MEDIDA DE LA MASA DEL BOSÓN W A TRAVÉS DEL PROCESO $e^+e^- \rightarrow W^+W^- \rightarrow l\nu q\bar{q}'$ EN EL EXPERIMENTO L3.

XXVII Reunión Bienal de la R.S.E.F.
Valencia 20 de Septiembre de 1999

Carmen Palomares Espiga
Ciemat (Madrid)

ÍNDICE

* Selección de los sucesos:

  $e^+e^- \to W^+W^- \to l\nu q\bar{q}'$.

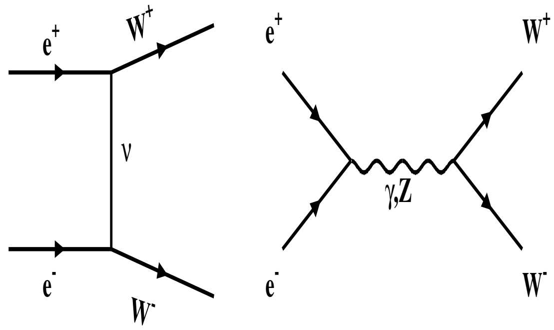
  a) Sucesos $e^+e^- \to W^+W^- \to l\nu q\bar{q}'$.
  b) Selección.
  c) Ajuste cinemático.

* Medida de la masa del W.

  a) Reconstrucción de las masas invariantes de los bosones W.
  b) Método de repesado.
  c) Resultados.

* Conclusiones.

Sucesos $e^+e^- \to W^+W^- \to l\nu q\bar{q}'$



$$W^\pm \longrightarrow q\bar{q}'$$
$$W^\pm \longrightarrow l\nu$$

$$l = e^\pm, \mu^\pm, \tau^\pm$$

$*$ Ventajas del canal $e^+e^- \to W^+W^- \to l\nu q\bar{q}'$ en los análisis:

- Los productos de la desintegración de cada W se identifican facilmente.
- La carga de los W se identifica a través de la carga del leptón.
- La selección conjunta de los tres canales semileptónicos proporciona:
  - menos contaminación,
  - mayor eficiencia (principalmente: $\tau\nu q\bar{q}'$)

$$\sqrt{s} = 189 \text{ GeV}$$

$*$ Sección Eficaz : 7.2 pb

$*$ Procesos Contaminantes :

$$q\bar{q}(\gamma): \quad \sigma = 98.5 \text{ pb}$$

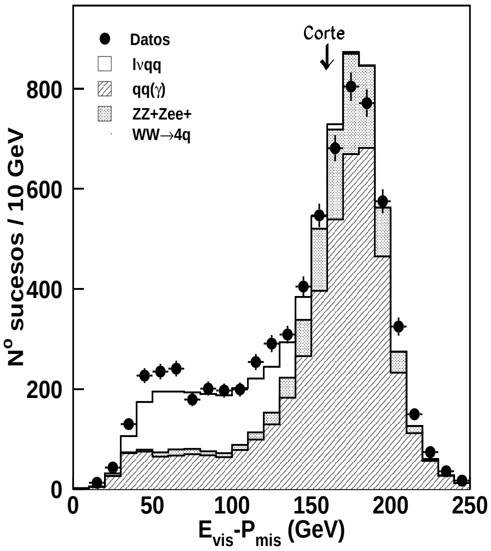
$$ZZ: \quad \sigma = 0.97 \text{ pb}$$

$$Zee: \quad \sigma = 3.35 \text{ pb}$$

Preselección

- $N_{clus} > 15.$
- $30\ \text{GeV} < E_{vis} - P_{mis} < 165$ GeV.
- $|\cos\theta_{mis}| < 0.95.$

$\Longrightarrow$ 91% señal
11% $q\bar{q}'$



Selección

∗ Leptón aislado + actividad hadrónica : $40\ \text{GeV} < M_{qq} < 120$ GeV.

