

Comunicati stampa

IL LAMPO GAMMA COSÌ POTENTE DA PERTURBARE L'ALTA IONOSFERA



comunicato stampa INAF, INFN, ASI - *Rivelata per la prima volta una forte perturbazione della parte più alta della ionosfera terrestre generata da un lampo di raggi gamma, grazie ai dati del satellite INTEGRAL dell'Agencia Spaziale Europea e del sino-italiano CSES-01. I risultati dello studio, guidato da ricercatori dell'Istituto Nazionale di Astrofisica in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, l'Agencia Spaziale Italiana e diverse università italiane, sono pubblicati su Nature Communications.*

Il 9 ottobre 2022, 15:21 ora italiana, molti satelliti in orbita attorno alla Terra e nello spazio interplanetario hanno registrato **il più forte lampo di raggi gamma** (in inglese *gamma-ray burst*, o GRB) mai osservato. Tra questi, anche il satellite INTEGRAL (INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory) dell'Agencia Spaziale Europea (ESA) ha rivelato un flusso di raggi gamma estremamente intenso e di lunga durata. Contemporaneamente, il satellite CSES-01 (China Seismo-Electromagnetic Satellite), una collaborazione tra l'Agencia Spaziale Italiana (ASI) e quella cinese (CNSA), ha registrato **una perturbazione macroscopica del campo elettrico nella parte superiore della ionosfera**, lo strato più alto e tenue dell'atmosfera terrestre, dovuta a un'improvvisa, forte corrente. Un effetto simile non era mai stato osservato in questo strato dell'atmosfera.

Simili perturbazioni nella ionosfera sono solitamente associate a eventi energetici legati all'attività del Sole, ma in questo caso la coincidenza con l'arrivo del lampo gamma indica che l'origine è da ricercarsi molto più lontano, nell'esplosione di una stella a quasi due miliardi di anni luce di distanza. I risultati dell'analisi, **condotta da un team multidisciplinare a guida italiana** che è riuscito a sintetizzare dati da due discipline molto diverse – l'astronomia a raggi gamma e la ricerca delle interazioni tra Sole, Terra e cosmo – sono pubblicati su *Nature Communications*.

"Siamo stati fortunati perché, al momento dell'arrivo del lampo, il satellite CSES si trovava dalla parte del pianeta colpita dall'enorme flusso di raggi gamma" dice **Mirko Piersanti**, ricercatore dell'Università dell'Aquila e associato all'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), primo autore dell'articolo, che ha lavorato alla ricerca insieme a **Pietro Ubertini** dell'INAF, *principal investigator* dello strumento IBIS a bordo di INTEGRAL. "È stato eccitante scoprire l'effetto registrato a bordo di CSES pochi istanti dopo l'arrivo del GRB registrato da INTEGRAL. Era la prova che la ionosfera terrestre era stata ionizzata in modo così intenso da raggi gamma di alta energia, da generare una variazione della conducibilità tale da produrre variazioni del campo elettrico ionosferico."

Il lampo gamma del 9 ottobre 2022 è stato il più luminoso mai rivelato sinora: il secondo in ordine di intensità è dieci volte meno luminoso. Lo studio indica come **eventi cosmici dovuti a raggi gamma di estrema intensità**

possano avere una forte influenza nell'equilibrio della composizione della ionosfera. Il lampo gamma, generato in una galassia lontana, una volta arrivato sulla Terra aveva ancora abbastanza energia da perturbare la nostra atmosfera in modo molto marcato, "spostando" sostanzialmente la ionosfera verso il basso per tutta la sua durata. Un effetto simile si registra durante brillamenti solari di forte intensità che provocano veri e propri black-out radio.

"È sorprendente come fenomeni che avvengono nello spazio profondo riescano a produrre conseguenze così significative sul nostro pianeta", nota **Piergiorgio Picozza** dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), responsabile della collaborazione CSES-Limadou.

Statisticamente, un lampo di raggi gamma così intenso colpisce la Terra **ogni diecimila anni**. Se fosse stato generato da un'esplosione simile nella nostra galassia, anziché – come in questo caso – in una galassia a quasi due miliardi di anni luce, avrebbe potuto avere conseguenze molto serie per il nostro pianeta, mettendo in pericolo la sopravvivenza della biosfera terrestre. Il dibattito scientifico sulle possibili conseguenze di un ipotetico GRB proveniente dalla Via Lattea, potenzialmente miliardi di volte più intenso di questo, prevede, nel peggiore dei casi, un'alterazione dello strato di ozono atmosferico che protegge la biosfera dalle radiazioni ultraviolette prodotte dal Sole. È stata anche avanzata l'ipotesi che un simile effetto possa aver causato alcune delle estinzioni di massa avvenute in passato sulla Terra.

