Gian-Luigi Fogli e la struttura della Corrente Neutra Debole

Dieter Haidt
DESY, Hamburg

1. La riunione a Bari 1977
2. Struttura di N e NC
3. Il mare profondo

Celebrazione del 70mo compleanno

Riunione a Bari 1977

Il neutrino è il filo rosso attraverso la vita di Gian-Luigi
anche per me $\Rightarrow$ incontro assicurato

- Il gruppo di Bari fa parte della collaborazione Gargamelle
- dopo freon 1975 Gargamelle con liquido propano.
  Scopo : produzione esclusiva 1 π
- Idea: Confronto $\nu\pi^0$ - $\overline{\nu}\pi^0$: violazione di parità ?
  analogia con esperimento ed a SLAC
- Convoco le collaborazioni ν e $\overline{\nu}$ a Bari per fissare criteri communi
- sono presenti anche Gian-Luigi Fogli e Dieter Rein : discussione su produzione 1π in NC and CC

Resultato : Due lavori teorici da Fogli & Nardulli e Rein & Sehgal

Resultati su produzione 1 π

tutti i canali NC e CC misurati in ν e $\overline{\nu}$ C_3H_8

Processo NC	Isospin Amplitude	numero di eventi
$\nu + p \to \nu + p + \pi^0$	$2A_3 + A_1 - S$	297 ± 37
$\nu + p \to \nu + n + \pi^+$	$2A_3 + A_1 + S$	180 ± 31
$\nu + n \to \nu + p + \pi^-$	$\sqrt{2}(A_3 - A_1 - S)$	177 ± 43
$\nu + n \to \nu + n + \pi^0$	$\sqrt{2}(A_3 - A_1 + S)$	237 ± 59

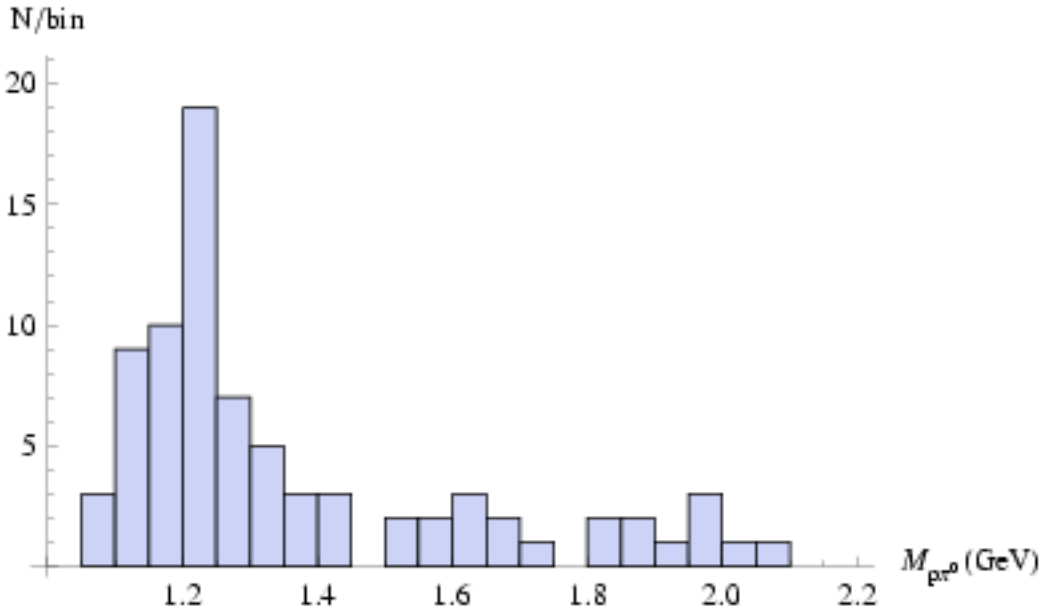
Nota: $\nu + n \to \nu + n + \pi^0$ solo neutrale