1. ELECTRÓN $\longrightarrow$ SI
$\downarrow$ NO $\qquad\downarrow$

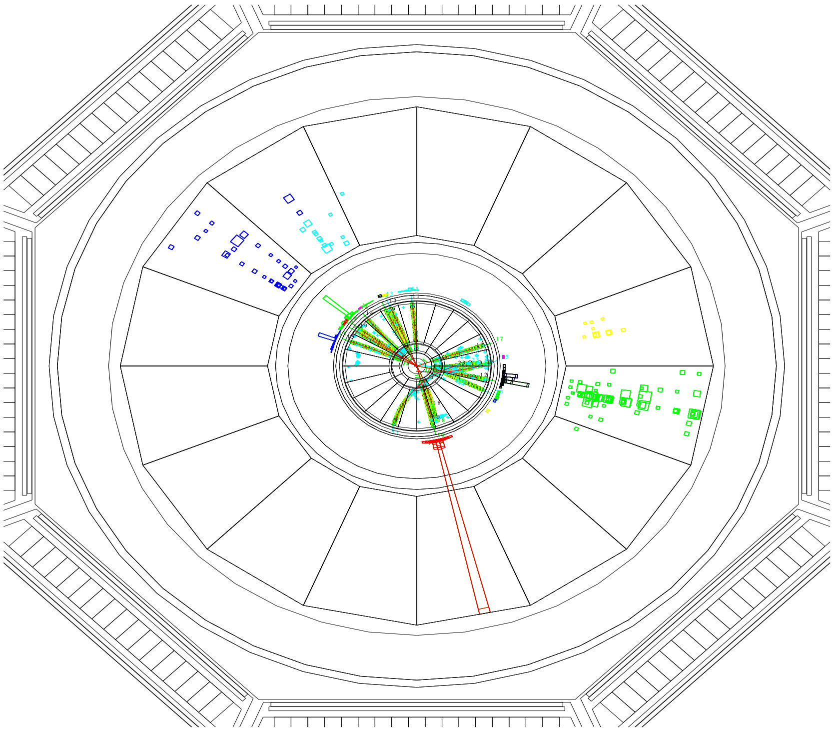
2. MUÓN $\longrightarrow$ SI
$\downarrow$ NO $\qquad\downarrow$

3. TAU $\rightarrow$ hadrón $\longrightarrow$ SI
$\downarrow$ NO $\qquad\downarrow$

No Seleccionado — Seleccionado
$\downarrow$
Ajuste cinemático

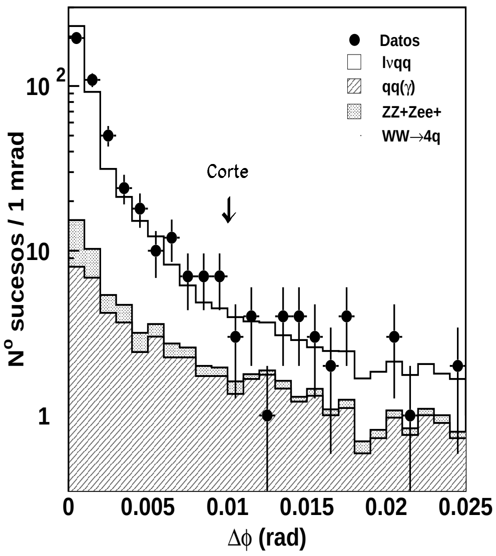
$e\nu_e q\bar{q}'$, $\tau(\rightarrow e\nu_e\nu_\tau)\nu_\tau q\bar{q}'$

