

Abstract

Misura della produzione di **single top quark** in collisioni protone-protone ad una energia nel centro di massa di 5 TeV con i dati raccolti dall'esperimento ATLAS. L'analisi utilizza un BDT per separare il segnale dal fondo. La distribuzione di output del BDT è usata per un Profile-Likelihood fit. Alcune calibrazioni sono prese dalla recente misura di ATLAS a 5 TeV di produzione di coppie top-antitop[1]. L'analisi utilizza **getti in avanti** per aumentare la sensibilità al t -channel, con una calibrazione ad-hoc.

Motivazione

Produzione di single top prevista dal Modello Standard (MS) nel t -channel:

- sezione d'urto attesa $\sigma_{MS} = 30.3 \text{ pb}$ a 5TeV;
- processo principale t -channel, tW e s -channel molto meno abbondanti.

Dati raccolti da ATLAS all'energia nel centro di massa di $\sqrt{s} = 5.02 \text{ TeV}$ con una luminosità integrata di 257 pb^{-1} . Precedenti misure di ATLAS di produzione di single top in t -channel a 7, 8, e 13TeV.

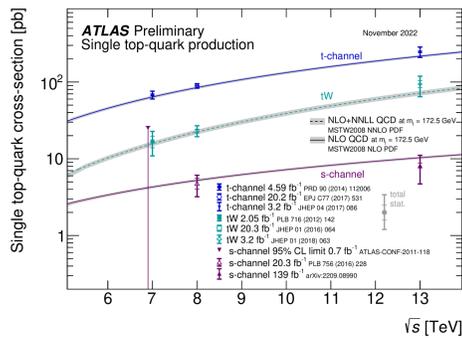
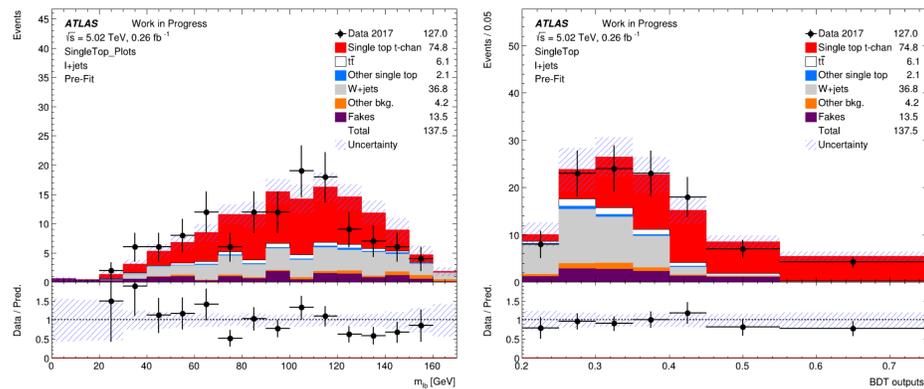


Figura 1. Andamento delle sezioni d'urto di produzione del single top quark nel t -channel, tW e s -channel e loro misure dell'esperimento ATLAS.

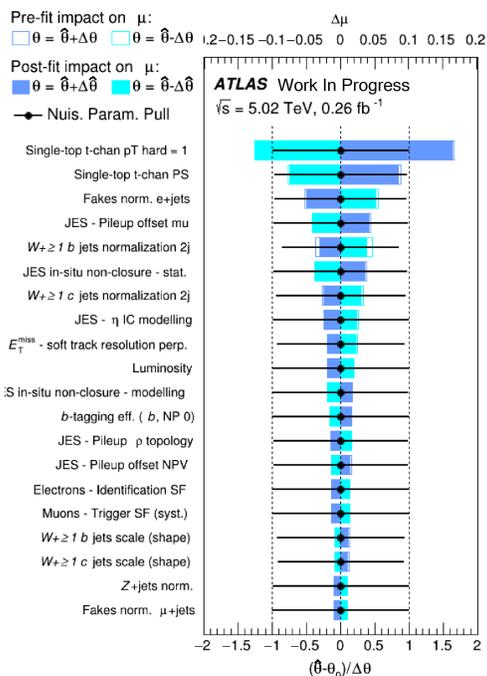
Distribuzioni di Controllo

Distribuzioni di dati e simulazione MC comprensive di tutte le incertezze sistematiche della massa invariante del leptone e del getto b-tagato e della variabile di output del BDT.



