BIENAL99,20-24 Septiembre
Ignacio Redondo

Secciones eficaces de D^* en DIS y Extracción de $F_2^{c\bar{c}}$

- Motivación.

- Secciones eficaces de producción de D^*.

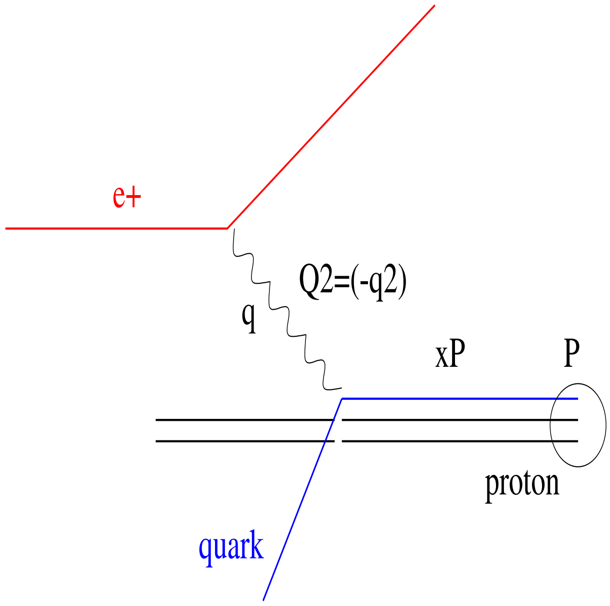
- Comparación con cálculos de QCD a NLO. Efectos de fragmentación.

- $F_2^{c\bar{c}}$: extracción y discusión.

- Conclusiones.

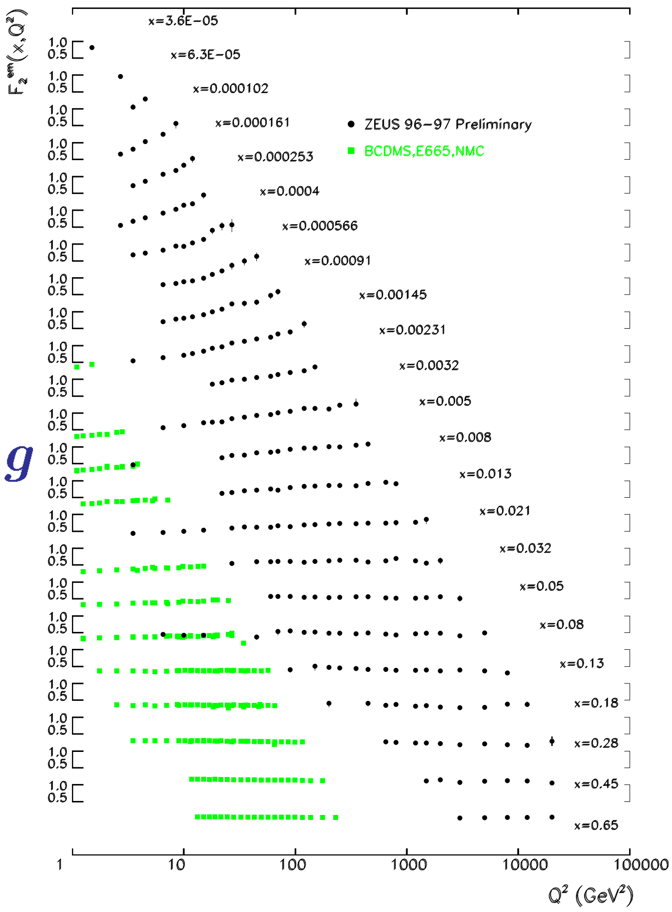
Motivación.

- HERA produce colisiones e^+p a $\sqrt{s} = 300GeV$



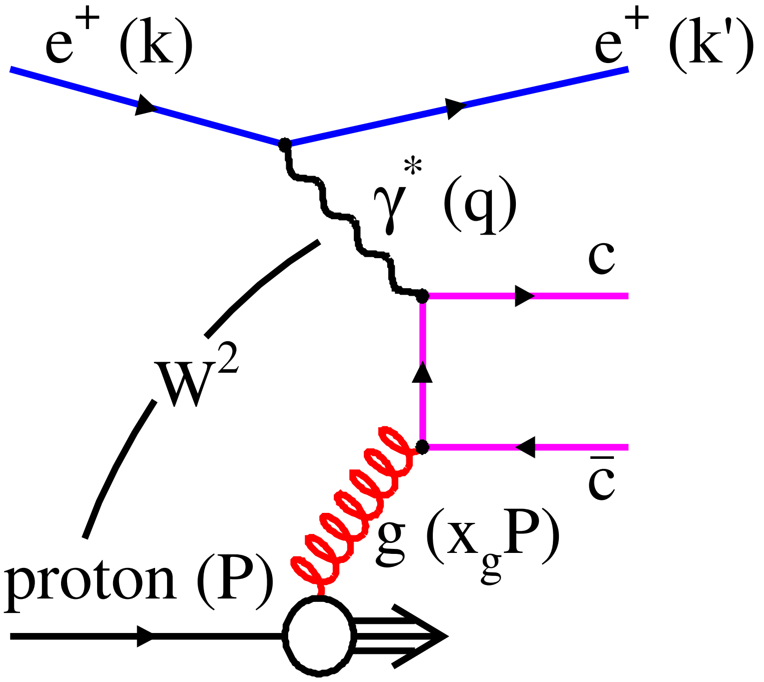
$$\frac{d^2\sigma(x,Q^2)}{dxdQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2}{xQ^4}\{[1+(1-y)^2]F_2(x,Q^2) - y^2F_L\}$$

- $\partial F_2/\partial log(Q^2) \sim \alpha_s g$



• La producción de quark c en DIS está dominada por el mecanismo de fusión de un fotón y un gluón*.

