



Società Astronomica Ticinese
Associazione Specola Solare Ticinese

Anno L 290
Luglio-Agosto-Settembre 2024

Meridiana

astroticino.ch

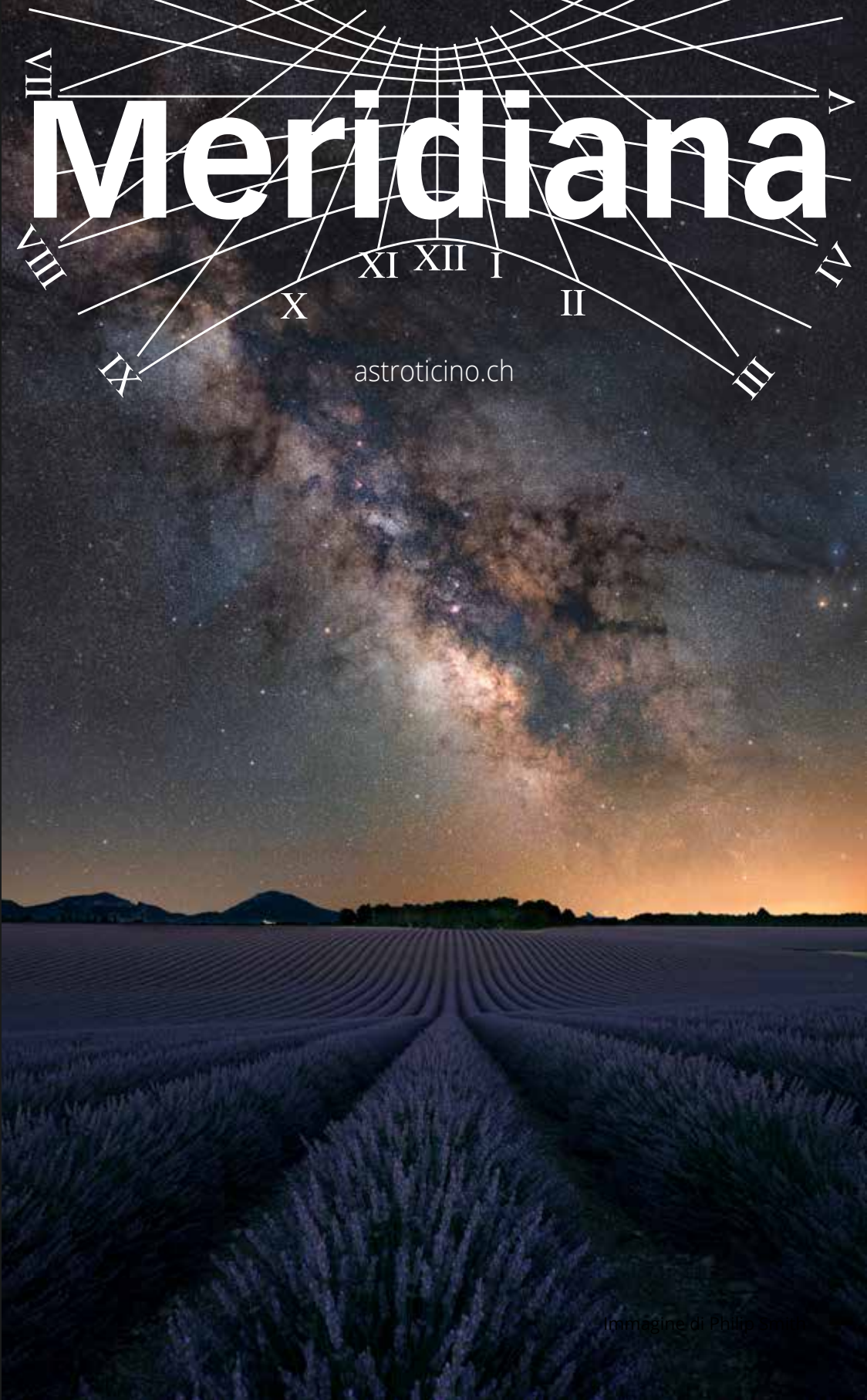


immagine di Philip

Un autunno stellare

Le giornate si stanno accorciando. Il 22 settembre, nell'emisfero boreale, la notte durerà quanto il giorno (circa); da lì in poi, per sei mesi, sarà il regno del buio. E per quanto in molti preferiscano le lunghe serate di fine primavera e inizio estate, l'autunno offre forse una delle condizioni migliori per mettersi a guardare le stelle: con una notte che arriva prima, si possono iniziare le osservazioni già in serata e senza necessariamente rimanere alzati fino a tardi. Le ultime calure estive (ahinoi sempre più prolungate) permettono inoltre di non doversi per forza portare appresso abiti pesanti per arrivare al termine della serata.

Il consiglio è quindi quello di approfittare di questo periodo per spostarsi in un luogo non troppo inquinato da luci artificiali e scoprire un po' il firmamento, sia ad occhio nudo, sia con il proprio binocolo, sia con un telescopio. Lo si può fare in autonomia, godendosi un po' di tranquillità e un po' di solitudine, ma anche in buona compagnia, condividendo un'esperienza che è sempre magica. Come al solito, in coda a questo numero troverete alcuni suggerimenti su cosa osservare, più una cartina che vi permetterà di orientarvi nel cielo stellato. Vale la pena anche approfittare dei numerosi appuntamenti in agenda, che includono passeggiate al chiaro di luna e osservazioni accompagnati da esperti.

Mentre si è a casa, invece, date un'occhiata ai contenuti di questa Meridiana: si parlerà di caverne sulla Luna, che un po' come le caverne dei primi ominidi, potrebbero diventare il rifugio per l'umanità su un nuovo mondo, ma si parlerà anche di miti, di fotografie da perdere il fiato e di matematica applicata al Sole. Buon autunno e buona lettura.

In copertina

La Via Lattea ripresa da Nicola Beltraminelli nei campi di lavanda di Valensole (Francia). Composizione di 2 immagini, una del paesaggio poco prima della notte e un assemblaggio di 100 immagini wdi 59 secondi ciascuna a 1250 iso per la Via Lattea.

Vuoi abbonarti?

Non perdere nemmeno un numero di Meridiana è semplice: basta diventare soci della Società Astronomica Ticinese (www.astroticino.ch) e/o dell'Associazione Specola Solare Ticinese.

La quota sociale della SAT è di 40.- franchi all'anno (20.- per i ragazzi con meno di 20 anni)

e può essere versata sul conto corrente postale n. 65-157588-9 intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione alla SAT comprende l'abbonamento a "Meridiana" (valore di 30.-), garantisce di poter prendere in prestito il telescopio e la ccd della società, nonché l'accesso alla biblioteca. È possibile anche solo abbonarsi a Meridiana al prezzo di 30.- franchi all'anno.

Attività pratiche

Le seguenti persone sono a disposizione per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.

Stelle variabili

A. Manna

andreamanna@bluewin.ch

Sole

R. Ramelli

renzo.ramelli@irsol.usi.ch

Meteorite, Corpi minori, LIM e Pianeti

S. Sposetti

stefanosposetti@ticino.com

Astrofotografia

Carlo Gualdoni

gualdoni.carlo@gmail.com

Inquinamento luminoso

S. Klett

stefano.klett@gmail.com

Osservatorio 'Calina', Carona

F. Delucchi

fausto.delucchi@bluewin.ch

Osservatorio Monte Lema

G. Luvini

079 621 20 53

Gruppo giovani

Davide Speziga

davide@speziga.ch

Astroticino.ch

Anna Cairati

acairati@gmail.com



www.astroticino.ch/abbonati

Sommario

Numero 290 - Luglio - Agosto - Settembre 2024



Astrofotografia

Occhio di gatto: una foto per due

La sfida comune di un fotografo planetario e di un fotografo del cielo profondo per spingere i propri strumenti al limite (e ottenere una foto spettacolare)

Aggiornamenti

4 Astronotiziario

Le novità dal mondo astronomico.

I miti

12 Le ultime fatiche del giovane Ercole

Dalla nona alla dodicesima fatica: si conclude il nostro viaggio nel mito che dà il nome a una costellazione dell'emisfero boreale.

Scoperte

16 Grotta lunare fatti capanna

La conferma dell'esistenza di grotte sulla Luna potrebbe aprire nuove conoscenze e a future colonie umane.

Premio Fioravanzo

30 Il campo magnetico in un'equazione

La stima matematica svolta tramite la modellizzazione di misure spettropolarimetriche nell'ambito del trasporto radiativo.

Dall'ASST

32 Assemblea ASST

Il rapporto del presidente Philippe Jetzer all'ultima assemblea ordinaria dell'Associazione Specola Solare.

Osservare

37 Cartina, eventi ed effemeridi

Il cielo e gli eventi dei prossimi mesi.



Bimestrale di astronomia

Editore

Società Astronomica Ticinese
c/o Specola Solare Ticinese
6605 Locarno Monti

Redazione

Luca Berti e Andrea Manna
(co-direttori), Michele Bionda, Anna Cairati, Philippe Jetzer

Hanno collaborato

William Berni (impaginazione), Manjula Bhatia, Nicola Beltraminelli, Yannik Chiesi

Stampa

Tipografia Poncioni SA
Losone

Abbonamenti

Importo minimo annuale
Svizzera CHF 30.-
Estero CHF 35.-

Con il sostegno della Repubblica e Canton Ticino / Aiuto federale per la lingua e cultura italiana

La responsabilità del contenuto degli articoli è degli autori

Astronotiziario

in collaborazione con **COELVM**
ASTRONOMIA

Un pinguino per i due anni del James Webb Telescope

dalla redazione di Coelum

Un duo di galassie interagenti note come Arp 142 commemora il secondo anniversario scientifico del telescopio spaziale James Webb della NASA/ESA/CSA. La loro interazione in corso è stata messa in moto tra 25 e 75 milioni di anni fa, quando il Pinguino (catalogato individualmente come NGC 2936) e l'Uovo (NGC 2937) hanno completato il loro primo passaggio. Continueranno a ondeggiare e oscillare prima di fondersi in un'unica galassia tra centinaia di milioni di anni.

Prima del loro primo approccio, il Pinguino aveva la forma di una spirale. Oggi, il suo centro galattico brilla come un occhio, le sue braccia formano un becco, una testa, una spina dorsale e una coda a ventaglio.

Come tutte le galassie a spirale, la Penguin è ancora molto ricca di gas e polvere. La "danza" delle galassie esercita una forza gravitazionale sulle aree più sottili di gas e polvere della Penguin, facendole schiantare in onde e formare stelle. Cercate quelle aree in due punti: quello che sembra un pesce nel suo "becco" e le "piume" nella sua "coda".

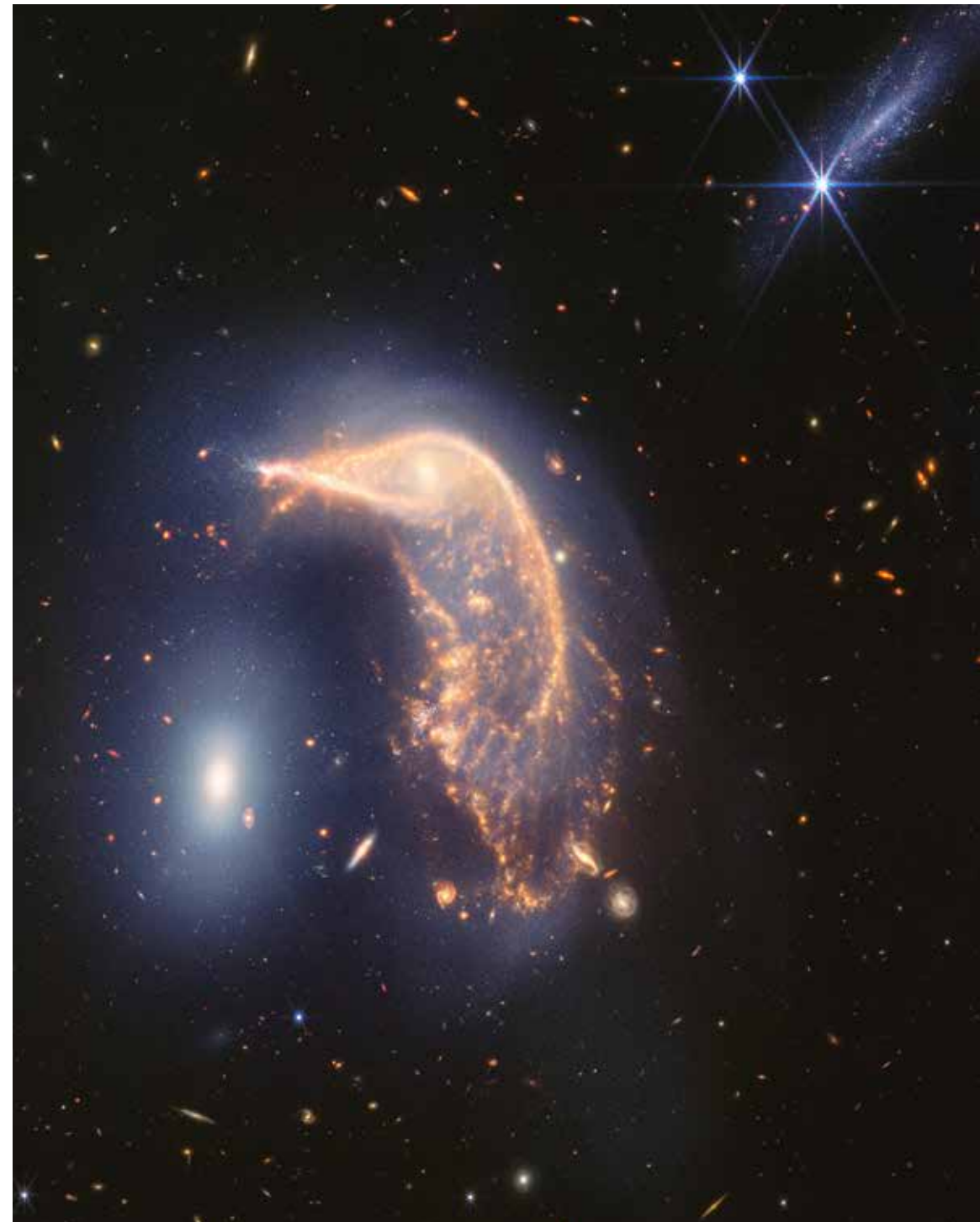
Intorno a queste stelle più recenti c'è materiale simile al fumo che include molecole contenenti carbonio, note come idrocarburi aromatici policiclici, che Webb è eccezionale nel rilevare. La polvere, vista come archi arancioni più deboli e profondi, si lancia anche dal suo becco alle penne della coda.

Al contrario, la forma compatta dell'Uovo rimane in gran parte invariata. Come galassia ellittica, è piena di stelle invecchiate e ha molto meno gas e polvere che possono essere impiegati per formare nuove stelle. Se entrambe fossero galassie a spirale, ciascuna terminerebbe la prima "torsione" con la formazione di nuove stelle e riccioli vorticosi, noti come code di marea.

Un altro motivo per cui l'Uovo appare indisturbato è che queste galassie hanno all'incirca la stessa massa, motivo per cui la galassia ellittica più piccola non è stata inghiottita o distorta dal Pinguino.

Si stima che il Pinguino e l'Uovo siano distanti circa 100mila anni luce, piuttosto vicini in termini astronomici. Per contestualizzare, la Via Lattea e la nostra vicina più prossima, la Galassia di Andromeda, distano circa 2,5 milioni di anni luce, circa 30 volte in più. Anche loro interagiranno, ma non prima di circa 4 miliardi di anni (per inciso, la distanza tra noi e il Pinguino è di circa 326 milioni di anni luce).

In alto a destra dell'immagine c'è una galassia di taglio, catalogata PGC 1237172, che si trova 100 milioni di anni luce più vicina alla Terra. È anche piuttosto giovane, brulicante di nuove stelle blu. Nell'immagine di Webb, solo nel medio infrarosso, PGC 1237172 praticamente scompare. La luce del medio infrarosso cattura in gran parte stelle più fredde e vecchie e un'incredibile quantità di polvere. Poiché la popolazione stellare della galassia è così giovane, "svanisce" nella luce del medio infrarosso.



