

# ASTROFILO

bimestrale di informazione scientifica e tecnica • luglio-agosto 2017 • € 0,00

2  
PUNTO  
0

## Una sonda a due passi dal Sole

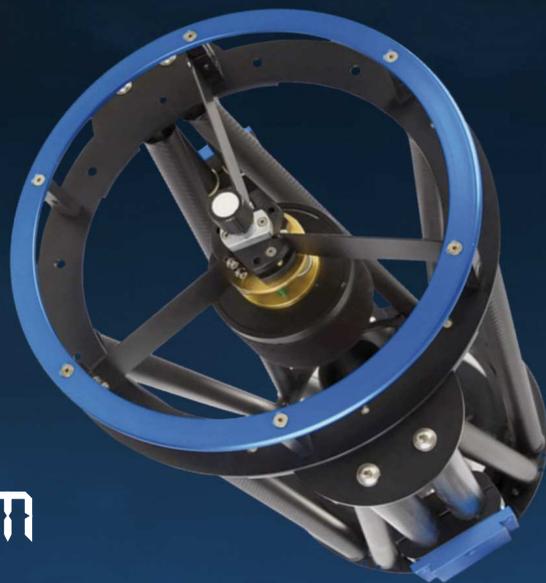
### Nuovo transito sul disco di KIC 8462852

- Increspature nella trama cosmica
- Trovata una luna attorno al terzo più grande pianeta nano
- Stella collassata genera un buco nero
- Nana bianca mostra come la gravità può incurvare la luce

## Cercare tracce aliene nel passato

# NortheK

Instruments - Composites - Optics



## RITCHEY-CHRÉTIEN 250 MM

F/8.5 OTTICA IN SUPRAX DI SCHOTT

STRUTTURA IN CARBONIO

CELLA NORTHEK STABILOBLOK 25

MESSA A FUOCO FEATHER TOUCH FTF 2000 2"

PESO 15 KG.





**Direttore Responsabile**  
Michele Ferrara

**Consulente Scientifico**  
Prof. Enrico Maria Corsini

**Editore**  
Astro Publishing di Pirlo L.  
Via Bonomelli, 106 - 25049 Iseo - BS  
email admin@astropublishing.com

**Distribuzione**  
Gratuita a mezzo Internet

**Internet Service Provider**  
Aruba S.p.A.  
Via San Clemente, 53  
24036 Ponte San Pietro - BG

**Registrazione**  
Tribunale di Brescia  
numero di registro 51 del 19/11/2008

**Copyright**  
I diritti di proprietà intellettuale di tutti i testi, le immagini e altri materiali contenuti nella rivista sono di proprietà dell'editore o sono inclusi con il permesso del relativo proprietario. Non è consentita la riproduzione di nessuna parte della rivista, sotto nessuna forma, senza l'autorizzazione scritta dell'editore. L'editore si rende disponibile con gli aventi diritto per eventuale materiale non identificato.

The publisher makes available itself with having rights for possible not characterized iconographic sources.

**Pubblicità - Advertising**  
Astro Publishing di Pirlo L.  
Via Bonomelli, 106 - 25049 Iseo - BS  
email info@astropublishing.com

## S O M M A R I O

### 4 **Una sonda a due passi dal Sole**

*Entro alcuni anni sapremo prevedere con ragionevole anticipo lo scatenarsi delle tempeste solari e potremo limitare notevolmente gli effetti negativi che esse producono sulle attività umane. A migliorare la nostra conoscenza di quel poderoso fenomeno sarà una sonda che studierà corona e vento solare dal loro interno...*

### 12 **ALMA vede DeeDee, un distante e debole oggetto del sistema solare**

*Usando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), alcuni astronomi hanno rivelato straordinari dettagli su un membro periferico del sistema solare, recentemente scoperto, il corpo planetario 2014 UZ<sub>224</sub>, più informalmente conosciuto come DeeDee. Posto a circa tre volte l'attuale distanza di...*

### 18 **Increspature nella trama cosmica**

*Per la prima volta gli astronomi hanno misurato piccole increspature nella trama cosmica, usando immagini del W. M. Keck Observatory di rari quasar doppi. Le più aride regioni dell'universo sono i più remoti angoli dello spazio intergalattico. In quelle vaste distese fra le galassie c'è appena un atomo solitario...*

### 20 **Nuovo transito sul disco di KIC 8462852**

*Poteva restare per lungo tempo un mistero senza soluzione, quello della stella KIC 8462852, e invece si è già presentata l'opportunità per risolverlo definitivamente. Pochi mesi fa la stella ha manifestato una nuova caduta di luminosità, che finalmente è stata seguita con strumenti potenti e adeguati a scoprire che cosa...*

