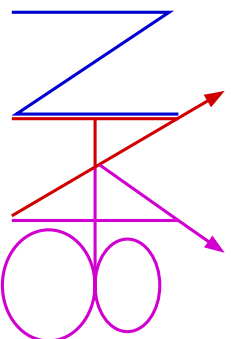


Stato dell'esperimento NA48

P. Cenci - INFN Perugia

10 settembre 2001

Gruppo I - Castel Gandolfo



Argomenti

- Stato del run 2001 e qualità dei dati
- Decadimenti rari in NA48 e prospettive
- Preparazione del run 2002

NA48: Cagliari Cambridge CERN Dubna Edinburgo Ferrara Firenze Mainz Orsay Perugia Pisa Saclay Siegen Torino Vienna Varsavia

Stato del run 2001

❖ DURATA: 12 luglio → 17 ottobre 2001

- ⇒ ultima presa dati per ϵ'/ϵ : raccogliere $\sim 1.5 \times 10^6$ $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0$
- ⇒ installate le 4 DCH ricostruite
- ⇒ inizio presa dati ritardato (riparazione filo rotto in DCH1)
- ⇒ dati per ϵ'/ϵ a partire dal 3 agosto

❖ PARAMETRI DEL FASCIO:

- ⇒ Energia dei protoni: 400 GeV (450 GeV nel 1999)
- ⇒ Ciclo dell'SPS: 5 s/16.8 s (2.36–2.58 s/14.4 s nel 1999)
- ⇒ Intensità: 2.3×10^{12} ppp sul bersaglio K_L

❖ MODIFICHE RISPETTO AL 1999:

- ⇒ nuove DCH
- ⇒ nuova beam pipe (Al, spessore 1mm)
- ⇒ online PCfarm potenziata (LKr r/o, event-building, software)

❖ QUALCHE DATO:

- ⇒ rate 2001/1999 misurato ~ 0.7
- ⇒ $\sim 30K$ eventi per burst (1999: 17K ev/bu)
- ⇒ data volume: ~ 350 Mbytes per burst (1999: 270 Mbytes/burst)
- ⇒ trasferimento dati: ~ 20 MBytes/s (~ 1999) (16.8 s vs 14.4 s spill)

Programma del run 2001

❖ PROGRAMMA SPERIMENTALE 2001:

⇒ dati ϵ'/ϵ : raccogliere $\sim 1.5 \times 10^6$ $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0$

⇒ run speciali per ϵ'/ϵ :

K_S soli: ~ 3 h/settimana (efficienza tagging, accidentali, in-time background, overflows ...)

K_L soli: ~ 1 h/15 giorni (effetti tagging, accidentali, eventi ad alto P_T ...)

η run: 10 h (4/9) (LKr)

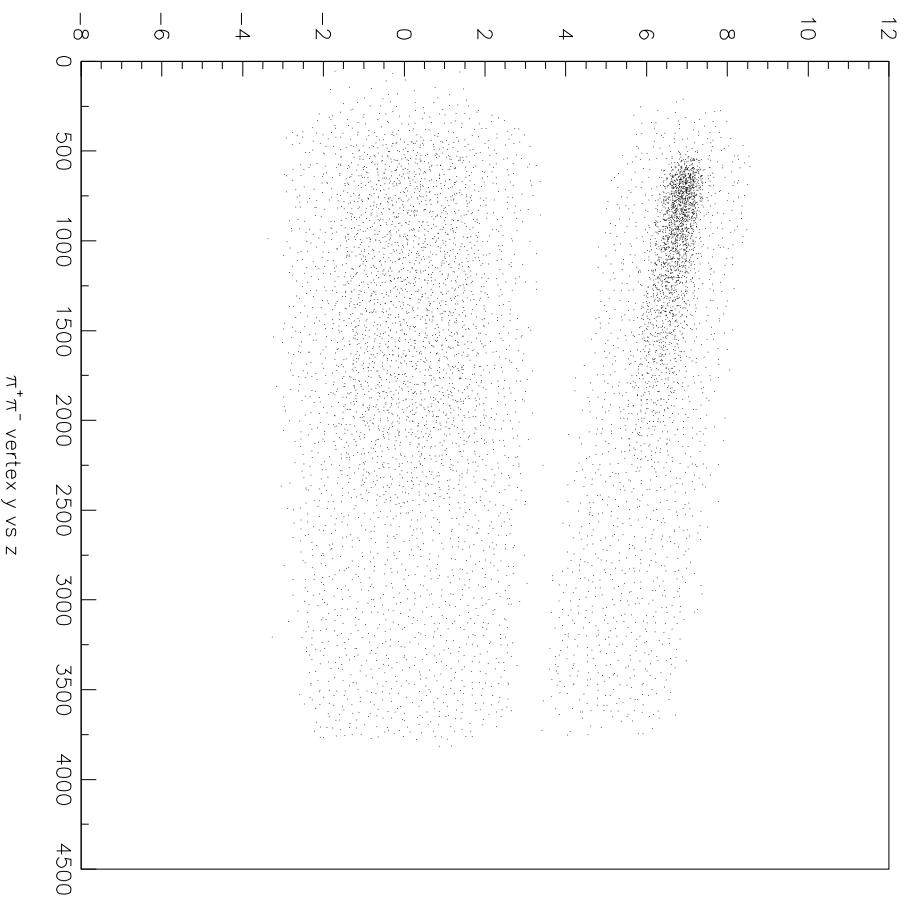
⇒ run speciali per proposte future:

K^+/K^- : 16 h (3/9) per misure di rates, studi di nuovi schemi di trigger ed efficienze nelle 4 combinazioni carica K/segno campo magnetico (8 h ulteriori se possibile)

K_S ad alta intensità: ≥ 48 h a fine run per misure di rates e test di configurazioni diverse di trigger

Le nuove DCH

Dati 2001: distribuzione della posizione verticale y vs posizione longitudinale z del vertice di decadimento



DCH: efficienza

Efficiencies

From online monitoring

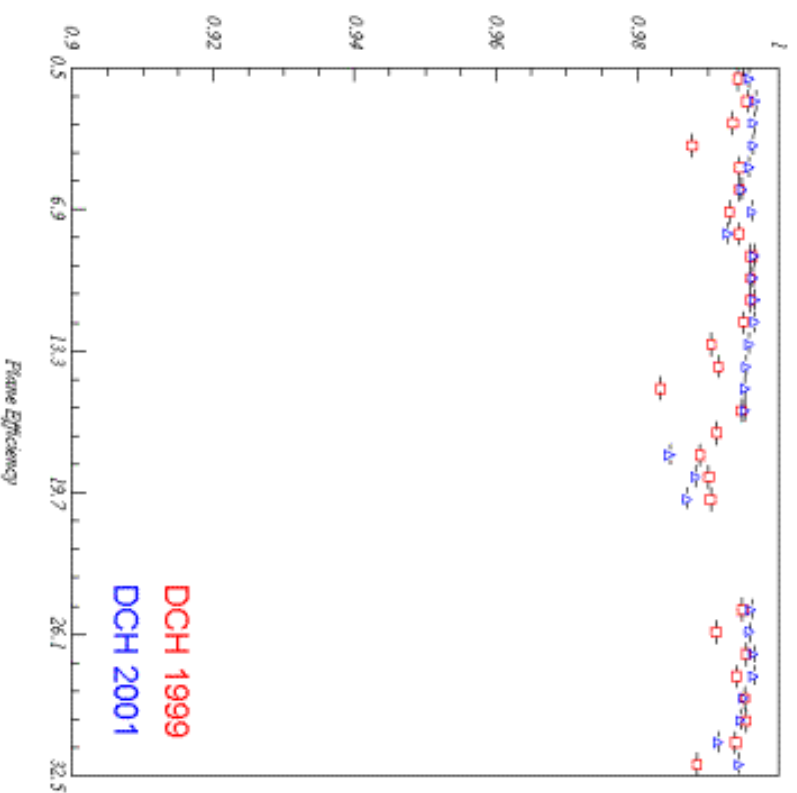
Global efficiencies per plane :