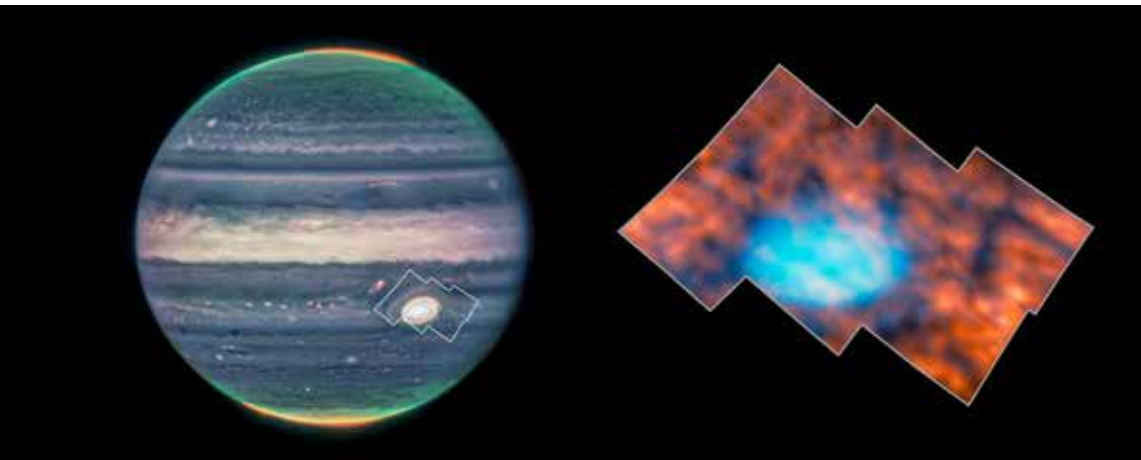
Balletto cosmico

Il duo di galassie Arp 142 viste dal James Webb Telescope. (NASA, ESA, CSA, STScI)

Nella Grande Macchia Rossa tracce di onde gravitazionali

dalla redazione di Coelum

Utilizzando il telescopio spaziale James Webb JWST della NASA/ESA/CSA, gli scienziati hanno osservato la regione sopra l'iconica Grande macchia rossa di Giove per scoprire una varietà di caratteristiche mai viste prima. La regione, precedentemente ritenuta di natura insignificante, ospita una varietà di strutture e attività complesse che potrebbero avere origine dalle onde gravitazionali. La straordinaria sensibilità del JWST consente agli scienziati di studiare l'atmosfera superiore di Giove sopra la famigerata Grande macchia rossa scoprendo nuovi e inaspettati dettagli come archi scuri e punti luminosi. Gli astronomi hanno sempre considerato l'alta atmosfera un strato tutto sommato particolarmente tranquillo anche a causa delle deboli radiazioni solari che impattano sulla superficie di Giove così lontano dal Sole. Si stima infatti che le radiazioni a cui Giove è sottoposto siano solo il 4% di quelle che invece cattura la Terra. Analizzando la Grande macchia rossa con lo spettrografo del vicino infrarosso del JWST NIRSpec e scorti grandi movimenti della sezione più alta, gli astronomi ipotizzano che alla base delle irregolari strutture possano esserci moti dovuti alle onde gravitazionali. Simili effetti si verificano anche sulla Terra ma l'intensità è così contenuta da renderli irrilevanti. Diversa potrebbe essere la condizione su un pianeta molto ma molto più grande come è il gigante gassoso, tanto da rendere questi fenomeni così violenti da condizionare i movimenti delle masse dell'atmosfera. Si tratta di una prima ipotesi che potrà essere avvalorata anche con l'ausilio della missione Juice Jupiter Icy Moons Explorer dell'ESA che, lanciata il 14 aprile 2023, effettuerà osservazioni dettagliate di Giove e delle sue tre grandi lune oceaniche – Ganimede, Callisto ed Europa. Interessante, ma dovremo aspettare per scoprire il mistero.



I segni nell'atmosfera di Giove

L'immagine è sfocata e varia dal rosso al blu nei colori, dove i colori più blu mostrano altitudini inferiori nell'atmosfera di Giove e i colori più rossi mostrano altitudini maggiori. (ESA/Webb, NASA e CSA, H. Melin, M. Zamani)

Coppie di buchi neri in modulazione di frequenza

di Sofia Cussini / INAF

Utilizzare le onde gravitazionali emesse dalle coppie di buchi neri più piccoli come segnale "portante" per cogliere quelle a frequenza molto più bassa, emesse da sistemi binari di buchi neri supermassicci, attualmente precluse agli interferometri. L'idea, illustrata su Nature Astronomy da un team guidato dal Max-Planck-Institut für Astrophysik, richiederebbe rivelatori sensibili ai decimi di hertz. Pensando all'immensità dello spazio l'idea di trovare qualcosa potrebbe sembrare come cercare un ago in un pagliaio. L'esperienza comune suggerirebbe, come anche il modo di dire, che trovare un oggetto piccolo sia molto più difficile che trovarne uno enorme, eppure in astrofisica non è così per tutto, non almeno quando si parla di coppie di buchi neri. Con gli interferometri per onde gravitazionali, per esempio, è più facile trovare una coppia di aghi che di mietitrebbie. Un team di ricercatori guidato dal Max-Planck-Institut für Astrophysik (Mpa, in Germania) ha dunque proposto una nuova idea per rilevare le coppie dei buchi neri più grandi – quelli supermassicci – analizzando le onde gravitazionali prodotte dalla fusione di buchi neri piccoli presenti nelle vicinanze. Un approccio, illustrato su Nature Astronomy, che richiederà rivelatori di onde gravitazionali sensibili a frequenze nell'ordine dei decimi di hertz ("deci-Hz") per studiare coppie di buchi neri che altrimenti rimarrebbero inaccessibili.

Ci sono ancora dei grandi misteri nell'astronomia e uno di questi è proprio l'origine dei buchi neri supermassicci che si trovano al centro delle galassie. Potrebbero essere sempre stati massicci ed essersi formati quando l'universo era ancora molto giovane; oppure potrebbero essere cresciuti nel tempo accrescendo materia e altri buchi neri. Quando un buco nero supermassiccio sta per divorarne un altro massiccio, la coppia emette onde gravitazionali, ovvero increspature nello spazio tempo che si propagano attraverso l'universo.

Negli ultimi anni sono state rilevate onde gravitazionali da queste fusioni, ma solo provenienti da piccoli buchi neri, che sono i resti delle stelle. A oggi, infatti, rilevare i segnali di singole coppie di buchi neri supermassicci è ancora impossibile, in quanto gli attuali interferometri non sono sensibili alle bassissime frequenze delle onde gravitazionali che emettono. I futuri rivelatori in corso di realizzazione – come la missione spaziale Lisa, guidata dall'Esa – dovrebbero risolvere questo problema, anche se rimarrà estremamente impegnativo rilevare le coppie di buchi neri più massicci.

"La nostra idea funziona fondamentalmente come l'ascolto di una stazione radio. Proponiamo di utilizzare il segnale proveniente da coppie di piccoli buchi neri in modo simile a come le onde radio trasportano il segnale. I buchi neri supermassicci sono la musica codificata nella modulazione di frequenza (Fm) del segnale rilevato", spiega Jakob Stegmann, autore principale dello studio e ricercatore post-dottorato al Mpa. "L'aspetto innovativo di questa idea è quello di utilizzare le alte frequenze, che sono facili da rilevare, per sondare le frequenze più basse, alle quali non siamo ancora sensibili".

Risultati recenti ottenuti dai pulsar timing array supportano già l'esistenza della fusione di sistemi binari di buchi neri supermassicci. Questa prova è, tuttavia, indiretta e proviene dal segnale collettivo di molte binarie distanti che creano effettivamente rumore di fondo.

Il nuovo metodo proposto per rilevare le fusioni di singole coppie di buchi neri supermassicci sfrutta le piccole perturbazioni che le onde gravitazionali a bassa frequenza da esse emessi – la “musica” della stazione Fm, nell’analogia di Stegmann – imprimono sulle onde gravitazionali a frequenza molto più elevata – la “portante”, sempre nell’analogia – emesse dalla fusione di una coppia di piccoli buchi neri di massa stellare presente nelle vicinanze. Il sistema binario dei piccoli buchi neri funzionerebbe quindi come un “faro” in grado di rivelare l’esistenza della coppia di buchi neri massicci. Captando le minuscole modulazioni di frequenza nei segnali provenienti dai sistemi binari di piccoli buchi neri, gli scienziati potrebbero così identificare i sistemi binari di buchi neri supermassicci fino a oggi nascosti, quelli con masse che vanno da 10 milioni a 100 milioni di volte quella del Sole, anche a grandi distanze.

"Mentre il percorso per il Laser Interferometer Space Antenna (Lisa) è ora impostato, dopo l'adozione da parte dell'EsA lo scorso gennaio", dice Lucio Mayer, coautore dello studio e teorico dei buchi neri all'Università di Zurigo, "la comunità deve valutare la migliore strategia per la prossima generazione di rilevatori gravitazionali, soprattutto su quale gamma di frequenze focalizzarsi. Studi come questo portano una forte motivazione a dare priorità alla progettazione di un rilevatore deci-Hz".

"L'articolo presenta un'idea molto bella e intelligente, che resta fantascienza finché non avremo un rilevatore di deci-Hz", commenta Selma E. de Mink, direttrice del Mpa, non coinvolta nello studio, "ma abbiamo davvero bisogno di creatività e idee fuori dagli schemi come questa se vogliamo avere la possibilità di risolvere i più grandi misteri dell'universo".

Licenza per il riutilizzo del testo: CC BY-NC-SA 4.0



Tango gravitazionale

La simulazione di due buchi neri supermassicci prossimi alla fusione (Stéphane d'Ascoli et al, NASA GSFC).

Gaia scopre oltre 350 nuovi asteroidi binari

di Valentina Guglielmo / INAF

Avrete forse sentito parlare della coppia di asteroidi Didymos e Dimorphos, protagonisti della prima missione di difesa planetaria della Nasa con lo schianto della sonda Dart sul più piccolo dei due, Dimorphos. Insieme formano un sistema binario in cui – secondo recenti studi – il secondario Dimorphos, quello impattato dalla sonda Dart, ha avuto origine anche grazie all’espulsione di massi dal primo. Su *Astronomy & Astrophysics* è apparsa la notizia che il satellite Gaia dell’EsA è stato in grado di trovare più di 350 piccoli compagni come Dimorphos attorno ad asteroidi già noti, ma ritenuti solitari. Una scoperta tanto preziosa quanto inattesa, questa di Gaia. Tornando a Dart, infatti, sebbene l’obiettivo principale della missione fosse la deviazione dell’asteroide come test di difesa planetaria, i risultati scientifici ottenuti dall’analisi dei due corpi, e della loro storia come coppia, non sono meno importanti. Gli asteroidi, infatti, sono oggetti utilissimi e unici per studiare la formazione e l’evoluzione del Sistema solare e quando si trovano in configurazione binaria hanno un valore aggiunto: permettono di studiare come si formano, si scontrano e interagiscono corpi diversi nello spazio.

Secondo la teoria, sistemi simili a Didymos e Dimorphos non dovrebbero essere così rari, o per lo meno, dovrebbero essere più numerosi rispetto a quelli trovati finora. Al di là della difficoltà oggettiva nel trovare minuscoli satelliti in orbita attorno ad asteroidi noti – e già di per sé piccoli – le tecniche osservative a disposizione selezionano solo determinate configurazioni, tralasciando intere classi di oggetti e sistemi.

Fra i vari modi di individuare la presenza di un satellite attorno a un asteroide principale, c’è la cosiddetta ricerca delle anomalie astrometriche periodiche. Ovvero di spostamenti nella posizione di un asteroide che risultano anomali rispetto al moto che ci si aspetterebbe se questo fosse solo nello spazio, e periodici, e dunque spiegabili ipotizzando che siano causati dall’influenza gravitazionale di un altro corpo. Isolare questa piccola anomalia nel moto e misurarla è davvero difficile per quasi qualunque telescopio attualmente operativo, sulla Terra e in orbita. A eccezione di Gaia, che, come dicevamo, ha azzardato la prima ricerca sistematica di sistemi binari di asteroidi “alla cieca”, ovvero senza alcuna ipotesi di binarietà.

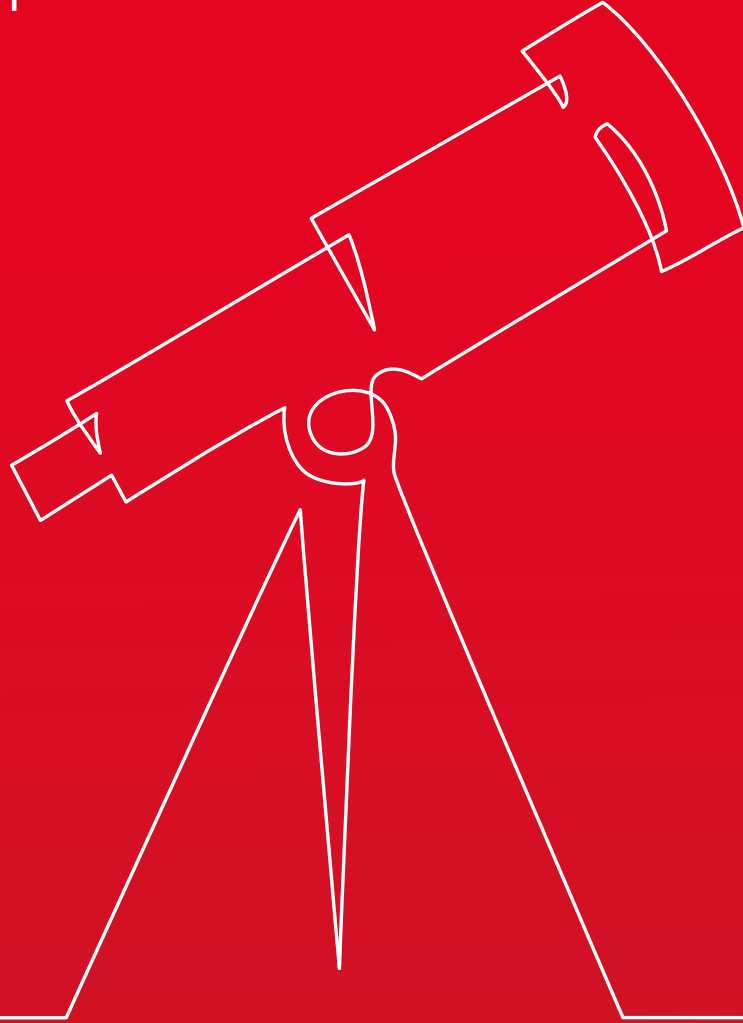
Finora il telescopio spaziale era stato usato solamente per confermare – o smentire – alcuni candidati sospetti e selezionati mediante altre tecniche. Ma la precisione di misura e la capacità dimostrata in questo esercizio ha spinto gli astronomi a tentare il passo successivo, ovvero quello di cercare, in asteroidi ritenuti singoli, la presenza di piccoli compagni. Uno sforzo che non si è rivelato azzardato, visto che Gaia ne ha già trovati 352.

"Gli asteroidi binari sono difficili da trovare perché sono per lo più corpi piccoli e lontani da noi", spiega Luana Liberato dell’Observatoire de la Côte d’Azur, in Francia, e prima autrice del nuovo studio. "Nonostante ci aspettassimo che poco meno di un sesto degli asteroidi avesse un compagno, finora abbiamo trovato solo 500 asteroidi in sistemi binari. Ma questa scoperta dimostra che là fuori ci sono molte lune attorno ad asteroidi che aspettano solo di essere trovate".

