

L'ANIMA PERUGINA DEL BOSONE DI HIGGS

Il contributo del Dipartimento di Fisica dell'Ateneo e della Sezione di Perugia dell'INFN, all'esperimento che ha confermato l'esistenza della particella ideata dal fisico inglese Higgs nel 1964

Diciassette anni di attività spesi bene, da parte di oltre 120 persone fra ricercatori, laureati e dottori di ricerca: questo il contributo, solo in termini di risorse intellettuali, che il Dipartimento di Fisica e la Sezione perugina dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare hanno dato all'esperimento CMS, Compact Muon Solenoid, svolto al CERN di Ginevra, l'esperimento che oggi, nel corso di una conferenza stampa trasmessa in webcast in tutto il mondo, ha comunicato di aver ottenuto la conferma sperimentale dell'esistenza di una particella compatibile con il bosone di Higgs, ovvero quello che appare il responsabile dell'"assegnazione" della massa alle particelle elementari.



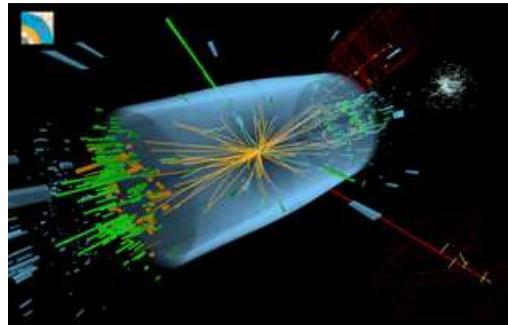
"Siamo giustamente orgogliosi dei risultati comunicati oggi – ha dichiarato il Rettore dell'Ateneo di Perugia professore Francesco Bistoni – perché danno conto del grande impegno profuso dai nostri studiosi, in un'ottica di esemplare apertura internazionale e superando grandi difficoltà, in particolare negli ultimi anni, caratterizzati da una continua e drastica riduzione di disponibilità delle risorse economiche".

"Si tratta di un evento molto significativo anche perché riguarda la ricerca di base – ha commentato il Preside della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dello Studium professore Fausto Elisei – ovvero l'ambito di precipua competenza dell'Accademia, quello che poi viene declinato in tecnologia, trovando così applicazioni pratiche capaci di migliorare, e talvolta rivoluzionare, la vita di tutti noi".

La Diretrice del Dipartimento di Fisica professoressa Caterina Petrillo ha quindi evidenziato come i risultati ottenuti siamo non solo un successo della scienza in termini generali, per la capacità e la perseveranza dimostrati nel lavorare ad un obiettivo di lungo termine, ma anche una vittoria per le ampiissime ricadute in termini di formazione avanzata, di creazione di nuove infrastrutture e nella generazione di un consistente indotto produttivo industriale.

"Sono quasi venti anni – ha aggiunto il Dottore Pasquale Lubrano, Direttore della Sezione INFN - che collaboriamo a livello nazionale e internazionale per lo sviluppo del progetto che nel terzo millennio ha portato alla realizzazione del Cern di Ginevra e agli straordinari esperimenti di oggi. E' doveroso ringraziare coloro che mi hanno preceduto in questa magnifica avventura ed in particolare il fondatore della Sezione INFN il professore Giancarlo Mantovani, e sottolineare la perfetta collaborazione con la quale INFN e Dipartimento hanno lavorato al progetto CMS, in una continua lotta contro il tempo e la scarsità di risorse".

Il gruppo che a Perugia lavora a CMS, attualmente coordinato dal Dr. Attilio Santocchia del Dipartimento di Fisica, ha ricevuto finanziamenti per attrezzature, personale e per costruzione dell'apparato necessario per circa 12 milioni di euro (di cui il 60% da parte dell'INFN).



Del dato scientifico ha quindi parlato il dottor Gianmario Bilei della sezione perugina dell'INFN. "La fisica delle alte energie si occupa delle interazioni fondamentali che governano il nostro universo. Il laboratorio all'avanguardia mondiale in questo campo è il CERN di Ginevra dove tutti gli stati Europei (Italia compresa) concentrano le proprie risorse per realizzare le grandi macchine necessarie a questi studi. L'acceleratore LHC del CERN, lungo 27 Km e situato a 100 m di profondità è lo strumento più complesso e sofisticato mai costruito dall'uomo e viene utilizzato per riprodurre le condizioni iniziali dell'Universo, subito dopo il Big-Bang, e cercare le risposte a una serie di problemi ancora aperti tra cui l'esistenza del bosone di Higgs. Due fasci di protoni vengono accelerati ad energie elevatissime e vengono fatti scontrare uno contro l'altro per riprodurre quei fenomeni rarissimi che ci aiutano a studiare il mondo delle particelle elementari. L'esperimento CMS (Compact Muon Solenoid) è un rivelatore di particelle che pesa 12500 tonnellate, ha un diametro di 15 m e una lunghezza di 21 m. CMS è la macchina che ci permette di "fotografare" i prodotti degli urti dei protoni e analizzare ogni secondo più di 400 milioni d'interazioni che vengono realizzate ad LHC.