Run # **696408** **Event #** **1935** Total Energy : 135.50 GeV

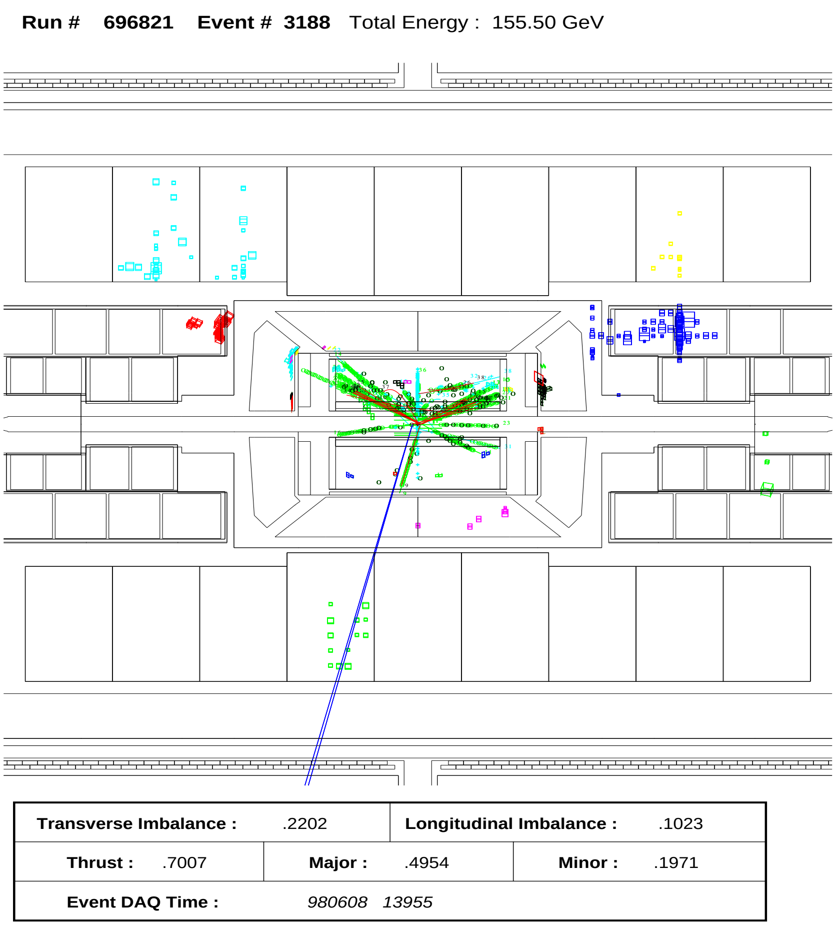


Transverse Imbalance :	.3345		**Longitudinal Imbalance :**	-.0108	
Thrust :	.7612	**Major :**	.5762	**Minor :**	.0500
Event DAQ Time :	*980605 175138*				

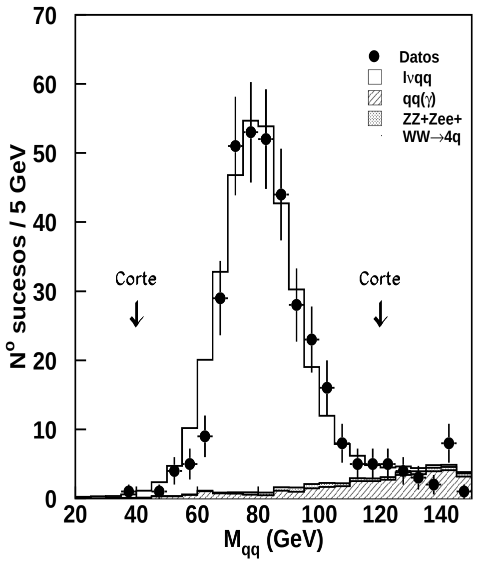
- Energía ECAL > 5 GeV
- Traza TEC $\Delta\phi < 10$ mrad
- Aislamiento 15° si $E_e < 20$ GeV
- Actividad hadrónica : 40 GeV $< M_{qq} < 120$ GeV.