Gli autori hanno analizzato tutti i dati del terzo invio di Gaia, che contiene misure precisissime delle posizioni e dei moti di oltre 150mila asteroidi. Non solo, il satellite ha anche raccolto dati sulla chimica degli asteroidi e compilato così la più grande collezione di

Pacchetti BancaStato

I nostri pacchetti per i ticinesi



Pacchetto
GIOVANE

CHF 0

AL MESE

Pacchetto
INDIVIDUALE

CHF 12

AL MESE

Pacchetto
FAMIGLIA

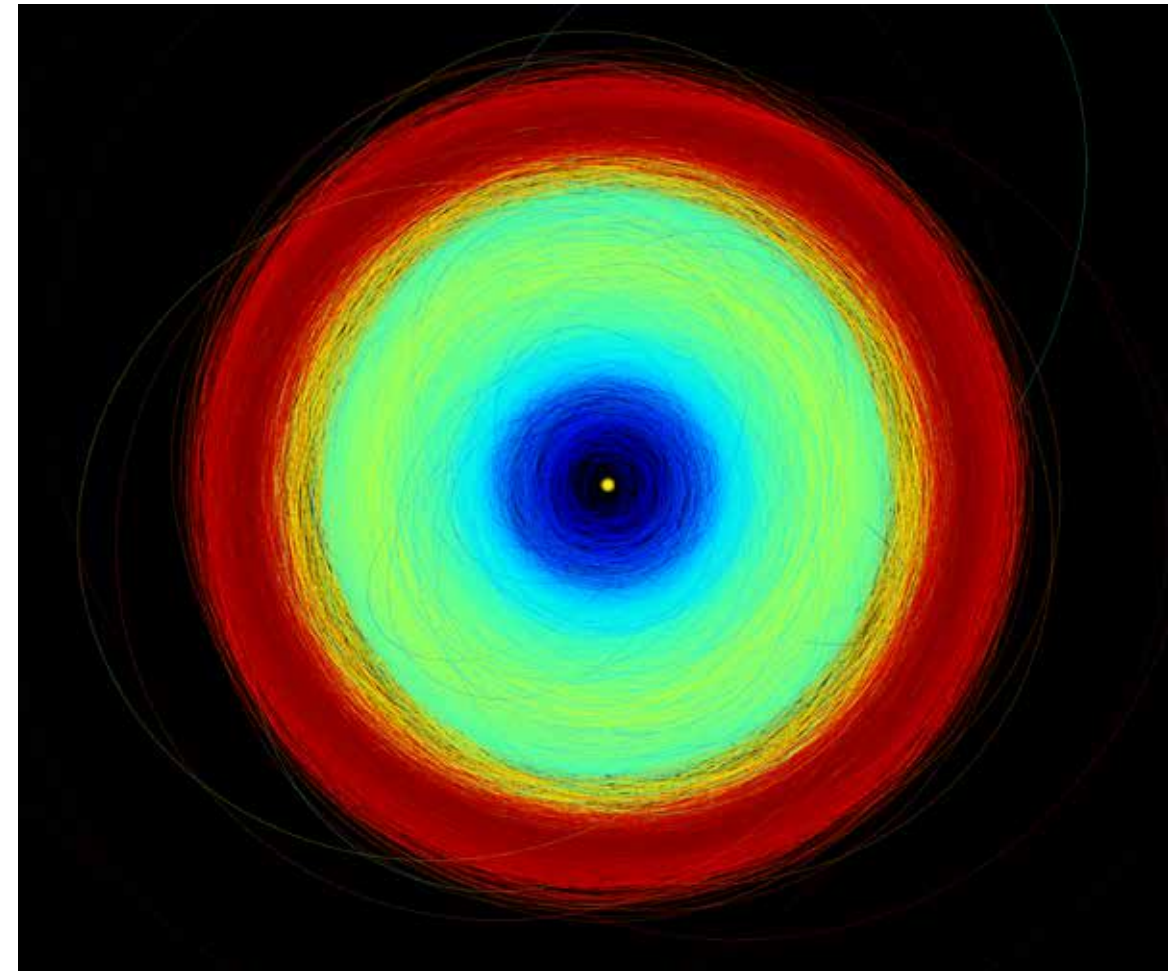
CHF 20

AL MESE

“spettri di riflettanza” (curve di luce che rivelano il colore e la composizione di un oggetto). Il prossimo invio di dati è previsto non prima della metà del 2026 ma, stando ai risultati già ottenuti, gli astronomi sperano di trovare un numero ancora maggiore di orbite di asteroidi da analizzare in cerca di sistemi binari.

E tornando al sistema binario menzionato in apertura, sarà diretta verso Didymos e Dimorphos anche la prossima missione dell’Agenzia spaziale europea, che si leverà in volo il prossimo autunno: Hera. Farà seguito alla missione Dart della Nasa – che, lo dicevamo, nel 2022 si è scontrata con Dimorphos – per produrre un’indagine post-impatto. Sarà la prima sonda a compiere un rendez-vous con un sistema binario di asteroidi.

Licenza per il riutilizzo del testo: CC BY-NC-SA 4.0



Asteroidi. Asterodi ovunque...

Questa immagine mostra le orbite degli oltre 150mila asteroidi presenti nella release 3 dei dati di Gaia, dalle parti interne del Sistema solare agli asteroidi troiani alla distanza di Giove, con diversi codici colore. Il cerchio giallo al centro rappresenta il Sole. Il blu rappresenta la parte interna del Sistema solare, dove si trovano gli asteroidi vicini alla Terra. La Fascia principale, tra Marte e Giove, è verde. I troiani di Giove sono rossi. Crediti: Esa/Gaia/Dpac; Cc By-Sa 3.0 Igo

Terza parte

Le ultime fatiche del giovane Ercole

Le cavalle di Diomede, la cintura della regina delle Amazzoni, le colonne di Gibilterra, la discesa agli inferi per catturare Cerbero. Così si completa l'avventura del personaggio che dà il nome a una grande costellazione dell'emisfero boreale

di Anna Cairati

Forza che quasi ci siamo...abbiamo quasi finito di faticare!

Le fatiche sono dodici e quella che andiamo a raccontare è l'ottava.

In quest'avventura Ercole deve catturare per Euristeo le quattro cavalle selvagge e carnivore di Diomede, re dei bellicosi Bistoni.

Come nella migliore tradizione di questo racconto, le cavalle sono immense e magnifiche e, ovvio, soffiano fuoco dalle narici.

Le bestie sono pazze, indiscutibilmente matte come cavalle. Molto probabilmente la loro pazzia è dovuta alla dieta scellerata imposta loro: sono cresciute divorando la carne dei nemici del padrone.

Diomede, consapevole di non poterle lasciare gironzolare tranquillamente, le tiene incatenate con catene di ferro a delle mangiatoie di bronzo nella città abbandonata di Tirida in Tracia. Si chiamano: Podargos (la veloce), Lampon (la splendente), Xanthos (la gialla) e Deinos (la terribile) e secondo alcune leggende sono le antenate di nientepopodimeno che di Bucefalo, il cavallo di Carlo Magno, che però non era matto. Ercole giunge in Tracia con una combriccola di amici, malmena gli stallieri di Diomede, prende le cavalle e le porta in riva al mare, lasciandole sotto la custodia di Abdero. Poi torna indietro mentre si frega le mani pregustando la scazzottata con i Bistoni che non hanno preso



bene l'invasione. Sono pochi ragazzotti contro un popolo intero, ma hanno un'arma segreta: Ercole. Quest'ultimo ricorre a un trucchetto già usato: rompe gli argini di un fiume che allaga la pianura dove i Bistoni si sono riuniti e li fa fuggire. Poi con una botta in testa mette fuori combattimento anche Diomede e non sapendo bene cosa farsene lo trascina dalle cavalle che fanno scempio del suo corpo, anche se in precedenza hanno già divorato Abdero. Sembra che il nostro eroe abbia particolarmente a cuore l'amico Abdero, tanto che in quattro e quattr'otto, sulla sua tomba, fonda una città che chiamerà – indovinate? – Abdera.

Ben sazie le giumente sono più docili ed Ercole non fatica a domarle e aggioarle al carro: subito dopo le lancia al galoppo e superate le montagne le consegna a Euristeo che, guardandosi bene dal tendere loro la mano per accarezzarle, le dedica a Era e le spedisce sulle pendici del monte Olimpo dove possono finalmente mangiare l'erba.

Per compiere la nona fatica Ercole deve rubare la cintura d'oro di Ippolita, la regina delle Amazzoni, fiero popolo di guerriere e cavallerizze che ammette solo la discendenza matrilineare e relega i maschi alle faccende di casa. Sono le prime a usare la cavalleria nelle battaglie, sono armate con archi di bronzo, piccoli scudi a forma di mezzaluna e i loro abiti sono di pelle di animali feroci. La tradizione dice anche che per meglio tirare con l'arco fossero solite amputarsi il seno destro e che il loro regno comprendeva gran parte dell'Asia Minore.

Ercole getta l'ancora nel porto di Temiscira, dove Ippolita gli fa visita e sembra che sia conquistata dal fascino del bel ragazzino, tanto che gli promette che forse, magari, prima o poi, probabilmente gli donerà la splendida cintura come pegno d'amore. Sembra che la faccenda si metta bene, forse nemmeno Ercole se la sente di attaccar briga con una guerriera così valorosa. Ma Era ci mette lo zampino: si traveste da Amazzone e gira per la città spifferando a destra e a manca che i nuovi arrivati vogliono rapire la regina.

Un rapido conciliabolo e le fiere e bellicose donne si organizzano per attaccare la nave in porto: Ercole le sente arrivare e sospettando la

trappola, accoppa Ippolita, le sfilata la cintura, prende la sua ascia e si prepara alla battaglia. Ritto sul ponte della nave le elimina una dopo l'altra e dopo grande spargimento di sangue lascia la città. Corre a consegnare la cintura ad Admete, la capricciosa figlia di Euristeo che la vuole a tutti i costi e magari è tanto viziata da non averla nemmeno mai indossata. Nella famiglia di Euristeo la simpatia non abbonda.

Ma chi siamo noi per giudicare?

Intanto Ercole è già partito per la decima impresa: rubare le mandrie di Gerione, re del sud della Spagna, molto vicino a Gibilterra, quindi ai confini del mondo conosciuto. Al giorno d'oggi i turisti, per lasciare un segno del loro passaggio, scarabocchiano sui monumenti; ai tempi del nostro racconto invece i monumenti si costruivano. Infatti, Ercole pone due colonne, una di fronte all'altra, una su suolo europeo e una su terra africana. A questo proposito c'è un po' di confusione: alcuni dicono che prima del suo arrivo lo stretto di Gibilterra non esistesse e che fu proprio il nostro amico a scavarlo; altri dicono il contrario e cioè che Ercole lo interrò parzialmente per impedire ai mostri che popolavano l'oceano di raggiungere il cuore dell'Europa. Comunque sia mentre lavora si accorge di aver troppo caldo e decide di spegnere il Sole con una freccia, offendendo mortalmente Elios che impersona la nostra stella.

Ma torniamo a Gerione, che è un bel personaggio: è nato con tre busti che si riuniscono alla vita, di conseguenza con sei braccia e tre teste. Le sue mandrie sono sorvegliate da un mandriano e da Ortro, un cane a due teste, ma tutte le teste ricevono un colpo di clava da Ercole e i relativi corpi finiscono a terra privi di vita. Due al prezzo di tre: poco vantaggioso. Nel frattempo Gerione viene avvertito del fattaccio e si precipita: in men che non si dica i suoi tre toraci vengono trafitti da una delle leggendarie frecce avvelenate di Ercole che finalmente può impossessarsi delle mandrie. Dubitavate?

Dove Gerione ha versato il suo sangue è cresciuto un albero che ogni anno, quando le Pleiadi sono alte in cielo, dà frutti simili a ciliege ma senza nocciolo.

Passiamo all'undicesima fatica: manca poco.

Non siete un po' stanchi anche voi? A questo giro Ercole deve cogliere le mele d'oro proprio nel giardino di Era, sulle pendici del Monte Atlante. Il melo prodigioso è un regalo di Gaia, la Madre Terra, per le nozze con Zeus ed Era ci tiene davvero tanto, quindi lo affida alle Esperidi, figlie di Atlante, il titano condannato a portare sulle spalle l'intero pianeta. Come intuibile un bel giorno Era si accorge che le prime che rubacchiano sono proprio le custodi: com'è come non è, il raccolto per Era è sempre scarso. E allora ci vuole una guardia delle guardie: un bel mostro serpentino con cento teste (Ladone) avvolto attorno al tronco dovrebbe bastare. Anche Atlante è preoccupato per le mele, non sono sue, ma Era gli ha fatto l'onore di piantarlo nelle sue terre. Oltretutto tempo prima un oracolo ha predetto che il suo albero sarebbe stato spogliato di tutti i suoi frutti da un figlio di Zeus, quindi lo circonda di un alto muro e allontanando bruscamente tutti gli stranieri.

Dal canto suo Ercole ha ricevuto da Nereo il consiglio di non cogliere direttamente le mele, ma di farlo fare proprio ad Atlante.

Quindi il nostro eroe arriva tutto baldanzoso in prossimità del giardino di Era, incontra Atlante e gioca d'astuzia: "Senti Atly se vuoi io ti tengo un attimo il mondo, tu però mi prenderesti un paio di mele? Cosa vuoi che sia in cambio di un po' di riposo?". "Sì sì, volentieri, però ho paura di quel biscione di Ladone, non è che me lo infilzeresti con una freccia?".

Detto fatto: in pochi minuti Ercole si ritrova in mano le mele d'oro. Facile!

La conversazione continua: "Ma scusa, Erry, vado io a portarle a Euristeo, tu intanto mi tieni il mondo ancora per un paio di mesi. Che ne dici? - e mentre tiene le dita incrociate - ma torno eh, non devi preoccuparti!". "Ah, beh...si: è una buona idea. Sì sì, davvero. Guarda prendi la Terra un secondo, che mi sistemo meglio la pelle di leone sulle spalle".

Lo avete capito, no? Appena Atlante si riprende il fardello...ciaooo, Ercole se ne è già andato, immagino facendo una pernacchia.

Era, addolorata per la perdita del fido Ladone, gli dedica la costellazione del Serpente.

Dodicesima fatica: catturare Cerbero, il guardiano infernale, fratello dell'Idra di Lerna dalle

molteplici teste, di Ortro il cane a due teste di Gerione e della Chimera, composta da pezzi di leone, capra, serpente, drago, cane. Un'arca di Noè ambulante, insomma.

Cerbero non è bello, altrimenti non lo avrebbero messo alle porte dell'inferno, ovvio. Innanzi tutto ha tre teste e sulla schiena porta teste di ogni specie di rettile conosciuto. Euristeo in realtà non ha alcun desiderio di trovarsi faccia a muso con Cerbero, ma è talmente convinto che questa impresa sia impossibile anche per Ercole che pensa sia la volta buona per toglierselo dai piedi.

Eracle è sostenuto dall'aiuto di Hermes che abitualmente accompagna le anime nell'aldilà e Atena, da sempre dalla parte dell'eroe. Contro di lui invece rema Ade che, sghignazzando, gli permette sì di provare a catturare Cerbero, ma lo deve fare senza l'uso della clava e del micidiale arco.

Nessun problema: Ercole ha un'altra arma alla quale nessuno ha pensato. Ricordate le pelle di leone di Nemea? Quella impenetrabile a qualsiasi arma? Lo può proteggere anche dai dentoni di Cerbero! Quando i due si incontrano l'eroe balza alla gola del cane e comincia a stringere, senza cedere di un millimetro, fino a che Cerbero, mezzo soffocato, si sottomette.

Tra lo stupore generale lega la bestia con una corda a mo' di guinzaglio e la trascina fuori dall'Ade malgrado si ribelli e abbaia come un osso. Alcune gocce di bava, cadendo a terra danno vita alla velenosissima pianta di aconito. Tutto soddisfatto per aver finalmente, dopo quasi dieci anni, finito il suo immane compito, Ercole si regala una corona intrecciata con le fronde dell'albero sacro ad Ade. Le foglie marginali della corona resteranno nere perché questo è il colore dell'oltretomba, ma quelle interne divengono bianco-argentea a contatto col sudore di Ercole: il doppio colore ricorderà a tutti, per l'eternità che in nostro eroe preferito ha compiuto imprese nei due mondi.

E finalmente si può concedere un po' di vacanza con la fresca sposa Deianira, sorella di Meleagro un'anima con la quale ha amabilmente conversato durante il suo viaggio negli inferi: si sono trovati talmente simpatici che ci è scappato il contratto di matrimonio.

