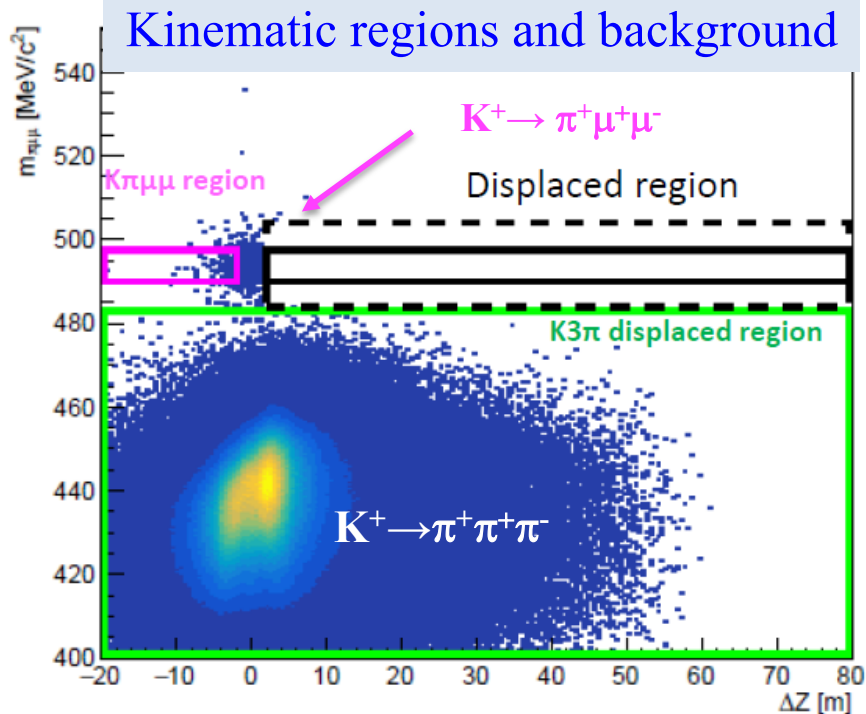
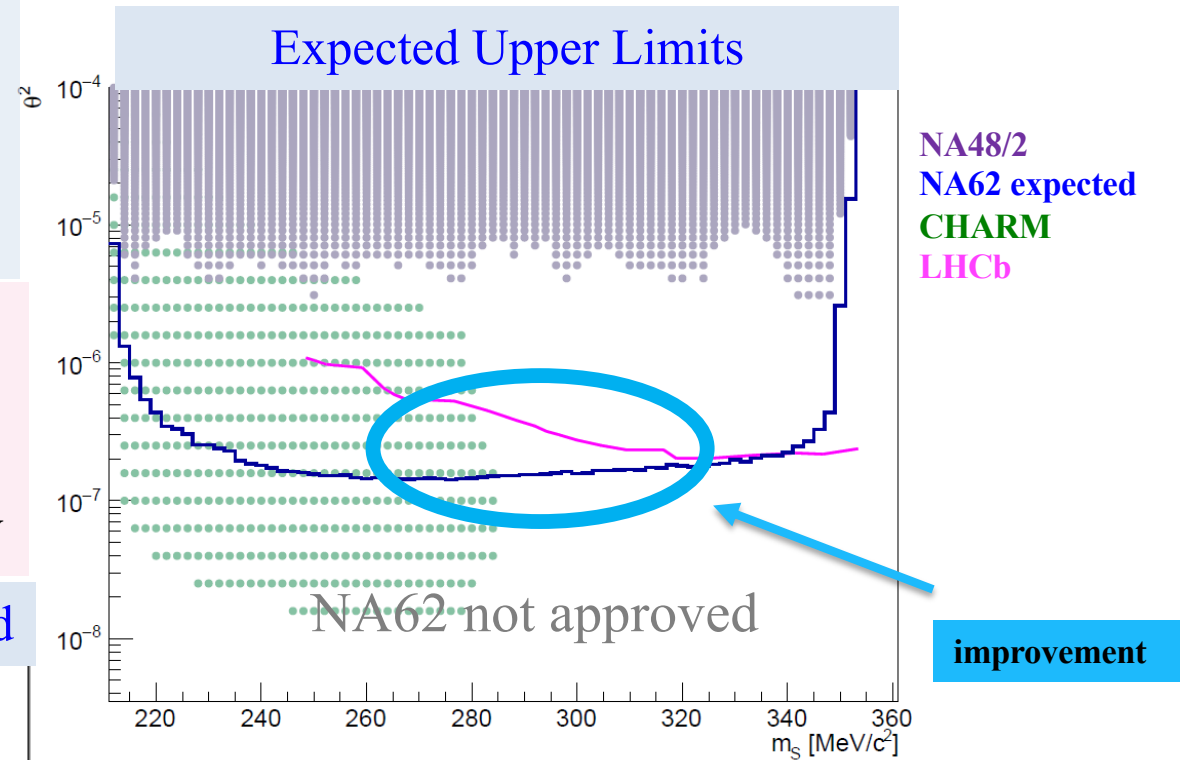
- Misura più precisa di ξ compatibile con l'assenza di T-asymmetry