### 30 **Trovata una luna attorno al terzo più grande pianeta nano**

*Il potere combinato di tre osservatori spaziali, incluso il telescopio Hubble, ha aiutato gli astronomi a scoprire una luna che orbita il terzo più grande pianeta nano, noto come 2007 OR<sub>10</sub>. La coppia risiede nella glaciale periferia del nostro sistema solare, la Kuiper Belt, un regno di corpi ghiacciati, rimasti dopo la...*

### 32 **Stella collassata genera un buco nero**

*Gli astronomi hanno visto come una massiccia e morente stella è probabilmente rinata come buco nero. È servita la potenza combinata del Large Binocular Telescope (LBT) e del telescopio spaziale Spitzer della NASA per andare a cercare i resti della stella sopraffatta, per poi scoprire che era semplicemente...*

### 34 **Ingredienti della vita attorno a stelle neonate di tipo solare**

*Due equipate di astronomi hanno diretto la potenza di ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), in Cile, verso la rilevazione della molecola prebiotica complessa nota come isocianato di metile, nel sistema stellare multiplo IRAS 16293-2422. Una molecola organica complessa in astrochimica ha...*

### 36 **Cercare tracce aliene nel passato**

*Le immagini di questo articolo, vere opere d'arte di noti illustratori spaziali, sono state scelte per rappresentare ipotetici scenari che in epoche remotissime potrebbero essersi realmente presentati all'interno del nostro sistema planetario, e dei quali potrebbe esistere ancora traccia. Una giovane branca della...*

### 46 **Nana bianca mostra come la gravità può incurvare la luce**

*Alcuni astronomi hanno usato la vista acuta del telescopio spaziale Hubble per ripetere un test vecchio di un secolo, della teoria della relatività generale di Einstein. Il team ha misurato la massa di una nana bianca, il residuo bruciato di una stella normale, osservando quanto deflette la luce di una stella di...*

### 48 **ESO firma i contratti per il gigantesco specchio di ELT**

*L'esclusivo sistema ottico dell'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO è formato da cinque diversi specchi, ciascuno dei quali rappresenta una sfida tecnica e ingegneristica non indifferente. Lo specchio primario di 39 metri di diametro, che sarà composto di 798 diversi segmenti esagonali, ciascuno largo circa 1,4...*

# Una sonda a due passi dal Sole

di Michele Ferrara

*Entro alcuni anni sapremo prevedere con ragionevole anticipo lo scatenarsi delle tempeste solari e potremo limitare notevolmente gli effetti negativi che esse producono sulle attività umane. A migliorare la nostra conoscenza di quel poderoso fenomeno sarà una sonda che studierà corona e vento solare dal loro interno. Una missione davvero estrema.*



**R**appresentazione grafica della Parker Solar Probe che si avvicina al Sole. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory]

Il nostro sistema solare è stato ormai esplorato in lungo e in largo, e le sonde spaziali hanno avuto incontri molto ravvicinati con ogni tipologia di corpi: pianeti, lune, asteroidi e comete. Alcune di quelle sonde sono giunte talmente lontano da essere ormai considerate in viaggio nello spazio interstellare. C'è però ancora un corpo del nostro sistema che per motivi intuitivi non è mai stato visitato da distanza ravvicinata: il Sole. L'idea di mandare una sonda a studiare da vicino la nostra stella risale agli anni '70, ma all'epoca non si conoscevano materiali in grado di contrastare efficacemente la radiazione solare al punto da consentire passaggi "radenti". Tutte le missioni solari che si susseguirono da allora e per oltre un trentennio si limitarono a osservare il Sole da non meno di 40 milioni di km di distanza.