Il bosone di Higgs è la particella che dà massa alla materia. Ciò avviene quando le particelle interagiscono con il campo prodotto dall'Higgs che permea tutto l'universo. Ogni particella che attraversa questo campo avverte una resistenza diversa, questa resistenza viene chiamata massa. La ricerca del bosone di Higgs è stata condotta prima all'acceleratore LEP del CERN negli anni 90, poi all'acceleratore Tevatron negli Stati Uniti negli anni 2000 ma solo con LHC nel 2012 siamo riusciti a provare la sua esistenza. CMS ha osservato un eccesso di eventi a una massa di circa 125 GeV con una significanza statistica di 5 deviazioni standard. La probabilità che questa sia una semplice fluttuazione casuale corrisponde a una parte su tre milioni. Le caratteristiche della nuova particella sono compatibili con il bosone di Higgs descritto dal modello standard dell'interazione elettrodebole. Gli studi dettagliati delle proprietà della nuova particella continueranno nei prossimi mesi e CMS prevede di triplicare il campione di dati raccolto fino ad ora".

Coordinatore Gruppo CMS a Perugia

Attilio Santocchia

Membri Staff

Maurizio Biasini, Gian Mario Bilei, Bruno Checcucci, Livio Fanò, Paolo Lariccia, Giancarlo Mantovani, Mauro Menichelli, Aniello Nappi, Daniele Passeri, Pisana Placidi, Leonello Servoli, Marisa Valdata

Assegnisti e Dottorandi di Ricerca

Daniel Magalotti, Stefano Meroli, Michele Pioppi, Hassen Riahi, Francesco Romeo, Anirban Saha, Aniello Spiezia, Silvia Taroni

Studenti

Diego Ciangottini, Luisa Alunni Solestizi

Le immagini della Conferenza Stampa



Il Tavolo della Presidenza: da sinistra il prof. Giancarlo Mantovani fondatore della sezione INFN di Perugia, la prof.ssa Caterina Petrillo Direttore del Dipartimento di Fisica, il Preside della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. prof. Fausto Elisei, il Rettore prof. Francesco Bistoni, il prof. Pasquale Lubrano Direttore della sezione perugina dell'INFN e il Dott. Gian Mario Bilei ricercatore del gruppo CMS ("Compact Muon Solenoid").



La Sala dell'ex Senato durante la Conferenza Stampa.



Il Rettore prof. Francesco Bistoni e il Preside della facoltà di Scienze MM.FF.NN. prof. Fausto Elisei.

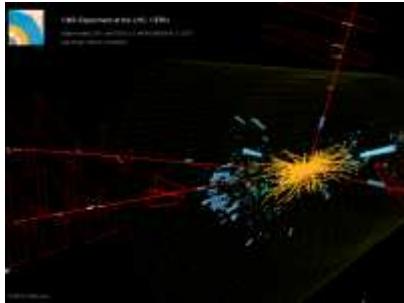


Il prof. Pasquale Lubrano Direttore della sezione perugina dell'INFN.

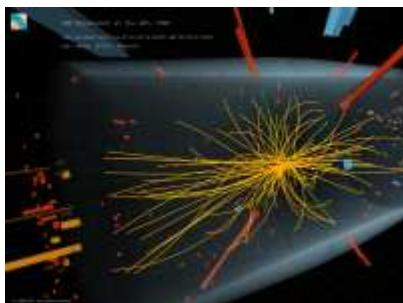


La prof.ssa Caterina Petrillo e il prof. Giancarlo Mantovani durante la Conferenza Stampa.

