



Meridiana

astroticino.ch

In arrivo da lontano

La cometa C/2022 E3 (ZTF) ha attratto
gli obiettivi di molti appassionati, anche
dalla Svizzera italiana

a pagina 20

In attesa dei fuochi d'artificio

Ci vuole poco per ricordarci che il cielo è sempre lassù. Basta una cometa che arriva da lontano, che transita da queste parti dopo 50 mila anni, ammesso che sia mai passata di qui e che tornerà mai. Se davvero avesse già fatto capolino nei cieli terrestri, la C/2022 E3 (ZTF) avrebbe trovato una Terra molto diversa, scarsamente popolata e con una specie di ominidi ormai estinta: l'uomo di Neanderthal.

Oggi il panorama è completamente diverso: il lato notturno della Terra, allora buio, oggi è rischiarato dalle luci delle città. Le stesse luci che a noi 'sapiens sapiens' hanno ormai fatto dimenticare la magnificenza del cielo, la meraviglia dell'infinito sopra e intorno a noi.

Eppure, appunto, di quando in quando, qualcosa là fuori spunta, fa parlare la gente e così si torna a guardare in alto. Un tempo profete di sventure, oggi le uniche profezie sulle comete sono quelle degli astronomi che, regolarmente, non sanno dire se si tratterà di una piccola cometa da guardare unicamente al telescopio oppure se assicurerà uno spettacolo straordinario.

Qui sulla Terra ne stiamo ancora aspettando uno, dopo che la cometa Hyakutake e la Hale-Bopp ci avevano ben abituati a cavallo tra il 1996 e il 1997: fu un vero e proprio fuoco d'artificio; un periodo da perdere il fiato a guardare in alto. Nell'attesa, ci siamo goduti la C/2022 E3 (ZTF), visibile praticamente solo con binocoli o telescopi, ma che ha permesso a molti appassionati di scattare qualche bella foto. In questo numero ve ne proponiamo alcune riprese da Carlo Gualdoni (che ci spiega anche come è riuscito a catturarle dal balcone di casa) e di Luça Batek.

In copertina

Immagine della cometa C/2022 E3 (ZTF) ripresa da Luça Bertek

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

Meteor, 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

Astroticino.ch

Anna Cairati

acairati@gmail.com

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.



www.astroticino.ch/abbonati

Sommario

Numero 282 - Marzo-Aprile 2023



In copertina

La cometa dei Neanderthal

Ha tenuto banco nei cieli boreali da metà gennaio a metà febbraio. La cometa C/2022 E3 (ZTF) è stata vista da molti col binocolo e fotografata da diversi appassionati, anche dal balcone di casa, come ci racconta Carlo Gualoni.

Aggiornamenti

4 Astronotiziario

Le novità dal mondo astronomico.

Premio Fioravanzo

12 La voce delle stelle cadenti

Seguendo Lorenzo Figura nel suo lavoro di maturità, si va a caccia degli infrasuoni emessi dalle meteore.

Ricerca

24 La missione di LISA

Un osservatorio per le onde gravitazionali direttamente nello spazio.

Esplorazione

31 Un telescopio spaziale e sostenibile

L'esempio di LIFE per portare la ricerca fondamentale ancora più vicina alla sostenibilità.

Gruppi SAT

34 Occultazioni, un 2022 da record

Nuovamente tanto lavoro svolto del gruppo Corpi Minori che l'anno scorso ha prodotto 43 corde in 36 eventi positivi

Osservare

33 Cartina 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 Bianda, Anna Cairati, Philippe Jetzer

Hanno collaborato
Stefano Sposetti, Nicola Beltraminelli, Paola Rebecchi, Alexia Buloncelli

Stampa
Tipografia Poncioni SA,
Losone

Abbonamenti
Importo minimo annuale
Svizzera 30.- Fr.
Estero 35.- Fr.

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

La responsabilità del contenuto degli articoli è degli autori

Astronotiziario

La Fenice infuocata

di Paola Rebecchi

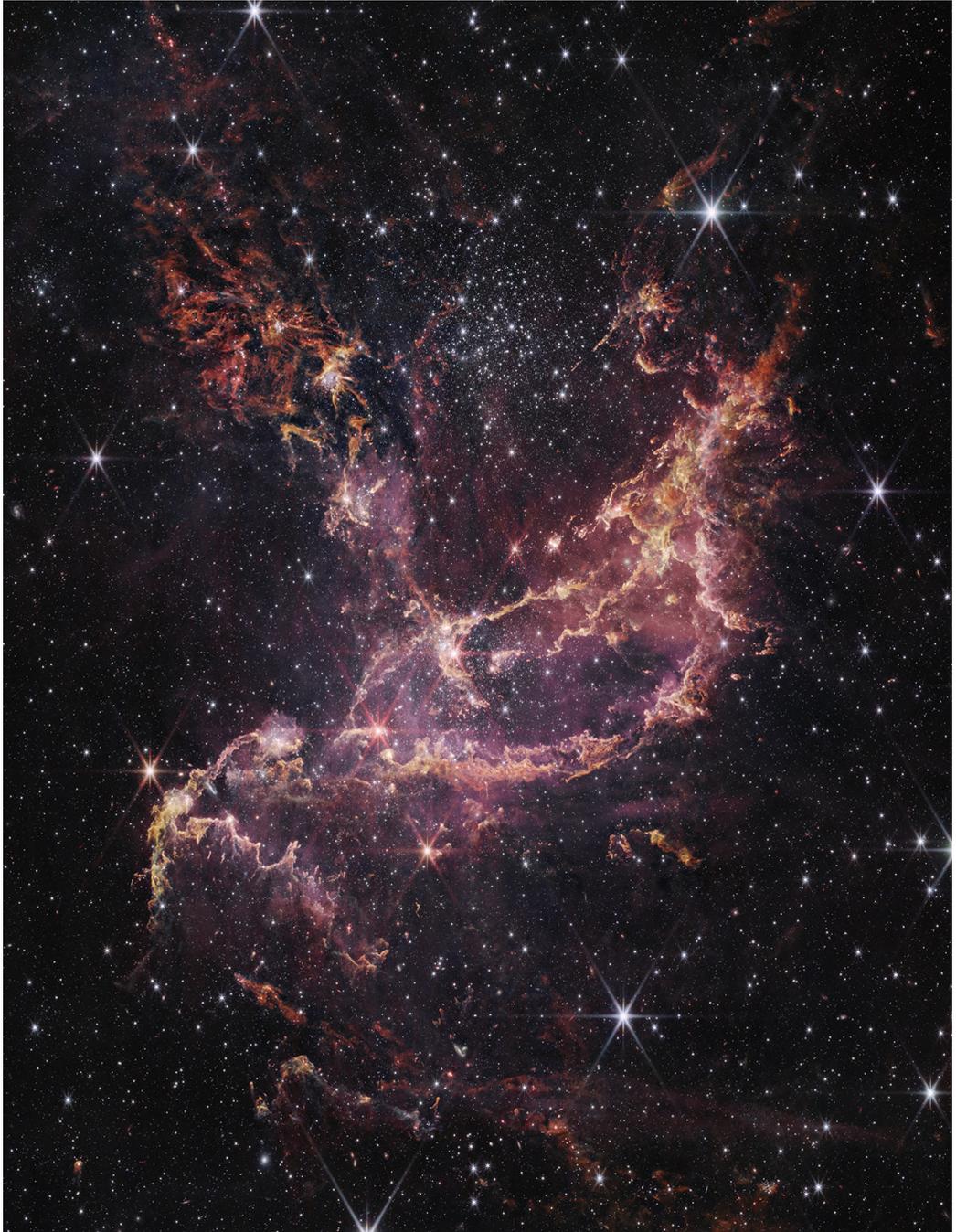
C'è più idrogeno e polveri di quanto ci si aspettasse nell'ammasso NGC 346, che si trova all'interno della piccola Nube di Magellano (SMC) a 200 mila anni luce di distanza. I risultati sono stati presentati durante la conferenza stampa del 241° meeting dell'American Astronomical Society, che si è tenuta a Seattle nello Stato di Washington nel gennaio 2023. La notizia è interessante dal momento che si tratta di elementi costitutivi non solo delle stelle, ma anche dei pianeti. Inoltre i pennacchi e gli archi di gas ripresi nelle immagini contengono due tipi di idrogeno.

Il gas è rappresentato con colori differenti: il colore rosa rappresenta l'idrogeno eccitato, e si trova ad una temperatura di circa 10.000°C, mentre l'arancione indica la polvere associata all'idrogeno molecolare neutro e denso, che è molto più freddo, ossia ad una temperatura di circa -200°C. Il gas più freddo offre inoltre un ambiente eccellente per la formazione delle stelle, che a loro volta lo modificano: la radiazione di queste giovani stelle infatti disperde le dense nubi da cui hanno avuto origine. I numerosi pilastri di gas incandescente mostrano gli effetti di questa erosione stellare in tutta la regione. Nell'immagine infrarossa il blu è stato assegnato alla lunghezza d'onda di 2,0 micron (F200W), il verde a 2,77 micron (F277W), l'arancione a 3,35 micron (F335M) e il rosso a 4,44 micron (F444W).

Inoltre gli studiosi sondando questa regione, hanno trovato che le condizioni e la quantità di metalli all'interno della SMC, assomigliano molto a quelle esistenti nelle galassie miliardi di anni fa, durante un'epoca dell'universo nota come "mezzogiorno cosmico", quando la formazione di stelle era al suo apice. Circa 2 o 3 miliardi di anni dopo il Big Bang, le galassie stavano formando stelle a un ritmo indiatolato; i fuochi d'artificio della formazione stellare di allora, danno ancora forma alle galassie che vediamo oggi.

L'astronoma e ricercatrice del principale team di ricerca Margaret Meixner, dell'Universities Space Research Association dice: "Una galassia durante il mezzogiorno cosmico non avrebbe un solo NGC 346 come la Piccola Nube di Magellano; avrebbe migliaia di regioni di formazione stellare come questa." Poi afferma: "Ma anche se NGC 346 è ora l'unico e solo ammasso massiccio che forma furiosamente stelle nella sua galassia, ci offre una grande opportunità di sondare le condizioni che erano in atto nel mezzogiorno cosmico".

Quindi osservando le protostelle ancora in fase di formazione, i ricercatori possono capire se il processo di formazione stellare nella SMC è diverso da quello che osserviamo nella nostra Via Lattea. I precedenti studi all'infrarosso di NGC 346, si sono concentrati sulle protostelle più pesanti aventi circa 5-8 volte la massa del nostro Sole. "Grazie a Webb, potremo esplorare protostelle più leggere, piccole come un decimo del nostro Sole, per vedere se il loro processo di formazione è influenzato dal minore contenuto di metalli", ha dichiarato Olivia Jones del Centro Tecnologico Astronomico del Regno Unito, Royal Observatory Edinburgh, co-investigatore del programma. Quando si formano, le stelle raccolgono dalla nube molecolare circostante gas e polveri, che si concentrano in un disco di accrescimento che alimenta la protostella centrale. Gli astronomi hanno rilevato gas intorno alle protostelle di NGC 346, ma le osservazioni nel vicino infrarosso



I colori dell'idrogeno

NGC 346 mostra pennacchi e archi di gas che contengono due tipi di idrogeno. Il colore rosa rappresenta l'idrogeno eccitato, che è tipicamente caldo, mentre l'arancione mostra l'idrogeno molecolare denso, decisamente più freddo. (Webb Space Telescope, NASA, ESA, CSA, A. Pagan (STScI), N. Habel (USRA), L. Lenkic (USRA) and L. Chu (NASA/Ames))

di Webb rivelano per la prima volta anche le polveri in questi dischi. Ed il co-investigatore del team di ricerca dell'Agenzia Spaziale Europea, Guido De Marchi afferma: "Stiamo vedendo i mattoni non solo delle stelle, ma anche potenzialmente dei pianeti. E poiché la Piccola Nube di Magellano ha un ambiente simile a quello delle galassie durante il mezzogiorno cosmico, è possibile che i pianeti rocciosi si siano formati nell'universo prima di quanto si possa pensare".

Il gruppo, per il suo lavoro, dispone anche delle osservazioni spettroscopiche prodotte dallo strumento NIRSpec di Webb, che sta continuando ad analizzare i dati, fornendo nuove informazioni sul materiale che circonda le singole protostelle e sull'ambiente circostante. Si può dire che il James Webb Space Telescope è il più importante osservatorio scientifico spaziale del mondo. Si spera che Webb risolverà i misteri del nostro Sistema solare, indagando mondi lontani attorno ad altre stelle e le origini del nostro universo. Webb è un programma internazionale guidato dalla NASA con i suoi partner, l'ESA (Agenzia Spaziale Europea) e l'Agenzia Spaziale Canadese.

Un po' di polvere

di Paola Rebecchi

È la prima volta che abbiamo la sensibilità per osservare direttamente pianeti con orbite ampie e una massa significativamente inferiore a quella di Giove e Saturno. Questo è davvero un territorio nuovo e inesplorato, in termini di immagini registrate nei dintorni di stelle aventi piccola massa'. Così Kellen Lawson, del Goddard Space Flight Center della NASA, durante la presentazione delle osservazioni del programma Guaranteed Time 1184 del Telescopio James Webb. Presentazione avvenuta durante una delle conferenze stampa del 241° meeting dell'American Astronomical Society. L'obiettivo originale del team era quello di cercare pianeti giganti con orbite ampie, simili a quelle di Giove, Saturno e degli altri giganti ghiacciati del nostro Sistema solare, mediante i metodi del transito o della velocità radiale utilizzati su stelle lontane. Il telescopio spaziale James Webb della NASA ha indagato inoltre le dinamiche interne di un disco di polveri che circonda la nana rossa oggetto della ricerca.

Per la prima volta il disco, già noto in precedenza, è stato fotografato a particolari lunghezze d'onda della luce infrarossa, fornendo inoltre indizi sulla sua composizione.

Il sistema stellare in questione, AU Microscopii o AU Mic, si trova a 32 anni luce di distanza dalla Terra, nella costellazione meridionale del Microscopio, con un'età approssimativa di 23 milioni di anni. Ciò significa che la formazione dei pianeti è terminata, poiché questo processo richiede in genere meno di 10 milioni di anni. Il sistema planetario di AU Microscopii possiede due pianeti b e c, il disco di detriti risultante dalle collisioni tra i planetesimi rimasti. Questo disco è un equivalente più massiccio della polvere che nel nostro Sistema solare crea il fenomeno noto come luce zodiacale.

Lawson dichiara inoltre: "Un disco di detriti viene continuamente rifornito da collisioni di planetesimi. Studiandolo, otteniamo una finestra unica sulla storia dinamica recente di questo sistema".

Un altro ricercatore del team e coautore dello studio, Josh Schlieder del Goddard Space Flight Center della NASA, ha commentato: "Questo sistema è uno dei pochissimi esempi di stella giovane, con esopianeti noti e un disco di detriti abbastanza vicino e luminoso da poter essere studiato in modo olistico con i potenti strumenti di Webb. Il nostro primo sguardo ai dati ha superato di gran lunga le aspettative. Erano più dettagliati di quanto ci aspettassimo, con il disco luminoso e più vicino alla stella rispetto alle nostre aspettative. Speriamo che, scavando più a fondo, ci siano altre sorprese che non avevamo previsto".

