

RIVISTA di METEOROLOGIA AERONAUTICA

ANDAR PER MARE: DIDATTICA DELLA METEOROLOGIA - PARTE II

Tutto ciò che è prevedibile è prevenibile. Ogni sforzo impiegato per aumentare la comprensione del tempo ha un ritorno rilevante in termini di sicurezza

ANNO 76
N.3 LUG/SET 2022



English Abstract

**IL RUOLO DELLO
SPACE WEATHER NEL
SUPPORTO ALLE
OPERAZIONI SPAZIALI**
*Le osservazioni e le
previsioni sull'attività
solare a supporto delle
attività operative*

**HELIOS VLF SOLAR
TELESCOPE**
*L'eredità degli studi del
passato torna a vivere nei
moderni circuiti digitali di
questo nuovo e innovativo
strumento amatoriale in
banda VLF*



HELIOS VLF SOLAR TELESCOPE

di Thomas Mazzi

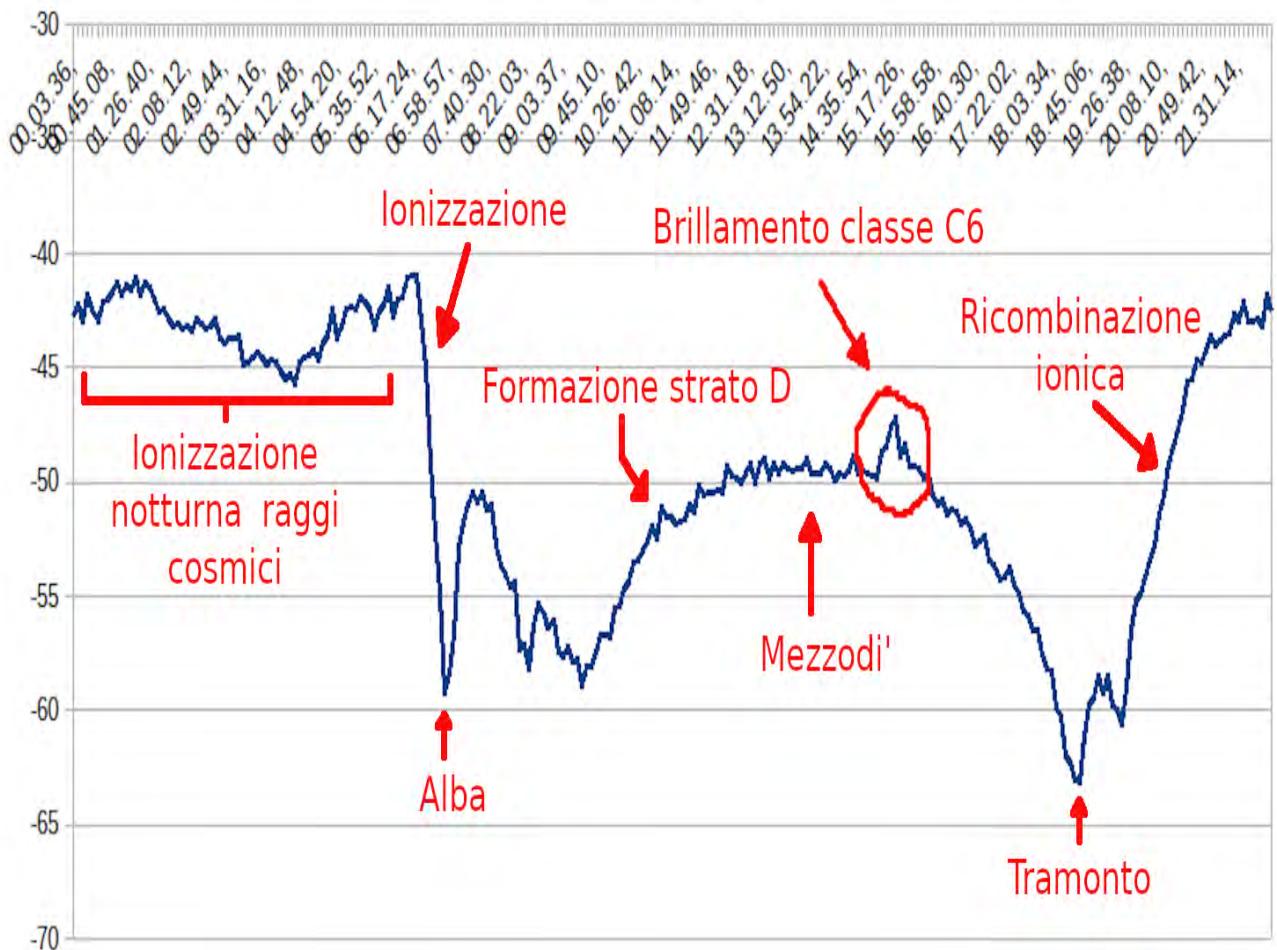
Lo studio della ionosfera nel passato era considerato molto importante per le telecomunicazioni. Lo sviluppo della tecnologia satellitare ne ha interrotto l'interesse ma la tecnologia moderna a basso costo ha reso nuovamente possibile lo studio della ionosfera da parte delle associazioni scientifiche amatoriali. L'eredità degli studi del passato torna a vivere nei moderni circuiti digitali del nuovo strumento Helios VLF Solar Telescope, un radiotelescopio amatoriale in banda VLF (Very Low Frequency).