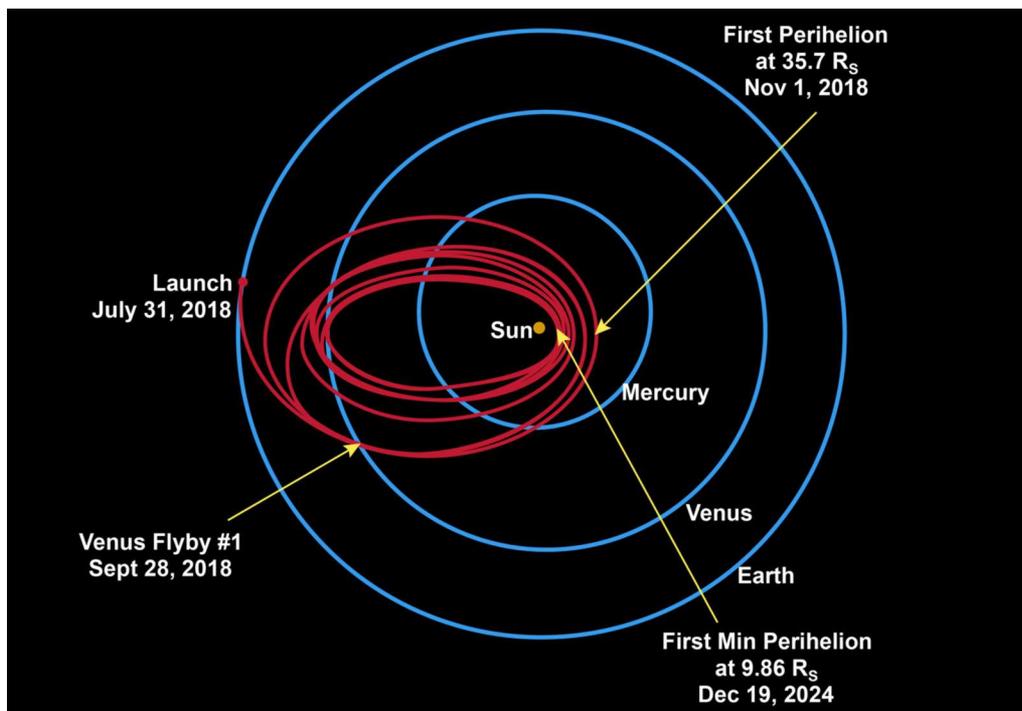
Ma i notevoli progressi fatti dalla tecnologia dei materiali verso la fine del secolo scorso, e ancor più in questo inizio di secolo, hanno convinto inge-



gneri e scienziati che inviare una navicella spaziale a distanza relativamente breve dal Sole non era più una fantasia, bensì un'impresa effettivamente realizzabile. Iniziò così a delinearsi un progetto della NASA noto come Solar Probe 2005, che prevedeva di inviare verso il Sole una sonda grande come un'autovettura e dotata di una serie di strumenti scientifici ed esperimenti, in grado di dare un contributo determinante alla solu-

zione di due grandi enigmi che sin dagli anni '50 assillavano, e tuttora assillano, i fisici solari. Il primo è l'altissima temperatura della corona solare, che raggiunge milioni di gradi quando invece la fotosfera, la rovente superficie del Sole che vediamo in luce bianca, non tocca nemmeno i 6000°C, una realtà apparentemente paradossale che non ha trovato ancora spiegazione, nonostante le numerose ipotesi finora avanzate

**L**a Parker Solar Probe lascia la Terra dopo essersi separata dal razzo vettore, una scena che si realizzerà fra il 31 luglio e il 19 agosto 2018. [JHU/APL] Sotto a sinistra, uno schema approssimativo della traiettoria che seguirà la sonda per avvicinarsi più volte al Sole. [NASA/JHUAPL]

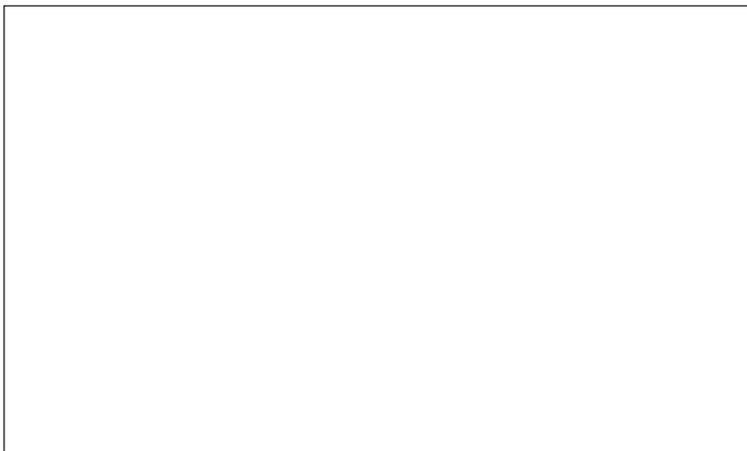


**A** destra, una sequenza animata della missione Parker Solar Probe. Sotto, Eugene Parker riceve da Nicola Fox, Project Scientist della missione, il primo modello in scala della sonda che porta il suo nome. [NASA/JHUAPL]

e a dispetto del fatto che nell'ultimo decennio la nostra stella sia stata studiata a una risoluzione talmente elevata da evidenziare strutture a piccola scala prima sconosciute.