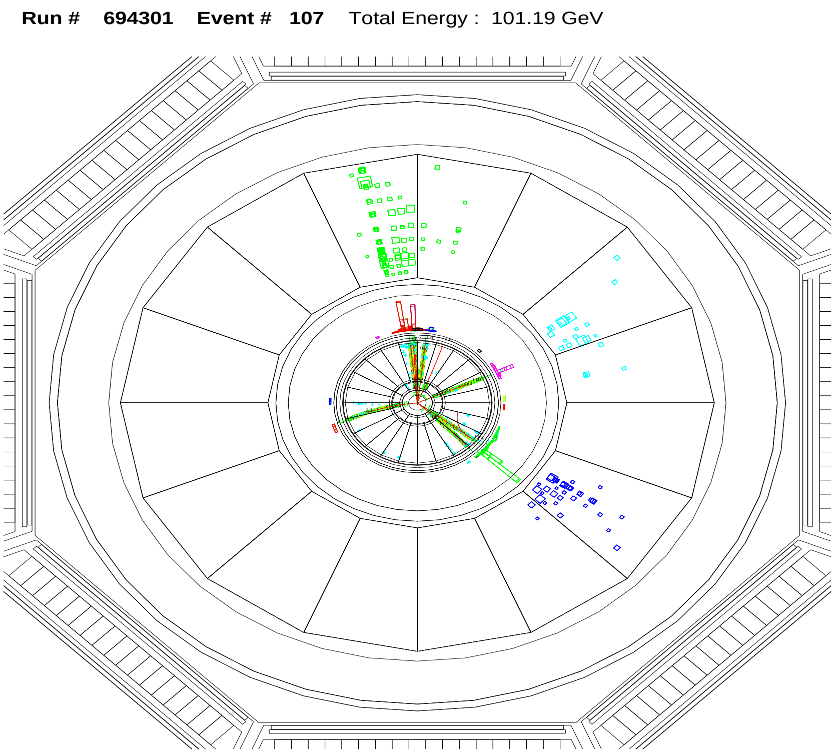
$\mu\nu_\mu q\bar{q}'$, $\tau(\rightarrow \mu\nu_\mu\nu_\tau)\nu_\tau q\bar{q}'$



- Señal cámaras de muones $P_\mu > 5$ GeV.
- Traza TEC
- Aislamiento 15° si $P_\mu < 20$ GeV
- Actividad hadrónica : 40 GeV $< M_{qq} <$ 120 GeV.



$\tau(\to \text{hadrón}\nu_\tau)\nu_\tau q\bar{q}'$



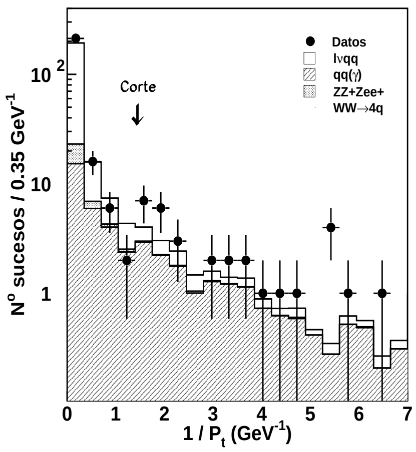
Transverse Imbalance :	.4917		Longitudinal Imbalance :	.1687	
Thrust :	.7666	Major :	.3735	Minor :	.2908
Event DAQ Time :	980528 203342				

$*\ N_{jets} \geq 3.$

$*$ Tau: $E_{jet} > 8$ GeV, $P_{tr} > 700$ MeV, $N_{clus/jet} < 10$. Se tomará el que satisfaga el mayor número de las siguientes condiciones y al menos dos de ellas:

- $N_{tr/jet} < 4$
- $N_{clus/jet} < 5$
- $E(\text{cono } 5°)/E_{jet} > 70\%$
- $M_{jet} < 2$ GeV.

$*$ 50 GeV $< M_{qq} <$ 110 GeV.



Canal	$q\bar{q}'l\nu$	$q\bar{q}'e\nu$	$q\bar{q}'\mu\nu$	$q\bar{q}'\tau\nu$
Eficiencia (%)	70.6	81	76	55

Pureza : 90 %

Ajuste Cinemático

$$\chi^2 = \frac{(E_{j1}^{med} - E_{j1}^{rec})^2}{\sigma(E_{jet})^2} + \frac{(E_{j2}^{med} - E_{j2}^{rec})^2}{\sigma(E_{jet})^2} + \frac{(E_{l}^{med} - E_{l}^{rec})^2}{\sigma(E_{l})^2} + L1 + L2$$

