

*** NOVA ***

N. 2735 - 27 MARZO 2025

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

SPIRALI DI PLASMA NELLO SPAZIO

Osservata per la prima volta dallo strumento Metis a bordo della missione Solar Orbiter, con una risoluzione spaziale e temporale mai raggiunta prima, una struttura radiale nella corona solare che evolve per diverse ore fino a distanze di tre raggi solari. A guidare lo studio, pubblicato su ApJ, è stato Paolo Romano dell'Istituto nazionale di astrofisica.

Da MEDIA INAF del 26 marzo 2025 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo dell'Ufficio Stampa INAF.

Il 12 ottobre 2022, durante un passaggio ravvicinato al Sole, le riprese ottenute dal coronografo italiano Metis a bordo della missione Solar Orbiter dell'Agenzia spaziale europea (Esa) hanno catturato un fenomeno spettacolare e inedito per livello di dettaglio: **l'evoluzione, nella corona solare, di una lunga struttura radiale che si anima di un moto elicoidale persistente per diverse ore**. Per la prima volta, con una risoluzione spaziale e temporale mai raggiunte prima, è stato possibile osservare direttamente l'espulsione di strutture a spirale dalla corona solare, compatibili con le torsioni magnetiche che i modelli teorici associano all'origine del vento solare.

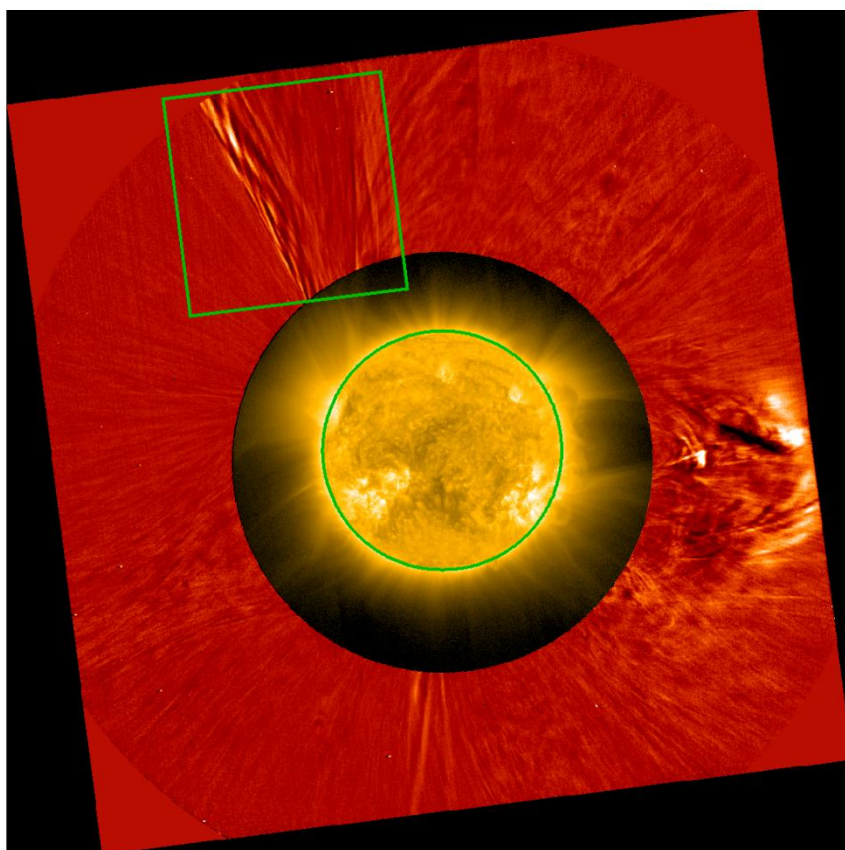


Immagine in luce visibile ottenuta dal coronografo Metis il 12 ottobre 2022, durante il passaggio al perielio della sonda Solar Orbiter. Al centro del campo di vista, il Sole ripreso dallo strumento Eui nella lunghezza d'onda di 174 ångstrom. Il riquadro giallo ritrae la struttura elicoidale oggetto dello studio.

Crediti: Metis ed Eui (Solar Orbiter/Esa). L'immagine è stata realizzata da Vincenzo Andretta (Inaf di Napoli).

Grazie alla combinazione di immagini in luce visibile e tecniche di elaborazione avanzate, Metis – progettato da Istituto nazionale di astrofisica (Inaf), Università di Firenze, Università di Padova, Cnr-Iln, e realizzato dall'Agenzia spaziale italiana (Asi) con la collaborazione dell'industria italiana – ha mostrato come il Sole

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XX

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

possa trasferire energia e materia verso lo spazio in forma di onde e plasma intrecciati tra loro, rivelando un meccanismo fondamentale nella dinamica dell'eliosfera.

Alla guida dello studio, pubblicato oggi sul sito web della rivista *The Astrophysical Journal*, c'è **Paolo Romano**, primo ricercatore all'Inaf di Catania, che ha coordinato il lavoro di un ampio team internazionale. «È la prima volta che osserviamo direttamente un fenomeno così esteso e duraturo», dice Romano, «compatibile con la riconnessione magnetica in una struttura chiamata *pseudostreamer*. Questa osservazione offre una finestra inedita sulla fisica che sta alla base della formazione del vento solare. Questo risultato non solo conferma teorie elaborate da anni, ma fornisce finalmente un riscontro visivo diretto».

