

# **ATLAS Pixel R&D Projects Meeting**

**Bologna, 14/03/2016**

## **Mechanics and Cooling**

**Simone Coelli  
I.N.F.N. Milano**

**For the Milano ATLAS Group**

## ATLAS Pixel R&D Mechanics and Cooling

Per quanto riguarda le attività di Ricerca e Sviluppo inerenti la struttura meccanica e il sistema di raffreddamento per il rivelatore ITK, lavori sono in corso all'interno di vari gruppi.

Focalizzandosi sul Pixel Detector:

ci sono proposte alternative per i Supporti Locali, divisione in due gruppi, basata sulla filosofia di disporre i sensori :

- Cilindro + dischi
- supporti equipaggiati con sensori affacciati al fascio nella zona centrale + inclinati verso il punto di interazione allontanandosi verso le estremità

Scelta da definire entro fine anno basandosi sulle simulazioni del layout.

Le principali alternative allo studio sono:

- I-beam, LBNL
- Carbon stave, Wuppertal
- Alpine stave, Lapp
- Slim project, CERN /Geneve/ Nikhef/ INFN-Milano /LPNHE-Paris/ CPMM

Da discussioni con Danilo Giugni (INFN Milano), ID Pixel Technical Coordinator possiamo dire che:

### **SLIM PROJECT (versione con TILTED SENSORS)**

- Sarebbe interessante per noi, sotto molti punti di vista, entrare nella collaborazione
- Abbiamo avuto una discussione introduttiva con Andrea Catinaccio (CERN) sulla fattibilità positiva di entrare nel gruppo di lavoro, individuando temi dove potremmo dare contributi
- Analisi elementi finiti, meccaniche, termiche, dinamiche, studi di dettaglio, per i quali siamo attrezzati con i programmi opportuni (ANSYS, ESAComp) e con preparazione ed esperienza specifica
- il collega Mauro Monti ha partecipato alle fasi di studio per i precedenti rivelatori Pixel di ATLAS e potrebbe immediatamente essere operativo su alcune tematiche
- Verrebbe richiesto anche un contributo all'Officina Meccanica per realizzazione di attrezzature indispensabili alla costruzione dei prototipi, a partire da subito
- Si innesterebbe anche lo studio del CO2 cooling e i relativi test, da definire nel dettaglio, sfruttando il Laboratorio TRACI di Milano
- Progettazione e disegno delle linee di trasferimento e altre strutture del rivelatore possono essere parti del nostro scopo

