

Studio del fondo da produzione $t\bar{t}$ nei processi $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow l^+l^-\nu\bar{\nu}$ nell'esperimento CMS a LHC

Relatore: Prof. Giuseppe Latino (giuseppe.latino@fi.infn.it)
Correlatore: Dott. Lorenzo Viliani (lorenzo.viliani@fi.infn.it)
Candidato: Rudy Ceccarelli (rudy.ceccarelli@stud.unifi.it)

La scoperta di un nuovo bosone, compatibile col bosone di Higgs previsto dal Modello Standard, è stata annunciata dalle collaborazioni CMS e ATLAS nel 2012. Dopo la scoperta, sono state studiate le proprietà di questa particella in diversi canali di produzione e decadimento, per verificarne l'accordo con la teoria. Dal 2015 l'energia delle collisioni protone-protone prodotte a LHC è stata portata a 13 TeV, rendendo possibile uno studio più approfondito del bosone di Higgs grazie all'aumento di statistica. Lo studio effettuato in CMS nel canale di decadimento $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow l^+l^-\nu\bar{\nu}$ rientra tra queste attività.

Uno dei principali fondi di questo canale è la produzione di coppie $t\bar{t}$, caratterizzata dalla presenza di *quark b* nello stato finale: $t\bar{t} \rightarrow W^+W^-b\bar{b}$. Il lavoro presentato in questa tesi è incentrato principalmente sullo studio delle procedure di *b-tag*, ovvero degli algoritmi che permettono di distinguere i *jet* prodotti dai *quark b* da quelli prodotti dai *quark c*, dai *quark* leggeri o dai gluoni.

Ad ogni *jet* è associato un certo valore del discriminatore dell'algoritmo di *b-tag* utilizzato. Applicando un taglio a questo è possibile determinare se si tratti di un *jet* da *b* o meno. In tal modo si riesce ad arricchire un dato campione con eventi che presentano *b-jet* nello stato finale, oppure a selezionare eventi privi di *b-jet*. Bisogna tuttavia considerare il fatto che gli algoritmi di *b-tag* non riescono a selezionare in maniera completamente efficiente i *jet* da *b*, e allo stesso tempo possono identificare come *b-jet* dei *jet* che in effetti non provengono da *quark b*. Ad esempio, rigettando gli eventi che presentano *jet* con discriminatore maggiore di un certo valore (*jet* con *b-tag*), si riducono drasticamente gli eventi di fondo $t\bar{t}$ mantenendo quasi interamente gli eventi di segnale, ovvero eventi di produzione del bosone di Higgs.

In questo lavoro di tesi, utilizzando i campioni da simulazione Monte Carlo del fondo $t\bar{t}$ e dei due principali meccanismi di produzione del bosone di Higgs (il *Gluon Fusion* e il *Vector Boson Fusion*), si sono valutati l'efficienza di veto sul segnale e il potere di reiezione sul fondo per vari tagli sul discriminatore di quattro algoritmi di *b-tag*. In questo modo si sono ottenute le curve ROC relative agli algoritmi considerati. Confrontando queste curve, si è scelto come algoritmo di *b-tag* per il proseguimento dell'analisi quello con efficienza di veto e potere di reiezione più alti. Si è innanzitutto verificato, utilizzando il campione da simulazione Monte Carlo del fondo $t\bar{t}$, che le *performance* dell'algoritmo ai punti di lavoro standard (particolari scelte del valore del discriminatore) corrispondessero alle aspettative. Si sono poi valutate l'efficienza di *b-tag* e quella di *mistag* (per *jet* non da *b*) dell'algoritmo, al variare di p_T e di η dei *jet*, con la selezione meno restrittiva per la richiesta di *b-tag*.

Successivamente, in un campione di controllo arricchito dal contributo del fondo $t\bar{t}$, è stato effettuato un confronto su alcune variabili di riferimento tra le diverse simulazioni da Monte Carlo e i dati sperimentali. In questo modo si è testata la validità delle simulazioni. Si è trovata una discrepanza tra i dati e le simulazioni nelle suddette distribuzioni, che viene attribuita ad una sovrastima dell'efficienza di *b-tag* nei campioni da Monte Carlo. Infine, è stata applicata una particolare tecnica, denominata *Tag&Probe*, per ricavare direttamente dai dati un fattore correttivo necessario a correggere le simulazioni per l'effetto sopra indicato.