

Stato dell'esperimento NA48

Patrizia Cenci
INFN Perugia

Gruppo I - Bari
6 Settembre 1999



- **Argomenti:**
 - Stato dell'analisi dati
 - Stato del run 1999
 - Presa dati nel 2000

COLLABORAZIONE NA48:

Cagliari-Cambridge-CERN-Dubna-Edinburgh-Ferrara-Firenze
Mainz-Orsay-Perugia-Pisa-Saclay-Siegen-Torino-Vienna-Warsaw

Risultati PRELIMINARI

- Statistica dei dati
- Efficienza di trigger
- Frazione di eventi di fondo
- Tagging
- La scala di energia neutra
- Conclusioni sulla analisi $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$

Il run 1998

- **Modifiche e miglioramenti rispetto al 1997**

sostituiti i condensatori di blocco delle HV nel calorimetro em.

⇒ funzionamento stabile a 3 KV ($\sim 20\%$ guadagno sul segnale)

nuova beam-pipe in fibra di carbone

⇒ meno sciami lungo la beam-pipe

⇒ riduzione di corrente nelle camere a drift del 30%

nuovi processori per il trigger carico

⇒ gestione di rate maggiori trigger (no downscaling)

nuovo sistema DAQ: PC farm

⇒ gestione dell'aumento del 30% dei rate di trigger

⇒ velocità di trasferimento dei dati ~ 20 Mbytes/s

- **Risultati**

run di NA48 da maggio a settembre 1998

⇒ intensità di fascio nominale (1.5×10^{12} ppp)

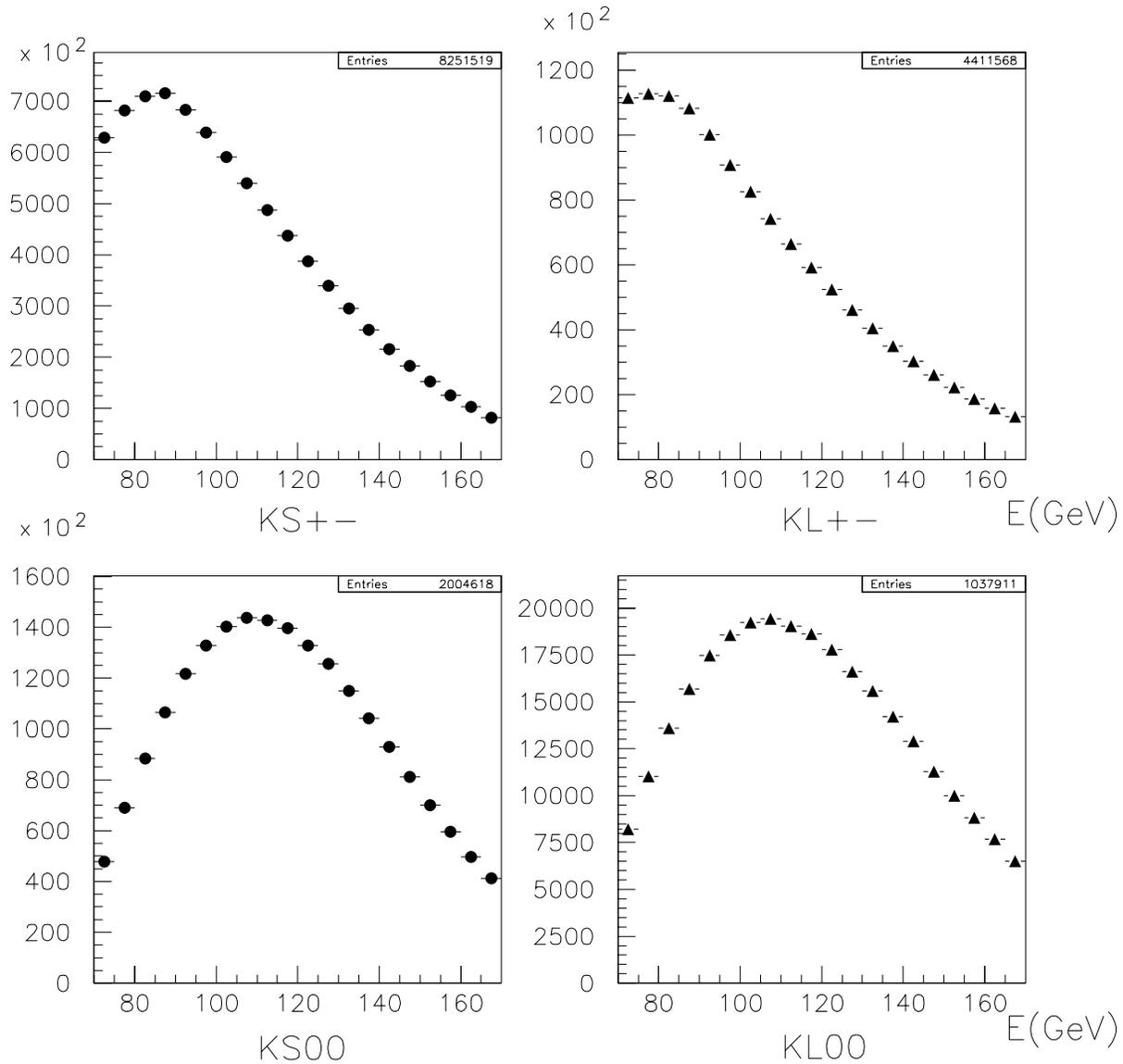
⇒ 110 giorni di presa dati per $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$

⇒ $\sim 1.1 \times 10^6$ $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$ raccolti

⇒ registrati ~ 70 Tbytes di dati

Statistica dei dati 1998

Distribuzioni degli eventi $\pi\pi$ selezionati in funzione dell'energia dei K (K_L pesati, PRELIMINARE)