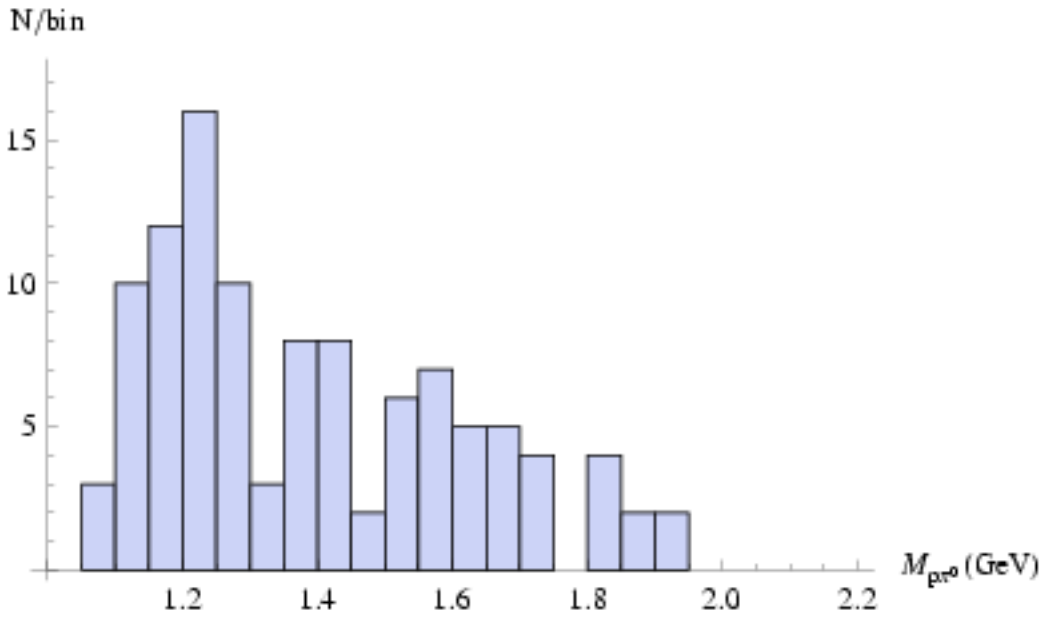
- Puro isoscalare
  $\sigma(p\pi^0)$:$\sigma(n\pi^0)$:$\sigma(p\pi^-)$:$\sigma(n\pi^+) = 1$:1:2:2
  inconsistente coi dati
- Puro isovettore
  $\sigma(p\pi^0)$:$\sigma(n\pi^0)$:$\sigma(p\pi^-)$:$\sigma(n\pi^+) = 2$:2:1:1 dà CL=0.02
- Assenza di isovettore 1/2
  $A_3 \neq 0,\ A_1 = 0$ and $S \neq 0$ gives CL=0.45

Produzione di 1 π^0 : $\sigma(\nu N) - \sigma(\overline{\nu} N) \neq 0$
(3 std.dev.)

20 anni piú tardi : applicazione importante dal gruppo Kamioka

Produzione di Δ





NC: $\nu + p \rightarrow \nu + \Delta^+$ (protone libero e legato)

CC: $\nu + n \rightarrow \mu + \Delta^+$ (neutrone legato)

reinterazione nel carbonio e movimento di Fermi

Esclude modelli NC isobar

Combinazione di tutte le misure ν e $\overline{\nu}$ NC

Intorno 1985

- Modello Standard confermato al livello tree
- desiderato : verifiche *model independent*
- verifica degli effetti a 1-loop

Progetto di Gian-Luigi: combina tutti i dati.

Due grossi problemi

- le quantità pubblicate dipendono dalle condizioni sperimentali (tagli etc) e da parametri fenomenologici (W, Z, charm, top etc)
- la struttura del nucleone

Un compito enorme: Predizione di ognuna misura con un unico set di parametri

Accoppiamenti chirali:numeri

Coupling	value	errors exp	sys
g_L^2	0.2982	0.0028	0.0029
g_R^2	0.0309	0.0034	0.0028
δ_L^2	-0.0588	0.0233	0.0042
δ_R^2	0.0206	0.0155	0.0037

Le correlazioni sono importanti :

$$\rho_{exp} = \begin{pmatrix} 1 & -0.715 & -0.100 & 0.118 \\ & 1 & 0.064 & 0.097 \\ & & 1 & -0.436 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

$$\rho_{sys} = \begin{pmatrix} 1 & -0.914 & -0.975 & 0.606 \\ & 1 & 0.945 & -0.677 \\ & & 1 & -0.712 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

È facile determinare altre combinazioni.

