

Stato dell'arte della misura della sezione d'urto di interazione partonica doppia nello stato finale WW dello stesso segno in collisioni protone-protone nell'esperimento CMS

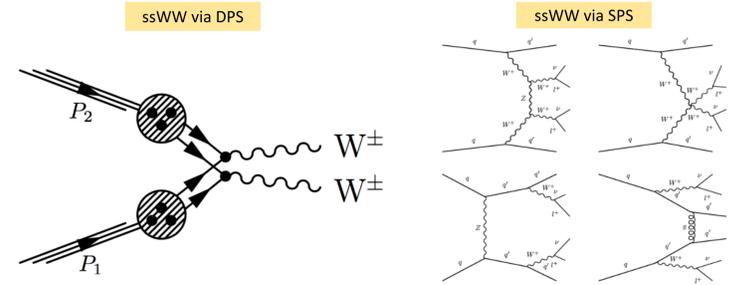
Che cos'è l'interazione partonica doppia (DPS)?

Theory Con DPS si indica un'interazione forte tra due coppie di partoni nella stessa collisione p-p descritta da $\sigma_{AB}^{DPS} = \frac{n \sigma_A \sigma_B}{2 \sigma_{eff}}$ ([1], [2]) dove A e B sono le interazioni singole (SPS) e $\sigma_{A,B}$ le rispettive sezioni d'urto; $n=1$ se $A=B$ e $n=2$ se $A \neq B$; σ_{eff} contiene le informazioni propagate nel piano ortogonale (ipotesi: σ_{eff} indipendente da \sqrt{s} e dallo stato finale)

Exper Le due interazioni sono indipendenti \rightarrow la segnatura sperimentale è la **totale assenza di correlazioni** angolari tra gli oggetti prodotti.

Perché lo stato finale di **due bosoni W dello stesso segno (ssWW)**?

- Bosoni W sono prodotti **non correlati**
- Totale **assenza di jet** in produzione associata, a differenza della produzione via SPS
- Stato finale leptónico** facilmente ricostruito in CMS
- Processi di fondo:
 - WZ, W γ , ZZ** con un leptone mancante nello stato finale, sezione d'urto $\sim 10^2$ del DPS
 - Drell-Yan, QCD, W+jets, $t\bar{t}$ +jet** non hanno produzione leptónica diretta, ma la sezione d'urto è enorme e il contributo di un leptone mal ricostruito non è trascurabile



Analisi a $\sqrt{s} = 8$ TeV: strategia e risultati [3]

Analizzati 19.7fb⁻¹ di dati raccolti da CMS nel 2012

Selezione base

- Coppia di leptoni dello stesso segno ($\mu^\pm \mu^\pm$, $\mu^\pm e^\pm$)
- $p_{T1} > 20$ GeV
- $p_{T2} > 10$ GeV
- Veto su terzo leptone isolato con $p_T > 10$ GeV
- $MET > 20$ GeV
- $m_{ll}^{inv} > 20$ GeV e $m_{ll}^{inv} \notin [75, 105]$ GeV
- $|p_{T1}| + |p_{T2}| > 45$ GeV
- Veto su b-jet con $p_T > 30$ GeV e $|\eta| < 2.1$

Analisi Multivariata (BDT)

L'uso di BDT è fondamentale per discriminare il segnale dal fondo usando come input le variabili:

- p_{T1}, p_{T2}
- MET
- $\Delta\phi(l_{1,2}, MET)$, $\Delta\phi(l_1, l_2)$
- $m_T(l_{1,2}, MET)$, $m_T(l_1, l_2)$
- In aggiunta per lo stato finale μe :
 - $p_{T1} + p_{T2}$
 - $\Delta\eta(l_1, l_2)$
 - $\Delta\phi(l_{1,2}, MET)$

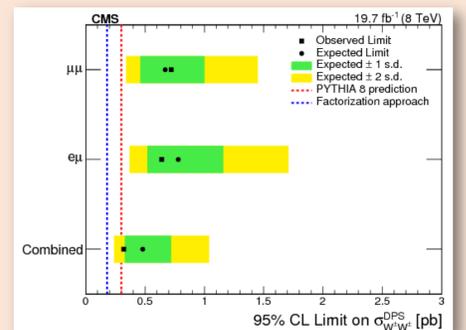
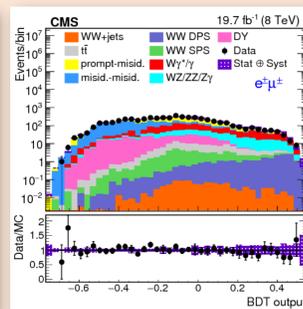
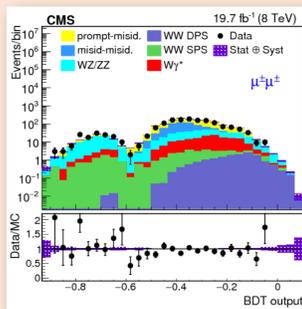
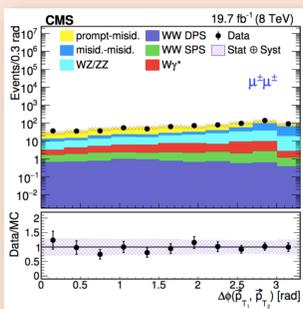
Risultati

La statistica finale non permette una misura diretta della sezione d'urto della produzione di due W dello stesso segno via DPS.