• $\sigma^{c\bar{c}} \sim \alpha_s g$



• La presencia de escalas de energía grandes ($\sqrt{Q^2}$ y $m_c >> \Lambda_{QCD}$) permiten realizar cálculos perturbativos de QCD.

F_2(datos) $\rightarrow g, q, \bar{q} \rightarrow \sigma^{c\bar{c}}$ (pred) $\Leftrightarrow$ $\sigma^{c\bar{c}}$ datos
Test de QCD y de la universalidad de las distribuciones partónicas del protón.

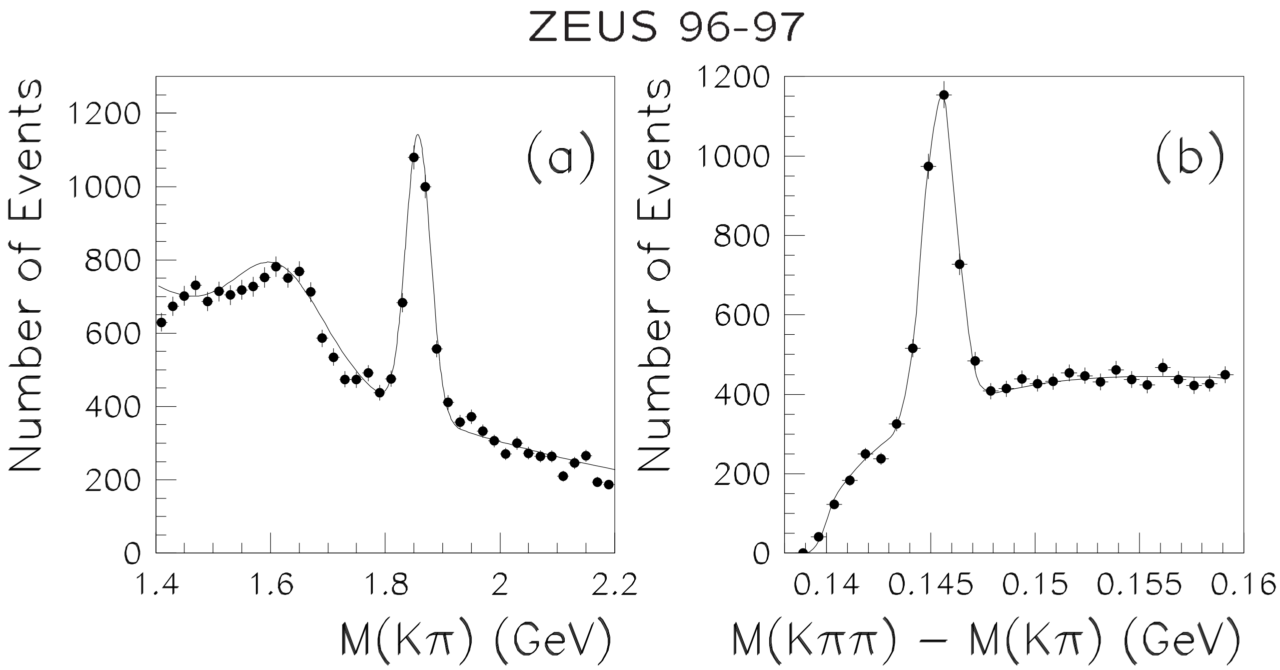
*H1 Collab. C. Adloff et al., Z. Phys. C72, 593 (1996). ZEUS Collab., J. Breitweg et al., Phys. Lett. B407, 402 (1997)

Secciones eficaces.

ZEUS 96+97 (luminosidad $\sim 37pb^{-1}$)

- El error estadístico es 5 veces menor que el de los anteriores resultados de ZEUS.
- La región medida se ha extendido a mayores y menores Q^2.

- $D^{*+}(c\bar{d}) \rightarrow D^0(c\bar{u})\ \pi^+_{slow}$
  $\hookrightarrow K^-\pi^+$



En la región cinemática:

$$0.02 < y < 0.7\ ;\ 1\ GeV^2 < Q^2 < 600\ GeV^2$$

$$1.5\ GeV < p_{\mathrm{T}}(D^*) < 15\ GeV\ ;\ |\ \eta(D^*)\ | < 1.5$$

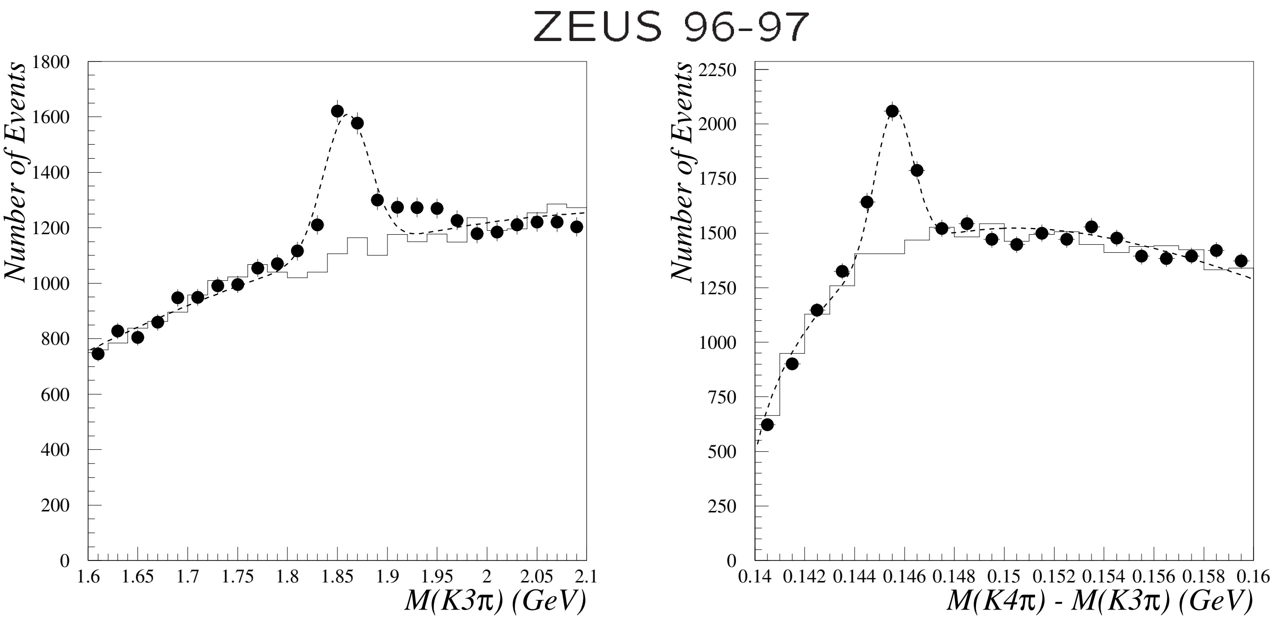
$$\eta = -log(tan(\Theta/2))$$

$$\boxed{\sigma(e^+p \rightarrow e^+D^{*\pm}X) = 8.31 \pm 0.31(est)^{+0.30}_{-0.50}(sis)\ nb}$$

- $D^* \rightarrow D^0 \pi_{slow}$

  $\hookrightarrow K3\pi$

BR(K3π) $\sim$ 2 BR(Kπ)



$$0.02 < y < 0.7 \; ; \; 1 \; GeV^2 < Q^2 < 600 \; GeV^2$$

$$2.5 \; GeV < p_T(D^*) < 15 \; GeV \; ; \; |\, \eta(D^*) \,| < 1.5$$

$$\boxed{\sigma(e^+p \rightarrow e^+D^{*\pm}X) = 3.65 \pm 0.36(est)^{+0.20}_{-0.41}(sis)\; nb}$$

- **Extrapolada a la región** $1.5 \; GeV < p_T(D^*)$:

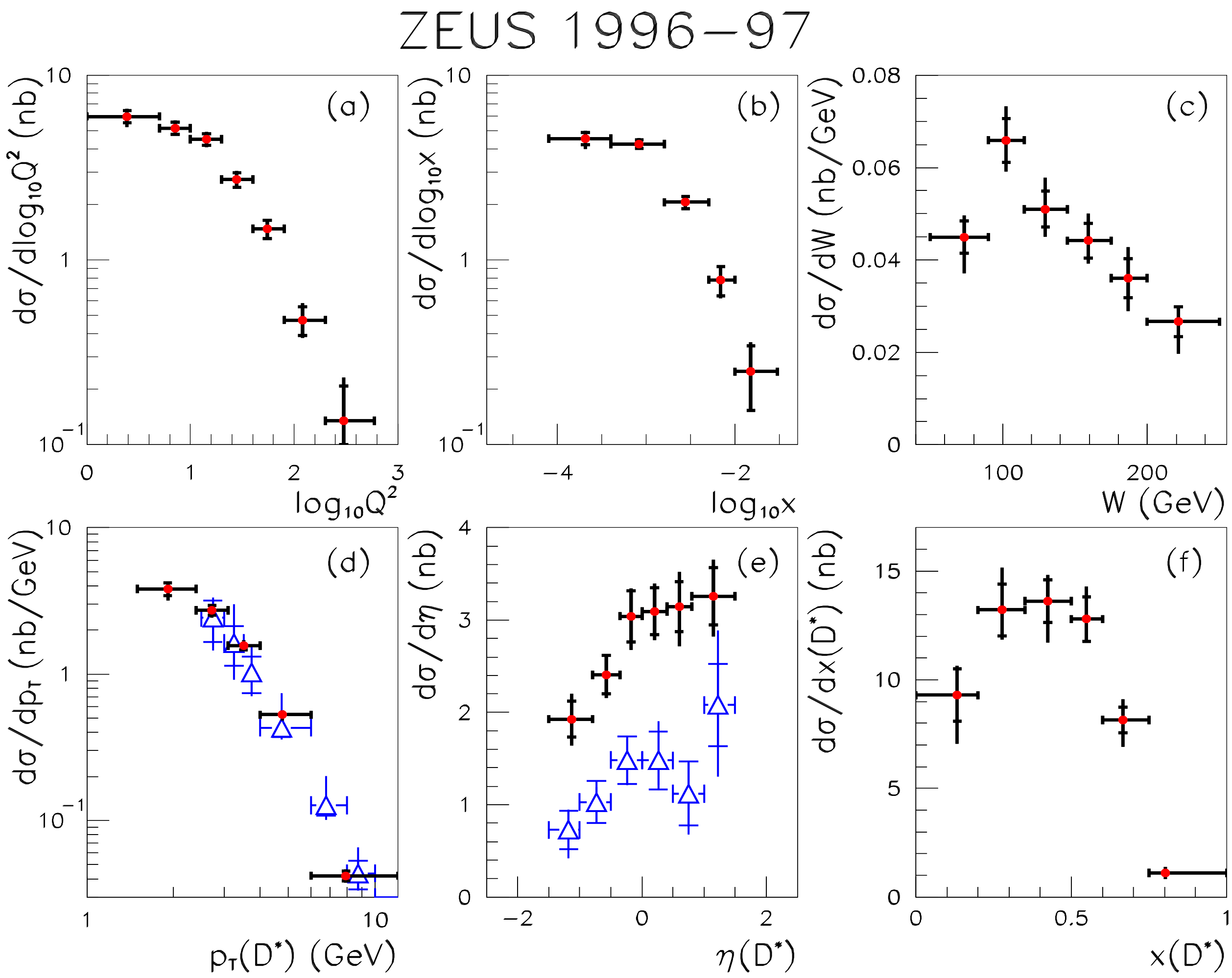
$$\sigma(e^+p \rightarrow e^+D^{*\pm}X) = 7.50 \pm 0.74(est)^{+0.40}_{-0.80}(sis) nb$$

$$\sigma(e^+p \rightarrow e^+D^{*\pm}X)_{k\pi} = 8.31 \pm 0.31(est)^{+0.30}_{-0.50}(sis)\; nb$$

