

» L'INTERVISTA



HILUMI, AL CERN IL PIÙ GRANDE PROGETTO DI FISICA DELLE PARTICELLE DEI PROSSIMI 10 ANNI

Intervista a Lucio Rossi, coordinatore del progetto High Luminosity LHC

Si chiama *High Luminosity LHC* (HiLumi). È il progetto in corso per rendere ancora più potente il *Large Hadron Collider* del CERN. L'obiettivo è aumentare il potenziale di scoperta di LHC e dei suoi esperimenti e, per farlo, si sta lavorando per incrementare la luminosità della macchina, in modo che il superacceleratore sia in grado di produrre ancora più collisioni al secondo. Ma HiLumi rappresenta anche una sfida tecnologica, di portata tale da richiedere almeno dieci anni per il completo compimento. Ne abbiamo parlato con Lucio Rossi, responsabile del progetto.

In che cosa consiste HiLumi LHC?

Il progetto è una nuova configurazione di LHC, che dovrebbe essere capace di aumentare di un fattore 5 la luminosità di picco, cioè il numero di eventi prodotti al secondo, e di un fattore 10 la luminosità integrata, cioè la quantità di dati complessiva raccolta dagli esperimenti. In termini tecnici, la macchina e i rivelatori sono stati progettati per produrre 300 femtobarn inversi (l'unità di misura della luminosità integrata). Con HiLumi raggiungeremo i 3000. Per ottenere queste prestazioni, non è sufficiente migliorare la macchina, è necessario che anche gli esperimenti siano decisamente migliorati. Per osservare qualcosa, infatti, non basta fare luce, è necessario che anche gli occhi siano efficienti, altrimenti è come se ti puntassero un faro dritto in faccia: non vedi più nulla. Stiamo quindi lavorando alla progettazione di un sostanziale upgrade sia dell'acceleratore sia dei rivelatori.

Le spese per questi lavori saranno sostenute principalmente dal CERN per quel che riguarda l'acceleratore. Mentre per i lavori sugli esperimenti i costi saranno sostanzialmente sostenuti, oltre che dal CERN stesso, dagli enti associati, come l'INFN.

A che punto è il progetto e quali sono le prossime tappe?

Stiamo ultimando il *design study*, che sarà pronto entro l'anno. Era stato approvato nel 2011

» L'INTERVISTA

e finanziato parzialmente dall'Europa, tant'è che il nome HiLumi è dovuto proprio al nome del progetto europeo. Ma non stiamo solo proseguendo con il lavoro tecnico per concludere lo studio di progetto, nel contempo abbiamo anche avviato la produzione dei primi prototipi. Da qui al 2017 lavoreremo sull'hardware, in particolare sui prototipi dei nuovi magneti da 12 TeV: saranno magneti superconduttori di Niobio-3-Stagno, che consentiranno di raggiungere prestazioni maggiori del 40-50%, rispetto all'attuale LHC, nella zona di focalizzazione intorno agli esperimenti. Oltre ai magneti, l'altra componente importante per la nuova macchina sono le cosiddette *crab cavity*, cavità superconduttive molto speciali perché manipolano il fascio nel piano trasverso e, assieme ai magneti, consentono l'aumento di luminosità. Un terzo elemento fondamentale è la nuova generazione di collimatori, simili a quelli che sono attualmente in LHC, ma realizzati con nuovi materiali: si tratta di dispositivi innovativi che utilizzano fasci di elettroni per collimare l'alone del fascio primario di protoni di LHC. Infine, un'altra componente determinante è rappresentata dai *superconducting link*, costituito da cavi superconduttivi di alto amperaggio, fino a 100 kAmpere che consentiranno di spostare gli alimentatori dei magneti, così da portarli lontano dal tunnel e schermanli dalle radiazioni.

La struttura dell'anello dell'acceleratore e le caverne degli esperimenti rimarranno le stesse?

Assolutamente no. HiLumi non è solo una grande impresa tecnologica, è anche un'importante opera di ingegneria civile. Sarà necessario costruire nuove gallerie e nuove caverne in corrispondenza degli esperimenti ATLAS e CMS. Dobbiamo, infatti, trovare collocazione ai nuovi equipaggiamenti criogenici, perché anche la criogenia sarà aumentata. I nuovi tunnel laterali misureranno circa 300 metri e accoglieranno, oltre ai sistemi criogenici, anche quelli elettrici e di alimentazione. Per capire le dimensioni dei lavori che dovranno essere eseguiti, basti pensare che l'opera di ingegneria civile di HiLumi vale il 25% di quella del progetto LHC. Tutto quello che ho descritto finora fa di HiLumi LHC il più grande progetto di fisica delle particelle per il prossimo decennio.

Qual è il costo complessivo di HiLumi?

Nel 2014 il CERN ha approvato il progetto, inserendolo nel Piano a Medio Termine ma il budget di spesa era coperto solo per tre-quarti. Ora, invece, nel nuovo documento 2015 del Piano a Medio Termine (2016-2020) c'è il finanziamento necessario fino al 2020, ed è indicato il resto del finanziamento per portare a termine il progetto nel 2026. A settembre, quindi, dovrebbe essere approvato dal CERN l'impianto per l'intero finanziamento di HiLumi, nel piano di programmazione quinquennale.