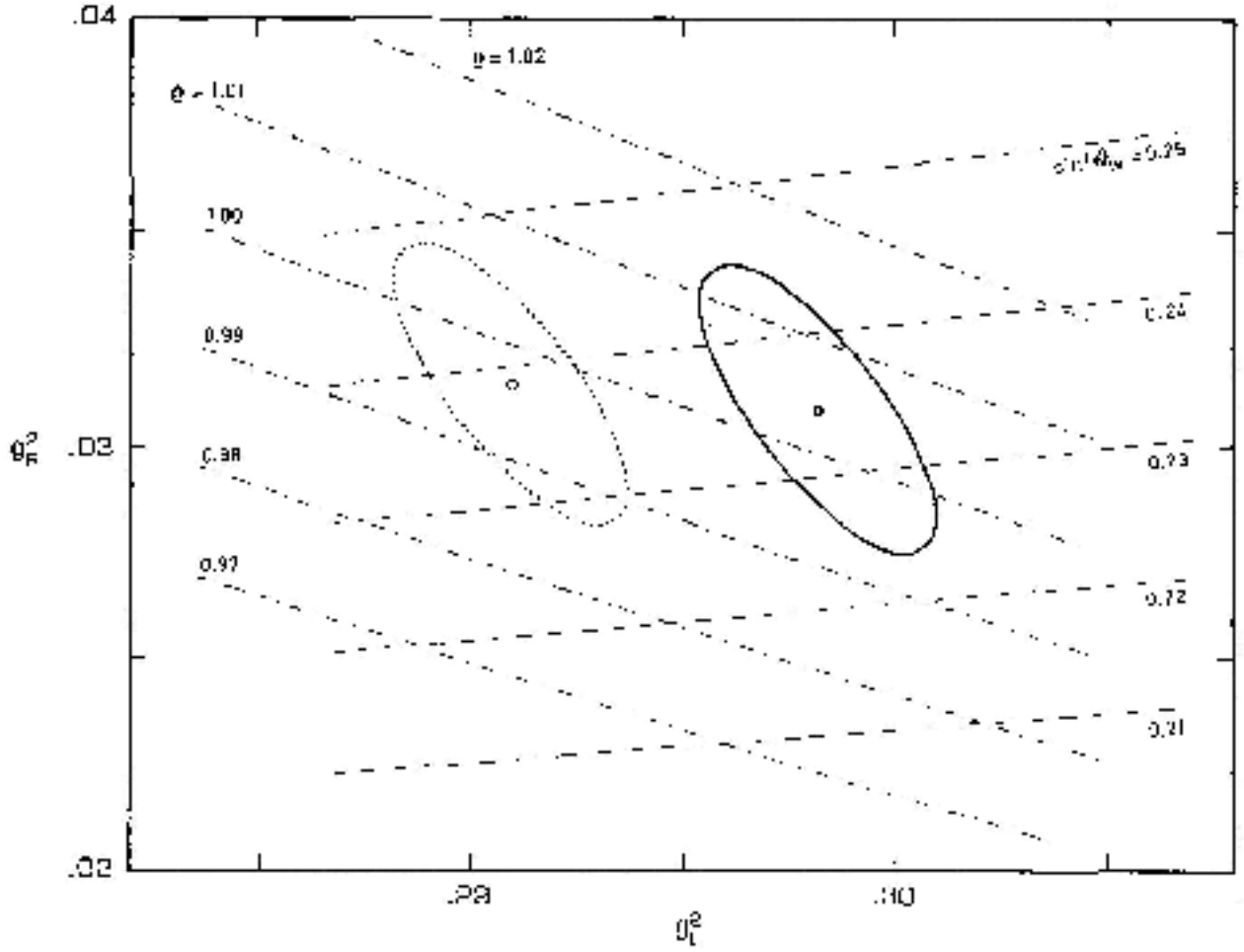
L'incertezza è sempre la migliore possibile.