Grotta lunare, fatti capanna

Una nuova tecnica d'analisi ha permesso di trovare un tunnel sulla Luna scavato dalla lava. Strutture simili potrebbero offrire una valida protezione da meteoriti e sbalzi di calore per le future stazioni umane permanenti

di Manjula Bhatia



La porta d'entrata

La fossa del Mare della Tranquillità studiata dai ricercatori potrebbe essere la porta d'entrata di una caverna lunare. E, forse, di un futuro insediamento sul nostro satellite. (NASA/GSFC/Arizona State University)

Certo, cercare casa sulla Luna - per ora - non è una cosa molto raccomandabile. La mancanza di atmosfera espone infatti il luogo al bombardamento costante di meteoriti, oltre che a radiazioni cosmiche e solari letali per noi esseri umani. Per non parlare delle temperature: il lato della Luna esposto al Sole può raggiungere i 127° C mentre quello opposto precipita fino a - 173°C. Una grotta sotto la superficie lunare potrebbe offrire un habitat molto più allettante, con temperature stabili e una protezione da bombardamenti dannosi. In fondo anche i nostri antenati hanno dato il via all'epopea umana vivendo nelle grotte! Ma esistono grotte o cave sulla Luna? È una domanda che gli scienziati si fanno e dibattono da oltre cinquant'anni. Adesso sembra essere arrivata una risposta affermativa.

In un articolo pubblicato su *Nature Astronomy* il 15 luglio 2024 Lorenzo Bruzzone e Leonardo Carrer dell'Università di Trento hanno dimostrato per la prima volta l'esistenza di una grotta e di un tunnel lunare. Un risultato importante e dalle numerose ricadute, non solo sulla ricerca scientifica e sulla conoscenza di come si sono formati il nostro satellite e il nostro Sistema solare, ma anche per le future missioni spaziali di insediamento sulla Luna e più in là su Marte.

I due ricercatori italiani in cooperazione con un gruppo di scienziati internazionali hanno fornito le prove dell'esistenza di un tunnel sotterraneo alla profondità di circa 130 metri e accessibile da una sorta di porta, di un'entrata larga un centinaio di metri. Questa grotta lunare si trova nelle pianure chiamate Mare della Tranquillità, proprio nelle vicinanze di un luogo storico, il sito del primo allunaggio umano con l'Apollo 11 nel 1969.

Come si è giunti a questa intrigante scoperta e perché c'è voluto più di mezzo secolo per arrivarci? Ce lo spiega il Prof. Lorenzo Bruzzone, responsabile del Laboratorio di telerilevamento per l'esplorazione planetaria e l'osservazione della Terra all'Università di Trento e che ha diretto i lavori di un gruppo di ricercatori internazionali.

“Siamo arrivati a questa scoperta elaborando

dati acquisiti da una sonda della NASA. Parliamo di dati di tipo radar che abbiamo rielaborato utilizzando una tecnica sviluppata recentemente presso il nostro laboratorio.

Questi dati erano stati acquisiti nel 2010 e a valle della nostra rielaborazione hanno messo in evidenza dei segnali e delle anomalie che noi siamo riusciti a identificare e attribuire alla presenza di una cavità che si trova all'interno di un pozzo situato nel Mare della Tranquillità della Luna. Riassumendo, possiamo quindi dire che prima c'era un problema legato alla mancanza di dati per fare questo tipo di analisi. In seguito, noi siamo riusciti ad arrivare a questo risultato sfruttando dati che erano già disponibili in archivio da un po' di tempo, ma con tecnologie di elaborazione dei segnali nuove.”

E questo tipo di tecnologia nuova è stata elaborata dal vostro gruppo di ricerca o è stata messa a disposizione da altri?

“L'abbiamo elaborata noi! Abbiamo sviluppato appunto una tecnica di elaborazione dei dati radar. In realtà noi l'avevamo prima sviluppata per l'analisi dei dati terrestri, quindi con radar montati su satelliti per l'osservazione della Terra. Abbiamo analizzato, diciamo, le aperture del terreno in prossimità di potenziali grotte sulla Terra. Abbiamo quindi potuto mettere a punto la tecnica anche validando i risultati ottenuti, visto che è stato possibile poi accedere a queste cavità, a queste grotte. (n.d.r. I ricercatori hanno visitato cave vulcaniche simili sull'isola di Lanzarote, nelle Canarie spagnole.) Una volta messa a punto l'abbiamo utilizzata per la Luna.”

Nel vostro articolo descrivete il tunnel scoperto sulla Luna come un condotto di lava svuotato. Può cercare di spiegarci meglio di cosa si tratta e secondo voi come si sarebbe formato?

“Ma sì diciamo che l'ipotesi più accreditata è che questo tunnel si sia formato nel periodo in cui sulla Luna c'era attività vulcanica. Parliamo di due, tre miliardi di anni fa. Ci si aspetta ci fosse attività vulcanica intensa sulla Luna. Quello che poi è probabilmente

accaduto è che con la fine delle attività vulcaniche, piano piano la crosta della superficie si è solidificata, ma all'interno si sono generati dei tubi che avevano al loro interno lava. E poco alla volta questi tubi si sono svuotati. Quindi di fatto siamo in presenza di tubi di lava, come si trovano anche sulla nostra Terra, tubi che - diciamo - si sono svuotati lasciando delle cavità. Cavità che potrebbero essere molto estese nella sotto la superficie della Luna. Noi adesso le vediamo - o perlomeno siamo riusciti a fare questa misura per identificare la presenza della cavità - ma vediamo tracce di possibili altre cavità. Infatti il tetto di queste cavità in qualche parte è crollato e quindi usando anche immagini ottiche riusciamo a vedere delle aperture nella superficie che, nell'ambito del nostro studio, siamo riusciti a dimostrare conducono all'entrata di una sorta di grotta, di tunnel di lava”.

Adesso quali sono i mezzi che avete per esplorare dalla Terra il tunnel lunare che avete scoperto?

“Dalla Terra non riusciamo a farlo, dobbiamo sicuramente avere a disposizione o strumenti in orbita intorno alla Luna o in seconda battuta pensare a una missione robotica. Dal punto di vista dell'analisi dei dati, siamo in una condizione in cui abbiamo utilizzato dei dati di un radar che è stato sviluppato per analizzare la superficie della Luna e poi per una serie di fattori legati alla capacità di elaborare in maniera più approfondita i dati siamo riusciti a trovare le tracce di questa grotta. Però per esplorare di più e avere quindi la possibilità di approfondire, serviranno o nuovi sistemi radar in missioni orbitanti intorno alla Luna o una missione robotica che possa entrare in questa apertura e quindi andare a esplorare effettivamente quello che c'è sotto”.

Il fatto interessante del tunnel che avete scoperto è che potrebbe essere abitabile per noi esseri umani. Per quali caratteristiche si presta a questa funzione?

“Diciamo che la cosa interessante è che oggi in molti stanno cercando di sviluppare delle attività per creare delle basi sulla Luna. Il fat-

to di aver trovato una cavità e di ipotizzare la presenza di molte altre cavità diventa interessante da questo punto di vista, perché queste sorte di grotte, di caverne, sono una protezione naturale per le attività degli astronauti sulla Luna. Il nostro satellite naturale pone delle sfide non da poco dal punto di vista della possibilità - diciamo così - di abitabilità. Abbiamo temperature sulla superficie che variano in maniera estrema tra il giorno e la notte. Abbiamo radiazioni critiche per l'essere umano. Abbiamo l'impatto di micrometeoriti. Tutto questo rende necessario sviluppare delle tecnologie ingegneristiche complesse, se la base viene messa sulla superficie lunare. Queste cave potrebbero aiutarci ad avere un riparo naturale e quindi diventare un elemento per una futura base lunare”.

Una domanda personale, Lei e il suo team di ricerca cosa avete provato nel realizzare che eravate le prime persone a capire che lì c'è un tunnel, probabilmente abitabile?

“Ovviamente è stata un'emozione importante, visto che a questa cosa lavoriamo da moltissimo tempo. E quindi quando siamo riusciti a vedere nei dati i segnali che in maniera inequivocabile provavano la presenza di questa apertura, evidentemente c'è stata una soddisfazione molto intensa da parte di tutti gli elementi del team”.

Tornando alle condizioni di abitabilità vorrei fare una domanda sull'acqua. L'acqua in forma solida e liquida è già stata trovata sulla superficie lunare, pensate che ce ne possa essere anche nel sottosuolo?

“Noi pensiamo che in queste caverne sia possibile trovare risorse, sicuramente una delle risorse più importanti è il ghiaccio, il ghiaccio d'acqua che ci si aspetta possa essere accumulato. Poi si tratta di capire in quali di queste aperture, in quali posizioni nella Luna. Ci aspettiamo però che questo sia un elemento estremamente importante, pensando proprio anche allo sviluppo di attività di tipo antropico sul nostro satellite”.



Lorenzo Bruzzone

Professore all'Università di Trento, ha dimostrato per la prima volta, assieme al collega Leonardo Carrer, l'esistenza di una grotta e di un tunnel lunare. (Università di Trento)

L'acqua sarebbe quindi indispensabile per essere bevuta, ma potrebbe anche essere una buona fonte di carburante e ossigeno. Ci può dire qualcosa di più?

“Ovviamente ci sono varie risorse che diventano importanti nel momento in cui si prevede di realizzare una base con astronauti sulla Luna. Risorse che sono legate alla presenza d'acqua ma non solo, alla presenza anche di altri tipi di minerali. È chiaro che noi nel momento in cui vogliamo avere una base stabile sulla Luna dobbiamo renderci in qualche modo indipendenti nell'approvvigionare quelli che sono degli elementi essenziali. Quindi è chiaro che ghiaccio d'acqua piuttosto che altri elementi minerali diventano fondamentali per riuscire a sviluppare poi questo tipo di attività antropiche”.

Quanto tempo ci vorrà secondo lei perché esseri umani possano vivere sulla Luna? La generazione dei sessantenni, come la mia, potrà già assistere a quest'impresa?

“Io penso di sì. Diciamo che si stanno sviluppando moltissime attività in questo momento per l'esplorazione lunare. A breve avremo nuovamente gli astronauti che andranno sulla Luna e poi ci saranno tutte queste attività

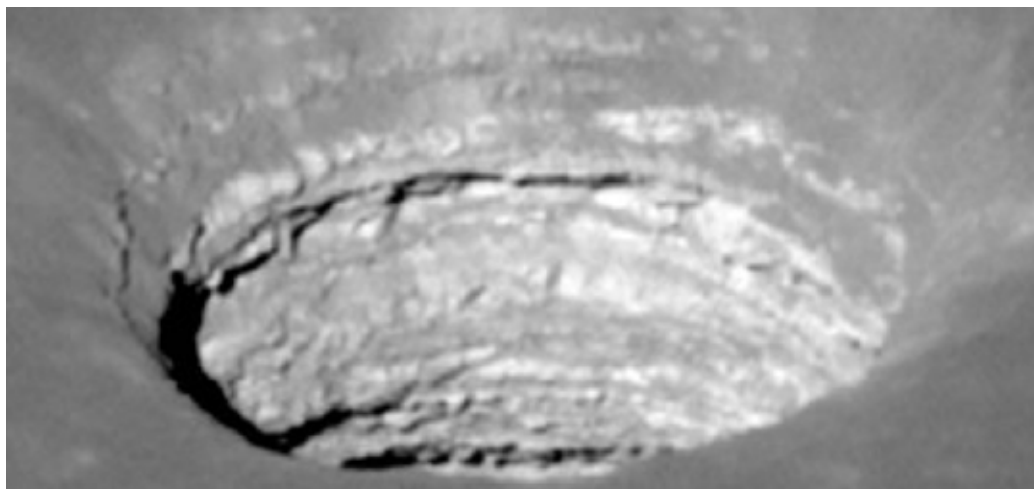
che mirano a sviluppare questa base. Sono ovviamente attività a medio termine, però dobbiamo aspettarci che anche grazie a tutte queste scoperte che si fanno, queste attività possano accelerare ulteriormente nei prossimi anni. Quindi non è lontana la probabilità di avere un avamposto sulla superficie lunare”.

La vostra scoperta potrebbe servire per cercare siti analoghi su Marte o lì le condizioni ambientali sono troppo diverse?

“No, la nostra scoperta potrebbe servire anche per studiare quello che accade su altri pianeti. Certamente questo è un aspetto interessante che va oltre a quelle che sono le condizioni che abbiamo sulla Luna. Però certamente ci può essere un legame con quello che si potrebbe andare a trovare su altri pianeti”.

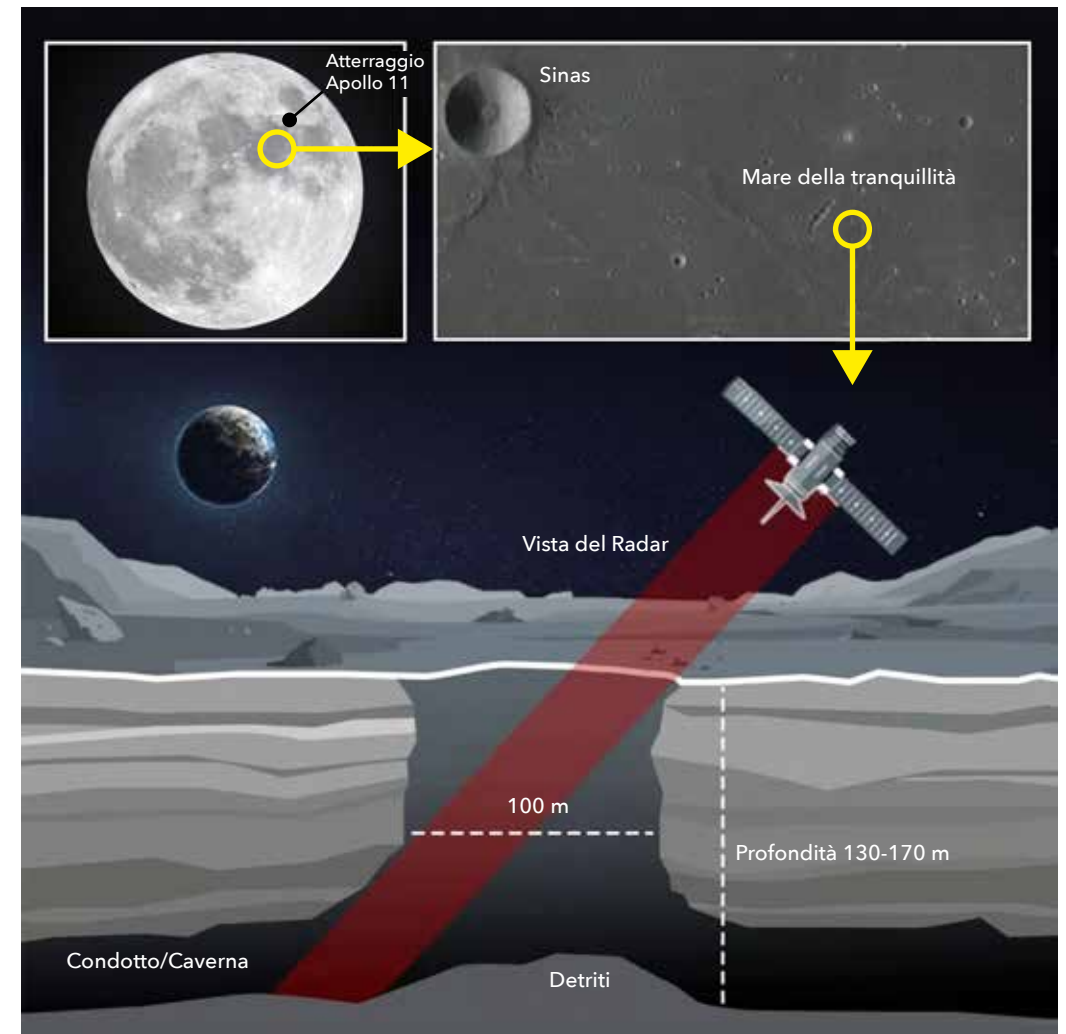
In conclusione, una domanda che riguarda più nello specifico la ricerca scientifica. La vostra scoperta potrà essere utile per rispondere a domande fondamentali su come si sono formati la Luna e il Sistema solare? In che modo?

