

## Attività di Ferrara 2016 e 2017

Il gruppo di Ferrara è attivamente coinvolto nello studio 3D del nucleone, ed in particolare delle distribuzioni partoniche dipendenti dal momento trasverso (TMDs). Basandosi sull'esperienza acquisita durante l'esperimento HERMES, il gruppo promuove questo campo di ricerca per l'upgrade a 12 GeV del JLab. In particolare, il gruppo è coinvolto nella definizione del programma di fisica, sia con studi di fattibilità e proposte di nuovi esperimenti, sia con attività di R&D e costruzione degli apparati richiesti.

Membri del gruppo di Ferrara sono co-spokeperson di 3 esperimenti approvati (C2) dal PAC39 del JLab nel giugno 2012, che sono basati sull'uso di un bersaglio di HDice polarizzato trasversalmente. Inoltre membri del gruppo di Ferrara sono proponenti e co-spokepersons di diversi esperimenti approvati che richiedono l'identificazione degli adroni tramite un RICH detector. L'attività di Ferrara si concentra sui tre item principali descritti nel seguito.

### **Analisi dati di CLAS6.**

Il gruppo si è preso carico di finalizzare l'analisi di CLAS del deep-virtual Compton scattering a 6 GeV dai dati dell'esperimento e16, per studiare le asimmetrie di spin e le sezioni d'urto sensibili alle funzioni partoniche generalizzate che contengono informazioni sulla posizione trasversa e sui momenti orbitali dei quark nel nucleone. Rispetto alle analisi classiche che richiedono la misura di tutte e tre le particelle nello stato finale, in questa analisi gli eventi esclusivi  $ep \rightarrow e\gamma$  sono identificati dalla sola cinematica dell'elettrone e del protone (e dalla massa mancante del fotone) per aumentare in modo significativo l'accettazione. L'attività del 2016 si è concentrata sullo studio dei fondi che è in questo approccio più complicato.

### **Rivelatore RICH per CLAS12.**

Il gruppo coordina il progetto RICH e ha in carico la caratterizzazione del radiatore ad aerogel e degli specchi (oltre ai test di stress alle condizioni ambientali), il disegno della scheda di elettronica di front-end con chip MAROC3, e dei test di rivelazione di singolo fotone e di tolleranza alle radiazioni dei SiPM. L'attività e le richieste legate al RICH sono discusse in un documento a parte. La richiesta di missioni tiene conto che nel 2017 si proseguirà l'attività di assemblaggio delle componenti del RICH al JLab e sono previsti sia l'installazione del RICH sia l'inizio della presa dati dell'esperimento.

*Il completamento della configurazione base a due settori del RICH, per aumentare la statistica e ottenere la configurazione simmetrica richiesta dagli esperimenti con polarizzazione trasversale, è stato finanziato come progetto premiale CLASMED dal MIUR nel settembre 2013.*

## **Sistema magnetico per il bersaglio HD-ice polarizzato trasversalmente.**

Il gruppo sta studiando le soluzioni per il sistema magnetico che mantenga la polarizzazione trasversale all'interno del solenoide di CLAS12.

Un bersaglio trasversalmente polarizzato permette misure uniche legate allo studio 3D del nucleone. Tra le funzioni partoniche accessibili, ci sono la trasversalita' (l'elemento mancante per una descrizione collineare completa), la funzione di Sivers e la funzione generalizzata E, che sono legate al moto orbitale dei partoni.

*Gli esperimenti con bersagli HD-ice polarizzati trasversalmente sono stati selezionati fra quelli a piu' alto impatto scientifico potenziale, e quindi con massima priorita' per la sala sperimentale B dal PAC41 del JLab.*

Il bersaglio HD-ice e' un nuovo tipo di bersaglio di tipo frozen-spin con una minima diluizione di materiale non polarizzabile e contaminazione da effetti nucleari. Non richiede campi magnetici forti compatibilmente con l'alta accettazione di CLAS12 e il programma di fisica approvato. Tre esperimenti sono stati approvati dal PAC39 con rating Massimo A, con la condizione che il bersaglio sia in grado di lavorare con intensi fasci carichi. I primi test con fasci di elettroni hanno evidenziato che il sistema di raffreddamento e di rastering del fascio non erano adeguati. Si richiede quindi un lavoro di R&D e ulteriori test su fascio sono previsti nella primavera 2017 quando una nuova facility con elettroni di bassa energia diverra' operativa al JLab. La richiesta di missioni tiene conto della attivita' di preparazione e di presa dati prevista per il 2017 al JLab.