Accoppiamenti (somma)

Misure (inclusive) precise di NC/CC da calorimetri (Fe, marmo, Ne etc)
target quasi isoscalare $\Rightarrow$ misura la somma :

$$g^2_{L,R} = u^2_{L,R} + d^2_{L,R}$$

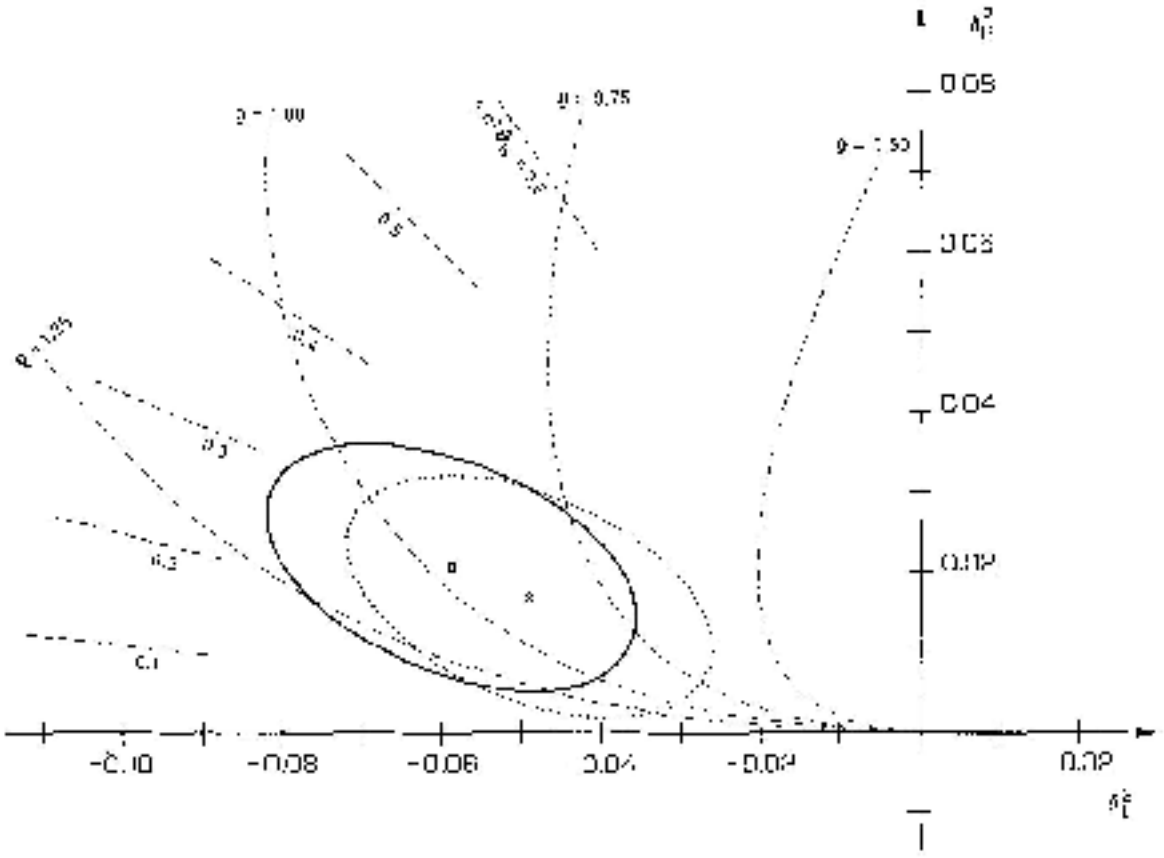
Spostamento significativo dovuto alle contribuzioni 1-loop



Accoppiamenti (δ)

