

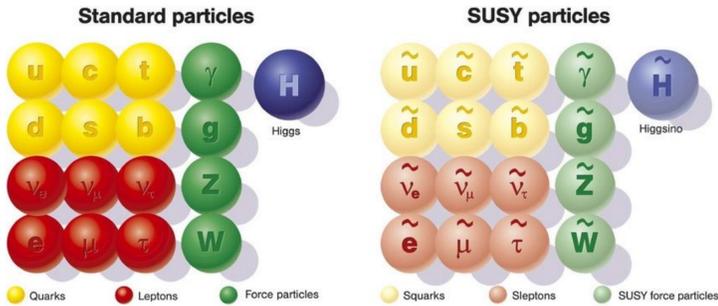
# RICERCA DI HIGGSINI SUPERSIMMETRICI IN SCENARI DI MASSA COMPRESSI CON TRACCE SOFT DISPLACED TRAMITE IL RIVELATORE ATLAS



Alessandro Sala – Università degli Studi di Milano e INFN

## INTRODUZIONE

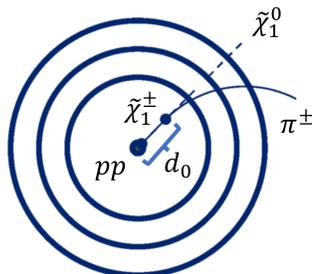
Il Modello Standard è una teoria incompleta e non riesce a spiegare fenomeni come la gerarchia di massa del bosone di Higgs o la Materia Oscura. Questi problemi possono essere superati ipotizzando l'esistenza della Supersimmetria (SUSY) e di nuove particelle ad essa associate. Ricerche dirette ad LHC hanno escluso la produzione via interazione forte fino a 2 TeV, ma restano ancora inesplorati molti scenari in regime elettrodebole  $\Rightarrow$  l'analisi qui presentata ricerca la produzione dei superpartner dell'Higgs, gli higgsini.



## 3. STRATEGIA DELL'ANALISI

Analisi condotta con  $139 \text{ fb}^{-1}$  di dati a  $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$  raccolti ad LHC dal rivelatore ATLAS durante il Run-2.

Stato finale selezionato con richiesta di  $E_T^{\text{miss}}$  e tracce con displacement  $d_0$  dell'ordine del mm/cm [4].

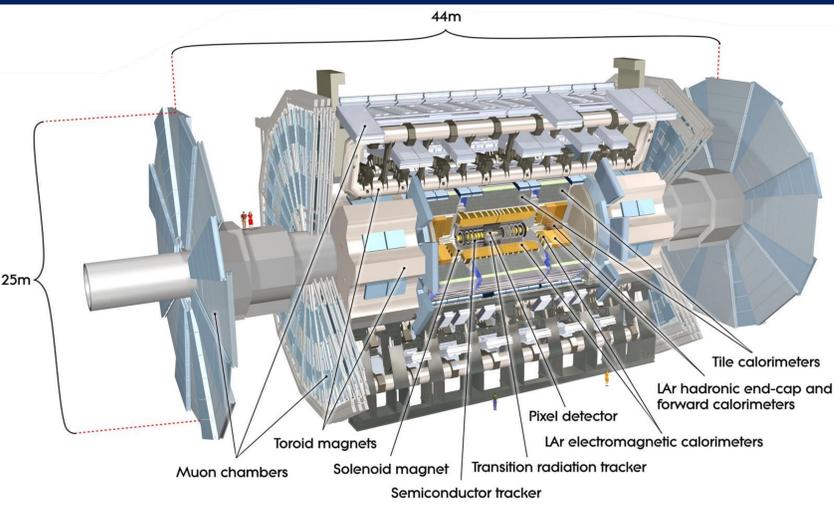


SEZIONE TRASVERSALE DEL RIVELATORE

- Processi di Modello Standard con uguale stato finale agiscono da fondi. Necessario definire regioni di
  - segnale (SRs) con ottimo rapporto fra eventi di segnale e fondo, usate per verificare se esistono eccessi di dati
  - controllo (CRs), usate per stimare i fondi
- Se nessun eccesso è osservato nelle regioni di segnale si definiscono limiti di esclusione su masse e sezioni d'urto di produzione degli higgsini.
- Principali fondi per questa analisi

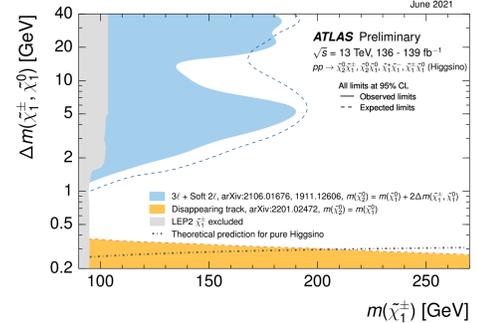
Fondo	Metodo di stima
$Z(\rightarrow \nu\nu) + \text{jets}$	ABCD
$W(\rightarrow \ell\nu) + \text{jets}$	CRs apposite
$VV, t\bar{t}, Z(\rightarrow \tau\tau) + \text{jets}, \text{single top}, \text{di-jet}$	Simulazioni Monte Carlo

## IL RIVELATORE ATLAS



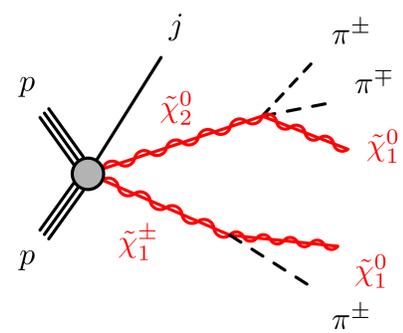
## 1. MOTIVAZIONE

- Analisi per la ricerca di higgsini già condotte con i dati di LEP e Run-2 di LHC [1,2,3].
- Mancanza di sensibilità nella regione di massa compressa ( $0.35 \text{ GeV} \lesssim \Delta m(\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^0) \lesssim 1.5 \text{ GeV}$ ).
- Regione compatibile con una teoria SUSY naturale e Materia Oscura di tipo WIMP (Weakly Interactive Massive Particle).



