



# Assemblaggio delle camere MicroMegas SM1 per l'upgrade dello spettrometro a muoni dell'esperimento ATLAS ad LHC

Chiara Arcangeletti

Incontri di Fisica delle Alte Energie 2019

Napoli, 8 - 10 Aprile 2019

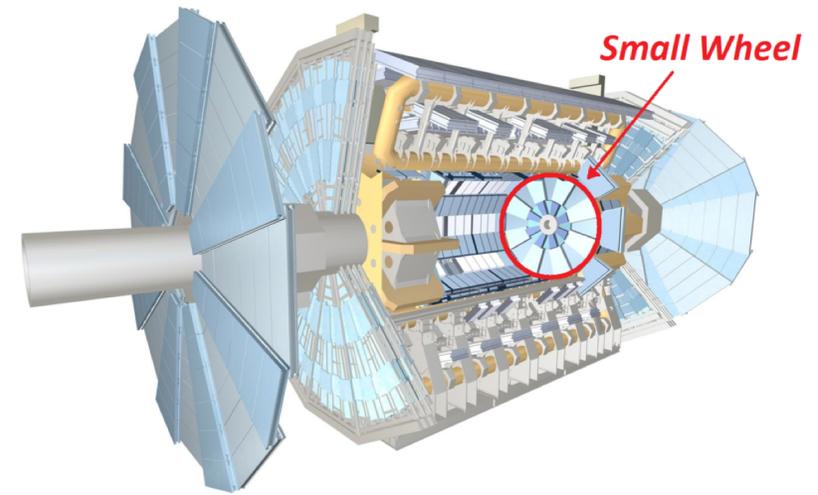
# Introduzione



- New Small Wheel ATLAS
- MicroMegas Detector (MM)
- Produzione delle camere SM1
- Procedura di assemblaggio

# La Small Wheel di ATLAS

- Prima stazione di rivelatori dello spettrometro a muoni negli End-Cap
- Copertura angolare:  $1.3 < |\eta| < 2.7$
- Due tracciatori (MDT e CSC) ed un trigger (TGC)

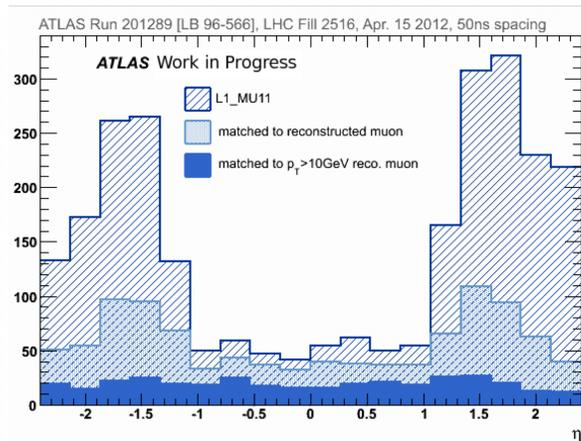
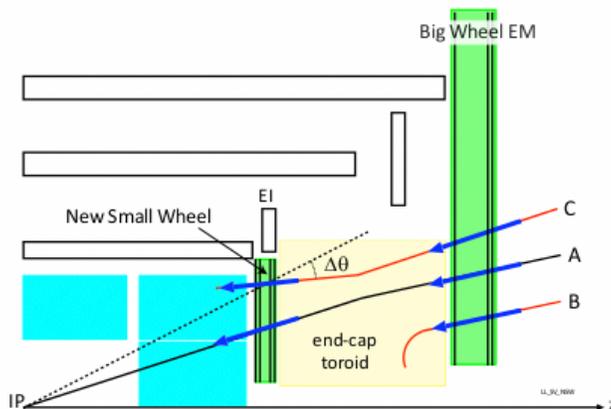