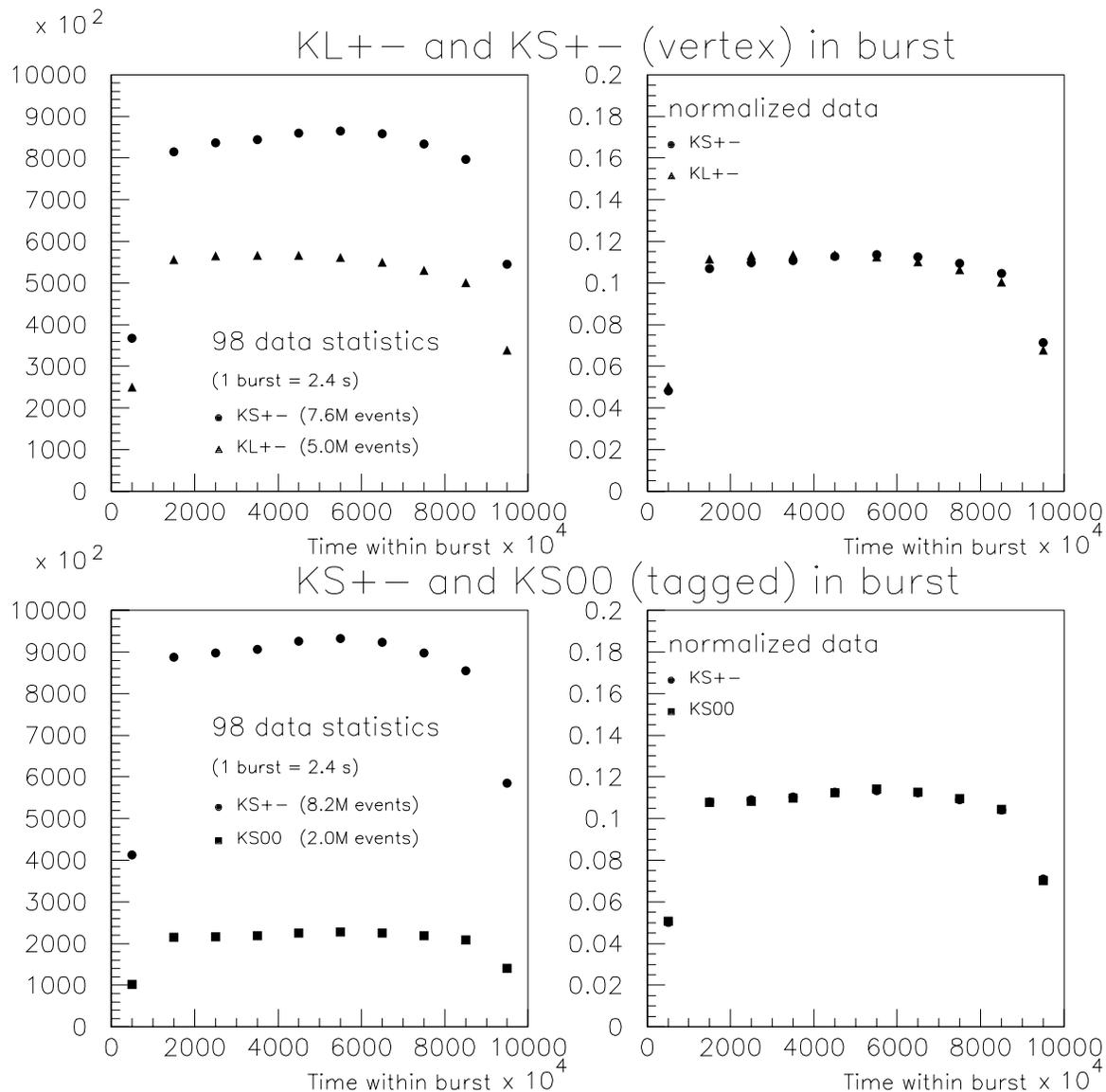
STATISTICA DEI DATI 1998 (PRELIMINARE)

$K_S \rightarrow \pi^+\pi^-: \sim 8.2M$ $K_S \rightarrow \pi^0\pi^0: \sim 2.0M$

$K_L \rightarrow \pi^+\pi^-: \sim 4.4M$ $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0: \sim 1.1M$