“Quello che noi potremmo pensare di fare è di entrare in questa grotta. Adesso sappiamo



Sotto un'altra luce

La fossa del Mare della Tranquillità vista da un'altra angolazione e con un'altra luce, mostra la sua profondità. (NASA LRO NAC)



Come è stato possibile?

Nell'infografica, lo schema di come i due ricercatori hanno potuto capire, tramite dati già disponibili, la presenza di un condotto lavico.

che in questa apertura della Luna, che peraltro è a 400 chilometri di distanza dal sito di atterraggio di Apollo 11, c'è l'accesso alla sotto-superficie di questa cavità che abbiamo identificato.

Sarà quindi possibile in futuro prevedere una missione robotica che entri nella grotta. All'interno della grotta noi abbiamo una situazione che preserva, in qualche modo, quella che è la condizione delle rocce originarie, che le preserva da tutti i fenomeni di ra-

diazione che alterano la superficie. Potremmo quindi vedere, misurare, effettivamente come stanno le cose al riparo da alterazioni dovute a fattori ambientali. E possiamo andare a ricostruire analizzando quello che vediamo all'interno, quale sia stata l'evoluzione, ad esempio, dell'attività vulcanica della Luna. Questo è estremamente importante perché ci permetterà di andare ad affrontare tutta una serie di domande scientifiche che non hanno ancora una risposta”.

Occhio di gatto: una foto per due...

La sfida comune di un fotografo planetario e di un fotografo del cielo profondo per spingere i propri strumenti al limite (e ottenere una foto spettacolare)

testo e foto di Nicola Beltraminelli



Chi non ricorda il famoso film con Eddy Murphy "Una poltrona per due"? Una commedia di John Landis dove le vite di un ricco agente di cambio, Louis Winthorpe III, e il senzatetto Billy Ray Valentine vengono scambiate da due miliardari per una scommessa. Mentre i due protagonisti cercano di riprendere il controllo delle loro vite, sviluppano un'alleanza improbabile... Evidentemente per questo progetto i due protagonisti non sono né ricchi, né senza tetto, ma entrambi si sono imbattuti in notevoli difficoltà per ottenere un'immagine degna di nota della nebulosa Occhio di gatto, ostacolo che ha stimolato un'interessante alleanza. Ma andiamo con ordine.

Il progetto

Questa è la storia di una collaborazione molto amichevole tra Laurent, un fotografo planetario di alto livello, e il sottoscritto, un fotografo del cielo profondo che ama le sfide. L'idea era quella di selezionare un progetto in cui le nostre competenze e attrezzature potessero essere più redditizie e sinergiche per ottenere un risultato innovativo. Dopo aver consultato cataloghi e foto di oggetti celesti ottenuti da amatori e professionisti abbiamo selezionato la particolarissima nebulosa planetaria NGC 6543, conosciuta anche come nebulosa Occhio di gatto. La nebulosa si trova nella costellazione del Drago e dista circa 3'300 anni luce dalla Terra.

Al cuore si trova una nana bianca che, avendo esaurito il suo combustibile nucleare, ha espulso i suoi strati esterni creando la nebulosa. Come rivelato dalle immagini del telescopio spaziale Hubble, la nebulosa mostra una struttura complessa e intricata che include anelli di gas concentrici, nodi e strutture filamentose. I molteplici anelli (che, in 3D sono bolle) sono indicativi di diversi episodi di perdita di massa dalla stella centrale in tempi diversi e a velocità variabili. Il nucleo della Occhio di gatto ha una minuscola dimensione apparente di 16 x 25 secondi d'arco (il diametro apparente della Luna ne conta ben 1'800) e mostra dei flussi bipolari, che si pensa siano causati dall'interazione tra il vento della stella centrale e il suo materiale precedentemente espulso. Attorno al nucleo vi è un alone di circa 300 secondi d'arco cor-

rispondente al materiale espulso dalla nana bianca durante la sua fase di gigante rossa circa 85'000 anni fa.

L'obiettivo di questa collaborazione era quello di risolvere il cuore della nebulosa con la nostra strumentazione, mostrando i dettagli delle strutture che la caratterizzano e allo stesso tempo riuscire a evidenziare i tenui strati esterni. La sfida era tuttavia notevole, in quanto in condizioni prossime alla perfezione, ovvero con ottiche e montature di alta qualità, oggetto celeste posizionato allo zenith e cielo molto calmo, la turbolenza atmosferica limita la risoluzione a 1 - 2 secondi d'arco e questo non basta per risolvere i dettagli del nucleo. Inoltre, il guscio esterno della nebulosa è estremamente debole e richiede esposizioni molto lunghe per rivelarlo. Questi elementi mescolati hanno generato un fantastico ed entusiasmante cocktail di sfide tecniche (e questo è un eufemismo!) per arrivare alla soluzione.

La strategia

L'Occhio di gatto ha un nucleo estremamente luminoso, per cui si presta a essere fotografato con pose corte, molto corte. E con le pose corte si può "cristallizzare" la turbolenza atmosferica, un po' come quando si cerca di vedere il fondo marino tra un'onda e l'altra. Accumulando molte pose corte dell'oggetto, dove su alcune di esse una parte dell'immagine ha una forte nitidezza, e applicando le tecniche sviluppate per la fotografia planetaria, è possibile ottenere un'immagine nettamente più nitida se paragonata all'approccio classico di sovrapporre unicamente pose lunghe. Concretamente Laurent, che dispone di una camera a colori abbinata al suo telescopio C14 Edge HD (355mm di diametro collimato con precisione a ogni seduta!) con una focale di 3'910mm e una lente Powermate 2,5x spingendo lo strumento a 9'750mm di lunghezza focale ha generato circa 500'000 (!) immagini con tempi di posa di 200 e 250 ms del cuore della nebulosa Occhio di gatto. Ha in seguito integrato ~20'000 immagini a 9'750 mm e ~14'000 immagini a 3'910 mm. Il grande numero di immagini è necessario non solo per ottimizzare la nitidezza, ma anche per migliorare il rapporto tra il segnale proveniente dalla nebulosa rispetto al rumore di fondo, che è mol-

to forte con le pose corte. Laurent ha applicato il software Pipp, firecapture, autostakkert, astro-surface e PixInsight per il trattamento. Una serie di operazioni lunghe e complesse.

Nel frattempo, con i nostri telescopi in remoto in Spagna abbiamo ripreso il debolissimo guscio esterno. Laurent ha utilizzato il suo C11 Edge HD per ottenere una serie di immagini idrogeno alfa (Ha) e ossigeno III (OIII) con esposizioni unitarie di 180 e 600 secondi. Da parte mia, ho scattato immagini di 600 secondi in luce totale e utilizzando i filtri rosso, giallo e blu con il mio rifrattore SVX180T da 180mm di diametro per catturare le stelle, le debolissime galassie e il guscio dell'Occhio di gatto. Come detto, le esposizioni corte sono state elaborate da Laurent, mentre io mi sono occupato di elaborare le lunghe con PixInsight e Photoshop. La composizione finale, che totalizza oltre 72 ore di esposizione accumulate durante 16 not-

ti, è stata elaborata unendo le nostre competenze e i nostri punti di vista, un trattamento di ben oltre 50 ore e alimentando numerose discussioni.

Il trattamento

Per l'elaborazione dell'immagine finale abbiamo dovuto procedere innanzi tutto alla preparazione di immagini in versione "starless" (senza stelle), così da poter ottimizzare in modo indipendente il guscio della nebulosa, il nucleo, i minuscoli oggetti del cielo profondo circostante e le stelle.

Per la nebulosa abbiamo preparato 6 versioni della stessa foto con luminosità progressive e le abbiamo combinate su Photoshop utilizzando complesse maschere di ritaglio. Questa tecnica si è rivelata vitale per gestire l'enorme differenza tra la debolissima luminosità delle estensioni e il luminosissimo nucleo (foto 1 e 2).



Foto 1

La nebulosa Occhio di gatto in luce totale (sovrapposizione di 71 immagini di 600 secondi). Il nucleo della nebulosa appare come una macchia bianca completamente sovraesposta, mentre il guscio è appena percettibile.

Foto 2

La nebulosa in versione "starless" con i contrasti equilibrati utilizzando le maschere di ritaglio. Il nucleo, gli anelli centrali e le regioni deboli della nebulosa diventano percettibili.

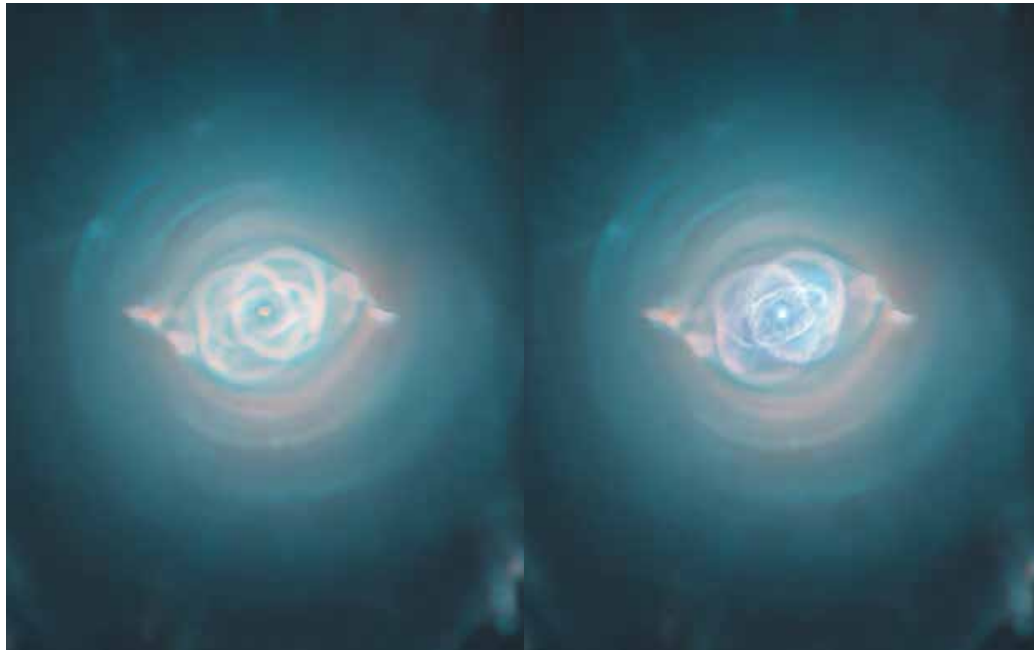


Foto 3
Dettaglio del nucleo ottenuto nella foto 2.

Foto 4
Dettaglio del nucleo dopo aver aggiunto il nucleo dettagliato ripreso da Laurent con il C14 Edge HD



Foto 5
Ingrandimento dello spazio attorno alla nebulosa Occhio di Gatto grazie alla superposizione dell'immagine della nebulosa (starless), delle deboli galassie e delle stelle (stars only). Sulla foto si notano difficilmente le deboli galassie, visibili come tenui punti o ovali, tra le quali il Quasar QSO J1759+6638 (tra i trattini) di 20,2 magnitudine la cui distanza è stimata a 11,4 miliardi di anni-luce! Le brillanti stelle hanno il bordo attenuato e sono state aggiunte dall'immagine "stars only".

A questa abbiamo aggiunto il nucleo specificatamente processato dal mago Laurent adattando la luminosità, i colori e i contrasti così da evitare disomogeneità sulla foto assemblata (foto 3 e 4). Una volta ottenuta la nebulosa andavano aggiunte le stelle e le tenui galassie presenti nel campo. Durante la preparazione della versione "starless" delle immagini abbiamo salvato una copia chiamata "stars only", che contiene appunto solo le stelle. L'obiettivo era di rimettere le stelle nel campo della versione starless come se non fossero mai state rimosse, ovvero riequilibrando la loro intensità rispetto all'intensità globale della nebulosa. Il solo vero cambiamento è quello di attenuare i bordi delle stelle così da non apparire come punti bianchi saturati ed estremamente marcati, ma progressivamente più deboli rivelando i loro colori naturali. È da notare tuttavia che durante il trattamento globale dell'immagine va tenuto conto della presenza di numerose galassie estremamente piccole e poco luminose. Questi oggetti distanti centinaia di milioni di anni luce da noi hanno spesso forme simili a punti o ovali, per cui sono rimossi dal software che produce la versione "starless". Questo è un problema in quanto atte-

nuando l'immagine "stars only" questi oggetti hanno tendenza a scomparire impoverendo ingiustamente l'immagine finale. Per ovviare a questo limite abbiamo dovuto ricreare un'immagine specifica unicamente delle debolissime galassie e inserirla alla versione finale (foto 5).

La composizione finale

Per ottenere una visione più rappresentativa dell'intera nebulosa abbiamo preparato una versione con il nucleo molto chiaro, così da riflettere la sua forte luminosità rispetto alle regioni estremamente deboli del guscio. Poiché il nucleo è stato elaborato con una tecnica di imaging planetario abbiamo deciso di includere una versione ingrandita del nucleo ottenuta con il C14 Edge HD con la focale di 9750mm (l'immagine globale è di 2800mm) adattando la luminosità per illustrare meglio i colori e le sfumature di contrasto (foto di copertina dell'articolo). Nella foto 6 abbiamo riportato i punti salienti dei dettagli catturati nel nucleo rispetto all'immagine ripresa dal telescopio spaziale Hubble, di 2,4m di diametro:

1. la discontinuità dell'emissione idrogeno H α ;
2. il quadrifoglio centrale;

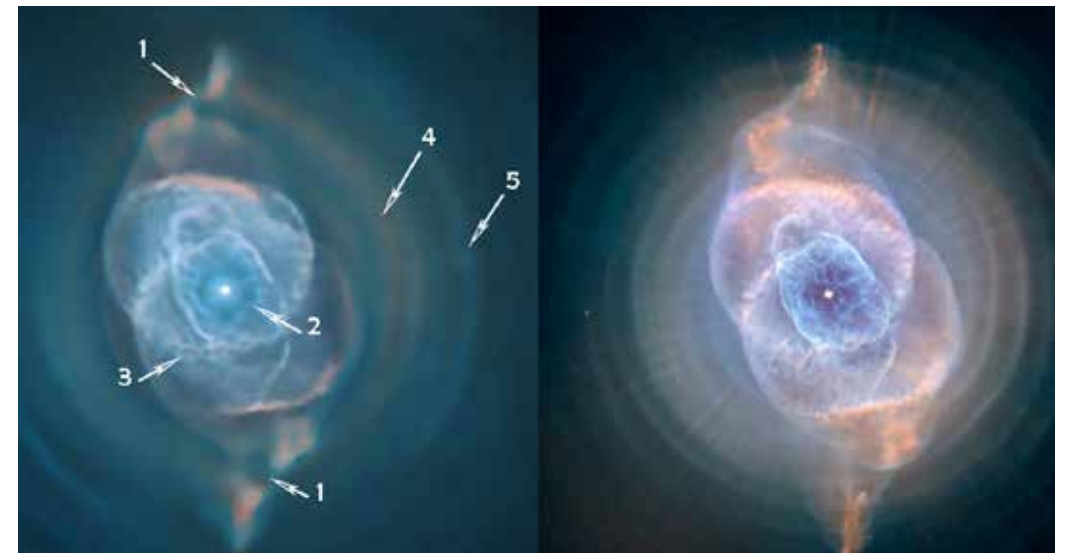


Foto 6
Paragone del nucleo della nostra immagine con quello ottenuto dal telescopio spaziale. Si può notare come la grande maggioranza delle strutture identificate nella nostra immagine sono presenti sulla foto dell'HST.



Foto 7a
Immagine della nebulosa Occhio di gatto ottenuta da Filippo Scopelliti e pubblicata su Astrobin nel 2023.

3. il raddoppio del filamento;
4. l'intensità asimmetrica dell'anello;
5. la punta del raggio.

