

Bimestrale di astronomia

Anno XLI

Luglio-Agosto 2015

237

Organo della Società Astronomica Ticinese e dell'Associazione Specola Solare Ticinese

SOCIETÀ ASTRONOMICA TICINESE

www.astroticino.ch

RESPONSABILI DELLE ATTIVITÀ PRATICHE

Stelle variabili:

A. Manna, La Motta, 6516 Cugnasco
(091.859.06.61; andreamanna@freesurf.ch)

Pianeti e Sole:

S. Cortesi, Specola Solare, 6605 Locarno
(091.751.64.35; scortesi@specola.ch)

Meteorite, Corpi minori, LIM:

S. Sposetti, 6525 Gnosca (091.829.12.48;
stefanosposetti@ticino.com)

Astrofotografia:

Carlo Gualdoni (gualdoni.carlo@gmail.com)

Inquinamento luminoso:

S. Klett, Via Termine 125, 6998 Termine
(091.220.01.70; stefano.klett@gmail.com)

Osservatorio «Calina» a Carona:

F. Delucchi, Sentée da Pro 2, 6921 Vico Morcote
(079-389.19.11; fausto.delucchi@bluewin.ch)

Osservatorio del Monte Generoso:

F. Fumagalli, via Broglio 4 / Bonzaglio, 6997 Sessa
(fumagalli_francesco@hotmail.com)

Osservatorio del Monte Lema:

G. Luvini, 6992 Vernate (079-621.20.53)

Sito Web della SAT (<http://www.astroticino.ch>):

Anna Cairati (acairati@gmail.com)

Tutte queste persone sono a disposizione dei soci e dei lettori di "Meridiana" per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.

MAILING-LIST

AstroTi è la mailing-list degli astrofili ticinesi, nella quale tutti gli interessati all'astronomia possono discutere della propria passione per la scienza del cielo, condividere esperienze e mantenersi aggiornati sulle attività di divulgazione astronomica nel Canton Ticino. Iscriversi è facile: basta inserire il proprio indirizzo di posta elettronica nell'apposito form presente nella homepage della SAT (<http://www.astroticino.ch>). L'iscrizione è gratuita e l'email degli iscritti non è di pubblico dominio.

QUOTA DI ISCRIZIONE

L'iscrizione per un anno alla Società Astronomica Ticinese richiede il versamento di una quota individuale pari ad almeno Fr. 40.- sul conto corrente postale n. 65-157588-9 intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione comprende l'abbonamento al bimestrale "Meridiana" e garantisce i diritti dei soci: prestito del telescopio sociale, accesso alla biblioteca.

TELESCOPIO SOCIALE

Il telescopio sociale è un Maksutov da 150 mm di apertura, $f=180$ cm, di costruzione russa, su una montatura equatoriale tedesca HEQ/5 Pro munita di un pratico cannocchiale polare a reticolo illuminato e supportata da un solido treppiede in tubolare di acciaio. I movimenti di Ascensione Retta e declinazione sono gestiti da un sistema computerizzato (SynScan), così da dirigere automaticamente il telescopio sugli oggetti scelti dall'astrofilo e semplificare molto la ricerca e l'osservazione di oggetti invisibili a occhio nudo. È possibile gestire gli spostamenti anche con un computer esterno, secondo un determinato protocollo e attraverso un apposito cavo di collegamento. Al tubo ottico è stato aggiunto un puntatore *red dot*. In dotazione al telescopio sociale vengono forniti tre ottimi oculari: da 32 mm (50x) a grande campo, da 25 mm (72x) e da 10 mm (180x), con barileto da 31,8 millimetri. Una volta smontato il tubo ottico (due viti a manopola) e il contrappeso, lo strumento composto dalla testa e dal treppiede è facilmente trasportabile a spalla da una persona. Per l'impiego nelle vicinanze di una presa di corrente da 220 V è in dotazione un alimentatore da 12 V stabilizzato. È poi possibile l'uso diretto della batteria da 12 V di un'automobile attraverso la presa per l'accendisigari.

Il telescopio sociale è concesso in prestito ai soci che ne facciano richiesta, per un minimo di due settimane prorogabili fino a quattro. Lo strumento è adatto a coloro che hanno già avuto occasione di utilizzare strumenti più piccoli e che possano garantire serietà d'intenti e una corretta manipolazione. Il regolamento è stato pubblicato sul n. 193 di "Meridiana".

BIBLIOTECA

Molti libri sono a disposizione dei soci della SAT e dell'ASST presso la biblioteca della Specola Solare Ticinese (il catalogo può essere scaricato in formato PDF). I titoli spaziano dalle conoscenze più elementari per il principiante che si avvicina alle scienze del cielo fino ai testi più complessi dedicati alla raccolta e all'elaborazione di immagini con strumenti evoluti. Per informazioni sul prestito, telefonare alla Specola Solare Ticinese (091.756.23.79).

Sommario

Astronotiziario	4
Macchie stellari (seconda parte)	10
Space Weather	17
Tutte le edizioni di Meridiana sono in rete	22
Nuova apertura del "Sentiero dei pianeti - Monti di Saurù"	23
8° Star Party della Svizzera italiana	24
Con l'occhio all'oculare...	25
Effemeridi da luglio a settembre 2015	26
Cartina stellare	27

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

Editoriale

La copertina di questo numero di Meridiana è la stessa di quella pubblicata sul numero precedente (il 236) ma in una scala che permette questa volta di comprendere l'ammasso stellare delle Pleiadi, invisibili in quella, dovuto di un errore d'impaginazione per il quale ci scusiamo con l'autore (Patricio Calderari) e con i lettori. Dobbiamo purtroppo notare che tale errore è passato inosservato ai nostri (poco attenti) lettori, dato che non abbiamo ricevuto nessun riscontro in merito.

Dopo l'abituale "Astronotiziario" ripreso dal sito della rivista italiana Coelum, abbiamo la continuazione e fine dell'articolo del collaboratore della Specola, Mario Gatti, seguito dal lavoro che ha vinto il primo premio del concorso Fioravanzo 2014 e dovuto a uno studente dello stesso Gatti.

In seguito vi sono tre brevi contributi che illustrano le attività di astrofili ticinesi, tra cui la presentazione di un nuovo "Sentiero dei Pianeti" realizzato sui monti di Saurù del comune di Lumino: un buon motivo per visitare una zona del nostro Cantone non molto conosciuta ma meritevole di una facile (se si utilizza la funivia "Pizzo di Claro") gita sulle nostre montagne.

Redazione:

Specola Solare Ticinese
6605 Locarno Monti
Sergio Cortesi (direttore),
Michele Bianda, Marco Cagnotti,
Anna Cairati, Philippe Jetzer,
Andrea Manna

Collaboratori:

Mario Gatti, Stefano Sposetti

Editore:

Società Astronomica Ticinese

Stampa:

Tipografia Poncioni SA, Losone

Abbonamenti:

Importo minimo annuale:
Svizzera Fr. 30.-, Estero Fr. 35.-
(Società Astronomica Ticinese)

La rivista è aperta alla collaborazione dei soci e dei lettori. I lavori inviati saranno vagliati dalla redazione e pubblicati secondo lo spazio a disposizione. Riproduzioni parziali o totali degli articoli sono permesse, con citazione della fonte.

Il presente numero di "Meridiana" è stato stampato in 1.100 esemplari.

Copertina

"La stessa foto di Patricio Calderari apparsa sul No.236, ma completa con le Pleiadi. Ci scusiamo dell'inconveniente con i lettori e con l'autore".

Astronotiziario

a cura di Coelum
(www.coelum.com/news)

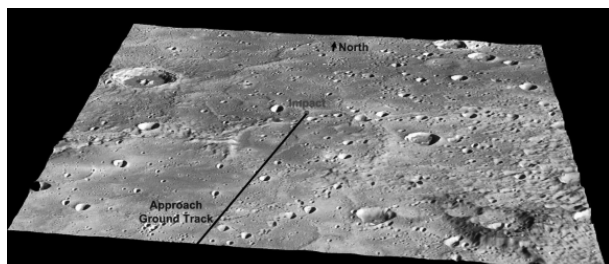
ADDIO, MESSENGER (Luigi Morielli)

Il 30 aprile 2015 alle 20:26 UTC la sonda MESSENGER della NASA ha completato con successo la sua missione schiantandosi su Mercurio. Per la prima volta un manufatto umano ha raggiunto la superficie del pianeta più vicino al Sole. E finisce così l'avventura del primo veicolo spaziale a essere entrato in orbita del più piccolo pianeta del sistema solare per analizzarlo con un livello di dettaglio senza precedenti.

La sonda, 513 chilogrammi e tre metri di diametro, si è schiantata a una velocità di 14 mila chilometri orari (3,91 metri al secondo) sulle coordinate 54,4° Nord e 210,1° Est, a Nord-Est del grande bacino da impatto Shakespeare, lasciando un cratere di circa 16 metri di diametro. A dire il vero, MESSENGER avrebbe dovuto schiantarsi su Mercurio molto prima, ma hanno deciso di estendere la sua missione di un paio di mesi.

MESSENGER (MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry and Ranging), un acronimo con un chiaro riferimento al messaggero degli dei del pantheon romano, è stato lanciato da Cape Canaveral il 3 agosto 2004 da un razzo Delta II 7925 diretto verso Mercurio, l'unico pianeta terrestre che non era ancora stato raggiunto da una sonda orbitale. Infatti, a eccezione dei tre flyby di Mariner 10 nel 1974 e nel 1975, nessun altro veicolo spaziale aveva esplorato Mercurio.

Fino a MESSENGER, in pieno XXI secolo,



le mappe di Mercurio mostravano solo il 45 per cento della superficie del pianeta, il resto era territorio inesplorato. Contrariamente a quanto si potrebbe supporre, il viaggio verso Mercurio è estremamente costoso in termini di energia e, se non si desidera che la sonda trasporti enormi quantità di carburante, sono necessarie diverse manovre di gravity assist con altri pianeti. In effetti, il Mariner 10 è diventato il primo veicolo spaziale che ha effettuato queste manovre per raggiungere il suo obiettivo. Per non essere da meno del suo antenato, MESSENGER ha fatto un flyby della Terra il 2 agosto 2005 e due di Venere, rispettivamente il 24 ottobre 2006 e il 5 giugno 2007. In seguito ha fatto tre flyby di Mercurio nel 2008 e infine si è inserito nell'orbita del pianeta più vicino al Sole il 17 marzo 2011.

La missione primaria si è conclusa il 17 marzo 2012, dopo l'invio di oltre centomila immagini.

Al 6 marzo 2013 la sonda è riuscita a mappare l'intera superficie di Mercurio, tralasciando solo l'interno di alcuni crateri polari che sono permanentemente in ombra e il 17 dello stesso mese ha chiuso il primo anno della sua missione estesa.

La seconda missione estesa è iniziata il 17 giugno con l'obiettivo di studiare Mercurio da meno di 20 chilometri di quota rendendo così possibile l'utilizzo del magnetometro e dello spettrometro a neutroni per studiare la composizione della superficie in maggior dettaglio.

L'addio a MESSENGER è stato dato dopo la ripresa di oltre 280 mila fotografie con la fotocamera MDIS (Mercury Dual Imaging System) e il completamento di una mappa tridimensionale con il laser altimetro MLA (Mercury Laser Altimeter). Il 24 aprile 2015 la sonda ha effettuato la sesta e ultima manovra per aumentare la sua orbita. In queste manovre è stato utilizzato

elio come propellente invece di idrazina, ma ad aprile si è esaurito.

La piccola sonda ha completato un totale di 4.104 orbite, l'ultima delle quali aveva un'altezza compresa tra 300 e 600 metri, ma alla fine MESSENGER ha dovuto cedere alle inesorabili perturbazioni gravitazionali del Sole.