		S_1	S_2	S_3
$A_\xi^{\text{Data}} \times 10^3$		$1.9 \pm 2.8_{\text{stat}}$	$1.3 \pm 4.3_{\text{stat}}$	$-6.2 \pm 5.1_{\text{stat}}$
$A_\xi^{\text{MC}} \times 10^3$		$3.1 \pm 1.9_{\text{syst}}$	$4.8 \pm 3.0_{\text{syst}}$	$3.0 \pm 3.5_{\text{syst}}$
$A_\xi^{\text{NA62}} \times 10^3$		$-1.2 \pm 2.8_{\text{stat}} \pm 1.9_{\text{syst}}$	$-3.4 \pm 4.3_{\text{stat}} \pm 3.0_{\text{syst}}$	$-9.1 \pm 5.1_{\text{stat}} \pm 3.5_{\text{syst}}$
$A_\xi^{\text{OKA}} \times 10^3$		$-0.1 \pm 3.9_{\text{stat}} \pm 1.7_{\text{syst}}$	$7.0 \pm 8.1_{\text{stat}} \pm 1.5_{\text{syst}}$	$-4.4 \pm 7.9_{\text{stat}} \pm 1.9_{\text{syst}}$

GOALS

- Limiti model-independent per varie $m_s \tau_s$ su $BR(K^+ \rightarrow \pi^+ S) \times (S \rightarrow \mu^+ \mu^-)$
- Regioni di esclusione model-dependent nel piano (θ^2, m)

- Prompt + Displaced vertex approach;
 - ➔ Completa copertura di lifetime
- regione Displaced quasi background-free
- Analisi BLIND in :
 - $Dz > 2000$ mm ; $484 < M(\pi\mu\mu) < 504$ MeV



NA62 dati 2016-2018

- Miglioramento nel range di massa 285-340 MeV
- Nota interna NA62-23-03
- Discussione in corso con referees per pubblicazione articolo

In stretta sinergia con le attività per l'upgrade del RICH di LHCb

Test in laboratorio:

- Utilizzo di Oscilloscopio di Sezione e Laser acquistato a fine 2022 (con anticipi del 2023).
- I campioni di SiPM e nuovi fototubi attualmente a disposizione del gruppo sono sufficienti per i test di risoluzione temporale previsti nel 2023.



Stiamo valutando se acquistare con l'assegnato 2023 elettronica di alimentazione per SiPM o un nuovo sensore con eccellente risoluzione temporale (**Planacon di Photonis**)

➤ **Richieste finanziarie 2024 (sigla RD_FLAVOUR)**

3 kE per acquisto serie di sensori SiPM (Consumo):

nuovi campioni SiPM e la relativa elettronica di alimentazione/lettura per assemblare un piccolo array che permetta di avviare studi di risoluzione spaziale e cross-talk

