

TITOLO: Studio della produzione di coppie  $W^+W^-$  tramite scattering di bosoni vettori in collisioni protone-protone a 13 TeV con l'esperimento CMS

CANDIDATO: Andrea Cardini

INDIRIZZO EMAIL: andrea.cardini1@stud.unifi.it

RELATORE: Dott. Piergiulio Lenzi

INDIRIZZI EMAIL: lenzip@fi.infn.it  
piergiulio.lenzi@unifi.it

Il Modello Standard (SM) della fisica delle particelle è attualmente la più accreditata teoria per interpretare il comportamento delle particelle elementari. È basato sull'esistenza di 12 fermioni organizzati in due famiglie, 6 leptoni e 6 quark, entrambe organizzate in 3 generazioni, le cui interazioni sono mediate dallo scambio di bosoni di *gauge*. Tutte le particelle nel SM ricevono la loro massa attraverso il meccanismo della rottura spontanea di simmetria. Questo richiede l'esistenza di un campo scalare di Higgs, ed il bosone ad esso associato è consistente con la particella H (con una massa di 125 GeV) scoperta nel 2012 al *Large Hadron Collider*. Lo studio dell'interazione dei bosoni di campo tra loro e il loro accoppiamento con il bosone di Higgs è necessario per ottenere una buona comprensione del meccanismo della rottura di simmetria elettrodebole.

La sezione d'urto del processo di Scattering di Bosoni Vettore (VBS) divergerebbe in assenza di un bosone di Higgs a bassa massa. È regolarizzata attraverso l'accoppiamento dei bosoni vettori con l'Higgs di SM. Perciò, la misura della sezione d'urto è molto sensibile sia all'accoppiamento con il bosone di Higgs che alla presenza di risonanze di alta massa.

Questa tesi studia la produzione di coppie  $W^+W^-$  in processi VBS. La misura della sezione d'urto di questo processo è importante perché, a differenza dello scattering  $W^\pm W^\pm$ , è sensibile alle risonanze del canale s, consentendo un test preciso dell'accoppiamento elettrodebole al bosone di Higgs e la ricerca di segnali di nuova fisica. Poiché il lavoro presentato deve essere ancora approvato dalla collaborazione CMS in vista di una pubblicazione, abbiamo formulato una previsione sulla significanza di questo segnale, seguendo la *blinding policy* della collaborazione CMS.

Ho testato diverse variabili e categorizzazioni della regione di segnale alla ricerca del metodo migliore per discriminare il segnale dal fondo. Particolare attenzione è stata data alla riduzione dei fondi di  $t\bar{t}$  e di  $WW + 2\text{ jet}$  da QCD.

La firma sperimentale del segnale VBS è data da due jet con alta massa invariante ( $m_{jj}$ ) e separazione in pseudorapidità ( $\Delta\eta_{jj}$ ). La regione di segnale è stata definita utilizzando una selezione basata su tagli per identificare questa topologia e per ridurre altri fondi. Questa regione viene utilizzata per identificare il segnale di VBS, mentre una regione di controllo del top, definita invertendo il requisito per il b-tagging dei jet, viene utilizzata per riscaldare i fondi ai dati.

La massa invariante dei due jet e la massa trasversa migliorata ( $m_{T,i}$ ), che ricostruisce la massa invariante della coppia di leptoni e dell'energia trasversa mancante, sono stati combinati in una variabile bidimensionale ( $m_{jj}$  vs  $m_{T,i}$ ) per ottenere una migliore discriminazione tra il processo VBS ed i fondi principali dopo la selezione topologica. Per migliorare ulteriormente il nostro potere discriminante, la centralità del sistema leptonic rispetto alla direzione media dei due jet è stata presa in considerazione. Questo parametro di centralità, ispirato alla variabile di Zeppenfeld, è stato usato per costruire una categorizzazione nella regione di segnale, per ottenere maggiore potere discriminante.

L'utilizzo della minimizzazione della *Profile Likelihood* (PL) ha prodotto una stima per la significanza del segnale e per la *signal strenght* tramite un *dataset* di Asimov. Il *fit* della PL ha fornito un valore atteso di  $1,75\sigma$  (corrispondente a un p-valore di 0,04) ed una *signal strenght* attesa di  $1^{+0.81}_{-0.63}$  (*stat*)  $^{+0.14}_{-0.09}$  (*sist*). Il limite previsto al 95% del livello di confidenza (CL) sulla *signal strenght* con la variabile  $m_{jj}$  vs  $m_{T,i}$  e l'utilizzo della categorizzazione di Zeppenfeld è 1.41 con il suo contorno a  $2\sigma$  in  $[0.66, 3.4]$ . Il limite risultante al 95 % di CL sulla sezione d'urto ottenuto per l'analisi è  $\sim 20$  fb.