

BRILLAMENTI STELLARI

a cura di Roberto Perenna

I brillamenti solari (**flares**) sono violente eruzioni di materia che si originano dalla fotosfera, sprigionando energie dell'ordine di decine di Megaton. Sono improvvisi aumenti di luminosità osservati nella banda dei raggi X, ma anche in tutte le bande, dal radio ai gamma. Sono stati osservati anche su altre stelle, da cui il termine di brillamenti stellari.

Per il Sole nella banda X emette radiazione la corona, la parte più esterna dell'atmosfera, caratterizzata da tenue plasma a milioni di gradi. Durante i brillamenti, il plasma raggiunge temperature ben al di sopra dei 10 milioni di gradi e una luminosità che può superare quella dell'intera corona.



Brillamento solare di classe X6.9 registrato dalla Nasa il 9 agosto 2011

I brillamenti Solari presentano un andamento caratteristico della luminosità: un aumento repentino, seguito da una diminuzione molto più graduale. Hanno durata da qualche minuto a qualche ora al massimo e sono localizzati in piccole regioni sulla superficie. Essendo canali magnetici chiusi che trattengono il plasma solare, queste regioni sono per lo più a forma di arco. Quando la forza del brillamento è tale da rompere questi canali si hanno gigantesche eruzioni di materia, con nubi di plasma che vengono proiettate nello spazio interplanetario.

I brillamenti sono più frequenti, anche alcuni al giorno, in periodi di alta attività solare, in presenza degli intensi campi magnetici delle **macchie solari**. I brillamenti sono probabilmente causati da fenomeni di riconnesione delle linee di campo magnetico, che accelerano particelle e liberano energia rapidamente, provocando l'aumento repentino della luminosità, seguito da un raffreddamento più graduale.

I brillamenti solari sono classificati in cinque classi di potenza a seconda della loro luminosità nei raggi X, misurata a Terra in W/m^2 e nella banda tra 0,1 e 0,8 nm. In ordine crescente di potenza sono A, B, C, M e X. Ogni classe è dieci volte più potente di quella precedente, con la più potente X pari a un flusso di $10^{-4} W/m^2$, ed è ulteriormente suddivisa linearmente in 9 classi, numerate da 1 a 9.

Oltre la classe X9, la più alta, la numerazione prosegue linearmente. Brillamenti di tale entità sono rari, come quelli del 16 agosto 1999 e del 2 aprile 2001, di potenza X20, cioè due volte più potenti di un X10. Il record del più potente flare mai registrato è detenuto dall'evento del 4 novembre 2003, inizialmente stimato in X28 e successivamente corretto in X45.

L'attività solare di routine si trova compresa tra le classi A e C, mentre la classe M è raggiunta solo in prossimità e durante il massimo del ciclo undecennale del Sole. I brillamenti X si concentrano quasi esclusivamente nei periodi di picco dell'attività e sono quindi relativamente rari, poche decine per ogni ciclo solare. Brillamenti come quello del 4 novembre 2003 sono ancora più rari, e avvengono solo poche volte per secolo, come l'evento di Carrington del 1859.

I brillamenti più energetici causano le **protuberanze solari** (o espulsioni di massa coronale), enormi e luminosissimi getti di plasma che, partendo dalla cromosfera, si estendono nella zona della corona allontanandosi per migliaia di chilometri, spinti dalle forze del campo magnetico. La composizione dei gas di queste enormi nuvole di plasma è simile a quella della cromosfera e alimenta il **vento solare**, che arrivando alla Terra può causare **tempeste geomagnetiche** e intensi fenomeni di **aurore polari**.

Le esplosioni di raggi X e radiazione UV Estrema emessi durante i brillamenti solari possono causare problemi con le trasmissioni radio VHF sul lato della Terra illuminato dal sole. Questi blackout sono dovuti all'aumento di densità degli elettroni nella ionosfera inferiore (strato D) che causa un grande aumento nella quantità di energia che le onde radio perdono passando per questo strato.

I blackout radio causati dai brillamenti solari sono gli eventi meteorologici spaziali più comuni che colpiscono la Terra e anche i più veloci a influenzarci. Eventi minori si verificano circa 2000 volte ogni ciclo solare. L'emissione elettromagnetica prodotta durante i brillamenti viaggia alla velocità della luce, impiegando oltre 8 minuti per viaggiare dal Sole alla Terra. Questi tipi di blackout radio possono durare per diversi minuti fino a diverse ore in base alla durata del brillamento solare. Quanto grave sia un blackout radio dipende dalla forza del brillamento solare.

Invece una tempesta solare di enormi proporzioni che investisse il nostro pianeta sarebbe in grado di innescare sovraccarichi nelle reti elettriche, causando blackout in vaste aree del mondo. Si tratta delle **GIC**, le correnti elettriche geomagneticamente indotte che, in determinate condizioni di attività solare, possono interessare in particolar modo i Paesi situati alle latitudini più alte.

Si tratta di correnti elettriche che scorrono nel sottosuolo della Terra generate da una variazione del campo magnetico indotta da quello solare: è la situazione in cui il campo magnetico solare trasportato da un intensissimo vento solare riesce ad annullare quello terrestre. Le particelle del vento solare possono allora penetrare nella magnetosfera, intensificando i sistemi di corrente che sono sempre presenti intorno alla Terra. Queste intensificazioni producono la variazione del campo magnetico che genera a sua volta tali correnti elettriche a terra.

Una volta che le GIC sono generate, si propagano nel terreno convogliandosi laddove hanno più facilità a fluire, vale a dire dove la conducibilità elettrica è maggiore. I loro canali preferenziali sono, quindi, le strutture metalliche lunghe come i sistemi di distribuzione dell'energia, gli oleodotti, i gasdotti e le reti ferroviarie.

Le GIC possono produrre danni per gli elementi dei sistemi di distribuzione della corrente elettrica come i trasformatori di tensione, le cui conseguenze estreme sono i blackout. Ma le GIC sono responsabili anche di effetti indiretti di corrosione di oleodotti e gasdotti e, in caso di GIC molto intense, anche di danni ai sistemi di segnalazione o ai trasformatori posti lungo le linee ferroviarie.

Lo studio dello **space weather**, ovvero la meteorologia spaziale, studia gli effetti sull'uomo e sulle attività umane di ciò che avviene sul Sole. Nello studio delle GIC è coinvolto anche l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV.