➤ Richieste a **Servizi di Elettronica e Meccanica** → **vedi LHCb**

CAPITOLO	NOTE	RICHIESTA (k€)
MISSIONI	Missioni Interne (metabolismo 1k€*3.2 FTE)	3
	Missioni Estere (metabolismo riunioni Cern: 1m.u.*3.2 FTE) . 1 m.u.=3.95k€	13
	M.E. Run attività pre-run e post-run (2 persone x 2 settimane, 1 pre-run e 1 fine run = 1 m.u.)	4
1 m.u. 3.95 k€	M.E. Run 26 settimane: 62 turni da fair share ridotti a 10.4 "turni efficaci scalati per turni fatti da expert" (4turni a settimana = 2.6 settimane)	2,5
	M.E. Run 26 settimane: turni esperto on-call (RICH: 50%=13 sett., CHOD: 100%=26 sett.)	38,5
	M.E. Run coordinator (1 persona x 4 settimane = 1 m.u.)	4
	M.E. attività extra run (1 m.u. controllo e manutenzione apparato: TDAQ RICH+CHOD, HV+FE CHOD, 2 settimane CHOD e 1 RICH)	3
	M.E. Co-Project Leader CHOD (Duk 0.5 m.u.)	2
	M.E. Co-Project Leader RICH (Piccini 0.5 m.u.)	2
TOT MISSIONI		72
CONSUMO	Metabolismo (metabolismo 1.5k€*3.2 FTE)	5
	Consumo per manutenzione RICH-TDAQ	3
	Serie di sensori SIPM + elettronica relativa per R&D RICH ugrade	3
TOT CONSUMO		11
TOTALE RICHIESTE		83

Richieste per 3.2 FTE

Richieste uniformi per tutti i gruppi italiani di NA62 seguendo schema concordato con il RN e i Referees

Riunione NA62-Italia e Referees il 28 luglio

Richieste in Dot.1

M.Pepe membro RRB Scrutiny Group (rinnovo per biennio 2024-2025)

Nessuna richiesta Servizi

Nessuna richiesta risorse

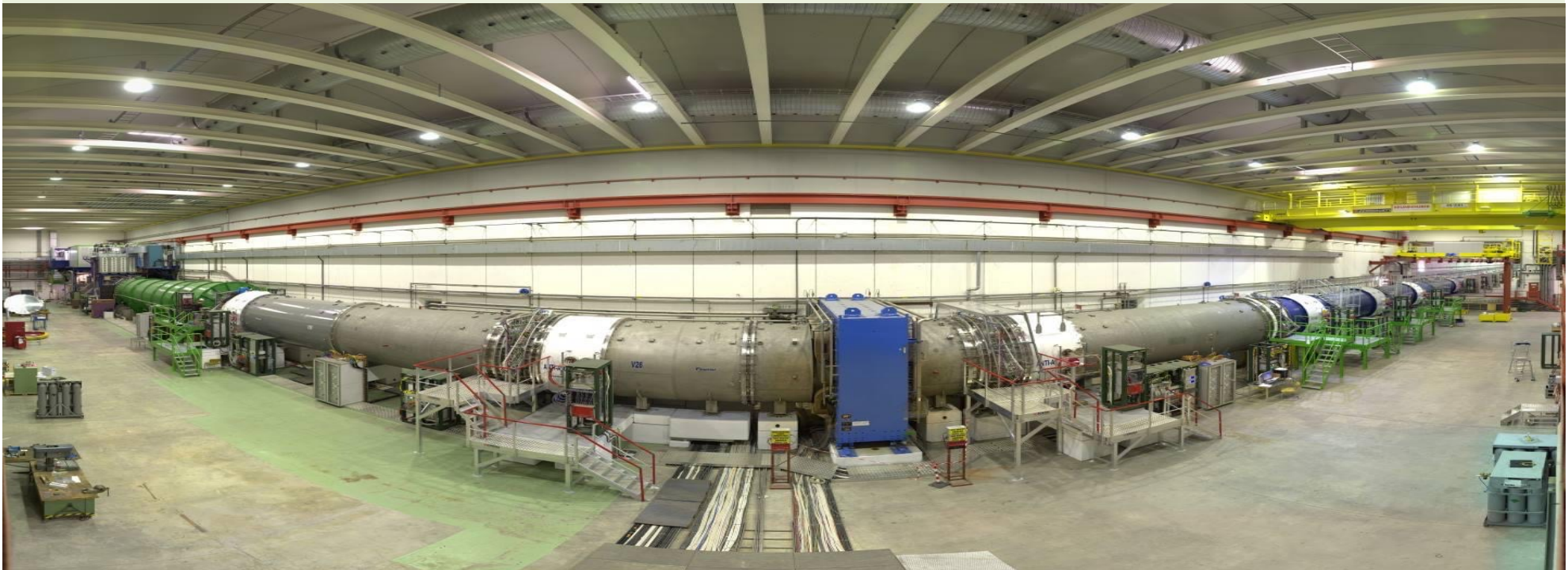
Dalla presentazione al SPSC di Maggio 2023:

RUN 2

- ❖ Feebly interacting particles searches

RUN 1

- ❖ Precision measurements: LFUV, Chiral parameters
- ❖ NP direct search: forbidden LNV, LFV kaon decays



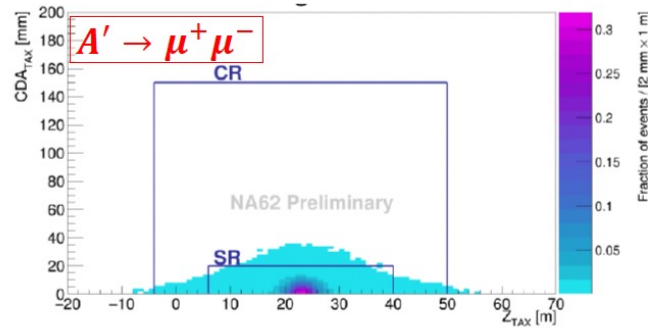
Dark Photon Search $A' \rightarrow l^+ l^-$ (RUN2)

Theory: SM extension in the framework of feebly interacting particle models (FIPs)

NA62: Data taken in dump mode in **2021**, exploitation of beam optimization and ANTI0 $\Rightarrow (1.4 \pm 0.3) \times 10^{17}$ PoT

Analysis: 2 channels $\mu^+ \mu^-$, $e^+ e^-$; reconstructed A' compatible with production in dump; blind procedure

Expected Signal

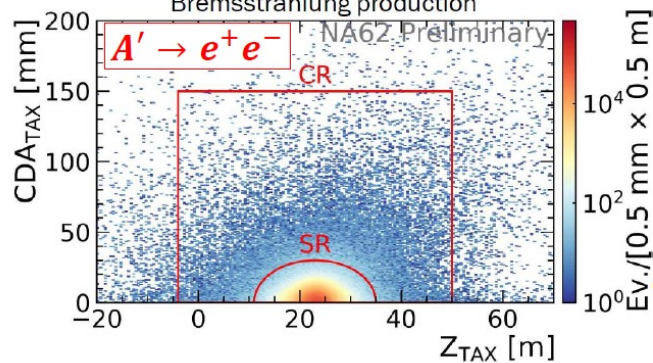


Expected background

Random time superposition of two uncorrelated muons; data-driven estimation

$$0.016 \pm 0.002$$

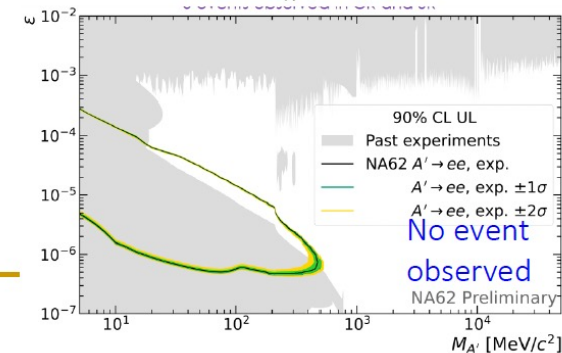
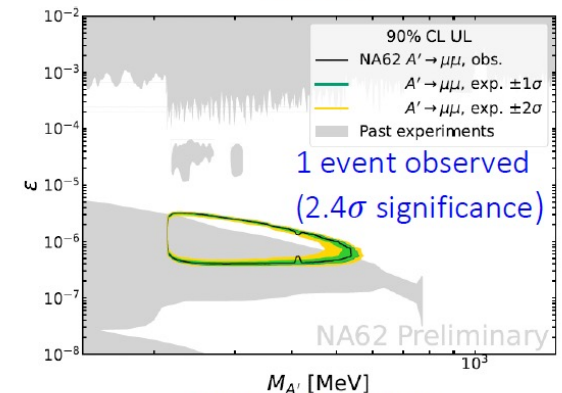
Bremsstrahlung production