MESSENGER in questi quattro anni ha fatto molte scoperte che hanno rivoluzionato la nostra conoscenza di Mercurio. Una delle più suggestive riguarda quelle che sono chiamate depressioni (hollows). Nessuno sa di cosa sono fatte e come si sono formate, ma ciò che è chiaro è che questo è un fenomeno relativamente recente, in termini geologici, e mostra che Mercurio non è un pianeta morto. Si presume che le depressioni possano essere correlate a un qualche tipo di vulcanismo associato ai solfati o ai minerali ricchi di metalli (ferro, sodio o potassio), ma per ora abbiamo solo ipotesi non confermate.

Un'altra importante scoperta è stata la conferma dell'esistenza di ghiaccio in alcuni crateri del Polo Nord di Mercurio, un ghiaccio mescolato con regolite e talvolta con uno strato di sostanze organiche. MESSENGER ha anche confermato che il nucleo di Mercurio è liquido e genera un forte campo magnetico. La sonda ha trovato anche prove di uno strato misterioso di solida roccia tra il manto semi-fuso e il nucleo liquido, oltre a scoprire le strutture tettoniche che dovrebbero aver avuto origine dal ritiro del pianeta una volta raffreddato dopo la sua formazione.

In breve, l'eredità di MESSENGER è molto più interessante di quanto ci aspettassimo. Lungi dall'essere una roccia arida, Mercurio è un mondo vivente, un obiettivo più che affascinante per la missione Europeo-Giapponese "Bepi Colombo" che dovrebbe partire nel 2017.

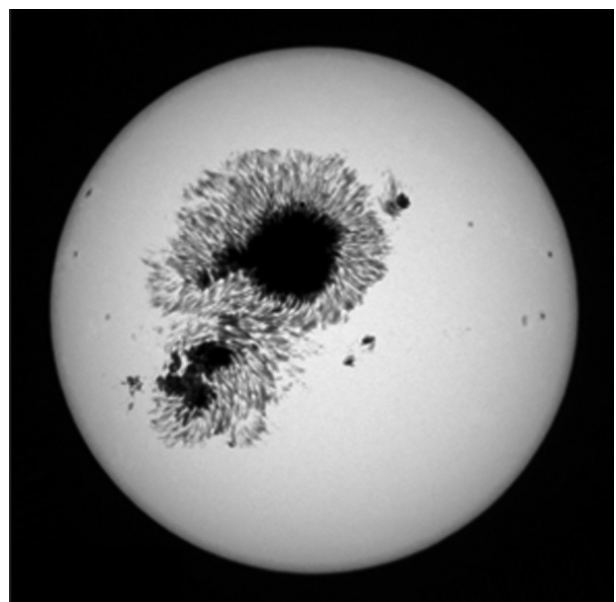
Grazie di tutto, MESSENGER, sei stato un buon messaggero.

SUPER BRILLAMENTI EXTRASOLARI (Marco Galliani)

Sono gemelle della nostra stella ma presentano macchie assai più grandi e brillanti da dieci a diecimila volte più potenti. A studiare le proprietà di alcune decine di stelle superflare ci ha pensato un team di astronomi giapponesi con lo spettrografo HDS installato al telescopio Subaru.

Cercava pianeti e, oltre a trovarne tantissimi, ha anche individuato gigantesche macchie e potenti brillamenti su altre stelle simili al Sole. Alcune delle diminuzioni di luce degli astri monitorati dalla missione Kepler della NASA si sono infatti rivelate essere dovute non solo al transito di pianeti ma alla presenza di enormi macchie, mentre altri repentini aumenti di luminosità sono stati causati da super brillamenti, potentissime esplosioni sulla superficie stellare, esattamente come avviene, con intensità minore, sul Sole.

Uno studio accurato di questi fenomeni extrasolari è stato condotto da un team tutto giap-



ponese – telescopio compreso – che ha confermato che le stelle simili al Sole dotate di grandi macchie stellari possono produrre violentissimi brillamenti (super brillamenti, in inglese, superflares). Astronomi delle università di Kyoto, di Hyogo e di Nagoya e dell'Osservatorio Astronomico Nazionale del Giappone (NAOJ) hanno messo in campo l'High Dispersion Spectrograph (HDS) installato al telescopio Subaru sulle isole Hawaii per studiare le proprietà della luce emessa da stelle di tipo solare, che emettono super brillamenti in cui vengono rilasciate energie dalle dieci alle diecimila volte maggiori di quelle tipicamente liberate nelle eruzioni della nostra stella.

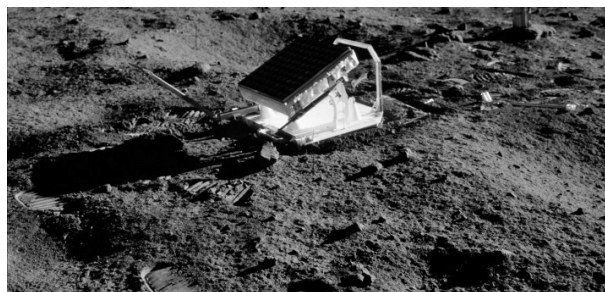
Dall'analisi dei dati raccolti su cinquanta stelle, selezionate in base alle osservazioni del telescopio Kepler, risulta che quelle con super brillamenti mostrano cambiamenti alquanto regolari nella loro luminosità, con periodi compresi tra un giorno e poche decine di giorni. Questo andamento può essere spiegato con la rotazione della stella e delle sue macchie. Un'ipotesi confermata dai dati spettroscopici raccolti da HDS, che permettono di stimare il periodo di rotazione delle stelle dall'allargamento delle righe di assorbimento, e che hanno fornito valori che sono risultati assolutamente coerenti con i periodi di variazione delle luminosità osservate. In più, le stelle che presentano picchi di luminosità più elevata sono quelle che possiederebbero macchie assai estese, molto maggiori di quelle solari. I ricercatori continueranno a utilizzare il telescopio Subaru per altre osservazioni di questo tipo, a cui affiancheranno presto il telescopio da 3,8 metri di diametro dell'università di Okayama, che è in costruzione. L'obiettivo è quello di investigare in modo più dettagliato i cambiamenti a lungo termine nell'attività delle stelle a super-brillamenti.

NUOVA GENERAZIONE DI SISTEMI DI MISURA LASER SULLA LUNA (Matteo Carpentieri)

Moon Express ha annunciato un accordo per un payload multi-missione con i Laboratori Nazionali di Frascati dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN-LNF) e l'Università del Maryland per portare sulla Luna una nuova generazione di sistemi di misura laser.

L'accordo "MoonLIGHT" prevede che gli strumenti vengano portati nelle prime quattro missioni di Moon Express e usati insieme ai retro-riflettori dell'Apollo Cube Corner (CCR) per verificare i principi della teoria della relatività generale di Einstein, per accrescere il bagaglio di conoscenze scientifiche sulla Luna, e incrementare la precisione della mappatura lunare a supporto delle future missioni di allunaggio dell'azienda americana. L'annuncio è stato dato venerdì 15 maggio a Frascati dopo l'European Lunar Symposium, durante una seduta sulla Global Exploration Roadmap dell'International Space Exploration Coordination Group (ISECG), di fronte ai dirigenti delle principali agenzie spaziali e scienziati lunari provenienti da tutto il mondo.

"La nostra nuova generazione di sistemi di misura laser offre un modo promettente per testare la relatività generale e altre teorie sulla gravità", ha dichiarato il professor Doug Currie. "L'accordo con Moon Express ci permetterà di



portare i nostri strumenti sulla Luna a un costo competitivo e, potenzialmente, di rivoluzionare le nostre conoscenze sulla gravità". Il professor Currie, dell'Università del Maryland, è stato il Principal Scientist responsabile per il sistema di retroriflettori laser posizionato sulla Luna durante le missioni Apollo, che hanno dimostrato per la prima volta l'uso di riflettori lunari in cosmologia.

"Questi test scavano nei principi fondanti della relatività generale", ha dichiarato Simone Dell'Agnello dei Laboratori Nazionali di Frascati. "Qualunque violazione osservata richiederà una pesante revisione delle nostre conoscenze teoriche su come funziona l'universo". I Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) sono parte dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), e collaborano allo sviluppo degli strumenti di MoonLIGHT. Oltre a INFN-LNF, altri partner italiani di MoonLIGHT sono l'MLRO (Matera Laser Ranging Observatory), del Centro di Geodesia Spaziale ASI di Matera, e l'Università di Padova. Lo sforzo congiunto ha prodotto il progetto, l'analisi, le simulazioni termiche e ottiche, la fabbricazione e il collaudo del prototipo della strumentazione che volerà a bordo del lander lunare Moon Express MX-1, con una prima missione di dimostrazione tecnologica pianificata per il 2017.

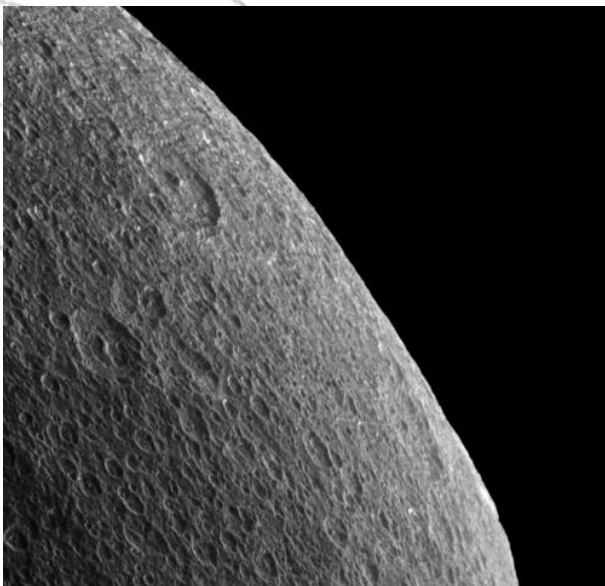
"Gli strumenti MoonLIGHT sono un payload bellissimo per noi", ha dichiarato Bob Richards, co-fondatore e amministratore delegato di Moon Express. "È incredibile pensare che Moon Express possa aiutare a risolvere questioni scientifiche fondamentali di cosmologia e allo stesso tempo aumentare le nostre conoscenze sulla Luna che aiuteranno le nostre missioni future con questa serie di strumenti eleganti e relativamente a basso costo". Moon Express contribuirà con 12 milioni di dollari al costo complessivo dell'accordo di 24 milioni di dollari spalmati sulle quattro missioni, rinforzando il valore di un

forte approccio di condivisione dei costi tra pubblico e privato nell'esplorazione lunare. "Stiamo facendo questo investimento per supportare i nostri clienti e contribuire alla scienza fondamentale della Luna e del nostro universo", ha dichiarato Naveen Jain, co-fondatore e presidente di Moon Express. "La costruzione di una rete di retroriflettori laser di nuova generazione sulla Luna è anche un ottimo investimento in infrastruttura lunare per le nostre missioni future". Moon Express ha cominciato i test di volo del lander MTV-1 presso il Kennedy Space Center a dicembre del 2014. L'azienda ha recentemente annunciato un accordo con Space Florida per la gestione della storica rampa di lancio SLC-36 di Cape Canaveral.

CRATERI A PERDITA D'OCCHIO SU REA, LA LUNA GHIACCIATA DI SATURNO (Eleonora Ferroni)

Continuano ad arrivare i dati inviati da Cassini, la sonda NASA/ESA/ASI, relativi a Rea, il secondo satellite naturale di Saturno e il nono del sistema solare. Di recente la sonda, lanciata nel 1997 (ed entrata in orbita attorno a Saturno il primo luglio 2004), ha fotografato l'orizzonte della luna Rea: dall'immagine si nota in particolare il profilo leggermente irregolare e decisamente ammaccato, visti gli innumerevoli crateri sulla superficie dell'oggetto ghiacciato (1527 chilometri in larghezza). Il satellite naturale del sesto pianeta del Sistema solare, infatti, è stato scolpito da diverse collisioni, la cui storia è scritta proprio in questi crateri che non vengono disturbati da erosioni, vulcani o movimenti tellurici (come accadrebbe sulla Terra) proprio perché Rea è un oggetto relativamente "tranquillo".

