

Super raggi cosmici nella pampa argentina

✍ M. Abbrescia, R. Nania 📅 30-10-2020 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1198>

La pampa argentina evoca da sempre immagini di vasti pascoli e grandi greggi di bestiame accudite dai *gauchos*, con i loro caratteristici vestiti e le immancabili *bolas*. Ma se viaggiaste, oggi, nella Pampa Amarilla a ovest di Buenos Aires, trovereste anche piccole costruzioni cilindriche di circa 3.6 m di diametro che misurano l'arrivo delle particelle prodotte dai raggi cosmici al loro impatto con l'atmosfera. Sono tantissime, 1660 per l'esattezza, distanziate fra loro di 1.5 km, e sparse su un'area totale di 3000 km² (più o meno quanto la Valle d'Aosta). A queste si aggiungono 27 costruzioni, con grandi specchi di 3.6 m², per rivelare la tenue fluorescenza prodotta da particelle ad alta energia. Sono i rivelatori che compongono l'Osservatorio Pierre Auger per lo studio dei raggi cosmici di alta energia, gestito da una Collaborazione internazionale di circa 400 studiosi provenienti da 17 paesi, che include anche un'importante partecipazione di ricercatori di università italiane e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Sin dalla loro scoperta, avvenuta agli inizi del 1900, i raggi cosmici sono stati studiati praticamente dappertutto: su palloni aerostatici, sopra e sotto le montagne (come ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso), nello spazio (per esempio, con gli esperimenti AMS e FERMI-LAT), ai poli terrestri, e si sono ottenute informazioni sempre più precise sulla loro composizione e origine, e su come correlarli a eventi di carattere astrofisico (ciclo solare, esplosioni di supernove, ecc). I raggi cosmici sono ovunque, sono gratis, e perciò, oltre che per la ricerca scientifica, si prestano a essere usati per progetti di *outreach* per le scuole e il grande pubblico. Talvolta ricerca e comunicazione scientifica si combinano armonicamente, come nell'esperimento Extreme Energy Events che utilizza rivelatori installati in una sessantina di scuole disseminate in tutta Italia.

È dall'esperimento Auger che viene una delle scoperte più eccitanti del 2020 nel campo della fisica dei raggi cosmici, riportata in due articoli delle prestigiosissime riviste scientifiche Physical Review Letters e Physical Review D. Si tratta di misure, effettuate con una precisione mai raggiunta prima, dello spettro in energia dei raggi cosmici fino a energie pari a circa 100 miliardi di miliardi (10²⁰) di elettronvolt, che hanno permesso di mettere in evidenza un inatteso cambiamento di pendenza a circa 1.3 x 10¹⁹ eV. Tale cambiamento nella pendenza dello spettro indica, con grande probabilità, una dipendenza della composizione chimica di tali particelle dall'energia.

Ci sono voluti circa 15 anni di ricerche, e l'analisi di più di 215000 sciami atmosferici di altissima energia per raggiungere questo risultato, e, sempre, l'apporto della comunità scientifica italiana è stato cruciale: *"Le misure ottenute dalla Collaborazione Auger suggeriscono che i raggi cosmici di altissima energia possano essere prodotti in sorgenti astrofisiche come i Nuclei Galattici Attivi e le Galassie StarBurst"* rimarca Antonella Castellina, ricercatrice INFN e INAF, e co-spokesperson dell'esperimento.

"La misura presentata dalla Collaborazione è unica sia per la precisione statistica sia per l'ottimo controllo delle incertezze sistematiche" aggiunge Valerio Verzi, responsabile nazionale per l'INFN dell'esperimento Auger.

A più di 100 anni dalla loro scoperta, i raggi cosmici sono ancora una fonte inesauribile di informazioni sugli affascinanti fenomeni astrofisici all'origine del nostro universo.

Super cosmic rays in the Argentinian Pampas

Argentina's Pampas have always evoked images of vast pastures and large herds of cattle cared for by the *gauchos*, with their characteristic clothes and the inevitable *bolas*. But if you travel today across the Pampa Amarilla, west of Buenos Aires, you would also find small cylindrical constructions about 3.6 m in diameter, which measure the particles produced by cosmic rays at their impact with the atmosphere. There are many, 1660 exactly, located 1.5 km apart from each

other, and spread on a total area of 3000 km² (more or less the same as the Aosta Valley). In addition, you would find 27 buildings, with large 3.6 m² mirrors, devised to reveal the faint fluorescence produced by high-energy particles. These are the detectors that make up the Pierre Auger Observatory for the study of high-energy cosmic rays, installed and operated by an international Collaboration of about 400 scientists from 17 countries. The Collaboration includes a relevant participation of researchers from Italian universities and the National Institute for Nuclear Physics (INFN).