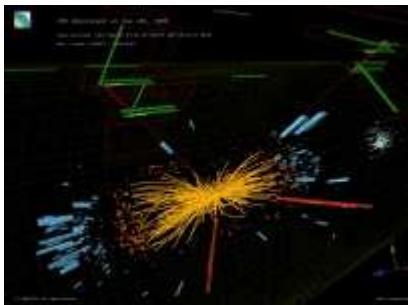
A seguito le immagini dell'evento: copyright CERN 2011



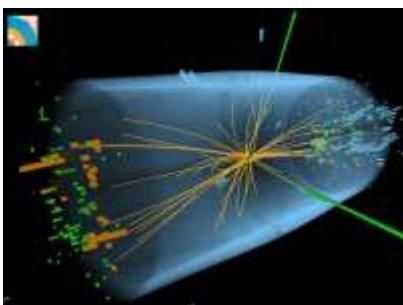
Bosone di Higgs: Evento di decadimento di uno scontro fra due protoni, in cui si possono osservare quattro muoni ad alta energia, nell'esperimento CMS a LHC (CERN). Questo evento ha delle caratteristiche compatibili con il decadimento di un bosone di Higgs.



Bosone di Higgs: Evento di decadimento di uno scontro fra due protoni, in cui si possono osservare quattro elettroni ad alta energia, nell'esperimento CMS a LHC (CERN). Questo evento ha delle caratteristiche compatibili con il decadimento di un bosone di Higgs.



Bosone di Higgs: Evento di decadimento di uno scontro fra due protoni, in cui si possono osservare due elettroni e 2 muoni ad alta energia, nell'esperimento CMS a LHC (CERN). Questo evento ha delle caratteristiche compatibili con il decadimento di un bosone di Higgs.



Bosone di Higgs: Evento di decadimento di uno scontro fra due protoni, in cui si possono osservare 2 fotoni ad alta energia, nell'esperimento CMS a LHC (CERN). Questo evento ha delle caratteristiche compatibili con il decadimento di un bosone di Higgs.



Immagini dal CERN

Il gruppo CMS a Perugia – Informazione generale

Lo scopo del progetto

La fisica delle alte energie si occupa delle interazioni fondamentali che governano il nostro universo. Lo scopo principale è quello di capire come è fatta la materia e come interagisce. Oggi conosciamo un insieme di particelle elementari (i mattoni che costituiscono tutta la materia) che interagiscono tramite 4 forze fondamentali. Esistono due teorie (chiamate Modello Standard della Fisica delle Particelle e Teoria della Relatività Generale) che descrivono correttamente gran parte dei fenomeni osservati in natura. Lo scopo del progetto è di cercare risposte ai problemi ancora aperti: l'unificazione delle due teorie, la composizione della materia di cui siamo fatti, l'evoluzione dell'Universo a partire dal Big Bang, l'origine della massa dei costituenti fondamentali e l'esistenza del bosone di Higgs, previsto dal Modello Standard ma finora mai osservato.

L'acceleratore LHC

E' un anello di 27 Km costruito presso il CERN (Centro Europeo di Ricerca Nucleare) a cavallo di Francia e Svizzera nei pressi di Ginevra; è situato a circa 100 m di profondità e vi circoleranno 2 fasci di protoni o nuclei di piombo ad elevatissima energia. I due fasci vengono fatti scontrare in 4 zone dell'anello e gli urti prodotti (ad una energia che nel 2010 e nel 2011 è stata di 7 TeV mentre nel 2012 è stata alzata a 8 TeV, cioè 8000 miliardi di elettronVolt) vengono registrati da 4 grandi rivelatori di particelle. Durante la presa dati avvengono circa 40 milioni di urti al secondo e in ciascuno di essi vengono prodotte migliaia di particelle che devono essere rivelate e fotografate tramite un rivelatore di particelle.

L'esperimento CMS

CMS (Compact Muon Solenoid) è uno dei 4 rivelatori di particelle funzionanti all'acceleratore LHC. Il rivelatore ha una struttura cilindrica, un peso di 12500 tonnellate, un diametro di 15 m e una lunghezza di 21 m. Il progetto CMS è stato realizzato grazie alla collaborazione di 138 istituti sparsi in tutto il mondo e circa 3000 tra scienziati e ingegneri ad un costo di circa 500 milioni di euro. CMS è stato progettato per misurare con altissima precisione elettroni, fotoni, muoni e jet di particelle. Il rivelatore è formato da diverse parti, ciascuna adatta a misurare un particolare tipo di particella, la sua direzione ed energia. Milioni di canali di lettura vengono registrati contemporaneamente per produrre una foto più dettagliata possibile di ciascun evento prodotto durante le collisioni. Dei milioni di eventi al secondo prodotti ad LHC, solo qualche centinaio al secondo possono essere registrati ed ogni evento occupa parecchi MegaByte di spazio disco. In un anno di presa dati vengono registrati parecchi PetaByte di dati (corrispondenti a un milione di GigaByte, cioè al contenuto registrato di quasi 250.000 DVD). Uno dei compiti più difficili da svolgere è quello di selezionare tra i milioni di eventi prodotti quelli scientificamente più interessanti per la registrazione su disco. L'analisi degli eventi registrati permetterà di capire più a fondo la natura delle interazioni fondamentali e fornirà nuove risposte ai problemi ancora aperti delle due teorie.