Statistica dei dati 1998

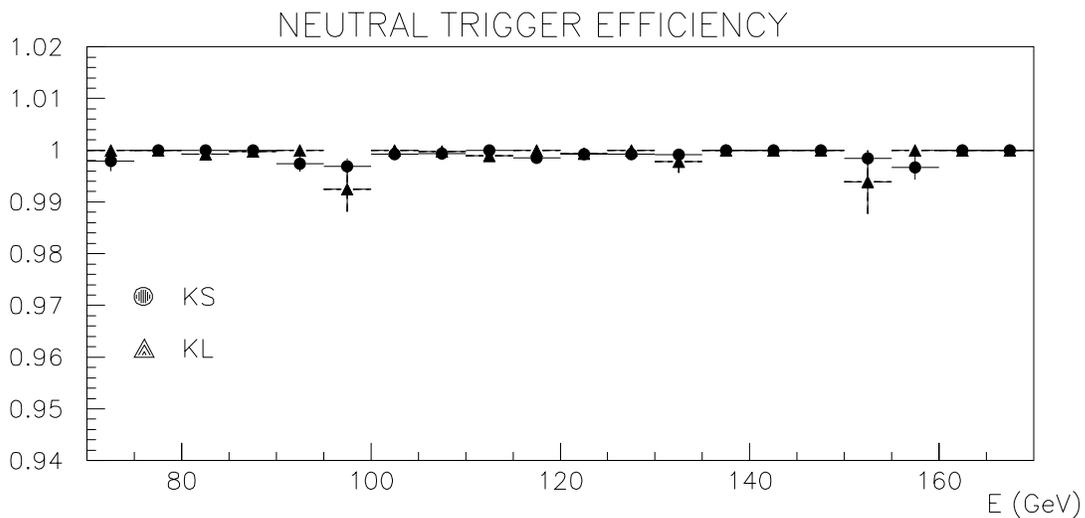
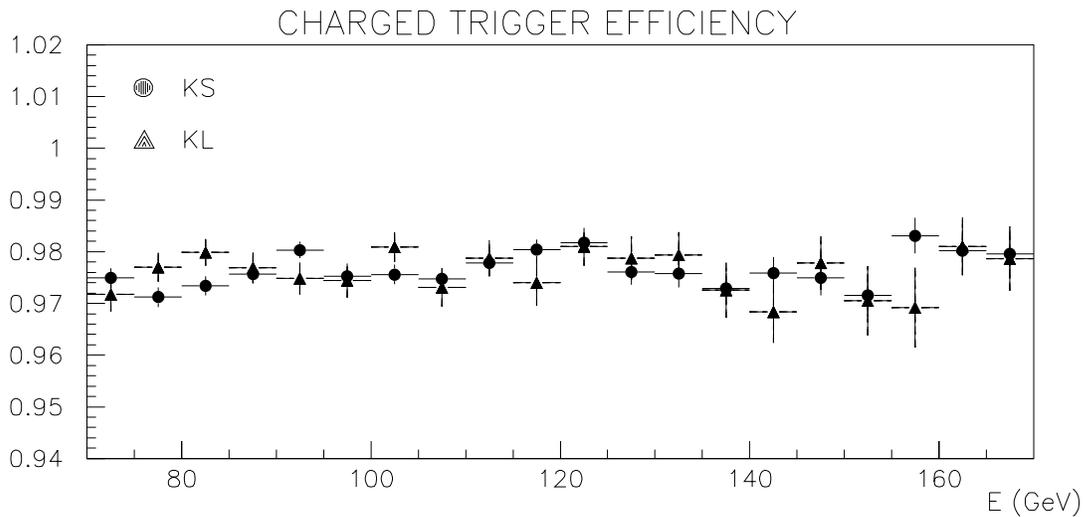
Distribuzione degli eventi $\pi\pi$ all'interno del burst statistica 1998 completa PRELIMINARE



in alto: $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-$ e $K_L \rightarrow \pi^+\pi^-$ (selezione dal vertice)

in basso: $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-$ e $K_S \rightarrow \pi^0\pi^0$ (selezione dal tagger,
nessuna correzione per diluizione)

Efficienze di trigger

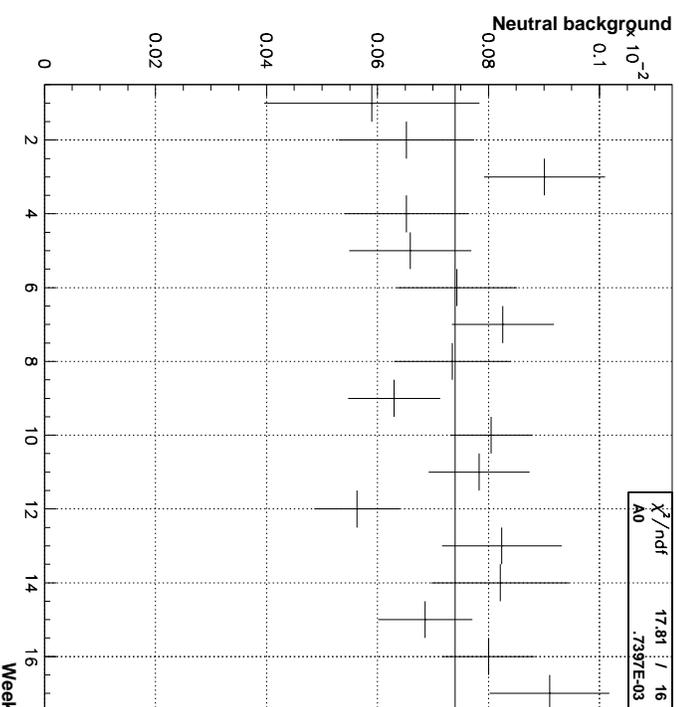
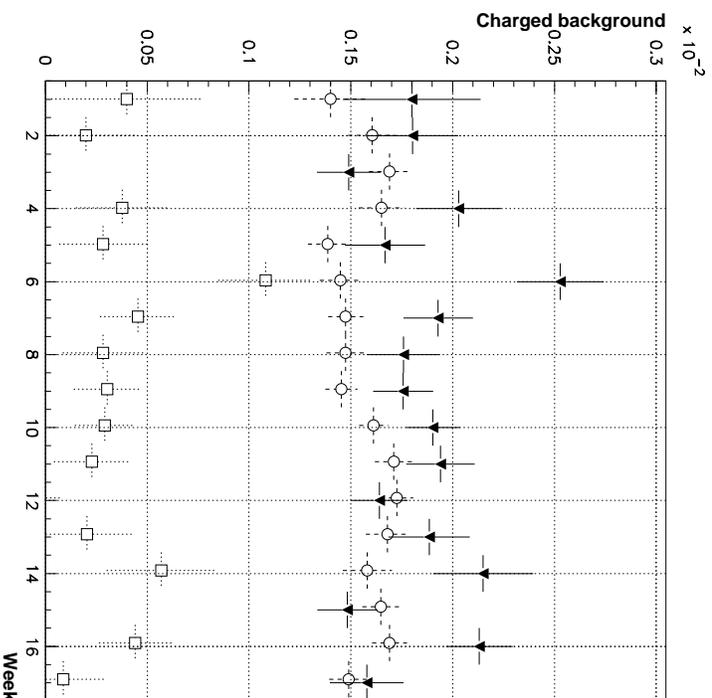


EFFICIENZE DI TRIGGER 1998 (PRELIMINARE):

- Trigger carico (MassBox): 1997 = $(91.68 \pm 0.09)\%$
 - $K_S \rightarrow \pi^+\pi^- \sim 97.60\%$
 - $K_L \rightarrow \pi^+\pi^- \sim 97.62\%$
- Trigger neutro: 1997 = $(99.88 \pm 0.04)\%$
 - $K_S \rightarrow \pi^0\pi^0 \sim 99.91\%$
 - $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0 \sim 99.90\%$