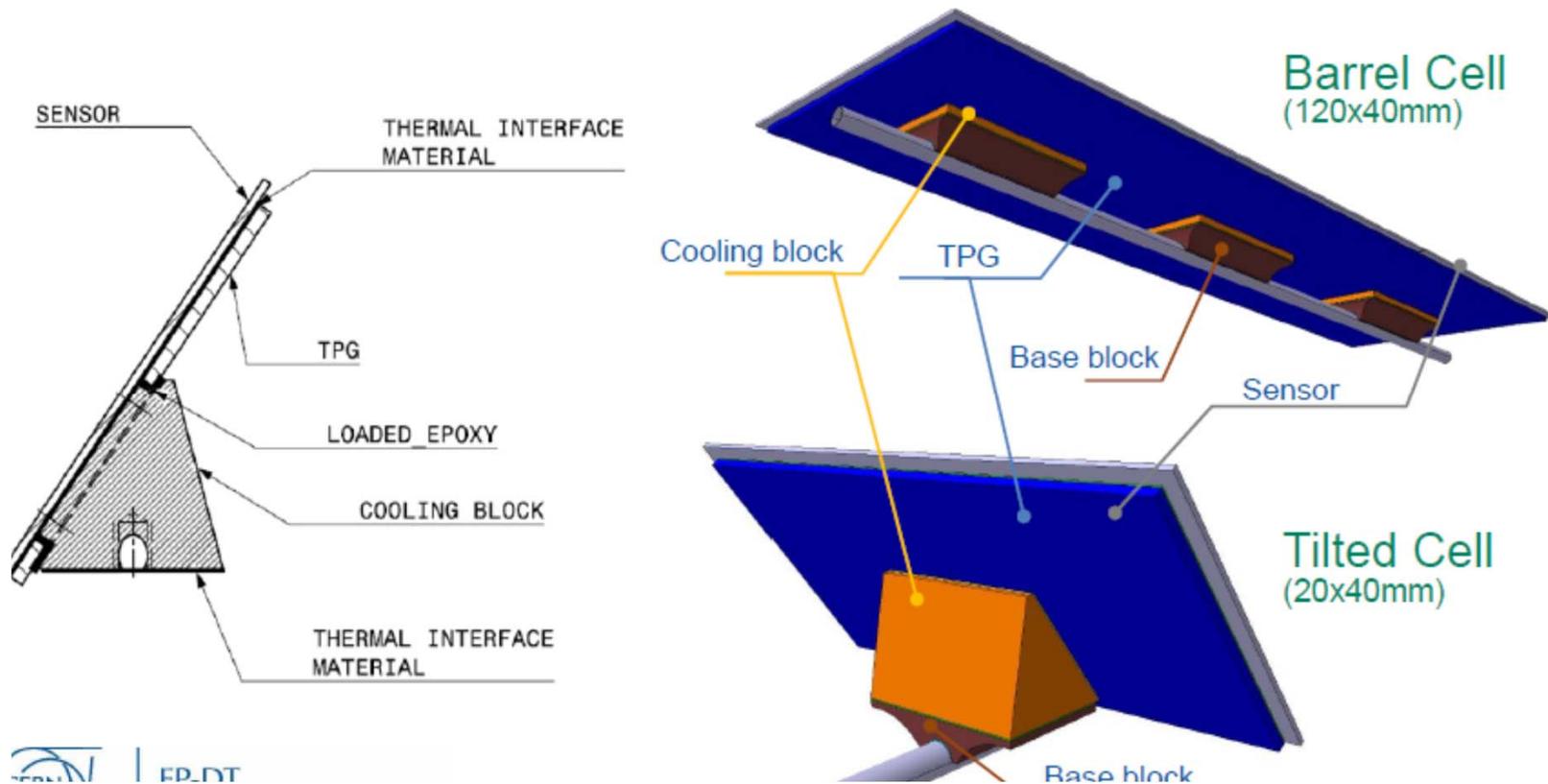
Un punto a favore da considerare è il contatto diretto ed immediato che si avrebbe tramite Danilo Giugni, con il quale abbiamo una fruttuosa esperienza di collaborazione.

Tra le tematiche che sono attualmente oggetto di studio:

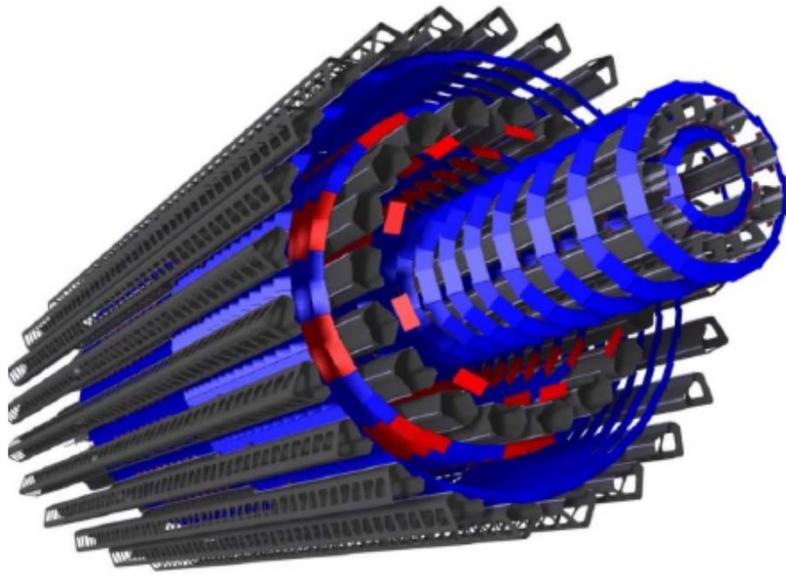
- Analisi, simulazione, misurazioni e interpretazione per quanto riguarda le proprietà termiche dello stave
- Globali, definizione della TFM (Thermal Figure of Merit = conduttanza termica equivalente del supporto, tra cooling pipe a sensori)
- Locali, ove grande attenzione si sta ponendo alle misurazioni dirette delle caratteristiche dei materiali, con problemi da risolvere ad hoc, misure in alto vuoto con super-isolamento, FEA dedicati alle misure
- Calcolo strutturale e modale
- Produzione di prototipi, in particolare per la realizzazione del «truss stave» servono stampi meccanici in acciaio e in grafite, di geometria e fabbricazione molto complessa
- Calcoli e validazioni per le linee di distribuzione del fluido termovettore, CO<sub>2</sub> evaporante a circa - 30 °C, e la relativa modellizzazione tridimensionale
- Si sottolinea che per trattare problemi con impianti che implementano fluidi in cambiamento di fase è necessaria molta cautela ed una preparazione tecnica specifica (valida la nostra esperienza diretta nella validazione del rivelatore UT di LHCb, con simili problematiche)