La regione illuminata che si vede nella foto è l'emisfero "finale" di Rea, vale a dire quello che



si trova dalla parte opposta rispetto alla direzione dell'orbita. Questa luna di Saturno è prevalentemente composta da ghiaccio d'acqua e ha un emisfero brillante – ed è qui che c'è la maggior parte dei crateri (il cui diametro, in alcuni casi, può anche superare i 40 chilometri) – mentre l'altro si mostra attraversato da una serie di strisce chiare su fondo scuro.

Qualche dettaglio sull'immagine: il Nord di Rea è in alto, ruotato di 12 gradi verso destra e l'immagine è stata scattata dalla narrow-angle camera (NAC) in luce visibile lo scorso 10 febbraio 2015 durante l'ultimo flyby da una distanza di circa 56 mila chilometri. Da qualche mese, infatti, la sonda – dopo aver volato in prossimità dei poli di Saturno, con un'orbita molto inclinata – è tornata a orbitare attorno al piano equatoriale del pianeta e, dopo due anni, può di nuovo osservare e studiarne le lune.

EXOMARS: CONTINUA L'ESPLORAZIONE DI MARTE (Redazione Coelum Astronomia)

Maurizio Capuano e Richard Bessudo

fanno il conto alla rovescia per il lancio di una delle più grandi missioni al mondo sul pianeta rosso. Fanno parte del team di ExoMars, un progetto congiunto di ESA e di Roscosmos che intende cercare segni di vita su Marte, composto da due missioni che saranno lanciate rispettivamente nel 2016 e nel 2018. La prima astronave è quasi pronta.

Maurizio Capuano, manager del programma ExoMars 2016 (ThalesAleniaSpace): "Questo è Exomars 2016 che l'anno prossimo arriverà sul pianeta rosso. La parte bassa resterà in orbita marziana aprendo i suoi pannelli solari per prendere l'energia dal Sole, la parte superiore è il cosiddetto lander che atterrerà autonomamente sulla superficie marziana". Al Thales Alenia Space, nel Sud della Francia, la navicella spaziale è sottoposta a un rigoroso programma di test, visto che le finestre di lancio non sono frequenti, come spiega Richard Bessudo, manager del programma ExoMars Trace Gas Orbiter. "Per andare su Marte occorre ottenere le condizioni favorevoli di congiunzione tra Terra e Marte. Tenuto conto delle orbite dei due pianeti, le congiunzioni favorevoli si riproducono soltanto ogni 26 mesi".

Una volta su Marte, l'astronave si separerà in due parti. Il satellite resterà in orbita mentre il lander scenderà sulla superficie. Se avrà successo si tratterà del primo atterraggio controllato europeo su Marte. Maurizio Capuano: "Ha una forma che ricorda le navicelle spaziali, gli ufo, se vogliamo interpretarla in questa maniera, perché la forma aerodinamica dell'oggetto è la migliore per permettere un ingresso controllato nell'atmosfera marziana." La missione del 2016 fornirà informazioni cruciali: innanzitutto in che modo il lander si posizionerà su Marte. Inoltre la missione permetterà all'orbiter di annusare, come un naso gigante, l'atmosfera di Marte alla ricerca di

metano, il gas che potrebbe essere un indizio della possibile presenza di vita. Poi nel 2018 sarà lanciata la missione del rover ExoMars.

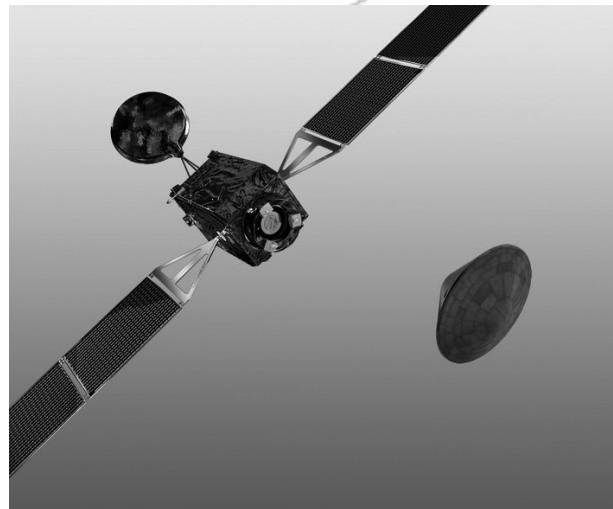
Jorge Vago (team progetto ExoMars): “ExoMars 2018 apre un nuovo capitolo dell’esplorazione su Marte. Per la prima volta ci occuperemo della terza dimensione, ossia la profondità. È molto importante, perché sotto la superficie, in profondità, abbiamo maggiori opportunità di trovare le prove di un’eventuale presenza passata della vita su Marte”.

L’invio di un veicolo per scavare su Marte è una cosa complicata. La parte più delicata è riuscire ad atterrare in modo sicuro. Poi il rover di Exomars dovrà orientarsi con cautela, punterà ad atterrare a metà strada tra le colline e le basse pianure di Marte, dove si metterà alla ricerca di acqua al di sotto della superficie, scavando fino a due metri di profondità. Pietro Baglioni (manager della missione del rover ExoMars): “La velocità della perforazione è piuttosto bassa, se la si paragona a quella che si usa per i lavori domestici. Si tratta soltanto di 50-60 watt, ossia la potenza di una lampadina. È in grado di fare un grande lavoro, di forare e ottenere campioni”.

Il rover della Nasa, Curiosity, ha confermato che Marte è abitabile. Ora toccherà a ExoMars cercare microbi allo stato fossile e tracce di molecole organiche.

Jorge Vago: “I microbi sarebbero troppo piccoli da individuare, la dimensione è compresa tra uno e pochi micron, per cui servirebbe un enorme microscopio per poterli osservare, cosa che non abbiamo nella nostra missione. Ma i microbi possono aver influenzato la forma delle rocce nel corso del tempo. L’altro tipo di firma biologica sono le molecole organiche. Dobbiamo immaginarle come mattoncini della Lego”.

Il rover di ExoMars potrebbe dunque individuare tracce della presenza di vita su Marte,



nascoste sotto la superficie, lontano da radiazioni dannose. Riuscirà a trovarne? Lo abbiamo chiesto agli esperti di ExoMars.

Pietro Baglioni: “È una domanda da 100 milioni di dollari. Sono convinto che ci sia stata vita su Marte”.

Richard Bessudo: “Credo sia molto probabile che esista vita su Marte”.

Maurizio Capuano: “Personalmente penso che non ci sia la vita su Marte, ma questa è una mia personale opinione...”

Jorge Vago: “Penso sia possibile che ci siano tracce di vita sotto la superficie”.

La risposta potrebbe arrivare entro la fine di questo decennio.

Abbiamo ricevuto l’autorizzazione di pubblicare di volta in volta su “Meridiana” una scelta delle attualità astronomiche contenute nel sito italiano “Coelum/news”.

Come quelle del Sole, con le dovute differenze

Macchie stellari (seconda parte)

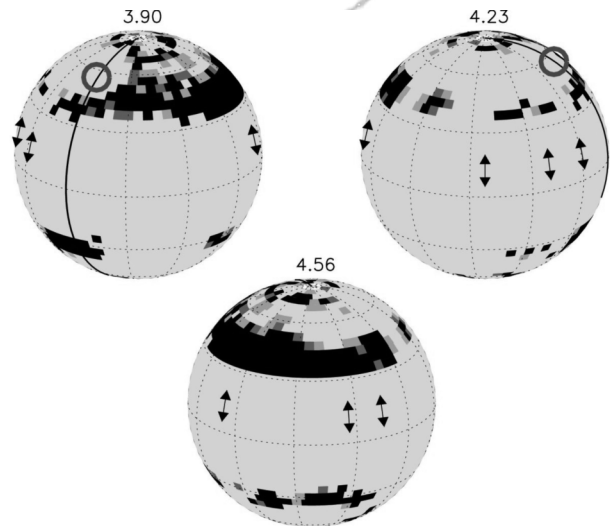
Mario Gatti

A questo punto è d'obbligo parlare delle tecniche e dei tipi di indagine che permettono una rilevazione, se pur indiretta, delle macchie stellari. La più comune e diffusa è la spettroscopia Doppler o Doppler Imaging, impiegata per stelle a rotazione rapida. Questo metodo si basa sull'analogo ottico di un effetto fisico delle onde, più noto sicuramente a proposito delle onde sonore. A tutti sarà capitato di sentire un suono emesso da una sorgente in moto rispetto a noi che siamo fermi, o che procediamo a una velocità inferiore: un'ambulanza, la macchina di un maleducato automobilista che ci sorpassa strombazzando, ad esempio. È evidente che il timbro del suono emesso da una sorgente in moto rispetto a un ascoltatore fermo non è sempre lo stesso: diventa più acuto mano a mano che la sorgente si avvicina, poi più grave mentre questa si allontana. È questo l'effetto Doppler acustico: quello che sentiamo è uno spostamento verso frequenze più alte (percepite come suoni più acuti) del suono prodotto dalla sorgente in avvicinamento, seguito da uno spostamento verso frequenze più basse (suoni più gravi), di quello prodotto dalla sorgente in allontanamento. Poiché esiste una relazione tra le frequenze dei suoni emessi e la velocità della sorgente, è possibile ricavare questa velocità misurando lo "spostamento Doppler" delle frequenze, rispetto a quella ideale emessa dalla sorgente se fosse ferma. In ottica, con la luce, accade concettualmente la stessa cosa: quando una sorgente luminosa si avvicina a un osservatore, costui vede una luce di frequenza maggiore rispetto a quella emessa dalla stessa sorgente se fosse ferma rispetto a lui. Al contrario, quando osserva la luce di una sorgente che si allontana vede

una luce di frequenza minore. Poiché i colori della luce (parliamo di quella visibile, che noi percepiamo comunemente, ma la cosa vale per qualunque frequenza della radiazione, anche se in questo caso non ha più senso parlare di colori) dipendono dalla sua frequenza e la luce rossa è di frequenza più bassa rispetto a quella blu-viola. Ecco che si parla di "spostamento verso il rosso" per la luce emessa da una sorgente che si allontana e di "spostamento verso il blu" per quella emessa da una sorgente che si avvicina all'osservatore. Che ci piacciono o no le espressioni inglesi, tutti parlano di red shift e blue shift (shift significa proprio "spostamento") e visto che è il modo di dire comune, lo adopereremo anche noi. Questo è l'effetto Doppler ottico. Chiaramente vale la stessa cosa, (anche se questo è vero solo in prima approssimazione, in realtà l'effetto Doppler in ottica è regolato da leggi più complicate) del caso acustico: dagli spostamenti della frequenza si può risalire alla velocità della sorgente. Nel caso delle stelle variabili, o per la rilevazione delle macchie stellari (che non si vedono otticamente, sono troppo lontane) si usa proprio l'effetto Doppler applicato alla spettroscopia. Come? Concettualmente la cosa è semplice: il principio è simile a quello di una TAC usata in diagnostica medica. Solo che anziché usare un dispositivo rotante che scansiona un organo umano fermo, qui si usa una stella rotante osservata con un telescopio fisso, al quale è stato applicato uno spettroscopio, che opera su una o più righe spettrali emesse dalla stella. Quando una grossa macchia stellare entra nel campo visivo del telescopio, la stella diventa più scura e ci manda meno luce, come se stesse allontanandosi da noi. Quando la macchia si è spo-

stata o, al limite, ha terminato la sua rotazione, la stella torna a produrre più luce, come se stesse tornando ad avvicinarsi a noi. Tutto ciò si traduce in spostamenti Doppler delle righe spettrali osservate. In modo non certo semplice è possibile da queste asimmetrie delle righe risalire, grazie al periodo di rotazione della stella e al tempo di durata degli spostamenti in frequenza, alla forma e alla dimensione delle macchie. Aggiungendo un altro ingrediente fondamentale si possono ricavare addirittura delle mappe che mostrano la presenza, la posizione e gli spostamenti delle macchie stellari. Questo ingrediente è l'effetto Zeeman. Anche qui non si tratta di una cosa proprio semplice ma, ridotto ai minimi termini, questo effetto consiste nell'osservazione di frequenze aggiuntive a quella principale di una riga spettrale, quando questa viene emessa da una sorgente immersa in un campo magnetico. Siccome le stelle sono delle immense macchine magnetiche, l'effetto Zeeman (nelle sue varianti dette normale e anomala) è conosciuto e super-impiegato in astrofisica. Dalle frequenze delle righe aggiuntive emesse per l'effetto Zeeman è possibile risalire in modo indiretto alle proprietà del campo magnetico. Poiché questo a sua volta determina, sottraendo calore al plasma stellare in moto convettivo sotto la fotosfera, la nascita delle macchie, fate due più due ed ecco che si può arrivare a ottenere delle "mappe magnetiche" delle stelle con relative macchie. Un esempio famoso in questo senso, offertoci da una stella a sua volta famosa per la rapidità con la quale ruota, è riportato in figura 4:

L'esempio di Speedy Mic non è che uno dei tanti ottenuti con la tecnica detta



Mapping Spots on Speedy Mic

ESO Press Photo 53/07 (19 December 2007)

This image is copyright © ESO. It is released in connection with an ESO press release and may be used by the press on the condition that the source is clearly indicated in the caption.