Secciones eficaces diferenciales

$$log_{10}(Q^2), log_{10}(x), W$$

$$p_T(D^*),\ \eta(D^*),\ x(D^*) = 2 \mid p^* \mid /W$$

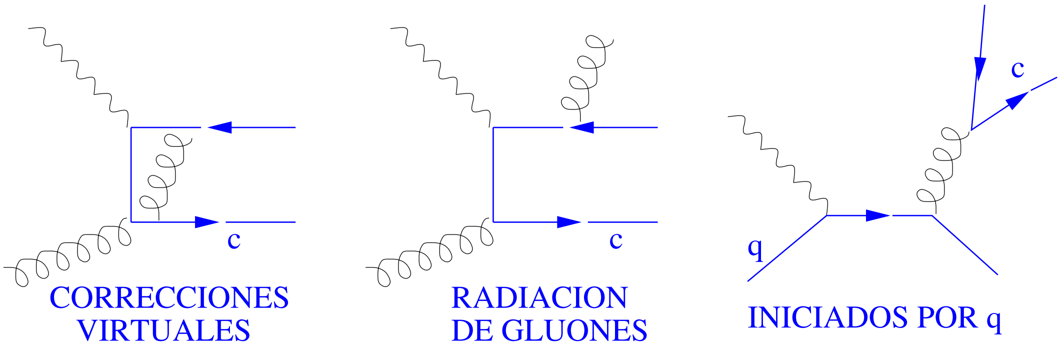


$$0.02 < y < 0.7\ ;\ 1\ GeV^2 < Q^2 < 600\ GeV^2$$

$$1.5(2.5)\ GeV < p_T(D^*) < 15\ GeV; \mid \eta(D^*) \mid < 1.5$$

- Los resultados de los dos canales están de acuerdo.
- La sección eficaz decrece con Q^2, x y p_T, crece con η y pica a W pequeña y a pequeña-media $x(D^*)$.

Cálculos de QCD a NLO.



- HVQDIS†: hipótesis

- Esquema con 3 sabores (TFNS)$\rightarrow$ charm se produce exclusivamente a partir de u,d,s,g; no hay c en el protón.

- Función de fragmentación de Peterson $\rightarrow$ Solución fenomenológica, simple (sólo un parámetro), y con buen resultado en e^+e^-.

$\rightarrow$ No tiene en cuenta la interacción con el resto de las cargas de color del suceso durante la fragmentación. (remanente del protón).

†B.W. Harris and J. Smith, Phys. Rev. D57, 2806 (1998)

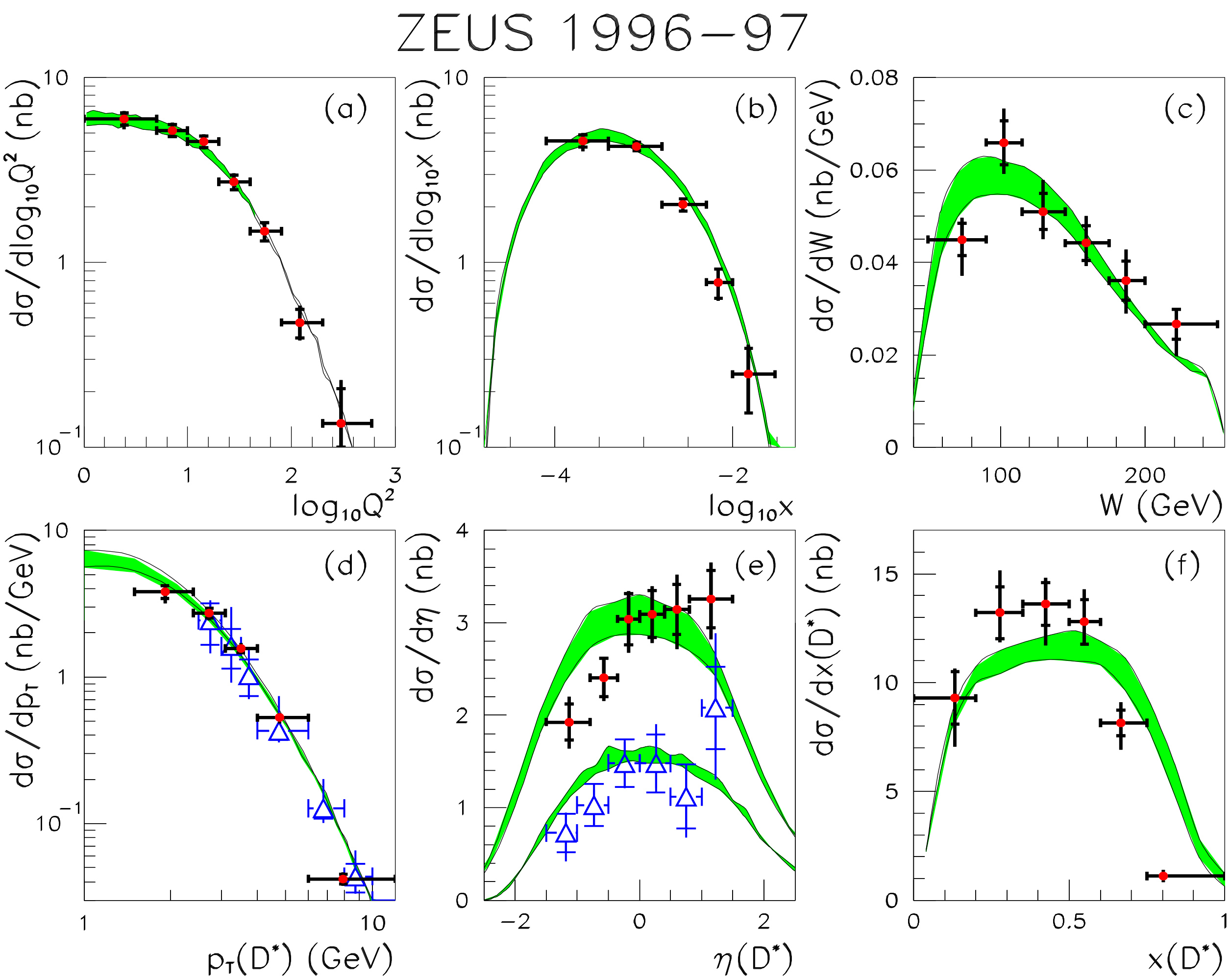
Comparación con NLO QCD.