Il team ha utilizzato la NIRCcam (Near-Infrared Camera) del telescopio Webb per studiare AU Mic. Utilizzando il coronografo della NIRCcam, che blocca l'intensa luce della stella centrale, è stato possibile studiare la regione molto vicina all'astro. Queste immagini hanno permesso ai ricercatori di tracciare il disco fino a 5 unità astronomiche; questa distanza di circa 736 milioni di chilometri corrisponde all'orbita di Giove nel nostro Sistema solare.

Il programma di osservazione ha ottenuto immagini a 3,56 e 4,44 micron, permettendo ai ricercatori di rivelare che il disco era più luminoso alla lunghezza d'onda più corta, o "più blu"; questo probabilmente indica la presenza di polvere aventi piccole dimensioni e quindi più efficiente nel diffondere le lunghezze d'onda infrarosse più corte. Questa scoperta è coerente con i risultati di studi precedenti, secondo i quali la pressione delle radiazioni di AU Mic, a differenza di quella di stelle più massicce, non sarebbe abbastanza forte da espellere le polveri sottili dal disco.

Galassie primordiali sfidano la comprensione dell'Universo

di Coelum Astronomia (coelum.com)

Sei enormi galassie scoperte nell'Universo primordiale stanno ribaltando ciò che gli scienziati avevano precedentemente compreso sulla loro formazione.

“Questi oggetti sono molto più massicci di quanto ci si aspettasse”, ha rilevato Joel Leja, assistente professore di astronomia e astrofisica alla Penn State, che ha ricostruito la forma luminosa degli oggetti. “Ci saremmo aspettati infatti di trovarne solo minuscole e giovani, insomma baby-galassie in questo stadio dell'evoluzione dell'Universo, ed invece abbiamo scoperto galassie mature come la nostra in quella che in precedenza era considerata l'alba dell'Universo”.

Utilizzando il primo set di dati rilasciato dal James Webb Space Telescope della NASA, il team internazionale di scienziati ha scoperto oggetti maturi come la Via Lattea quando l'Universo aveva solo il 3% della sua età attuale, circa 500-700 milioni di anni dopo il Big Bang. Il telescopio è dotato di strumenti di rilevamento a infrarossi in grado di catturare la luce emessa dalle stelle e dalle galassie più antiche. In sostanza, il telescopio consente agli scienziati di vedere indietro nel tempo circa 13,5 miliardi di anni, vicino all'inizio dell'Universo come lo conosciamo, ha spiegato Leja.

“Questo è il nostro primo sguardo così indietro, quindi è importante mantenere un approccio il più possibile ampio su ciò che stiamo vedendo”, ha commentato Leja. “Mentre i dati indicano che si tratta probabilmente di galassie, penso che ci sia una reale possibilità che alcuni di questi oggetti si rivelino buchi neri supermassicci oscurati. Indipendentemente da ciò, la quantità di materia che abbiamo scoperto significa che la massa nota nelle stelle in questo periodo del nostro universo è fino a 100 volte più grande di quanto avessimo pensato in precedenza. Anche se dimezziamo il campione, questo è comunque un cambiamento sorprendente”.

In un articolo pubblicato il 22 febbraio su Nature, i ricercatori dimostrano che le sei galassie sono molto più massicce di quanto ci si aspettasse e mettono in discussione ciò che gli scienziati avevano precedentemente compreso sulla formazione delle galassie proprio all'inizio dell'universo. “La rivelazione che la massiccia formazione di galassie è iniziata molto presto nella storia dell'universo sconvolge ciò che molti di noi pensavano fosse una scienza consolidata”, ha proseguito

Leja. “Abbiamo chiamato informalmente questi oggetti ‘distruttori di universi’, e finora sono stati all’altezza del loro nome.” Leja ha spiegato che le galassie scoperte dal team sono così massicce da essere in contraddizione con il 99% dei modelli per la cosmologia. Spiegare una quantità così elevata di massa richiederebbe l’alterazione dei modelli per la cosmologia o la revisione della comprensione scientifica della formazione delle galassie nell’Universo primordiale, secondo cui le galassie iniziarono come piccole nuvole di stelle e polvere che gradualmente si ingrandirono nel tempo. Entrambi gli scenari richiedono un cambiamento fondamentale nella nostra comprensione di come è nato l’universo, ha aggiunto. “Abbiamo esaminato l’universo primordiale per la prima volta e non avevamo idea di cosa avremmo trovato. Si scopre che abbiamo trovato qualcosa di così inaspettato che in realtà crea problemi per la scienza. Mette in discussione l’intero quadro della prima formazione delle galassie”.

Il 12 luglio, la NASA ha rilasciato le prime immagini a colori e dati spettroscopici dal James Webb Space Telescope. Il più grande telescopio a infrarossi nello spazio, Webb è stato progettato per vedere la genesi del cosmo, la sua alta risoluzione gli consente di vedere oggetti troppo vecchi, distanti o deboli per il telescopio spaziale Hubble.

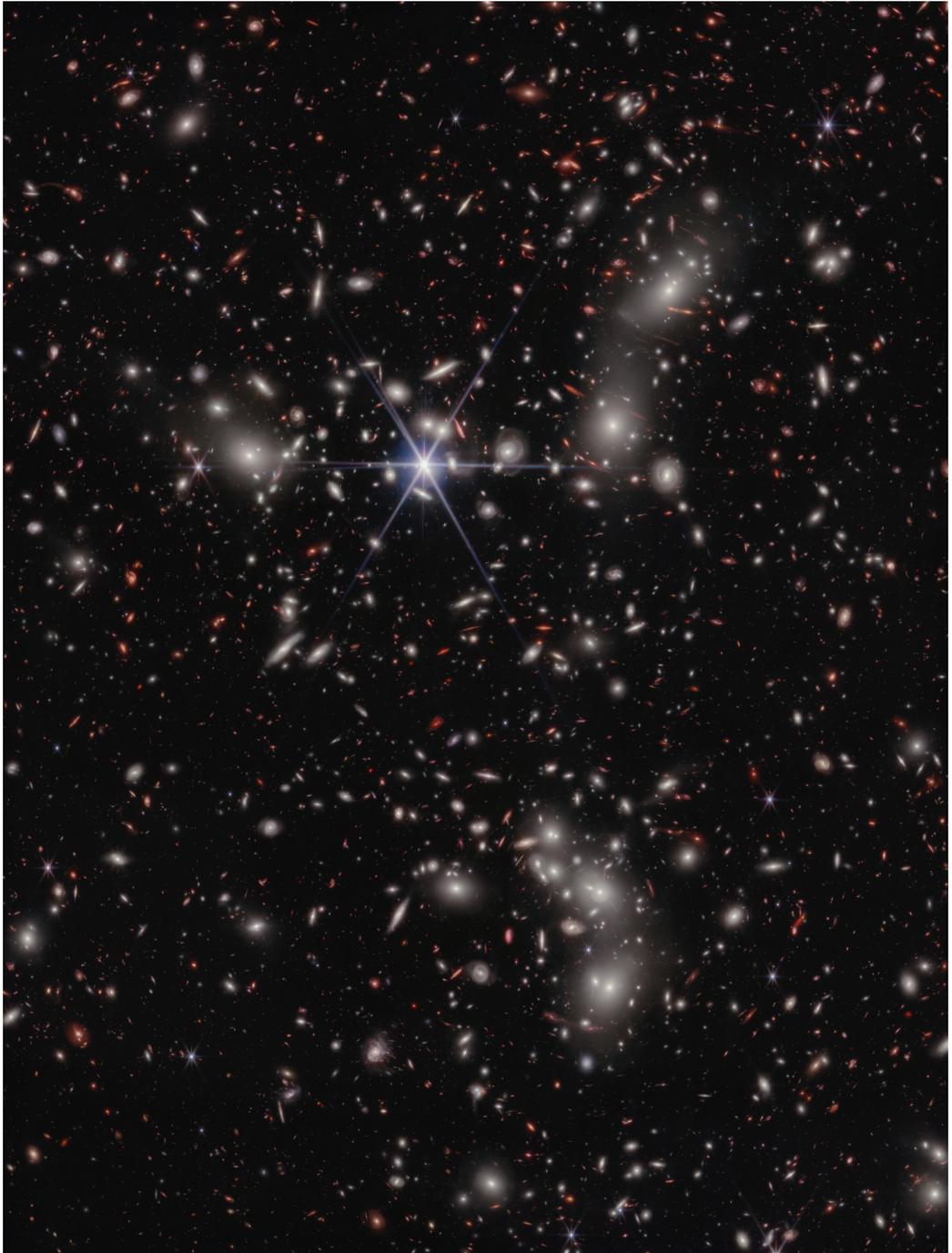
“Quando abbiamo ottenuto i dati, tutti hanno iniziato a immergersi e gli oggetti enormi sono saltati fuori molto velocemente”, ha aggiunto Leja. “Abbiamo iniziato a modellare e abbiamo cercato di capire cosa fossero, perché erano così grandi e luminosi. Il mio primo pensiero è stato che avevamo commesso un errore e lo avremmo trovato e saremmo andati avanti con le nostre vite. Ma dobbiamo ancora trovare quell’errore, nonostante molti tentativi.”

Leja ha spiegato che un modo per confermare la scoperta del team sarebbe quello di acquisire un’immagine dello spettro delle galassie massicce. Ciò fornirebbe al team dati sulle vere distanze, e anche sui gas e altri elementi che costituivano le galassie. Dovremo quindi aspettare di ottenere altri dati dalle indagini del JWST.

Una nuova Terra

di Paola Rebecchi

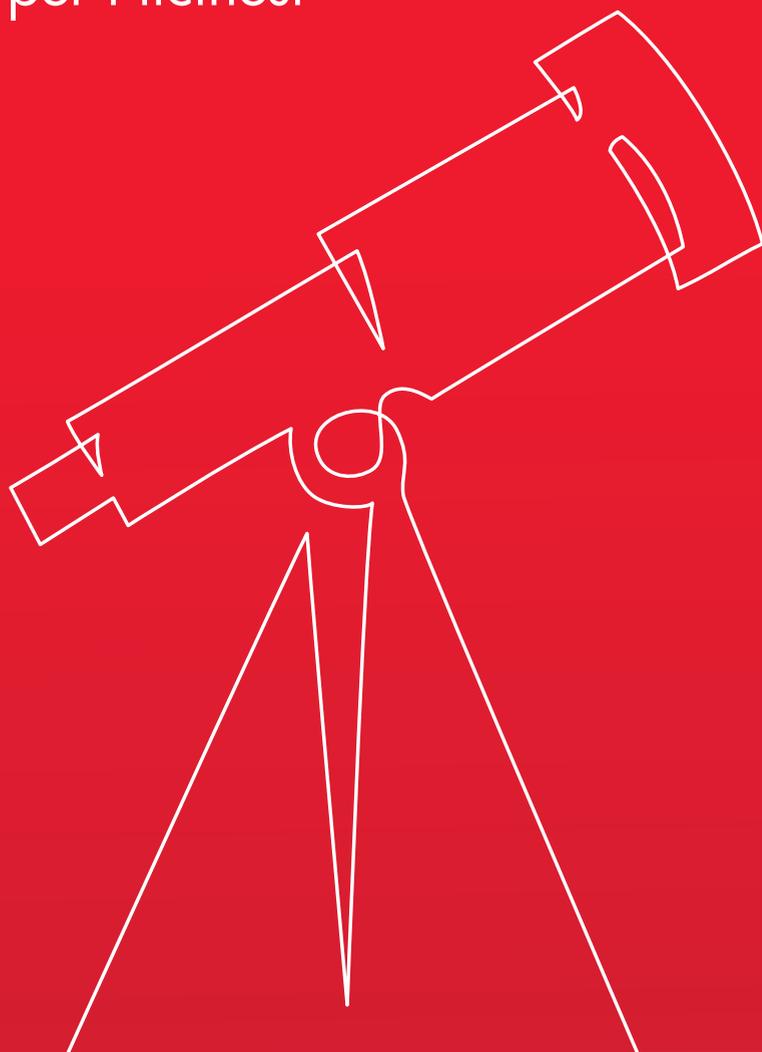
Utilizzando dati ottenuti del Satellite Transiting Exoplanet Survey della NASA, gli astronomi hanno scoperto altri due mondi che potrebbero potenzialmente avere sulla loro superficie acqua liquida, perché situati nella zona "abitabile". Questa zona è determinata principalmente da diversi fattori: la distanza di un pianeta dalla sua stella, l’energia emessa e le caratteristiche orbitali del pianeta stesso. In linea generale e per semplificare le cose, possiamo dire che, se troppo vicino alla stella il pianeta sarà troppo caldo, mentre se è troppo lontano sarà, al contrario, molto freddo. Come esempi nel nostro Sistema solare si possono paragonare Mercurio, troppo vicino, ed Europa (satellite di Giove) troppo lontano dal Sole. Il concetto di "zona abitabile" è comunque complesso e legato a un altro aspetto fondamentale, ossia la presenza di un’atmosfera planetaria in grado di modificare la propria temperatura tramite l’effetto serra, di cui tanto si parla in questi ultimi anni. Nel caso della Terra, l’interazione dei quattro fattori prima citati, fa sì che le condizioni medie di temperatura nel corso di un anno solare siano tali da permettere la presenza di acqua allo stato liquido e quindi il fenomeno della vita come noi la conosciamo. Il mondo chiamato TOI 700 che orbita all’interno della zona abitabile della sua stella, ovvero l’intervallo di distanze a cui potrebbe trovarsi acqua liquida sulla superficie, è grande il 95% della Terra e probabilmente è roccioso. Gli scienziati avevano già tre pianeti in questo sistema, chiamati TOI 700 b, c, d. Anche il pianeta TOI 700 d orbita nella zona abitabile, ma gli scienziati hanno avuto bisogno di un anno supplementare di osservazioni di TESS per scoprire

**Sguardo nel tempo**

Un'immagine del Pandora Cluster ripresa dal James Webb Telescope. Sullo sfondo circa 50 mila fonti di luce vicine all'infrarosso. (NASA, ESA, CSA, Ivo Labbe, Rachel Bezanson, Alyssa Pagan)

Pacchetti BancaStato

I nostri pacchetti per i ticinesi



Pacchetto
GIOVANE

CHF 0

AL MESE

Pacchetto
INDIVIDUALE

CHF 12

AL MESE

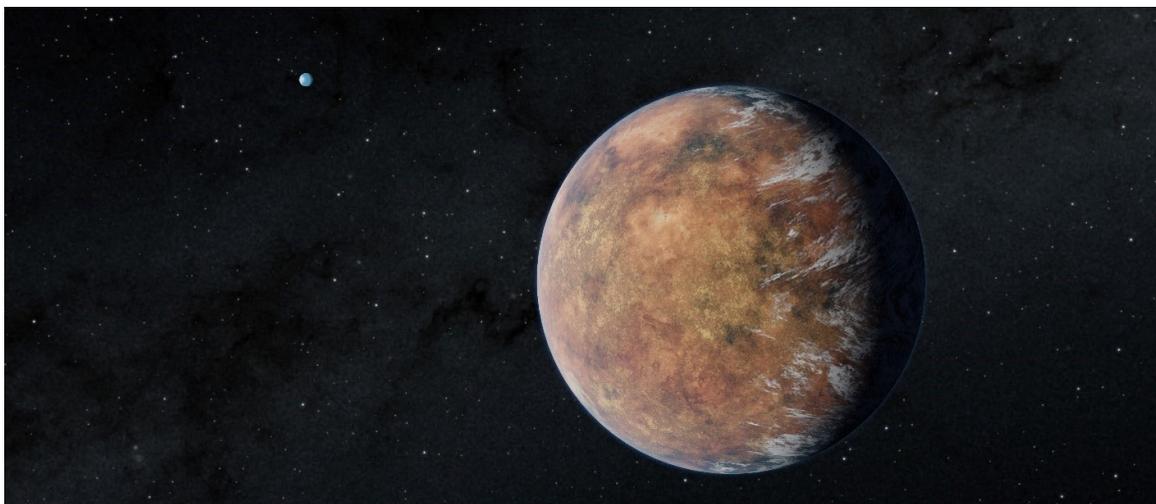
Pacchetto
FAMIGLIA

CHF 20

AL MESE

TOI 700 e. Emily Gilbert, borsista presso il Jet Propulsion Laboratory della NASA nella California meridionale, afferma: "Questo è uno dei pochi sistemi con più pianeti di piccole dimensioni nella zona abitabile che conosciamo" ed inoltre "questo rende il sistema TOI 700 un'interessante prospettiva per un ulteriore follow-up". Il pianeta e è circa il 10% più piccolo del pianeta d, quindi il sistema mostra anche come ulteriori osservazioni TESS ci aiutino a trovare mondi sempre più piccoli".