Mappa magnetica, ottenuta con la tecnica del Zeeman-Doppler Imaging (si veda il testo), della stella BO Microscopii posta a circa 170 anni luce dal Sole, che mostra la evidente copertura di macchie stellari. Questa stella ruota su se stessa con una rapidità impressionante: ha un periodo di 9 ore e 7 minuti. Questa caratteristica le è valsa l'appellativo di "Speedy", cioè "la veloce". Speedy Mic è anche un esempio di flare-star, un tipo di variabili che possono presentare un improvviso e imprevedibile aumento di luminosità della durata di alcuni minuti, interpretato con il rilascio di energia analogo a quello dei flare solari, che può però raggiungere su alcune stelle anche due ordini di grandezza maggiore (superflares) rispetto al Sole. Fonte: ESO.

Zeeman-Doppler Imaging, spesso abbreviata in ZDI. Oltre a questa e alle indagini spettrofotometriche, esiste un'altra tecnica,

X

impiegata questa volta per stelle a rotazione più lenta, per le quali la ZDI presenterebbe problemi di tempi di osservazione troppo lunghi. Il suo nome anglosassone è Line Depth Ratio, che si potrebbe tradurre con “rapporto di profondità di riga” ed è conosciuta con la sigla LDR. Prima di illustrarla brevemente, cerchiamo di capire cosa si intende per line depth o profondità di linea. Una riga (o linea) spettrale è tale solo in teoria, nel senso che il suo aspetto, registrato e messo su grafico da un sistema computerizzato, per esempio, non è quello di una linea ideale, piuttosto quello di una specie di curva a campana più o meno alta, larga e distorta. Quando l'aspetto è quello di una campana quasi perfetta si dice che la linea spettrale ha la forma di una curva di Gauss o Gaussiana. Matematicamente la profondità di una linea (che ha delle analogie con il concetto di profondità ottica usato per caratterizzare la trasparenza e l'opacità di un mezzo attraversato dalla luce) è il rapporto tra la differenza tra il flusso di luce continua, diminuito del valore di flusso della linea stessa, e il flusso continuo. Per dirla in parole più semplici, tanto più una linea spettrale appare a forma di campana stretta e alta tanto più la sua profondità ottica diminuisce e si avvicina allo zero. Al contrario, se la forma è quella di una campana bassa e allargata la profondità della linea si avvicina al valore 1. Qualcuno potrebbe osservare che questa definizione è diversa da altre riportate in fisica. È vero, ce n'è più di una, ma concettualmente sono tutte identiche. La profondità di linea (e questa è la cosa importante) è un parametro che dipende inoltre dalla temperatura della sorgente emittente, in modo diverso per righe diver-

se: ve ne sono alcune per le quali la profondità è per così dire più sensibile alla temperatura, altre per le quali lo è meno. Ciò premesso, vediamo in cosa consiste la tecnica LDR usata per lo studio delle macchie stellari. La sua caratteristica principale è quella di scoprire eventuali macchie non in base alla diminuzione di luminosità intrinseca della stella (spettrofotometria) o agli spostamenti Doppler delle righe (ZDI), ma grazie alla misura di variazione della temperatura superficiale della stessa dovuta alle macchie, con una precisione di più o meno 10 gradi Kelvin, che è notevole, se si pensa che si stanno studiando oggetti lontanissimi. In breve e semplificando al massimo, si procede così: la stella viene osservata in due righe spettrali, una poco sensibile e una più sensibile alla temperatura in termini di profondità. Se poniamo, per esempio, che la presenza di una macchia produca una diminuzione del 10 per cento di luminosità nel fondo continuo di radiazione (luce integrata), le due righe, se fossero identicamente sensibili alla temperatura, mostrerebbero una variazione di profondità diversa, ma il rapporto (ratio) tra le due variazioni rimarrebbe costante rispetto a quello ottenuto se la macchia non fosse presente. Ma il fatto che una delle due linee spettrali mostri una diversa variazione di profondità rispetto all'altra per la stessa variazione di temperatura fa sì che il rapporto cambi. La variazione di rapporto dipende dal calo di temperatura e dalla percentuale di superficie stellare ricoperta dalla macchia. La misura del line depth ratio permette quindi di risalire a queste caratteristiche, cioè alla forma, alle dimensioni e alla temperatura della macchia.

Esiste anche un'altra tecnica di indagine, detta astrosismologia, ma non è pane per i miei denti, troppo complicata, quindi mi limito a riportarne il nome. Dirò solo che va alla ricerca di macchie stellari studiando le oscillazioni globali di una stella (un po' come quelle di un budino dentro una ciotola che viene fatta oscillare), le loro frequenze e quelli che sono detti modi di vibrazione. Questa roba si usa anche per il Sole, si chiama eliosismologia e permette di studiare l'interno della nostra stella oltre che l'aspetto della parte nascosta del suo disco (ad esempio macchie del lato nascosto). Il termine "sismo" deriva dall'analogia di queste oscillazioni con le onde d'urto prodotte dai terremoti sulla Terra, con la differenza che un sisma terrestre ha un epicentro e rimane localizzato in una certa zona del pianeta (un terremoto, per quanto forte sia, non è avvertibile su tutta la Terra), mentre nel caso delle stelle le onde si propagano internamente a tutto l'astro e hanno una natura diversa, sono oscillazioni del plasma immerso nel campo magnetico stellare. Per chi fosse interessato a saperne di più, almeno relativamente all'eliosismologia (quindi limitandosi al caso del Sole, che poi è il laboratorio perfetto per studiare anche le altre stelle), consiglio l'ottima monografia "Advances in Global and Local Helioseismology: an Introductory Review" di Alexander G. Kosovichev, reperibile su arXiv.org, (arXiv:1103.1707v1 del 9/03/2011). C'è un sacco di matematica complicata da digerire, ma la trattazione è veramente completa ed esauriente.

Giunti a questo punto conviene iniziare a tirare un po' le fila del discorso, parlando di quelle che possono essere le somi-

Star	Type	Spectral class	T_{eff} (K)	P_{rot} (days)	$v \sin i$ (km s^{-1})
Sun	Single	G2 V	5780	25.4	2.0
EK Dra	Single	G1.5 V	5870	2.60	17.3
HD 171488	Single	G0 V	5800	1.337	38
AB Dor	Single	K0 V	5250	0.5148	91
HR 1099	RS CVn	K2 V	4800	2.84	41
HD 12545	RS CVn	K0 III	4750	24.0	21
II Peg	RS CVn	K2 IV	4600	6.72	23
FK Com	FK Com	G4 III	5080	2.40	155
HD 199178	FK Com	G5 III-IV	5450	3.32	71.5
BY Dra	BY Dra	K7 IV-V	4100	3.8	7.4
AG Dor	BY Dra	K0 V	4900	2.56	18
V410 Tau	T Tau	K4 IV	4400	1.872	77
HDE 283572	T Tau	G8 IV-V	5500	1.55	80

Proprietà di alcune stelle con macchie indagate con le tecniche descritte nel testo. Nelle colonne, da sinistra a destra, sono riportati: la sigla identificativa della stella, il tipo, se singola o binaria variabile, la classe spettrale, la temperatura superficiale, il periodo di rotazione (in giorni) e la velocità angolare equatoriale misurata per linea di vista dell'osservatore.

Fonte: Sunspots and Starspots, di J.H.Thomas e N.O.Weiss, Cambridge Astrophysics Series 46, 2012, pag.169.

glianze o discrepanze tra le macchie stellari e le più familiari, nostre, per così dire, macchie solari. Prima però, con l'aiuto della figura 5, vediamo alcune caratteristiche, spiegate nella relativa didascalia, di stelle che presentano macchie e sono state ben studiate con le tecniche illustrate in precedenza.

Come si può notare, ce n'è per tutti i gusti. Personalmente, ritengo che essere giunti a ottenere tali risultati sia una delle più grandi conquiste del pensiero scientifico e della tecnologia dell'uomo, usati per scopi intelligenti, cosa che purtroppo non sempre avviene. Lasciando da parte la filosofia, i più interessati possono trovare i dettagli fini

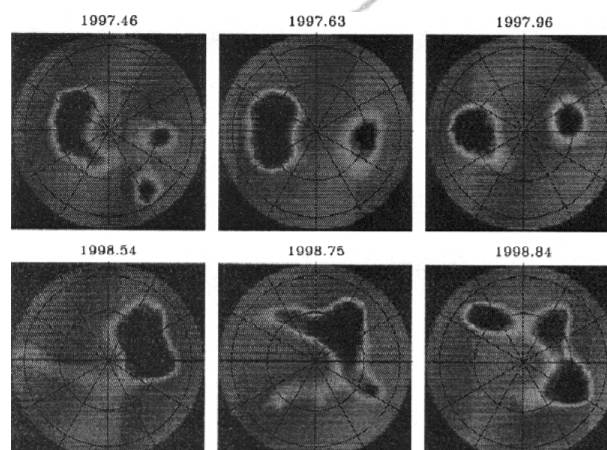
delle stelle riportate in tabella nel bellissimo libro "Sunspots and Starspots" di John H. Thomas e Nigel O. Weiss, Cambridge Astrophysics Series 46, pagine 168-177.