DCH1 : $\epsilon = 99.7 \%$

DCH2 : $\epsilon = 99.7 \%$

DCH4 : $\epsilon = 99.7 \%$

→ Slightly better than 1999



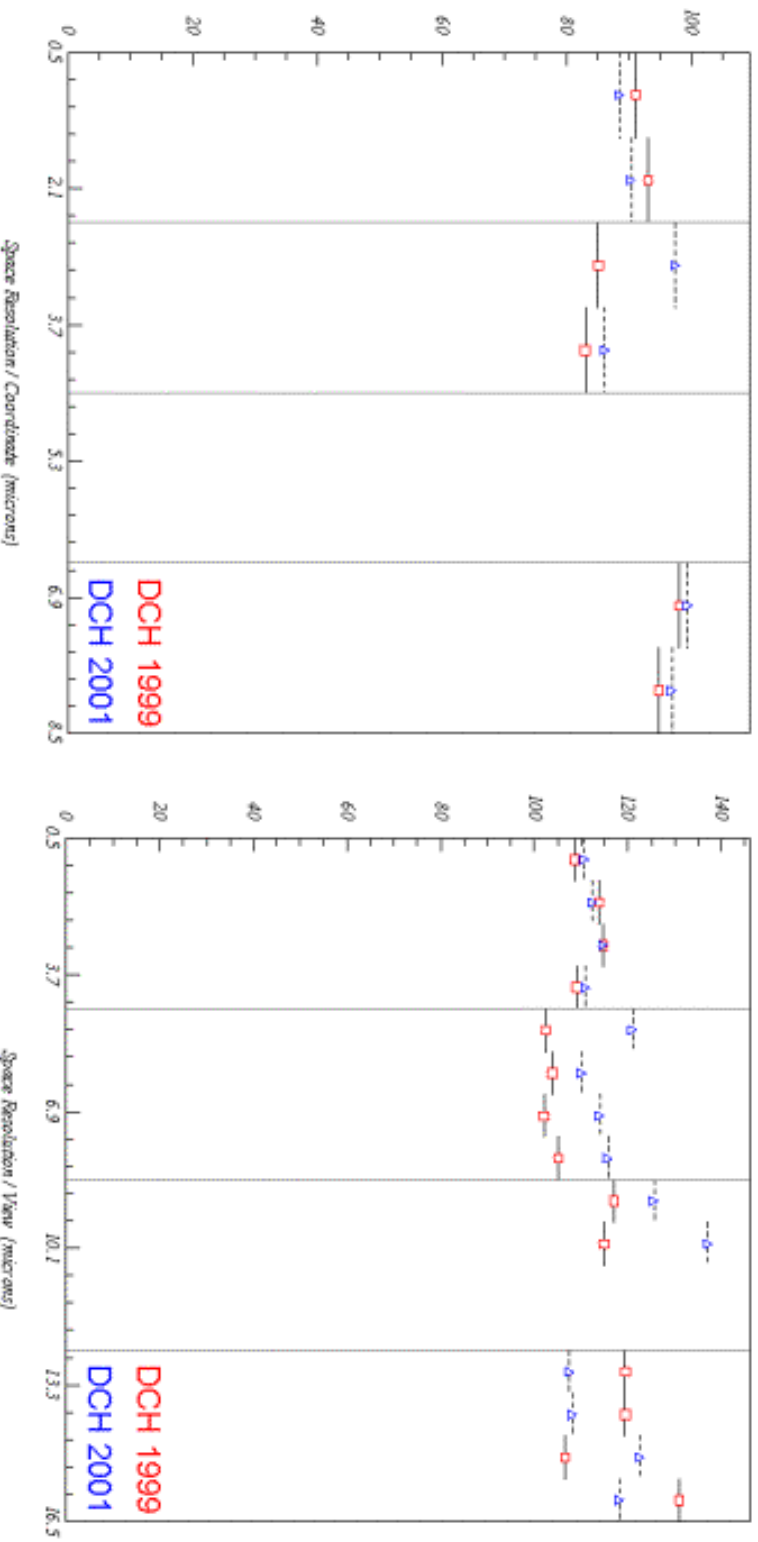
GOUGE Guillaume

10/08/01

2/21

DCH: risoluzione spaziale

Space resolutions



Global alignment performed by plane, but not wire by wire

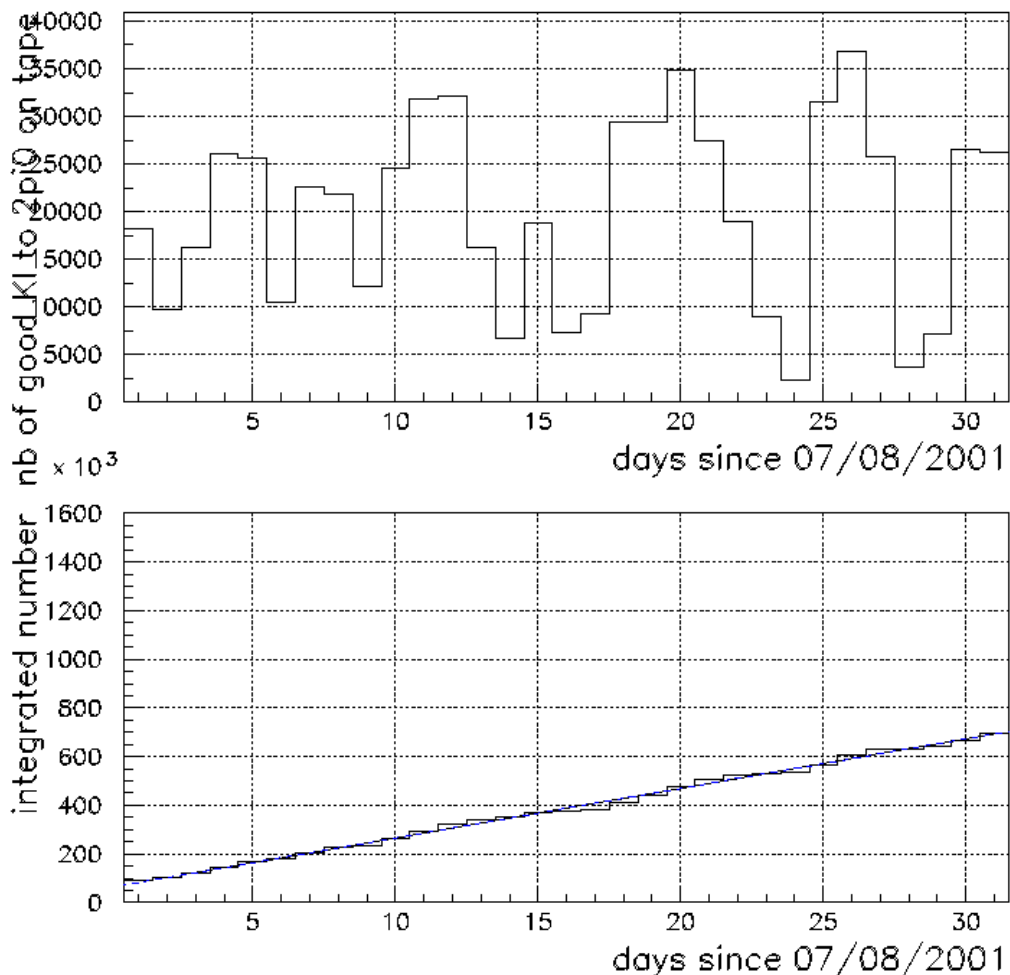
GOUGE Guillaume

10/08/01

4/21

Efficienza del run e statistica

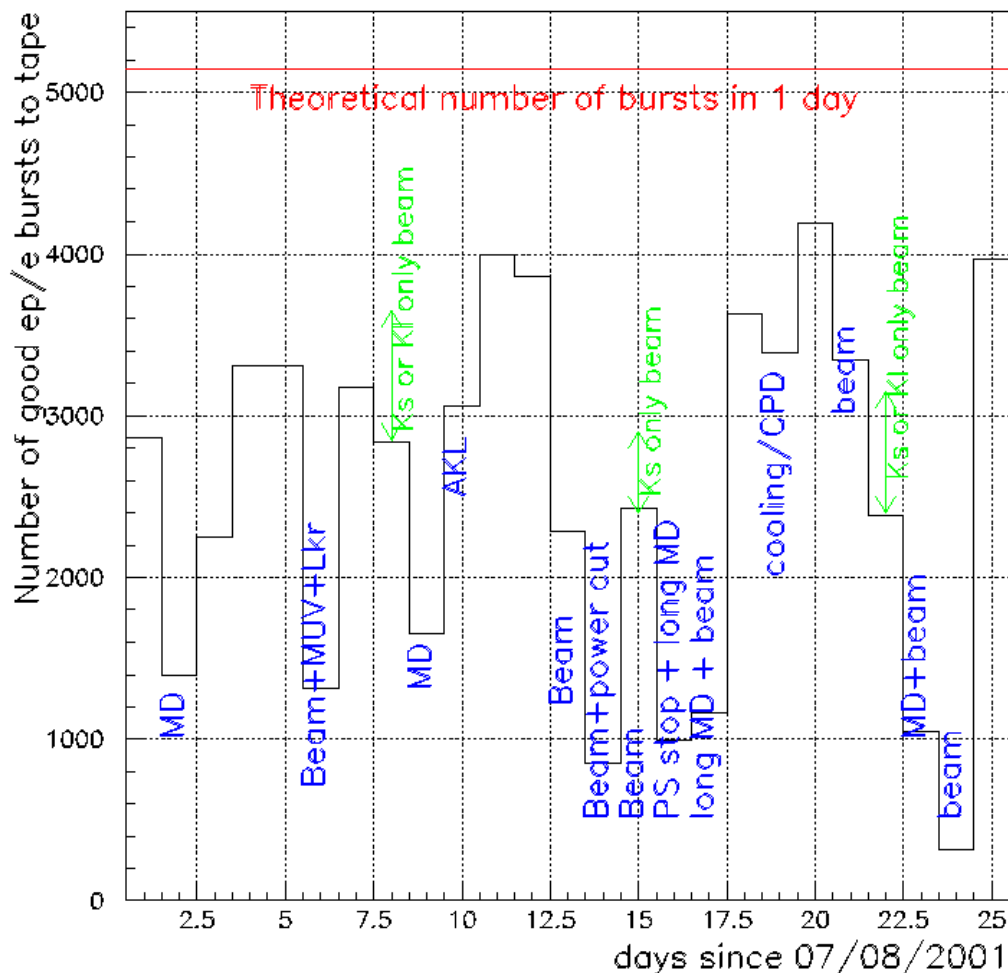
Efficienza globale del run e statistica dei candidati $\pi^0\pi^0$ in funzione del tempo



- ❖ efficienza globale SPS+NA48 attuale $\simeq 62\%$
- ❖ eventi ricostruiti in ~ 5 settimane di presa dati:
 $\sim 600 \times 10^3 K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$
- ❖ estrapolazione a fine run pari a quella prevista
 $\sim 1.5 \times 10^6 K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$ sotto le ipotesi di:
intensità nominale di fascio
mantenimento di alta efficienza