**High Luminosity LHC:** aumento luminosità  $5-7 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

## Limiti dell'attuale Small Wheel

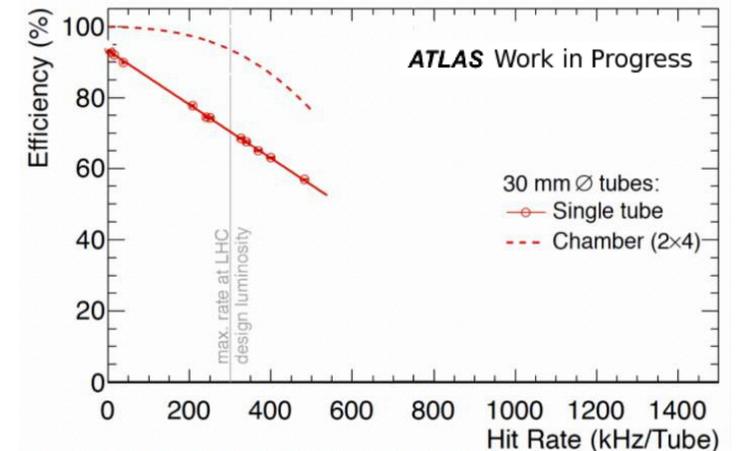
### Trigger

- Trigger di primo livello dell'End-Cap cerca solo coincidenze tra la Big Wheel e le TGC (no trigger puntante)
- Dominato da muoni "fake" → peggiorerà con l'aumento di luminosità



### Tracciamento

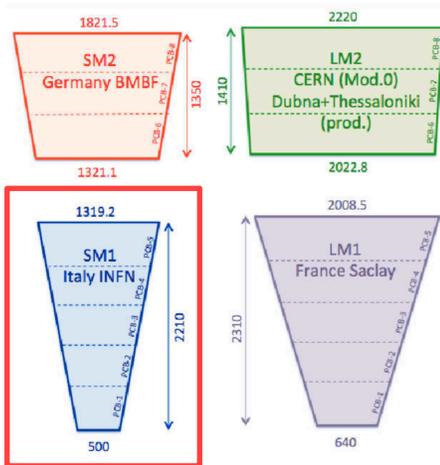
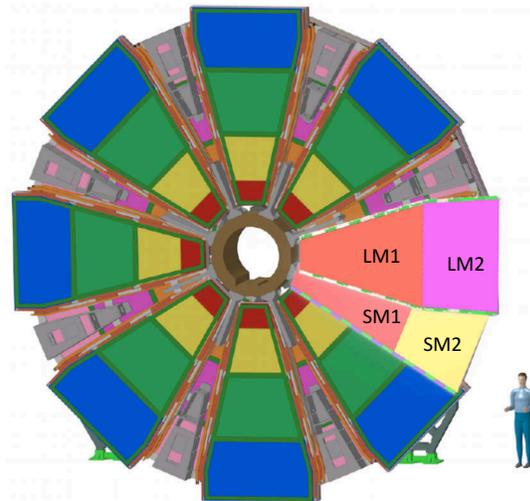
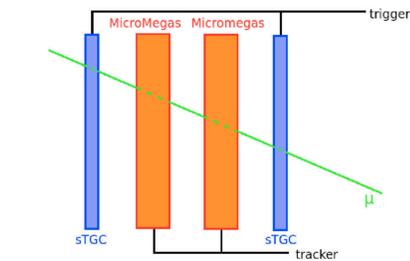
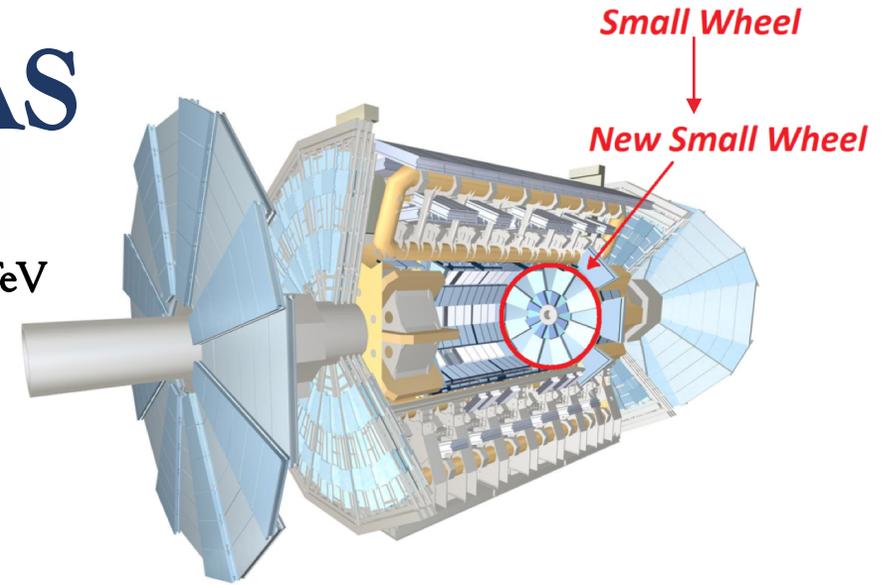
- Efficienza delle MDT diminuisce all'aumentare del flusso