Secondaries of particle's interactions with traversed material ("prompt"); MC-data estimation

$$0.0094^{+0.049}_{-0.009} @ 90\% \text{ CL}$$

Result



Search for Dark Photon decays to $\mu^+ \mu^-$ at NA62 arXiv2303.08666 submitted to JHEP

$K^+ \rightarrow \pi^+ l^+ l^-$ Precision measurement

Form factors (FF)

Theory: $d\Gamma/dz \propto G_F M_K^2 (a + bz) + W^{\pi\pi}(z)$ [$z = m(l^+l^-)^2/M_K^2$] Lepton universality: same a, b for $l = e, \mu$

Goal: Measurement of FF and $BR(K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-)$

Analysis: Data RUN 1, almost background-free selection
normalization $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$
 a, b from fit $d\Gamma/dz$

$N_{obs} = 27679$

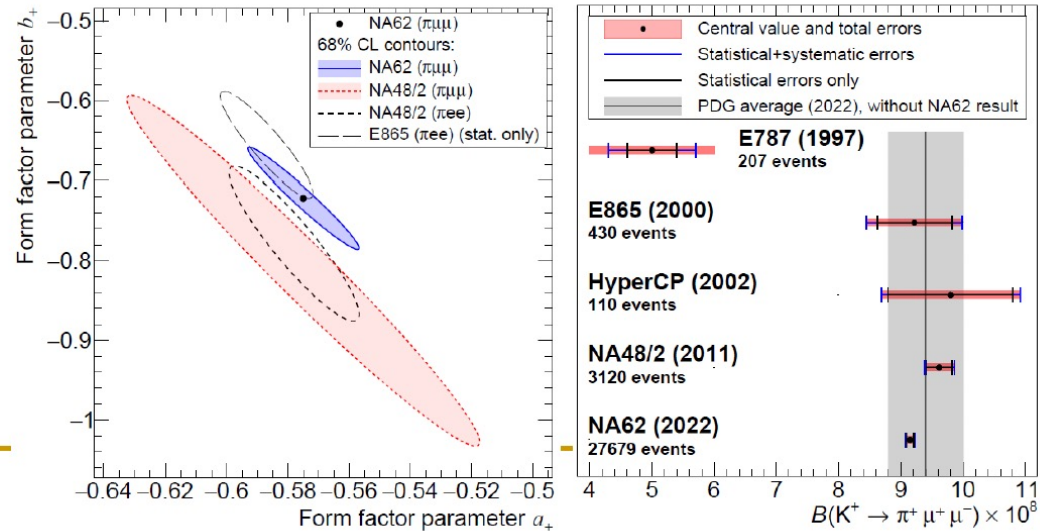
JHEP11(2022)011

$a_+ = -0.575 \pm 0.013$

$b_+ = -0.722 \pm 0.043$

$BR(K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-) = (9.15 \pm 0.08) \times 10^{-8}$

	δa_+	δb_+	$\delta \mathcal{B}_{\pi\mu\mu} \times 10^8$
Statistical uncertainty	0.012	0.040	0.06
Trigger efficiency	0.002	0.008	0.02
Reconstruction and particle identification	0.002	0.007	0.02
Size of the simulated $K_{\pi\mu\mu}$ sample	0.002	0.007	0.01
Beam and accidental activity simulation	0.001	0.002	0.01
Background	0.001	0.001	—
Total systematic uncertainty	0.003	0.013	0.03
$K_{3\pi}$ branching fraction	0.001	0.003	0.04
$K_{\pi\mu\mu}$ radiative corrections	0.003	0.009	0.01
Parameters α_+ and β_+	0.001	0.006	—
Total external uncertainty	0.003	0.011	0.04