Frazione di eventi di fondo

Frazione di eventi di fondo al segnale $\pi\pi$ in funzione del tempo
(statistica 1998 completa, PRELIMINARE)

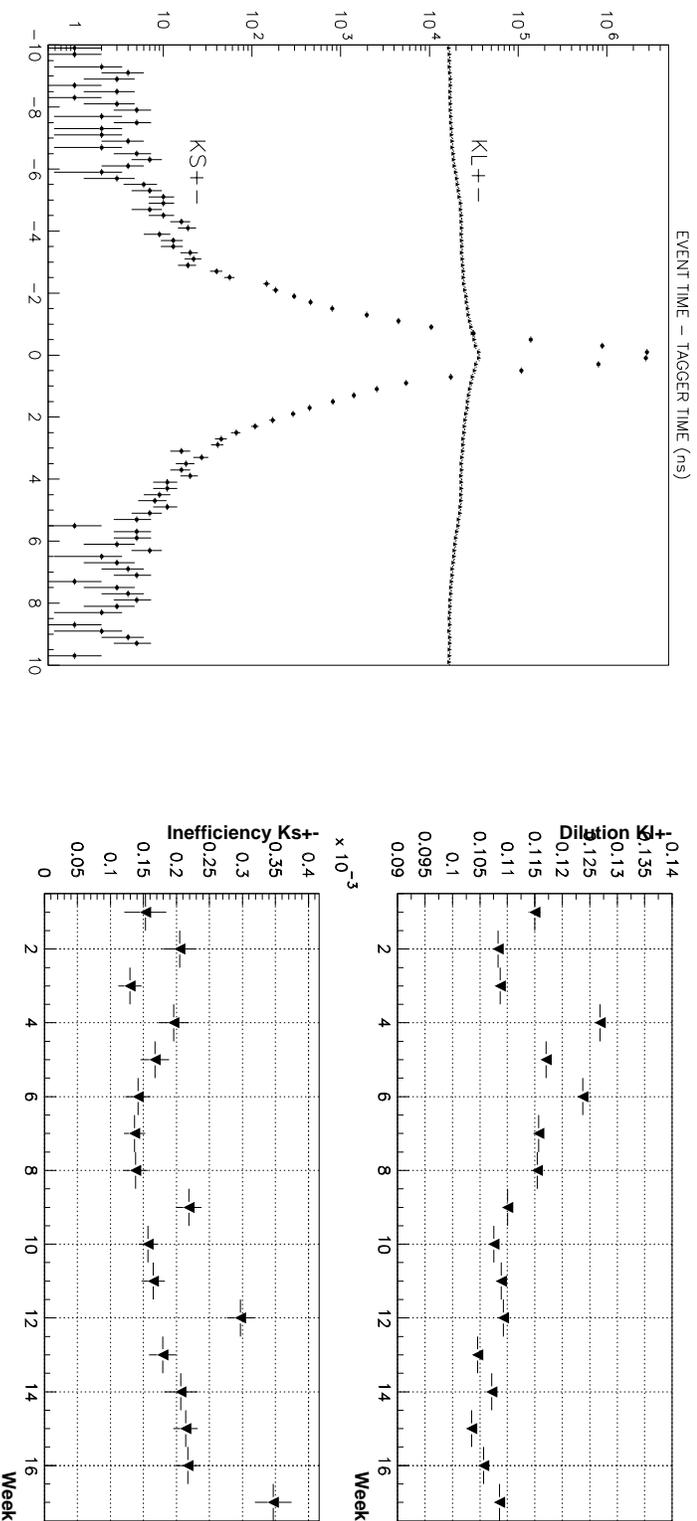


- Fondo carico: 18.4×10^{-4} ($K_{e3} \sim 15.9 \times 10^{-4}$)
- Fondo carico 1997: $(23 \pm 2 \pm 4) \times 10^{-4}$ ($K_{\mu 3} \sim 2.5 \times 10^{-4}$)
- Fondo neutro: 7.5×10^{-4}
- Fondo neutro 1997: $(8 \pm 2) \times 10^{-4}$

Tagging

Distribuzione del tempo degli eventi $\pi^- \pi^+$ rispetto al protone più vicino nel tagger; stabilità di diluizione e inefficienze di tagging (statistica 1998 completa)