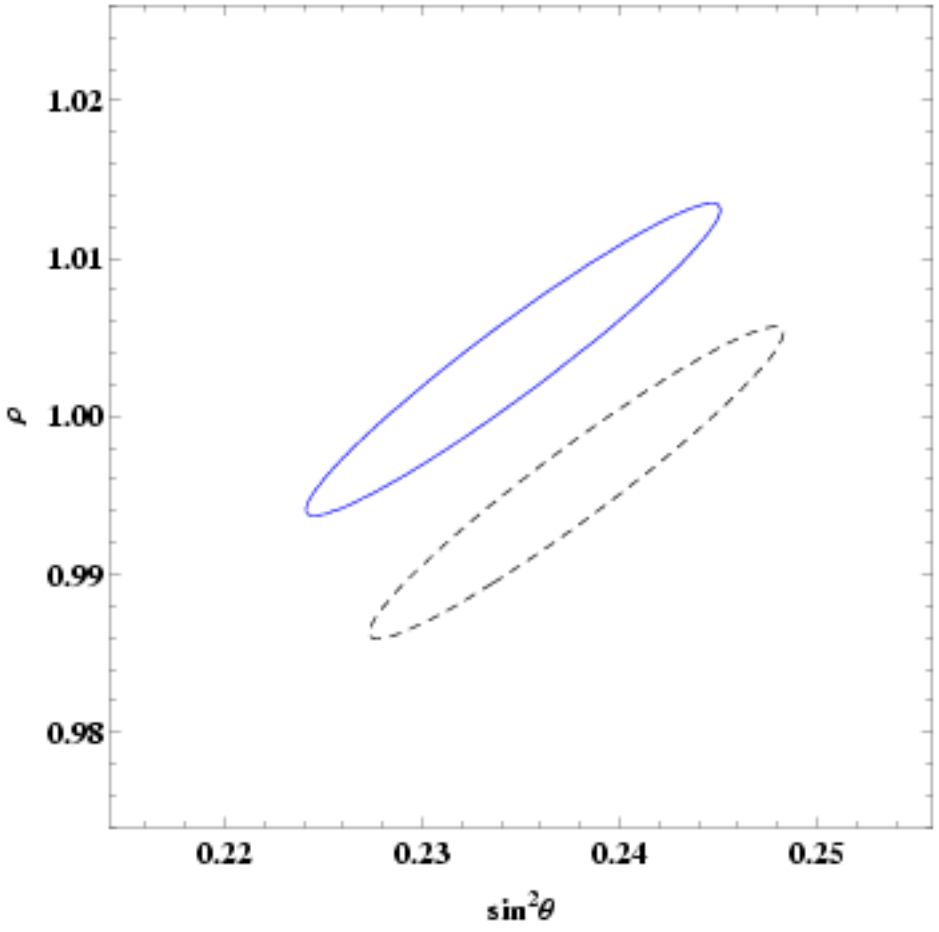
Esperimenti con camere a bolle offrono targhette con u/d molto diverso da 1 $\Rightarrow$ misura delle differenze

$$\delta^2_{L,R} = u^2_{L,R} - d^2_{L,R}$$



Verifica del Modello Standard

Vincolo : nel Modello Standard i 4 accoppiamenti sono funzioni da $\sin^2\theta$ e ρ.
Il fit risulta : χ^2/dof=1.7/2.
Effetti a 1-loop sono significanti.



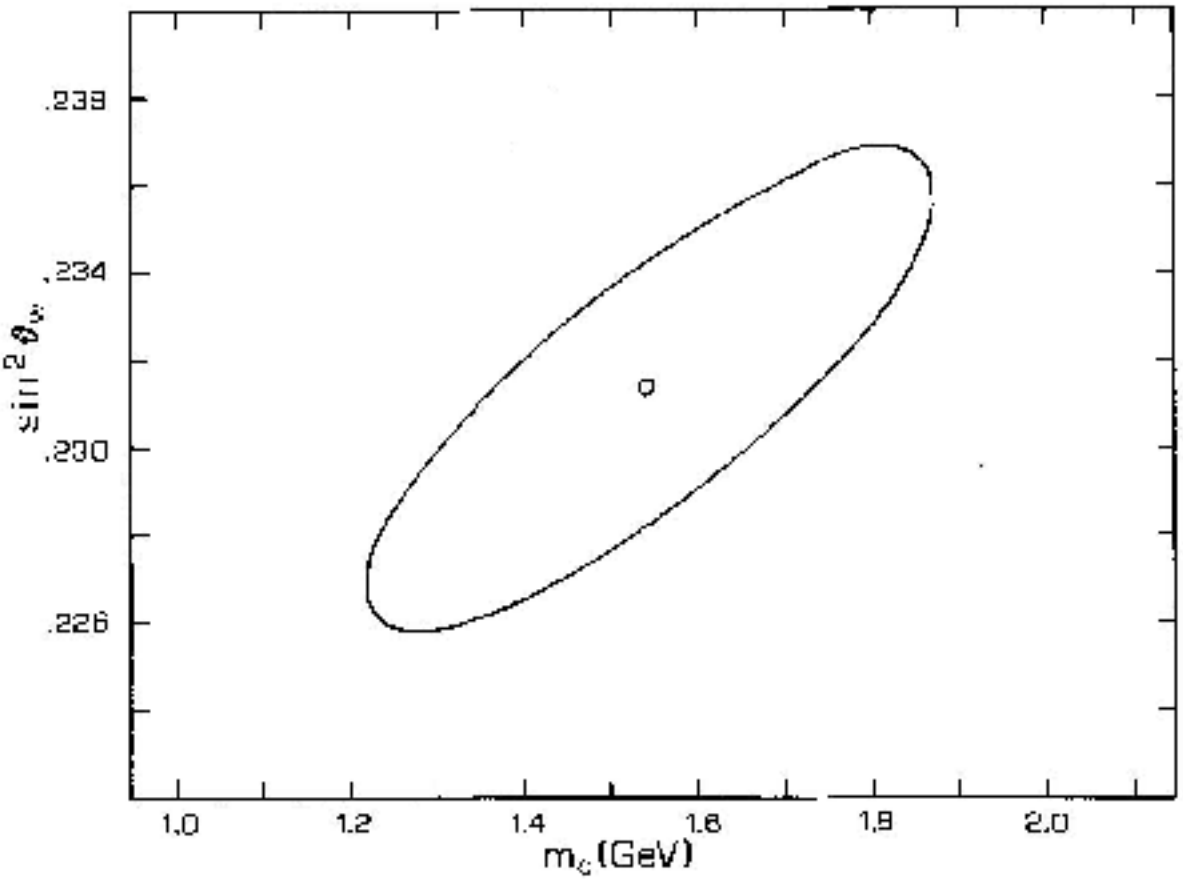
Nel Modello Standard minimale
$\sin^2\theta = 0.2309 \pm 0.0029 \pm 0.0024$.