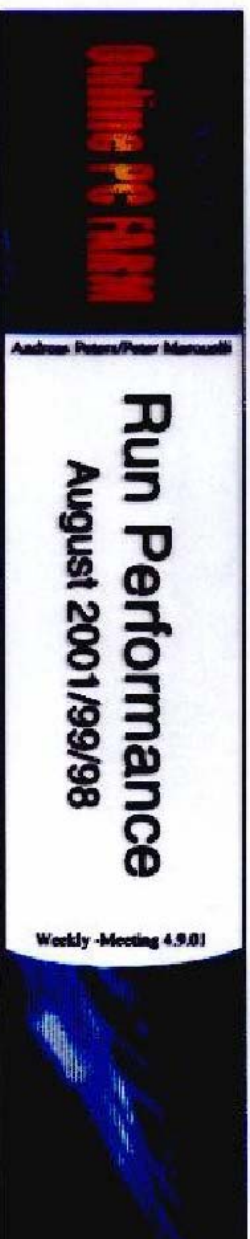
Efficienza del run

Numero di bursts buoni acquisiti in funzione
del tempo (~ 1 mese, intensità media:
 $\simeq 2.4 \times 10^{12}$ ppp sul bersaglio K_L)



Indicato il numero atteso di burst buoni e i
motivi delle inefficienze

Prestazioni del run



Year	Bursts	Events	π^+ -Trigger	π^0 -Trigger	TB
1998	91.6k	1.2×10^9	3.4×10^8	4.1×10^8	19
1999	124k	1.95×10^9	5.8×10^8	5.5×10^8	28.7
2001	91.6k	2.48×10^9	4.9×10^8	6.0×10^8	32.0

-14.5%

+11.5%

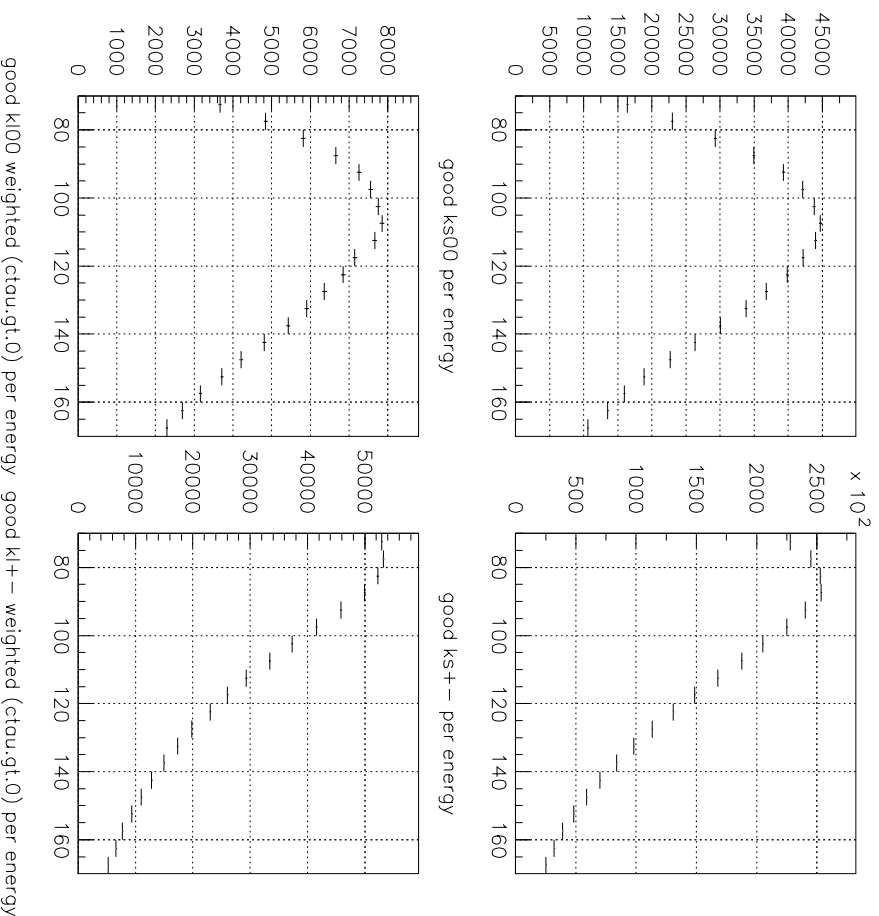
=106.8[14.4s]

We -14.5% have less bursts, but +11.5% higher DAQ load during August compared to 1999 !!



Statistica dei dati 2001

Distribuzioni degli eventi $\pi\pi$ in funzione dell'energia del K nei
4 canali $K_L, K_S \rightarrow \pi^0\pi^0, \pi^+\pi^-$
(PRELIMINARE, 5 settimane di run)

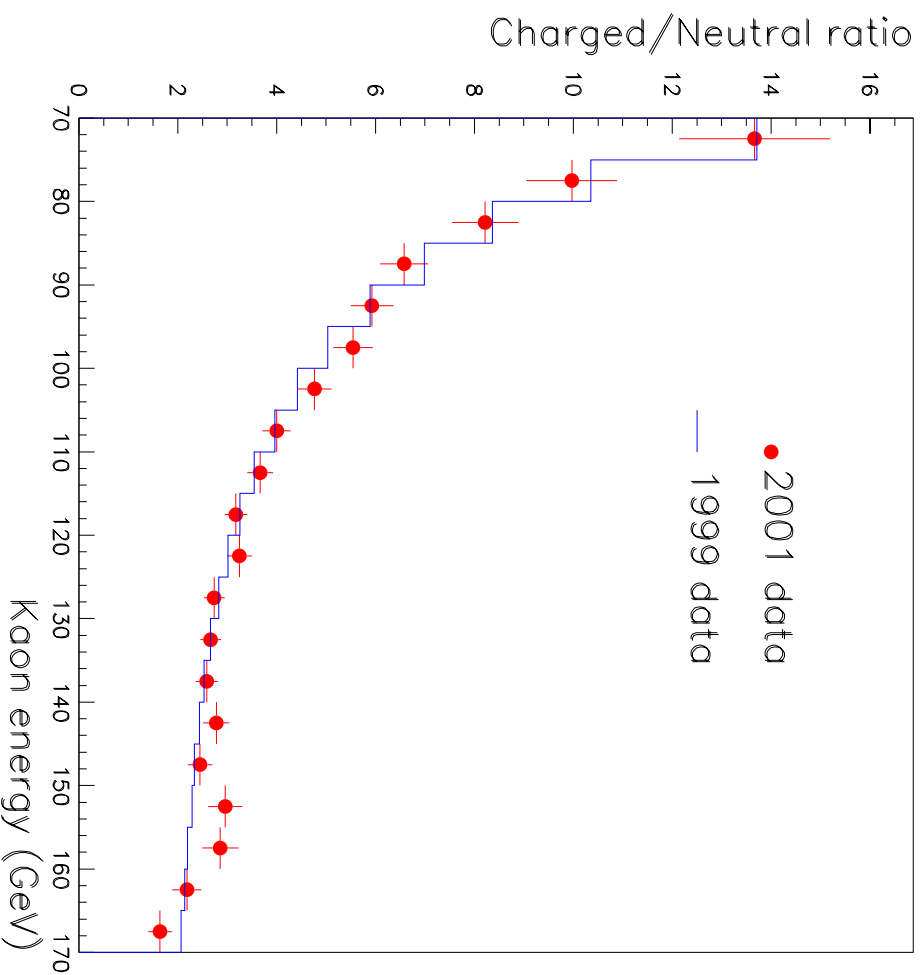


Statistica degli eventi:
(aggiornata alla prima
settimana di settembre)

$K_L \rightarrow \pi^0\pi^0 \sim 600K$ eventi
ricostruiti dopo tutti i tagli

Rapporto eventi carichi su neutri

Rapporto tra numero di eventi carichi e eventi neutri in funzione dell'energia del K per dati 2001 e 1999