L'attività Italiana

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è il principale finanziatore italiano degli esperimenti a LHC. L'istituto è presente in 16 regioni (tra cui l'Umbria con la sezione di Perugia presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Perugia) e coinvolge oltre 5000 ricercatori (di cui 2000 propri e 3000 universitari associati). Alle sue attività sia di tipo teorico e sperimentale partecipano anche circa 1300 giovani tra laureandi, dottorandi e borsisti con un bilancio annuo totale di circa 270 milioni di euro. Il bilancio è in ogni modo attivo perché dei finanziamenti destinati agli esperimenti in Europa, per ogni 10 euro investiti ne ritornano quasi 11 in commesse internazionali alle aziende italiane. Nel caso di LHC questo rapporto è anche migliore (10 a 15): ad esempio per lo sviluppo del magnete è stata coinvolta l'Ansaldo Superconduttori che ha vinto una commessa da 10 milioni di euro per la realizzazione della bobina; per lo sviluppo delle camere di rivelatori di muoni sono stati avviati rapporti di collaborazione con industrie di produzione di dispositivi di precisione. Sistemi di alimentazione, sensori, cavi speciali, connessioni a fibra ottica e dispositivi elettronici sono tutti settori nei quali l'industria italiana si è aggiudicata importanti commesse.

L'attività del gruppo di Perugia

Il gruppo CMS a Perugia è stato fondato nel 1995 dal Prof. Giancarlo Mantovani dell'Università di Perugia e dal Dr. Gianmario Bilei della locale Sezione INFN. Durante i primi anni l'attività riguarda lo sviluppo e il test di sensori di silicio adatti all'ambiente fortemente radioattivo all'interno del rivelatore. In questi primi anni nasce una stretta collaborazione con il Dipartimento di Elettronica delle Facoltà di Ingegneria di Perugia, con parecchie Università Europee e le più importanti multi-nazionali che producono sensori e componenti elettronici (Hamamatsu e ST Microelectronics tra le più importanti). Diversi sensori vengono progettati e sviluppati e le loro caratteristiche studiate in ambienti altamente radioattivi. In questo primo periodo viene allestita a Perugia un'area adatta al trattamento di componenti elettrici e micro circuiti: una camera bianca di oltre 200 metri quadri dove vengono installate apparecchiature altamente sofisticate per la produzione e caratterizzazione di sensori al silicio. In parallelo un'altra attività a forte impatto tecnologico viene avviata: il gruppo si occupa dello sviluppo della trasmissione su fibra ottica dei dati prodotti dal rivelatore CMS con speciali componenti opto-elettronici adatti ad un ambiente critico come quello di LHC. Dopo un periodo di cinque anni dedicato alla ricerca e allo sviluppo delle tecnologie adatte, la collaborazione è pronta a costruire il rivelatore CMS.

All'inizio del 2000 parte, in tutte le sedi coinvolte, la costruzione di CMS. A Perugia la sala bianca viene utilizzata per l'assemblaggio micrometrico di oltre 2000 moduli per il rivelatore di tracce al silicio e assemblati oltre 3000 laser per la trasmissione di segnali analogici su fibra ottica. Il contributo dell'officina meccanica e del laboratorio di elettronica del Dipartimento di Fisica e della Sezione INFN sono cruciali in questo periodo per il successo dell'iniziativa sia per il supporto in fase di progettazione sia per il contributo di personale esperto. Per un periodo di oltre 3 anni più di 15 persone tra tecnici, fisici ed ingegneri si alternano all'interno della camera bianca per la produzione e questa fase viene completata con successo alla fine del 2004.

In seguito si passa alla fase di integrazione dei vari componenti di CMS presso il CERN di Ginevra; questa fase termina alla fine del 2007 quando il rivelatore (assemblato inizialmente in superficie) viene calato nel tunnel di LHC a circa 100 m di profondità.