# La New Small Wheel di ATLAS

## Richieste per la NSW

- Risoluzioni tracce  $\sim 100 \mu\text{m}$  per piano di rivelatore  $\rightarrow$  risoluzione 15%  $p_T$  @ 1 TeV
- Efficienza tracciamento  $> 97\%$  per  $p_T > 10 \text{ GeV}$
- In grado di sostenere l'aumento del flusso di particelle  
 $\rightarrow$  Rigettare eventi di trigger spuri



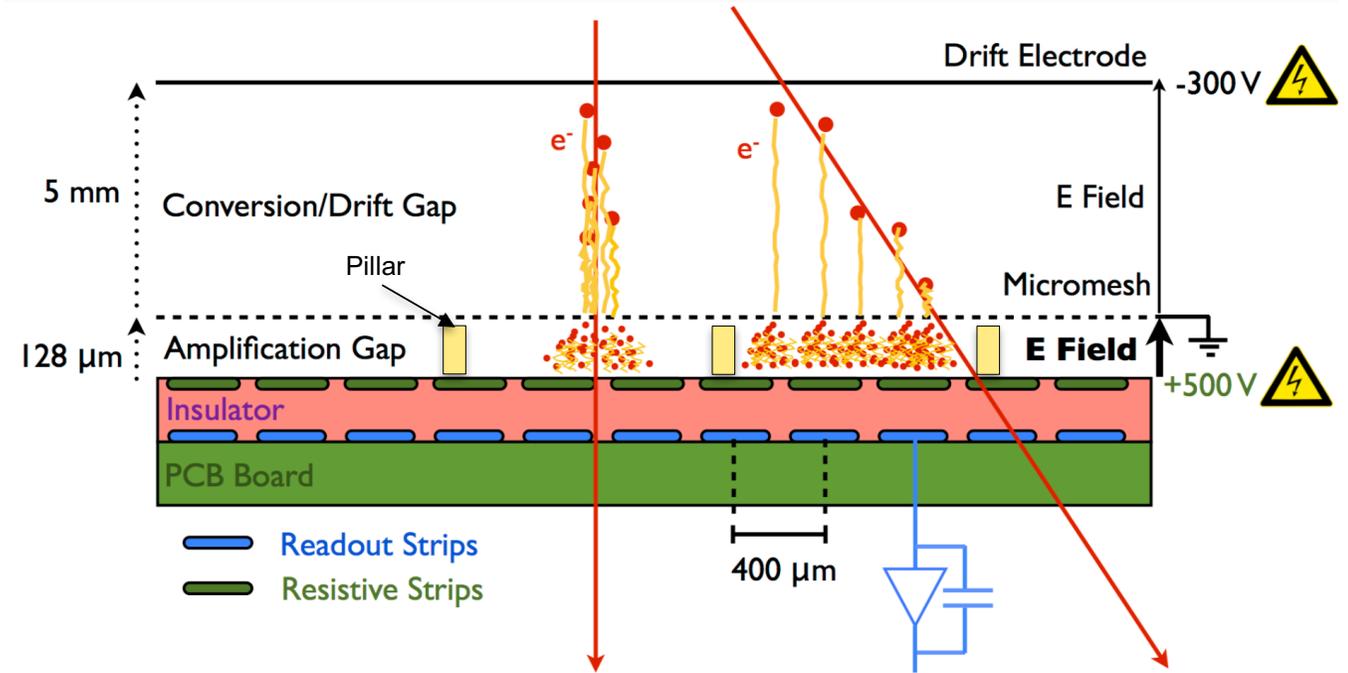
## NEW SMALL WHEEL

- 16 piani di rivelatori su due livelli
- 8 settori grandi (LM) ed 8 settori piccoli (SM)
- In ogni settore si hanno 2 moduli: LM1, LM2, SM1, SM2
- **Rivelatori:**
  - MicroMegas (MM): tracciatori
  - Small-strip TGC (sTGC): trigger

L'INFN è impegnato nella costruzione di 32 camere Micromegas di tipo SM1

# MicroMeGas (Micro Mesh Gaseous) Detector

- **Rivelatore a gas** costituito da due elettrodi piani ed una mesh metallica (Micropattern Detector)
- Passaggio di particelle cariche ionizza il gas (una miscela 93:7 di Ar:CO<sub>2</sub>):
  - **zona di Drift** (5 mm,  $E_D \sim 500$  V/cm)
  - **zona di Amplificazione** (128  $\mu\text{m}$ ,  $E_A \sim 40 - 50$  kV/cm)
- Segnale raccolto dalle strip resistive e trasferito per accoppiamento capacitivo a quelle di lettura