Viene posto un limite superiore, combinando i due stati finali, pari a $\sigma_{ssWW}^{DPS} = 0.32$ pb con il 95% CL.

Ne deriva un **limite inferiore** per la sezione d'urto effettiva:

$$\sigma_{eff} = \frac{\sigma_{W^+}^2 + \sigma_{W^-}^2}{2\sigma_{ssWW}^{DPS}} > 12.2 \text{ mb in accordo con le misure precedenti.}$$



Analisi a $\sqrt{s} = 13$ TeV: la prima misura diretta [4]

Analizzati 35.9fb⁻¹ di dati raccolti da CMS nel 2016

Selezione base

- Coppia di leptoni stesso segno ($\mu^\pm \mu^\pm$, $\mu^\pm e^\pm$)
- $p_{T1} > 25$ GeV
- $p_{T2} > 20$ GeV
- $|\eta_{\mu, e}| < 2.4$
- Veto su terzo leptone con $p_T > 7$ (5) GeV per muone (elettrone)
- $MET > 15$ GeV
- $N_{jet} < 2$ ($p_T > 30$ GeV)
- Veto su b-jet con $p_T > 25$ GeV
- Veto su leptone τ adronico
- Isolamento e identificazione dei leptoni valutato tramite analisi multivariata

Analisi Multivariata (BDT)

L'uso di BDT è fondamentale per discriminare il segnale dal fondo usando come input le variabili:

- p_{T1}, p_{T2}
- MET
- $|\eta_{11} + \eta_{12}|$
- $\eta_{11} \times \eta_{12}$
- $\Delta\phi(l_2, MET)$, $\Delta\phi(l_1, l_2)$
- $m_T(l_1, MET)$, $m_T(l_1, l_2)$
- M_{T2}^ll
- $\Delta\phi(l_{1,2}, l_2)$

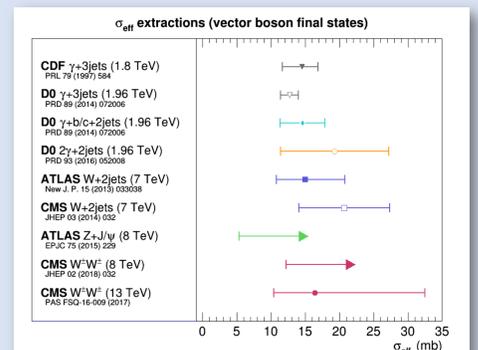
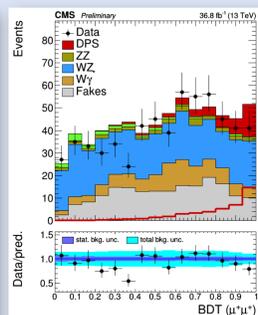
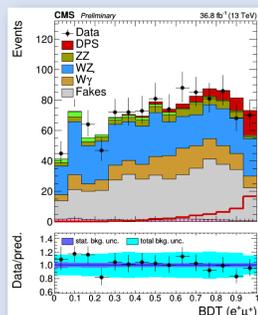
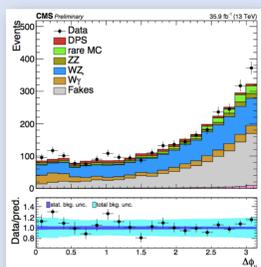
Risultati

La maggior statistica a disposizione ha permesso al prima misura diretta della sezione d'urto della produzione di due W dello stesso segno via DPS.

Combinando i due stati finali si osserva $\sigma_{ssWW}^{DPS} = 1.09^{+0.50}_{-0.49}$ pb con una significanza di 2.23 σ . Ne deriva una misura per la sezione d'urto effettiva:

$$\sigma_{eff} = \frac{\sigma_{W^+}^2 + \sigma_{W^-}^2}{2\sigma_{ssWW}^{DPS}} = 16.39^{+13.88}_{-5.16} \text{ mb.}$$

È la misura di DPS in ssWW più precisa fatta finora.



Conclusioni e prospettive future

La strategia di analisi sviluppata sui dati raccolti da CMS nel 2012 a $\sqrt{s} = 8$ TeV ha permesso di condurre un primo studio approfondito sulla produzione di due bosoni W tramite doppia interazione partonica; la statistica a disposizione ha permesso solo di fissare un limite inferiore di $\sigma_{eff} = \frac{\sigma_{W^+}^2 + \sigma_{W^-}^2}{2\sigma_{ssWW}^{DPS}} > 12.2$ mb.

La prima misura diretta è stata compiuta analizzando i dati raccolti da CMS nel 2016 a $\sqrt{s} = 13$ TeV, data la maggior statistica a disposizione e le migliori apportate alla strategia di analisi, si misura $\sigma_{eff} = \frac{\sigma_{W^+}^2 + \sigma_{W^-}^2}{2\sigma_{ssWW}^{DPS}} = 16.39^{+13.88}_{-5.16}$ mb.

Si sta lavorando alla combinazione dei dati 2016 e 2017, con ~ 80 fb⁻¹ si prevede di effettuare la misura di σ_{ssWW}^{DPS} con una significanza di oltre 3 σ .

- Referenze:
- [1] Phys. Rev. D 36 (1987) 2019
 - [2] arXiv:1708.07519
 - [3] JHEP 02 (2018) 032
 - [4] CMS PAS FSQ.16.009