# ATLAS ITK PIXEL SLIM PROJECT

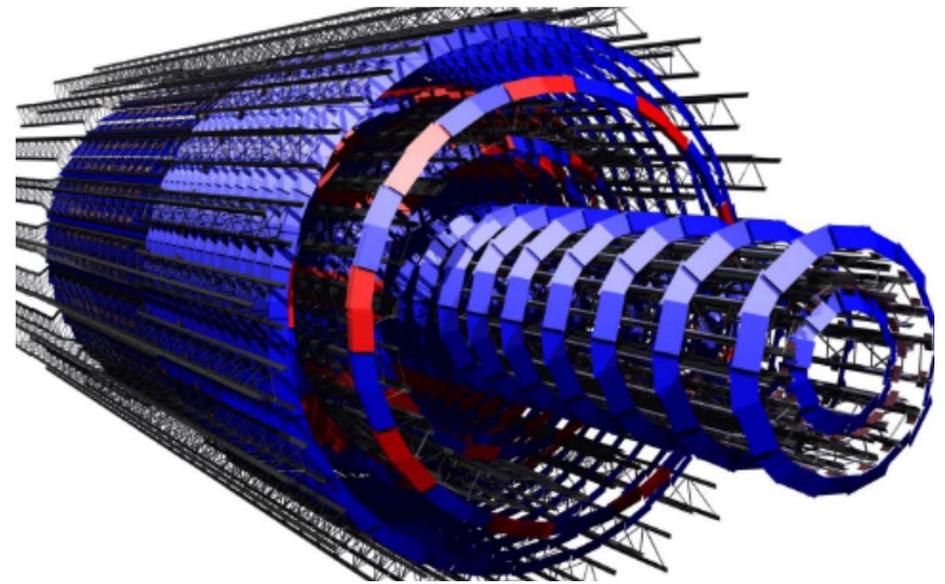
Immagini tratte dalle presentazioni fatte per il progetto SLIM



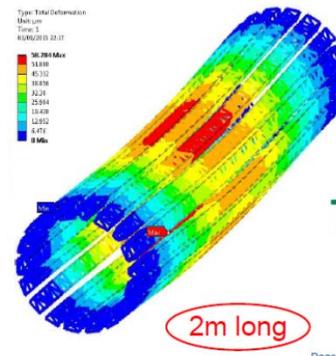
# ATLAS ITK PIXEL SLIM PROJECT



Versione con LONGHERONI  
SCATOLARI "shell"



Versione con TRAVATURE  
RETICOLARI "truss"