## Proprietà del detector

- Amplificazione  $10^4$
- Trasparenza elettroni  $\sim 1$  ( $E_A/E_D = 100$ )
- Veloce tempo di evacuazione degli ioni: 100 ns

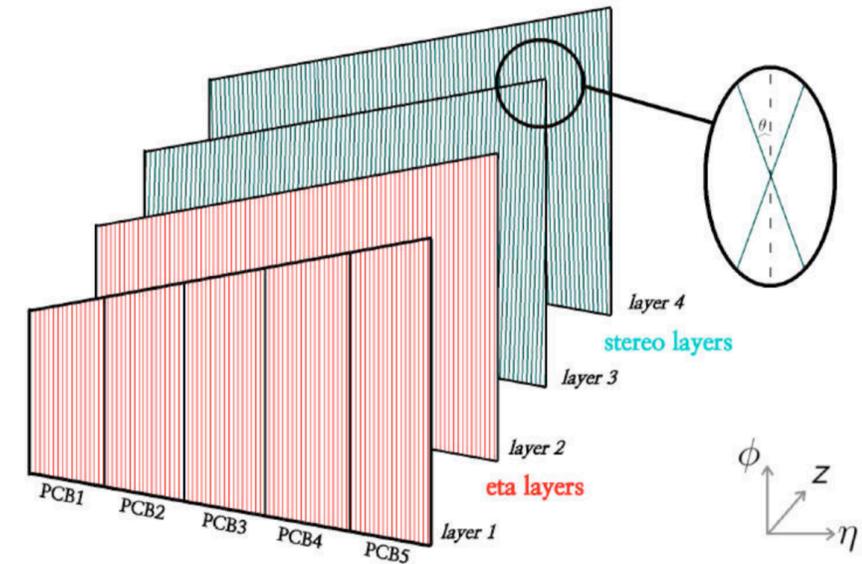
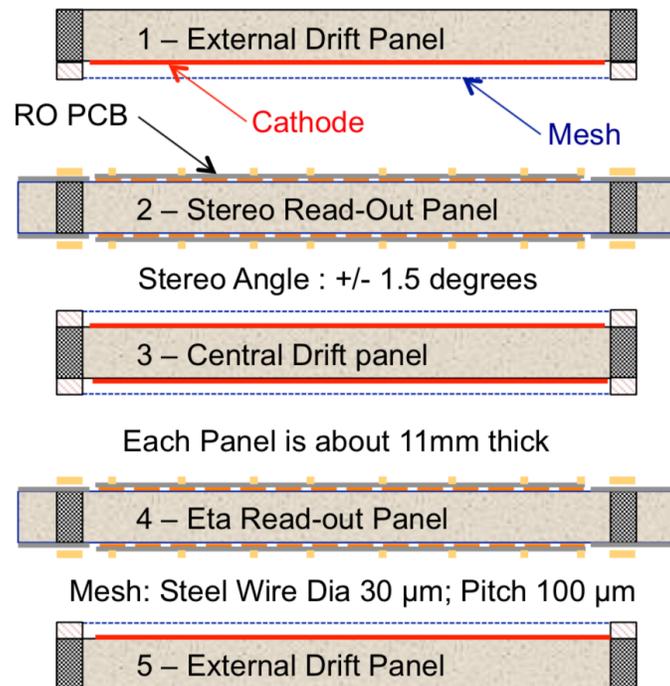
Le **strip resistive** e lo strato isolante proteggono le strip di lettura dalle scariche dovute agli elevati campi elettrici