$$\sigma(e^+p \to e^+D^{*\pm}X)_{k\pi} = 8.31\pm0.31(est)^{+0.30}_{-0.50}(sis)\ nb$$

$$\text{HVQDIS} \to 8.44 \pm 0.55(m_c \pm 0.1)\ nb$$

$$\sigma(e^+p \to e^+D^{*\pm}X)_{k3\pi} = 3.65\pm0.36(est)^{+0.20}_{-0.41}(sis)\ nb$$

$$\text{HVQDIS} \to 4.12 \pm 0.20(m_c \pm 0.1)\ nb$$



NLO (TFNS) Banda:

$$\epsilon = 0.035, pdf = ZEUS94, mc = 1.3 - 1.5\ GeV$$

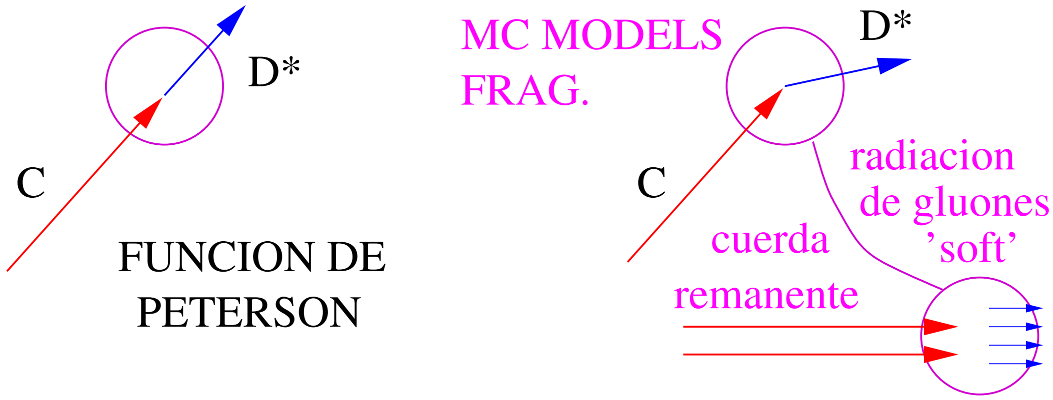
→ **Acuerdo en Q^2, x, W, $p_T(D^*)$ and σ_{CIN}**

→ **η desplazada hacia el remanente.**

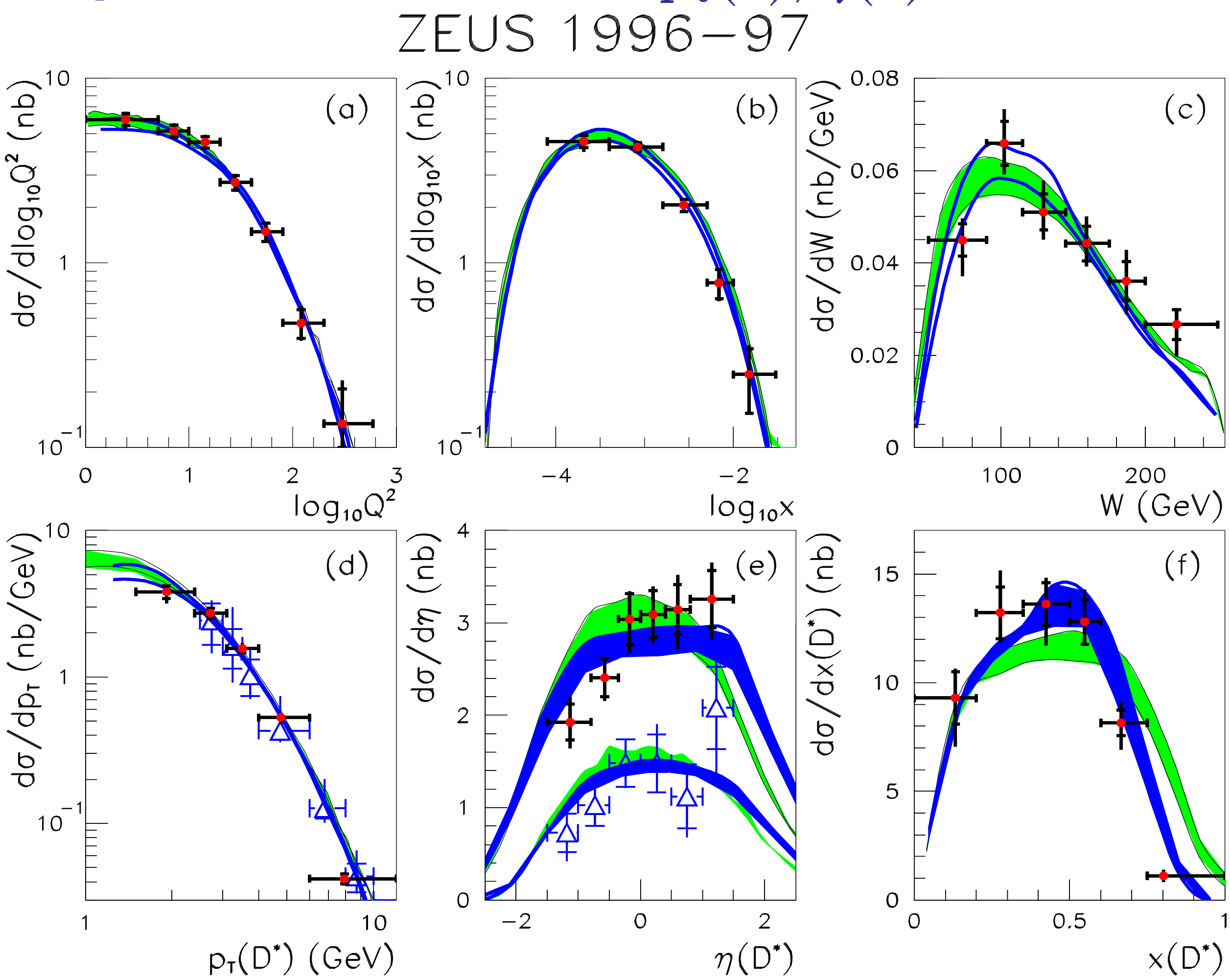
→ **$x(D^*)$ desplazada hacia valores menores.**

