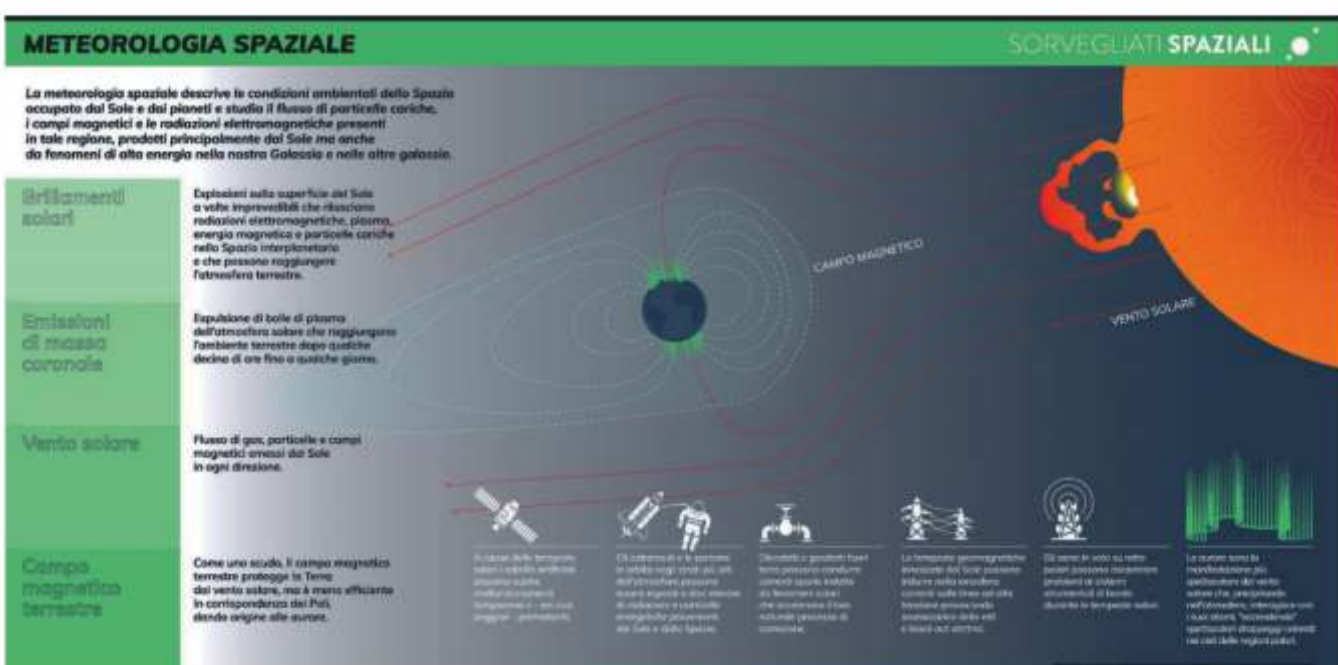


SPACE WEATHER (fonte: INAF) a cura di Roberto Perenna



La meteorologia spaziale, o Space Weather, descrive le condizioni ambientali dello spazio occupato dal Sole e dai pianeti e studia il flusso di particelle cariche, i campi magnetici e le radiazioni elettromagnetiche presenti in tale regione, prodotti dall'attività solare e da fenomeni di alta energia nella nostra Galassia e in galassie esterne.

Il monitoraggio del meteo spaziale viene effettuato sia da terra che dallo spazio per elaborare modelli e previsioni. Oltre che di grande interesse scientifico, tale monitoraggio è di pubblica utilità in quanto i fenomeni meteorologici spaziali possono alterare il funzionamento e l'affidabilità dei sistemi satellitari e tecnologici terrestri.

Il tempo meteorologico dello spazio (Space Weather) rappresenta lo stato fisico dello spazio in cui si trovano la Terra e i pianeti del Sistema solare permeato dal vento solare, un flusso continuo di particelle elettricamente cariche (nello stato che prende il nome di plasma), confinato dall'analogo vento interstellare in una enorme bolla che prende il nome di eliosfera. Il Sole è una tranquilla stella nana gialla di mezz'età, di circa 5 miliardi di anni. La sua rotazione trasforma il debole campo magnetico dipolare prodotto dalla dinamo interna in intensi campi magnetici localizzati nelle macchie solari. E proprio il numero delle macchie solari caratterizza il ciclo dell'attività solare, che ha un periodo di circa 11 anni. Un basso numero di macchie solari indica una fase di scarsa attività, mentre un numero elevato è indice di una fase di attività molto intensa. Questa proprietà è legata al fatto che le macchie solari possono rilasciare energia magnetica durante i brillamenti cromosferici (i cosiddetti flare) con accelerazione di particelle ed emissione di radiazione elettromagnetica, dai raggi X alle onde radio. Anche enormi bolle di plasma (le CME o eiezioni di massa dalla corona) possono venir accelerate verso i pianeti, il cui campo magnetico, dove esiste e si comporta come un vero e proprio scudo per le particelle provenienti dallo spazio, viene compresso originando tempeste magnetiche.