## **Attivita' HD-ice nel 2016-2017.**

Inserire un bersaglio polarizzato trasversalmente nel rivelatore centrale di CLAS12, che e' immerso in un campo solenoidale, e' complicata e richiede soluzioni innovative.

Un sistema magnetico innovativo e' stato proposto dall'INFN Ferrara per compensare fino a 2 T di campo esterno longitudinale e generare al contempo un campo trasverso fino a 1 T. L'idea nuova e' di usare un cilindro pieno (bulk) di superconduttore ad alta temperatura ( $MgB_2$ ) invece che un filo di superconduttore. Alla transizione il cilindro "memorizza" il campo in cui e' immerso e reagisce ai cambiamenti di flusso creando correnti interne che non dissipano energia. Se per esempio transisce in campo nullo, il cilindro cerchera' di compensare l'accensione di campi esterni e fara' da schermo. Se invece transisce in un campo esterno, cerchera' di mantenerlo allo spegnimento del magnete esterno. Il tutto finche' si mantiene il regime di superconduttore. Il vantaggio sarebbe una forte semplificazione del sistema su fascio, evitando di portare correnti esterne e filare avvolgimenti con complicate geometrie. Questo e' importante dati i vincoli imposti dal rivelatore centrale di CLAS12. Il nuovo magnete richiede pero' uno studio di fattibilita' in corso a Ferrara con campi trasversi (dipolo). Si e' avviata una collaborazione con il gruppo di Mainz che studia una soluzione complementare per l'esperimento PANDA, con un materiale superconduttore alternativo (YBCO) e campi longitudinali. Sono in corso contatti con due gruppi Americani (Stony Brook University e Duke University) che vorrebbero utilizzare tecnologie simili.

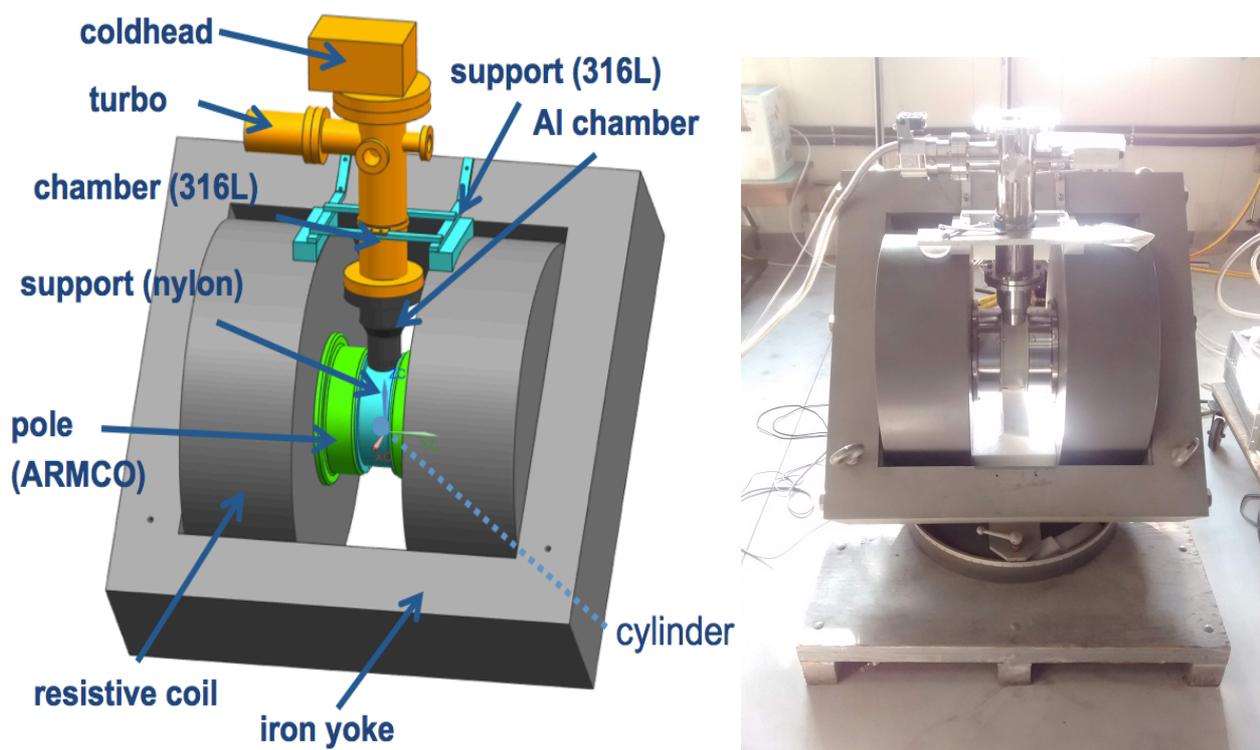


Fig.1 Progetto (a sinistra) e allestimento (a destra) del banco di prova per lo studio di fattibilita' del magnete a bulk di superconduttore.