Efectos de la Fragmentación.

- Los Modelos MC (HERWIG, JETSET) contienen un desplazamiento durante la fragmentación (Beam drag).



$\Rightarrow$ Repesar RAPGAP (JETSET) MC de forma que siga la distribucion de $p_t(c), \eta(c)$ del NLO...



- ...mejora la descripción de los datos.

Extracción de $F_2^{c\bar{c}}$

$$\frac{d^2\sigma^{c\bar{c}}(x,Q^2)}{dx dQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2}{xQ^4}\{[1+(1-y)^2]F_2^{c\bar{c}}(x,Q^2) - y^2 F_L^{c\bar{c}}\}$$

- Se asume:

$\rightarrow$ $\frac{\sigma_{CIN}}{\sigma}$ está bien descrita.
$\rightarrow$ TFNS.
$\rightarrow$ $F_L^{c\bar{c}}$ es despreciable ($< 1\%$).
$\rightarrow$ charm ligado despreciable (2.5-4.5 %).
$\rightarrow$ $BR(c \rightarrow D^*)$ de e^+e^- es válido en HERA.

- Se extrapola a partir de la región cinemática (CIN) en p_{T}, η :

$$F_2^{c\bar{c}M}(Q^2, y) = \sigma_{CIN}^M(Q^2, y) \times \frac{F_2^{c\bar{c}NLO}(Q^2,y)}{\sigma_{CIN}^{NLO+MC}(Q^2,y)}$$

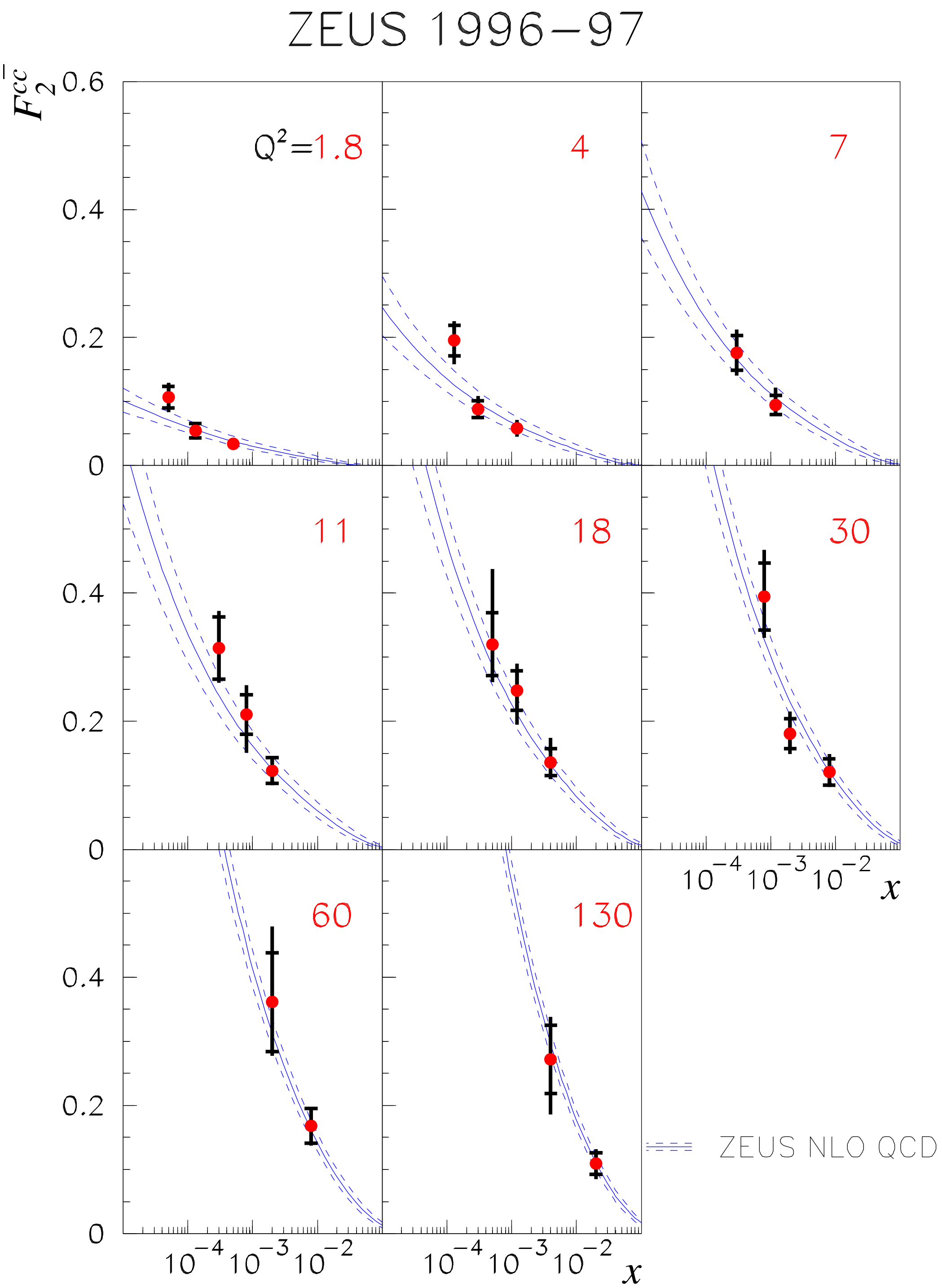
- ¿Cómo afecta la fragmentación a dicha extrapolación?