L'atmosfera è un velo sottile di gas che circonda il nostro pianeta. Si estende sopra le nostre teste per alcune centinaia di km fino oltre l'orbita della stazione spaziale e di molti satelliti. È vero che siamo abituati a pensarla come un insieme di gas densi, ma questo è dovuto alla nostra giornaliera esperienza negli strati più bassi dove si è sviluppata la vita.

Via via salendo essa diviene sempre più rarefatta fino a diventare impalpabile ma non invisibile; le bellissime aurore boreali trovano la loro massima espressione negli alti strati atmosferici. Partendo dai 60 km di altezza per arrivare a oltre i 700 km, l'atmosfera mostra particolari proprietà elettriche ed è per questo che prende il nome di ionosfera, l'ultimo baluardo di atmosfera sulla linea di confine che separa il nostro

pianeta dallo spazio e ci difende dall'arrivo continuo di raggi ionizzanti, particelle e raggi cosmici. La radiazione solare (con i suoi raggi UV, X, e cosmici) in sinergia con le espulsioni di massa coronali, mantengono alta la ionizzazione dei gas con un bombardamento continuo ad alta energia, dove gli atomi e le molecole vengono separati dai propri elettroni, rendendo questa zona conduttiva un vero e proprio plasma.

Andamento 3 Apr 2022



Poco si conosce di questa fascia nell'alta atmosfera: i primi studi furono eseguiti all'inizio del '900. All'epoca la ionosfera destava molto interesse per la sua capacità di riflettere le onde radio e di permettere i collegamenti transoceanici, come dimostrò Marconi. Con l'arrivo dei primi satelliti l'interesse diminuì e con esso anche l'impegno scientifico nel settore. Oggi l'interesse per la ionosfera sta risorgendo dalle proprie

Nelle pagg. precedenti, in apertura, l'immagine di un'aurora boreale ripresa dallo spazio (NASA - National Aeronautics and Space Administration). Nella pag. precedente, l'andamento giornaliero della formazione ionosferica con la presenza di un brillamento classe C6. In questa pagina, l'Osservatorio astronomico di Cento.

Nelle pagg. successive, il telescopio installato nell'osservatorio e i grafici dei dati misurati rispettivamente nelle 24 ore, 5 giorni e mensile.

A seguire, lo schema semplificato dell'espulsione di massa coronale e del brillamento solare (NASA - National Aeronautics and Space Administration).

In chiusura, un'immagine relativa allo space weather (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration).

ceneri e la moderna tecnologia permette, anche ai ricercatori dilettanti, di indagare proficuamente sugli strati ionizzati della nostra atmosfera. Il 21 maggio 2022 presso l'osservatorio astronomico di Cento sito nel parco delle scuole medie il Guercino, in presenza delle autorità istituzionali e del prof. Stelio Montebugnoli di INAF (Istituto nazionale per l'astrofisica), è stato inaugurato il nuovo strumento *HELIOS VLF Solar*

Telescope il cui scopo è l'osservazione della ionosfera e di come questa reagisce alle sollecitazioni del Sole, dei raggi cosmici e delle perturbazioni atmosferiche.