Oltre all'attività di costruzione, il gruppo di Perugia assume nel 2005 un ruolo di rilievo nello sviluppo della parte computing dell'esperimento. Registrare, processare, distribuire e analizzare migliaia di TeraByte di dati in tutto il mondo è un progetto di altissima complessità e solo lo sviluppo e l'utilizzo di tecnologie innovative di calcolo distribuito (GRID) hanno permesso il raggiungimento dei risultati programmata. La sala di calcolo INFN presente all'interno del Dipartimento fa parte della GRID e permette l'analisi dei dati prodotti da CMS. Una connessione di 1Gbs (Gigabit al secondo, 150 volte più veloce delle normali connessioni ADSL) collega il centro di calcolo di Perugia con il CERN per permettere il rapido trasferimento dei dati prodotti a CMS.

A partire dal 2010 l'acceleratore LHC viene acceso e CMS comincia a registrare eventi prodotti ad energie sempre più alte (inizialmente 0.9 TeV, poi 2.7 TeV e 7 TeV; oggi siamo arrivati a 8 TeV ma nei prossimi anni si raggiungerà l'energia massima di 14 TeV). L'analisi di questi dati ha già prodotto più di 100 articoli pubblicati nelle più importanti riviste scientifiche del settore e il 4 luglio 2012 viene annunciata con un evento di risonanza mondiale la scoperta di una nuova particella.

I membri del gruppo CMS di Perugia

A partire dal 1995, quando il primo nucleo di 3 ricercatori e due tecnici hanno aderito al progetto CMS, nel gruppo hanno lavorato circa 80 persone che si sono avvicendate nel corso degli anni. Oltre a personale proveniente da tutta l'Umbria, hanno fatto parte del gruppo di CMS di Perugia scienziati e tecnici provenienti dal Lazio, dalla Toscana, dalla Puglia, dalla Lombardia, dalla Romania, dall'India, dagli Stati Uniti e dalla Turchia. In questi anni sono stati laureati oltre 20 studenti in fisica, 10 in ingegneria e 10 in informatica. Hanno conseguito un dottorato di ricerca 10 fisici e 3 ingegneri. Sono stati assegnati assegni di ricerca, borse post-dottorato e contratti da ricercatore a tempo determinato a 20 fisici di cui 7 stranieri. Attualmente nel gruppo lavorano 5 scienziati senior tra INFN e Università, 3 borsisti post-dottorato e 3 studenti di dottorato. Inoltre 4 giovani ricercatori laureati a Perugia in CMS sono attualmente pagati da enti stranieri e lavorano ancora nel settore della Fisica delle Alte Energie mentre molti altri hanno trovato un'occupazione al di fuori del settore della ricerca pubblica. Alle attività del gruppo partecipano con un contributo sostanziale anche il personale tecnico meccanico, elettronico ed informatico del Dipartimento di Fisica e della Sezione INFN.

I finanziamenti del gruppo CMS di Perugia

Nei 17 anni di attività del gruppo, l'INFN ha finanziato con un totale di circa 7 milioni di euro per l'acquisto di attrezzature e l'effettuazione di missioni in Italia e all'estero (principalmente al CERN) legate al progetto CMS a Perugia. A questo importo vanno aggiunti due finanziamenti del Ministero della Ricerca Scientifica (PRIN) di circa 100 mila euro e il pagamento di borse di studio, contratti e assegni di ricerca di oltre 80 anni-uomo per quasi due milioni di euro da parte di enti pubblici e privati (Università e INFN in primis ma anche enti locali e ditte private). Il costo di realizzazione della camera bianca e dell'acquisto delle sue attrezzature non è incluso nei finanziamenti ed è stato suddiviso tra varie attività dell'INFN e del Dipartimento di Fisica. Il costo totale stimato è di oltre 2 milioni di euro di cui circa il 40% finanziato grazie alla presenza del gruppo CMS a Perugia. L'attività di sviluppo in ambito computing (GRID) ha permesso l'acquisto di server di calcolo e di spazio disco per oltre 400 mila euro. In

totale l'attività del gruppo di CMS a Perugia ha portato all'interno del Dipartimento finanziamenti per oltre 12 milioni di euro.

Pagine WEB di riferimento:

<http://public.web.cern.ch/public/>

Sito del CERN ad accesso pubblico (in inglese)

<http://cms.web.cern.ch/>

Sito dell'esperimento CMS (in inglese)

<http://www.infn.it>

Sito INFN (in italiano)