Per quanto riguarda il confronto tra le macchie del Sole e quelle di altre stelle, premesso che diamo ormai per sicura la loro origine comune, cioè un raffreddamento locale della fotosfera prodotto dal campo magnetico, una prima differenza balza subito all'occhio. Mentre le macchie solari sono confinate in una zona (detta appunto delle macchie) che si estende in latitudine eliografica per più o meno 30 gradi, sono noti molti casi (e la "stella pilota" di questo articolo, HD 12545, ne è un esempio lampante) di stelle che presentano macchie in prossimità delle zone polari. Questa per il Sole è cosa rara come l'acqua nel deserto: in un ciclo solare le macchie oltre i 40 gradi di longitudine si contano quasi sulle dita di una mano. In quello in corso poi non se ne parla nemmeno. Sono state rare addirittura quelle oltre i 25 gradi, figuriamoci le altre. I tipi di stelle variabili che presentano la maggiore tendenza a mostrare macchie polari sono le RS CVn e le T Tauri. Però non tutte le stelle a rapida rotazione si comportano così: ad esempio PW Andromedae (HD 1405), una giovane stella con un periodo di rotazione di 1,754 giorni, mostra una distribuzione di macchie stellari sul tipo di quelle del Sole, tra i 40 gradi di latitudine sia a Nord che a Sud. Queste macchie, però a differenza di quelle solari, hanno un'estensione da 10 a 100 volte maggiore. Questa stella ci offre l'opportunità di introdurre un'altra differenza sostanziale tra macchie solari e stellari: la dimensione. Le macchie stellari sembrerebbero essere molto, ma molto più grandi (in

rapporto alle dimensioni della stella che le ospita) relativamente a quelle del Sole. Qui però bisogna stare attenti: sarà davvero così, o i nostri metodi attuali di osservazione non riescono a distinguere tra macchie e gruppi? Mi spiego meglio: per le macchie solari non ci sono dubbi. Chi le osserva sa distinguere benissimo tra una macchia singola (magari piccolina, ma a volte molto grande) dotata spesso, ma non sempre, di una bella penombra e un grande, esteso gruppo che raccoglie molte macchie. Ma la cosa riesce perché il Sole e le sue macchie sono qui, sulla porta di casa. Chi può dire che una super macchia come quella di HD 12545 sia davvero tale, cioè singola, o non sia piuttosto un grande gruppo che le nostre tecniche di indagine non riescono a risolvere e separare in macchie più piccole? Lo stesso discorso vale per le altre macchie stellari. Alcune sono davvero enormi, ma lo saranno davvero o siamo noi che non riusciamo a capirlo? Alla fine dell'articolo troverete un riferimento bibliografico a un recente lavoro che, fra le altre cose, tenta di fare luce su questo problema, che è il vero problema aperto sulla natura delle "starspots". Altra questione: i tempi di vita. Sul Sole un gruppo di macchie raramente "vive" oltre una rotazione solare (detta rotazione di Carrington). Sono ben noti i casi di "regioni di ritorno" ma spesso, ai loro passaggi successivi sulla parte visibile del disco solare, queste si presentano molto meno strutturate e con meno macchie e anche meno facilmente interpretabili dal punto di vista delle loro caratteristiche magnetiche (conosciute come classificazione di Hale o di Mount Wilson). Sulle altre stelle le cose possono andare diversamente: la tecnica ZDI, ad

esempio, ha permesso di individuare gruppi di macchie stellari con tempi di vita molto più lunghi: da alcuni mesi fino addirittura a oltre sei anni (Henry et al. 1995). Una grande macchia polare sulla stella HR 1099, una variabile di tipo RS CVn, è stata osservata (con cadenza di almeno due osservazioni per anno) per oltre 15 anni, sebbene abbia mostrato delle variazioni di forma durante il periodo (Vogt et al. 1999, Donati 1999). Fino dove arrivano quindi le analogie e le differenze tra il Sole e le altre stelle, dal punto di vista delle macchie? Possono i nostri modelli che spiegano la natura delle macchie solari essere semplicemente riadattati, riscaldati per così dire, ed essere applicati alla produzione di un modello adatto alle molto più grandi macchie stellari? Le grandi macchie rivelate dalle tecniche illustrate in precedenza sono delle vere singole macchie o gruppi di macchie non risolti nelle macchie che li compongono? Tutte questioni che al momento non trovano una risposta. Bisogna avere pazienza, prima o poi arriverà, con le stelle i tempi sono sempre lunghi, vista anche la scala temporale delle loro vite.

Ci stiamo avviando alla conclusione del nostro viaggio sulle stelle giaguaro (a me piace chiamarle così, quando le immagino tutte macchiate come i bellissimi felini terrestri). Prima però meritano la nostra attenzione ancora un paio di cose interessanti: i cicli flip-flop e le eventuali ripercussioni della presenza delle macchie stellari sulla scoperta degli esopianeti, quelli che orbitano attorno a stelle diverse dal Sole. Cosa diavolo sono questi cicli flip-flop? Presto detto: su moltissime stelle è stato possibile osservare (si vedano la figura 6 e



Immagini doppler in proiezione polare della stella II Peg, di tipo RS CVn, che mostrano un ciclo flip-flop avvenuto tra la fine del 1997 e la metà del 1998. Fonte: Beryugina et al. 1999, pubblicata su Starspots: A Key to the stellarDynamo, di S.V.Berdyugina, Living Rev. in Solar Phys., 2, (2005), 8, (<http://www.livingreviews.org>)

la relativa didascalìa) una specie di spostamento in longitudine dell'estensione e del numero delle macchie stellari o, se preferite un termine più "solare", delle regioni attive. Nella nomenclatura anglosassone, quando ci si interessa alle variazioni in longitudine stellare, quindi nel senso Est-Ovest, delle regioni attive, queste vengono identificate con il termine active longitudes.

Ebbene, queste active longitudes mostrano spesso delle asimmetrie, delle differenze tra l'emisfero Est e quello Ovest della stella, nel senso che se tendono a ridursi da una parte allora aumentano su quella opposta, e viceversa. Questo comportamento non è casuale, ma presenta delle periodicità ben definite, diverse da stella a stella. Questa periodicità ha ispirato

il termine “ciclo flip-flop”. Il rapporto, in termini di periodicità, dei cicli flip-flop con quelli delle macchie stellari è diverso tra le stelle binarie e quelle singole. Nelle variabili RS CVn, che mostrano entrambi i tipi di ciclo, il flip-flop ha una durata doppia rispetto a quello delle macchie, mentre nelle stelle singole giovani è di circa 3-4 volte più breve. Anche il Sole ha il suo bravo ciclo flip-flop: l’attività relativa alle macchie di maggiori dimensioni si alterna in longitudine, ma in modo diverso nell’emisfero Nord piuttosto che in quello Sud. La durata media di un flip-flop solare è di 3,8 anni nell’ emisfero Nord e di 3,65 anni in quello Sud (Berdyugina e Usoskin, 2003). Inoltre è stato proposto che questa asimmetria tra Nord e Sud oscilli a sua volta su una scala temporale dell’ordine del centinaio di anni. Alcune tra le altre stelle per le quali è emersa l’evidenza di un ciclo flip-flop sono EI Eri, IM Peg, HD 37824 tra le binarie e Ab Dor, EK Dra e FK Com tra quelle singole.

Poiché gli esopianeti vengono ricercati (e trovati) con tecniche fotometriche, la presenza di macchie stellari, che si possono individuare nello stesso modo, potrebbe ostacolare la loro scoperta e alterare le loro proprietà. Uno studio in tal senso è stato proposto, per la stella chiamata Kepler 9, da C. Vilela e collaboratori, nell’articolo “Stellar Magnetism and starspots: the implications for exoplanets”, anche questo reperibile su arXiv.org (arXiv:1310.0962v1 del 3/03/2013).

Proprio per finire, per i lettori più esigenti e interessati, segnalo un recente lavoro di N. Afram e S.V. Berdyugina, “Molecules as magnetic probes of starspots” (A&A 576, A34, 2015), che propone metodi di indagine sulle macchie stellari che utilizzano gli spettri di alcune molecole, quali MgH, TiO, CaH, e FeH. Le macchie sono state studiate anche dal punto di vista magnetico attraverso la misura dei parametri di Stokes (delle cose matematiche complicate che servono a descrivere lo stato di polarizzazione della luce) e per diverse stelle, di tipo spettrale M, K e G, è stato possibile stabilire accuratamente il rapporto tra la loro temperatura fotosferica e quella delle macchie. Per le stelle di tipo G, quelle più simili al Sole, si va da un rapporto 5500K/3800K a un rapporto 6000K/4800K.

Nota finale: questo articolo è stato volutamente scritto con un taglio divulgativo come è nello stile di questa rivista, tentando di semplificare, si spera senza banalizzare, delle questioni spesso complicate. Se qualche lettore rilevasse delle imprecisioni o inesattezze nel testo, è invitato a segnalarle all’autore, inviando un messaggio a mariogatti@solarspots.net. Eventuali correzioni o aggiunte potranno essere pubblicate nei prossimi numeri.

Space Weather

Andrea Gazzi

(Come d'abitudine, nell'impossibilità di riportare la versione integrale presentata al concorso, ne riassumiamo esclusivamente le parti che pensiamo possano interessare i nostri lettori, scusandoci con l'autore e col suo professore. Il lavoro originale, in formato pdf, può essere richiesto alla nostra redazione).

Indice:

1. Introduzione	pag. 2		
Cos'è lo "Space Weather"?			
2. Struttura del Sole	pag. 3		
3. Aspetti connessi con lo Space Weather	pag. 5	5. Le tempeste solari	pag. 14
4. Eventi studiati	pag. 7	6. Previsioni	pag. 20
4.1 Flare		7. Conclusioni	pag. 22
4.2 CME		8. Nota finale	pag. 23
4.3 Vento solare e campo magnetico terrestre		9. Sitografia ed elenco immagini	pag. 37

1. Introduzione

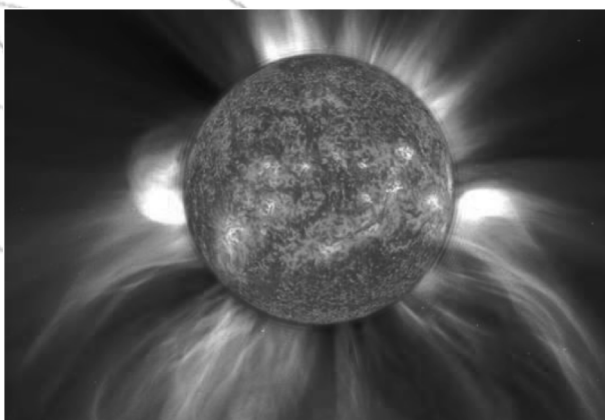
Lo studio dei fenomeni che avvengono sul Sole e le loro possibili ripercussioni sull'attività umana sulla Terra e nell'ambito delle missioni EVA (Extra-Vehicular Activities) è oggetto dello Space Weather. È una scienza di recente origine, il cui nome anglosassone viene spesso tradotto, in modo letteralmente corretto ma contestualmente impreciso, con "Meteorologia Spaziale". L'argomento in questione è molto vasto, ma soprattutto molto complesso, quindi la mia trattazione non si dilungherà troppo nella spiegazione di concetti tecnici, che richiederebbero uno studio più approfondito in materia e soprattutto molto più tempo e spazio a disposizione di quanto non ne abbia in questo lavoro. Come tutti sanno, il pianeta Terra fa parte di un contesto molto più grande, il sistema solare che, come il nome suggerisce, ha come elemento centrale il Sole. L'attività della nostra stella (rappresentata per esempio dalla presenza di macchie sulla sua superficie) non è regolare: difatti segue una periodicità media di circa undici

anni, che è l'intervallo temporale chiamato ciclo delle macchie solari o ciclo solare, anche se per essere veramente corretti con questo termine va inteso il periodo della completa inversione dei poli magnetici del Sole, che è pari a due cicli di macchie solari, quindi a ventidue anni circa.

3. Aspetti connessi con lo Space Weather

I fenomeni collegati all'attività della corona solare sono parecchi, molti dei quali sono in fase di studio. Tra questi, importanti da citare e analizzare, sono i buchi coronali e le onde di Alfvén.

Il Sole è come un enorme magnete le cui linee di campo seguono traiettorie a volte chiuse, i loop, strutture magnetiche a forma di arco ancorate a due punti, che si sviluppano dal corpo solare fino all'atmosfera, altre volte che sembrano estendersi all'infinito senza mai chiudersi. Queste ultime strutture a "linee aperte" (solo in apparenza, in quanto vanno a chiudersi a una distanza tale dal Sole da sembrare aperte nelle sue vicinanze) sono associate a zone opache della corona chiamate



La struttura del Sole fotografata dal satellite SDO (NASA)

buchi coronali e sono responsabili dell'origine del vento solare detto veloce (fast solar wind).

Esistono buchi coronali polari che si trovano a ridosso dei poli durante i minimi dei cicli solari, e buchi coronali transequatoriali che si spostano a cavallo dell'equatore del Sole durante i massimi di attività.