Helios è uno strumento molto particolare nel suo genere (fig. alla pag. successiva), il progetto e la realizzazione dello strumento è opera dell'associazione Astrofili Centesi che era alla ricerca di un sistema sensibile, immune ai disturbi, installabile



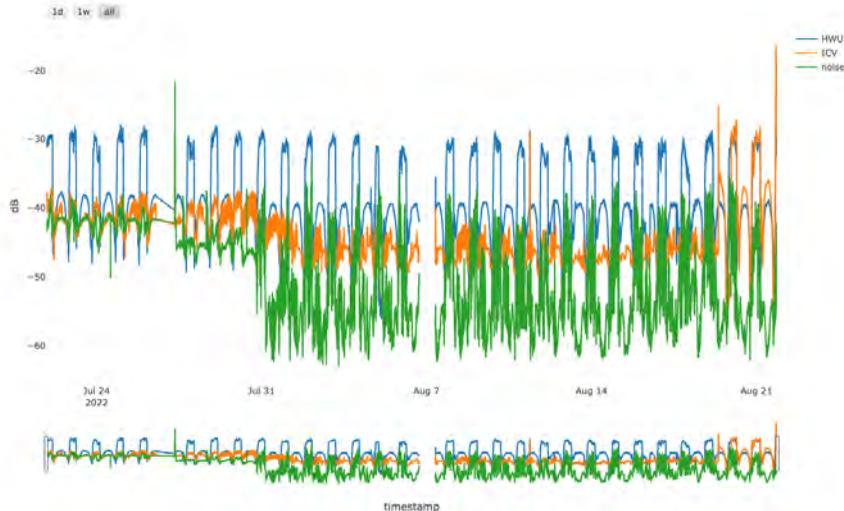
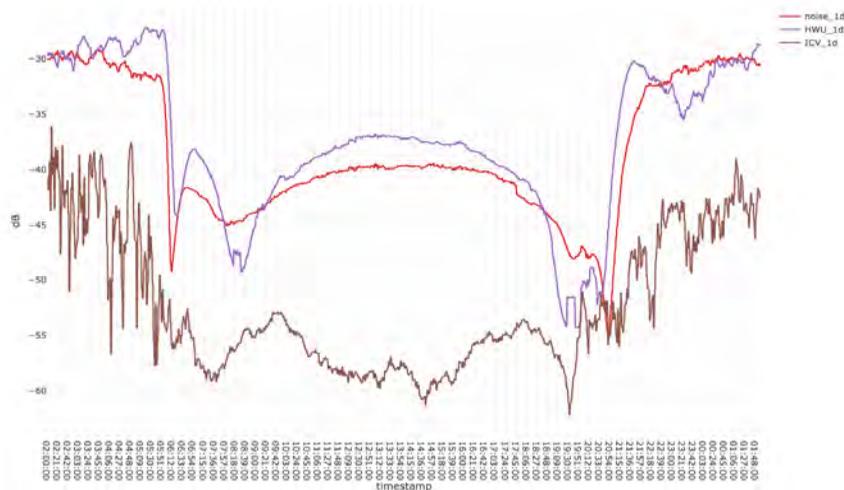
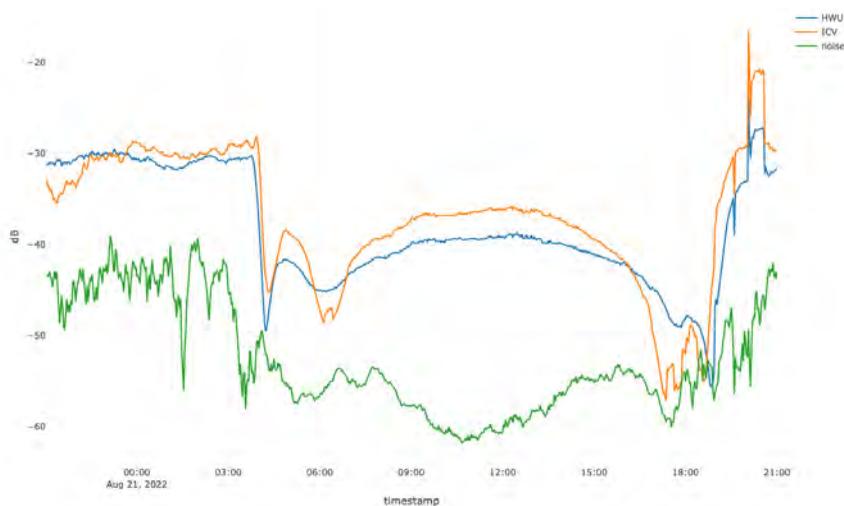


in una *location* come quella del parco dell'osservatorio, di una soluzione che si integrasse con l'architettura del luogo ma che al tempo stesso fosse attuabile tecnicamente ed economicamente da una associazione di amatori della scienza e in grado di dare un contributo scientifico nello studio della ionosfera.