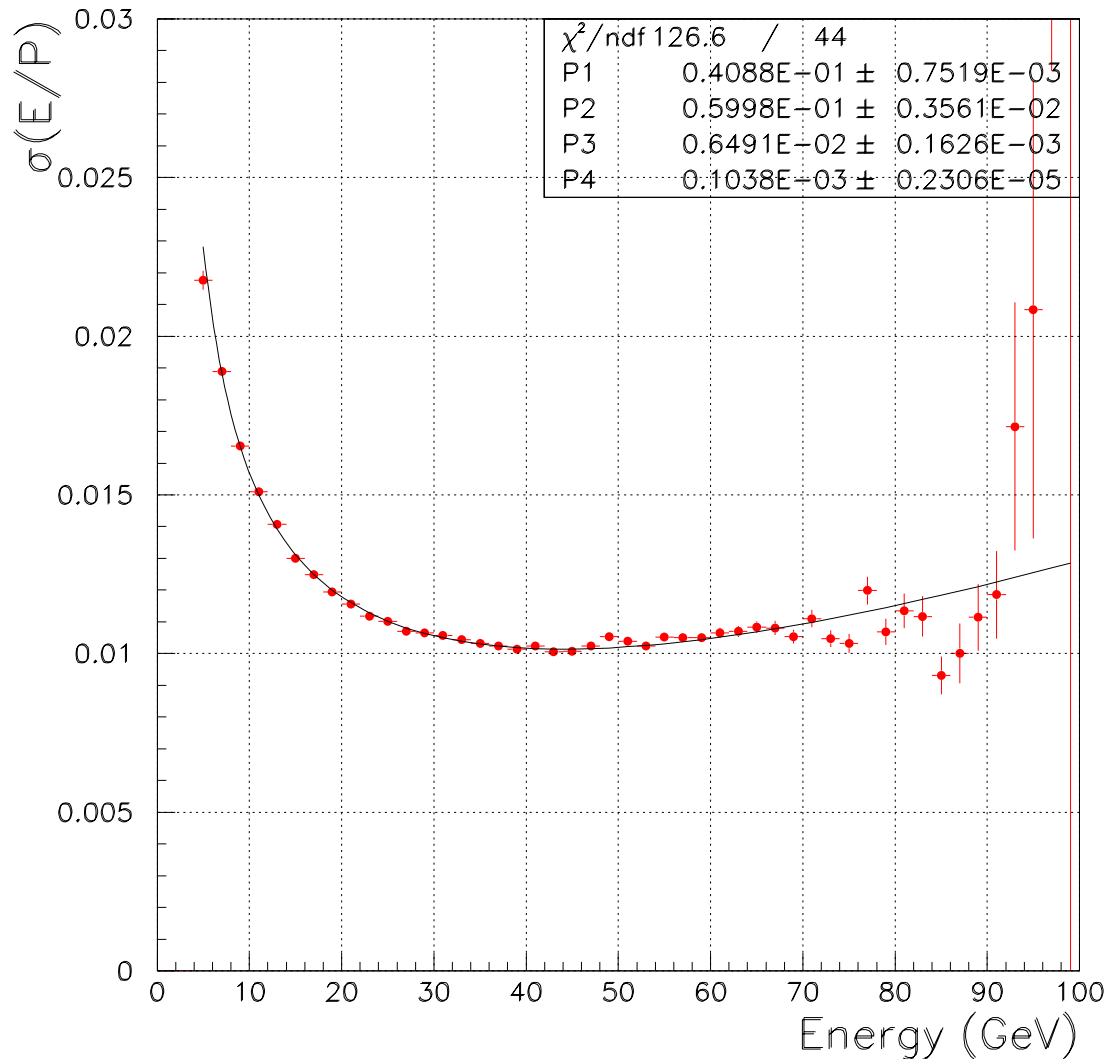


⇒ distribuzioni simili
entro qualche %

Risoluzione E/p

Eventi Ke3: energia misurata in 7×7 celle

$$\frac{\sigma(E)}{p} = \frac{0.04}{\sqrt{E}} \oplus \frac{0.06}{E} \oplus 0.0065 \oplus 0.0001 \times p$$



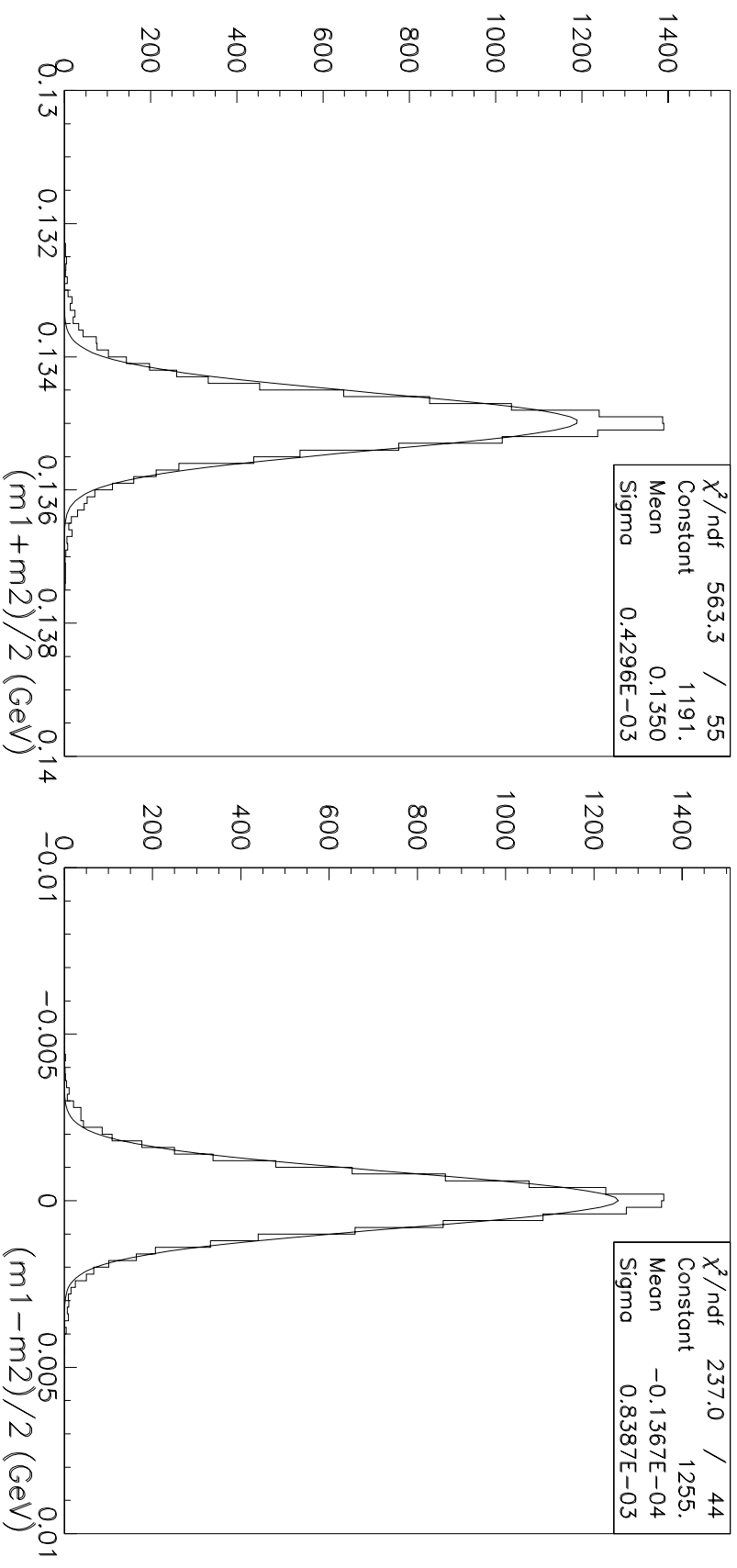
Consistente con le risoluzioni in E e p del 1999:

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \frac{3.2\%}{\sqrt{E}} \oplus \frac{9\%}{E} \oplus 0.42\% \quad (E \text{ in } \text{GeV}/c)$$

$$\frac{\sigma(p)}{p} = 0.48\% \oplus 0.009\% p \quad (p \text{ in } \text{GeV}/c)$$

Eventi $2\pi^0$

Risoluzione in massa del π^0

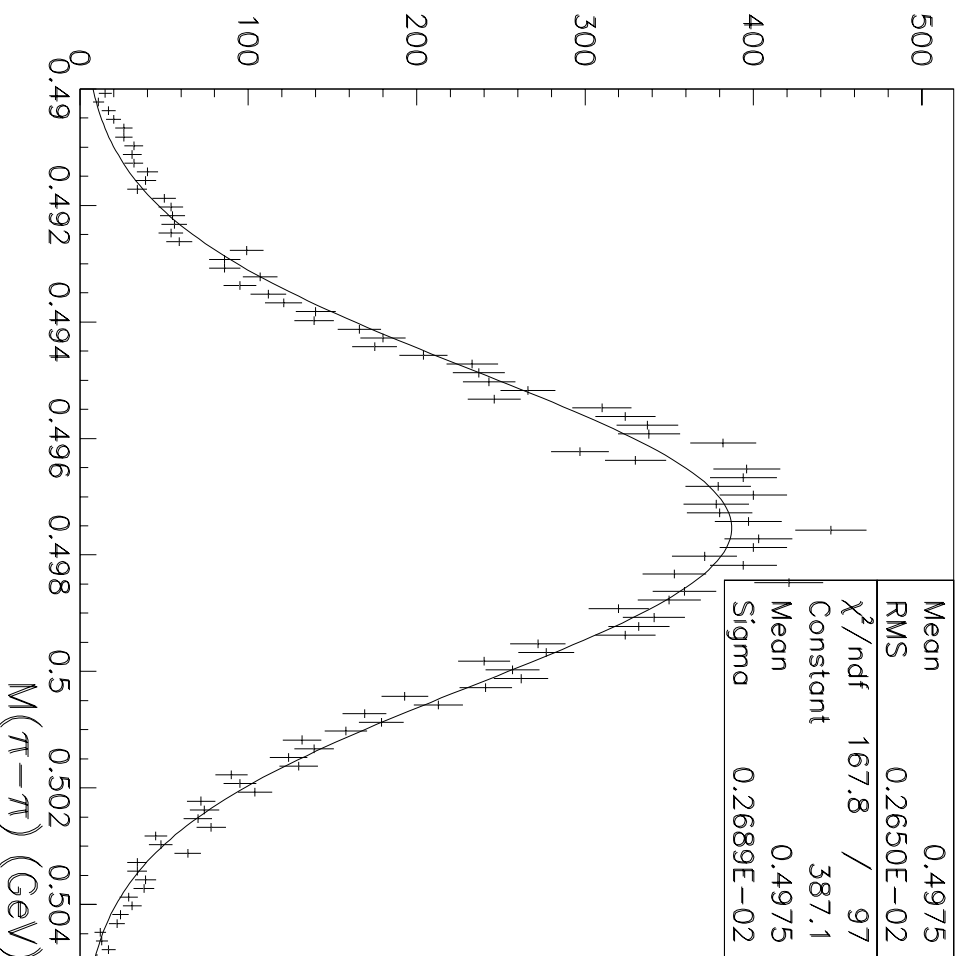


⇒ simile al valore del 1999 entro $< 5\%$

(1999: $\sigma_+ = 0.42 \text{ MeV}/c$, $\sigma_- = 0.83 \text{ MeV}/c$)