Truss Structure: Full Layer 3-4

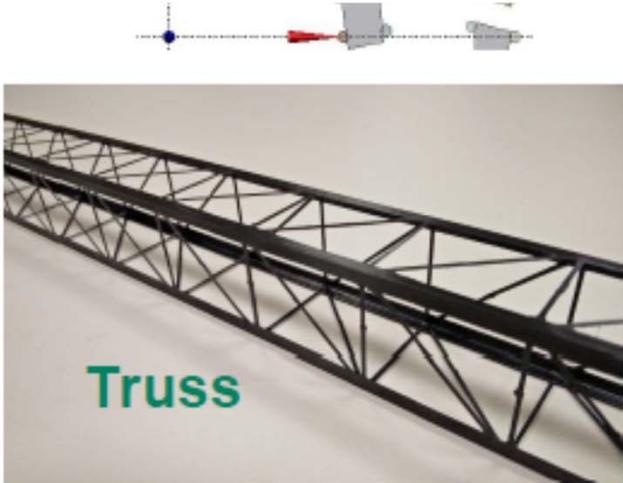
# ATLAS ITK PIXEL SLIM PROJECT

## Construction alternatives



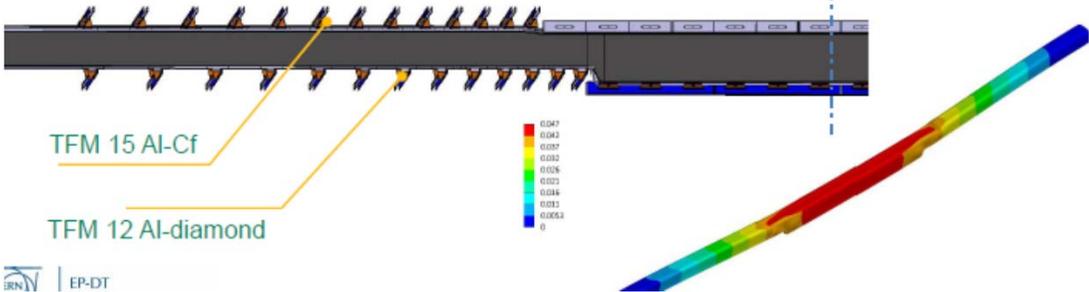
Shell

EP-DT  
Detector Technologies



Truss

F



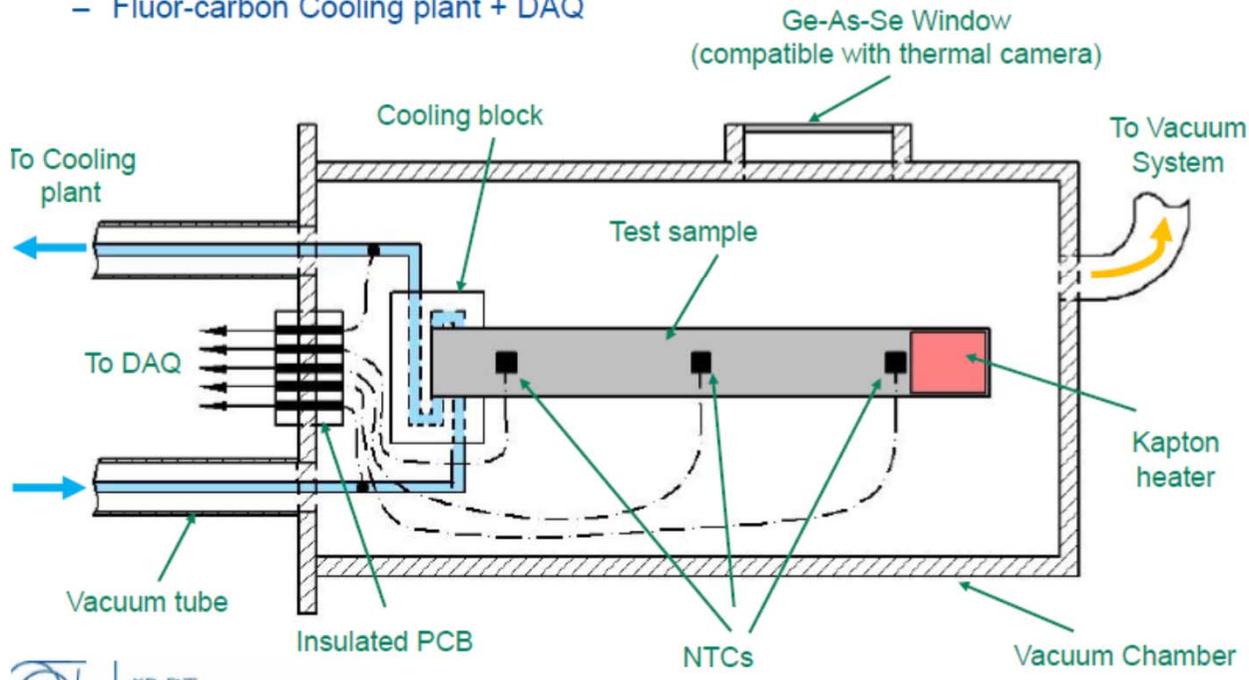
IRN | EP-DT



4. Placement of corner L-sections (UD prepreg)

# Thermal Testing for Material Characterisation: EP-DT Thermal Set-Up

- EP-DT tests set-up (Building )
  - Vacuum chamber + Turbo-pump ( $p \sim 10^{-5}$  mbar)
  - Fluor-carbon Cooling plant + DAQ



Improvements corroborated by experimental set-up

- 21 layers of Mylar
- Cooling test with Al strip  $\rightarrow \Delta T = T_{100} - T_0 = 4^\circ\text{C}$  for  $Q_{\text{input}} = 0$

**Practical issue: Substantial increase  
in evacuation time**



## ITK COOLING SYSTEM

La tematica inerente lo studio del sistema di raffreddamento per ATLAS, sia globalmente che per i singoli sottosistemi del rivelatore ITK, presenta molti aspetti interessanti

Molti di questi verranno discussi nel prossimo **ATLAS ITk cooling meeting**, 15-16 Marzo 2016, al quale parteciperemo.

Si anticipa la necessità di costruzione di un DIMOSTRATORE a scala reale, di almeno un sottogruppo del rivelatore per il sistema di raffreddamento, essendo **IMPORTANTE** che lo studio sia su un circuito completo con linee di andata e ritorno del refrigerante, CO<sub>2</sub>.

Il piano di lavoro presenta una fase intermedia, sintetizzata nel documento **R&D proposal for low temperature CO<sub>2</sub> cooling application**, che richiede la realizzazione immediata di un dimostratore di taglia minima, per una linea di raffreddamento, denominato “BABY-DEMO”.