5 Ligaduras + 3 variables desconocidas E_ν,θ_ν y ϕ_ν:

L1 Conservación de energía y momento:

$$\begin{aligned} \vec{p}_l + \vec{p}_{j_1} + \vec{p}_{j_2} + \vec{p}_\nu &= 0 \\ E_l + E_{j_1} + E_{j_2} + E_\nu &= \sqrt{s} \end{aligned}$$

$$|\vec{p}_\nu| = E_\nu \quad \Rightarrow \quad |\vec{p}_l + \vec{p}_{j_1} + \vec{p}_{j_2}| = \sqrt{s} - (E_l + E_{j_1} + E_{j_2})$$

L2 Igualdad de las masas invariantes de los bosones W:

$$m_{l\nu} - m_{j_1 j_2} = 0 + \mathcal{O}(\Gamma_W)$$

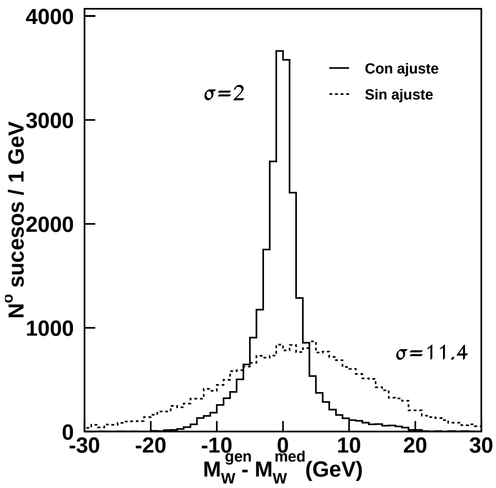
$\Longrightarrow$ Ajuste con dos ligaduras : 2C.

Para $\tau\nu q\bar{q}'$, E_l no se conoce, se obtiene de L1.

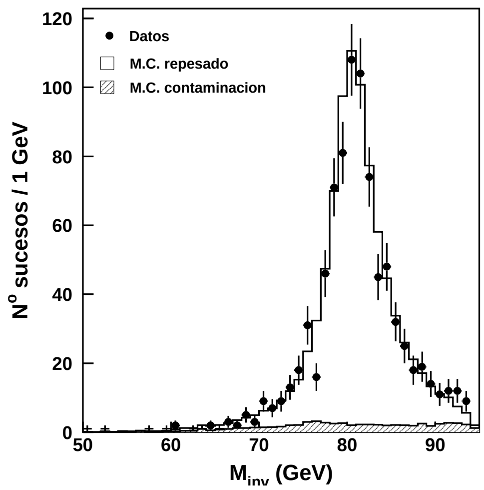
$\Longrightarrow$ Ajuste con una ligadura (L2) : 1C.

$*$ Si el leptón es $e^\pm$ o $\mu^\pm \longrightarrow$ 2C.
(Si $\chi^2 > 80 \longrightarrow$ 1C)

$*$ Si el leptón es un tau hadrónico $\longrightarrow$ 1C.



Medida de la masa del bosón W



La forma de la distribución $\frac{d\sigma}{dm}$ depende de M_W a través de una función Breit-Wigner:

$$\rho(m, M_W) = \frac{1}{\pi} \frac{\sqrt{s}\Gamma_W}{(m^2 - M_W^2)^2 + M_W^2 \Gamma_W^2}$$

deformada por efecto de la resolución, ISR, etc ...

Existen distintas estrategias para extraer M_W de esta distribución.

Método de Repesado:

$*$ Ajuste a una función de máxima verosimilitud:

$$L(\bar{m}, M_W) = \prod_i^{N_d} p_i(\bar{m}_i, M_W)$$

$\bar{m} = (m_{l\nu} + m_{j_1 j_2})/2.$
N_d: número de sucesos seleccionados en datos.
$p_i(\bar{m}_i, M_W) = \frac{1}{\sigma^{WW}(M_W) + \sigma^{Bk}} \left[\frac{d\sigma^{WW}(M_W)}{d\bar{m}_i} + \frac{d\sigma^{Bk}}{d\bar{m}_i} \right].$

$*\qquad \frac{d\sigma^{WW}(M_W)}{d\bar{m}_i} = \frac{\sigma^{gen}}{N^{gen}} \frac{N_i^{MC}}{\Delta_i}$

Δ_i Anchura del intervalo en torno al suceso i.
N_i^{MC} Número de sucesos MC en el intervalo i.