Invece, TOI 700 è una piccola stella nana M fredda, situata a circa 100 anni luce di distanza nella costellazione meridionale del Dorado. Nel 2020, Gilbert e altri hanno annunciato la scoperta del pianeta d, avente dimensioni terrestri e appartenente alla zona abitabile, che si trova su un'orbita di 37 giorni, insieme ad altri due mondi. Il pianeta più interno, TOI 700 b, è grande circa il 90% della Terra e orbita intorno alla stella ogni 10 giorni. TOI 700 c è oltre 2,5 volte più grande della Terra e compie un'orbita ogni 16 giorni. I pianeti sono probabilmente bloccati marealmente, ossia con il periodo di rotazione diurna uguale a quello di rivoluzione attorno alla stella; in altre parole, un "giorno" su questi pianeti dura quanto un "anno". Ciò significa che ruotano una sola volta per orbita in modo che un lato sia sempre rivolto verso la stella, proprio come un lato della Luna è sempre rivolto verso la Terra. Ben Hord, dottorando presso l'Università del Maryland, College Park e ricercatore laureato presso il Goddard Space Flight Center della NASA a Greenbelt, Maryland, dice: "Se la stella TOI 700 fosse stata un po' più vicina o il pianeta un po' più grande, avremmo potuto individuare TOI 700 e nel primo anno di dati TESS" e poi spiega, "ma il segnale era così debole che abbiamo avuto bisogno di un anno supplementare di osservazioni di transito per identificarlo". TESS monitora ampie porzioni di cielo, chiamate settori, per circa 27 giorni alla volta. Questi lunghi periodi di osservazione permettono al satellite di seguire le variazioni di luminosità stellare causate da un pianeta che passa davanti alla sua stella visto dalla nostra prospettiva, ossia il tipo di evento chiamato transito. La missione ha utilizzato questa strategia per osservare il cielo meridionale a partire dal 2018, prima di passare al cielo settentrionale. Nel 2020 è tornata al cielo meridionale per ulteriori osservazioni. L'anno supplementare di dati ha permesso al team di perfezionare le stime delle dimensioni originali dei pianeti, che sono circa il 10% più piccole rispetto ai calcoli iniziali.



Le nuove scoperte

Nell'immagine il pianeta TOI 700 e appena scoperto, ha dimensioni terrestri e orbita all'interno della zona abitabile della sua stella. Suo fratello di dimensioni terrestri, TOI 700d, è visibile in lontananza. (NASA/JPL-Caltech/Robert Hurt)

La voce delle stelle cadenti

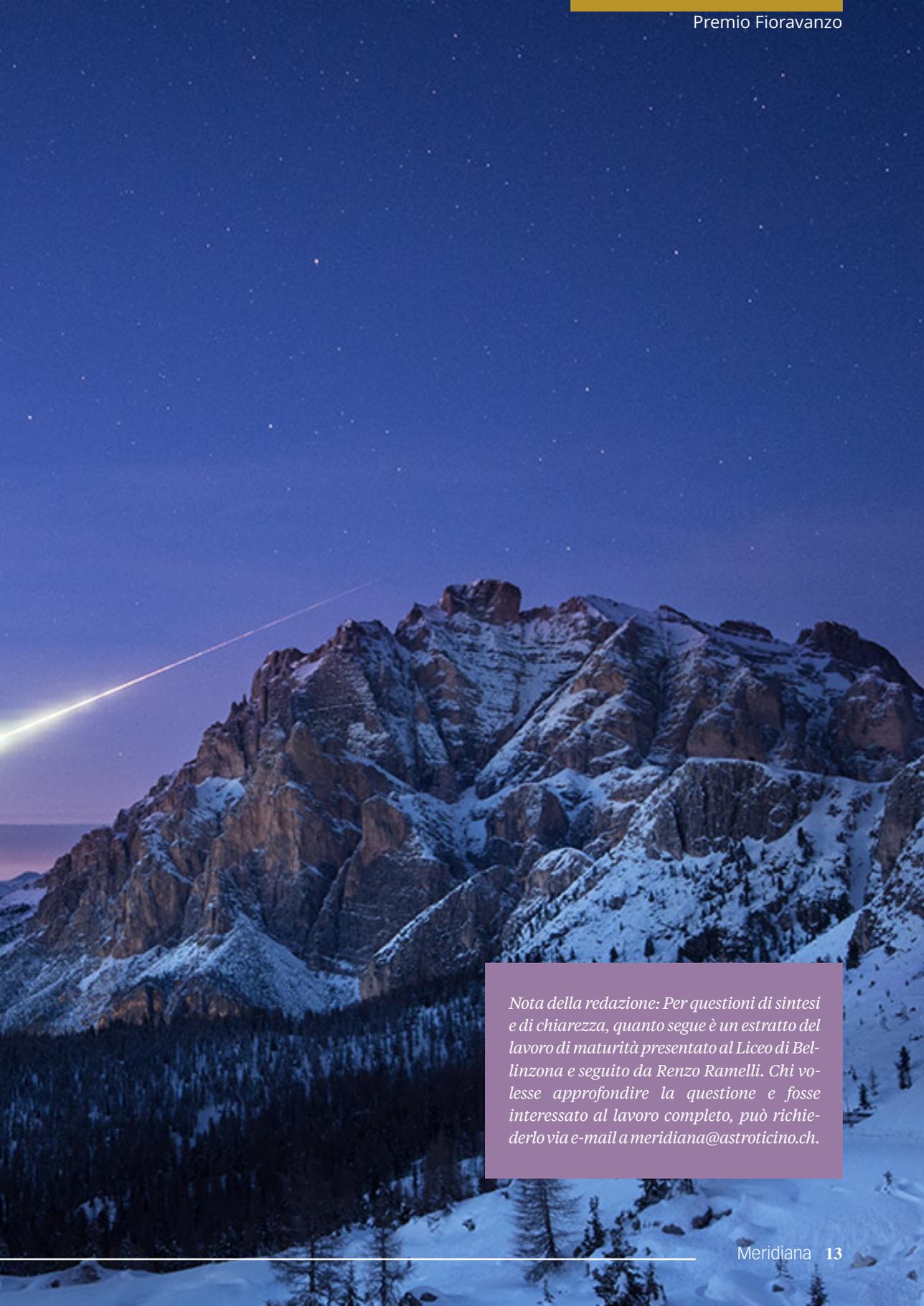
A caccia degli infrasuoni emessi dai corpi celesti che rientrano nell'atmosfera. In Ticino sono due le stazioni di misura

di Lorenzo Figura

Il termine meteora è assegnato a un corpo proveniente dallo spazio che, qualora penetri nell'atmosfera, sia riconoscibile grazie alla sua scia luminosa, osservabile nelle notti a cielo sereno.

Entrando nell'atmosfera terrestre, la meteora si riscalda a causa della pressione dinamica che viene generata dalla fortissima compressione dell'aria di fronte all'oggetto, l'aria si riscalda e di conseguenza anche l'oggetto. Sarà poi questo riscaldamento a determinare la sublimazione del materiale che compone la meteora, ossia il passaggio dallo stato fisico solido a quello gassoso senza, però, passare da quello liquido. Si viene anche a formare una coltre di vapori, che arrivano ad avere una temperatura di all'incirca 2500 K originando emissione di luce.

La velocità di penetrazione da parte della meteora nella nostra atmosfera si aggira fra gli 11,2 ed i 72,8 km/s. Mentre prosegue nella sua caduta, si innesca un processo



Nota della redazione: Per questioni di sintesi e di chiarezza, quanto segue è un estratto del lavoro di maturità presentato al Liceo di Bellinzona e seguito da Renzo Ramelli. Chi volesse approfondire la questione e fosse interessato al lavoro completo, può richiedere via e-mail a meridiana@astroticino.ch.



Immagine 1 - L'evento

Meteora apparsa nel cielo ticinese la notte del 19 marzo 2020.

noto come ablazione: la meteora comincia a perdere progressivamente massa, lasciando dietro di sé gocce di materia fusa.

Una meteora è composta da due parti: la testa e la scia. La testa della meteora contiene il meteoroido in progressivo disfacimento avvolto da plasma (miscela gassosa in cui parte degli atomi ha liberato uno o più elettroni), presente pure nella lunga scia, visibile generalmente solo per qualche secondo.

Il meteoroido può essere anche formato da detriti spaziali generati dall'uomo durante le numerose spedizioni orbitali o da satelliti danneggiati da impatti con altri corpi, ma anche da semplice spazzatura.

Nel caso in cui una meteora dovesse avere una luminosità molto elevata, si parla di bolide.

Se non si è già dissolta nell'aria, la meteora rallenta fino a circa 3 km/s, l'ablazione e l'emissione di luce cessano, entrando così nella fase di volo buio; se la meteora sopravvive al transito nell'atmosfera e si schianta al suolo, si parla di un meteorite. Alternativamente il moto della meteora può finire con un'esplosione. Le dinamiche alla base delle esplosioni delle meteore, quando esse vengono a contatto con l'atmosfera terrestre, possono essere così riassunte. Grazie alla presenza di aria ad alta pressione davanti al corpo e di un vuoto d'aria dietro di esso, i materiali che compongono l'oggetto reagiscono creando crepe in cui si insinua l'aria ad alta velocità prima frenandolo e poi facendolo esplodere. Un esempio concreto è l'evento meteorico di Čeljabinsk il 15 febbraio 2013 nella

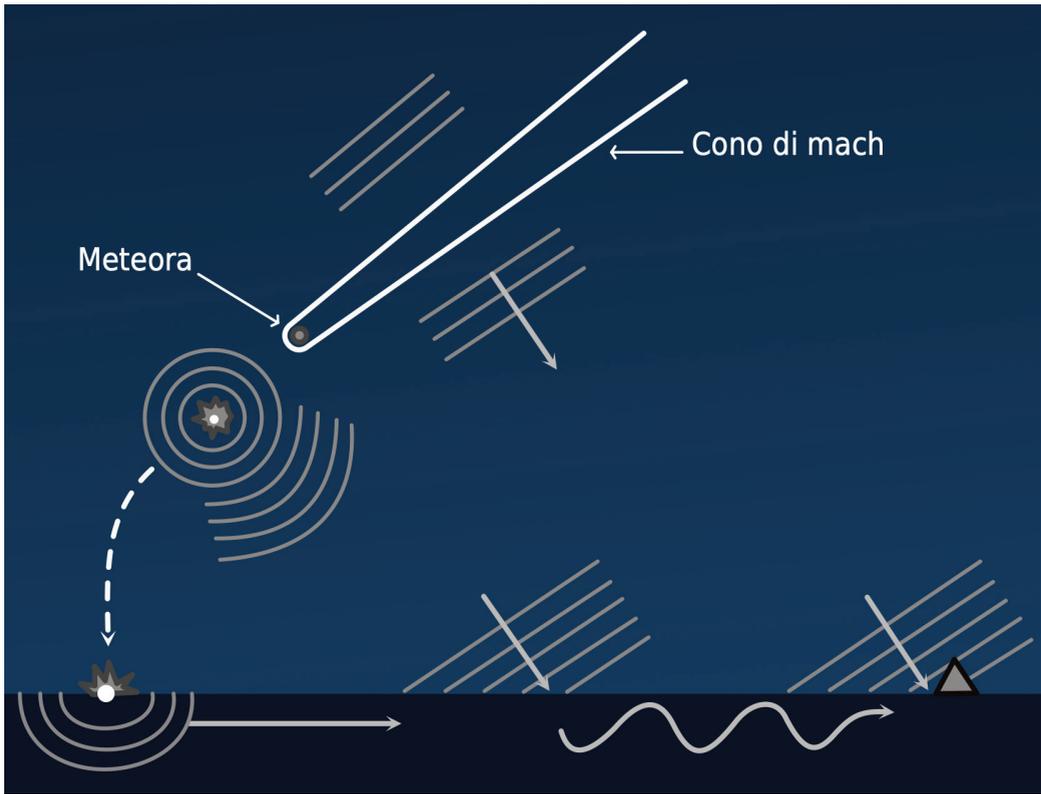


Immagine 2 - Dall'entrata nell'atmosfera, alla ricezione del segnale

Nell'ordine: produzione di onde sonore che formano il Cono di Mach, esplosione della meteora, schianto al suolo. Accoppiamento fra l'onda sismica dello schianto al suolo e l'onda di pressione. Rilevazione dell'onda di pressione da parte della stazione di misura, indicata con il triangolo grigio.

zona degli Urali, in Russia. Un'enorme meteora di circa 15 metri di diametro e una massa di 10 000 tonnellate ha colpito l'atmosfera alla velocità di 54 mila km/h, circa 44 volte la velocità del suono, e si è frantumata al di sopra dell'omonima città.

Gli infrasuoni sono onde acustiche la cui frequenza è inferiore ai 20 Hz e pertanto non sono udibili dall'orecchio umano, dal momento che la fascia udibile dall'uomo comprende l'intervallo dai 20 Hz ai 20 kHz.

In natura numerosi sono i fenomeni responsabili della produzione di questi infrasuoni: le eruzioni vulcaniche, le comunicazioni fra alcune specie animali e persino il nostro cuore, oltre alle meteore. Anche nel mondo degli oggetti artificiali ci sono diversi elementi in grado

di produrli: traffico stradale, fabbriche e molto altro.