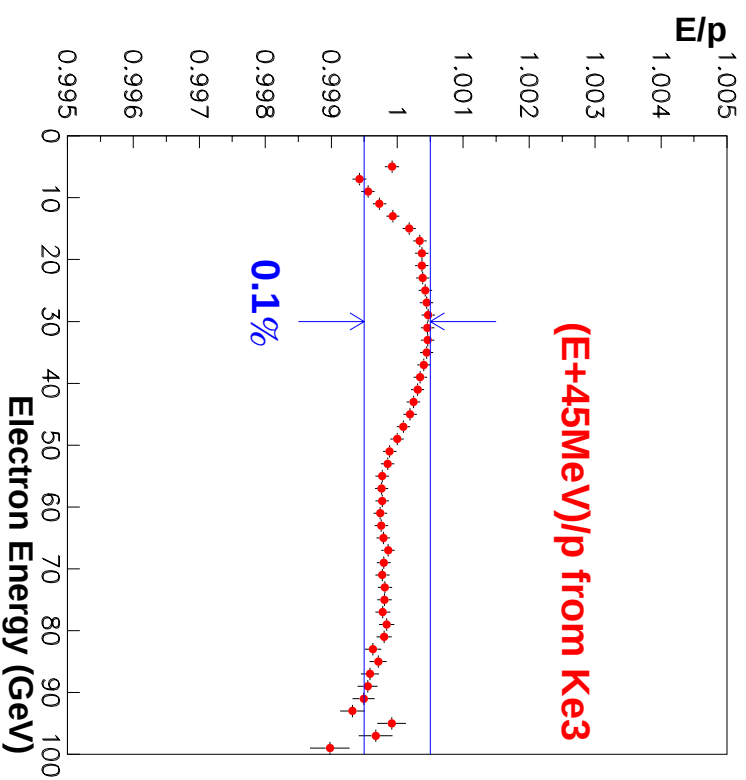
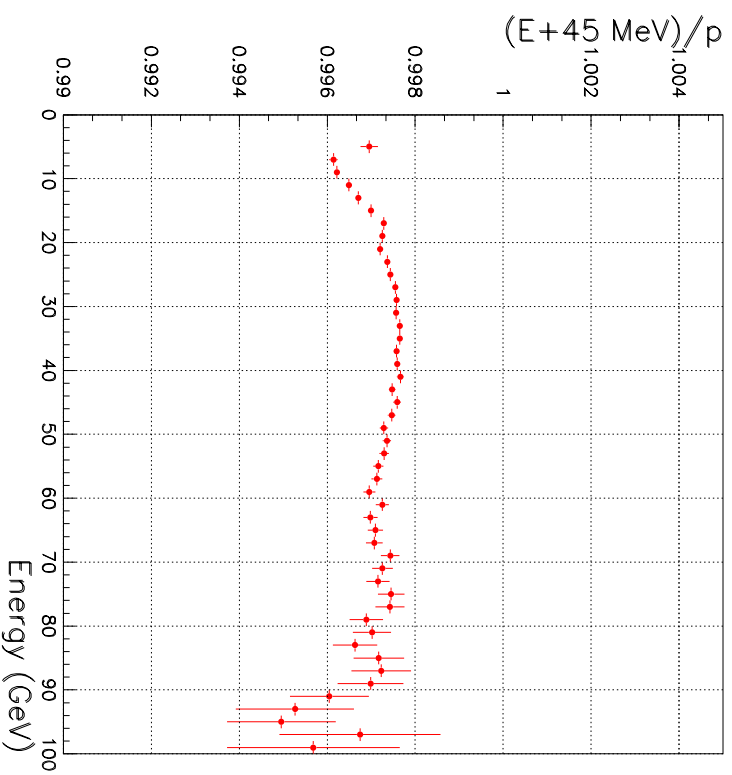
Eventi $\pi^+\pi^-$

Risoluzione in massa del K



- distribuzione online non corretta per allineamento delle camere filo a filo
- $\sim 5\%$ peggiore di quella del 1999 ($2.5 \text{ MeV}/c^2$)

Linearità in energia

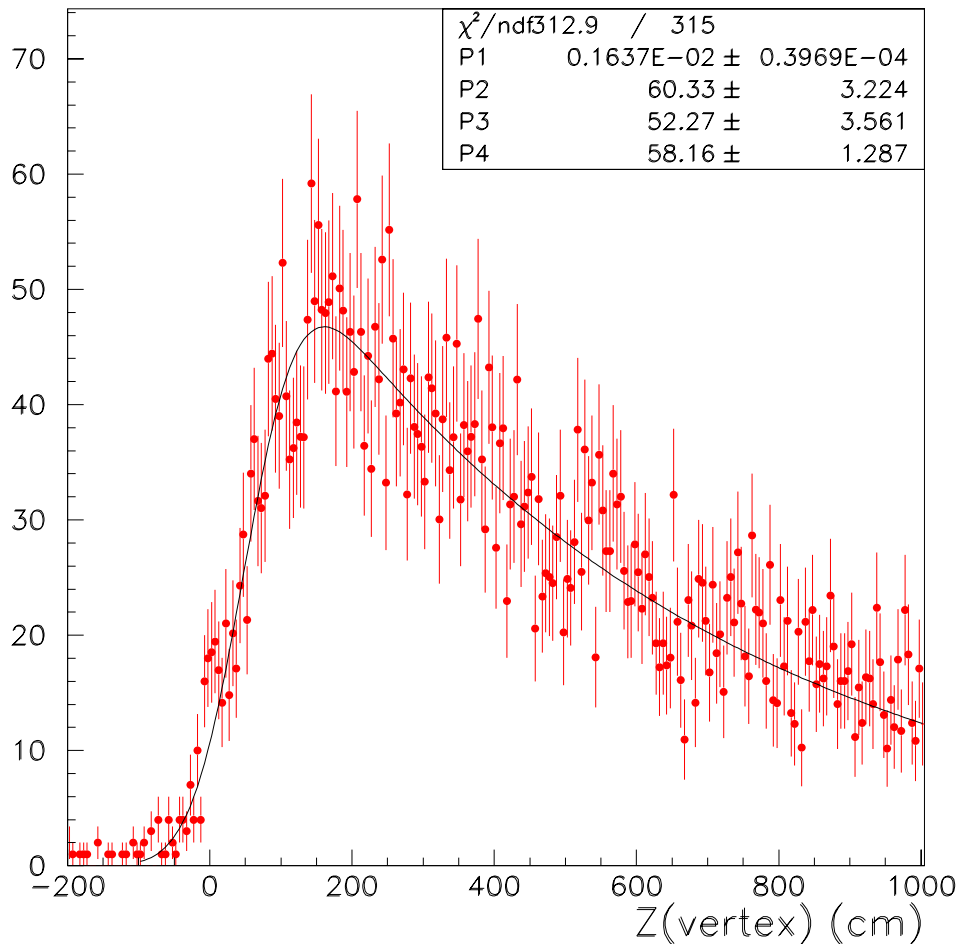


Eventi Ke3: linearità in energia nel 2001 (sinistra) e nel 1999 (destra)

(dati non corretti per allineamento delle DCH filo a filo ($\rightarrow$ reprocessing))

Scala di energia neutra

Scala di energia neutra $\Leftrightarrow$ posizione longitudinale del vertice di decadimento



Distribuzione della posizione longitudinale del vertice di decadimento dei K_S prima della correzione finale sulla scala di energia

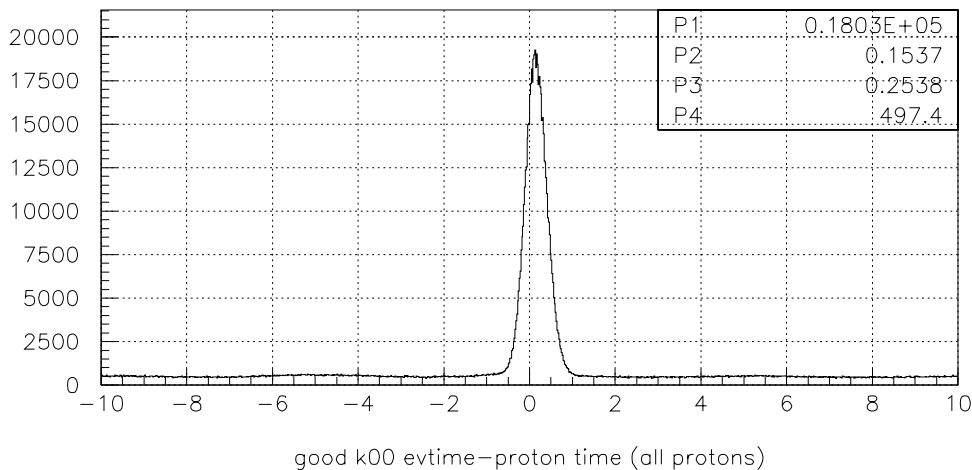
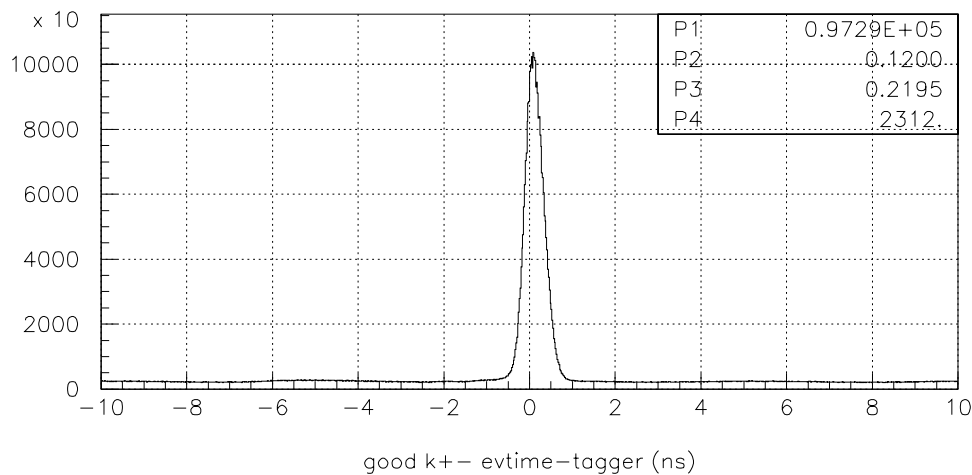
Correzione: $\sim 4.8 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow$ paragonabile a quella del 1999