$$\boxed{\begin{array}{c} \sigma_{CIN}^{NLO+MC} \leftrightarrow \sigma_{CIN}^{NLO+Pet} \\ \text{Efecto pequeño} \Rightarrow \sim 1/2 \ \text{error estad} \end{array}}$$

- Combinar $F_2^{c\bar{c}}$ de ambos canales.

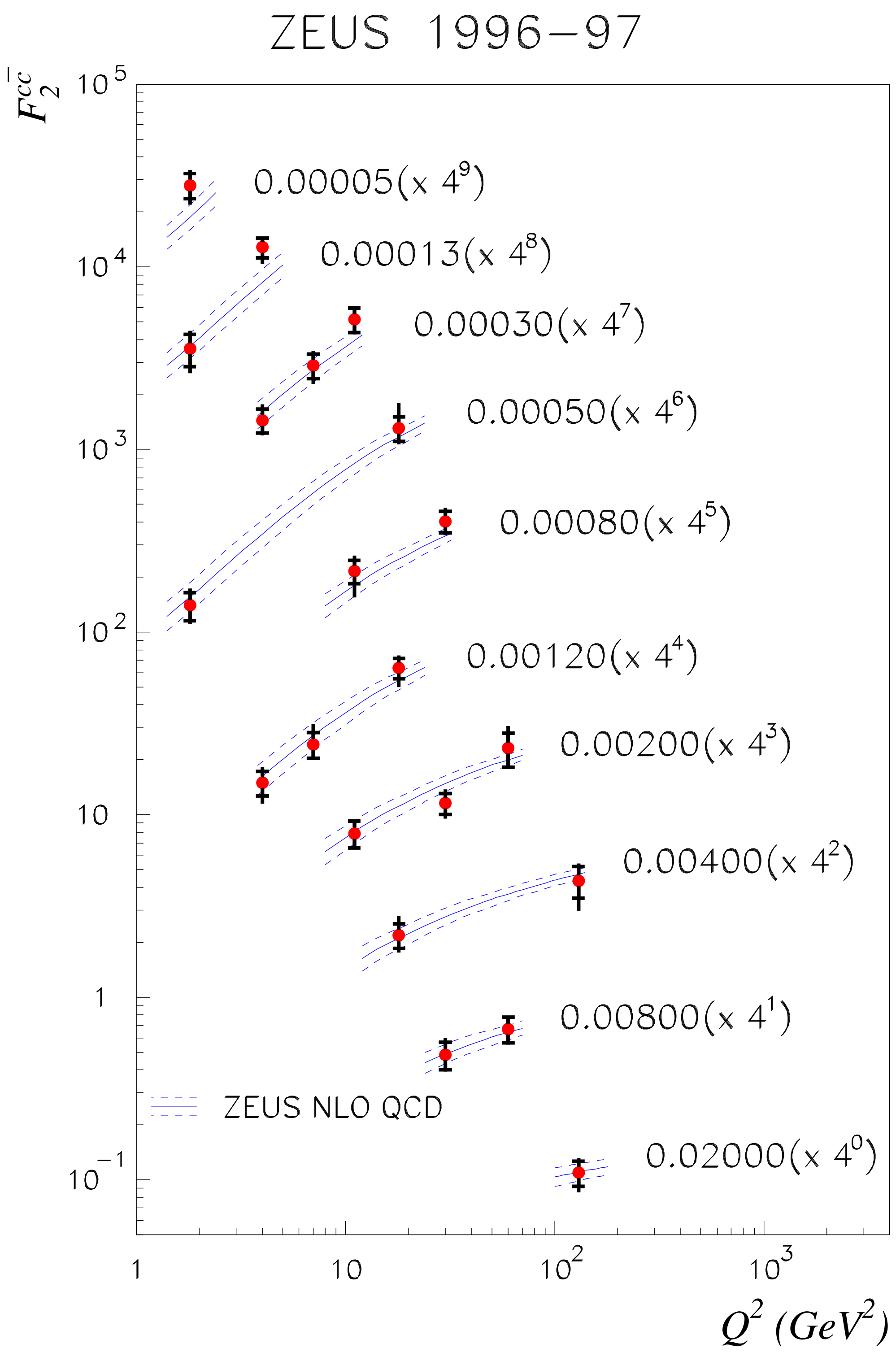
$F_2^{c\bar{c}}$ frente a x en rangos de Q^2:

$$F_2^{c\bar{c}\mathrm{M}}(Q^2, \mathrm{y}) = \sigma_{\mathrm{CIN}}^{\mathrm{M}}(Q^2, \mathrm{y}) \times \frac{F_2^{c\bar{c}\mathrm{NLO}}(Q^2,\mathrm{y})}{\sigma_{\mathrm{CIN}}^{\mathrm{NLO+MC}}(Q^2,\mathrm{y})}$$