Sarebbe il sistema 2P.A.C.L. operante alla temperatura di evaporazione la più bassa possibile, puntando a circa – 40 °C, costituito dai componenti reali di una delle circa 1000 linee di ITK.

Ordine di grandezza della potenza estratta circa 1.5 kW.

La collaborazione di ATLAS sta cercando risorse per la realizzazione di questo test e Milano risulterebbe tra i candidati per quanto riguarda gli interessi e le capacità.

Resterebbe da valutare la strategia di distribuzione delle nostre forze lavoro, data la complessità e onerosità dei lavori da intraprendere.

Ovviamente la discussione è aperta all'interno di INFN, prima di assumerci responsabilità<sub>g</sub>

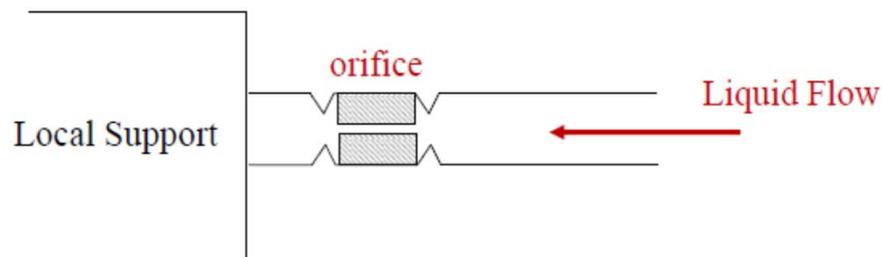
## UN ESEMPIO DI APPLICAZIONE DEL TRACI

La distribuzione del corretto flusso di CO<sub>2</sub> ai singoli stave, con la dovuta perdita di carico in ingresso per la stabilizzazione delle portate tra canali evaporanti posti in parallelo, ove si pongono problemi di instabilità termo-idrauliche, richiede soluzioni specifiche

La possibilità di utilizzare degli orifizi calibrati, in alternativa a linee costituite da lunghi tubi capillari, aprirebbe la possibilità di studi e misure di validazione con il sistema TRACI del quale siamo dotati, cioè un'unità di raffreddamento a CO<sub>2</sub> basata sul concetto 2P.A.C.L. (2 Phase Accumulator Controlled Loop) e quindi in grado di lavorare nelle condizioni adatte per la caratterizzazione fluidodinamica dei componenti del sistema di raffreddamento per ITK.