Col termine di onda di Alfvén si intende, in astrofisica, una perturbazione ondulatoria in un plasma che si propaga tramite oscillazioni trasversali di ioni all'interno di un campo magnetico a sua volta oscillante. La scienza che si occupa dello studio di questo tipo di onde, che per certi versi hanno un comportamento molto simile alle onde elettromagnetiche nel vuoto, è la magnetoidrodinamica. Questi studi hanno come caposaldo il teorema di Alfvén, che afferma: "In un fluido conduttore con resistività nulla (o molto piccola), le linee di campo magnetico rimangono congelate in un dato volume del fluido (frozen in)". Per parlare in termini più semplicistici, il flusso di plasma che si origina dalla superficie solare viaggia lungo le linee del campo magnetico prodotto dalla debole corrente elettrica associata al moto degli ioni del vento solare. Tutto lo spazio ne è permeato fino a distanze di decine

di Unità Astronomiche dal Sole, per questo è detto Campo Magnetico Interplanetario (IMF o Interplanetary Magnetic Field in inglese) e rimane inalterato; per questo motivo il teorema di Alfvén è denominato anche teorema del flusso congelato. Secondo questa tesi, le linee di campo sono forzate a seguire un percorso preciso, il che spiega molti fenomeni legati allo Space Weather. Qui appare chiara la netta differenza tra il magnetismo solare e quello terrestre: sul nostro pianeta campo magnetico e materia sono disaccoppiati: se si muove una massa atmosferica (per esempio quando c'è vento) il campo magnetico terrestre (geomagnetico) non ne risente assolutamente; di contro, qualunque ipotetica variazione del campo geomagnetico non potrebbe andare a influenzare la materia che compone il nostro pianeta. Sul Sole no, è tutto l'opposto: campo magnetico e materia sono accoppiati. Qualunque variazione di campo magnetico trascina con sé della materia solare e, viceversa, qualunque movimento di materia, come avviene nelle bolle di convezione che "risalgono" dalla zona convettiva verso la fotosfera raffreddandosi, si porta dietro il campo magnetico. Le linee di quest'ultimo, erompendo dalla "superficie visibile" del Sole e raffreddandola localmente, danno vita ai gruppi di macchie magneticamente bipolari. Il teorema di Alfvén, in ultima analisi, non fa che generalizzare questo discorso a ogni evento magnetico solare.

4. Eventi studiati

In questa sezione mi occuperò degli eventi di origine solare da me studiati durante la mia attività presso l'osservatorio solare dell'istituto (di cui dirò nella nota finale) e delle loro ripercussioni sulla vita nostra e del nostro pianeta.

I primi eventi che intendo considerare sono i flare. Si tratta di fenomeni transitori che compor-

tano un'improvvisa emissione di radiazione elettromagnetica, accompagnata spesso da getti di particelle quasi relativistiche (il che vuol dire con velocità paragonabile a quella della luce e con "tempi di viaggio" Sole-Terra molto brevi, da qualche decina di minuti a qualche ora) prodotta principalmente nella corona, che può durare da pochi minuti a diverse ore. L'energia rilasciata da un flare può raggiungere intensità spaventose, paragonabili alla potenza di decine di milioni di bombe atomiche.

Le informazioni che riguardano le cause dell'origine dei flare sono alquanto incerte e in fase di studio: tuttavia per quanto ne sappiamo, sembra che alla base di tali eventi ci sia un fenomeno chiamato "riconnesione magnetica". La comparsa di una nuova regione attiva accanto a un'altra preesistente comporta lo scontro di due campi magnetici di polarità opposta. Questo provoca la liberazione dell'energia devastante prima descritta e l'espulsione di particelle cariche che seguendo le linee del campo magnetico entranti, quando colpiscono la fotosfera, generano l'aumento di luminosità che produce il brillamento o flare che dir si voglia.

I secondi eventi sui quali è doveroso soffermarsi un po' di più sono le CME. Con l'acronimo CME, dall'inglese Coronal Mass Ejection, s'intende una trasformazione della struttura della corona solare correlata a una massiccia espulsione di plasma solare, che prende la forma di una nube (coronal cloud). Osservabili solo con un coronografo, strumento che riproduce la situazione di un'eclissi solare, sono divisibili in due tipi: full-halo CME se la stessa è espulsa vicino al piano equatoriale o al meridiano centrale (chiamata così perché disegna un alone intorno al disco occultatore), oppure partial-halo CME se viene emessa in corrispondenza del bordo del disco o comunque in posizione non geoeffettiva.

La massa di plasma mediamente espulsa da una CME è dell'ordine dei 1000 miliardi di chilo-

grammi che, per rendersi conto, corrispondono al peso di circa 5 miliardi e mezzo di Boeing 747. Se si parla di energia totale emessa, si ha una media di circa 1023 joule che corrispondono alla potenza esplosiva di circa 2 milioni di bombe atomiche moderne.

Giungiamo infine all'evento forse più studiato e sicuramente più noto: il vento solare. Come ho illustrato nella sezione riguardante la corona solare (2. Struttura del Sole), è proprio ciò che spiega la natura della corona stessa.

Si tratta di plasma caldo che si espande dal disco in tutte le direzioni a una velocità che si aggira, in condizioni nominali, intorno ai 300 e fin oltre i 1000 chilometri al secondo, in condizioni di Sole molto attivo (storm), pertanto raggiunge la Terra dopo circa 2-4 giorni. Il vento è quindi principalmente composto da particelle cariche elettricamente. Si può suddividere in due tipi secondo la sua origine: il vento solare veloce proveniente da

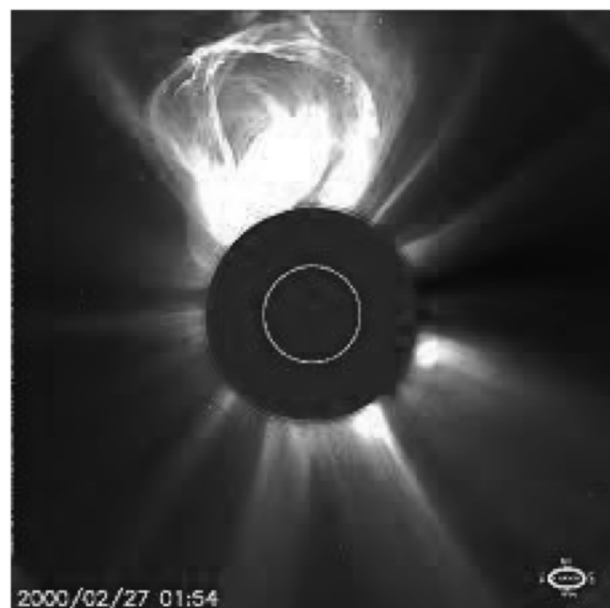
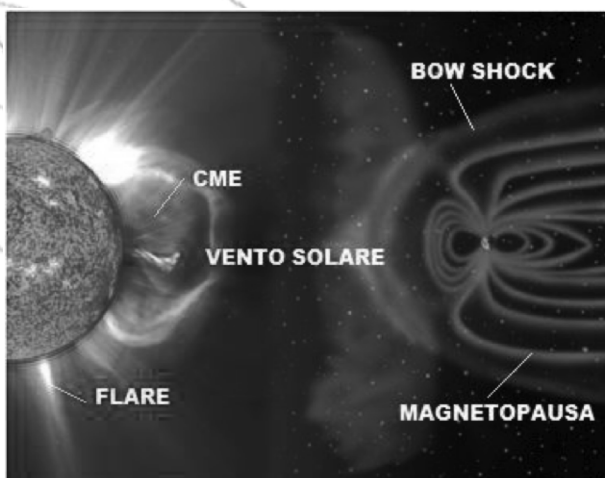


Immagine di una CME ripresa dal Satellite SOHO



Rappresentazione della magnetopausa terrestre interagente con il vento solare.

buchi coronali (emesso con velocità prossime agli 800 chilometri al secondo) e quello lento, proveniente invece da altre zone della corona, come regioni attive o getti coronali (coronal streamers).

6. Previsioni

Siamo finalmente giunti all'ultima sezione del nostro viaggio nello Space Weather, nella quale indagherò l'importanza sempre maggiore dello studio in materia, al fine di comprendere come funzionano e se ci siano possibilità di prevedere con buon anticipo gli eventi che, partendo dal Sole, possono in qualche modo essere dannosi per noi.

Senza dubbio la crescente fiducia nel progresso, ci ha portato a mettere le nostre vite completamente nelle mani della tecnologia.

Un grafico che ho elaborato presenta chiaramente come lo sviluppo tecnologico sia incrementato notevolmente nell'ultimo ventennio della nostra storia. Tuttavia il fiorire di tutti questi nuovi super macchinari all'avanguardia, ci rende sempre più dipendenti dall'energia, soprattutto dall'elettricità, e

questo non è un bene. Sappiamo ormai tutti che la fonte principale dalla quale si ricava l'elettricità è il petrolio. Recenti studi affermano che quasi la totalità di questo combustibile finirà per esaurirsi entro il 2040. Immaginate un mondo senza petrolio: niente carburante per le nostre automobili, niente energia elettrica per alimentare gli elettrodomestici e i così "indispensabili" telefoni cellulari, niente telecomunicazioni (ormai fondamentali), niente alimentazione per i macchinari che tengono in vita migliaia di persone negli ospedali. La lista potrebbe essere ancora molto lunga. "Però tanto" voi direte "cosa vuoi che succeda? Non abbiamo nulla di cui preoccuparci...poi esistono le energie rinnovabili... Non sono mai successi eventi gravi...". L'eventualità che il mondo intero possa rimanere al buio non è poi così campata per aria, purtroppo. Non tutti si rendono conto che il nostro vicino di casa, il Sole, potrebbe essere, in un futuro prossimo, una minaccia per la nostra sopravvivenza. Pensate al flare del 2003 e a tutti i flussi di particelle distruttivi che ho mostrato in precedenza: se ci avessero investito direttamente, ho seri dubbi che saremmo qui a raccontarci questa storia. I danni agli impianti elettrici e alle centrali sarebbero stati così gravi da spegnere l'intero pianeta per mesi, forse per anni; tutto ciò che ci garantisce il sostentamento sarebbe crollato come un castello di carte, con la carta dell'energia elettrica alle fondamenta.

Una soluzione c'è! Che cosa fanno tutti quando arriva un temporale per non rischiare di fulminare gli elettrodomestici? Staccano la spina. Ecco, se si sapesse in anticipo dell'arrivo della prossima "supertempesta" solare, staccheremmo le spine. Peccato che avremmo solo 8 minuti, tempo di arrivo della radiazione elettromagnetica dal Sole, per rendercene conto. È assolutamente necessario che questi fenomeni siano compresi e previsti, al fine di difenderci da ciò che potrebbe colpirci. Queste conclusioni non vogliono creare

nessun tipo di allarmismo, ma vogliono mettere al corrente dei rischi che il Sole ci fa correre. Gli eventi come quelli del 1859 e del 2003 sono estremamente rari, chissà tra quante centinaia di anni avverrà il prossimo: molte, mi auguro.

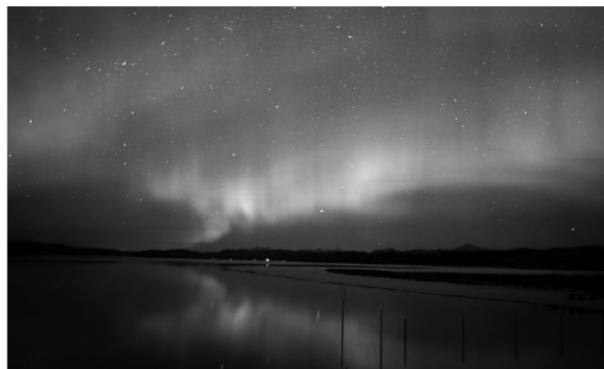
7. Conclusioni

In conclusione, nonostante sia consapevole delle difficoltà dell'argomento, spero di essere stato chiaro e semplice nella mia trattazione. Come ho già detto nell'introduzione, ho deciso di non appesantire troppo il lavoro con tecnicismi o concetti troppo complessi, al fine di rendere la lettura un po' più interessante e scorrevole. L'obiettivo che mi sono preposto è stato quello di far luce su un argomento non molto conosciuto; anche navigando su internet per reperire le notizie, mi sono reso conto che esiste molta disinformazione in merito e che molti articoli spesso tendono a gridare alla fine del mondo imminente, anche quando le ragioni per creare allarmismi di questo tipo non esistono.