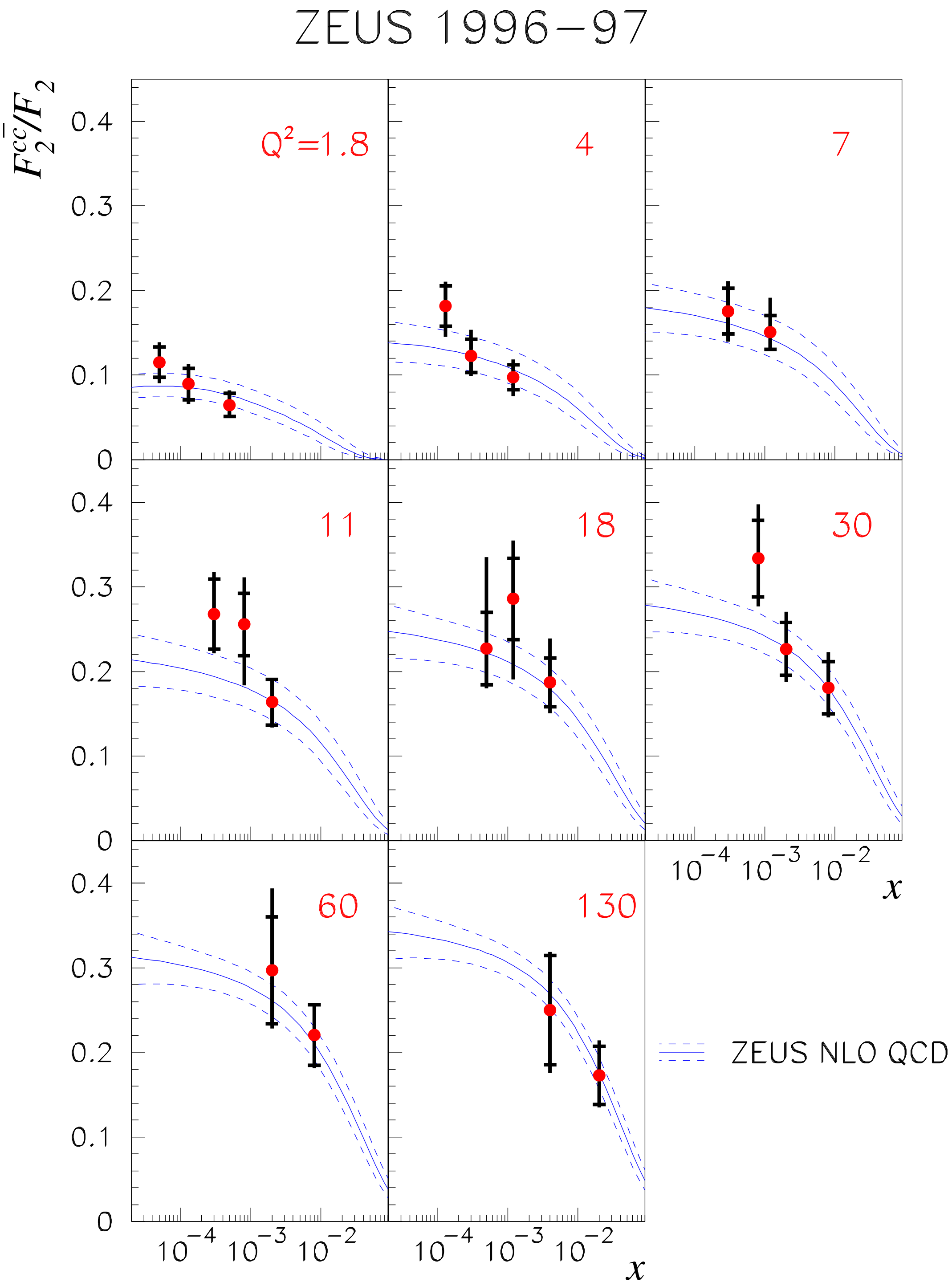
- Crecimiento rápido de $F_2^{c\bar{c}}$ según vamos a menores x $\rightarrow$ distribución gluónica.

$F_2^{c\bar{c}}$ frente a Q^2 en rangos de x.



- La dependencia de $F_2^{c\bar{c}}$ con Q^2 muestra grandes violaciones de escala.

$\frac{F_2^{c\bar{c}}}{F_2}$ frente a x en rangos de Q^2.



- $F_2^{c\bar{c}}$ crece mas deprisa que F_2.

$\rightarrow$ $F_2^{c\bar{c}}$ está dominada por g mientras que F_2 también contiene q.

- $F_2^{c\bar{c}}$ es $\sim 25\%$ F_2 en la región de x pequeña y Q^2 grande .

CONCLUSIONES

• Se han presentado MEDIDAS PRECISAS de secciones eficaces de producción de D^* en DIS.

• Buena descripción general de los datos por los cálculos NLO QCD(TFNS).

$\Rightarrow$TEST de la UNIVERSALIDAD de las distribuciones partónicas.

El pequeño desacuerdo presente en $\eta(D^*)$ y $x(D^*)$ está originado durante la fragmentación e indica que la función de fragmentación de Peterson no es apropiada en HERA.

• Se ha extraído $F_2^{c\bar{c}}$:
$\rightarrow$ Crece según vamos a x pequeña.
$\rightarrow$ Muestra violaciones de escala grandes.
$\rightarrow$ Acelera su crecimiento mas que F_2, alcanzando $\sim 25\%$ de F_2 en la región de x pequeña y Q^2 grande.