Il cuore dello strumento è l'antenna: 25 m di apertura in direzione est-ovest in grado di soddisfare le richieste di

sensibilità, silenziosità elettrica e basso impatto estetico. L'installazione è completamente interrata come previsto dal progetto e invisibile agli occhi di chi osserva. L'idea di utilizzare un'antenna a picchetti di terra è venuta leggendo i documenti della prima guerra mondiale redatti dal tenente Aurio Carletti della II^a Armata del Regio Esercito, nei quali venivano spiegate sommariamente questo tipo di antenne

(all'epoca utilizzate per le intercettazioni dei telefoni da campo). Purtroppo la letteratura tecnica è molto povera a riguardo, ma gli astrofili centesi hanno ristudiato questa antenna utilizzando prototipi a scala ridotta per farsi l'esperienza fisica, matematica e tecnologica, fino ad arrivare a realizzare un progetto dalle dimensioni generose come quelle di *Helios*. Oltre al captatore principale, lo strumento si completa con un



software (scritto dagli astrofili) che gestisce: un acquisitore, un sistema di filtri digitali, la misurazione dei dati, un data logger ed un sistema di pubblicazione dei dati e dei grafici (figg. in questa pag. a sinistra) su internet (<https://astrofili-centesi.github.io/Helios/#>).

Già nei primi esperimenti *Helios* ha restituito dati interessanti mostrando l'andamento della ionosfera durante il giorno. E' stato in grado fin da subito di evidenziare la formazione degli strati ionizzati dal Sole e il perdurare notturno della fascia alta ad opera dei raggi cosmici. Grazie alla sensibilità offerta dalla generosa apertura e al basso SNR (*Signal Noise Ratio*) offerto dalla particolare configurazione, nei grafici generati dal sistema anche i più deboli brillamenti solari vengono evidenziati come *spike* con andamento ad inviluppo e sono resi immediatamente visibili. Questa peculiarità di *Helios* ha permesso di osservare brillamenti notturni nelle notti adiacenti al plenilunio. L'ipotesi è che la Luna presente nel cielo agisca da enorme specchio in corrispondenza di brillamenti importanti. Ma perché è ancora importante studiare la ionosfera?

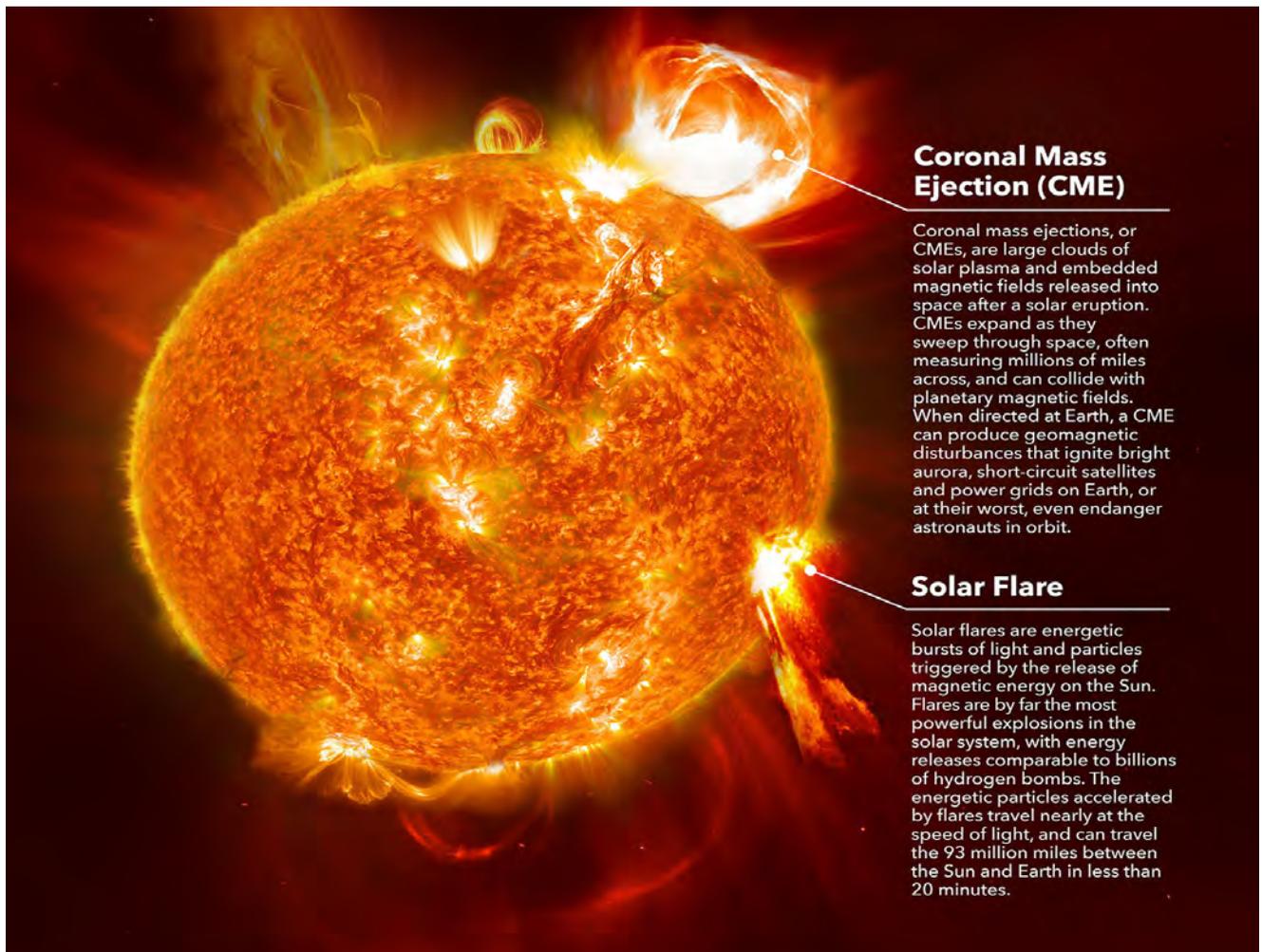
I satelliti e la stazione spaziale sono immersi in questo plasma che interagisce fortemente con le tempeste