# Struttura di un Modulo MM

## Modulo MicroMegas SM1

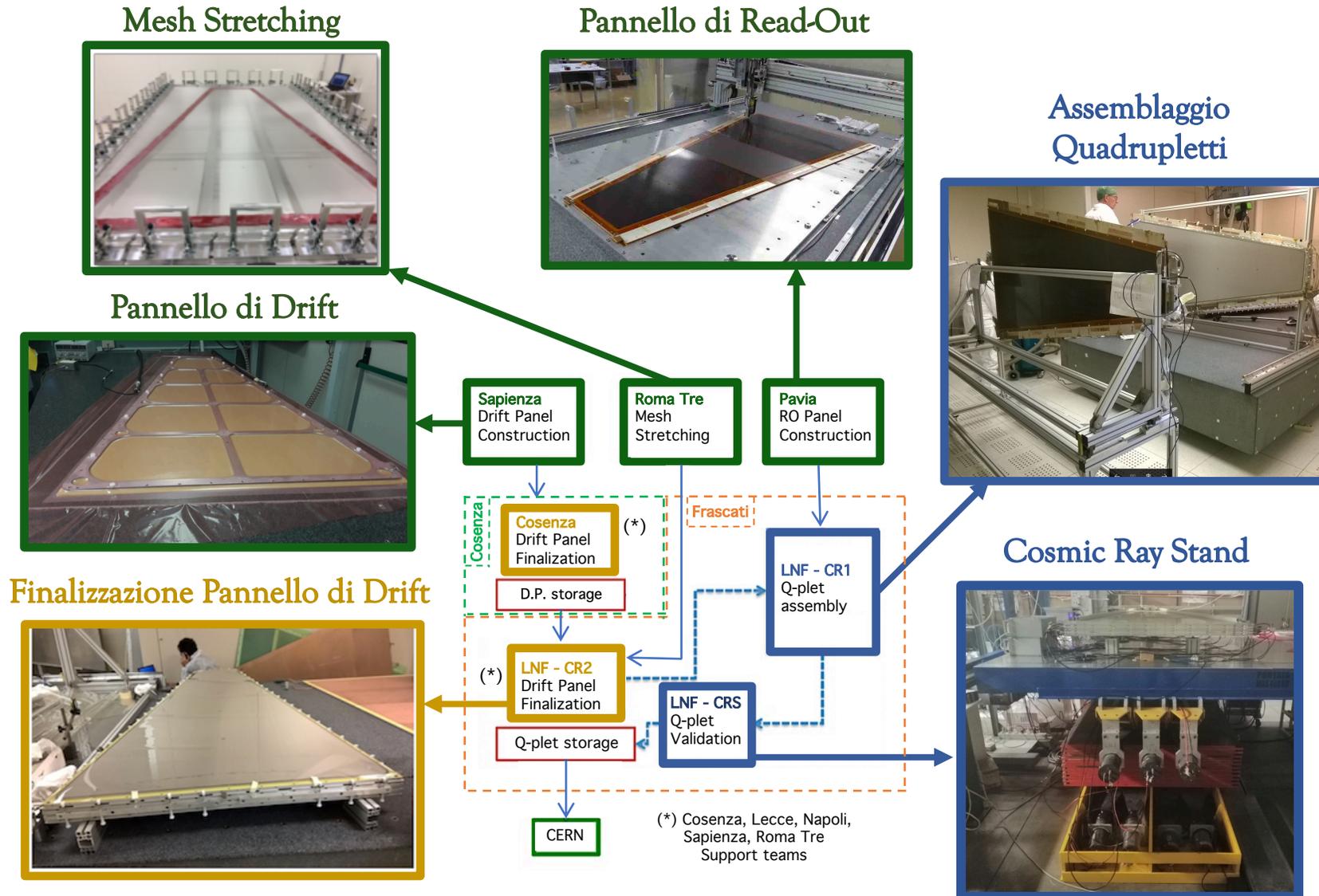
Costituito da 4 strati (layer): **Quadrupletto**

- 2 Pannelli di Drift Esterni (catodo), su ciascuno dei quali è montata la mesh
- 1 Pannello di Drift Centrale (catodo), sul quale la mesh è montata su entrambi i lati
- 2 Pannelli di Read-out (Stereo e Eta): piano di strip di lettura su ambo i lati



- Ogni **Layer** è suddiviso in 5 PCB (1024 strips/PCB)
- Pannello Eta (Layer1-Layer2): strip verticali che ricostruiscono la coordinata di precisione  $\eta$
- Pannello Stereo (Layer3-Layer4): strip inclinate  $\pm 1.5^\circ$  che permettono la ricostruzione della seconda coordinata  $\phi$

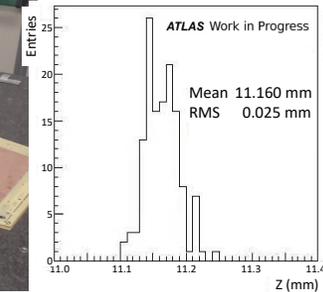
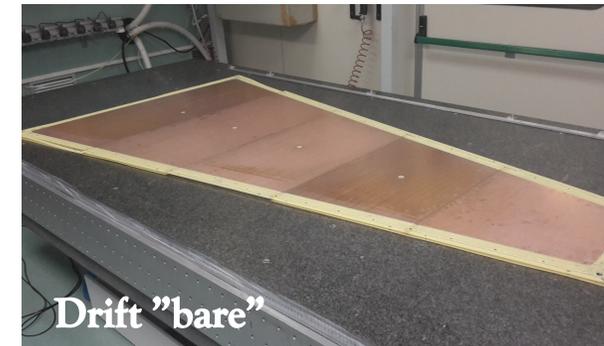
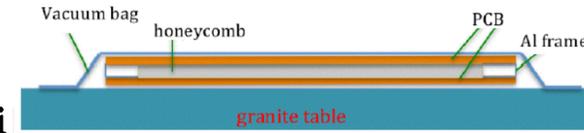
# Schema di Produzione delle Camere