Secondo la nostra stima molto approssimativa, i dettagli osservati nel nucleo della nostra immagine sono di 0,3 - 0,5 secondi d'arco, un valore prossimo al limite teorico di Dawes per uno strumento di 355mm di diametro. Questo schema di trattamento ci ha permesso di ottenere un livello di dettagli del nucleo a nostra conoscenza senza precedenti e allo stesso tempo di mostrare gli anelli, il guscio esterno, le lontanissime galassie e le stelle in modo equilibrato. Abbiamo rivoluzionato l'astrofotografia moderna? La risposta è no. L'assemblaggio di queste tecniche è già stato descritto e utilizzato da altri e uno tra i pionieri di questa strategia è Filippo Scopelliti, che ha giustamente pubblicato nel 2023 la nebulosa Occhio di gatto ripresa con la stessa strategia utilizzando un Dobson di 60cm aperto a F/3,8. Grazie al suo lavoro, la sua immagine è stata designata "Image Of The Day" (IOTD) sul sito di riferimento astrofotografico Astrobin (foto 7). Ciononostante, l'immagine di

Scopelliti mostra un nucleo meno dettagliato se paragonato a quello ottenuto da Laurent, gli anelli hanno la stessa luminosità, mentre in realtà in prossimità del nucleo sono più luminosi rispetto a quelli esterni. La paletta dei colori è meno naturale in quanto l'ossigeno emette nel blu turchese, non è blu viola.

Queste piccole imperfezioni ci hanno permesso di proporre questa nuova versione, che è stata designata IOTD il 5 luglio. Alcuni giudici di Astrobin hanno commentato l'immagine riconoscendola come una nuova referenza per la comunità astrofotografica internazionale. E da notare che la nostra foto è stata anche designata come immagine del mese sul sito AAPOD2 (Amateur Astronomy Picture of the Day) e pubblicata sul sito Sky della Nasa. I dettagli tecnici della foto sono disponibili sul sito Astrobin: www.astrobin.com/3rakdf/ Per concludere questo progetto ha aperto la via a nuove collaborazioni su oggetti che presentano delle regioni luminose e dettagliate e allo stesso tempo regioni molto deboli ed estese. To be continued...



Foto 7b
Ingrandimento dell'immagine 7a centrata sul nucleo della nebulosa Occhio di gatto. Si notano i dettagli del nucleo grazie alla tecnica fotografica planetaria.

Il campo magnetico solare in un'equazione

La stima matematica svolta tramite la modellizzazione
di misure spettropolarimetriche nell'ambito del trasporto radiativo

di Yannik Chiesi

Il campo magnetico del Sole

Rappresentazione grafica degli intricati campi magnetici solari
(NASA/SDO/AIA/LMSAL)

Questa ricerca si colloca nel contesto di una disciplina centenaria, la fisica solare, che ha attraversato diverse fasi di sviluppo nel corso della storia. Da antiche osservazioni astronomiche a recenti scoperte tecnologiche, la comprensione del nostro astro è cresciuta notevolmente.

L'obiettivo principale della ricerca, coerentemente con i Lavori di Maturità (LaM) in fisica del liceo di Bellinzona, è stato quello di utilizzare metodi numerici per modellizzare in modo accurato un determinato fenomeno fisico.

Tuttavia, vista la natura stessa dell'oggetto di studio, il Sole, a differenza degli altri LaM si è subito presentata l'impossibilità di condurre esperimenti in laboratorio a scuola. Di conseguenza lo studio ha portato all'esigenza, ma soprattutto al privilegio, di compiere le misurazioni e la raccolta dei dati all'Istituto ricerche solari Aldo e Cele Daccò (IRSOL) di Locarno-Monti. Oltre a essersi rivelata molto interessante, questa esperienza ha arricchito il mio approccio alla ricerca scientifica, mettendomi in contatto con l'ambiente professionale della ricerca solare. Partendo dalle necessarie ricerche sulla teoria del trasporto radiativo, ovvero, in altri termini, su ciò che accade alla luce quando essa attraversa l'atmosfera del Sole, lo studio si è concentrato sul modellizzare nel miglior modo possibile il trasporto di luce polarizzata attraverso l'algoritmo di Eulero implicito. L'implementazione pratica di questo modello è stata realizzata attraverso la scrittura di un codice in Octave, consentendomi di stimare l'intensità dei campi magnetici presenti in alcune macchie solari osservate con il telescopio dell'IRSOL, sulla base di dati relativi ai diversi stati di polarizzazione della radiazione proveniente dalle macchie. A tal proposito, ci tengo a evidenziare come il percorso non prevedesse inizialmente un fine definito, ma che questo si sia delineato soltanto nel corso dello studio.

Generalità sul trasporto radiativo

Se si esamina la luce emessa da una stella è possibile trarre molte informazioni su di essa. Nello specifico, si può misurare l'intensità della radiazione elettromagnetica emessa dalla stel-

la, ovvero una misura della potenza per unità di area, in funzione della frequenza o della lunghezza d'onda. La rappresentazione grafica di tali misure viene detta spettro.

In generale, l'analisi dello spettro e l'individuazione di precise righe spettrali, ognuna associata a una particolare sostanza, permette in primis di determinare la composizione chimica di un corpo. Tramite tale studio è possibile acquisire ulteriori informazioni su di esso, ad esempio sul suo moto rispetto all'osservatore, o sul suo campo magnetico.

Lo spettro solare si presenta come uno spettro continuo solcato da svariate righe spettrali in corrispondenza di certe frequenze. Questa particolarità è dovuta al fatto che la radiazione, quando attraversa l'atmosfera del Sole, è soggetta a diversi fenomeni che ne influenzano l'intensità. In particolare, l'interazione tra la luce e i vari elementi chimici che compongono l'atmosfera è spiegabile grazie alla meccanica quantistica.

Un fascio di luce che si propaga nel plasma solare è soggetto sia a fenomeni di *assorbimento*, sia a fenomeni di *emissione*: nel primo caso l'intensità del campo di radiazione diminuisce, mentre nel secondo si va a sommare un contributo positivo all'intensità preesistente. Per descrivere quantitativamente e matematicamente questi fenomeni si ricorre all'*equazione del trasporto di radiativo* (ETR).

Metodologia ed equazioni del trasporto

Partendo dalla più semplice equazione del trasporto, che abbiamo ricavato consultando la letteratura, abbiamo modellizzato i fenomeni di trasporto radiativo attraverso la scrittura di un codice in Octave.

Per risolvere le equazioni del trasporto, che sono delle equazioni differenziali ordinarie, abbiamo applicato il metodo numerico di Eulero implicito, che è un algoritmo di integrazione solitamente utilizzato per risolvere questo tipo di equazioni. Si tratta dunque di approssimare la soluzione di tali equazioni tramite metodi numerici, sfruttando le capacità di calcolo dei computer. Questo approccio viene spesso utilizzato quando non è possibile o risulta troppo complesso trovare una solu-

zione analitica di una determinata equazione differenziale. In una parte considerevole dello studio ci siamo dunque focalizzati sul ricavare in primis un'equazione differenziale dalla letteratura, implementarne l'algoritmo di Eulero implicito e scrivere un codice in Octave in modo da trovare la soluzione dell'ETR. Abbiamo svolto questo procedimento tre volte, ogni volta utilizzando un'equazione differenziale più complessa che descrivesse in maniera più accurata i fenomeni fisici a cui eravamo interessati. Tramite la funzionalità di plotting di Octave ottenevamo dunque dei grafici che simulavano quello di una riga spettrale reale. A differenza delle prime due, che comprendono solo grandezze scalari, la terza e più complessa equazione differenziale del trasporto è in forma vettoriale. Essa consente infatti di tenere conto anche della luce polarizzata, alla quale eravamo particolarmente interessati.

Luce polarizzata

Analizzando la luce solare e in particolar modo la sua polarizzazione, è possibile ricavare informazioni sui campi magnetici del Sole grazie a un fenomeno noto come effetto Zeeman. L'ambito di studio delle caratteristiche pola-

rimetriche della radiazione solare è chiamato spettropolarimetria. La luce idealmente consiste in un insieme di onde elettromagnetiche che si propagano in una certa direzione con velocità $c = 2,998 \cdot 10^8$ m/s nel vuoto. Ciascuna di queste onde è formata da un campo elettrico \vec{E} e da un campo magnetico \vec{B} perpendicolari tra loro, entrambi descritti da dei vettori oscillanti sul piano perpendicolare alla direzione di propagazione. Il termine polarizzazione si riferisce alla direzione di oscillazione del campo elettrico \vec{E} dell'onda, mentre il campo magnetico \vec{B} spesso non viene considerato, poiché è sempre orientato perpendicolarmente al campo elettrico. La luce proveniente dal Sole è solitamente non polarizzata (o polarizzata casualmente), il che significa che un fascio di luce solare è composto dalla sovrapposizione di una moltitudine di onde i cui campi elettrici \vec{E} oscillano in molte direzioni diverse. Un fascio completamente polarizzato, invece, si concretizza quando il campo elettrico oscilla solo in una certa direzione. Questo effetto si può ottenere per esempio utilizzando un filtro polarizzatore, che seleziona solo le onde il cui campo elettrico oscilla solo in una precisa direzione scelta. Il concetto in questione è schematizzato in figura 1.

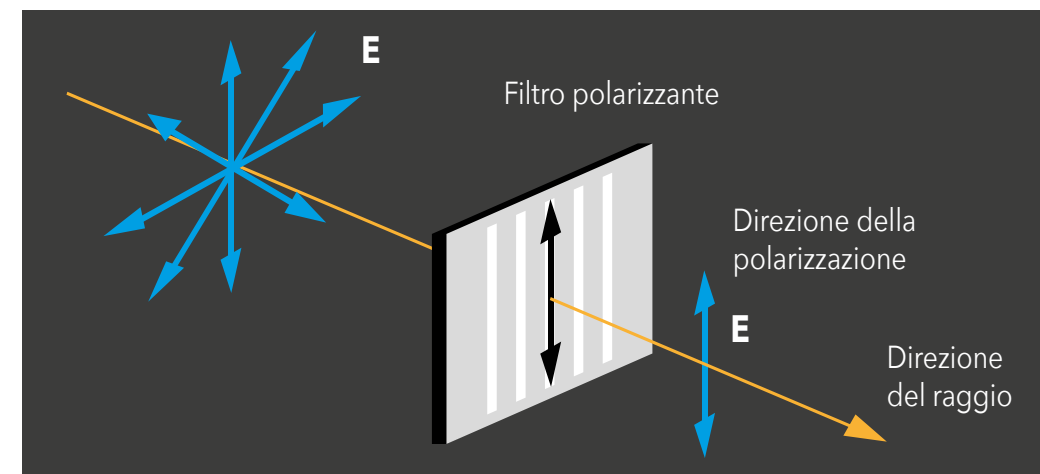


Figura 1

Un filtro polarizzatore lineare seleziona solo una particolare direzione del vettore campo elettrico di un fascio inizialmente non polarizzato.

(Da <https://courses.lumenlearning.com/suny-physics/chapter/27-8-polarization/>)

Per rappresentare lo stato di polarizzazione di un fascio di luce si fa ricorso alla descrizione in termini di parametri di Stokes.

In particolare, si considera il vettore $I^T = (I, Q, U, V)^T \in \mathbb{R}^4$ detto vettore di Stokes, le cui componenti I, Q, U, V descrivono completamente lo stato di polarizzazione. A ogni componente è associato un particolare significato, come schematizzato in figura 2.

Nello specifico, il parametro I descrive l'intensità totale del fascio di luce; Q esprime la differenza tra l'intensità misurata dopo un filtro polarizzatore lineare orientato in una certa direzione di riferimento e l'intensità misurata ruotando lo stesso filtro di 90° ; U esprime la differenza tra l'intensità misurata dopo un polarizzatore ruotato di 45° rispetto alla direzione di riferimento e l'intensità misurata ruotandolo di -45° ; V esprime infine la differenza tra l'intensità misurata dopo un polarizzatore circolare destrorso e quella misurata dopo un polarizzatore circolare sinistrorso.

In questo modo, se in seguito a delle misurazioni polarimetriche risultano dei segnali per una certa componente, significa che si possono ottenere

informazioni sulla polarizzazione del fascio considerato e, di conseguenza, sui fenomeni fisici che hanno originato i segnali misurati. Segnali di polarizzazione possono essere generati, ad esempio, dalla presenza di un campo magnetico nell'atmosfera solare.

Effetto Zeeman e campo magnetico

In presenza di un campo magnetico, le transizioni elettroniche dovute ad assorbimento o emissione di fotoni da parte degli atomi sono soggette a un fenomeno noto come effetto Zeeman. Questo prevede che, in presenza di un campo magnetico esterno, gli orbitali di un sottolivello appartenente a un certo livello energetico in una transizione elettronica acquisiscano energie leggermente diverse, come mostrato in figura 3.

Pertanto, in questo caso, una transizione energetica produrrà una suddivisione delle righe spettrali in componenti con frequenze leggermente diverse e differenti caratteristiche di polarizzazione. Se il campo magnetico non è troppo forte, la differenza in frequenza tra le componenti Zeeman e la frequenza della riga spettrale origi-

na è proporzionale all'intensità B del campo magnetico. È proprio quest'ultimo aspetto che ci interessava, nell'ottica di poter stimare l'intensità del campo magnetico presente nelle macchie che avremmo in seguito osservato.

Acquisizione dei dati e analisi

Per poter raccogliere dei dati sperimentali riferiti a delle macchie solari è stato necessario condurre questo tipo di misurazioni all'Istituto ricerche solari Aldo e Cele Daccò (IRSOL) di Locarno-Monti, unico centro in Svizzera e uno dei pochi in Europa a permettere osservazioni spettropolarimetriche. Le macchie sono l'espressione più evidente del magnetismo solare. Si tratta infatti di zone dove i fenomeni magnetici risultano molto marcati, ovvero dove sono presenti campi magnetici molto intensi, osservabili attraverso l'effetto Zeeman. Tipicamente, esse hanno una forma circolare dal diametro nell'ordine di $30'000$ km. Le macchie appaiono più scure rispetto al resto della fotosfera essendo più fredde e ciò è dovuto all'intenso campo magnetico che inibisce il trasporto di energia. Durante le misurazioni ci siamo focalizzati in particolare sul gruppo di macchie solari visibile in figura 4. La figura 5 mostra invece l'im-

agine delle stesse macchie catturata dal telescopio dell'IRSOL.

La regione specifica da cui si vogliono ricavare i dati dev'essere individuata e puntata da una specie di fessura, ovvero la linea nera verticale al centro della figura 5, che costituisce l'ingresso vero e proprio della radiazione che raggiunge il polarimetro. Di grande rilevanza è anche un altro tipo di rappresentazione, chiamata magnetogramma, visibile nella figura 6. Questo mostra infatti la presenza di campi magnetici, rappresentati in bianco e in nero, individuati dalla sonda Solar Dynamics Observatory (SDO) della NASA. Nello specifico, le zone bianche corrispondono a un campo magnetico emergente mentre quelle nere a un campo magnetico entrante. Per comprendere meglio la situazione è anche riportata la fessura del telescopio dell'IRSOL, in questo caso rappresentata indicativamente dalla linea rossa. Una volta che la strumentazione ha catturato la radiazione di cui siamo interessati, i vari software presenti all'IRSOL si occupano di elaborare le informazioni fornendo i dati ai quali siamo interessati. Nello specifico, ci hanno fornito lo spettro proveniente da una macchia, rappresentato dalla figura 7, dove i quattro grafici corrispondono alle

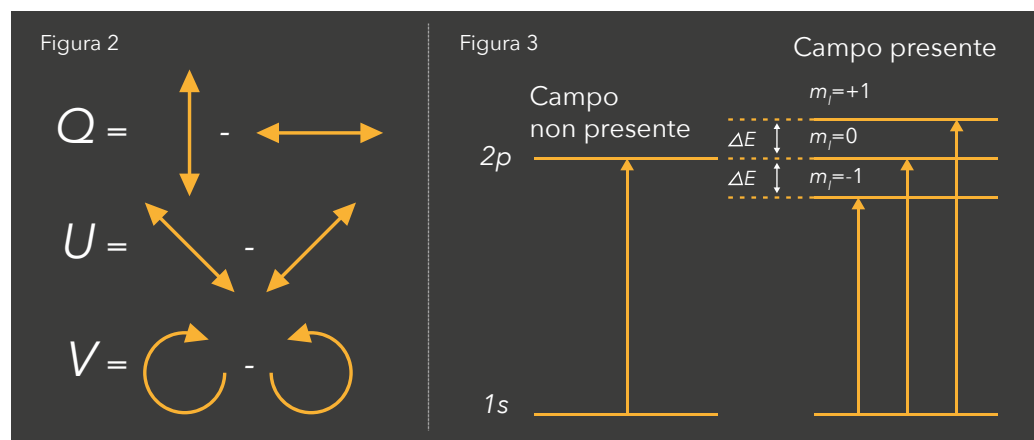


Figura 2

Significato dei vari parametri di Stokes, assumendo che l'osservatore guardi frontalmente la sorgente luminosa.