10/05/2023

$K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ Precision measurement

Theory: Test of Chiral Perturbation Theory, $d\Gamma/(dydz)$ depends on the chiral parameter \hat{c} [$z = m(\gamma\gamma)^2/M_K^2$
[$y = p_K(p_{\gamma 1} - p_{\gamma 2})/M_K^2$]

Goal: Measurement of $BR(K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma)$ and \hat{c}

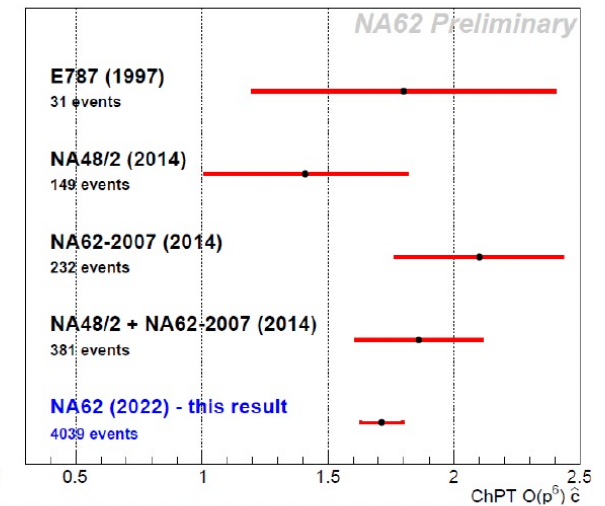
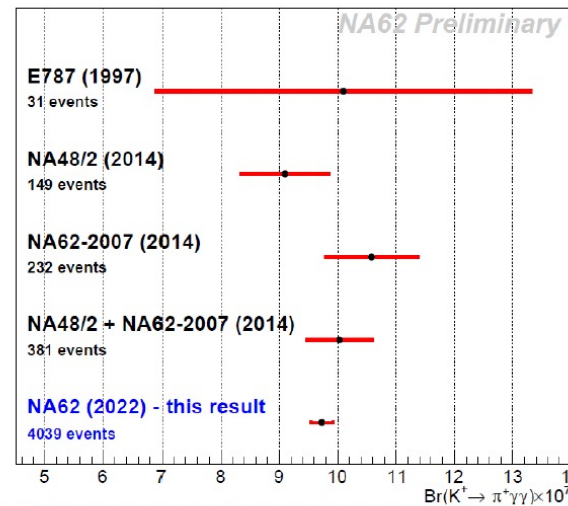
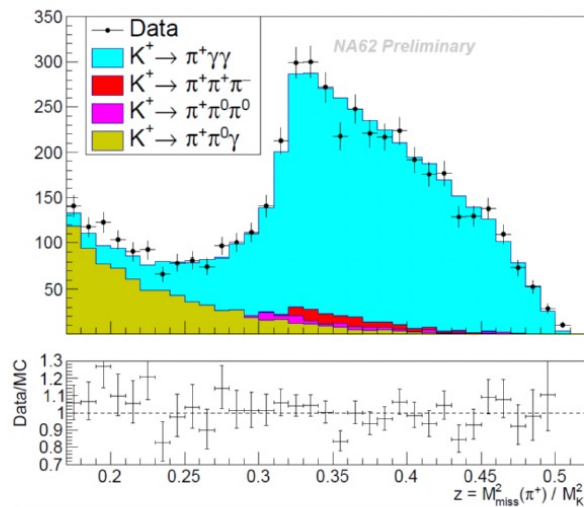
Analysis: Data RUN 1, $\sim 10\%$ background normalization $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$
 \hat{c} from $d\Gamma/(dydz)$

KAON2022

$$N_{obs} = 4039 \quad N_{bkg} = 393 \pm 20$$

$$\hat{c} = 1.713 \pm 0.075_{stat} \pm 0.037_{syst}$$

$$BR(K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma) = (9.73 \pm 0.17_{stat} \pm 0.08_{syst}) \times 10^{-7}$$