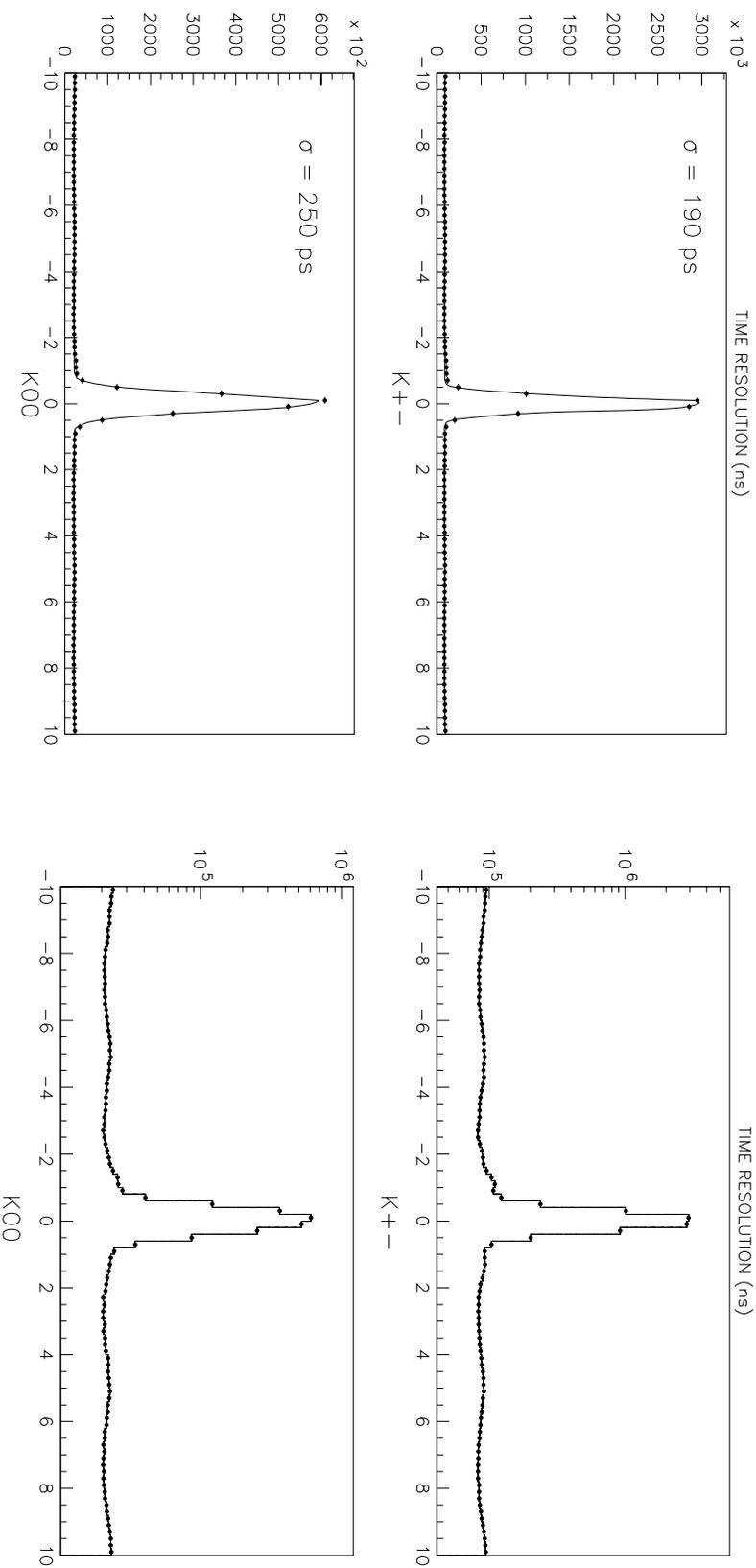
PRELIMINARE



- Transizioni $K_S \rightarrow K_L$ (inefficienza di tagging):
 $\alpha_{SL} = 2 \times 10^{-4}$ (PRELIMINARE) (1997: $(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-4}$)
- Transizioni $K_L \rightarrow K_S$ (diluizione):
 $\alpha_{LS} = 11.07\%$ (PRELIMINARE) (1997: $(11.19 \pm 0.03)\%$)

Tagging: tempo degli eventi

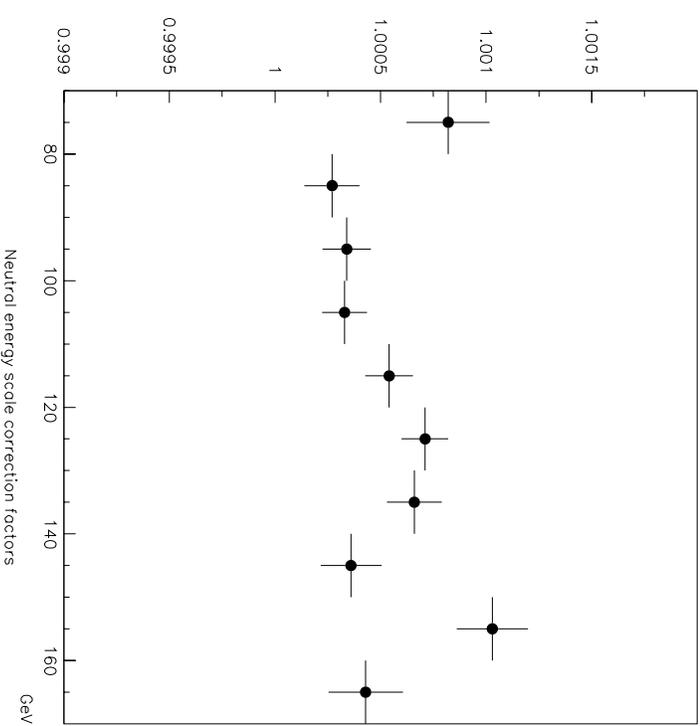
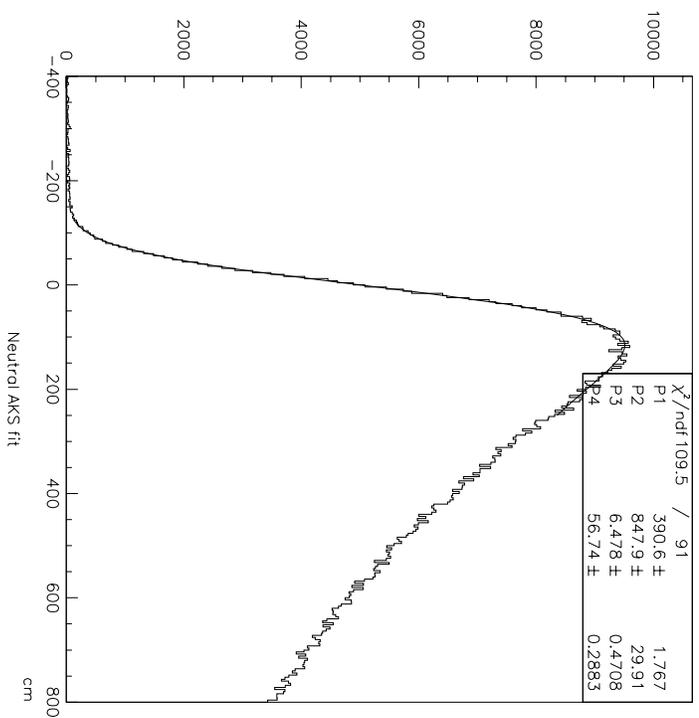
Distribuzione del tempo degli eventi $\pi\pi$ rispetto a tutti i protoni nel tagger
tempo carico: odoscopio - tempo neutro: calorimetro LKr
statistica 1998 completa