Asimov Fit

Misura della sezione d'urto di produzione di single top quark nel t -channel con un profile-likelihood fit sulla distribuzione della variabile di output del BDT \rightarrow Asimov fit per testare la configurazione del fit con dei pseudo-dati



- Asimov dataset: dataset costruito in modo che i valori dei parametri liberi del fit corrispondano ai valori attesi[2]

Risultati

Parametro di forza del segnale \rightarrow rapporto tra la sezione d'urto osservata e quella attesa:

$$\mu = 1.0 \pm 0.24$$

Significatività attesa: 7.9σ

CATEGORY	UNCERTAINTY ($\frac{\Delta\sigma_{\text{stat}}}{\sigma_{\text{stat}}}$ [%])
Luminosity	± 2.0
Simulation stat. uncertainty	± 2.6
Total systematic uncertainty	± 19.6
Total statistical uncertainty	± 14.2
Total uncertainty	± 24.2

Strategia dell'Analisi

Campioni di Dati

Campioni di dati e simulazione utilizzati nell'analisi

Monte Carlo

- single top t -channel \rightarrow Powheg+Pythia8
- single top s -channel e tW \rightarrow Powheg+Pythia8
- top-antitop \rightarrow Powheg+Pythia8
- W +getti (Z +getti) \rightarrow Sherpa 2.2.5
- Diboson \rightarrow Sherpa 2.1.1

Dati

- sample di dati 257 pb^{-1} raccolti nel 2017, $\langle \mu \rangle = 2$;

Selezione degli Eventi

- esattamente 1 leptone (elettrone o muone) con $p_T > 18 \text{ GeV}$
- esattamente 2 getti con $p_T > 23 \text{ GeV}$
 - 1 getto leggero $\rightarrow 1.5 < |\eta| < 4.0$
 - 1 getto b-tag $\rightarrow |\eta| \leq 2.5$
 - separazione tra i getti $\Delta\eta > 1.5$

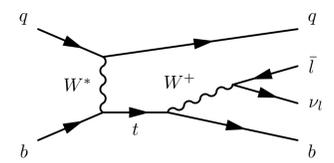


Figura 2. Diagramma di Feynmann di produzione di single top nel t -channel.

Getti in Avanti

Includono getti in avanti che sono caratteristici di eventi di segnale del t -channel \rightarrow aumentano il rapporto segnale su fondo e di conseguenza la significatività

Necessaria calibrazione ad-hoc della scala di energia dei getti:

- correzioni in-situ con metodo bilanciamento di Z +getti, per getti con $|\eta| < 4.0$
- buon accordo tra dati e simulazione con le correzioni ottenute

Boosted Decision Tree

BDT per ottimizzare la separazione di segnale e fondo, utilizzando le distribuzioni MC per il training.

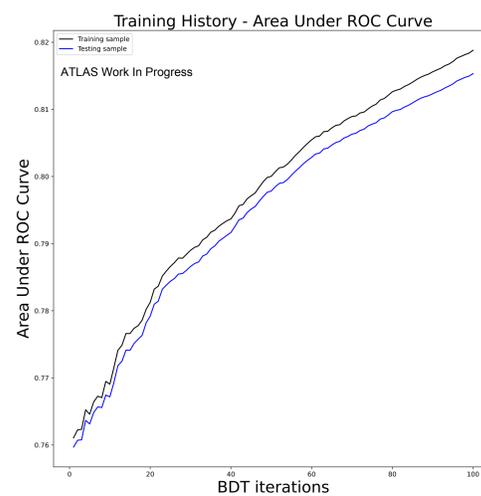


Figura 3. Area sotto la ROC curve, metrica utilizzata per valutare le performance del BDT.

Conclusioni

- Selezioni cinematiche degli eventi ottimizzate, includendo i getti in avanti;
- Utilizzo di un Boosted Decision Tree per aumentare la separazione tra segnale e fondo e ottimizzazione dei suoi parametri;
- Buon accordo nelle distribuzioni di variabili fisiche e della variabile di output del BDT;
- Significatività attesa di 7.9σ
- Prossimo step: misura della sezione d'urto di produzione del quark top e del quark anti-top nel t -channel separatamente e del loro rapporto.

References

- ATLAS Collaboration. Measurement of the $t\bar{t}$ production cross-section in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector. arXiv:2207.01354.
- Glen Cowan, Kyle Cranmer, Eilam Gross, and Ofer Vitells. Asymptotic formulae for likelihood-based tests of new physics. Eur. Phys. J. C 71 (2011) 1554.