Tagging: tempo degli eventi

Identificazione $K_S \Leftrightarrow$ protone nel tagger
entro $\pm 2ns$ rispetto al tempo dell'evento

Distribuzioni del tempo degli eventi $\pi\pi$ rispetto a
tutti i protoni nel tagger (dati raccolti in ~ 1 mese)



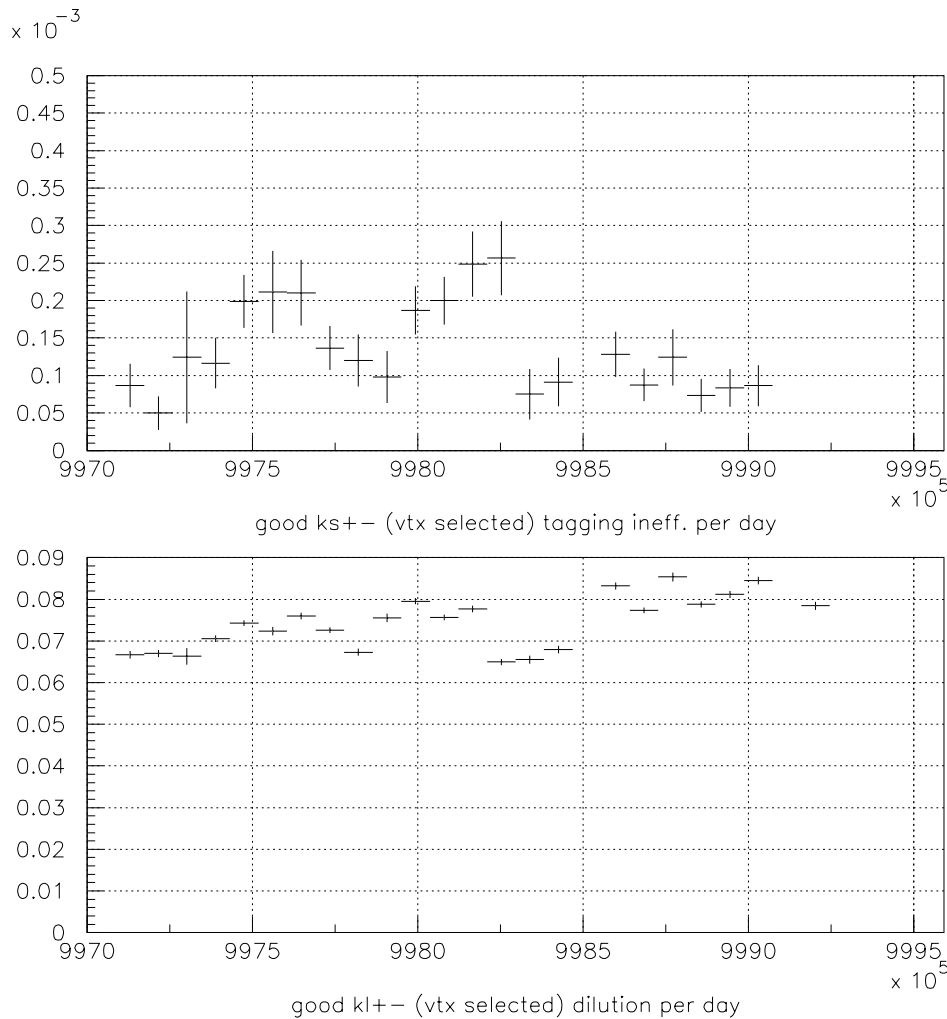
Risoluzione temporale:

$\pi^+\pi^- = \sim 220$ ps (odoscopio)

$\pi^0\pi^0 = \sim 250$ ps (calorimetro LKr)

Errori di identificazione $K_S \Leftrightarrow K_L$

Inefficienza di tagging e tagging accidentale per decadimenti $\pi^+\pi^-$ in funzione del tempo (~ 1 mese)

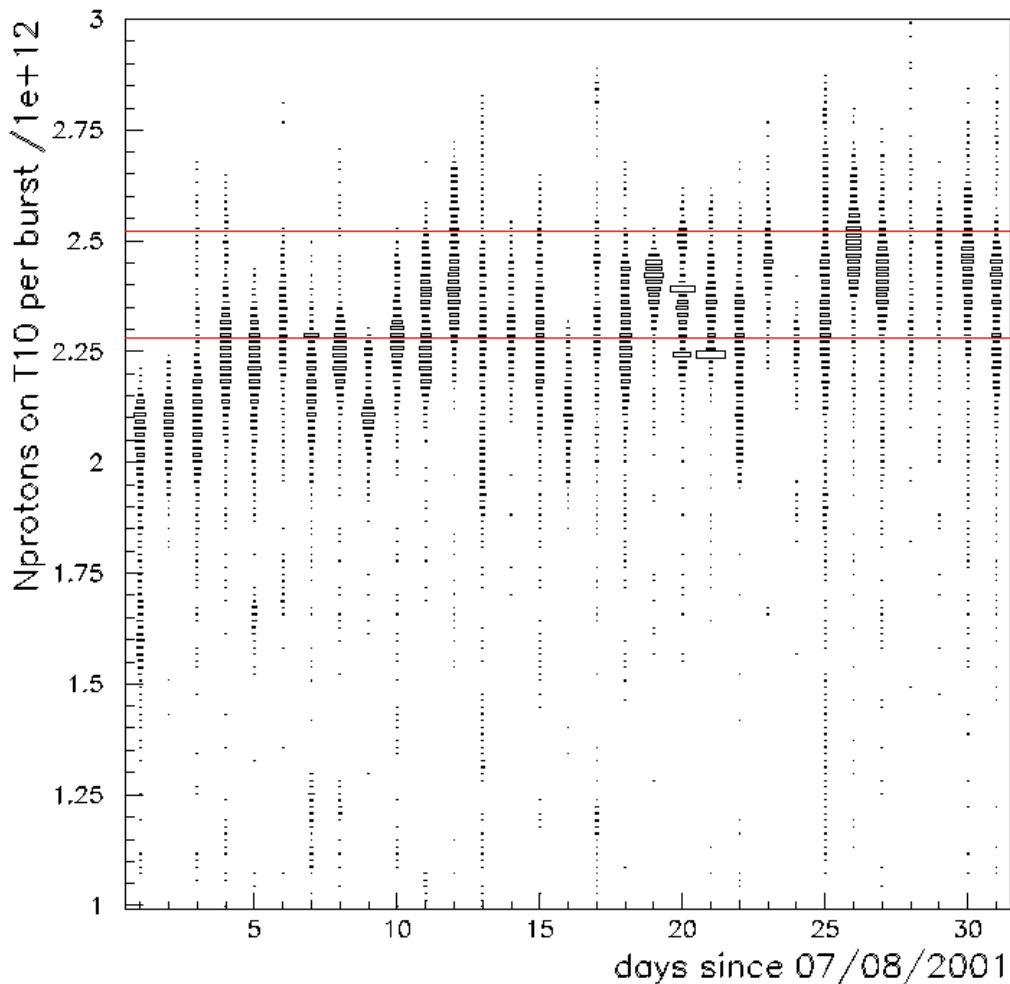


- Inefficienza di tagging $K_S \Rightarrow K_L$:
 $\alpha_{SL}^{\pm} < 2 \times 10^{-4}$ (1999:
 $(1.63 \pm 0.03) \times 10^{-4}$)
- Tagging accidentale $K_L \Rightarrow K_S$:
 $\alpha_{LS}^{\pm} \sim 7.5\%$ (1999: $(10.649 \pm 0.0008) \%$)

Overflows e intensità di fascio

Intensità dei protoni sul bersaglio K_L (agosto 2001)

$\Rightarrow$ intensità nominale $\simeq 2.4 \times 10^{12}$ ppp



❖ Frazione di overflows:

(risultati preliminari ottenuti a $\approx 2 \times 10^{12}$ ppp)

- eventi random: $(10.3 \pm 0.2) \%$
- eventi $2\pi^0$: $(10.7 \pm 0.3) \%$
- valore atteso a intensità nominale: $\approx 12\%$
- valore precedente: $\approx 20 \%$

Efficienze di trigger

Risultati preliminari basati su ~ 1 mese di presa dati

❖ TRIGGER $\pi^0\pi^0$: $\epsilon(K_S) \approx \epsilon(K_L^w) \approx 99.9\%$
efficienza 1999: $\epsilon(K_S) \approx \epsilon(K_L^w) = (99.920 \pm 0.009)\%$