Pur non essendo noi, esseri umani, in grado di sentire questi suoni, essi possono avere delle specifiche conseguenze su di noi, dovute alla percezione che il nostro corpo ha di loro. Un esempio di quanto appena detto è la comune sensazione di nausea e mal di testa di quando si accende un condizionatore, difatti esso produce degli infrasuoni che sono sufficienti a far vibrare il vestibolo. Quest'ultimo è l'organo responsabile della regolazione dell'equilibrio ed è responsabile dell'insorgenza di questi sintomi.

Un'altra caratteristica degli infrasuoni è che sono delle onde sonore che usano l'aria come mezzo di propagazione. La velocità v di propa-



Immagine 3 - Stazione di misurazione degli infrasuoni GNO

Sistema di rilevamento installato a Gnosca dal professor Stefano Sposetti.

gazione delle onde sonore a temperatura ambiente vale circa 343 m/s. Le onde acustiche sono longitudinali, ciò significa che le oscillazioni di pressione avvengono in modo parallelo alla direzione di propagazione. Per capire meglio quanto detto, si può immaginare un tubo contenente aria, alla fine del quale c'è un sensore che rileva la pressione dell'aria. Se io, con la mano, spingo verso l'interno del tubo e subito dopo porto la mano indietro, si crea una zona di compressione seguita da una di decompressione. Pertanto il sensore alla fine del tubo percepirà il cambiamento di pressione, che viaggia in parallelo alla sua traiettoria. Calcoli fisici [nota di redazione: riportati nel lavoro originale ma qui tralasciati; chi fosse interessato può chiedere il PDF alla redazione scrivendo a meridiana@astrocicino.ch] permettono di stabilire che la velocità v con la quale gli infrasuoni si propagano nell'aria è direttamente proporzionale alla radice della temperatura tra gli 0 e circa 100 km sopra il livello del mare. Per capire appieno il processo, che inizia con

l'entrata nell'atmosfera della meteora, fino alla ricezione da parte della stazione di misura, degli infrasuoni, è utile considerare l'immagine 2.

In questa immagine è raffigurata una meteora, che penetra a una velocità supersonica all'interno dell'atmosfera. Con velocità supersonica, si intende una velocità superiore a quella di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo (l'aria in questo caso), nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione. Quando la velocità è supersonica, si indica con $\text{Mach} > 1$, mentre quando le due velocità, del suono e dell'oggetto, si equivalgono si indica con $\text{Mach} 1$. Questa notazione è espressa in relazione alla velocità del suono, infatti $\text{Mach} 1$ indica che la velocità vale una volta quella del suono. Quando la velocità vale $\text{Mach} > 1$ si viene a formare il Cono di Mach lungo la traiettoria della meteora, per tutto il tempo in cui la sua velocità è supersonica. Questo cono è formato dalle onde sonore che si propagano dall'oggetto, il quale però viaggia a una velocità superiore a

quella delle onde, lasciandosele così alle spalle. Esse vanno a creare il Cono di Mach: maggiore è la velocità, minore risulta l'apertura del cono. Le onde sonore, che formano il Cono di Mach viaggiano attraverso l'aria fino a giungere al suolo, dove verranno poi misurate da una stazione di misura.

Come è spiegato nell'immagine 2, ci sono tre scenari possibili. Il primo consiste nella rilevazione delle onde sonore emesse lungo la traiettoria. Il secondo prevede un'esplosione, che emette ulteriori onde che vengono poi registrate dalla stazione di misura. Nel terzo scenario c'è uno schianto al suolo, e di conseguenza vengono prodotte delle onde sismiche, che viaggiano fino alla stazione di misura. Può persino avvenire un accoppiamento fra le onde sismiche e di pressione.

Il CTBTO1 è un'organizzazione del Trattato sulla Messa al Bando Totale degli Esperimenti Nucleari, che è stato adottato dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 10 settembre 1996, a cui però diversi stati non hanno ancora preso parte. Questa organizzazione, al fine di monitorare gli esperimenti nucleari e la loro cessazione, negli anni ha piazzato in molti luoghi sparsi per il globo delle stazioni di diverso tipo. Tra queste diverse stazioni di misura, quelle che hanno come scopo la misurazione di infrasuoni, sono a tutt'oggi 53.

Queste stazioni sono in grado di registrare infrasuoni, che possono venir prodotti da bombe nucleari.

Ogni stazione di misura è composta da diversi "elementi" uguali tra loro, questi elementi sono posti a una distanza gli uni dagli altri che varia da 1 a 3 km. Grazie a ciò si può capire, in base all'ordine con cui le stazioni registrano l'onda infrasonora, la sua direzione e dedurne la sorgente.

Al centro dei singoli elementi, che compongono la stazione nel suo insieme, è collocato un microbarometro. Questo strumento registra le variazioni di pressione che le cosiddette "rose" captano. Queste rose sono costituite da dei tubi concavi al loro interno, che permettono di registrare le variazioni di pressione presenti nell'aria. In seguito i dati vengono trasmessi via

radio o fibra ottica alla sede del CTBTO a Vienna.

Sul suolo svizzero sono presenti delle stazioni amatoriali di misurazione degli infrasuoni, esse non appartengono al CTBTO, infatti queste stazioni svizzere sono strutturate in maniera differente da quella descritta precedentemente. In totale in Svizzera sono presenti 5 stazioni, che si dedicano soprattutto agli eventi meteorici e hanno uno scopo amatoriale se comparato a quello del CTBTO. Di queste 5 stazioni due sono state installate e vengono gestite da Stefano Sposetti: si trovano a Gnosca e a Locarno ed hanno una struttura pressoché identica.

L'immagine 3 mostra lo strumento presente presso il domicilio di Sposetti a Gnosca. È presente una rosa composta da 18 tubi lunghi 2 m con un diametro di 8 mm, al loro interno l'aria permette alle onde sonore di passare e venir poi rilevate dal microbarometro posto al centro della rosa dove, se ci sono, verranno misurate le variazioni di pressione. La rosa è collegata a un sensore connesso a un microcontrollore (Raspberry Boom Infrasound Monitor), che permette di immagazzinare le informazioni relative alle variazioni di pressione, e condividerle con il computer al quale è collegato. La frequenza di campionamento con cui le misurazioni avvengono vale 0,02 s. Dal computer è poi possibile, tramite l'ausilio del programma SeisGram2k70, visualizzare il grafico con le variazioni di pressione in funzione del tempo.

Tornando alle due stazioni, la loro struttura, come detto, è estremamente simile, anche nei componenti. A variare è la lunghezza e diametro dei tubi, che sono maggiori a Locarno.

Un altro fattore molto importante da tenere in considerazione è che le stazioni devono essere collocate in zone protette da fonti di rumore artificiale oppure naturale, come un'autostrada o zone ventose. Si riduce così l'influenza che questi rumori di disturbo hanno o potrebbero avere sulle misure, compromettendole. Nell'immagine 3 si vede sullo sfondo della vegetazione, che è una buona fonte di riparo dal vento, purtroppo però la stazione GNO si trova nei pressi di una strada cantonale di paese.

La stazione di LOC è collocata sul tetto della

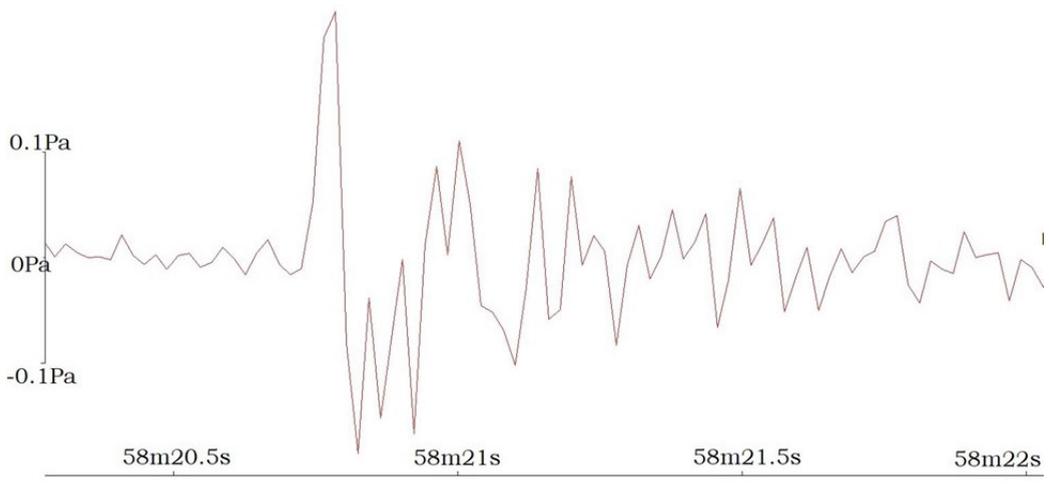


Immagine 3

Rilevamento degli infrasuoni del evento datato 19 marzo 2020

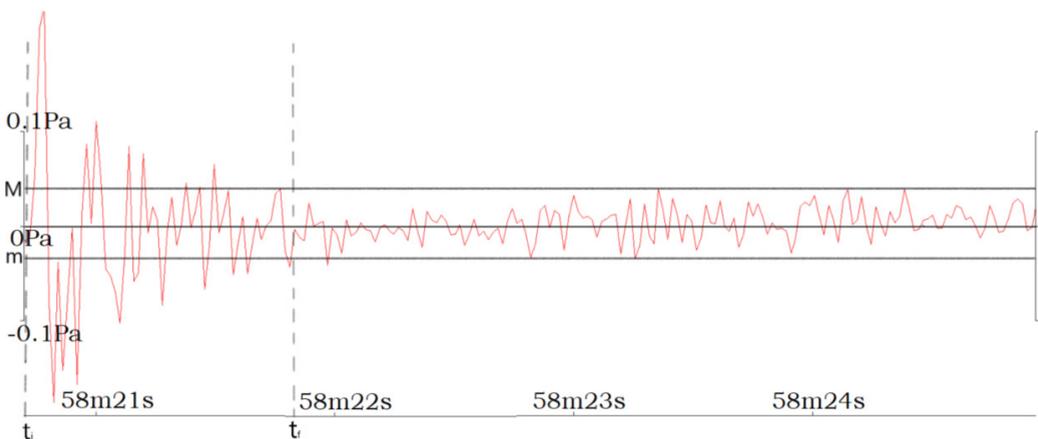


Immagine 4

Grafico delle variazioni di pressione in funzione del tempo, nel quale è rappresentato il prodotto del processo per individuare l'intervallo di tempo δt_e corrispondente alla durata dell'evento.

Specola Solare Ticinese a Locarno. Locarno si affaccia sul Lago Maggiore, di fatto questa vicinanza è o potrebbe essere la causa di fonti di disturbo per le misure. Ciò è causato da una differenza di pressione tra lago e terra (alta e bassa), dovuta alla facilità della terra di scaldarsi maggiormente durante il giorno rispetto al lago e viceversa di notte. Questa differenza di pressione tra le due zone nelle due parti della

giornata, crea delle correnti d'aria da una regione all'altra.

Il supporto visivo, fornito dalle molteplici videocamere dei membri della FMA (Fachgruppe Meteorastronomie della Società Astronomica Svizzera), consiste in fotografie o video di eventi meteorici. Esso è stato molto utile su diversi fronti per questo Lavoro di Maturità.

In primis va precisato, che non è possibile ca-

pire, solo dalle misurazioni di variazione di pressione, se sia avvenuto o meno un evento meteorico. Infatti si osservano prima le immagini di meteore apparse nei nostri cieli a un'altitudine di circa 100 km, dunque non le scie delle piccole stelle cadenti che si vedono di tanto in tanto, ma un evento di una certa portata. In seguito si cerca di trovare un riscontro nelle misurazioni, che può esserci, oppure no. Se non ci fossero stati i supporti visivi, questo Lavoro di Maturità potrebbe essersi basato su una misurazione di infrasuoni, che poteva non essere ricondotta a una meteora. Grazie alle immagini, però, si ha la conferma che la reale causa è proprio una meteora.

È estremamente utile ricavare la distanza fra la sorgente di infrasuoni, ovvero la meteora, e la stazione di misura, che ha registrato la variazione di pressione, in questo caso la stazione di Locarno. Grazie ai supporti visivi delle diverse stazioni di osservazione, Beat Booz, membro della FMA, ha svolto un lavoro di triangolazione, ovvero è riuscito a ricostruire la traiettoria della meteora nello spazio. Dalla ricostruzione ha poi creato un grafico che rappresenta la distanza fra sorgente e stazione, per diverse stazioni, fra cui quella di Locarno.

Il caso

Nella nottata fra il 18 ed il 19 marzo 2020, nel cielo svizzero, è apparsa una meteora che ha percorso all'incirca un'ottantina di chilometri. Fortunatamente non era sufficientemente grande per giungere al suolo, si presume che l'ablazione e la sublimazione l'abbiano sgretolata completamente. L'inizio dell'evento è avvenuto a un'altezza di circa 96'889 km alle ore 1.52.58, mentre la fine si aggira attorno ai 45'708 km, poco più di un secondo dopo. Tramite dei dati visivi forniti dalle stazioni di osservazione sparse per la Svizzera, dei membri della FMA hanno ricostruito la traiettoria tridimensionalmente in un file formato KML. Con l'ausilio di Google Earth si può aprire il file KML e si è potuto constatare che la meteora ha percorso una traiettoria in direzione nord-nord-est (NNE). Da una certa angolazione si può stimare che l'angolo di entrata

nell'atmosfera sia stato di 38° rispetto all'orizzontale.

Come già spiegato in precedenza, prima di andare a controllare se l'apparato di registrazione degli infrasuoni abbia effettivamente registrato degli infrasuoni, sono le immagini visive che fanno stato. Questo evento meteorico è stato fotografato dalle videocamere di S. Sposetti, che sono collocate sul tetto della sua casa (Immagine 1).

A Locarno sono state captate numerose variazioni di pressione dopo poco più di 5 minuti dall'inizio dell'evento. Questo "ritardo" corrisponde al tempo impiegato dalle onde sonore per raggiungere la stazione LOC.

Grazie al programma SeisGram2k07 è possibile visualizzare le variazioni di pressione all'interno dei tubi che compongono la stazione di misura, legate all'evento. Nell'immagine 3 è rappresentato il grafico di pressione in funzione del tempo, che corrisponde alle variazioni di pressione della notte del 19 marzo 2020. Come è possibile osservare nell'immagine, sull'asse delle ascisse c'è il tempo che scorre riportato in minuti *m* e secondi *s*, mentre sull'asse delle ordinate si trova l'entità della variazione di pressione, che è indicata in Pascal (Pa). Come è facilmente intuibile, l'inizio dell'evento provoca nelle misurazioni una grande variazione di pressione a circa $t_1 = 1.58.20,73$. Prima e durante questa marcata variazione di pressione, però, si può notare che non mancano delle, se pur minime, rilevazioni. Perché, come detto nella precedente, la stazione di Locarno, da cui provengono queste misurazioni, non è in una posizione ottimale per evitare rumore di disturbo indesiderato.