Sulla Terra, Aurore polari si osservano come delicati drappaggi di vari colori, la cui luminosità è prodotta nella ionosfera da atomi e molecole eccitate da particelle solari che riescono a penetrare lo scudo magnetico. Analoghi fenomeni accadono anche su altri pianeti del Sistema solare, come Giove e Saturno. La ionosfera perturbata modifica la qualità delle comunicazioni radio, ad esempio rendendo problematico l'uso della localizzazione con sistemi Gps. Inoltre intense correnti elettriche ionosferiche possono indurre notevoli correnti elettriche aggiuntive negli elettrodotti, innescando così blackout elettrici. Gli aerei in volo su rotte polari possono essere investiti da un flusso pericoloso di radiazioni ionizzanti e riscontrare problemi ai sistemi strumentali di bordo. Durante le tempeste solari astronauti nello spazio impegnati in attività extraveicolari possono assorbire dosi elevate di radiazioni e i satelliti subire malfunzionamenti temporanei o nei peggiori casi permanenti, per l'effetto di particelle solari e cosmiche (raggi cosmici), che interferiscono con la loro elettronica.

La meteorologia dello spazio si occupa dello studio, modellizzazione e previsione del tempo meteorologico spaziale, utilizzando dati da osservatori spaziali e terrestri. La meteorologia dello spazio è una disciplina relativamente nuova e si occupa del tempo meteorologico dell'intera eliosfera, che non è determinato solamente dalla stella Sole, ma anche da fenomeni di alta energia che hanno luogo nella nostra galassia e addirittura in galassie esterne. Infatti il flusso e la distribuzione in energia dei raggi cosmici è legato all'evoluzione delle popolazioni di supernove vicine e lontane, mentre i lampi di raggi gamma (Grb, gamma-ray burst) sono determinati ad esempio da processi che avvengono nelle stelle ipernove e in stelle con campi magnetici eccezionalmente intensi (magnetar). Lo studio di questi fenomeni è lungo e complesso ed è volto a costruire uno scenario sperimentale ed interpretativo del clima dello spazio (space climate), evoluzione a lungo termine dello Space Weather.

Il monitoraggio dello Space Weather viene condotto con osservazioni da terra e dallo spazio, ma la rete osservativa non è, al momento attuale, sufficiente per fornire una copertura globale dei fenomeni con il livello di dettaglio necessario. La carenza infrastrutturale influenza anche lo sviluppo di modelli operativi consolidati per la previsione delle perturbazioni e per molti fenomeni è necessario limitarsi all'osservazione istantanea (nowcasting), mentre la previsione (forecasting) del ciclo di attività solare, dei brillamenti e delle CME è ancora nelle prime fasi di sviluppo, nonostante i raffinati metodi utilizzati, basati su osservazioni a lungo periodo e reti neurali artificiali.

L'INAF possiede competenze nella realizzazione di modelli di analisi e previsione, nonché infrastrutture osservative che contribuiscono da molti anni all'avanzamento dell'interpretazione dei fenomeni di Space Weather e al loro monitoraggio.

Presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica vengono acquisite giornalmente immagini solari ad alta risoluzione e acquisite le misure del monitor di neutroni Svirco sul flusso di raggi cosmici che raggiungono l'ambiente terrestre, partecipando alla rete di Space Situational Awareness (SSA) dell'Agenzia spaziale europea (ESA).

Inoltre l'INAF ha la responsabilità scientifica del nodo della rete internazionale Superdarn (Super Dual Aurora Radar Network), che si trova in Antartide a Dome C e rileva in tempo quasi-reale le condizioni fisiche della Ionosfera. Infine, il radiotelescopio con parabola da 32 m presso la Stazione Radioastronomica di Medicina ha prodotto le prime immagini del Sole radio a 24 GHz, cui seguiranno quelle del Sardinia Radio Telescope e della stazione radio INAF di Noto in Sicilia, a formare una rete osservativa integrata per il solar radio weather nelle finestre temporali disponibili.

Un team di ricercatrici e ricercatori INAF hanno inoltre recentemente messo online SWELTo, una piattaforma per lo sviluppo e il test di nuovi tool per la diagnostica dei plasmi solari e interplanetari, la previsione del tempo di arrivo dei disturbi di origine solare a Terra e del loro possibile impatto.

Altri strumenti da terra dedicati al monitoraggio delle emissioni radio solari (Solar Radio Weather) nella banda 1-19 GHz sono il Trieste Solar Radio System 2.0 (TSRS 2.0) e il Rende Solar Radio System (RSRS). Dallo spazio invece è attivo il Solar Monitor del satellite italiano AGILE che capta le emissioni ad alta energia dei brillamenti solari.