L'interazione del GRB con la ionosfera è durata più di 800 secondi (quasi un quarto d'ora) ed è stata così intensa da attivare i rivelatori di fulmini in India. In Germania, strumenti a terra hanno registrato per ore disturbi della trasmissione radio ionosferica. Conoscendo bene gli effetti che lampi di luce solare provocano nella ionosfera, i ricercatori italiani della collaborazione CSES hanno subito capito che un GRB straordinariamente intenso come quello del 9 ottobre 2022 poteva avere avuto un impatto profondo sulla parte alta dell'atmosfera. In passato, tuttavia, solo alcuni GRB erano stati in grado di generare variazioni significative sulla ionosfera, ma solo a basse quote e di notte, quando il contributo legato all'illuminazione solare non è presente. Non era mai stato osservato l'effetto di un GRB all'altezza dell'alta atmosfera dove orbita CSES-01.

"Questo risultato avvalorava la scelta dell'ASI di sostenere fin dal 2016 un team multidisciplinare per l'analisi dei dati CSES, che include astrofisici, geofisici, fisici delle particelle, fisici dell'atmosfera ed esperti di space weather", racconta **Simona Zoffoli** dell'Unità Osservazione della Terra dell'Agenzia Spaziale Italiana. "La contaminazione tra diverse competenze è preziosa e ha permesso di utilizzare i dati di CSES per obiettivi nuovi inizialmente non previsti".

La ionosfera, tra 50 e 950 km di altitudine, è uno strato fondamentale per la propagazione delle onde radio, senza la quale non si potrebbero effettuare trasmissioni radio di bassa frequenza attorno al pianeta. La sua densità è però così bassa che i satelliti riescono a orbitare al suo interno. Uno di questi satelliti è proprio CSES-01, che monitora l'alta ionosfera (oltre 350 km di altitudine) e la magnetosfera per rivelare perturbazioni collegabili a fenomeni naturali sia di origine terrestre, come terremoti, tsunami o eruzioni vulcaniche, sia di origine esterna come le perturbazioni dovute a tempeste solari.

Tra gli strumenti a bordo del satellite CSES-01, un rivelatore di particelle (High Energetic Particle Detector) è stato realizzato in collaborazione tra ASI e INFN, e un rivelatore di campo elettrico (Electric Field Detector) è stato sviluppato in collaborazione tra ASI, INAF e INFN. Completano l'equipaggiamento scientifico una serie di rivelatori, tra cui quelli di campo magnetico e delle proprietà del plasma, realizzati da ricercatori cinesi. I dati di

tutti gli strumenti sono archiviati e messi a disposizione della comunità scientifica presso il centro ASI SSDC. È stata proprio la straordinaria sensibilità dello strumento di campo elettrico che ha permesso di osservare per la prima volta questo effetto. Dopo questa scoperta, il team della collaborazione CSES ha iniziato ad analizzare sistematicamente tutti i dati del rivelatore di campo elettrico registrati in coincidenza con i GRB a partire dal lancio del satellite, nel 2018.

Per ulteriori informazioni:

L'articolo "***First Evidence of Earth's top-side ionospheric electric field variation triggered by impulsive cosmic photons***", di Mirko Piersanti, Pietro Ubertini, Roberto Battiston, Angela Bazzano, Giulia D'Angelo, James G. Rodi, Piero Diego, Roberto Ammendola, Davide Badoni, Simona Bartocci, Stefania Beolè, Igor Bertello, William J. Burger, Donatella Campana, Antonio Cicone, Piero Cipollone, Silvia Coli, Livio Conti, Andrea Contin, Marco Cristoforetti, Fabrizio De Angelis, Cinzia De Donato, Cristian De Santis, Andrea Di Luca, Emiliano Fiorenza, Francesco M. Follega, Giuseppe Gebbia, Roberto Iuppa, Alessandro Lega, Marco Lolli, Bruno Martino, Matteo Martucci, Giuseppe Masciantonio, Matteo Mergè, Marco Mese, Alfredo Morbidini, Coralie Neubüser, Francesco Nozzoli, Fabrizio Nuccilli, Alberto Oliva, Giuseppe Osteria, Francesco Palma, Federico Palmonari, Beatrice Panico, Emanuele Papini, Alexandra Parmentier, Stefania Perciballi, Francesco Perfetto, Alessio Perinelli, Piergiorgio Picozza, Michele Pozzato, Gianmaria Rebustini, Dario Recchiuti, Ester Ricci, Marco Ricci, Sergio B. Ricciarini, Andrea Russi, Zuleika Sahnoun, Umberto Savino, Valentina Scotti, Alessandro Sotgiu, Roberta Sparvoli, Silvia Tofani, Nello Vertolli, Veronica Vilona, Vincenzo Vitale, Ugo Zannoni, Simona Zoffoli, and Paolo Zuccon, è stato pubblicato online sulla rivista *Nature Communications*.