LNV and LFV decays in RUN1

Theory: decays forbidden by SM because violate Lepton number and/or flavour
direct search of NP: Majorana neutrino (LNV), Leptonquark (LFV)

NA62: Run1 data; several channels studied

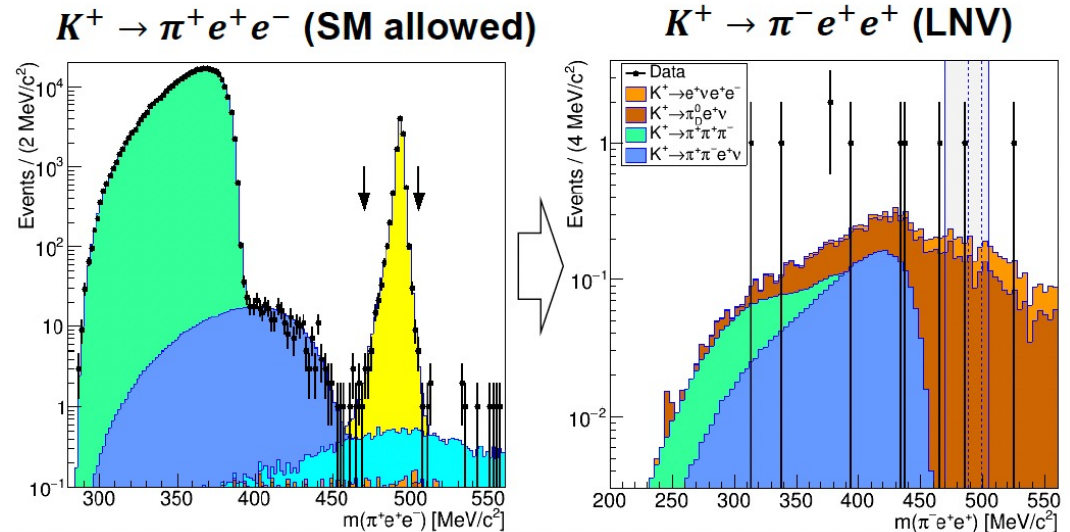
Analysis: Most recent results (90% CL)

- $K^+ \rightarrow \pi^- \mu^+ \mu^+$
- $K^+ \rightarrow \mu^- \nu e^+ e^+$
- $K^+ \rightarrow \pi^- e^+ e^+$
- $K^+ \rightarrow \pi^- \pi^0 e^+ e^+$
- $K^+ \rightarrow \pi^\mp \mu^\pm e^+$
- $\pi^0 \rightarrow \mu^- e^+$

$BR(K^+ \rightarrow \mu^- \nu e^+ e^+) < 8.1 \times 10^{-11}$ ($\times 4$ better)
PLB838(2022)137679

$BR(K^+ \rightarrow \pi^- e^+ e^+) < 5.3 \times 10^{-11}$ ($\times 200$ better)
PLB830(2022)137172

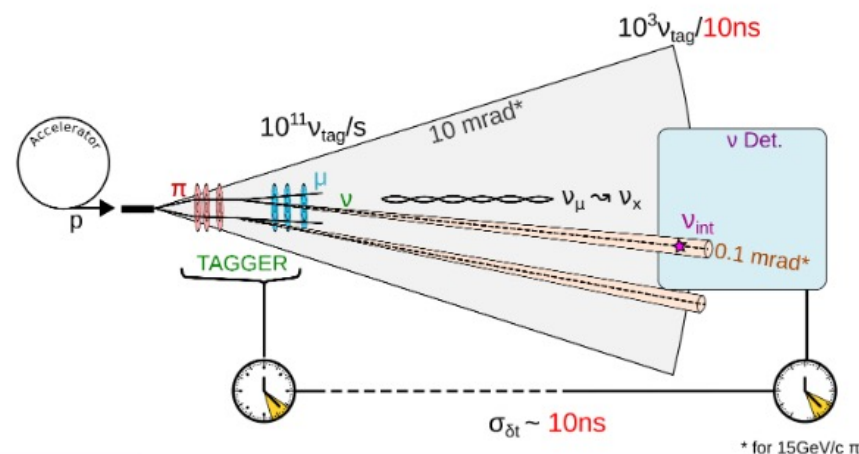
$BR(K^+ \rightarrow \pi^- \pi^0 e^+ e^+) < 8.5 \times 10^{-11}$ (first search)
PLB830(2022)137172