Approssimativamente risulta che l'evento ha avuto una durata di circa $\delta t_e = 1,15$ s. Per comprendere meglio il processo fare riferimento all'immagine 4.

Un modello semplificato, in esso viene tralasciato l'assorbimento energetico, viene utilizzato per ricavare un valore corrispondente all'energia liberata dall'evento corrispondente a $2,17 \cdot 10^6$ J, corrispondente a poco meno di 1 kW/h.

La cometa dei Neanderthal

Fotografare dal balcone cittadino una cometa sembrerebbe una cosa impossibile, ma con un po' di impegno, un pizzico di fortuna e la collaborazione di una cometa luminosa, può diventare possibile.

L'esperienza con la C/2022 E3 (ZTF)

di Carlo Gualdoni

A gennaio

Scatto della cometa C/2022 E3 (ZTF) di Carlo Gualdoni del 14 gennaio 2023

La cometa C/2022 E3 (ZTF) ribattezzata “cometa di Neanderthal”, anche se io lavrei preferito chiamarla “cometa dei Neanderthal”, è stata uno degli eventi spettacolari che il cielo ha offerto durante questo inverno.

Come ormai diventato usuale, questa cometa è stata scoperta quando era ancora debole e lontana, da uno dei tanti telescopi che oggi scandagliano automaticamente il cielo, lo Zwicky Transient Facility. Quest’ultimo utilizza lo storico telescopio Schmidt da 48 pollici di Monte Palomar, lo stesso telescopio usato per le famose Palomar Observatory Sky Survey, chiamate POSS I e POSS II. Con i dati della POSS II è stato anche realizzato l’ HST Guide Star Catalog, usato per il puntamento del telescopio spaziale Hubble. Famosa è anche la foto di Edwin Hubble in posa con la sua immancabile pipa, alla guida di questo grande telescopio. Originariamente questa cometa è stata scambiata per un asteroide e solo durante l’avvicinamento al Sole, e al conseguente sviluppo di una debole chioma, è stato possibile rivelare l’essenza cometaria di questo oggetto proveniente dai confini del Sistema solare. Lo studio dell’orbita ha dato come risultato un periodo orbitale di circa 50mila anni, epoca nella quale sulla Terra si aggirava l’uomo di Neanderthal, da qui il suo soprannome. Le interazioni gravitazionali con i pianeti maggiori ne hanno probabilmente modificato l’orbita trasformandola da ellittica a iperbolica; se così fosse, que-

sto sarà l'ultimo passaggio nei pressi del Sole di questa cometa che proseguirà il suo viaggio solitario nello spazio profondo.

Subito è apparso chiaro che il percorso nel cielo notturno sarebbe stato molto favorevole all'osservazione. Infatti nel periodo di massimo avvicinamento alla Terra la cometa sarebbe stata circumpolare quindi osservabile per gran parte della notte.

Successivamente si sarebbe allontanata da noi passando nei ricchi campi stellari delle costellazioni di Auriga e del Toro, offrendo ghiotte occasioni agli astrofotografi per riprendere la cometa sovrapposta ad ampie zone nebulari e brillanti ammassi stellari.

Ben presto mi sono reso conto che dalla mia postazione non avrei potuto osservare il momento di massimo avvicinamento perché mi è preclusa la vista verso nord. Il freddo intenso di quei giorni poi mi ha impedito di recarmi in montagna alla ricerca di orizzonti liberi e scuri. La prima occasione che mi si presenta per fotografare questa cometa è stata la mattina del 14 di gennaio, solo due giorni

dopo il passaggio della cometa al perielio. Trovandosi nella costellazione del Boote, e vicino al confine con la costellazione di Ercole, verso le 5 del mattino è passata oltre il tetto della casa permettendomi di fotografarla fino all'alba. In seguito dopo il suo rapido volo attraverso le costellazioni circumpolari, è tornata a essere visibile i primi giorni di febbraio quando ormai era nella costellazione di Auriga.

La notte dell'11 di febbraio la cometa è passata a circa 1 grado dal pianeta Marte e il 13 a meno di mezzo grado dall'ammasso aperto NGC 1647, offrendo così l'occasione di ottenere scatti interessanti anche dai cieli cittadini.

Sicuramente in cieli scuri questa cometa, attraversando un'area di cielo così ricca di ammassi stellari e nebulose di vario tipo, avrà offerto la possibilità di ottenere immagini molto spettacolari.

Però, anche fotografando da un balcone cittadino afflitto da intenso inquinamento luminoso e orizzonti limitati, questa cometa ha offerto una entusiasmante e indimenticabile esperienza astrofotografica.



Con Marte

L'11 febbraio 2023 la cometa era in congiunzione con Marte. (Carlo Gualdoni)



Le code

Ripresa di Luca Bartek in cui si vedono bene le due code. (Luca Bartek/The Space Koala)

La missione di LISA

**Un osservatorio per le onde gravitazionali
direttamente nello spazio.**

di Philippe Jetzer, Department of Physics, University
of Zurich (Switzerland)

Onde gravitazionali

Rappresentazione di come sarebbero le onde gravitazionali se fossero visibili. (NASA - C Haze)

Questo articolo è stato pubblicato originariamente su 'Ithaca: Viaggio nella Scienza XX, 2022'. Lo proponiamo su gentile concessione dell'autore.

La missione LISA (Laser Interferometry Space Antenna) è stata proposta originariamente all'ESA (European Space Agency) da un team di ricercatori internazionali, sotto la guida di Karsten Danzmann, nel maggio del 1993, in risposta a un bando per proposte di missioni spaziali nell'ambito del programma scientifico "Horizon 2000". Gli studi preliminari indicarono che i costi per una simile missione sarebbero stati di parecchio superiori a quelli previsti per una missione di medie dimensioni così come richiesti nel bando di chiamata. Si decise pertanto di raccomandare la missione come un "cornerstone project" nell'ambito del programma "Horizon 2000 Plus" che avrebbe avuto un budget più elevato [1]. La configurazione prevedeva già allora un'orbita eliocentrica con una formazione triangolare, ottenuta ponendo ognuno dei satelliti su un piano orbitale inclinato, ciascuno con un angolo diverso, rispetto al piano dell'eclittica (vedi fig. 1). Originariamente si pensava di mettere due satelliti a ogni vertice del triangolo equilatero, in seguito però si arrivò alla conclusione che bastava un solo satellite, ma con due telescopi, per spedire i raggi laser e riceverli, semplificando così la missione.

Fin dall'inizio degli studi su LISA è parsa chiara la necessità di effettuare prima una missione per dimostrare la fattibilità tecnologica di buona parte della strumentazione prevista per LISA. I primi studi per una simile missione sono iniziati nel 1998 e sono evoluti arrivando alla proposta della missione LISA Pathfinder (LPF) [2], che è stata approvata dal "Science Programme Committee" dell'ESA nel novembre del 2000.

La missione LISA Pathfinder

LPF è stato lanciato con successo il 3 dicembre 2015 dalla base di lancio europea di Kourou (Guiana francese) con un razzo Vega. Dopo sei manovre, che comportavano l'accensione del razzo ausiliario, LPF ha finalmente raggiunto il suo obiettivo il 22 gennaio 2016, il punto Lagrange L1, che si trova sulla congiungente Sole-Terra, a circa 1,5 milioni di chilometri dalla Terra (Fig. 1). In tale

punto le forze gravitazionali della Terra e del Sole si annullano.

L'obiettivo di LPF era di guidare il movimento relativo di due masse in caduta libera quasi perfetta con la precisione senza precedenti necessaria per la missione LISA. Questo obiettivo è stato raggiunto grazie a tecnologie innovative che utilizzano sensori inerziali. Queste nuove tecnologie non sono solo di importanza cruciale per LISA, ma anche per futuri satelliti dedicati ai test della teoria della relatività generale di Einstein, in particolare del principio di equivalenza che sta alla base della teoria. Spesso gli esperimenti di fisica gravitazionale richiedono la misura dell'accelerazione relativa tra masse in caduta libera che si muovono su orbite geodetiche. Nel caso di misurazioni delle onde gravitazionali con detettori terrestri, gli specchi sospesi con dei pendoli svolgono il ruolo delle masse di prova in un interferometro di Michelson. Lo strumento principale a bordo dell'LPF era il "LISA Technology Package" (LTP), sviluppato congiuntamente da diversi istituti universitari e industrie europee, comprendente due sensori inerziali attorno a ciascuna massa di prova. Le due masse di prova erano identiche, a forma di cubo, con un lato di 46 mm, composte da una lega di oro e platino con il peso di circa 2 kg ciascuna. Tra i due sensori inerziali vi era un banco ottico così da poter utilizzare l'interferometria laser per misurare la distanza relativa fra i due cubi, separati da soli 38 cm, con una precisione del picometro (Fig. 4). Il raggio laser era riflesso dalla superficie altamente riflettente dei cubi. In tal modo è stato possibile determinare la posizione delle masse di prova rispetto al loro contenitore e per evitare eventuali collisioni delle masse con le pareti dello stesso, la posizione del satellite veniva leggermente modificata utilizzando dei propulsori che espellevano del gas freddo in modo da generare delle forze dell'ordine dei micro-newton. Questa tecnologia ("drag free control") di controllo senza trascinamento è stata verificata con successo da LPF e sarà utilizzata in LISA. In tal modo le masse di prova restano su una traiettoria geodetica, che viene modificata unicamente (nel caso ideale), qualora un'onda gravitazionale passa fra le masse di prova che, nel caso di LISA, saranno a una distanza di ca 2,5 milioni di chilometri, mentre nel

caso di di LPF era di soli 38 cm. Questa tecnologia chiave per il funzionamento di LISA ha funzionato meglio del previsto in LPF [3, 4]: le due masse di prova erano in caduta libera sotto l'influenza della gravità con un'accelerazione residua relativa (dovuta a forze esterne non-gravitazionali residue) inferiore a $10^{-14} g$, dove g indica il valore dell'accelerazione gravitazionale alla superficie della Terra ($9,81 \text{ m/s}^2$). Le forze rimanenti, all'origine dell'accelerazione residua che agisce sulle masse di prova, hanno potuto essere per lo più identificate (vedi fig. 3). La missione LPF si è conclusa il 18 luglio 2017 e, visto il successo e la scoperta nel frattempo delle onde gravitazionali con i rilevatori terrestri, l'ESA, con la rinnovata parteci-

pazione della NASA, ha preso la decisione di far avanzare rapidamente la missione LISA.

LISA

Nel novembre 2013, l'ESA ha decretato il tema scientifico per la missione L3 (dove L sta per "Large Class Missions"): "L'universo gravitazionale" [5]. Il 20 giugno 2017, l'ESA ha scelto LISA [6] come missione specifica per la realizzazione della missione L3. Nel frattempo il progetto LISA ha già raggiunto importanti traguardi: alla fine del 2021 è terminata la fase A del progetto, durante la quale si studia la sua fattibilità. Questa fase è terminata con la "Mission Formulation Review" che il progetto ha brillantemente superato confermando

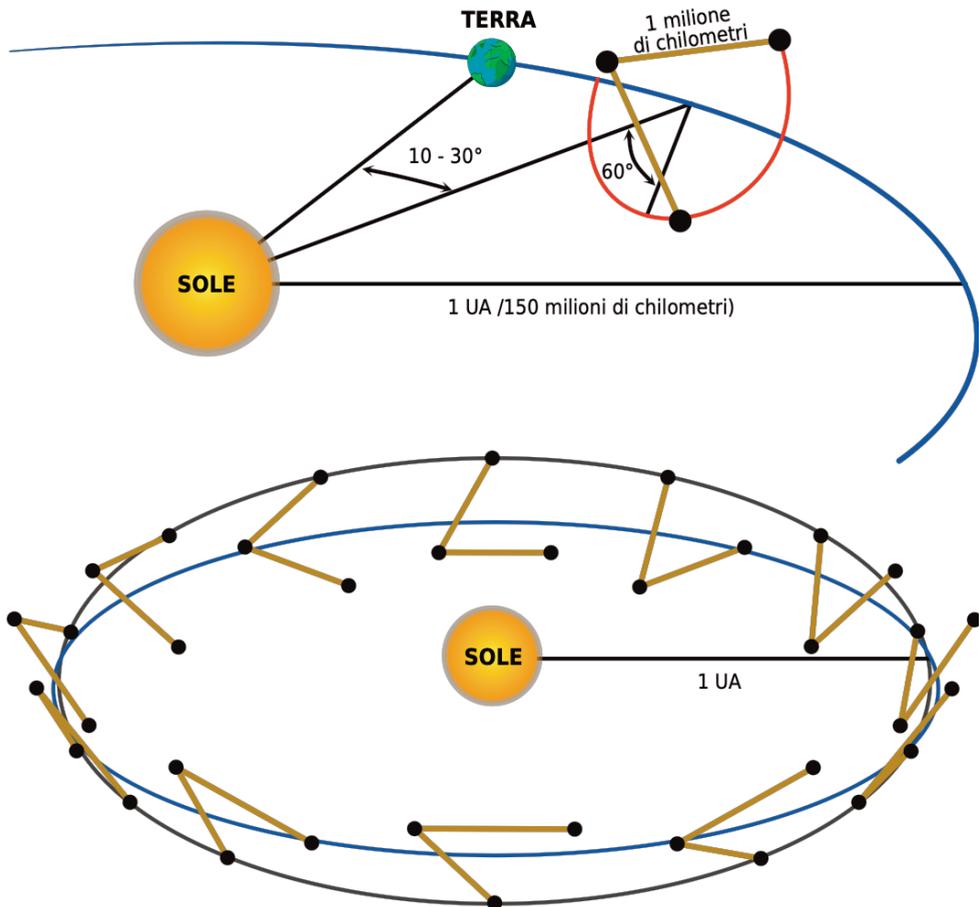


Figura 1 - In posizione

Schema dell'orbita di LISA attorno al Sole a una distanza di 1 AU. I tre satelliti sono ognuno su un piano orbitale con un'inclinazione differente rispetto al piano dell'eclittica.

dunque la maturità tecnologica della missione. Inoltre non è stata individuata nessuna problematica in grado di mettere in dubbio il progetto nel suo insieme. A partire dal 2022 la missione è quindi entrata nella fase denominata B1 nel corso della quale sarà fatta una progettazione dettagliata e ulteriormente verificata la fattibilità. Alla fine del 2023 la fase B1 dovrebbe culminare nella cosiddetta “Mission Adoption”, dopodiché nelle successive tappe, denominate B2, C e D, LISA entrerà nelle varie fasi di costruzione e presumibilmente a metà degli anni ‘30 avverrà il lancio. Ci vorrà poi circa un anno affinché i tre satelliti possano raggiungere la loro posizione finale nell’orbita attorno al Sole alla distanza di circa un’unità astronomica (AU) dallo stesso: le osservazioni non cominceranno se non dopo un altro periodo di alcuni mesi necessario per la calibrazione della strumentazione.