8. Nota finale

Durante questi ultimi tre anni di liceo scientifico, ho avuto l'occasione di fare esperienza sullo studio del Sole, grazie al progetto "Astro.Net" promosso dalla scuola. Si tratta di un progetto basato sullo studio delle macchie solari, delle protuberanze visibili col filtro H-Alfa e sulla compilazione di un bollettino giornaliero riguardante lo Space Weather. Il nostro istituto, dal 15 settembre 2010, è stato inserito nella lista degli osservatori solari ufficialmente collaboranti con il Solar Influences Data Analysis Center (SIDC) di Bruxelles, al quale vengono inviati i dati che sono utilizzati per il calcolo degli ISN (International Sunspot Numbers). Il SIDC elabora giornalmente i dati provenienti da poco più di un centinaio di osservatori sparsi in tutto il

mondo, e il nostro è uno di questi. Il progetto mi ha permesso di conoscere queste nuove attività e in particolare mi sono specializzato nello studio delle macchie solari e nell'analisi dello Space Weather. Questo mi ha permesso, quando possibile, di inviare le mie stesse osservazioni al SIDC di Bruxelles, in quanto osservatore ufficialmente accreditato, il che mi ha incentivato a impegnarmi per svolgere il mio lavoro. Per questo ringrazio il professor Mario Gatti, direttore del nostro osservatorio solare, per il percorso che mi ha permesso di intraprendere e per la sua disponibilità, anche nella fase di revisione del lavoro qui presentato e soprattutto per avermi fatto appassionare all'argomento trattato e alle questioni riguardanti il Sole in generale.



Le aurore polari sono senza dubbio uno spettacolo che, almeno una volta nella vita, andrebbe visto. Normalmente sono visibili ad alte latitudini, in vicinanza dei poli, ma in presenza di tempeste molto intense, possono essere osservate anche a latitudini più basse.

Tutte le edizioni di Meridiana sono in rete

Stefano Sposetti
e Luca Berti

Al ritmo di una ogni 4 minuti, pagina per pagina, tutte le edizioni di Meridiana sono state trasformate in formato pdf. I numeri fatti passare al lettore elettronico vanno dall'1 al 197, cioè da maggio-giugno 1975 a settembre-ottobre 2008. Le successive erano già fruibili in formato elettronico.

Lo scanning è stato fatto da Sposetti nel mese di febbraio del 2014 e completato da Berti mediante un particolare software che ha permesso il riconoscimento dei caratteri e un'impaginazione migliore. Il lavoro è certamente nato dalla curiosità di riprendere in mano la storia della SAT, ma anche dalla necessità di portare questa memoria, perlomeno quella dagli anni settanta in poi, anche su supporto digitale. Nello sfogliare le pagine di Meridiana (molti numeri sono

stati reperiti presso la Specola) e porle sullo scanner, non si poteva non imbattersi in titoli che invogliavano alla lettura. Accanto alle immancabili notizie astronomiche e ai resoconti delle assemblee, gli articoli migliori che si aprivano dinnanzi erano quelli dei resoconti osservativi, delle spedizioni dei nostri soci, delle esperienze vissute sul campo, quelli insomma che ai tempi si leggevano d'un fiato, dalla prima all'ultima parola. Certamente non solo allora. Così è anche oggi. Con queste attività un gruppo di persone si aggrega, si coinvolge, progredisce, vive e tiene viva una passione, una società.

Pensiamo fare cosa gradita ai soci SAT mettendo a disposizione sul nostro sito web questo "patrimonio" storico.



Nuova apertura del “Sentiero dei pianeti - Monti di Saurù”

Il Comune di Lumino è lieto di annunciare l'apertura del nuovo sentiero tematico sui pianeti e la pubblicazione di uno stampato promozionale informativo per i visitatori che intendono percorrerlo.

Da subito è possibile effettuare questa affascinante escursione salendo con la funivia Pizzo di Claro, che porta i visitatori, in meno di 15 minuti, dal Comune di Lumino fino ai monti di Saurù, a quota 1.300 metri, punto di partenza del sentiero. Quest'ultimo, della lunghezza di poco meno di un chilometro e mezzo, arriva fino ai monti di Parusciana e termina presso l'aula nel bosco (la cui chiave è depositata presso il ristorante ubicato all'arrivo della funivia) sopra i monti di Saurù.

Lungo il percorso si possono ammirare 10 pannelli didattici raffiguranti il Sole, gli otto pianeti del sistema solare e una targa, posta nel luogo di Plutone, a rappresentare i 5 pianeti nani. Su ogni cartello sono riportati i dati più significativi riferiti a questi corpi celesti, accompagnati da una breve descrizione. L'intervallo fra di loro è stato calcolato in proporzione alla distanza reale nel sistema solare.

Ogni cartello è stato completato con un modellino tridimensionale del corpo celeste

che può essere illuminato tramite una torcia elettrica.

Si tratta di un sentiero particolarmente adatto alle famiglie ma anche a tutti coloro che amano le passeggiate in mezzo alla natura, con una vista mozzafiato sulle montagne circostanti.

A uso dei visitatori del “Sentiero dei pianeti” è stato creato un comodo stampato pieghevole, che descrive il percorso, i pianeti, contiene una cartina che ne riporta la sequenza, altre due cartine con le indicazioni di come raggiungere il punto di partenza e infine gli orari della funivia.

Si può ottenere il prospetto presso gli sportelli delle sedi dell'Organizzazione Turistica Regionale Bellinzonese e Alto Ticino (Bellinzona, Biasca, Airolo e Olivone) e del Comune di Lumino.

Per ulteriori informazioni:

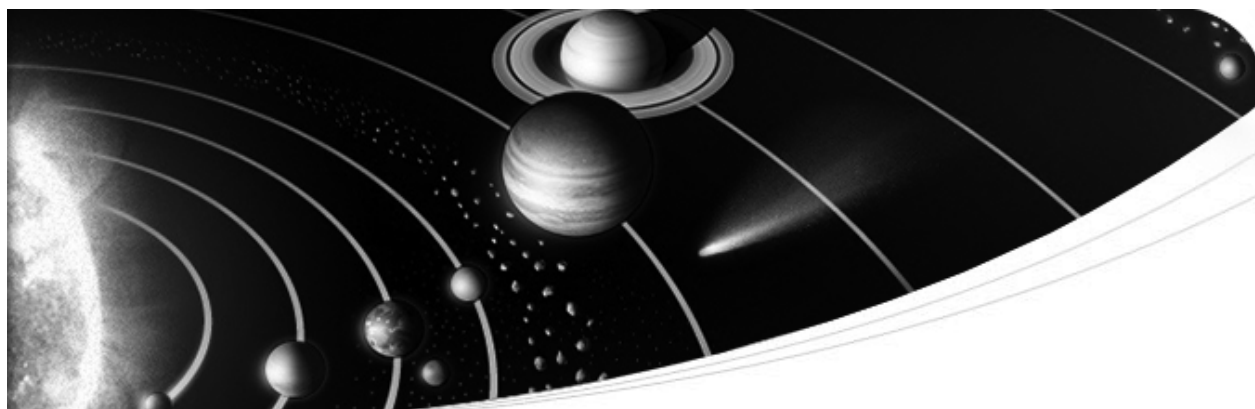
Comune di Lumino

Via Giuseppe Pronzini 1

CH-6533 Lumino

Telefono +41 (0)91 829 12 64

info@lumino.ch



8° Star Party della Svizzera italiana

Anche quest'anno la Società Astronomica Ticinese sarà ospite del Centro di Biologia Alpina di Piora. Lo Star Party si svolgerà dal 14 al 16 agosto.

È necessaria la prenotazione del pernottamento presso il Centro, anche solo per una notte. Il costo del pernottamento (senza la prima colazione) di una persona per una notte è di 25 franchi per i non soci della SAT e di 20 franchi per i soci. Poiché il Centro non è una capanna ma un ostello, è disponibile una piccola cucina per chi vorrà cucinare i propri pasti. In alternativa, si potrà mangiare in compagnia presso la Capanna Cadagno o il Canvetto, raggiungibili in pochi minuti a piedi.

Importante: il Centro di Biologia Alpina può essere raggiunto dai veicoli solo fra le 17 e le 9. Durante il giorno, fra le 9 e le 17, sulla strada tra la diga e il Centro non è permesso il transito. Durante la permanenza i veicoli dovranno essere lasciati al parcheggio a pagamento presso il Canvetto.

L'iscrizione può essere effettuata tramite Internet, compilando il formulario on-line

(<http://www.specola.ch/starparty/pren.php>), oppure compilando e spedendo il cedolino sottostante. È importante effettuare il prima possibile l'iscrizione, perché per ogni notte saranno disponibili solo 30 posti e verrà rispettato l'ordine cronologico di iscrizione. Il termine per l'iscrizione è il 2 agosto. Tutte le prenotazioni dovranno essere inoltrate alla SAT e non direttamente al Centro di Biologia Alpina. Non sarà necessario effettuare alcun versamento preliminare: le quote saranno rimosse al momento dell'arrivo a Piora.

C'è la possibilità di iscriversi anche all'escursione accompagnata lungo il percorso didattico che parte dalla diga del Ritom e finisce al Centro. Si terrà nel pomeriggio di sabato 15 agosto: il costo (200 franchi) andrà diviso tra i partecipanti alla camminata e varierà a seconda del numero di persone interessate.

Ricordiamo che lo Star Party è aperto a tutti gli interessati. Sul posto saranno presenti degli astrofili con relativo telescopio pronti a mostrare le meraviglie del firmamento e a fornire tutte le spiegazioni necessarie.

Iscrizione

Prenoto il pernottamento presso il Centro di Biologia Alpina in occasione dell'8° Star Party della Svizzera italiana, dal 14 al 16 agosto 2015.

Nome.....

Cognome.....

Indirizzo.....

Numero di telefono.....

E-mail.....

Prenotazione

Notte 14-15/8.....persone

Notte 15-16/8.....persone

Escursione.....persone

Strumenti (ev. nessuno):.....

**Da spedire a: SAT, c/o Specola Solare Ticinese, 6600 Locarno Monti
entro e non oltre il 2 agosto 2015**

Con l'occhio all'oculare...

Astrocalina

L'osservatorio (via Nav 17) sarà a vostra disposizione **ogni primo venerdì del mese**, a partire da **marzo**, per ammirare gli innumerevoli oggetti celesti che transiteranno di volta in volta.

Inoltre, **sabato 22 agosto e sabato 19 settembre** potremo ammirare la Luna verso il primo quarto e le diverse curiosità stagionali (a partire dalle 21h00 e dalle 20h30).

Appuntamenti, **per l'osservazione solare**, le prime due domeniche di **agosto (2 e 9)** dalle 14h00 alle 18h00 e le altre due (**23 e 30**) dalle 10h00 alle 12h00.

Responsabile: Fausto Delucchi (tel. 079 389 19 11) fausto.delucchi@bluewin.ch

Monte Lema

È entrata in funzione la remotizzazione/robotizzazione del telescopio. Per le condizioni di osservazione e le prenotazioni contattare il nuovo sito : <http://www.lepleiadi.ch/sitonuovo/>

Programma osservativo pubblico:

mercoledì 1°, 8, 15 e 22 luglio, (09h00-12h00) Monte Lema, osservazione Sole
giovedì 30 luglio, 27 agosto, 24 settembre, (20h00-23h00) Gravesano (piazzale dietro la Casa Comunale)

domenica 9 (14h00-16h00) e 23 agosto (10h00-12h00) Monte Lema, osservazione Venere

sabato 5 (09h00-16h30) e 12 settembre (19h00-23h30) Monte Lema, anniversario Pleiadi (in collaborazione con la Società Svizzera di Scienze Naturali)

Specola Solare

È ubicata a Locarno-Monti, vicino a MeteoSvizzera ed è raggiungibile in automobile (posteggi presso l'osservatorio).