Since their discovery in early 1900s, cosmic rays have been studied practically everywhere: on balloons, atop and below mountains (like at the INFN Gran Sasso National Laboratories), in space (for instance, with the AMS and FERMI-LAT experiments), at the poles. Progressively, more and more precise information has been obtained on their composition and origin, and on how they are related with astrophysical events (such as the solar cycle, supernova explosions, etc.). Cosmic rays are everywhere, are free, and therefore, as well as for scientific research, they are suitable to be used in outreach projects for schools and the general public. Sometimes scientific research and communication harmoniously combine, as in the Extreme Energy Events experiment, which uses detectors installed at about sixty schools across whole Italy.

It is from the Auger experiment that the most exciting discoveries of 2020 in the field of cosmic-ray physics, reported in two articles on the very prestigious scientific journals *Physical Review Letters* and *Physical Review D*, come from. Measurements of the energy spectrum of cosmic rays up to energies equal to about 100 billions of billions (10²⁰) of electronvolts were carried out, with an unprecedented precision. These highlighted an unexpected change in slope at about 1.3 x 10¹⁹ eV and indicated, with good probability, a dependence of the chemical composition of these particles on energy.

To achieve this result fifteen years of research were needed, and the analysis of more than 215,000 very-high energy atmospheric showers. The contribution of the Italian scientific community was crucial: *"The measurements obtained by the Auger Collaboration suggest that very-high energy cosmic rays can be produced in astrophysical sources, such as Active Galactic Nuclei and StarBurst Galaxies"* remarks Antonella Castellina, INFN and INAF researcher, and co-spokesperson of the experiment.

"The measure presented by the Collaboration is unique, both for its statistical precision and for the excellent control of systematic uncertainties" adds Valerio Verzi, national responsible of the Auger experiment for INFN.

More than 100 years after their discovery, cosmic rays are still an inexhaustible source of information on the fascinating astrophysical phenomena at the origin of our Universe.



Marcello Abbrescia è professore associato all'Università di Bari e titolare di incarico di ricerca dell'INFN. Fa parte della collaborazione CMS, dove ha contribuito alla progettazione, costruzione e upgrade del sistema di Resistive Plate Chambers (RPC). Ha sviluppato uno dei primi modelli per la descrizione degli RPC e ha condotto ricerche nel campo dello sminamento umanitario. È stato coordinatore della collaborazione Extreme Energy Events. È autore di più di 1000 articoli scientifici e di un libro.

Marcello Abbrescia is professor at the University of Bari, and research associate for the INFN. He is

member of the CMS collaboration, where he contributed to design, build and upgrade its Resistive Plate Chamber (RPC) system. He developed one of the first models describing RPC behavior, and led research studies on RPCs for applications in humanitarian demining. He was also coordinator of the Extreme Energy Events collaboration. He is author or co-author of more than 1000 scientific papers and one book.



Rosario Nania è dirigente di ricerca dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), sezione di Bologna, e presidente della Commissione Scientifica Nazionale 3 dell'INFN per ricerca in fisica nucleare. Ha lavorato in esperimenti al CERN e a DESY. È attualmente impegnato negli esperimenti ALICE al CERN LHC per lo studio delle collisioni tra nuclei pesanti, DarkSide ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso per la ricerca di materia oscura, e EEE (Extreme Energy Events) per lo studio al suolo di sciame estesi di raggi cosmici.

Rosario Nania is research director of the National Institute of Nuclear Physics (INFN), Bologna unit, and president of the INFN National Scientific Committee 3 for research in nuclear physics. He has been working in experiments at CERN and DESY. He is currently involved in the ALICE experiment at the CERN LHC for the study of collisions between heavy nuclei, in DarkSide at the Gran Sasso National Laboratory for the search for dark matter, and in EEE (Extreme Energy Events) for the study on ground of extensive showers of cosmic rays.