Risoluzione temporale: $\pi^+\pi^- = 190$ ps; $\pi^0\pi^0 = 250$ ps (simile al 1997)

La scala di energia neutra

- Scala di energia neutra: determinata dalla posizione longitudinale del vertice di decadimento
- Scala assoluta di energia: determinata dalla posizione del contatore AKS nella distribuzione dei vertici di $K_S \rightarrow \pi^0 \pi^0$



Scala di energia neutra nel 1998: nota con un incertezza di 5×10^{-4}
Stabilità: entro 5×10^{-4} (stesso risultato che nel 1997)

CONCLUSIONI sulla analisi $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$

- primo risultato $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ di NA48 sui dati 1997 accettato per la pubblicazione da Phys. Lett. B:

$$\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon) = 18.5 \pm 4.5(\text{stat}) \pm 5.8(\text{syst})$$

- analisi $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ 1998 in stadio avanzato
- importante ottenere presto un risultato: in corso intenso lavoro (riunioni anche più volte al mese) per concludere quanto prima l'analisi sui dati 1998
 - errore statistico atteso: $\sim 2.9 \cdot 10^{-4}$
 - errore sistematico atteso simile a quello statistico
- indispensabile la statistica 1999 (e 2000) per completare la misura con successo

Il run 1999

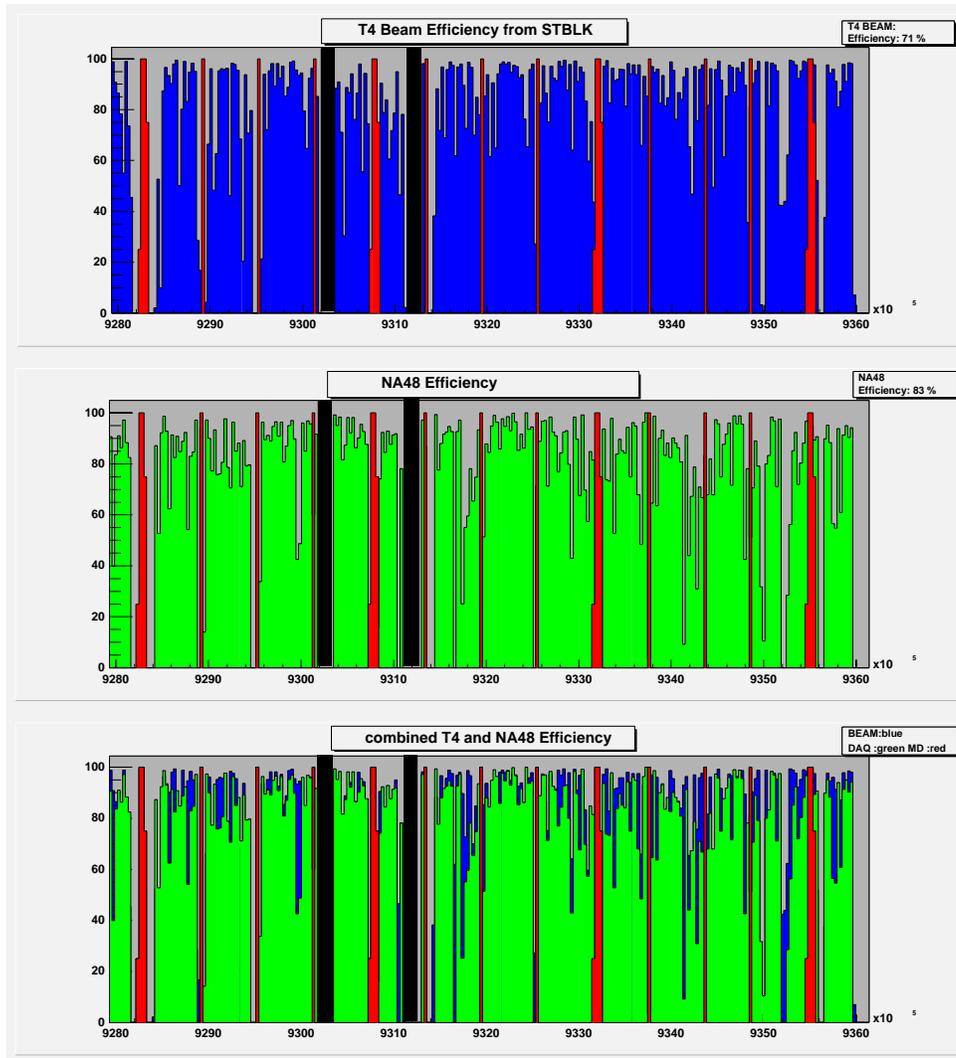
- Stato del run
- Efficienza del run
- Prestazioni dell'acquisizione (PCFARM)
- Statistica dei dati
- Run speciali

Stato del run 1999

- durata dal 15 maggio al 30 settembre
- modifiche e miglioramenti rispetto al 1998:
 - readout controller DCH
 - messa a punto della PCFARM online
 - nuovi integratori di intensità del fascio
 - nuovo impulsatore per la calibrazione del calorimetro em.
 - nuovo sistema di distribuzione segnali timing SPS
 - installato terzo crate di PMB per l'odoscopio carico
- test run in aprile di messa a punto del rivelatore
- dati per $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ a partire dal 25 maggio
- presa dati tranquilla (ca. 129 gg) con buone prestazioni del fascio e del rivelatore a 18000 eventi/burst
- lunghezza dello spill da 2.36 s a 2.58 s (valore massimo possibile, inizio luglio) su 14.4 s \Rightarrow aumento di $\sim 10\%$ triggers/burst senza aumento di intensità istantanea
- run speciali: dati non $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ in particolari condizioni
- statistica finale attesa: $\Rightarrow \sim 2.2M K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$
459 Kbursts, $7.7 \cdot 10^9$ triggers, 93.5 TBytes di dati