# Costruzione dei Pannelli di Drift

## Drift "bare"

- Si posiziona il piano di PCB di rame (catodo) sul tavolo di granito e si incolla alla struttura di alluminio e all'honeycomb
- Si chiude con il successivo strato di PCB e si fissa la colla con il sacco da vuoto ( $P/P_{ext} \sim 0.08$ ) con l'ausilio di una maschera  $\rightarrow$  pressione uniforme
- Planarità del pannello richiesta  $< 37 \mu\text{m}$



## Tensionamento Mesh

- Rete di acciaio inox stesa sul tavolo e fissata con delle pinze che si allontanano progressivamente fino a raggiungere una tensione di  $\sim 10 \text{ N/cm}$



## Finalizzazione Drift

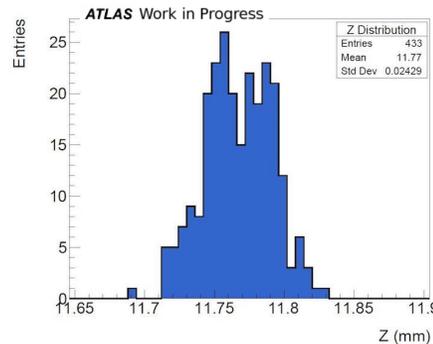
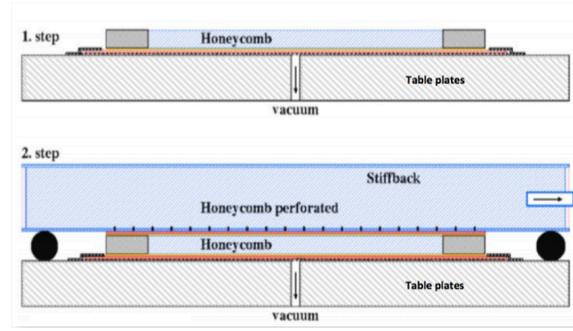
- Si fissa un telaio spesso 5 mm per creare la gap sul piano di rame e vi si incolla sopra la mesh
- Test HV e tenuta in gas



Il Progetto New Small Wheel di ATLAS: Assemblaggio e Finalizzazione dei Pannelli di Drift SM1 (Giovandomenico Carducci, poster)

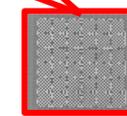
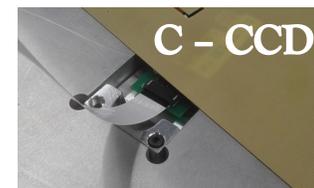
# Costruzione dei Pannelli di Readout

- 5 fogli di PCB per lato (10 fogli per pannello)
- PCB: strip di rame + strato isolante + strip resistive
- Un piano di PCB aspirato al piano di Al sul tavolo di granito e l'altro sullo *stiff-back*
- Si incollano il telaio e l'honeycomb sul piano che si trova sul tavolo di granito e infine si ruota lo stiffback sulla struttura assemblata e si fissa la colla con il sacco da vuoto ( $P/P_{ext} \sim 0.2$ )
- Planarità del pannello richiesta  $< 37 \mu\text{m}$



## Allineamento delle Strip

- Lettura delle coded mask sulla parte esterna del PCB da contact-CCD
  - Allineamento assoluto delle strip nel piano richiesto  $\Delta\eta < 40 \mu\text{m}$
  - Allineamento relativo tra i due lati richiesto  $\Delta\eta < 60 \mu\text{m}$



Coded-Mask

# Lavaggio dei Pannelli

Durante la produzione delle PCB e dei pannelli, si incorre nel rischio di contaminarli con residui organici provocando problemi di stabilità in tensione delle camere.