Ecco il migliore valore dal settore neutrino.

Incertezza dai sapori

Vantaggio: i dati ν e $\overline{\nu}$ CC dagli stessi esperimenti furniscono l'informazione sulla composizione dei sapori nel protone

- xF_3 determina la valenza.
- $F_2 = \sum x(q + \overline{q})$ include tutti i sapori.
- Mare strano da $s' \to c$. m_c
- Mare charmato generato da QCD

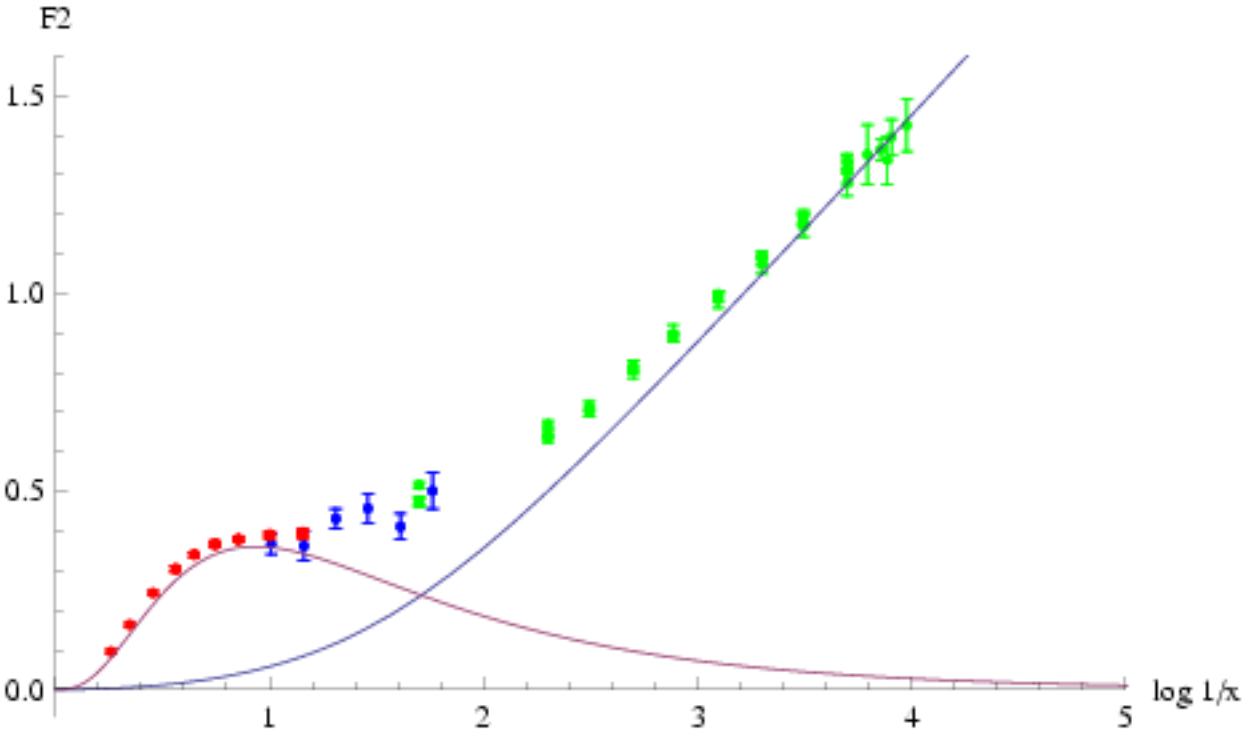


Mare profondo del protone

La macchina HERA ep (1992-2006) : Studio simultaneo di interazioni con γ, Z e W
Spazio delle fasi esteso in x giù fino 10^{-6}

