

## Prestaciones del algoritmo Jet Probability para la selección de sucesos $t\bar{t}$ en el detector CDF.

E. Palencia<sup>1</sup>, G. Gómez<sup>1</sup>, T. Rodrigo<sup>1</sup>, L. Scodellaro<sup>1</sup> y R. Vilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física de Cantabria, CSIC-Universidad de Cantabria. Avda. de los Castros s/n, E-39005 Santander; [palencia@fnal.gov](mailto:palencia@fnal.gov), [gervasio@fnal.gov](mailto:gervasio@fnal.gov), [rodrigo@fnal.gov](mailto:rodrigo@fnal.gov), [sluca@fnal.gov](mailto:sluca@fnal.gov), [rocio@fnal.gov](mailto:rocio@fnal.gov).

En colisiones  $p\bar{p}$ , el quark top se produce principalmente en pares  $t\bar{t}$  vía procesos de aniquilación quark-antiquark y fusión de gluones. El top decae a un bosón W y un quark b con una fracción de desintegración de aproximadamente 100%. Una de las técnicas más eficaces para la selección de sucesos  $t\bar{t}$  sobre el fondo de sucesos QCD es la identificación de jets resultado de la hadronización de un quark b. El algoritmo Jet Probability se basa en la información precisa del detector de trazas de Silicio de CDF para realizar la tarea de etiquetado del sabor de los jets. Este algoritmo utiliza la información de las trazas que están asociadas al jet para calcular la probabilidad de este conjunto de trazas de ser consistente con provenir del vértice primario de interacción. En particular, se utiliza el parámetro de impacto de las trazas y su incertidumbre.

La distribución de probabilidad de un conjunto de trazas originadas en el vértice de interacción es, por construcción, una distribución uniforme entre 0 y 1. En cambio, para un jet que proviene de la hadronización de un quark con sabor fuerte, la distribución presenta un pico en 0 debido a las trazas debidas a partículas de gran vida media, las cuales tienen un valor alto del parámetro de impacto con respecto al vértice primario. La Fig. 1 muestra la distribución de Jet Probability para jets originados por quarks ligeros, quarks c y quarks b.

Las partículas de un jet provenientes de un quark ligero deben haberse producido en el vértice primario. Debido a la resolución finita del sistema de trazas, estas trazas son reconstruidas con un parámetro de impacto no nulo y tienen igual probabilidad de tener signo positivo o negativo. La anchura de la distribución del parámetro de impacto de estas trazas es únicamente debida a la resolución del sistema de trazas del detector CDF y a procesos de scattering múltiple.

Una partícula con vida media grande viaja, antes de desintegrarse, una distancia significativa en la dirección del eje del jet y los productos de su desintegración tendrán, preferentemente, un parámetro de impacto con signo positivo.

Para calcular el valor de Jet Probability para cada jet se define primero la significancia del parámetro de impacto como el valor del parámetro de impacto dividido por su incertidumbre. El signo de la significancia del parámetro de impacto se define como positivo (negativo) si el punto de máxima aproximación al vértice primario está en el

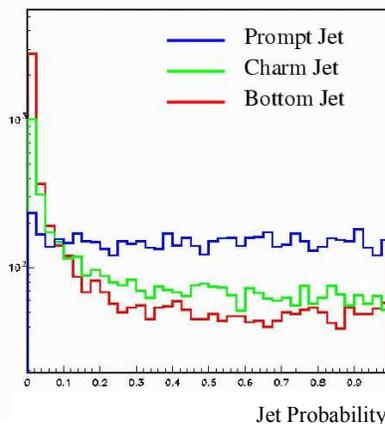


Figura 1: Distribución de Jet Probability para jets originados por quarks ligeros, quarks c y quarks b.

mismo (distinto) hemisferio que la dirección del jet. A partir de la distribución de la significancia del parámetro de impacto se obtiene la llamada función de resolución  $R(S)$ . Se utiliza la parte negativa de esta función para determinar la probabilidad  $P_{tr}(S_0)$  de que la significancia del parámetro de impacto  $S_0$  de una traza dada sea debida a la resolución del detector:

$$P_{tr}(S_0) = \frac{\int_{-\infty}^{-|S_0|} R(S) dS}{\int_{-\infty}^0 R(S) dS}.$$

La probabilidad de que un jet sea consistente con una hipótesis de vida media nula se define como

$$\prod_{l=1}^{N_{tr}} P_{tr} \times \sum_{k=0}^{N_{tr}-1} \frac{(-\text{Ln} \prod_{l=1}^{N_{tr}} P_{tr})^k}{k!}.$$

Un importante elemento de cualquier análisis que utilice etiquetado de sabor fuerte es el fondo debido a jets producidos por quarks ligeros o por gluones y que son etiquetados erróneamente como sabor fuerte. La probabilidad de identificar un jet ligero como jet de sabor fuerte, el mistag rate, se estima a partir de trazas con parámetro de impacto negativo. Se asume que, en primer orden, los etiquetados negativos son debidos únicamente a efectos de resolución del detector mientras que los etiquetados positivos presentan una contribución adicional de verdadero sabor fuerte en el jet. Las prestaciones del algoritmo, la eficiencia y el mistag, se obtienen directamente a partir de muestras de datos, en las que se puede determinar la fracción de jets de sabores. La eficiencia del algoritmo, para un valor de  $JP < 0.01$ , es superior al 50% para sucesos  $t\bar{t}$ , mientras que el mistag es del orden del 1%. La Fig. 2 muestra la eficiencia para jets en la región central.

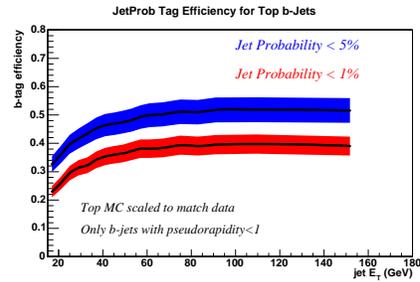


Figura 2: Eficiencia de Jet Probability de etiquetar un jet originado por un quark b frente a la energía del jet.

Esta herramienta de análisis se ha utilizado en la selección de sucesos  $t\bar{t}$ , y en particular para la medida de la sección eficaz de producción del par quark top-antitop en CDF. La muestra de datos utilizada para esta medida se corresponde con una luminosidad integrada de  $161.6 \text{ pb}^{-1}$ . Se aplica el etiquetado Jet Probability a sucesos con un leptón aislado de alto momento y gran energía transversa faltante. El valor obtenido es de  $5.8_{-1.2}^{+1.3}(\text{stat.}) \pm 1.3(\text{syst.}) \text{ pb.}^1$

## Referencias

<sup>1</sup> Measurement of the  $t\bar{t}$  production cross section in the lepton+jets channel using Jet Probability at CDF; APS Meeting, Tampa (Florida), Abril 2005.