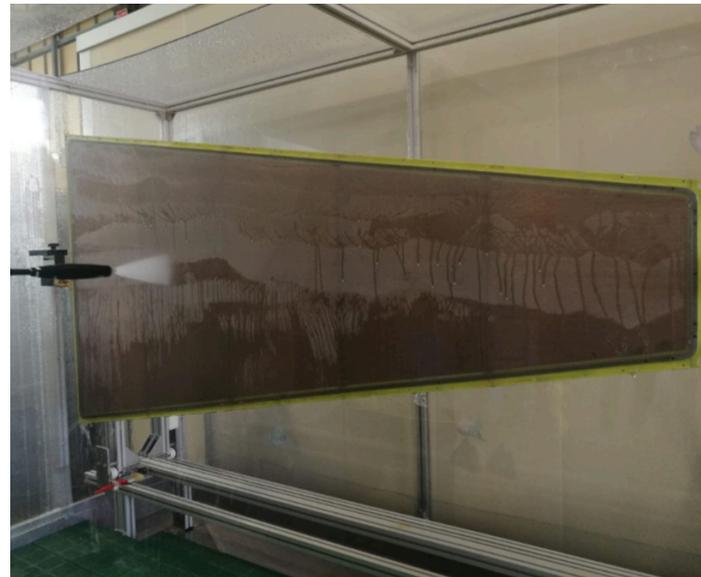
La procedura di lavaggio (micropolishing) garantisce la rimozione di gran parte di tali residui ed è un **passaggio cruciale prima dell'assemblaggio**.

## Fase di Lavaggio

- Si utilizzano spazzole a setole morbide per distribuire i detergenti per il micropolishing
- Si effettua un accurato risciacquo prima con acqua calda e poi con acqua demineralizzata.

## Fase Asciugatura

- L'asciugatura avviene in una box di asciugatura, equipaggiata di un sistema di ventilazione, con aria calda ~ 40 °C.



Al termine si trasportano i pannelli nella Camera Pulita e si inizia con l'assemblaggio.

# Procedura di Assemblaggio

## 1. Primo Drift esterno (Layer 4)

- Pannello posto sullo Stiff-frame → Struttura di assemblaggio verticale



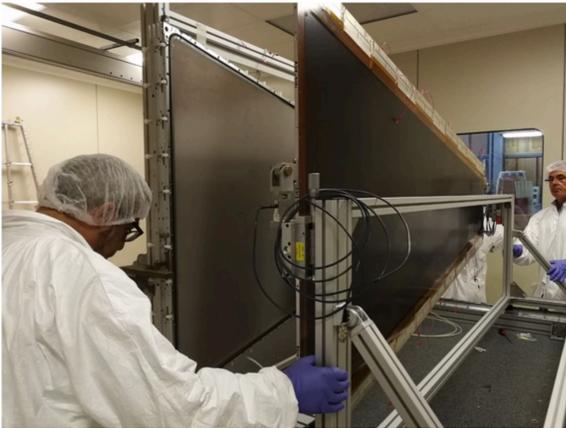
## 2. Pannello di Readout Stereo

- Pannello posto sul carrello di assemblaggio
- Pulizia a secco
- Test dei condensatori
- Allineamento dei pannelli con delrin pin
- Chiusura della gap con Expansion rods
- Test HV in aria e in ArCO<sub>2</sub>



## 3. Drift Centrale (Layer 3-2)

- Stessa procedura del pannello Stereo



Delrin pin



Expansion rods

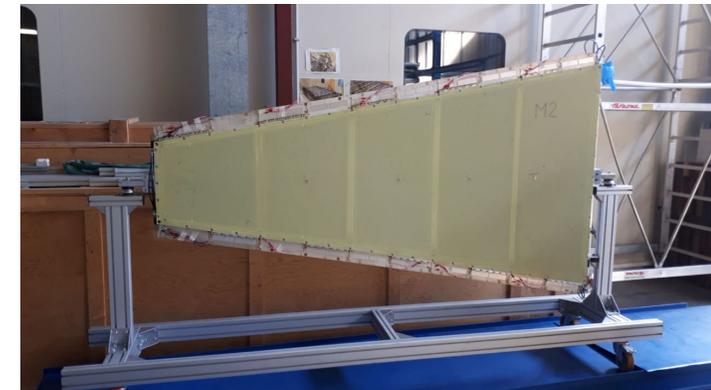
## 4. Pannello di Readout Eta

- Il pannello Eta deve essere allineato rispetto al pin di allineamento che si trova sullo Stereo. Si utilizzano quindi delle celle di carico su entrambi i lati del pannello. Il computer mostra il peso che viene scaricato sul pin di allineamento da entrambi e si regola tramite delle manopole in modo da ridurlo al minimo (valore accettabile di 200-300 grammi)