magnetiche, i brillamenti solari e le espulsioni di massa coronale (fig. in basso). Queste manifestazioni energetiche del Sole possono rappresentare un pericolo per la salute degli astronauti e l'efficienza delle attrezzature spaziali e terrestri. Non solo i satelliti sono soggetti a danni derivanti dallo *Space Weather*, anche le tecnologie terrestri (come le forniture di energia elettrica) potrebbero danneggiarsi se non disconnesse in tempo utile. Studiare

la ionosfera significa studiare indirettamente i fenomeni solari con l'intento di provare a prevederli. Ultimamente si parla di *Space Weather forecast* o più semplicemente di previsioni del meteo spaziale, una nuova scienza che cerca di capire come anticipare i fenomeni solari più importanti. In questo momento *Helios VLF Solar Telescope* sta funzionando come misuratore della ionosfera ma la sua configurazione permette di osservare anche altri aspetti

dell'atmosfera più bassa. Il funzionamento a frequenza VLF rende lo strumento capace di captare anche i campi magnetici generati dalle scariche atmosferiche verso terra e soprattutto quelle in quota o non visibili. Essendo completamente digitale, programmabile e facilmente riconfigurabile, questo fa di *Helios* uno strumento di indagine versatile dalle grandi potenzialità. ■

© Riproduzione riservata



Coronal Mass Ejection (CME)

Coronal mass ejections, or CMEs, are large clouds of solar plasma and embedded magnetic fields released into space after a solar eruption. CMEs expand as they sweep through space, often measuring millions of miles across, and can collide with planetary magnetic fields. When directed at Earth, a CME can produce geomagnetic disturbances that ignite bright aurora, short-circuit satellites and power grids on Earth, or at their worst, even endanger astronauts in orbit.

Solar Flare

Solar flares are energetic bursts of light and particles triggered by the release of magnetic energy on the Sun. Flares are by far the most powerful explosions in the solar system, with energy releases comparable to billions of hydrogen bombs. The energetic particles accelerated by flares travel nearly at the speed of light, and can travel the 93 million miles between the Sun and Earth in less than 20 minutes.



ENGLISH ABSTRACT

In the past, the study of the ionosphere was considered very important for telecommunications. With the development of satellite technology, however, interest in the subject declined. Thankfully, the advent of low-cost modern technology has made it possible for amateur scientific associations to once again study the ionosphere. The legacy of the past studies has come back to life in the modern digital circuits of the new Helios VLF Solar Telescope, an amateur radio telescope in the VLF band.

RINGRAZIAMENTI

Il prof. Stelio Montebugnoli per i consigli e i suggerimenti durante lo sviluppo del progetto.

Le scuole IC Guercino per aver concesso gli spazi.

Il comune di Cento per il supporto alle attività.

BIBLIOGRAFIA

Aurio Carletti. "Il servizio delle intercettazioni telefoniche durante la guerra" (pag. 16-26). Telegrafi e telefoni Anno II - n°1 gennaio febbraio 1921