❖ TRIGGER $\pi^+\pi^-$

QX (L1): $\epsilon(K_S) \approx \epsilon(K_L^w) > 99.9\%$

Etot (L1): $\epsilon(K_S) \approx \epsilon(K_L^w) \approx 99.6\%$

2tracks(L1): $\epsilon(K_S) \approx \epsilon(K_L^w) > 99.9\%$

Mass Box (L2): $\epsilon(K_S) \approx \epsilon(K_L^w) \approx 99.25\%$

efficienza 1999: $\epsilon(K_S) = (98.353 \pm 0.022)\%$

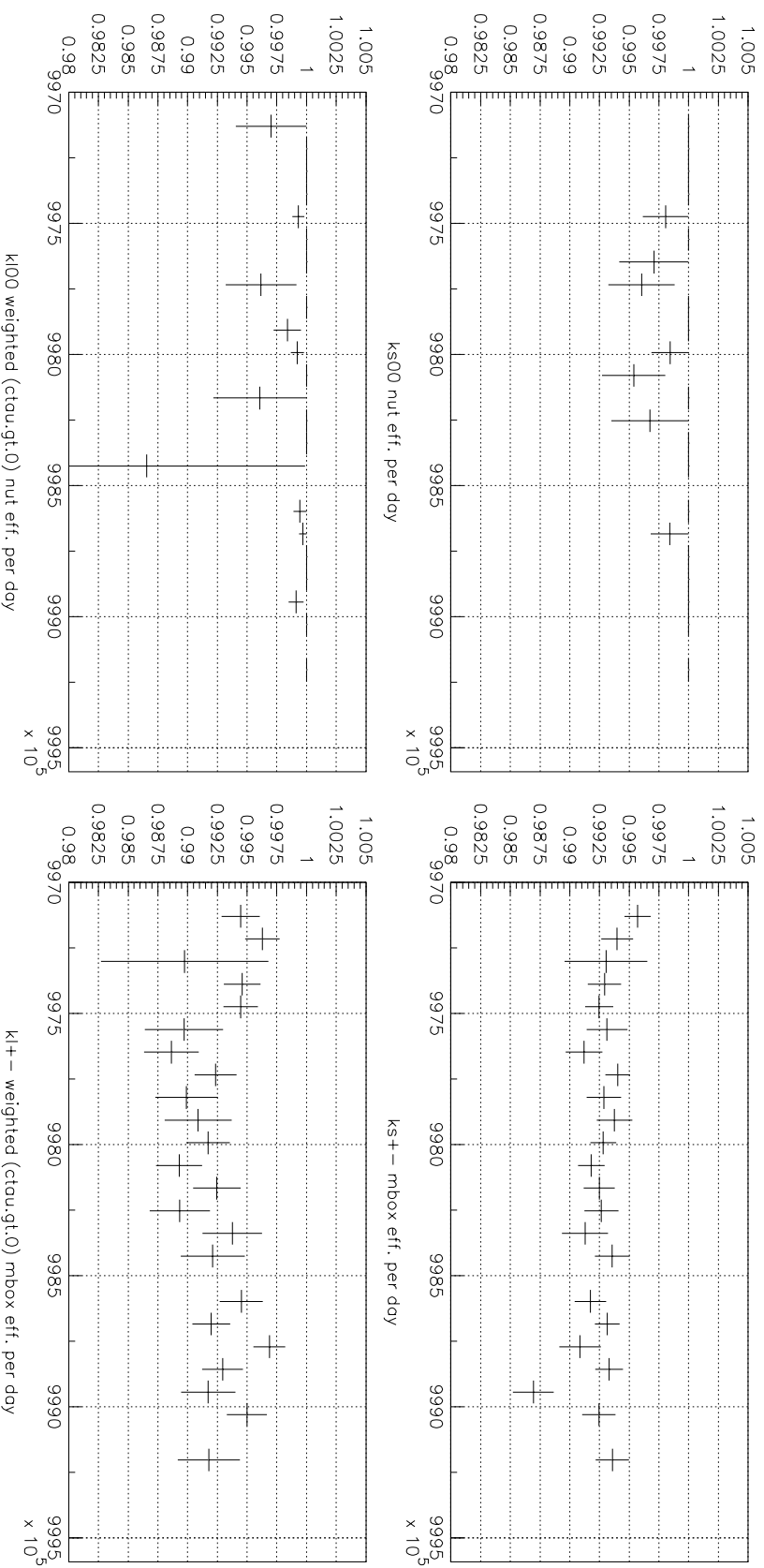
$\epsilon(K_L^w) = (98.319 \pm 0.038)\%$

$\Rightarrow$ migliore che nel 1999

Efficienze di trigger

Stabilità temporale delle efficienze del trigger neutro (sinistra) e trigger carico (destra)

(risultati preliminari basati su ~ 1 mese di presa dati)



Eventi di fondo

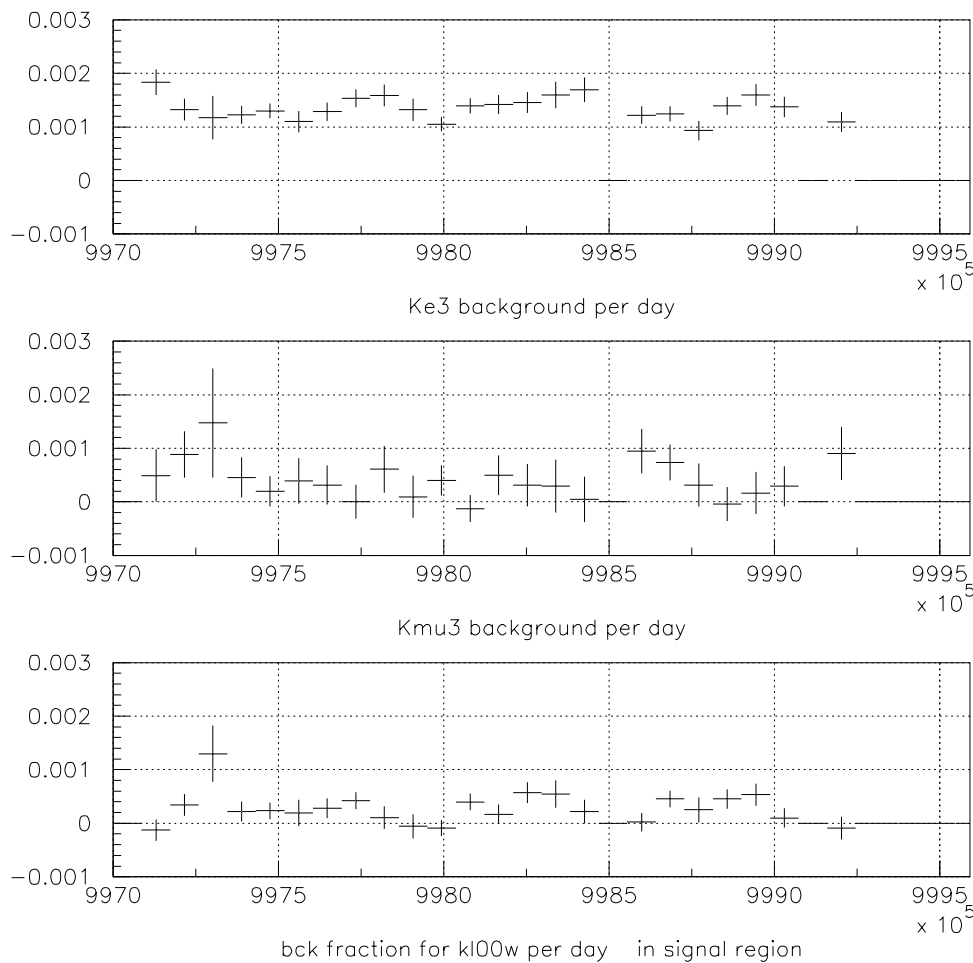
- FONDO CARICO:

$$K_{e3} \sim 1.4 \times 10^{-3} \quad K_{\mu3} \sim 0.4 \times 10^{-3}$$

(fondo carico totale 1999: $(1.69 \pm 3) \times 10^{-3}$)

- FONDO NEUTRO: $K_{3\pi^0} < 10^{-3}$

(fondo neutro 1999: $(5.9 \pm 2) \times 10^{-4}$)



Frazione di eventi di fondo al segnale $\pi\pi$ in
funzione del tempo (~ 1 mese)

Conclusioni

- Buona qualità dei dati delle DCH
- Dati 2001 più puliti che nel 1998–1999
minore percentuale di overflow
minore percentuale di tagging accidentale
migliore efficienza del trigger $\pi^+\pi^-$
- Per raggiungere il numero previsto di
 $\sim 1.5 \times 10^6$ buoni candidati $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$ occorre
acquisire dati stabilmente ad una intensità di
protoni di $\approx 2.4 \times 10^{12}$ sul bersaglio K_L ,
mantenendo elevata efficienza di presa dati

Il programma sperimentale di NA48

NA48 HA PRODOTTO MOLTI RISULTATI SPERIMENTALI:

⇒ **PRINCIPALE OBIETTIVO**: misura di precisione del parametro di violazione diretta di CP $\text{Re}(\epsilon'/\epsilon)$ nei K neutri
pubblicato il risultato dell'analisi dei dati 1997-1999
in corso l'ultima presa dati per ϵ'/ϵ

⇒ **IN PARALLELO**: effettuati molti studi di decadimenti di K_S , K_L e iperoni neutri (run per ϵ'/ϵ e run dedicati)

⇒ **IN FUTURO**: approvati 2 addenda alla proposta originale:

NA48/I: a high sensitivity investigation of K_S and neutral hyperon decays using a modified K_S beam (2002)

NA48/II: a precision measurement of charged kaon decay parameters with an extended NA48 setup (2003)

Decadimenti rari in NA48

Campioni utilizzati per analisi di decadimenti rari in NA48:

- ♦ 1997-1999 presa dati per $\text{Re}(\epsilon'/\epsilon)$:
 - energia protoni: 450 GeV (ciclo SPS: 2.4 s su 14.4 s)
 - 3.0×10^7 ppp sul bersaglio K_S
 - 1.5×10^{12} ppp sul bersaglio K_L
 - flusso K_S : $\sim 3 \times 10^2$ /ciclo
 - flusso K_L : $\sim 2 \times 10^7$ /ciclo
- Decadimenti per anno (120 giorni, efficienza 50%, energia del K entro 70–170 GeV):
 - $6.5 \times 10^7 K_S$ /anno $\Rightarrow$ SES: $\sim 1.5 \times 10^{-7}$
 - $3.6 \times 10^{10} K_L$ /anno $\Rightarrow$ SES: $\sim 3 \times 10^{-10}$(accettanza 10%)

- ♦ Run 1999 con K_S ad alta intensità (48 ore)
 - no fascio K_L
 - 6.0×10^9 ppp sul bersaglio K_S ($\times$ fattore ~ 200)
 - decadimenti K_S (energia 60–190 GeV): $\sim 2.3 \times 10^8$
 - $\Rightarrow$ SES: $\sim 4 \times 10^{-8}$ (accettanza 10%)
 - $\Rightarrow$ run di 48 ore $\simeq$ 3-4 anni di run nel modo e'/e
- ♦ Run 2000 con K_S ad alta intensità
 - no spettrometro carico
 - vuoto esteso fino all'odoscopio di trigger
 - rimosso il veto AKS
 - tappo di bronzo sulla apertura del collimatore dei K_L
 - protoni a 400 GeV
 - $\sim 9.0 \times 10^9$ ppp sul bersaglio K_S
 - angolo di produzione modificato (3 mrad)
 - ciclo macchina modificato (3.2 s ogni 14.4 s)
 - $\sim 10^{10}$ decadimenti di K_S in ~ 40 giorni

Fisica dei Decadimenti rari in NA48

Riepilogo dei principali risultati sui decadimenti rari in NA48
(verifiche di SM, di χ PT, studi di violazione di CP, ...)

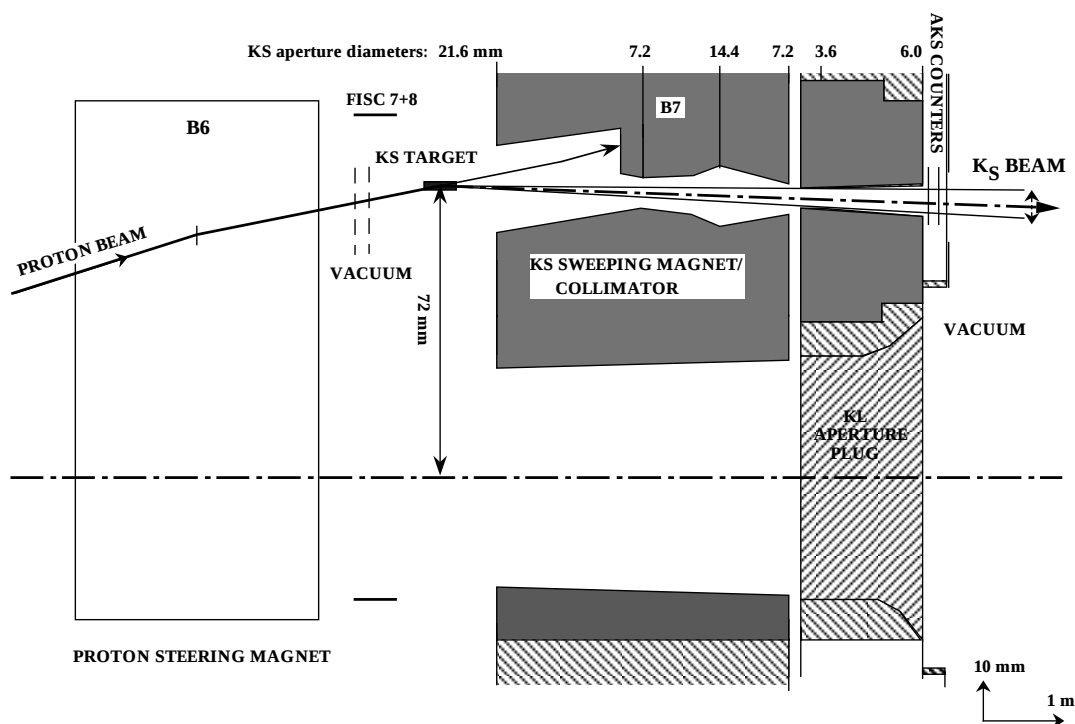
Modo	NA48 (Prel.)		Miglior risultato pubblicato	
K_L	Evt.	BR	Evt.	BR
$\pi^0 \gamma \gamma$	2558	$(1.36 \pm 0.05) 10^{-6}$	947	$(1.7 \pm 0.1) 10^{-6}$ (KTeV)
$\pi^+ \pi^- e^+ e^-$	1337	$(3.1 \pm 0.2) 10^{-7}$	50	$(3.5 \pm 0.6) 10^{-7}$ (KTeV)
$e^+ e^- e^+ e^-$	132	$(3.7 \pm 0.4) 10^{-8}$	441	$(3.7 \pm 0.3) 10^{-8}$ (KTeV)
$e^+ e^- \mu^+ \mu^-$	19		1	$(2.9^{+6.7}_{-2.4}) 10^{-9}$ (E7991)
$e^+ e^- \gamma \gamma$	492	$(6.3 \pm 0.5) 10^{-7}$	1543	$(5.84 \pm 0.35) 10^{-7}$ (KTeV)
$e^+ e^- \gamma$			6864	$(1.06 \pm 0.05) 10^{-5}$ (NA48)
K_S	Evt.	BR	Evt.	BR
$\pi^+ \pi^- e^+ e^-$	921	$(4.3 \pm 0.4) 10^{-5}$	56	$(4.5 \pm 0.8) 10^{-5}$ (NA48)
$\gamma \gamma$			149	$(2.6 \pm 0.4) 10^{-6}$ (NA48)
$\pi^0 e^+ e^-$	–	$< 1.4 \times 10^{-7}$	–	$< 1.1 \times 10^{-6}$ (NA31)
Ξ^0	Evt.	BR	Evt.	BR
$\Sigma^+ e^- \bar{\nu}$	60		176	$(2.7 \pm 0.4) 10^{-4}$ (KTeV)
$\Lambda \gamma$			497	$(1.9 \pm 0.2) 10^{-3}$ (NA48)
$\Sigma^0 \gamma$			380	$(3.7 \pm 0.5) 10^{-3}$ (NA48)

Il run 2002

- NA48 prenderà dati nel 2002 per il nuovo programma **NA48/I** di ricerca di **decadimenti rari di K_S e iperoni neutri** approvato dal RB del CERN (CERN SPSC 2000-002)
- nel 2002 il CERN ha allocato 150 giorni di tempo macchina per i programmi a bersaglio fisso, a partire dal 15 aprile: **almeno 120 giorni richiesti da NA48 nel 2002**
- **modifiche linea di fascio:**
 - installazione di un **elettromagnete** al 'beam defining collimator' presso il bersaglio K_S (deviazione di sciami carichi)
 - installazione di un **convertitore** mobile in piombo (riduzione del flusso di fotoni)
 - inserimento di un **tappo di bronzo** per chiudere la apertura del collimatore dei K_L (riduzione di fondo)
- installazione del **nuovo readout delle DCH**
- ottimizzazione di trigger e daq
- **SCOPO:** statistica di eventi almeno 50 volte maggiore di quella del run speciale 1999

Il progetto NA48/I

Dettaglio del bersaglio K_S



SPS momentum (GeV/c)

400 GeV/c

Duty Cycle

5.2 sec/16.8 sec

Protons per pulse on target

1×10^{10}

Production angle

-2.5 mrad

Total kaon flux/pulse

$\sim 1.5 \times 10^5$

K-decays (40-240 GeV)/pulse

1.1×10^5

K-decays (40-240 GeV)/year

3.0×10^{10}

(50% efficiency $\times$ 120 days)

$\Rightarrow SES \sim 3 \times 10^{-11} / \alpha$ (α : accettazione per il decadimento dopo i tagli di analisi)

$\Rightarrow$ ulteriore **fattore 2** sulla **SES** atteso grazie al miglioramento del sistema di readout/daq

La fisica di NA48/I

Programma di fisica dei K_S

Decadimento

Teoria

Eventi in NA48/I

Decadimenti non-leptonici (χ PT)

$$K_S \rightarrow \gamma\gamma$$

$$2.1 \times 10^{-6}$$

$$24000$$

$$K_S \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$$

$$3.8 \times 10^{-8}$$

$$114$$

$$K_S \rightarrow \pi^0\pi^0\gamma\gamma$$

$$5.6 \times 10^{-9}$$

$$7$$

Decadimenti Dalitz ($\gamma\gamma^*$)

$$K_S \rightarrow \gamma e^+ e^-$$

$$3.4 \times 10^{-8}$$

$$304$$

$$K_S \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-$$

$$8 \times 10^{-10}$$

$$12$$

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

$$K_S \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$$

$$5 \times 10^{-9}$$

$$7$$

$$K_S \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$$

$$1 \times 10^{-9}$$

$$3$$

$$K_S \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma(\gamma^*)$$

$$K_S \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma$$

$$1.8 \times 10^{-3}$$

$$5.3 \times 10^6$$

$$K_S \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$$

$$3.6 \times 10^{-5}$$

$$5.4 \times 10^4$$

$$K \rightarrow 3\pi$$

$$K \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$$

$$2.6 \times 10^6/\tau_S$$

$$K \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$$

$$1.5 \times 10^6/\tau_S$$