(Da: M. Bianda e R. Ramelli. Evoluzione e variabilità del campo magnetico cromosferico e fotosferico solare, 2014)

Figura 3

Transizione energetica tra i sottolivelli $1s$ e $2p$ soggetta a un campo magnetico esterno (a destra).

(Adattata da B. Carroll and D. Ostlie. An Introduction to Modern Astrophysics.

Pearson Addison-Wesley, 2007.)

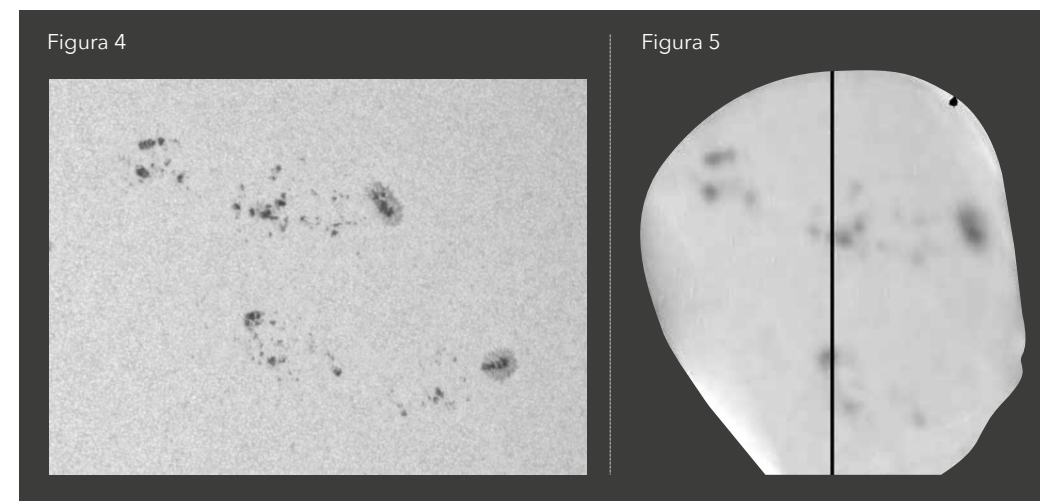


Figura 4

Gruppo di macchie solari oggetto delle misurazioni.

(Da <https://student.helioviewer.org/>)

Figura 5

Gruppo di macchie solari oggetto delle misurazioni.

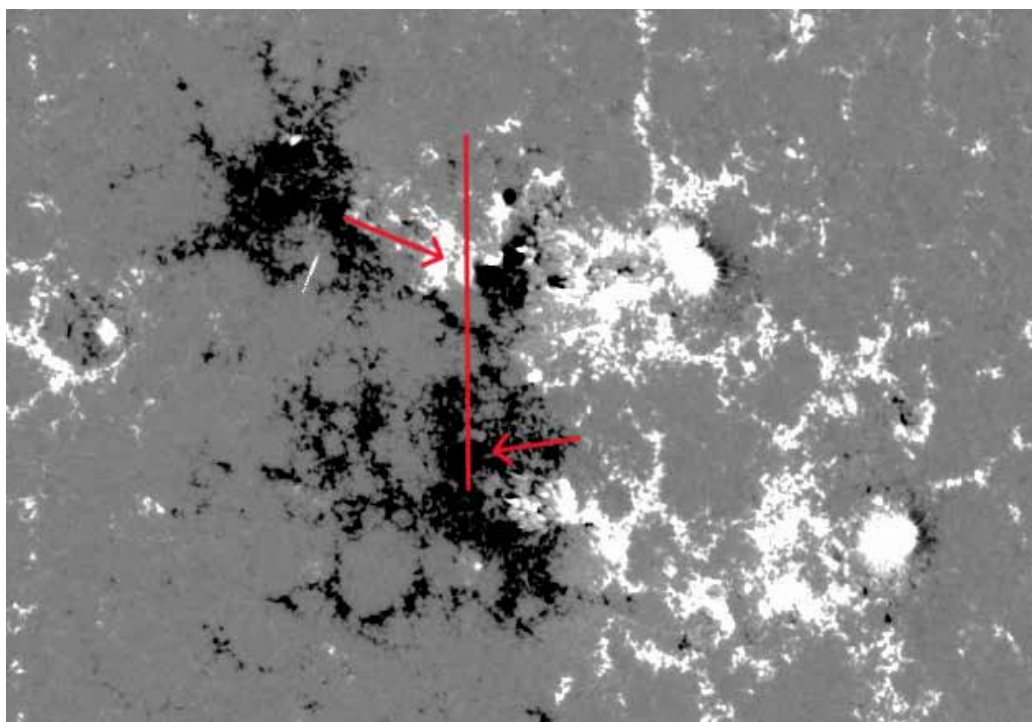


Figura 6
La stessa regione mostrata in un magnetogramma. La linea rossa rappresenta approssimativamente la fessura del telescopio e le due frecce indicano le due macchie di diversa polarità osservate. (Da <https://student.helioviewer.org/>)

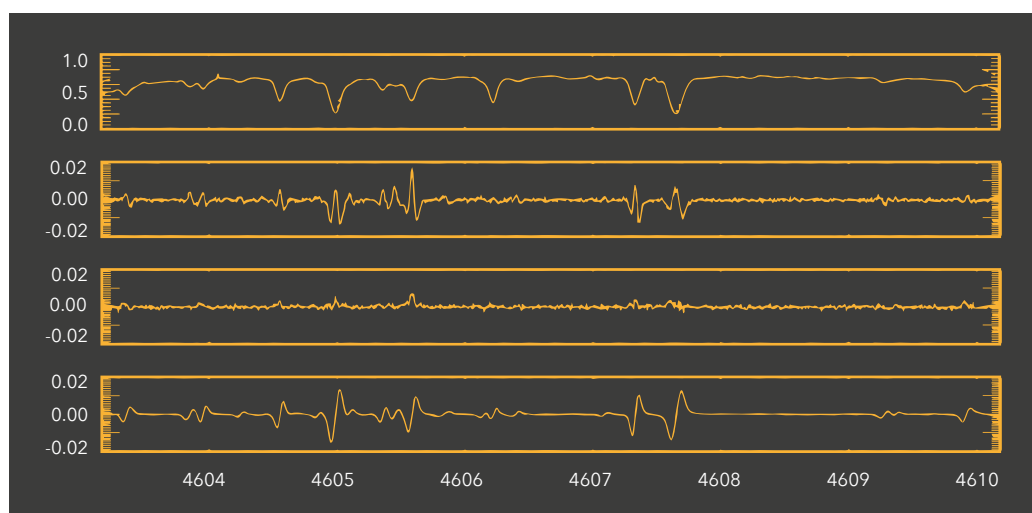


Figura 7
Intervallo di lunghezze d'onda attorno alla riga dello Stronzio a $4'607 \text{ \AA}$, osservato il 07.10.2023, nei quattro parametri di Stokes rappresentati in intensità in funzione della lunghezza d'onda.

quattro componenti Stokes, ovvero I , Q/I , U/I e V/I . L'immagine mostra infatti i dati provenienti dall'osservazione di una delle due macchie. Si nota subito l'influenza del campo magnetico, evidente dai segnali di polarizzazione formati nei tre grafici inferiori.

Stime e risultati

Ottenuti i dati relativi alle due macchie solari osservate, ci siamo prefissi l'obiettivo di stimare la forza dei campi magnetici sulla base del confronto tra le righe prodotte dal codice e quelle realmente misurate. Per fare ciò è necessario fissare dei valori per le varie costanti, in modo da poter variare soltanto il parametro che è proporzionale all'intensità del campo magnetico. È stato possibile fissare le altre variabili tentando di riprodurre con il codice il profilo della riga dello Stronzio a $4'607,3 \text{ \AA}$ rilevato in intensità senza campi magnetici.

Sfruttando il fatto che la differenza in frequenza tra le componenti Zeeman e la frequenza della riga spettrale originaria è proporzionale all'intensità del campo magnetico, abbiamo trovato che l'intensità del campo magnetico presente nella prima macchia era di 113 Gauss, mentre nella seconda macchia era di 332 Gauss. Una delle due righe ottenute dal codice è visibile in figura 8, a confronto con quella reale misurata.

Conclusioni

Le due stime prevedono un'intensità dei campi magnetici nell'ordine di al massimo qualche centinaio di Gauss. Si tratta di valori non molto elevati, constatando che tipicamente i campi magnetici delle macchie sono nell'ordine di qualche migliaio di Gauss. Nonostante le possibili imprecisioni dovute alla stima dei profili, l'errore dev'essere imputato ad altro, salvo prima assicurarsi della validità dei valori stimati con delle fonti attendibili. Una possibile causa è il modo in cui sono state puntate le macchie col telescopio, ad esempio misurando la radiazione proveniente non dal centro delle macchie ma dalle zone circostanti. Quest'ipotesi è valida nella misura in cui risulta complesso determinare la regione esatta, intercettata dalla fessura del telescopio, dalla quale provengono i dati raccolti, aspetto evidente se si osserva la Figura 5. Un ulteriore possibile fattore è nell'aggiunta di una costante nel calcolo di un certo parametro necessario alla simulazione, aspetto che è emerso in seguito consultando accuratamente la letteratura. In un'ipotetica futura ricerca che comprenda questi temi si potrebbe approfondire la natura di questi risultati, andando anche a migliorare e a sviluppare ulteriormente il modello. Lo studio, ad esempio, potrebbe vertere piuttosto sul piano teorico, tenendo conto di altri fenomeni fisici del Sole oppure sul piano dell'analisi numerica, sperimentando altri metodi numerici più complessi e accurati.

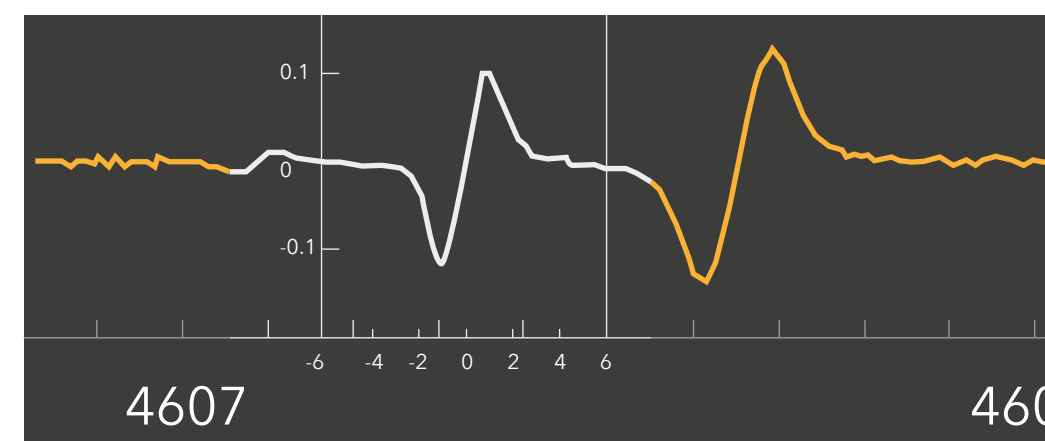


Figura 8
Confronto tra la riga ottenuta dal modello e quella misurata. Il grafico si riferisce alla polarizzazione V/I .

Assemblea ordinaria ASST

Rapporto presidenziale

di Philippe Jetzer

L'assemblea odierna è la quarantaquattresima dalla fondazione dell'ASST, avvenuta il 29 maggio 1980. Anche nel 2023 l'attività dell'Istituto, dal passaggio della conduzione dall'Osservatorio Federale del Politecnico di Zurigo alla nostra associazione privata, definita "Associazione Specola Solare Ticinese", è continuata normalmente e le finalità scientifiche sono rimaste invariate. La Specola Solare Ticinese quale osservatorio di riferimento a livello internazionale per la determinazione del numero relativo di Wolf¹, dopo le decisioni prese dal SILSO² di Bruxelles, mantiene un ruolo fondamentale per determinare il fattore di proporzionalità tra due metodi di conteggio: il metodo tradizionale di Waldmeier e quello nuovo introdotto dal SILSO.

La serie di dati relativa al conteggio di macchie solari nel 2016 è stata riconosciuta a livello internazionale nell'ambito degli studi climatici e inclusa nel nuovo piano di implementazione del Global Climate Observing System (GCOS)³

in considerazione della sua ottima correlazione con la misura dell'irradianza totale del Sole.

Il progetto di archiviazione e digitalizzazione dei dati della Specola finanziato da MeteoSvizzera nel contesto di GCOS Svizzera è stato completato alla fine di luglio 2023, con il lavoro di digitalizzazione presso il Digicenter della biblioteca dell'ETH. Il grosso del lavoro del progetto svolto alla Specola era già stato completato alla fine di luglio 2022. Esso comprende una banca dati digitale contenente le informazioni dei vari gruppi di macchie solari che sono stati osservati alla Specola dalla sua entrata in funzione nel 1957 fino a oggi. La banca dati è pubblicata all'indirizzo: sunspots.irsol.usi.ch/.

Per la conservazione del database a lungo termine si fa capo al datacenter dell'ETH. I dati sono pure stati pubblicati su Zenodo, una repository internazionale gestita dal CERN che segue gli attuali standard FAIR richiesti dagli enti che finanziano la ricerca (doi.org/10.5281/zenodo.8117331). Per i dati raccolti durante la ge-

stione dell'ETHZ, nel periodo dal 1957 al 1980, si è fatto capo all'analisi dei disegni digitalizzati forniti dall'archivio della biblioteca dell'ETHZ. Per estrarre le informazioni relative alle coordinate dei gruppi si utilizza un software chiamato Digisun, che ci è stato gentilmente messo a disposizione dal SILSO.

La banca dati dei gruppi di macchie solari viene ulteriormente sviluppata nell'ambito di un nuovo progetto triennale finanziato da Swisslos e dal fondo Wolf. Il progetto, iniziato nel corso del 2023, prevede il completamento con le lungitudini mancanti nel periodo 2002-2018 e il riconteggio non ponderato nel periodo dal 1957 al 1980.

Una parte importante dell'attività alla Specola è rappresentata dalla divulgazione astronomica (scuole, corsi di astronomia e serate osservative) e rappresenta un importante apporto alla realtà culturale del Cantone. Il CAL (Centro Astronomico del Locarnese), istituito nel 2006 con lo scopo di riunire gli sforzi dell'IRSOL, della Specola e della SAT per la divulgazione, organizza sia appuntamenti diurni, per l'osservazione del Sole e dello spettro solare, sia serali, per l'osservazione del cielo stellato con il telescopio. Per le osservazioni serali, è stato acquistato un moderno telescopio, che ha sostituito il telescopio Maksutov che presentava problemi alla motorizzazione. Il nuovo telescopio permette un puntamento molto più agevole ed è dunque maggiormente adatto all'utilizzo con il pubblico.

I disegni giornalieri del Sole, come ormai consuetudine, sono stati messi in rete sulle pagine WEB della Specola, dove vengono frequentemente consultati da interessati sparsi in tutto il mondo.

La gran parte del lavoro svolto alla Specola è stata portata a termine, con grande dedizione, dal direttore Marco Cagnotti, con l'aiuto del personale dell'IRSOL (Michele Bianda, Renzo Ramelli, Katya Gobbi), nonché dei responsabili dell'ASST, in modo particolare di Katya Gobbi, in qualità di cassiere e di Andrea Manna per i disegni del Sole eseguiti in particolare di domenica. Allo sviluppo del software per la gestione del database dei gruppi di macchie solari ha collaborato Christian Skorski. Colgo l'occasione per ringraziare tutti per il loro notevole impe-

gno. Non va inoltre dimenticato che l'attività dell'Istituto Ricerche Solari Aldo e Cele Daccò (IRSOL), tramite le organizzazioni AIRSOL alle quali l'ASST è strettamente legata, continua a impegnare in modo importante i membri del comitato.