La configurazione triangolare dei tre satelliti di LISA a una distanza di circa 2,5 milioni di km l’uno dall’altro è ottenuta immettendo ogni satellite su un’orbita attorno al Sole con il piano dell’orbita inclinato rispetto all’eclittica. L’inclinazione sarà diversa per ogni satellite. Questi si troveranno a una distanza tra i 50 e i 65 milioni di km dalla Terra. Per LISA le masse di prova sono costituite da cubi si-

mili a quelli usati per LPF con un peso di 2 kg.

Lo scopo di LISA è il rilevamento e l’indagine di onde gravitazionali con una frequenza inferiore a quella che può essere misurata con gli interferometri terrestri a causa dei disturbi gravitazionali dell’ambiente terrestre, nell’intervallo da circa 0,1 mHz a circa 1 Hz (Fig. 4). LISA apre così possibilità completamente nuove per studi astrofisici, come ad esempio l’osservazione della fusione di buchi neri supermassicci (nell’intervallo di massa: $10^6 - 10^7 M_{\odot}$) situati a distanze cosmologiche. La fusione dei buchi neri supermassicci consentirà, tra l’altro, di testare con alta precisione la teoria della relatività generale. Si potranno così misurare eventuali deviazioni o stabilirne dei limiti molto stretti, consentendo di verificare o rigettare le teorie alternative della gravità finora proposte.

Obiettivi scientifici di LISA

Attualmente le osservazioni astronomiche indicano che tutte le galassie contengono al loro centro un buco nero massiccio con masse dell’ordine di alcuni milioni fino a miliardi di masse solari. Anche la nostra galassia contiene un buco nero di circa 4 milioni di masse solari. Recentemente grazie a osservazioni con radiotelescopi distribuiti su tutta la Terra è stato possibile “ricostruire” una fo-

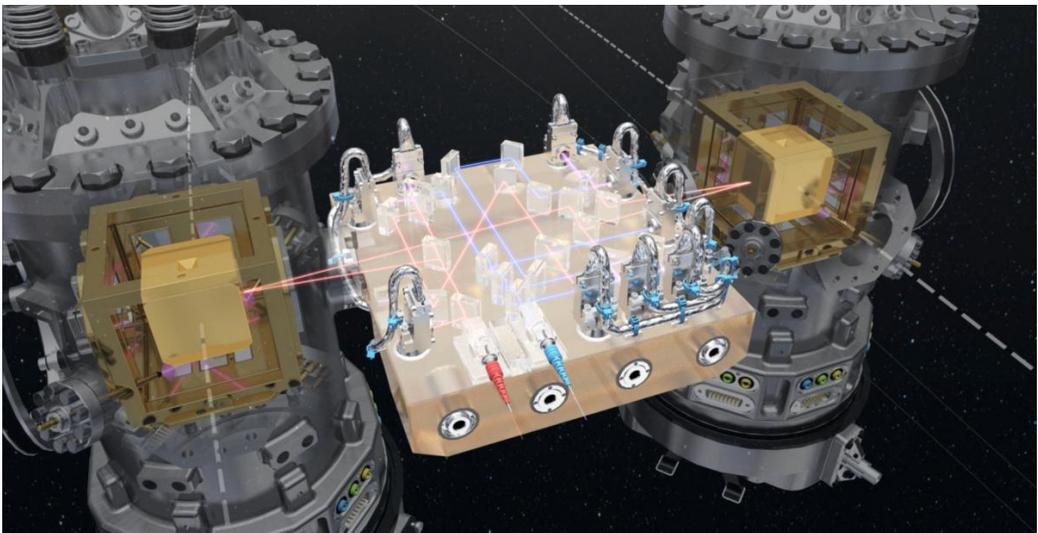


Figura 2 - Misurazione

Schema dell’LPF che mostra le due masse di test e in mezzo il banco ottico con il sistema laser per la determinazione della posizione relativa.

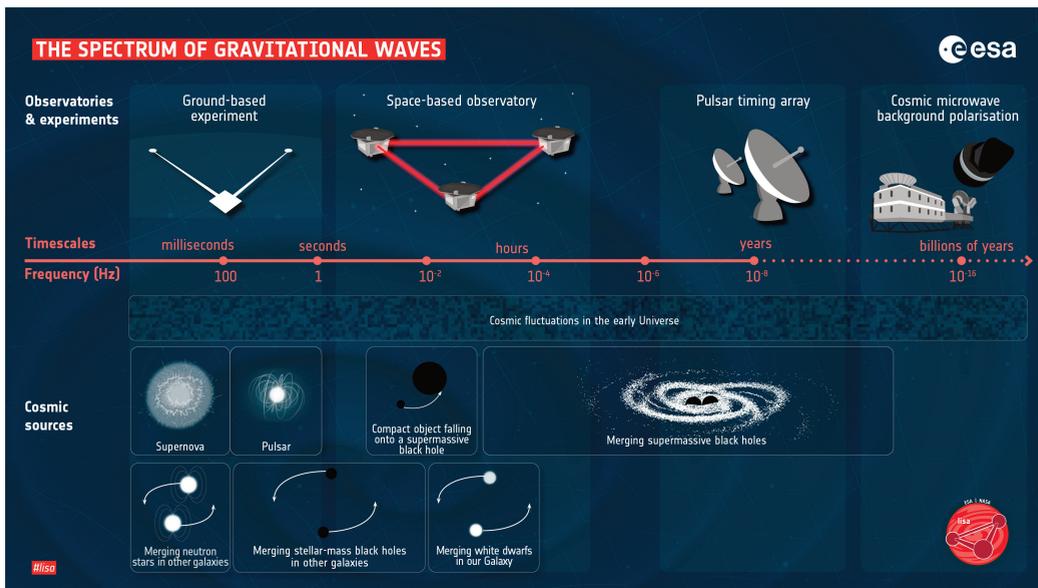


Figura 4 - Come 'vederle'
 Con cosa si possono individuare i vari tipi di onde. (ESA)

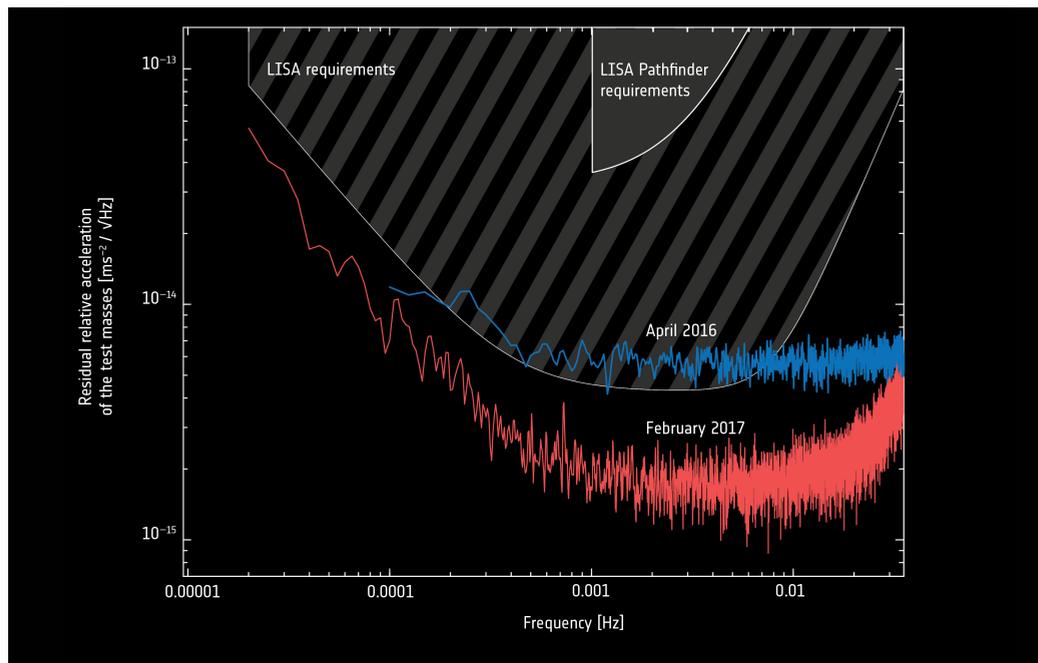


Figura 3 - Frequenze
 La figura mostra l'accelerazione residua in funzione della frequenza. Questi dati sono stati pubblicati già nell'aprile del 2016 dalla collaborazione LPF.

tografia del buco nero della nostra galassia [7] così come fatto nel caso del buco nero al centro della galassia M87 dell'ammasso della Vergine [8]. Quest'ultimo ha una massa dell'ordine di alcuni miliardi di masse solari. Alcuni di questi buchi neri centrali accrescono con la materia, che avvicinandosi all'orizzonte del buco nero emette radiazione in varie lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico. Denominati con la sigla QSO (per "Quasi Stellar Objects") sono stati osservati a grande distanza con valori di red-shift fino a $z \sim 7$ e oltre, e ciò mette in evidenza che i buchi neri massicci si sono formati meno di un miliardo di anni dopo il Big Bang. LISA sarà in grado di osservare le collisioni di questi buchi neri a distanze corrispondenti a grandi valori di z . Si spera così di poter comprendere meglio come questi buchi neri si sono formati e il loro influsso sulla formazione delle galassie, nonché di capire come si sono evoluti nel tempo. Si pensa che attorno ai buchi neri massicci che si trovano al centro delle galassie si possano essere formati anche dei buchi neri o stelle a neutroni in seguito all'evoluzione stellare nelle regioni centrali delle galassie. Le masse di questi oggetti sono dell'ordine di alcune masse solari. Essi sono in orbita attorno al buco nero centrale e la loro distanza decresce a causa della radiazione gravitazionale emessa, che potrà essere osservata da LISA. Queste configurazioni sono denominate EMRI (Extreme Mass Ratio Inspirals) dato che il rapporto tra la massa dell'oggetto compatto in orbita attorno al buco nero centrale e quest'ultimo è estremamente piccolo. Man mano che l'oggetto compatto si avvicina al buco nero centrale si trova a distanza sempre minore dall'orizzonte del buco nero centrale (oltre il quale ogni segnale non potrà più lasciare il buco nero centrale e quindi non sarà più osservabile). Le osservazioni degli EMRI permetterà di verificare con precisione la teoria della relatività generale e in particolare di testare se il buco nero centrale è descritto dalla metrica di Kerr, che descrive i buchi neri con rotazione.

Un'altra classe di oggetti che sarà possibile di osservare con LISA è costituita dai sistemi binari stellari ultracompatti, in particolare di nane bianche, presenti nella nostra galassia. Attualmente più di 50 di questi sistemi sono conosciuti nella galassia e alcuni di questi hanno periodi orbitali inferiori a

una decina di minuti. Questi sistemi emettono onde gravitazionali con frequenze attorno al mHz e quindi sono osservabili con LISA. Si pensa che nella nostra galassia vi siano moltissimi sistemi binari stellari ultracompatti, probabilmente sono un numero dell'ordine di qualche milione. Poter determinare una stima precisa del loro numero permetterà di comprendere meglio la loro distribuzione spaziale nella galassia e di avere dettagli sull'evoluzione stellare e sulla struttura della galassia stessa.

Durante le fasi iniziali del Big Bang sono state prodotte onde gravitazionali denominate "primordiali". La loro forma, frequenza etc dipendono dai dettagli del Big Bang e non è quindi possibile prevedere se LISA sarà o meno in grado di rilevarle. Tuttavia, è possibile che LISA, se non proprio osservarle, potrà porre dei limiti, permettendo in ogni caso di fare progressi nella comprensione delle leggi della fisica che vigevano e hanno regolato il Big Bang. In effetti, grazie alle osservazioni di LISA si spera di poter comprendere meglio molti aspetti delle leggi fondamentali della natura: si potrà ad esempio avere informazioni più precise sulla velocità di propagazione delle onde gravitazionali, che si pensa sia pari a quella della luce. Già oggi le osservazioni della coalescenza di due stelle di neutroni avvenuta nell'agosto del 2017 fatte da LIGO/Virgo [9, 10] hanno permesso di mettere dei limiti molto stringenti a eventuali deviazioni rispetto alla velocità della luce, tuttavia si vorrebbe migliorare sensibilmente questo limite. Vi è inoltre la questione se il gravitone, la particella associata alle onde gravitazionali, esista o meno e se abbia una massa. Il limite attuale per la sua massa è $m_g < 4 \times 10^{-22} \text{eV}$. Con LISA si pensa di poter arrivare a un limite $m_g < 4 \times 10^{-30} \text{eV}$, quindi molto più preciso o addirittura riuscire a determinarne la massa qualora questa fosse diversa da zero e con un valore superiore al limite di LISA. Trovare, ad esempio, che il gravitone ha una massa piccolissima, ma diversa da zero, sarebbe una chiara indicazione del fatto che la teoria della relatività generale di Einstein andrebbe modificata in alcuni suoi aspetti. Oltre agli esempi descritti sopra vi è sempre la possibilità di scoprire cose nuove che attualmente neppure contempliamo. LISA apre quindi delle possibilità enormi per ampliare le nostre cono-

scienze su molti aspetti dell'universo e sulle leggi fondamentali della natura. Naturalmente quando LISA sarà funzionante in orbita vi saranno altri strumenti, sia a Terra che nello spazio, che potranno eventualmente fornire ulteriori informazioni su alcuni eventi osservati da LISA, in particolare eventi di collisione fra buchi neri supermassicci. Se di alcuni di questi eventi si potesse, ad esempio con un satellite per l'osservazione delle sorgenti nell'*X*, avere anche dati in bande elettromagnetiche (nell'*X* e altro), combinando le misure, così come è stato il caso per l'osservazione nell'agosto del 2017 della collisione di due stelle a neutroni, si potrebbero compiere progressi notevoli nella comprensione dei buchi neri stessi, dell'ambiente in cui si trovano, e determinare con grande precisione la costante di Hubble [11]. Il valore di quest'ultima è ancora oggi oggetto di dibattito in quanto a seconda del metodo utilizzato per misurarla si ottengono valori leggermente diversi. Questo potrebbe essere dovuto a errori sistematici nei metodi utilizzati o indicare nuovi aspetti dell'espansione dell'universo finora non conosciuti. Poter determinare la costante di Hubble in modo preciso con un metodo totalmente diverso da quelli finora utilizzati, potrebbe chiarire la situazione.