Il costo totale del progetto è di 958 milioni di franchi svizzeri (poco più di 900 milioni di euro). È un costo valutato secondo i parametri europei, non americani, quindi significa che considera il costo del materiale, escludendo quello del personale di staff. I costi di HiLumi sono stati validati da un pannello di revisori: a marzo, infatti, esperti internazionali indipendenti dal CERN ma che rendevano conto al CERN, non al management del progetto, hanno condotto un'attenta revisione dei costi e della programmazione. A seguito di questa revisione, abbiamo ricevuto delle indicazioni, che abbiamo

» L'INTERVISTA

recepito e integrato nel progetto di Medio Termine.

Qual è il contributo dell'Italia a HiLumi?

L'INFN ha dato un contributo importante al design study dei magneti, in particolare grazie al laboratorio LASA di Milano. Inoltre, l'INFN ha contribuito alla fisica di macchina con le competenze dei Laboratori Nazionali di Frascati. L'Istituto si è impegnato con contratti, condivisi a metà con il CERN, per i magneti correttori di nuovo tipo, cui contribuisce sempre il LASA. La sezione INFN di Genova si è impegnata a realizzare il design e a seguire il prototipo del magnete dipolo D2: un dipolo la cui realizzazione è particolarmente complessa. Attualmente sono in discussione altre forme di collaborazione.

Anche il contributo delle industrie nazionali è molto forte, in particolare, le due aziende genovesi, ASG Superconductors e Columbus. Quest'ultima è in pole position per la realizzazione dei *superconducting link*, che utilizzeranno un nuovo materiale superconduttore, il di-Boruro di Magnesio (MgB₂), un materiale che viene prodotto su scala industriale adeguata alle nostre necessità solo dalla Columbus. ASG, invece, è già implicata nella costruzione della nuova tecnologia dei magneti, in collaborazione con altre ditte: ingegneri e tecnici della ASG stanno lavorando nei laboratori del CERN per imparare la tecnologia (dando a loro volta un contributo di *know-how* importante) e acquisire così le competenze per partecipare alle gare d'appalto. Viene poi la ditta Tosti di Castel del Piano (GR), che è un fornitore di materiali compositi con profilo speciale per la realizzazione dei magneti. La Tosti sta investendo anche in nuove tecnologie per cavità superconduttive a radiofrequenza. E, inoltre, ci sono diverse altre ditte in pista per la realizzazione di altre componenti di HiLumi.

Il contributo italiano si colloca così fra i primi tre, dopo Regno Unito, che era invece piuttosto assente in LHC, e Francia. Gli inglesi hanno investito molto nel *design study* di HiLumi, cui hanno partecipato cinque università inglesi. Quando gli istituti di ricerca si dedicano al progetto, il mondo industriale poi segue a ruota. L'INFN rappresenta un esempio virtuoso di questo meccanismo. L'INFN è considerato un partner importante nella realizzazione sia dei rivelatori sia dell'acceleratore: essere molto distribuiti sul territorio nazionale, come lo è l'INFN, favorisce nella differenziazione e questo è il punto di forza dell'INFN.

Qual è il futuro di HiLumi?

HiLumi ha due scopi: uno di fisica e uno tecnologico. In altre parole, è un progetto per lo sfruttamento massimo di LHC, in grado di allungarne la vita con una spesa del 25% del suo budget. Il secondo scopo di un progetto come HiLumi è l'ambizione di generare nuove tecnologie. LHC ha portato a compimento la specializzazione tecnologica sviluppata con il Tevatron. In HiLumi, invece, col Niobio-3-Stagno stiamo sperimentando qualcosa di nuovo: dobbiamo costruire 40 grandi magneti, che rappresentano il 2-3% dei magneti di LHC, e che equivalgono a circa un chilometro di macchina. È un progetto di media scala, non grande come LHC. Ci possiamo quindi permettere di "sperimentare", sebbene sempre con margini di sicurezza, come dovuto in una macchina che deve "produrre". La

»» L'INTERVISTA

nostra ambizione è fare con HiLumi un salto tecnologico rispetto ad oggi.

Installeremo le nuove componenti nel 2024 e ci vorranno due anni per concludere i lavori. Poi, HiLumi LHC lavorerà per una decina d'anni, portandoci così alla metà degli anni '30, e rimarrà operativo probabilmente fino al 2040. È un progetto-ponte perfetto, fatto per concludersi in 25 anni, finché non sarà pronto il nuovo grande acceleratore di futura generazione, di cui stiamo già da tempo discutendo. D'altro canto, nel nostro settore se si è miopi non si va da nessuna parte. Noi siamo lungimiranti per definizione, perché sono queste le scale temporali della fisica delle alte energie, dei grandi progetti di ricerca di base, quelli che poi portano con sé le rivoluzioni scientifiche e tecnologiche. ■