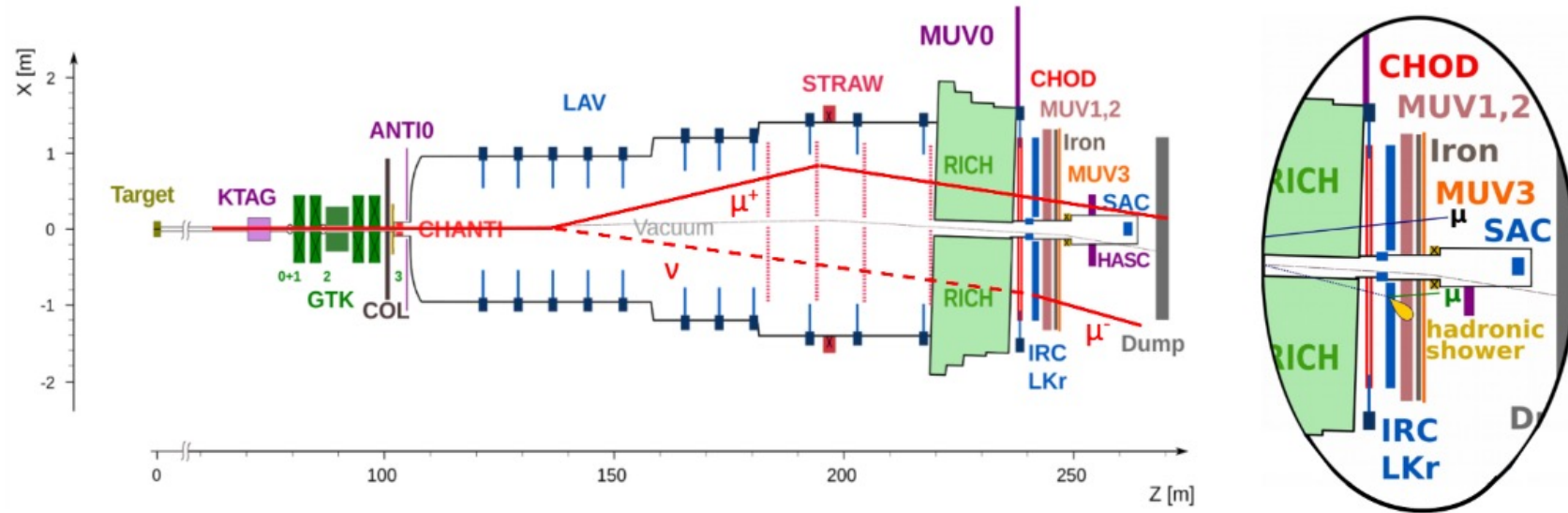
SPARES

Context: neutrino tagging

- Neutrino Tagging: method for **accelerator based neutrino experiments** that consists in instrumenting a beam line with silicon trackers
- each neutrino originating from a $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu$ decay can be reconstructed based on simple kinematic relations from the decay incoming and outgoing charged particles
- The neutrinos interacting in the neutrino detector can be unambiguously matched with one neutrino reconstructed by the tracker based on time and angular associations
- Main advantages:
 - improved energy resolution: one order of magnitude better than reconstruction based on neutrino interaction (DUNE, T2HK)
 - improved beam knowledge
- → reduce the systematic uncertainties in neutrino oscillation studies



Feasibility study at NA62



- NA62 data can be used to demonstrate the feasibility of this technique
- Goal: search for $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$ with the neutrino interacting in the calorimeters
- The neutrino interacts via a Charged Current interaction, that creates:
 - a second muon
 - an hadronic shower
- Trigger line deployed in 2018, refined in 2021 and 2022