Domanda 2

E’ importante capire quali sono i progetti in RD\_FA per i quali si propone lo sviluppo di rivelatori

(o sistemi) innovativi per gli apparati sperimentali ai possibili collider futuri, rispetto ai progetti per i quali l’INFN possiede già’ esperienza e know-how.

Inoltre sarebbe utile avere per ciascun Work Package un sintetico status report di

1. cosa si e’ fatto

2. cosa si sta facendo

3. come si pensa di continuare in futuro.

1. Il lavoro pregresso è stato svolto nel contesto della collaborazione DREAM/RD52, che negli ultimi anni ha testato dei prototipi di calorimetri a dual readout, con le fibre immerse in strutture di piombo o di rame. I risultati sono documentati in status report, pubblicazioni e presentazioni a conferenze. Le performance elettromagnetiche ottenute sono vicine al 10%/sqrt(E), con un termine costante minore dell’1%, mentre quelle adroniche sono attorno al 50%/sqrt(E), dominate dalle fluttuazioni di contenimento degli sciami (in un calorimetro di dimensioni ~ 1 λint x 1 λint  x 10 λint). Il metodo di ricostruzione ripristina secondo le aspettative sia la linearità della risposta, in funzione dell’energia, che lo scaling della risoluzione. Altri risultati importanti sono l’eccellente capacità di identificazione di singole particelle e l’alta capacità di separazione spaziale degli sciami, attraverso la lettura granulare dei segnali delle fibre con SiPM.

2. In questo momento, si sta lavorando alla lettura delle fibre con SiPM, cercando di trovare una risposta ai problemi di: a) contaminazione del segnale Cherenkov da luce di scintillazione; b) la possibile saturazione del segnale dei SiPM; c) trattamento e riduzione della informazione da acquisire attraverso una elettronica di lettura basata su ASIC dedicati, che permettano di sommare i segnali di più SiPM. Siamo convinti di avere già trovato la risposta al primo problema attraverso la disposizione dei SiPM su due piani diversi (le fibre incontrano un primo piano con i SiPM per la conversione della luce Cherenkov e, successivamente, un secondo piano con i SiPM per la luce di scintillazione). Relativamente al secondo punto, che riguarda sostanzialmente solo la luce di scintillazione, ci sono stati dei progressi significativi, ma non sufficienti a risolvere il problema, con il passaggio da device con 400 pixel, di 50 x 50 μm2, a device con 1600 pixel, di 25 x 25 μm2. Ci aspettiamo che device con 10000 pixel, di 10 x 10 μm2, siano adeguati allo scopo.

Su di un altro piano, in stretta connessione con le comunità che lavorano per CepC e FCCee, si sta sviluppando il software di simulazione, con Geant4, per quantificare e ottimizzare le performance attese, per un calorimetro a fibre a dual readout, all’interno di un esperimento con un vertex detector, preshower, campo magnetico. La descrizione geometrica di un calorimetro a 4π è già stata inserita nel codice per CepC, grazie soprattutto al lavoro dei colleghi coreani di RD52.

Una simulazione di sciami elettromagnetici di moduli testati su fascio è stata implementata a Pavia e sta fornendo predizioni significative da confrontare con i dati presi nel luglio 2017. Il lavoro di sviluppo e comprensione della parte adronica è in corso, con l’obiettivo di validarlo con i dati presi nel 2015 da RD53 (con il modulo di piombo e fibre costruito a Pavia).

3. Il progetto intende rispondere ad almeno 3 domande:

 a) identificare un processo di lavorazione industriale del rame (o di un altro materiale adeguato allo scopo), che possa fornire bandelle, di circa 10 cm di larghezza, con le precisioni meccaniche necessarie.

 b) risolvere i problemi di range dinamico dei SiPM, in primis di saturazione e, in seconda battuta, di non linearità (occupancy troppo grande), ovvero trovare un range dinamico e una photon detection efficiency ottimali per la rivelazione dei fotoni di scintillazione. Come già scritto sopra, il prossimo passo consisterà in test con SiPM con 10000 pixel, di 10 x 10 μm2. In aggiunta a questo, per quanto riguarda invece la luce Cherenkov, l’obiettivo è identificare dei fotorivelatori (SiPM o altri device a stato solido), che massimizzino la efficienza di rivelazione. Il basso numero di fotoni Cherenkov, infatti, è attualmente uno dei limiti maggiori della capacità di risoluzione dell’energia degli sciami adronici. In questa ottica, riteniamo sia potenzialmente interessante lo sviluppo di semiconduttori a carburo di silicio, che sono sensibili alla luce ultravioletta e ciechi a quella visibile.

 c) identificare degli ASIC adeguati per la raccolta e riduzione dei segnali dei fotorivelatori. In connessione a questo, si intende affrontare il problema della estrazione delle informazioni utili per la identificazione delle particelle, sia per singole particelle che, ad esempio, per la identificazione di elettroni e fotoni all’interno di jet.

Infine, sul fronte delle simulazioni, entro la fine dell’anno dobbiamo fornire delle risposte per il CDR di CepC (e successivamente per quello di FCCee). Dopo aver quantificato le performance per i singoli oggetti fisici (singole particelle, jet adronici, jet da decadimenti adronici di tau), in modo standalone e in combinazione con gli altri rivelatori, il problema finale sarà quello di capire le performance di fisica per tutta una serie di canali di benchmark, quali ad esempio:

H → γγ, H → ττ, H → gg, Z → j j, W → j j, H → ZZ∗ → 4 j, H → WW∗ → 4 j.