Ma cos'è uno *pseudostreamer*? Si tratta di una configurazione del campo magnetico solare in cui due regioni chiuse di polarità opposta sono immerse in un ambiente di campo magnetico aperto. Nella corona, gli *pseudostreamer* sono le "canne del vento" del Sole: regioni da cui, in seguito a un'eruzione, possono aprirsi nuovi canali per il flusso del plasma verso lo spazio interplanetario.

Nel caso dell'evento ripreso da Metis, tutto ha avuto inizio con l'eruzione di una protuberanza polare – un gigantesco arco di plasma "appeso" ai campi magnetici nella regione nord del Sole – che ha innescato una piccola espulsione di massa coronale (Cme). Ma il vero spettacolo è arrivato dopo, nella lunga fase di rilassamento che ha seguito l'eruzione. È lì che Metis ha osservato il susseguirsi di strutture filamentose, luminose e scure, che si attorcigliano lungo la linea radiale della corona, a distanze comprese tra 1,5 e 3 raggi solari.

Il team ha interpretato questi segnali come la firma visibile di un processo previsto da tempo: la riconnessione magnetica, che trasferisce il plasma e la torsione magnetica dalle regioni chiuse del campo solare verso quelle aperte, innescando onde di tipo torsionale – le onde di Alfvén – e lanciandole nello spazio.

Un tassello fondamentale è arrivato dal confronto con sofisticate simulazioni numeriche condotte da **Peter Wyper**, della Durham University, in collaborazione con **Spiro Antiochos** del Goddard Space Flight Center della Nasa. Le immagini sintetiche prodotte da queste simulazioni mostrano un'evoluzione sorprendentemente simile a quella ripresa da Metis: strutture elicoidali che si propagano lungo il campo aperto, con caratteristiche geometriche e dinamiche in forte accordo con i dati osservati.

«Le prestazioni uniche di Metis in termini di risoluzione spaziale e temporale aprono una nuova finestra sulla comprensione dell'origine del vento solare», commenta **Marco Romoli** dell'Università di Firenze, responsabile scientifico dello strumento Metis. «Per la prima volta vediamo l'intera evoluzione di un processo di rilascio di energia magnetica, dalle sue radici nel Sole fino all'apertura nello spazio interplanetario».

«Le onde di Alfvén torsionali e in generale i meccanismi fisici che innescano fluttuazioni magnetiche di questo tipo», spiega **Marco Stangalini** responsabile del programma Solar Orbiter per l'Asi, «sono da tempo ritenuti tra i principali meccanismi alla base dell'accelerazione del vento solare. Metis, grazie alla elevata cadenza temporale delle sue immagini, ci offre la possibilità di osservare direttamente questi processi fisici, consentendo anche un miglioramento della modellistica fisica ad essi associata».

Le osservazioni di Metis non solo confermano i modelli teorici più avanzati, ma suggeriscono che lo stesso meccanismo – la riconnessione magnetica a piccola scala – possa avvenire continuamente sulla superficie del Sole, generando quei "microgetti" che alimentano il vento solare alfvénico rivelato anche dalla sonda Parker Solar Probe.

In altre parole, quella spirale luminosa che Metis ha visto danzare nella corona potrebbe essere solo la versione gigante di un processo che avviene ovunque, continuamente, e che rende possibile l'esistenza stessa del vento solare.

<https://www.media.inaf.it/2025/03/26/metis-moto-elicoideale-sole/>

P. Romano, P. Wyper, V. Andretta, S. Antiochos, G. Russano, D. Spadaro, L. Abbo, L. Contarino, A. Elmhamdi, F. Ferrente, R. Lionello, B. J. Lynch, P. MacNeice, M. Romoli, R. Ventura, N. Viall, A. Bemporad, A. Burtovoi, V. Da Deppo, Y. De Leo, S. Fineschi, F. Frassati, S. Giordano, S. L. Guglielmino, C. Grimaldi, P. Heinzel, G. Jerse, F. Landini, G. Naletto, M. Pancrazzi, C. Sasso, M. Stangalini, R. Susino, D. Telloni, L. Teriaca e M. Uslenghi, "Metis Observations of Alfvénic Outflows Driven by Interchange Reconnection in a Pseudostreamer", *The Astrophysical Journal*, Volume 982, Number 2, Published 2025 March 26

Video sul canale YouTube dell'Agenzia Spaziale Europea: <https://www.youtube.com/watch?v=1vHfzgW8jms>

Sulle onde di Alfvén v. anche le nostre Nova:

408 del 25 gennaio 2013 (Corona solare ad alta risoluzione)

1123 del 5 marzo 2017 (Onde di Alfvén osservate nell'atmosfera solare)

1176 del 25 giugno 2017 (Formazione di spicole solari e onde di Alfvén)

1288 del 15 marzo 2018 (Nuovo studio sulle onde di Alfvén)

1976 del 16 giugno 2021 (All'origine delle aurore polari)