Efficienza del run

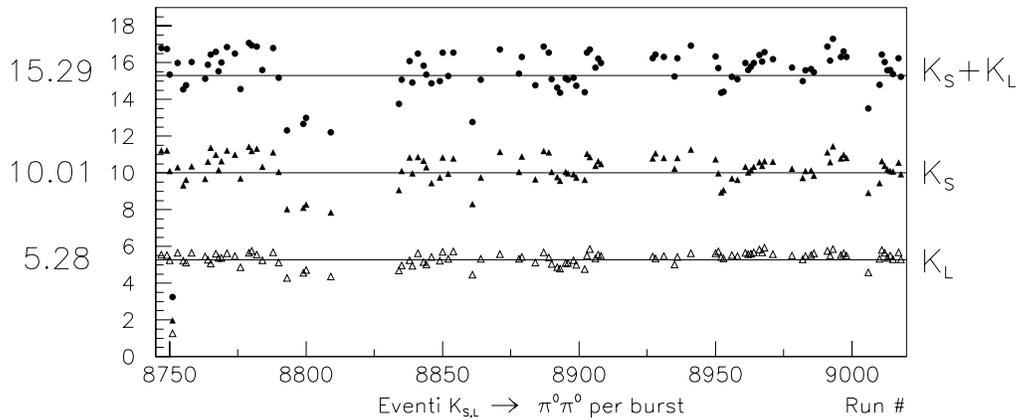
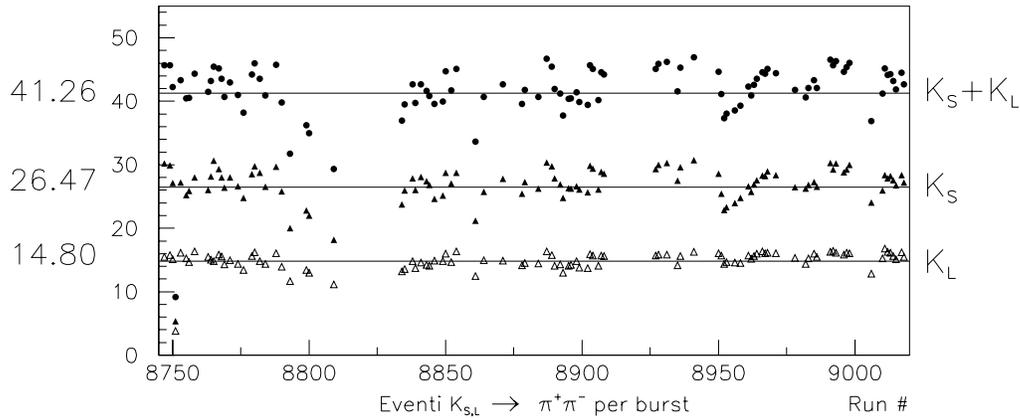
Distribuzioni dell'efficienza del fascio e dell'efficienza della raccolta dei dati in NA48 in funzione del tempo nel run '99 (situazione al 23.08.1999, 1 bin = 8 ore)



- Efficienza del fascio su T4 (blu): % di cicli SPS con rate su T4 maggiore di $\frac{1}{3}$ del rate nominale \Rightarrow 71 %
- Efficienza di NA48 (verde): % di cicli SPS con più di 100 eventi/burst \Rightarrow valore medio = 83 %
- In rosso: periodi di MD; in nero: no informazioni

Statistica dei dati 1999

Distribuzioni degli eventi carichi e neutri per burst
in funzione del numero di run (tra il 20.07 e il 23.08.1999,
~ 18000 ev. per burst)



- Eventi per burst (nessuna selezione applicata):
 $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-: \sim 26.4$ $K_S \rightarrow \pi^0\pi^0: \sim 10.0$
 $K_L \rightarrow \pi^+\pi^-: \sim 14.7$ $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0: \sim 5.3$
- I numeri 1999 sono simili a quelli dei passati run
- A fine run si aspettano $\sim 2.2M K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$ eventi
- Errore statistico estrapolato su $\text{Re}(\epsilon'/\epsilon) \sim 2.1 \times 10^{-4}$

Run speciali nel 1999

Dati non $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ raccontati nel 1999:

- run per il controllo del funzionamento di parti specifiche del rivelatore:
 - K_S soli: ca. 4 ore/settimana
 - K_L soli: ca. 4 ore/mese
 - elettroni: 2 giorni, per:
 - * studio del profilo laterale dello sciame
 - * controllo della risoluzione in p dello spettrometro
 - * allineamento camere/calorimetro em.
 - * controllo tempo di drift nel calorimetro em.
 - η : 12 ore/mese, per:
 - * calibrazione delle celle del calorimetro em.
 - * stabilità della scala di energia
- run di test per misure future (≥ 2000) di fisica diverse da $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$:
 - K_S ad alta intensità: 48 ore, per:
 - * misure di rates nel rivelatore
 - * studi preliminari della fisica dei K_S in NA48
 - $K_{\mu 3}$: 48 ore, per studio asimmetrie di carica δ_μ e δ_e
 - K^+/K^- : 2 ore, per misure di rates nel rivelatore

Run speciali nel 1999

Nuovi steering di fascio provati nel 1999:

K_S a alta intensità

- **modifiche principali del fascio esistente:**

- rimosso il bersaglio dei K_L ;
- protoni deviati dalla linea di fascio K_L senza attraversare cristallo e tagger;
- rimosso il convertitore davanti ai contatori AKS;
- intensità dei protoni fino a 5×10^9 *ppp* sul bersaglio dei K_S (200 volte quella attuale).