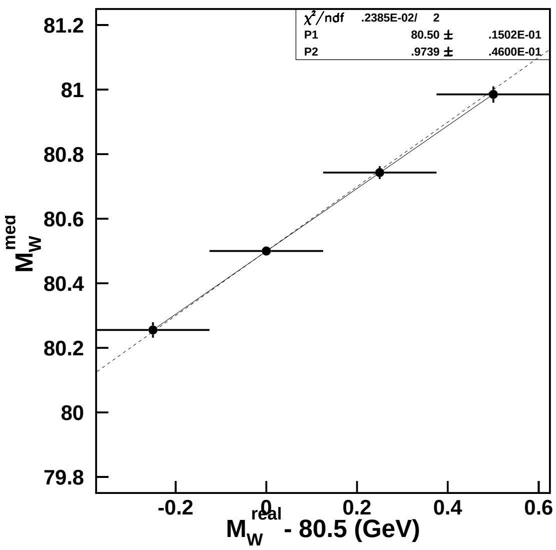
$*$ Repesado:

Para obtener el valor de $p_i(\bar{m}_i, M_W)$ para diferentes valores de M_W se utiliza una técnica de repesado.

Cada suceso MC es repesado por un factor $w_j(M_W^{gen}, M_W^{new})$:

$$w_j = \frac{\rho(M_W^{new}; m_{l\nu}^j)\ \rho(M_W^{new}; m_{jj}^j)}{\rho(M_W^{gen}; m_{l\nu}^j)\ \rho(M_W^{gen}; m_{jj}^j)}$$

$*$ Prueba:



$$M_W^{med} = P_1 + P_2(M_W^{real} - 80.5)$$

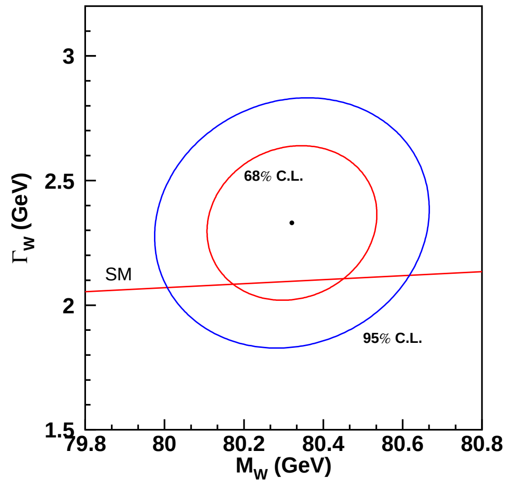
Resultados

Medida de la masa del W:

$$M_W = (\,80.31 \pm 0.14\,(estad.) \pm 0.07\,(sist.)\,) GeV$$

Medida de la masa y la anchura del W:

$$\begin{aligned} M_W &= 80.32 \pm 0.21 \text{ GeV} \\ \Gamma_W &= 2.33 \pm 0.31 \text{ GeV} \end{aligned}$$



Conclusiones

- El valor obtenido para la masa del W es compatible con su medida indirecta dentro del error. La medida indirecta se obtiene del ajuste de los datos recogidos en diferentes experimentos (LEP+SLD+νN+Tevatron) al Modelo Estándar. Por tanto, el resultado de este estudio prueba la validez del Modelo Estándar.
- La medida obtenida en este trabajo combinada con el resto de resultados de LEP2 permite constreñir el valor de la masa del Higgs.
- El valor de la masa obtenido en el ajuste doble difiere muy poco (menos de 20 MeV) del determinado cuando se ajusta un único parámetro.