

Muon Collider

situazione a livello internazionale

attività INFN in corso e in discussione per contribuire alla collaborazione

Le raccomandazioni per l'Update della Strategy Europea (EPPSU) verranno presentate al Council (ancora da remoto) di giugno 2020 e al più tardi entro settembre rese pubbliche.

Il processo ha messo in evidenza che un Muon Collider circolare ha notevoli potenzialità sia di scoperta che per lo studio di precisione del Modello Standard, ma richiede ancora uno studio sistematico dell'intera struttura (macchina ed esperimento) nel suo complesso, che ne dimostri la fattibilità a tutti i livelli ([arXiv:1901.06150](https://arxiv.org/abs/1901.06150)).

In particolare, nessuno studio realistico e metodico è stato mai tentato finora nella regione di energia nel centro di massa pari o superiore a 10 TeV, dove questa macchina sarebbe unica. Snowmass21 ha incluso il Muon Collider come una delle opzioni nella regione multi-TeV.

La possibilità di realizzare un Muon Collider si basa su dettagliati studi di fisica e sulla potenzialità di realizzare una macchina e un esperimento in grado di portare a termine con successo le misure sperimentali. Questo richiede lo sviluppo di tecnologie d'avanguardia e una serie di studi e R&D anche in sinergia con altri progetti, avvalendosi delle competenze del CERN in primo luogo e di altri istituti che via via stanno chiarendo i loro possibili contributi.

Lo stato attuale degli studi e delle prospettive per pianificare i prossimi passi è in fase di discussione dal general meeting di fine marzo <https://indico.cern.ch/event/886491/>.

Si sta formando la collaborazione internazionale per sviluppare lo studio completo (Design Study) che dimostri la realizzabilità di questa facility (macchina ed esperimento), delineando il piano di lavoro dei prossimi anni che comprende studi dettagliati e i primi R&D per mettere a punto le strutture di test necessarie alla stesura del CDR.

La tempistica, presentata per il simposio di Granada e pubblicata sul Physics Briefing Book ([arXiv:1910.11775](https://arxiv.org/abs/1910.11775)), verrà dettagliata in base alle priorità e alle risorse.

L'INFN sta contribuendo in modo determinante all'avanzamento degli studi sul Muon Collider e al momento partecipa al processo in atto per formare la collaborazione internazionale e stabilire gli impegni in un piano di lavoro condiviso.

Esistono due opzioni di macchina che si differenziano per la sorgente di produzione dei muoni:

- 1) Proton driver (MAP <https://iopscience.iop.org/journal/1748-0221/page/extraproc46>)
- 2) Positron driver (LEMMA [arXiv:1905.05747](https://arxiv.org/abs/1905.05747))

con implicazioni importanti sul disegno dei parametri dell'ottica degli stadi di accelerazione e collider, limiti sulla luminosità e la realizzazione del sito con vincoli sul disegno della zona di collisione e dell'esperimento.

Per quanto riguarda gli aspetti di disegno della sorgente di produzione di muoni, l'attività INFN si è focalizzata sull'opzione LEMMA.

Tutti gli studi recenti – in cui l'INFN ha svolto un ruolo decisivo – per dimostrare la fattibilità delle misure di fisica, con un esperimento che dovrà essere ridisegnato ad hoc, hanno invece utilizzato gli studi precedentemente condotti dalla collaborazione MAP.

Attività

1) Studi di fisica: prossimi passi da discutere anche con CSN4

- a. @ 1.5-3 TeV benchmark per confronto con studi di CLIC
 - ➔ primo studio della misura $\mu\mu \rightarrow H\nu\bar{\nu} \rightarrow b\bar{b}\nu\bar{\nu}$ pubblicato ([J. Inst. 15 P05001, 2020](#))
 - b. @ 10+ TeV completamente nuovi
 - ➔ studio fisica potenziale di Higgs ([arXiv:2003.13628](#)) – manca simulazione esperimento
 - c. valutare potenzialità di fisica ad energie intermedie, ad esempio 6 TeV
- **devono essere integrati con gli studi di esperimento**
 - occorre esplorare la possibilità di studi parametrici

2) Zona di interazione (Machine Detector Interface): da capire come/se contribuire

- a. richiede disegno di macchina: parametri dell'ottica – esiste solo per MAP
- b. disegno nozzle da integrare nell'esperimento
- c. fondi di macchina prodotti con FLUKA utilizzando line-builder (postdoc PD)

3) Esperimento: da disegnare ex novo

- a. studi conclusi con apparato di MAP pubblicati ([J. Inst. 15 P05001, 2020](#))
- b. studi in corso con nuovo software condiviso (sinergia CLICdp, AIDAInnova)

4) Studi di radiazione in funzione del sito e del disegno di macchina

- a. studi preliminari simulazione completa FLUKA (parzialmente pubblicati)
- b. supporto definizione parametri macchina con esperti di acceleratori
- c. valutazioni con FLUKA dell'ottica e in base a siti e disegni di macchina

5) LEMMA (sorgente di produzione dei fasci di muoni da positroni)

- a. **studio start-to-end completo ➔ articolo in fase di pubblicazione**
- b. studi per la sorgente di positroni in collaborazione con LAL – sinergia FCCee
- c. studi materiali bersagli di produzione positroni e muoni in collaborazione con SBAI-Roma ➔ articolo da pubblicare
 - i. simulazioni (postdoc)
 - ii. test su fascio con camera a vuoto e termocamera (LNF e CERN +?)
- d. studi accumulatore (grant giovani CSN5 e dottorando):
 - i. FFAG (collaborazione UK)
 - ii. Ottica multibend-achromat (con ESRF) [Ph.Rev.Acc.B. 23 \(2020\) 5, 051001](#)
- e. misure test beam al CERN su fascio di muoni ([J. Inst. 15 P01036, 2020](#))
- f. proposta nuova presa dati – fascio al CERN

PIANO DI LAVORO preCDR MACCHINA sottoposto alla GE da A. Variola (10/2019)

➔ **richiede intensa attività anche in ambito internazionale per valutarne fattibilità**

L'INFN ha eccellenti competenze nello sviluppo di magneti e RF. Si stanno valutando possibili contributi e sinergie per queste componenti negli anelli di acceleratore e collider.