La forma di $F_2(x)$ (Q^2=10 GeV^2 fisso) mostra 2 tratti distinti:

- $x > 0.001$: valenza e mare intrinseco
- $x < 0.001$: mare profono

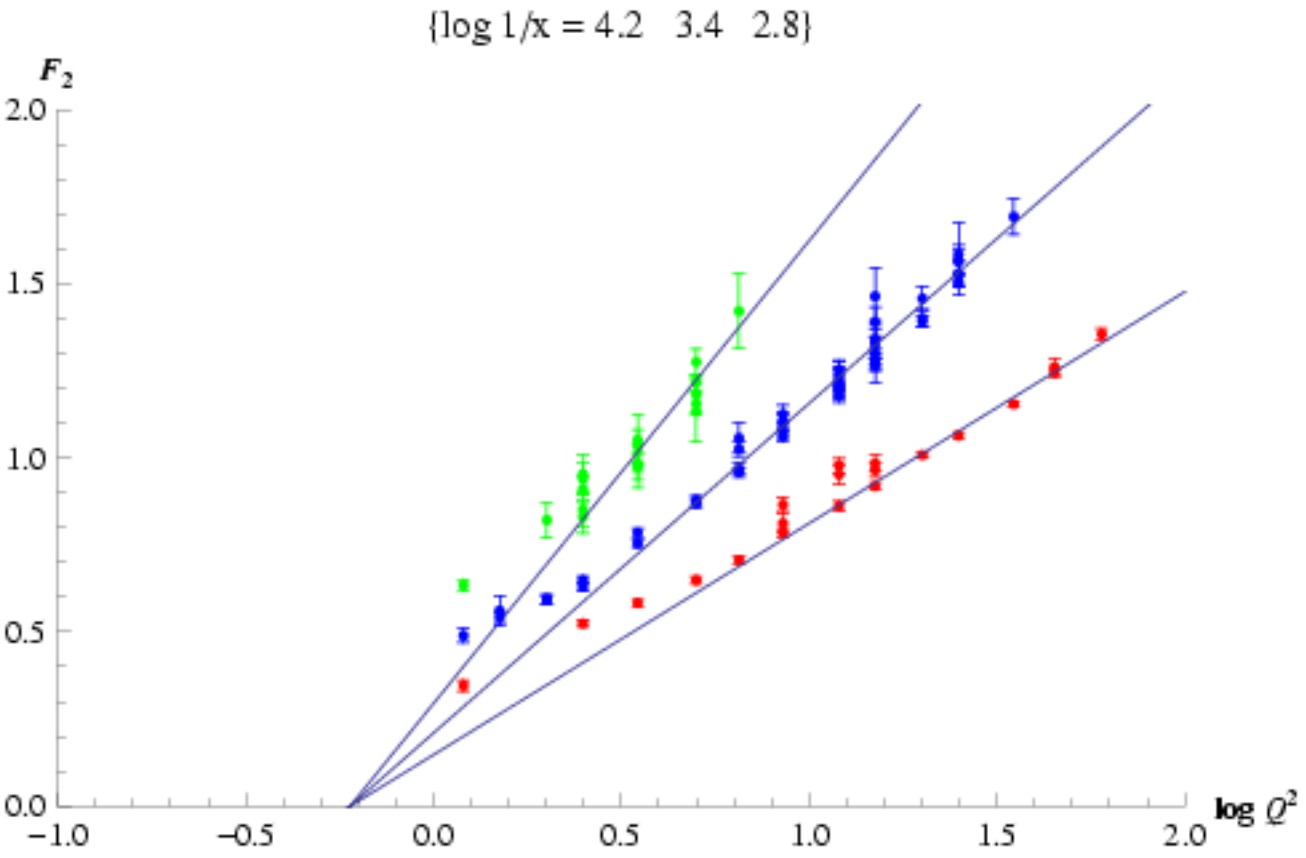


Una Nuova Variabile q

$F_2(Q^2)$ per 3 valori x nel mare profondo : parte lineare estrapola verso punto commune $Q_0^2 \approx 0.6$ GeV^2. Quindi nuova variabile:

$$q = \log\,(1 + Q^2/Q_0^2)$$

Q^2 grande : q $\rightarrow$ log Q^2
Q^2 piccolo : q $\rightarrow$ Q^2



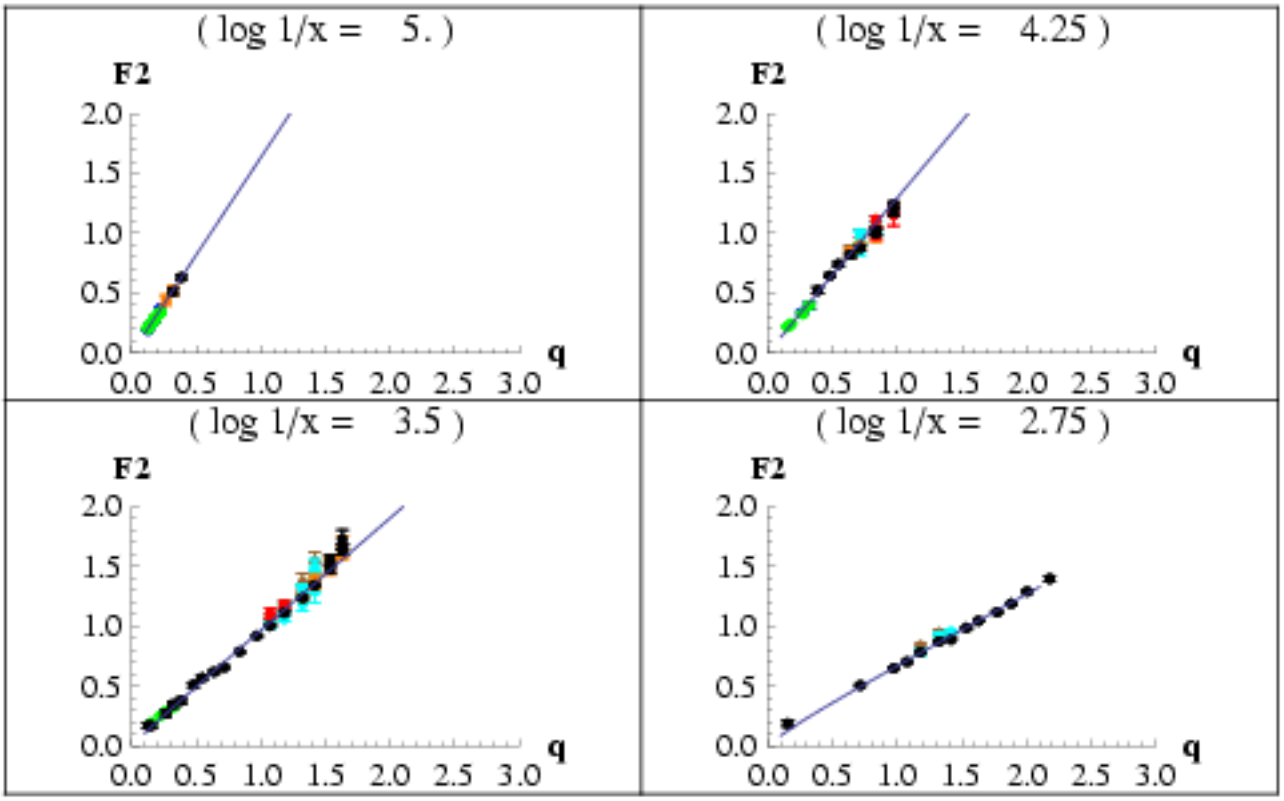
Proprietà del Mare Profondo

F_2 è lineare in q e log $1/x$

Estrapolazione $q \to 0$ consistente con 0 (CVC)

Comportamento lineare dalla regione nonperturbativa nella regione perturbativa

Una sfida per DGLAP !



Quinta Essentia

E dei saper che tutti hanno diletto

quanto la sua veduta si profonda

nel vero, in che si queta ogn'intelletto

Dante Par.28, 106