Tra il 2015 e il 2016 e' stato messo in opera a Ferrara un banco di prova per magneti a bulk di superconduttore ad alta temperatura (vedi Fig.1) e si sono fatti i primi studi di fattibilita' con un dimostratore cilindrico di  $MgB_2$  raffreddato con testa-fredda e immerso in un dipolo da 1 T, la configurazione piu' difficile da schermare o riprodurre per un cilindro.

I primi test hanno dato risultati incoraggianti: sebbene il cilindro sia stato ricavato da un vecchio campione di materiale con dimensioni poco precise, si e' dimostrato in grado di:

- generare o schermare campi prossimi ad 1 Tesla (superiori ai 900 mT);
- auto-mantenere campi per periodi lunghi (mese) senza modifiche significative;
- sopravvivere ad eventi dissipativi (variazioni repentine delle correnti in prossimita' del punto critico).

Inoltre si sono prodotti due nuovi cilindri di dimensioni simili per verificare la reperibilita' e la capacita' produttiva attuale di questo materiale.

L'attivita' nella seconda meta' del 2016 e nel 2017 prevede quindi:

- studi sistematici delle prestazioni (campo massimo) in funzione della temperatura;
- ampliamento del sistema di misura di campo, ora limitato ad una sola sonda Hall al centro del cilindro, per poter mappare diversi punti e studiarne la distribuzione spaziale (fondamentale per le simulazioni);
- verifica delle prestazioni dei cilindri di nuova produzione;
- produzione e misure sistematiche di cilindri di dimensioni diverse (rapporto diametro su lunghezza e spessore) con campi trasversi (Ferrara) e longitudinali (JLab, Mainz) per studiare le prestazioni in funzione della geometria del magnete e verificare le

simulazioni;

- potenziamento del criostato per testare cilindri di dimensioni realistiche con campi di dipolo e solenoidali sovrapposti che mimino la configurazione di CLAS12 al JLab. Le misure saranno effettuate in collaborazione con altri Istituti e presumibilmente al JLab (serve un solenoide di dimensioni e potenza adeguate).

In primavera 2017 diverrà operativa al JLab il nuovo fascio di elettroni da 10 MeV che verrà utilizzato per verificare le prestazioni del bersaglio HDice. Il bersaglio, costituito da un solido ghiacciato di molecole di HD, massimizza il materiale utile a differenza di quelli tradizionali (tipo  $\text{NH}_3$ ,  $\text{ND}_3$ ) con una grossa frazione di massa non polarizzabile. Tuttavia finora è stato utilizzato solo con fasci di fotoni e i test parassiti effettuati alla fine della presa dati col fascio di elettroni di 6 GeV hanno evidenziato la necessità di un potenziamento del sistema di raffreddamento. Le modifiche al criostato sono state effettuate nel giugno del 2016 in collaborazione fra JLab e INFN. L'installazione nella nuova sala sperimentale è prevista per l'autunno del 2016. Le richieste di missioni del 2017 tengono conto dei test della prossima primavera.

I fondi richiesti sono (oltre a piccole cifre di consumo e trasporti):

- 3 keuro (software 2017) per le licenze del programma di simulazione magneti TOSCA;
- 4 keuro (inventario 2017) per il potenziamento del sistema di misura del campo magnetico e la mappatura del campo;
- 15 keuro (apparati 2017) per il potenziamento del criostato (camera a vuoto e supporto con sistema di inserimento) per l'utilizzo con i solenoidi di alto campo del JLab dei magneti a bulk di superconduttore (non assegnati nel 2016).

## **Milestones 2016.**

1. Completamento test preliminari magneti  $\text{MgB}_2$  a bulk di superconduttore ad alta temperatura (31/12/2015);

Completamento: 100 %

## **Milestones 2017.**

1. Completamento caratterizzazione campo critico verso temperatura magneti  $\text{MgB}_2$  a bulk di superconduttore (31/06/2016);