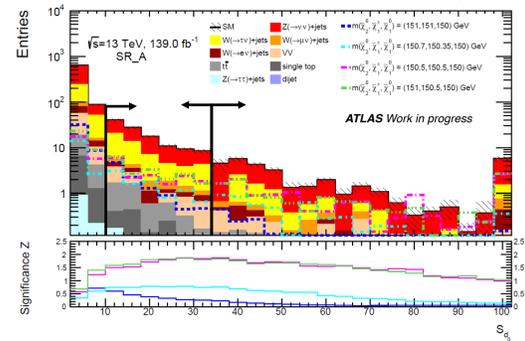
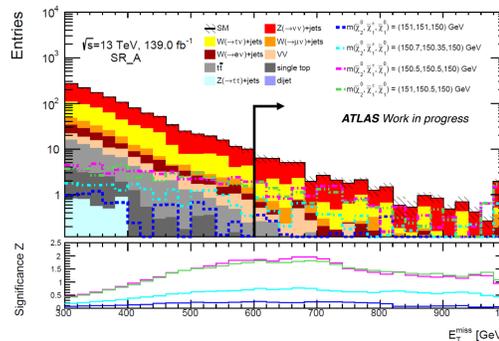
## 2. PRODUZIONE DI HIGGSINI AD LHC

- Stato finale: una coppia di neutralini  $\tilde{\chi}_1^0$  e da una a tre tracce cariche "soft-displaced" rinculanti contro un getto di QCD dello stato iniziale.
- I  $\tilde{\chi}_1^0$  sono stabili ma debolmente interagenti  $\Rightarrow$  sbilanciamento del momento nel piano trasverso  $E_T^{\text{miss}}$ .
- A causa dei tempi di vita medi finiti degli higgsini più pesanti, le tracce associate a pioni risultano "displaced" rispetto al vertice di collisione  $pp$ .



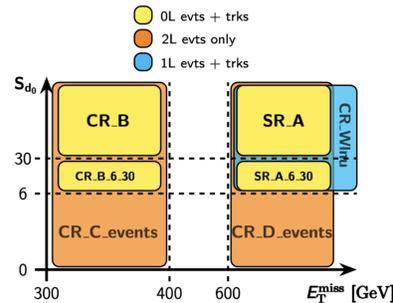
## 4. REGIONI DI SEGNALE

- Variabili chiave:
  - significanza del displacement  $S_{d_0} = d_0/\sigma_{d_0}$
  - momento trasverso della traccia  $p_T^{\text{track}}$
  - $E_T^{\text{miss}}$
- Definizione di due SRs nella variabile  $S_{d_0}$  con  $2\sigma$  di significanza di segnale e sensibili a diversi splitting di massa
  - SR\_A:  $\Delta m(\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^0) \geq 1 \text{ GeV}$
  - SR\_A\_6\_30:  $0.35 \text{ GeV} \leq \Delta m(\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^0) < 1 \text{ GeV}$

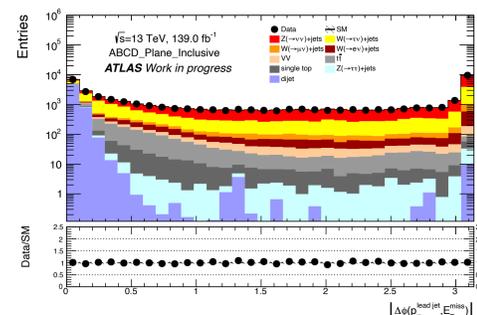


## 5. STIMA DEI FONDI

- Metodo ABCD
  - Definizione di tre CRs (B, C, D) e normalizzazione di  $Z(\rightarrow \nu\nu) + \text{jets}$  tramite  $Z(\rightarrow \ell\ell) + \text{jets} \Rightarrow$  calcolo di  $\mu_B, \mu_C, \mu_D$
  - Normalizzazione di  $Z(\rightarrow \nu\nu) + \text{jets}$  nelle SRs (A) secondo  $\mu_A = \frac{\mu_B \cdot \mu_D}{\mu_C}$
- CRs apposite
  - Normalizzazione dei fondi  $W(\rightarrow \ell\nu) + \text{jets}$  e calcolo di  $\mu_{W\ell\nu}$  usato per stimare gli stessi nelle SRs



ESEMPIO DI DISTRIBUZIONE CINEMATICA POST STIMA DEI FONDI



## CONCLUSIONI

- Analisi in fase avanzata, con stima preliminare di sensibilità fino a  $m(\tilde{\chi}_1^\pm) \sim 150 - 175 \text{ GeV}$  nella regione di massa compressa.
- Impatto delle incertezze sistematiche sperimentali e teoriche attualmente in fase di studio.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ATLAS Collaboration, Eur. Phys. J. C 81 (2021)
- [2] ATLAS Collaboration, Eur. Phys. J. C 82 (2022)
- [3] ATLAS Collaboration, ATL-PHYS-PUB-2023-005
- [4] Fukuda et al., Phys. Rev. Lett. 124 (2020)