→ Allineamento pannelli  $\Delta\eta < 60 \mu\text{m}$

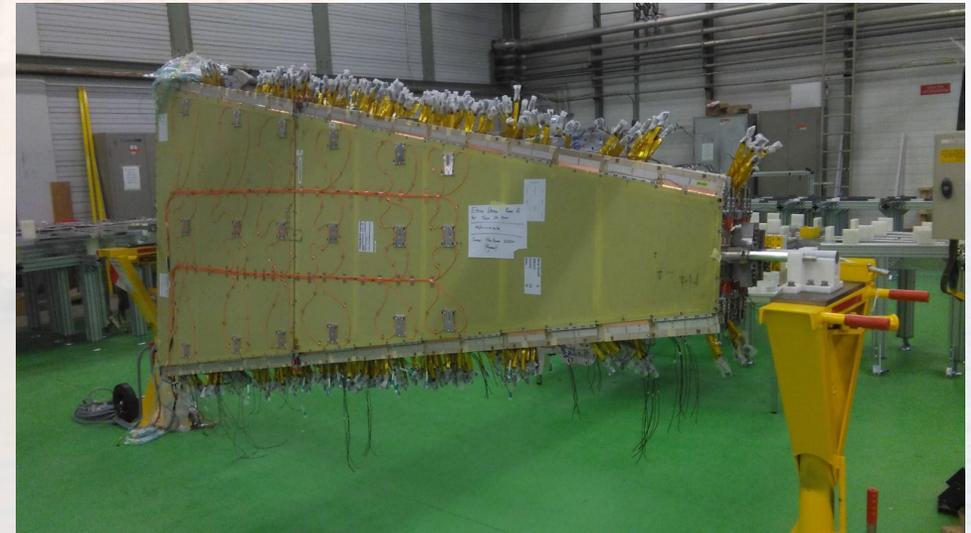


## 5. Ultimo Drift Esterno (Layer 1)



# Conclusioni

- Le **MicroMegas** faranno parte della New Small Wheel di ATLAS
    - Sono rivelatori con ottime risoluzioni spaziali ed un'elevata efficienza, in grado di far fronte all'aumento del flusso di particelle previsto per i prossimi upgrade di LHC
  - L'INFN ha avviato la produzione delle camere di tipo SM1: un modulo costituito di 5 pannelli
  - Ai Laboratori Nazionali di Frascati è stata sviluppata una procedura di assemblaggio che garantisce l'allineamento dei piani di lettura
  - Alla costruzione della camera segue una procedura di validazione per testarne il funzionamento
- Studio delle prestazioni delle camere MicroMegas di tipo SM1 per l'upgrade dello spettrometro a muoni nella regione in avanti dell'esperimento ATLAS ad LHC (Luca Martinelli, *presentazione orale*)
- Ad oggi per SM1 sono stati realizzati 2 prototipi e 13 camere di produzione, di cui due sono state installate nel primo Double - Wedge della NSW insieme a due camere di tipo SM2



A large, multi-tiered stone fortress, likely the Castel Nuovo in Naples, stands prominently on a rocky coastline. The building is constructed from light-colored stone and features several levels of battlements and small, square windows. In the foreground, a rocky breakwater extends into the blue sea. To the left, a smaller, multi-story building with a red roof and white facade is visible. The sky is a pale, clear blue. The text "Grazie per l'attenzione!" is overlaid in a dark blue, serif font across the center of the image.

**Grazie per l'attenzione!**

Backup

# Costruzione dei Pannelli

## Misure Planarità

- Drift: **Limbo Tool**. Un barra con 10 comparatori che misurano lo spessore del pannello. Si muove la barra per avere 10-15 misure. Si ottiene una mappa dello spessore e della planarità del pannello.
- Readout: **CMM** (Coordinate Measuring System) con Blue Laser Keyence LJ - V7001P. Collegato al braccio mobile sopra al tavolo di granito (dove è posizionato anche il distributore di colla), si può muovere lungo le tre dimensioni e fare una mappa dello spessore e della planarità del pannello.



# Costruzione dei Pannelli di Readout

## Misure di Allineamento delle Strip

- PCB - to - PCB: Lettura delle coded mask sulla parte esterna del PCB da contact-CCD con il *Rasnik*
  - Informazioni sull'orientamento delle strip del PCB → allineamento dei PCB sul piano
  - Calibrazione assoluta delle C - CCD con il *Jig*
  - Tolleranza allineamento assoluto nel piano:  $\Delta\eta < 40 \mu\text{m}$
- Layer - to - Layer: lettura delle coded mask con il *Rasfork* → stima allineamento delle strip
  - Tolleranza allineamento relativo tra i due lati:  $\Delta\eta < 60 \mu\text{m}$