Lo stato sociale e l'attività possono essere schematicamente riassunte nel modo seguente:

Membri

Nel 2023 il numero dei soci individuali è sostanzialmente stabile. Il numero degli aderenti all'ASST è di 166 soci. In dettaglio: 149 membri individuali e 17 membri collettivi. Contiamo sull'appoggio attivo di tutti i soci affinché il numero aumenti nel 2024.

Organizzazione

L'organizzazione si è sviluppata seguendo lo schema dell'organigramma generale, mantenendo i costanti rapporti di collaborazione con l'IRSOL e la Società Astronomica Ticinese.

Contratti e convenzioni

Gli accordi stipulati dall'ASST sono stati rispettati nel 2023 e sono alla base del buon funzionamento della Specola. Essi sono:

- 1) Il contratto di locazione del 22 dicembre 1980 con la Confederazione Svizzera.
- 2) Il contratto con il fisico Marco Cagnotti rinnovato annualmente.
- 3) La convenzione col "Solar Influences Data Analysis Center" (SIDC) del 9 marzo 1981. Le quotidiane osservazioni del Sole (disegni fotografici e numeri relativi di Wolf) sono state trasmesse giornalmente a Bruxelles.
- 4) La convenzione con l'Osservatorio Meteorologico Ticinese di Locarno- Monti del 13 novembre 1980 e rinnovata nel 1983, che ci permette di usufruire di alcune sue infrastrutture e servizi. Così come gli accordi siglati nel 2018.
- 5) Accordo firmato tra: Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera, Biblioteca ETH Zurigo e Associazione Specola Solare Ticinese. L'accordo prevede l'archiviazione, la digitalizzazione e la pubblicazione dei dati dell'attività delle macchie solari registrati alla Specola Solare Ticinese presso la Biblioteca



ETH di Zurigo. Il progetto si è concluso il 31 luglio 2023 ed è stato finanziato da MeteoSvizzera nel contesto di GCOS-Svizzera.

6) Contratto di Collaborazione supplementare firmato tra: Associazione Specola Solare Ticinese e Marco Cagnotti. Per il completamento del database relativo ai gruppi di macchie solari. Progetto finanziato da Swisslos e dal Fondo vincolato Wolf.

7) Contratto di donazione firmato tra: ETH Zurigo e Associazione Specola Solare Ticinese. Con il contratto di donazione viene definito che i disegni originali delle macchie solari eseguiti presso la Specola Solare Ticinese dal 1981 al 2016 vengono donati all'ETH di Zurigo e depositati presso l'archivio del Politecnico. L'accordo prevede pure la possibilità di fornire i disegni ottenuti successivamente. I disegni fino al 2019 sono già stati consegnati.

8) Accordo con l'IRSOL, in vigore dal novembre 2022, che prevede la collaborazione del direttore della Specola Cagnotti per la comunicazione istituzionale dell'IRSOL. Per la prestazione fornita, l'IRSOL versa una quota che permette un aumento del grado di occupazione di Cagnotti del 10%.

Attività scientifica

L'attività scientifica e divulgativa è continuata secondo le direttive fissate negli scorsi anni. Come finora essa è stata di alto livello e di grande qualità scientifica. Per i dettagli rimando al rapporto del dir. M. Cagnotti. Dopo aver raggiunto il minimo a fine 2019, l'attività solare è considerevolmente aumentata nel corso del 2023. La ricerca solare resta un tema di grande attualità anche nell'ottica di una migliore comprensione dell'influsso solare sul clima terrestre.

Situazione finanziaria

Come di consueto le entrate finanziarie dell'ASST sono state sostenute oltre che dai soci, in modo particolare dai contributi degli Enti privati e pubblici, segnatamente del Cantone Ticino, della Società Elettrica Sopracenerina (SES) di Locarno, della ditta Elettricità Bronz SA, della Società Astronomica Ticinese e da BancaStato. Nel corso del 2023 il Fondo Wolf

gestito dall'ETH di Zurigo è stato sciolto e circa 65'000.- Fr sono stati versati all'ASST per garantire la continuità delle osservazioni alla Specola. Sarà premura del comitato usare al meglio questo importante contributo e sicuramente una parte potrà essere usata per apportare migliorie al telescopio e alla cupola. Una richiesta supplementare al Cantone (Fondo Swisslos) è pure stata accettata. Lo scopo è di aumentare la percentuale di lavoro del direttore Marco Cagnotti che nel tempo aggiuntivo potrà dedicarsi al riconteggio delle macchie. Un lavoro questo estremamente utile anche dal punto di vista scientifico.

Notiamo che a partire dal 2008 i comuni del Locarnese, in seguito alla decisione presa dal convio dei sindaci della CISL, danno un contributo annuo globale all'IRSOL, che a sua volta riversa secondo le necessità una parte all'ASST. Questa soluzione permette di semplificare i rapporti tra i comuni l'ASST e l'IRSOL. Per questo motivo i contributi dei vari comuni figurano solo in modo indiretto nei conti dell'ASST, tuttavia sono da considerarsi come sostenitori dell'ASST a tutti gli effetti (e quindi conteggiati tra i membri collettivi) e li ringraziamo per il loro contributo.

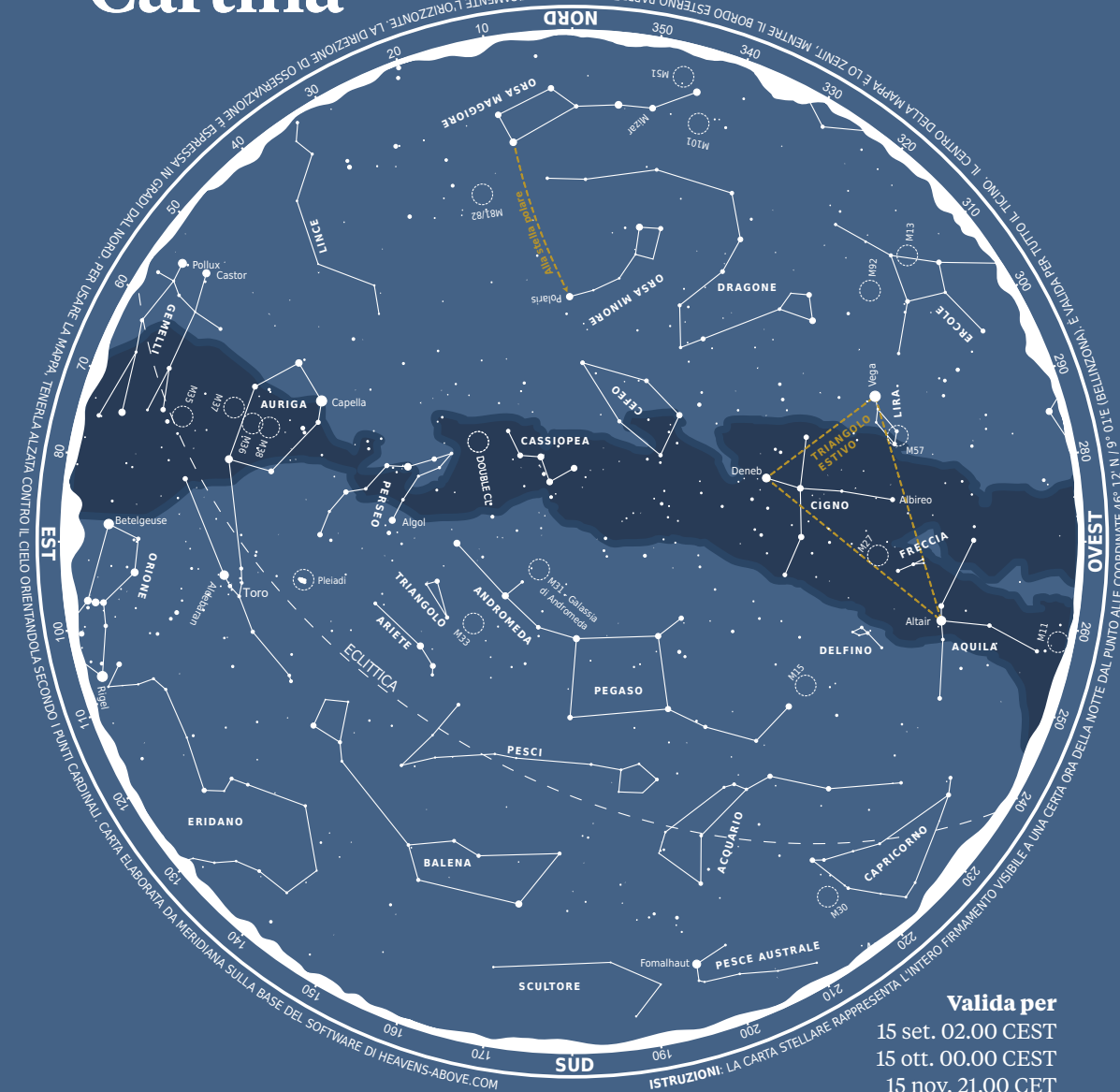
Ringraziamo tutti i sostenitori e i numerosi soci per averci sin qui sostenuti e speriamo nel loro appoggio anche per il 2024 in modo da poter garantire la necessaria continuità alla nostra importante attività scientifica e divulgativa.

¹ Oggi chiamato più comunemente *International Sunspot Number*.

² Il SILSO è il centro mondiale per la produzione, la preservazione e la disseminazione del numero relativo di Wolf e fa parte del SIDC (Solar Influences Data Analysis Center).

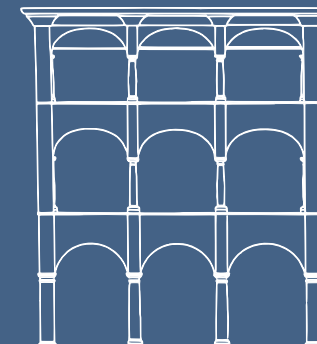
³ GCOS nasce da un'iniziativa congiunta dell'organizzazione meteorologica mondiale (WMO), dell'UNESCO, del Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP), del Concilio Internazionale della Scienza (ICSU) e della Commissione Intergovernativa Oceanografica (IOC). Esso ha come scopo quello di garantire un'informazione globale sul sistema climatico terrestre, tramite l'accesso a dati pertinenti di varia natura ottenuti in ambito multidisciplinare.

Cartina



Valida per

15 set. 02.00 CEST
15 ott. 00.00 CEST
15 nov. 21.00 CET



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)

Appuntamenti

Ven 6 set
Osservazione pubblica al Calina
 dalle 20:30
 Come di consueto, il primo venerdì del mese, all'osservatorio Calina di Carona si terrà una serata di osservazione pubblica. Massimo 15 persone con prenotazione gratuita obbligatoria. Per informazioni rivolgersi a Fausto Delucchi allo +41 (0) 79 389 19 11 o scrivendo a fausto.delucchi@bluewin.ch

Sab 7 set
Serata osservativa alla capanna Gorda
 dalle 21:00
 L'Associazione AstroCalina, per sabato 7 settembre 2024 a partire dalle 21.00, organizza una serata osservativa presso la capanna Gorda. Condurrà l'attività Francesco Fumagalli. Iscrizione (10 franchi) al numero 079 504 38 46 (Sig.ra Nadia).

Lun 9 set
Corso di astronomia avanzato
 dalle 20
 L'associazione AstroCalina, a partire dal 9 settembre 2024, presso l'osservatorio Calina di Carona, organizza il corso "Amici dell'astronomia". Info su astrocalina.ch.

Sab 14 set
Osservazione della Luna al Calina
 dalle 20:30
 Serata per osservare la Luna in prossimità del primo quarto e le diverse curiosità stagionali. Prenotazione gratuita obbligatoria sul sito astrocalina.ch. Per informazioni: Fausto Delucchi allo +41 (0) 79 389 19 11 o scrivendo a fausto.delucchi@bluewin.ch

Sab 21 set
Passeggiata al chiar di Luna sul Lema
 dalle 17
 Dopo cena, dalle 21 circa, l'osservatorio astronomico sarà a disposizione per una visita guidata. Il sentiero Insubrico è suggestivo

poiché offre una magnifica vista su due laghi, il Ceresio e il Lago Maggiore. Ci farà da guida la Luna.

Dom 22 set
Osservazione del Sole al Calina
 dalle 10
 Sarà possibile osservare le macchie solari e la fotosfera in luce bianca e con un filtro H-alfa. Prenotazione gratuita obbligatoria. Per informazioni: Fausto Delucchi allo +41 (0) 79 389 19 11 o scrivendo a fausto.delucchi@bluewin.ch

Mar 24 set
Corso di astronomia elementare
 dalle 20
 L'associazione AstroCalina, tutti i martedì a partire dal 24 settembre 2024, presso l'osservatorio Calina di Carona, organizza un corso di astronomia elementare. Maggiori informazioni su www.astrocalina.ch.

Ven 4 ott
Osservazione pubblica al Calina
 dalle 20:30
 Serata osservativa al Calina di Carona. Vedi info serata di settembre.

Sab 12 ott
Osservazione la Luna al Calina
 dalle 21
 Serata per osservare la Luna in prossimità del primo quarto e le diverse curiosità stagionali. Prenotazione gratuita obbligatoria sul sito astrocalina.ch

Sab 19 ott
Passeggiata al chiar di Luna sul Lema
 dalle 17
 Per info vedi evento precedente.

Su www.astrocicino.ch trovate l'agenda sempre aggiornata sugli appuntamenti.

Cosa guardare

da maggio ad luglio 2024

Per l'intero periodo

Ammasso Doppio di Perseo
 Coppia di ammassi aperti molto luminosi visibili nella costellazione di Perseo. Si possono vedere ad occhio nudo, sotto cieli molto scuri, come una macchia chiara e allungata a forma di 8. È uno degli oggetti più fotografati in cielo.

Triangolo estivo
 Asterismo che congiunge le stelle Vega (Lira), Altair (Aquila) e Deneb (Cigno).

Alamach - γ Andromedae
 Interessante stella doppia arancio e blu di 5 magnitudine. In realtà il sistema si compone di 4 stelle, ma solo due sono visibili al telescopio.

Albireo - β Cygni
 Stella bicolore, con una componente blu e una componente arancio. Si trova praticamente al centro del triangolo estivo.

ϵ Lyrae
 Famosa doppia stella doppia. Al binocolo sembra una semplice stella doppia. Al telescopio ogni componente si rivela essere a sua volta una stella doppia.

Marte
 Visibile nella seconda parte della notte.

Giove
 Torna visibile per lo più nella seconda parte della notte.

Saturno
 Visibile dapprima durante tutta la notte, successivamente tramonterà nella seconda parte della notte.

Agosto

Congiunzione Luna-Pleiadi
 La mattina del **26 agosto** la Luna e le Pleiadi saranno quasi sovrapposte.

Settembre

Eclisse di luna (molto) parziale
 Il 18 settembre tra le 03:12 e le 4:15 la Luna transiterà nel cono d'ombra della Terra, creando un'eclisse di Luna parziale. La copertura del disco sarà solo del 3,5%.

Equinozio d'autunno
 Alle 14:43 del 22 settembre 2024 inizierà l'autunno astronomico.





Ottobre

Stelle cadenti - Orionidi
 Sciame meteorico con picco nella notte tra il **20 e il 21 ottobre**. Si attendono un massimo di 20 meteore per ora. Luna quasi piena.

Fasi lunari

Luna Nuova	3 settembre	2 ottobre
Primo quarto	11 settembre	10 ottobre
Luna Piena	18 settembre	17 ottobre
Ultimo quarto	24 settembre	24 ottobre

Legenda

Visibile a occhio nudo 
 Visibile con un binocolo 
 Visibile con un telescopio 
 Evento in una data precisa 

GAB
CH-6605 Locarno 5
P.P. / Journal

LAPOSTA 

shop online



www.bronz.ch