- **risultati del test run '99:**

- parametri del fascio: 5×10^9 *ppp*, 450 GeV, angolo di produzione - 4.2 mrad, duty cycle 2.5 s / 14.4 s
- flusso di K: $\sim 4.0 \times 10^4$ K_S /ciclo, $\langle p \rangle = 80$ GeV, $40 \text{ GeV} \leq p \leq 240 \text{ GeV}$
 $\Rightarrow 1.4 \times 10^{10}$ K_S /anno (120 giorni, $\epsilon = 50$ %)
- rates nei rivelatori: paragonabili a quelli dei fasci K_L / K_S a intensità nominale, presa dati stabile.

- **evoluzione futura del disegno:**

- ristrutturazione della linea di fascio (irreversibile, fisica post $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$):
 - * sostituzione del magnete a monte del bersaglio dei K_S per variare l'angolo di produzione;
 - * modifica dei collimatori;
 - * rimozione dei K_S alla $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$;
- parametri del nuovo fascio: 1×10^{10} *ppp*, 400 GeV, angolo di produzione - 2.5 mrad, duty cycle 5.0 s / 19.2 s
- flusso di K: $\sim 1.1 \times 10^5$ K_S /ciclo, $\langle p \rangle = 80$ GeV, $40 \text{ GeV} \leq p \leq 240 \text{ GeV}$
 $\Rightarrow 3.0 \times 10^{10}$ K_S /anno (120 giorni, $\epsilon = 50$ %);
- rates nei rivelatori: doppi rispetto ai K_L / K_S a intensità nominale \Rightarrow modifiche minori a rivelatore ed acquisizione dati.

- **alcuni argomenti di fisica in studio:**

- decadimenti rari dei K_S :
 - * $K_S \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$: interpretazione della componente CPV indiretta di $K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$
 $\Rightarrow \text{SES} \sim 2.6 \times 10^{-10}$ all'anno; (acc. 15 %)
 - * studio dei parametri CPV η_{000} ed η_{+-0} .
- fisica degli iperoni:
 - * massa e decadimenti del barione Ξ^0 .

Run speciali nel 1999

Nuovi steering di fascio provati nel 1999:

I fasci simultanei K^+ / K^-

- **risultati del test run '99:**

- parametri del fascio: $1. \times 10^{11}$ ppp su T10, 450 GeV, duty cycle 2.5 s / 14.4 s; prodotti π^\pm e K^\pm (15:1) con $\langle p_K \rangle = 60 \text{ GeV} \pm 10 \%$;
- misurati $\sim 10^5$ decadimenti di K per ciclo nell'intervallo di impulso scelto \Rightarrow attesi $O(10^{10})$ decadimenti all'anno (120 giorni, $\epsilon = 50 \%$);
- rates nei rivelatori: circa doppi rispetto ai K_L / K_S a intensità nominale \Rightarrow analoghi rates sono attesi con i fasci nel disegno finale.

- **previsioni future:**

- ricostruzione completa della linea di fascio K12 e modifica della zona di decadimento \Rightarrow i due fasci K^+ e K^- sono prodotti simultaneamente e coincidenti in tempo e in posizione sul rivelatore;
- parametri del nuovo fascio: 1×10^{12} ppp, 400 GeV, angoli di produzione: 0 mrad (K^-) e 5 mrad (K^+), duty cycle 5.0 s / 19.2 s;

- rates nei rivelatori: paragonabili a quelli dei K_L / K_S a intensità nominale (diverso duty cycle) \Rightarrow uso del rivelatore NA48 attuale.

- **principale motivazione di fisica:**

- misura della asimmetria A_g dei parametri di slope g^+ e g^- degli elementi di matrice dei decadimenti $K^\pm \rightarrow 3\pi^\pm$ (CPV diretta):

$$A_g = \frac{g^+ - g^-}{g^+ + g^-}$$

- * principio della misura: uso di fasci K^+ e K^- sovrapposti in spazio e tempo, e in una stretta banda di impulso, (i.e. (60 ± 6) GeV) per minimizzare le sistematiche;
- * misura dell'asimmetria dal rapporto delle distribuzioni di K^+ e K^- in bins di impulso;
- * equalizzazione delle accettanze per K^+ e K^- raccogliendo dati con entrambe le polarità dello spettrometro magnetico;
- * precisione attesa su A_g in un anno di presa dati: $\sim 2.3 \times 10^{-4}$ ($\sim 10^9 K^\pm \rightarrow 3\pi^\pm$ all'anno);
- * previsioni teoriche: $A_g \leq 10^{-3}$;
- * stato della misura:
 - $A_g = (-7 \pm 5) \times 10^{-3}$ ($\sim 1.6 \times 10^6$ eventi per K carico, W.T.Ford et al., Phys.Rev.Lett. **25** 1370 (1970)).
 - nuovi risultati attesi a FNAL con $O(10^8)$ eventi K^+ e K^- (esperimento HyperCP), e da KLOE.

Presca dati nel 2000

- Memorandum SPSC/M634 spedito fine agosto
- In preparazione addendum al proposal di NA48 per discussione con comitato SPSC in ottobre
- NA48 nel 2000 richiede 110 giorni di fascio per:
 - completamento della misura $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ per ottenere la precisione di 2×10^{-4} prevista nel proposal:
 - * presa dati per $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ standard
 - * controllo della sensibilità del rivelatore agli eventi accidentali variando le intensità dei fasci K_L e K_S
 - * run dedicati di elettroni per approfondire lo studio della linearità di energia e controllare la scala di energia neutra
 - run speciali per verificare le possibilità future di fisica con il rivelatore NA48 (**previo completamento del programma previsto per $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$**):
 - * run con K_S ad alta intensità;
 - * run dedicato alla misura delle asimmetrie di carica δ_μ e δ_e (condizionato ai risultati dell'analogo run del 1999: ca. 2 settimane per $\sim 3 \times 10^7 K_{\mu 3}$ e $\sim 10^8 K_{e3} \Rightarrow$ precisioni pubblicate)
- **Possibile programma ≥ 2000**
 - 2000: $\text{Re}(\varepsilon'/\varepsilon)$ (+ eventualmente K_S ad alta intensità)
 - 2001: K_S ad alta intensità
 - 2002: fasci simultanei K^+/K^-