La scoperta delle onde gravitazionali nel 2015 [12], previste già nel 1916 da Einstein [13, 14], ha finalmente aperto una nuova finestra per esplorare l'universo. Siamo solo all'inizio dell'astronomia a onde gravitazionali, ma tutto fa sperare in importanti progressi e nuove scoperte nei prossimi decenni, sia utilizzando i detettori attuali di onde gravitazionali terrestri, sia la prossima generazione, quali ad esempio l'Einstein Telescope, progetto Europeo di detettore di terza generazione, sia LISA che aprirà un'ulteriore finestra per l'osservazione di onde gravitazionali in frequenze inaccessibili da Terra

Referenze

1. LISA, A Cornerstone Project in ESA's long term space science programme "Horizon 2000 Plus", Pre-Phase A Report (December 1995) (ESA)
2. S. Vitale et al. LISA and its in-Flight Test Precursor on SMART-2, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 110, 209 (2002)

3. The LISA Pathfinder collaboration, M. Armano et al., Sub-Femto- g Free Fall for Space-Based Gravitational Wave Observatories: LISA Pathfinder Results, Phys.Rev.Lett. 116 (2016) no.23, 231101
4. The LISA Pathfinder collaboration, M. Armano et al., Beyond the Required LISA Free- Fall Performance: New LISA Pathfinder Results down to 20 μ Hz, Phys.Rev.Lett. 120 (2018) 6, 061101
5. eLISA Collaboration, P. Amaro Seoane et al., The Gravitational Universe, arXiv:1305.5720
6. LISA Collaboration, H. Audley et al., Laser Interferometer Space Antenna, arXiv:1702.00786
7. The Event Horizon Telescope Collaboration, First Sagittarius A* Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole in the Center of the Milky Way, Astrophys. J. Letters 930, (2022) 2, L12
8. The Event Horizon Telescope Collaboration, First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole, Astrophys. J. Letters 875, (2019) L1
9. LIGO Scientific and Virgo Collaborations (B.P. Abbott (LIGO Lab., Caltech) et al.), GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral, Phys. Rev. Lett. 119, (2017) 161101
10. LIGO Scientific and Virgo Collaborations (B.P. Abbott (LIGO Lab., Caltech) et al.), Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger, ApJL 848, (2017) L12
11. LIGO Scientific and Virgo Collaborations (B.P. Abbott (LIGO Lab., Caltech) et al.), A gravitational-wave standard siren measurement of the Hubble constant, Nature 551, (2017) 85
12. LIGO Scientific and Virgo Collaborations (B.P. Abbott (Caltech) et al.), Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger, Phys.Rev.Lett. 116 (2016) 6, 061102
13. A. Einstein Näherungsweise Integration der Feldgleichungen der Gravitation, (1916) Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften Berlin. part 1: 688-696
14. A. Einstein Über Gravitationswellen, (1918) Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften Berlin. part 1: 154-167

Un telescopio spaziale, ma sostenibile

La ricerca fondamentale è essenziale, soprattutto durante la crisi che stiamo vivendo. Tuttavia, dovremmo estendere l'idea di sostenibilità allo spazio esterno.

L'esempio di LIFE

di Daniel Angerhausen

È una delle grandi domande dell'umanità: "Siamo soli nell'universo?". La nostra generazione è la prima nella storia a disporre di una tecnologia in grado di trovare la vita su altri pianeti. Ma allo stesso tempo, siamo la generazione che deve affrontare la più grande sfida della storia: mantenere la Terra abitabile per la nostra civiltà. È l'unico pianeta dell'universo in cui sappiamo con certezza che esiste la vita.

Mentre le temperature sul nostro pianeta aumentano e gli eventi meteorologici estremi diventano sempre più frequenti, il nostro team all'ETH sta pianificando una missione per cercare la vita tra le stelle. Spesso mi viene chiesto se le nostre priorità sono giustificate, se ha senso spendere tanti soldi (provenienti anche dalle tasse) per l'esplorazione spaziale quando abbiamo altri problemi da risolvere sul nostro pianeta. Ma credo che non ci sia contraddizione: la ricerca fondamentale è uno degli investimenti più importanti che possiamo fare per il futuro, soprattutto in questi tempi di crisi. Ma anche noi ricercatori dobbiamo fare il nostro dovere quando si tratta di sostenibilità.

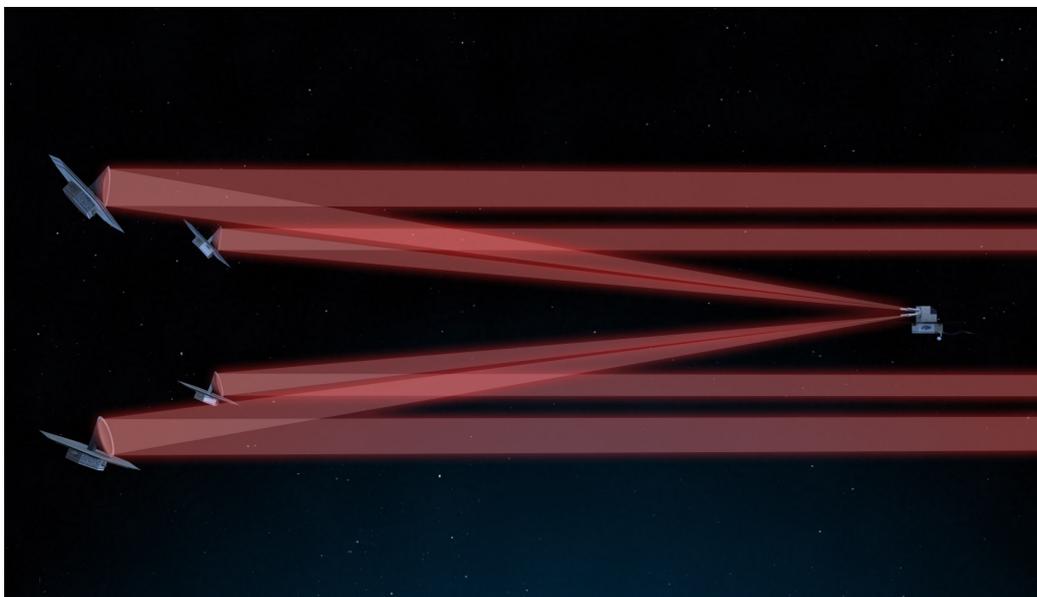
Ecco il mio esempio: l'obiettivo principale della prossima missione spaziale esterna LIFE (Large Interferometer For Exoplanets), a cui sto lavo-

rando all'ETH, è quello di cercare sistematicamente i pianeti che potrebbero contenere la vita nelle nostre vicinanze galattiche. LIFE cercherà pianeti caldi e rocciosi in un raggio di circa 100 anni luce e analizzerà le loro atmosfere alla ricerca di biosegnali come combinazioni di ossigeno e metano. Grazie a questa nuova generazione di telescopi, saremo in grado di scoprire se c'è vita extraterrestre nel nostro immenso dintorno cosmico.

La ricerca è denaro ben speso...

C'è molto da dire sul mantenimento dell'esplorazione spaziale. Non stiamo affatto spendendo milioni di dollari in razzi solo per bruciarli in orbita. Gran parte dei finanziamenti per i progetti scientifici, soprattutto nelle università e nei college, sono destinati alla formazione di giovani ricercatori. La maggior parte di loro lascerà il mondo accademico dopo la laurea e in vari modi darà un contributo positivo alla società.

Un'altra parte consistente dei fondi è destinata allo sviluppo di nuove tecnologie, che spesso portano ad applicazioni commerciali pratiche. Possiamo dimostrare che ogni dollaro speso per l'esplorazione spaziale restituisce alla società da tre a cinque volte, purtroppo non in concomitanza con i cicli elettorali. Il fatto che oggi quasi



tutti noi abbiamo in tasca uno smartphone con fotocamera megapixel e in grado di navigare in internet è dovuto in gran parte agli investimenti nella scienza dell'ultimo secolo. Se possiamo avere qualche possibilità di prevenire le peggiori conseguenze della catastrofe climatica, è grazie al fatto che molta ricerca è stata fatta in passato e quindi, ora, è possibile applicare i risultati della ricerca alle tecnologie moderne. In questo senso, la ricerca fondamentale è un po' come un regime pensionistico per la società.

...ma deve diventare più sostenibile!

Tuttavia, con l'incombere della catastrofe climatica, mi chiedo come si possa giustificare la costruzione di un telescopio spaziale che, a oggi, avrà probabilmente un'impronta di carbonio piuttosto consistente. La questione della vita nello spazio è davvero così importante da indurci a destinarvi parte del nostro limitato budget per i gas serra? Il tutto mentre il nostro pianeta diventa meno abitabile per il nostro tipo di società e per molte altre specie animali e vegetali?

Quando parlo con altri ricercatori che la pensano allo stesso modo, ci confortiamo a vicenda ritenendo che alcune delle nostre ricerche sulle atmosfere degli esopianeti potrebbero aiutarci a

comprendere meglio anche l'atmosfera terrestre. Gli studenti a cui insegniamo, che imparano da una missione come LIFE, svilupperanno presto le tecnologie che ci salveranno dalla nostra situazione disperata. Inoltre, i nostri esperimenti di pensiero sulle civiltà extraterrestri, ci potrebbero far riflettere sul nostro comportamento come società planetaria e portarci in una nuova direzione.

Le idee della comunità scientifica sono richieste

Niente di tutto questo è sbagliato, ma dobbiamo ancora chiederci come possiamo rendere una missione come LIFE - e la ricerca fondamentale in generale - sostenibile, rispettosa del clima e socialmente responsabile. Non ho ancora una risposta, ma spero che qualcuno di voi che sta leggendo questo articolo possa contribuire a comporre questo puzzle di vitale importanza. Un primo passo sarebbe una valutazione del ciclo di vita di LIFE, magari con l'aiuto di altri ricercatori della comunità scientifica. Pensate che l'intelligenza artificiale, i nuovi materiali o le riforme dei finanziamenti alla ricerca possano essere la chiave? Parliamo di questo argomento e troviamo delle risposte



Occultazioni, anno record

**Il lavoro del gruppo Corpi Minori nel 2022
ha prodotto 43 corde in 36 eventi positivi**

di Stefano Sposetti

1. Bilancio annuale

Ancora un anno da record! 43 corde in 36 eventi positivi. Siamo un fantastico gruppo di lavoro, ne siamo consapevoli e ne siamo orgogliosi.

Delle 36 occultazioni positive, 32 riguardavano asteroidi della fascia principale e 4 oggetti ben più speciali: un satellite di Urano, un asteroide doppio, un troiano di Giove e il nucleo di una cometa. L'8 febbraio 2022 verrà ricordato dal gruppo come un giorno speciale, poiché in una memorabile notte, per la prima volta, abbiamo registrato l'occultazione positiva del nucleo di una cometa, la 28P/Neujmin. Quel giorno abbiamo goduto di un momento magico. Sappiamo però che altri attimi indimenticabili sono lì solo ad aspettarci perché le occultazioni asteroidali riescono a dispensare soddisfazioni. Le osservazioni del 2022 sono state eseguite dalle postazioni di Cugnasco, Gnosca, Muzzano, Porza e Vico e, in qualche caso, dalle postazioni mobili di Mendrisio, del Monte Ceneri e di Faido. Sette eventi hanno registrato due corde mentre quattro sono stati classificati come incerti. Il 6 gennaio, nell'occultazione di (754) Malabar, oltre alla caduta di luce provocata dall'asteroide compare anche un successivo secondo drop di uguale profondità e della durata di un frame: a causa della breve durata viene classificato come incerto.

Il 22 settembre la curva di luce dell'occultazione di (59592) 1999 JW58 con una stella di 11,2 mag ha anch'essa mostrato due drop (immagine 1). Questo evento è stato probabilmente causato dalla

doppia natura della stella (peraltro non nota) costituita da componenti di 11,8 mag e 12,4 mag.

Interessante qui notare che l'occultazione di (138) Tolosa del 27 gennaio (immagine 2) è stata vista da siti osservativi molto distanti fra loro: Europa (Francia e Svizzera) e Asia (Giappone). Grazie all'elevata luminosità di 8,8 mag della stella, pure Fausto Delucchi, da Vico Morcote, ha osservato positivamente e in visuale il fenomeno. Meno fortuna ha avuto Luça Bartek che da Porza ha avuto una "negativa", peccato, le diamo comunque il più caloroso benvenuto nel nostro gruppo!

2. Confronto con la Svizzera

Il sito del gruppo svizzero SOTAS, www.occultations.ch, che fa parte della SAS, si occupa di registrare tutte le osservazioni svolte dai membri nazionali (sia positive che negative). Nel 2022 il nostro gruppo ha contribuito con 212 osservazioni su 260 (81%) e con 43 corde su 57 (75 %). Percentuali che anche quest'anno ci rendono fieri. Per la cronaca gli amici d'oltralpe che hanno compiuto osservazioni sono stati: P. Englmaier, J. Schenker, J. Käser, S. Meister, C. Sauter e A. Schweizer.

3. Confronto con l'Europa

Il sito www.euraster.net riporta le occultazioni positive misurate in Europa e nel 2022 il sito ne conta 586. Con i nostri 36 eventi contribuiamo al bilancio in misura del 6,1 %. Le corde misurate in Europa sono state 926 e il nostro apporto si fissa al 4,6 %.

Data	(N)	Asteroide	Note	Corde	Luogo
2022-12-27	(2781)	Kleczek		1	CUG
2022-12-16	(24749)	Grebel		1	GNO
2022-12-11	(624)	Hektor	(troiano di Giove)	1	FAI
2022-12-10	(P7M03)	Titania	(luna di Urano)	1	GNO
2022-12-05	(8301)	Haseyuji		1	GNO
2022-11-23	(121)	Hermione		1	GNO
2022-10-28	(818)	Kapteynia		1	CUG
2022-10-04	(1435)	Garlena		1	MUZ
2022-10-02	(18153)	2000 OC61		1	MUZ
2022-09-11	(59592)	1999 JW58		1	GNO
2022-08-25	(928)	Hildrun		1	GNO
2022-07-15	(339)	Dorothea		2	GNO, MUZ
2022-07-06	(568)	Cheruskia		1	GNO
2022-07-01	(4470)	Sergeev-Censkij		1	CUG
2022-06-22	(72)	Feronia		2	CUG, MUZ
2022-06-17	(362)	Havnia		1	MUZ
2022-04-15	(22)	Kalliope	(doppia)	2	GNO, MUZ
2022-04-09	(1114)	Lorraine		2	CUG, GNO
2022-04-05	(10952)	Vogelsberg		1	GNO
2022-03-26	(19665)	1999 RT137		1	GNO
2022-03-07	(572)	Rebekka		1	GNO
2022-02-15	(76690)	2000 HZ73		1	MUZ
2022-02-13	(982)	Franklina		1	MUZ
2022-02-11	(1171)	Rusthawelia		1	GNO
2022-02-11	(930)	Westphalia		1	GNO
2022-02-08	(28P)	Neujmin	(cometa)	2	MCE, MUZ
2022-02-05	(54671)	2000 WW102		1	MUZ
2022-01-27	(138)	Tolosa		2	MEN,VIC
2022-01-26	(2204)	Lyyli		2	GNO, MUZ
2022-01-24	(4448)	Phildavis		1	MUZ
2022-01-21	(3701)	Purkyne		1	GNO
2022-01-15	(22721)	1998 ST50		1	GNO
2022-01-10	(2808)	Belgrano		1	GNO
2022-01-09	(746)	Marlu		1	MUZ
2022-01-06	(754)	Malabar		1	GNO
2022-01-01	(1039)	Sonneberga		1	GNO

4. Giornate di studi!

Il 29 ottobre 2022 Sposetti ha partecipato al meeting del gruppo di lavoro svizzero SOTAS della SAG organizzato nel comune grigionese di Falera. Dodici i presenti. Il gruppo ha organizzato due incontri

cantionali: sabato 4 giugno 2022 presso il Ristorante Casa del Popolo a Bellinzona con cinque partecipanti e sabato 26 novembre 2022 presso l'osservatorio Calina di Carona con sei partecipanti.