Un parametro da verificare è la potenza e portata massima applicabili, studi preliminari sono comunque identificabili.

Tale tipo di studio è già in corso a Milano per LHCb-UT Upgrade, con misurazione degli orifizi Swagelok fino alla minima dimensione 0.25 mm I.D.



Sketch from «Cooling Grouping» talk, D. Giugni

## **BACK-UP SLIDES**

## Personale afferente al Servizio di Progettazione e Officina Meccanica della Sezione di Milano

Dedicabile in percentuali variabili, ad attività connesse con il progetto e la realizzazione di ATLAS ITK

Sintesi di possibili potenzialità (non esaustiva):

Simone Coelli	Tecnologo	Coordinatore Gestione progettazione, FEM, FLUENT, simulazioni COBRA, esecuzione ed interpretazione di misure sperimentali con CO2
Mauro Monti	CTER	Progettazione, esperto analista FEM, redazione documentazione tecnica (Studente Ingegneria meccanica al Politecnico di Milano)
Fabio Tomasi	CTER	Progettazione, Misure, Disegni
Andrea Capsoni	CTER	Disegni, Lavorazioni meccaniche, Montaggi, Misure, esperienza con CO2
Ennio Viscione	CTER	Disegni, Lavorazioni meccaniche, Montaggi, Misure
Carlo Gesmundo	CTER	Progettazione, Disegni, Montaggi, Misure
Danilo Trotta	Borsista	Disegni, Lavorazioni meccaniche, Montaggi, Misure

Monday, 14 March 2016 at **10:30** to Tuesday, 15 March 2016 at **16:30** (Europe/Rome)  
at **Dipartimento di Fisica** Via Irnerio 46 Bologna

Vidyo room name: ATLAS\_CMS\_INFN

Extension: 9340022

Auto-join URL: <http://vidyoportal.cern.ch/flex.html?roomdirect.html&key=E5DdQXGW4v5I>

•Monday, 14 March 2016

- 10:45 - 11:00 Introduction 15'
- 11:00 - 11:30 News from ITk 30'
- 11:30 - 11:45 Mechanics and Cooling (1) 15'
- 11:45 - 12:15 Mechanics and Cooling (2) 30'
- 12:15 - 12:30 Mechanics and cooling: Discussion 15'
- 12:30 - 14:00 Lunch break
- 14:00 - 14:30 Sensors: 3D (and planar active edge) 30'
- 14:30 - 15:00 Bump bonding at Selex 30'
- 15:00 - 15:45 Discussion: plans for (planar) and 3D sensor assembly and testing 45'
- 15:45 - 16:15 Coffee Break
- 16:15 - 16:30 CHIPIX65 15'
- 16:30 - 17:00 HVR\_CCPD: STM chips 30'
- 17:00 - 17:30 HVR\_CCPD: Hybridization 30'
- 17:30 - 18:00 HVR\_CCPD: discussion 30'
- 20:15 - 23:00 Social Dinner

•Tuesday, 15 March 2016

- 09:00 - 09:30 ITk Simulation (1): digitization 30'
- 09:30 - 10:00 ITk Simulation (2): Layout 30'
- 10:00 - 10:30 ITk Simulation (3): Tracking + Trigger 30'
- 10:30 - 11:00 Sensor TCAD simulations 30'
- 11:00 - 11:30 Coffee Break
- 11:30 - 12:00 ITk Simulation: Discussion 30'
- 12:00 - 12:30 Read-Out: Desktop ROD/BOC 30'
- 12:30 - 13:00 Read-Out: Discussion 30'
- 13:00 - 14:30 Lunch Break
- 14:30 - 15:30 Organizational Issues 1h0'