Il **CAL** (Centro Astronomico Locarnese) comunica i prossimi appuntamenti:

venerdì 24 luglio 2015, 20:45

(osservazioni in programma: Venere, Luna, Saturno,...)

sabato 22 agosto 2015, 20:30

(osservazioni in programma: Luna, Saturno,...)

sabato 12 settembre 2015, 09:00

porte aperte alla Specola e all'IRSOL.

Giornata organizzata nell'ambito dei festeggiamenti per i 200 anni dell'Accademia Svizzera delle Scienze (si svolge con qualsiasi tempo).

Sabato 19 settembre 2015, 19:50

(osservazioni in programma: Luna, Saturno,...)

Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 14 iscritti in ordine cronologico. Le prenotazioni vengono aperte una settimana prima dell'appuntamento. Ci si può prenotare tramite Internet sull'apposita pagina (<http://www.irsol.ch/cal>) oppure telefonando al numero 091 756 23 79 dalle 10h15 alle 11h45 nei giorni feriali.

Monte Generoso

Il Gruppo Insubrico d'Astronomia del Monte Generoso (GIA-MG) comunica che, a causa dei lavori di costruzione dell'albergo in vetta e dell'interruzione della ferrovia, per tutto il 2015 è sospesa l'attività osservativa. **Probabile ripresa entro il 2016.**

Effemeridi da luglio a settembre 2015

Visibilità dei pianeti

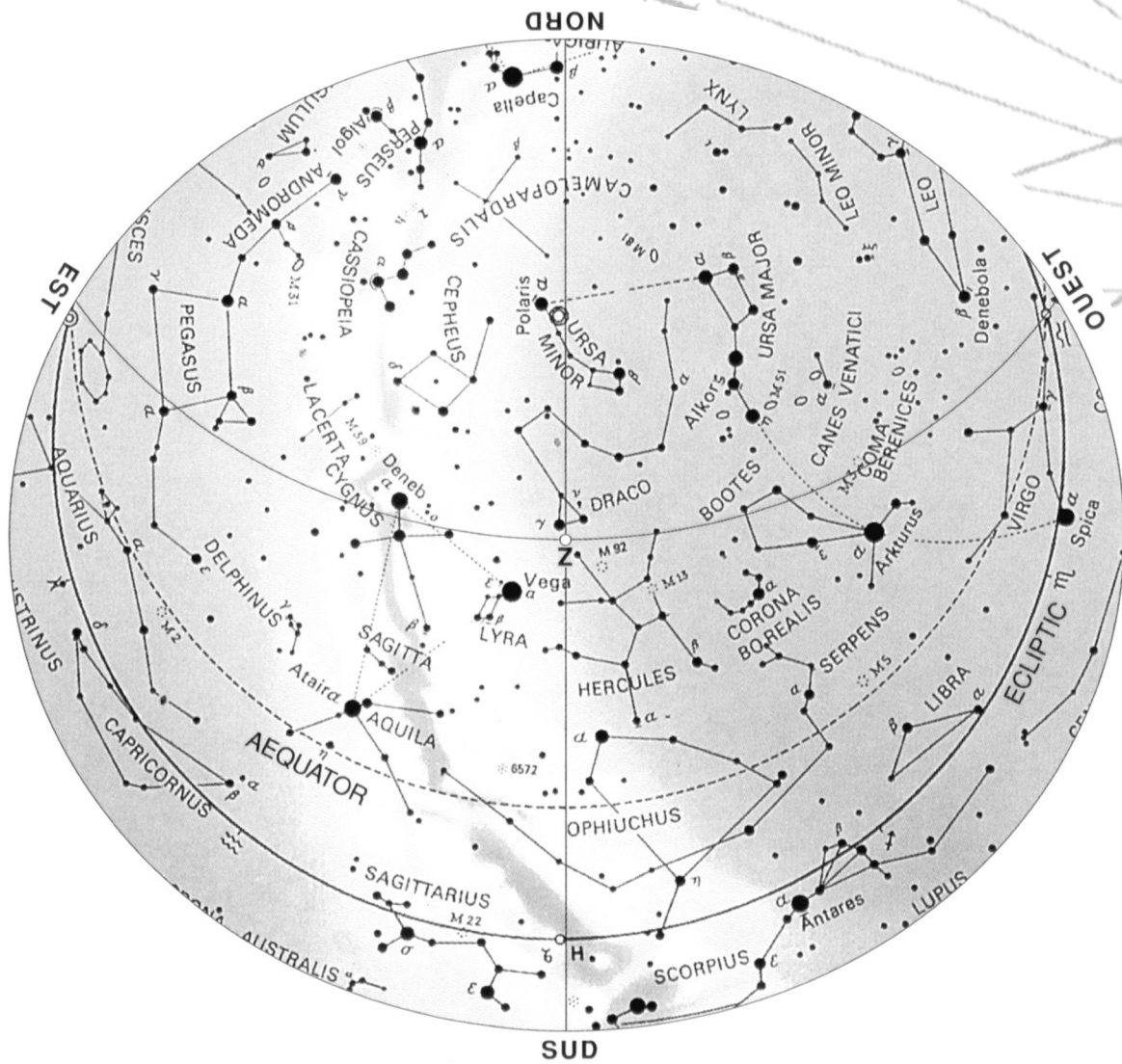
- MERCURIO** praticamente **invisibile** fino alla fine di luglio, in seguito alla elongazione eliacca del 4 settembre rimane **visibile** di sera fino all'ultima settimana di settembre, basso sull'orizzonte occidentale.
- VENERE** In congiunzione con Giove il 1.e il 31 luglio è ancora **visibile**, brillantissimo, di sera fino alla prima settimana di agosto. In congiunzione col Sole il 15 agosto, rimane **invisibile** per una quindicina di giorni, poi ricompare alla mattina e il 21 settembre arriva già alla massima luminosità (mag. -4.5) all'orizzonte orientale.
- MARTE** **invisibile** fino a fine luglio, ricompare poi al mattino, nella costellazione dei Gemelli. In settembre sorge circa un paio d'ore prima del Sole (mag. 1.7)
- GIOVE** si trova tra le stelle della costellazione del Leone ed è **visibile** di sera in luglio (mag. -1.8). Si avvicina poi sempre di più al Sole, dietro al quale scompare il 26 agosto(congiunzione). **Invisibile** in settembre.
- SATURNO** è **visibile**, basso, tra le costellazioni dello Scorpione e della Bilancia (mag. 0.3) fino a mezzanotte in luglio, in agosto si avvicina progressivamente al Sole e alla fine di settembre tramonta circa due ore dopo l'astro del giorno.
- URANO** nella costellazione dei Pesci (mag. 5.8) è **visibile** nella seconda parte della notte in luglio. In attesa della sua opposizione di ottobre, si mostra praticamente tutta la notte in settembre.
- NETTUNO** si trova nella costellazione dell'Aquario e precede Urano di due ore e mezza, è **visibile** nella seconda parte della notte in luglio (mag. 7.9). In opposizione il 1° settembre, rimane poi visibile tutta la notte.

FASI LUNARI



Luna Piena	2 e 31 luglio,	29 agosto,	28 settembre
Ultimo Quarto	8 luglio,	7 agosto,	5 settembre
Luna Nuova	16 luglio,	14 agosto,	13 settembre
Primo Quarto	24 luglio,	22 agosto,	21 settembre

-
- Eclissi** Parziale di Sole il 13 settembre, **invisibile da noi**, visibile dall'estremo Sud Africa all'Antartico.
- Totale di Luna il 28 settembre, **visibile da noi** dalle 4h10 alle 5h23 come totalità.
- Stelle filanti** Lo sciame delle **Perseidi** è attivo dal 17 luglio al 24 agosto, con un massimo il 17 agosto e una frequenza oraria prevista di 100 meteore. La cometa di origine di queste "lacrime di San Lorenzo" (come sono chiamate popolarmente) è la 109P Swift-Tuttle.
- Autunno** La Terra si trova all'equinozio il **23 settembre**, alle 10h21. La durata del giorno è uguale a quella della notte e per il nostro emisfero ha inizio l'autunno.

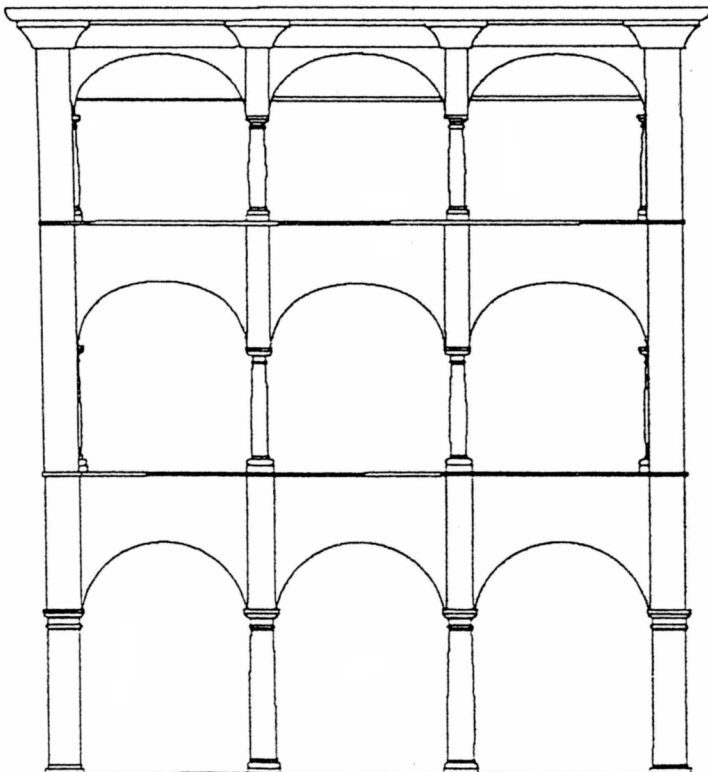


12 luglio 24h00 TL

12 agosto 22h00 TL

12 settembre 20h00 TL

Questa cartina è stata tratta dalla rivista Pégase, con il permesso della Société Fribourgeoise d'Astronomie.



LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

PIAZZA GRANDE 32

6600 LOCARNO

Tel. 091 751 93 57

libreria.locarnese@ticino.com

Libri divulgativi di astronomia

Atlanti stellari

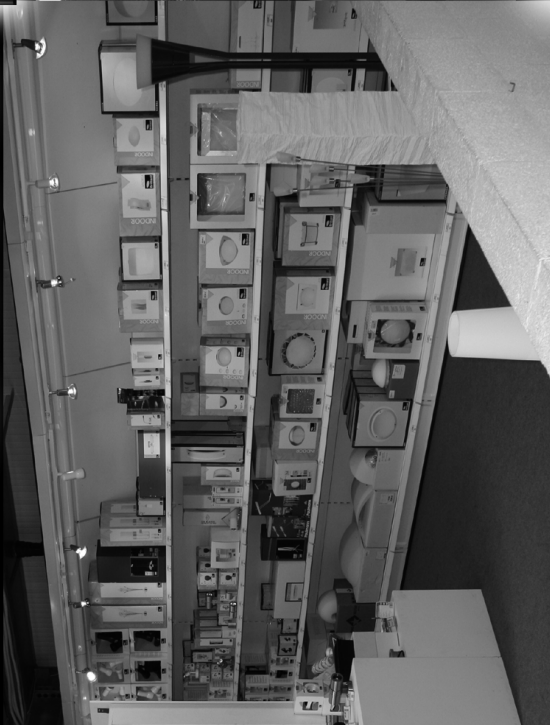
Cartine girevoli "SIRIUS"
(modello grande e piccolo)

G.A.B. 6616 Losone

Corrispondenza:

Specola Solare - 6605 Locarno 5

shop online



www.bronz.ch