5. Altro

Le allerte d'osservazione di particolari occultazioni che il gruppo ha emanato sulla piattaforma AstroTi hanno riguardato 17 eventi: (746) Marlu, (49) Pales, (138) Tolosa, (362) Havnia, (72) Feronia, (36844) 2000 SG117, (409) Aspasia, (35389) 1997 XO, (568) Cheruskia, (339) Dorothea, (863) Benkoela, 2003 QY111, (470443) 2007XV50, (217) Eudora, Titania (satellite di Urano), (624) Hektor, (225) Henrietta.

OSSERVATORE	ev. osservati	corde
Luça Bartek	1	
Fausto Delucchi	2	1
Andrea Manna	11	5
Alberto Ossola	27	13
Stefano Sposetti	171	24
TOTALE	212	43
(TOTALE 2021)	158	36)

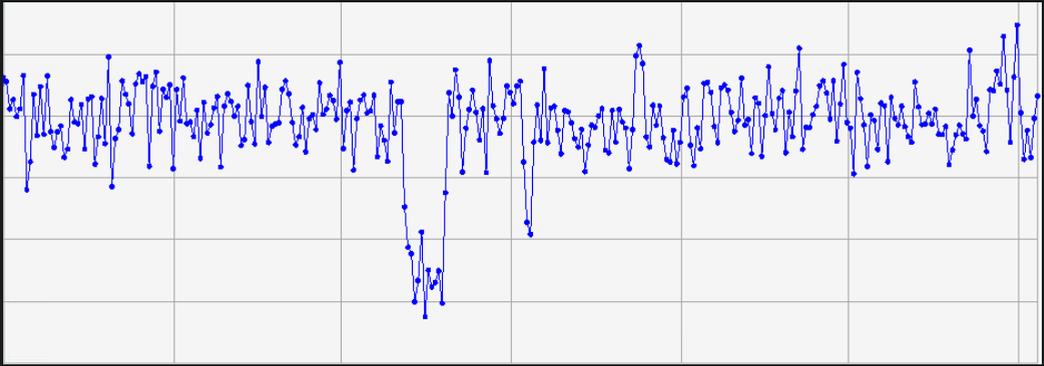


Immagine 1

L'occultazione stellare causata dall'asteroide (59592) ha mostrato due cadute di luce. Questo fenomeno è stato molto probabilmente provocato dalla doppia natura della stella occultata costituita da due componenti di luminosità diversa. In sostanza l'asteroide ha prima occultato la stella più luminosa e successivamente – ma in misura minore - la stella meno luminosa.

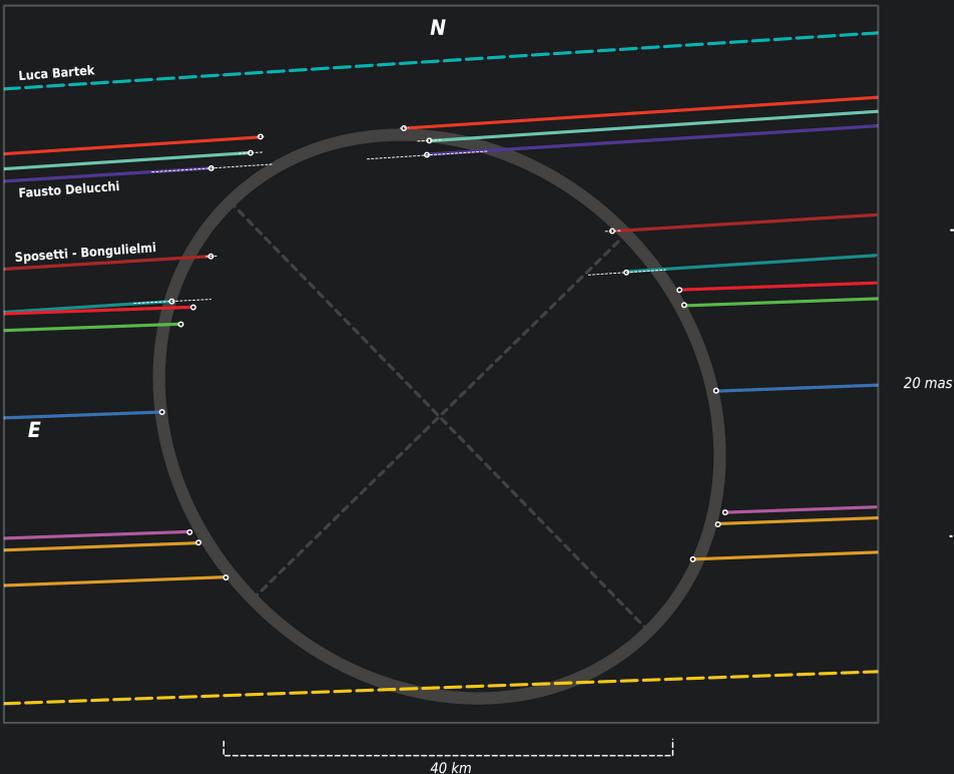
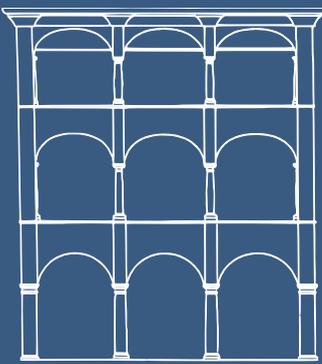
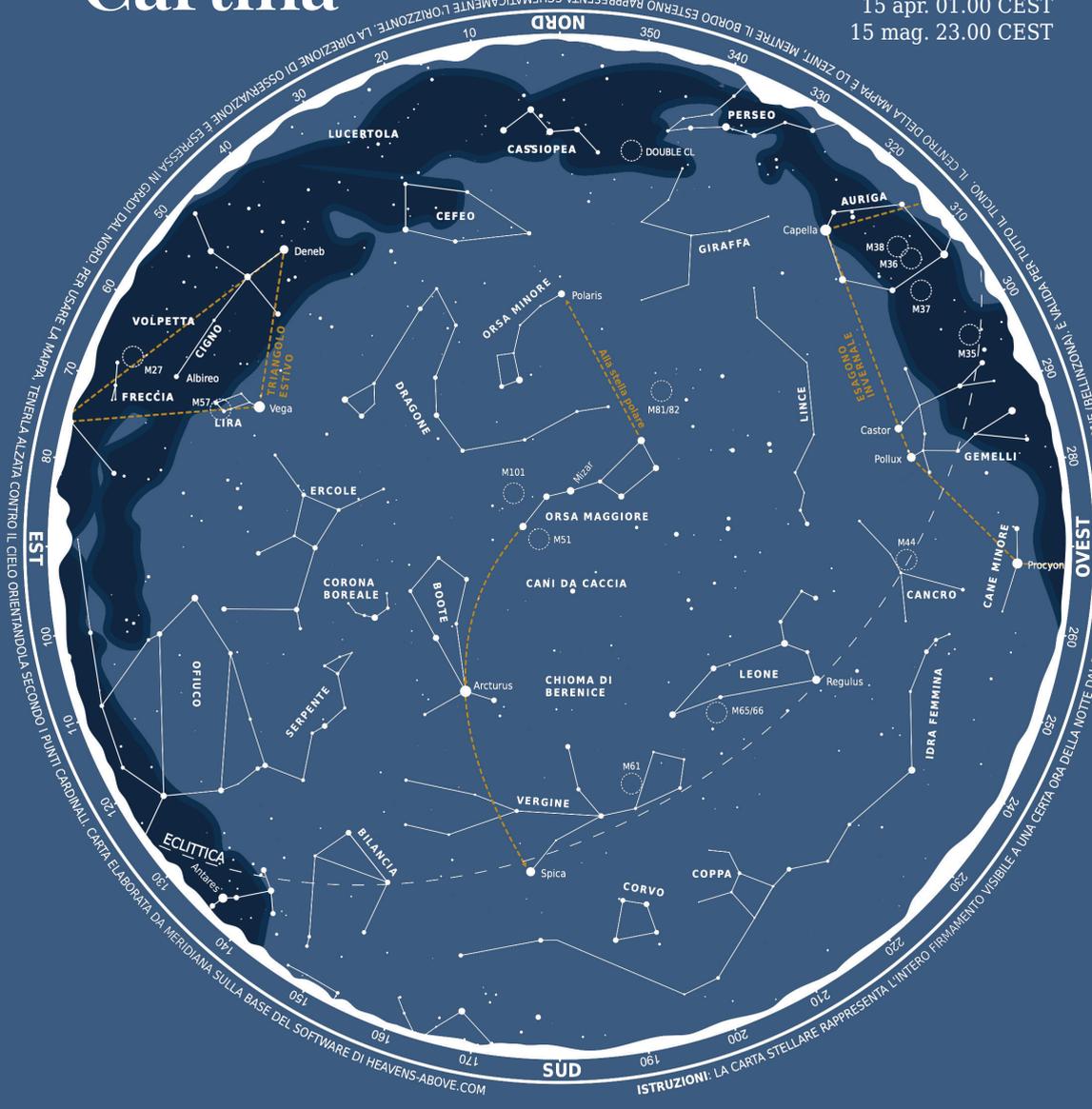


Immagine 2

Il profilo dell'asteroide (138) Tolosa durante l'occultazione del 27 gennaio 2022: il diametro stimato è di circa 50 km. Sono mostrate cinque corde misurate dall'Europa e sei corde misurate dal Giappone. La sera dell'evento in cielo la stella target era posizionata bassa a est ed era quindi visibile (quasi) contemporaneamente da questi due luoghi geografici. L'evento visto dagli osservatori giapponesi era in anticipo di 14 minuti rispetto a quello visto dall'Europa.

Cartina

Valida per
 15 mar. 02.00 CET
 15 apr. 01.00 CEST
 15 mag. 23.00 CEST



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 in Ticino

Sab
25
mar

Osservazione del Sole alla Specola dalle 10

Mattinata divulgativa per ammirare il Sole e le macchie solari. È richiesta la prenotazione che sarà aperta 6 giorni prima della data prevista sul sito del Centro astronomico del Locarnese (www.irsol.ch/cal).

Sab
25
mar

Giornata dell'astronomia dalle 14 alle 18

È l'occasione per gli appassionati di cielo in Ticino per trovarsi, assistere alle presentazioni dei lavori degli altri e presentare i propri. L'appuntamento è all'Hotel & SPA Internazionale Bellinzona. Il programma è disponibile su www.astroticino.ch.

Sab
25
mar

Assemblea generale SAT dalle 18

Dopo la giornata dell'astronomia, si terrà l'assemblea ordinaria (sempre all'Hotel & SPA Internazionale di Bellinzona). Maggiori informazioni su www.astroticino.ch.

Ven
31
mar

Serata osservativa alla Specola di Locarno dalle 20

serata divulgativa per ammirare la Luna al primo quarto, Venere, Marte e altri oggetti del cielo profondo. Prenotazione fino a 6 giorni prima sul sito del Centro astronomico del Locarnese (www.irsol.ch/cal).

Sab
1
apr

Osservazione della Luna al Calina di Carona dalle 20.30

Serata per osservare la Luna in prossimità del primo quarto e le diverse curiosità stagionali. Prenotazione gratuita obbligatoria sul sito www.astrocalina.ch.

Mer
5
apr

Passeggiata al chiar di Luna al Lema dalle 21

Piacevole serata in vetta al Lema. Organizzata dalla Monte Lema.

Dopo cena, dalle 21 circa (Vedi programma eventi Monte Lema) l'osservatorio astronomico sarà a vostra disposizione per una visita

guidata. Al mattino possibile osservazione del Sole.

Ven
7
apr

Serata osservativa al Calina di Carona dalle 20.30

Serata di osservazione pubblica. Prenotazione gratuita obbligatoria sul sito www.astrocalina.ch.

Sab
22
apr

Osservazione del Sole alla Specola dalle 10

Mattinata divulgativa per ammirare il Sole e le macchie solari. Prenotazioni fino a 6 giorni prima sul sito del Centro astronomico del Locarnese (www.irsol.ch/cal).

Ven
28
apr

Serata osservativa alla Specola di Locarno dalle 21

serata divulgativa per ammirare la Luna al primo quarto, Venere, Marte e altri oggetti del cielo profondo. Prenotazioni fino a 6 giorni prima sul sito del Centro astronomico del Locarnese (www.irsol.ch/cal).

Sab
29
apr

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 www.astrocalina.ch.

Specola Solare

L'osservatorio si trova a Locarno-Monti, presso MeteoSvizzera. www.irsol.ch/cal

Monte Lema

Maggiori informazioni sono sempre reperibili all'indirizzo: www.lepleiadi.ch.

Calina di Carona

L'osservatorio si trova in via Nav 17. Responsabile: Fausto Delucchi (tel. +41 79 389 19 11,

Effemeridi

Da marzo a maggio 2023

Visibilità dei pianeti



Mercurio - **invisibile** durante il mese di marzo. Poi **visibile** nel crepuscolo serale per tutto il mese di aprile. Sparisce nuovamente sino a ricomparire la mattina verso la fine di maggio.



Venere - **ben visibile** per tutto il periodo alla sera. Sarà in **congiunzione** con Urano il 30 marzo. Transiterà inoltre a 2°35' dalle Pleiadi l'11 aprile.



Marte - è **ben visibile** durante tutto il periodo per quasi tutta la notte. Con il passare dei mesi, comunque, tramonterà sempre più presto. In congiunzione (separazione di 3° 39') il 29 giugno.



Giove - **appena visibile** nella prima parte della sera, basso sull'orizzonte, fino a inizio aprile, poi invisibile fino a fine maggio, quando apparirà basso tra le luci del mattino.



Saturno - Praticamente **invisibile** durante il mese di marzo, appare la mattina basso all'orizzonte da aprile, sorgendo sempre prima durante l'ultima parte della notte. Entro fine giugno **visibile** nella seconda parte della notte.



Urano - **visibile** durante la prima parte della notte fino a fine aprile, poi **visibile** tra le luci del mattino.



Nettuno - **invisibile** per tutto il mese di marzo, da metà aprile diventa visibile la mattina. Entro fine giugno, **sorge** nella seconda parte della notte.

Fasi lunari



Luna Nuova	21 marzo,	20 aprile,	19 maggio
Primo Quarto	29 marzo,	27 aprile,	27 maggio
Luna Piena	6 aprile,	5 maggio,	4 giugno
Ultimo Quarto	13 aprile,	12 maggio,	20 giugno

Altri eventi

Ora legale nella notte tra sabato 25 e domenica 26 marzo verrà introdotta l'ora legale 2023. Alle 2 le lancette andranno portate avanti di un'ora.

Primavera L'equinozio primaverile cadrà il 20 marzo alle 21.23. Sarà l'inizio della primavera per l'emisfero boreale, con le giornate che saranno, da quel momento in avanti, più lunghe delle notti.

shop online



www.bronz.ch

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