Il secondo enigma ha invece a che fare col meccanismo fisico di accelerazione del vento solare, attualmente ignoto, ma la cui conoscenza è di fondamentale importanza per difendere alcuni nostri importanti settori commerciali e la nostra stessa salute dal cosiddetto "meteo spaziale", dall'inglese "space weather".

La missione Solar Probe 2005 prevedeva una lunghissima traiettoria di avvicinamento al Sole, con assistenza gravitazionale di Giove, immissione in orbita solare polare e non più di due flybys con la stella, a poco meno di 3 milioni di km dalla fotosfera, ovvero nella corona esterna.



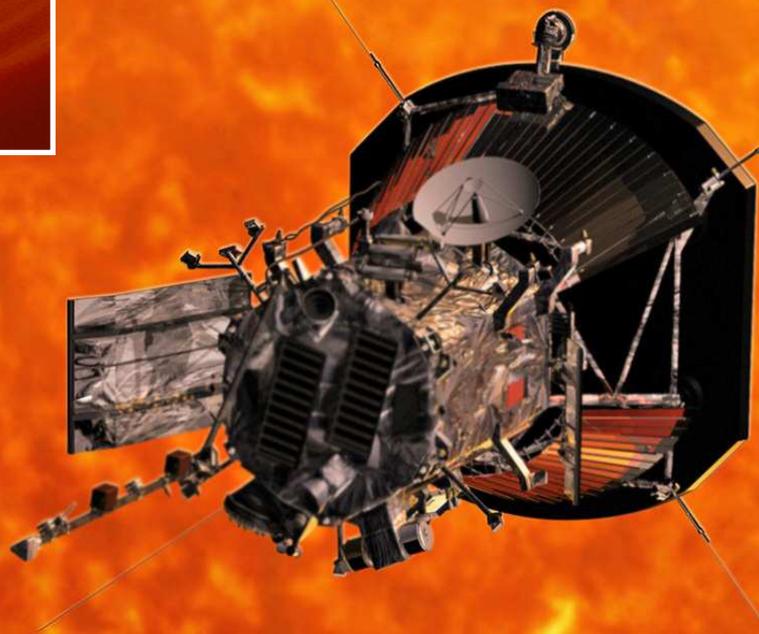
Come spesso accade in astronautica, ritardi, rimaneggiamenti e migliorie hanno trasformato l'impostazione iniziale della missione, fino a trasformarla in quella che fino a pochi mesi fa era chiamata Solar Probe Plus e che recentemente è stata ridenominata Parker Solar Probe, in onore del novantenne Eugene Parker, professore emerito all'Università di Chicago e pioniere, negli anni '50, nello studio del vento solare, da lui descritto per la prima volta in un articolo

pubblicato nel 1958 su *The Astrophysical Journal*. All'epoca, Parker era un giovane professore dell' Enrico Fermi Institute e sosteneva che il Sole rilasciasse un costante flusso di radiazione, particelle ad alta energia, plasma e campi magnetici, e che tutto ciò influenzasse i pianeti e lo spazio interplanetario. Sessant'anni di ricerche hanno dato ampiamente ragione a Parker, ma il meccanismo che innesca e mantiene quel flusso è, come dicevamo più sopra, ancora quasi del tutto sconosciuto, e il medesimo Parker è impaziente di sapere quando la missione che porta il suo nome (unico caso di attribuzione in vita) fornirà l'agognata risposta.





**S**ullo sfondo e nel riquadro qui a fianco, due ipotetiche scene della missione Parker Solar Probe. [NASA/JHU/APL]



L'attesa non dovrebbe essere lunga, perché il programma aggiornato di questa missione della NASA prevede il lancio della sonda (dal Kennedy Space Center in Florida, con un razzo Delta 4-Heavy della United Launch Alliance) entro una finestra temporale di 20 giorni che si apre il 31 luglio 2018. La durata della missione, il percorso della sonda e la strategia di avvicinamento all'obiettivo differiscono totalmente rispetto al progetto iniziale. La Parker Solar Probe orbiterà almeno 24 volte attorno al Sole, mantenendosi sempre in prossimità del piano dell'eclittica. Grazie a 7 gravity assists con

Venere, la distanza perielica sarà progressivamente ridotta, fino a far transitare la sonda a circa 6 milioni di km (3,7 milioni di miglia) dalla fotosfera, distanza minima che sarà raggiunta 6 anni e mezzo dopo il lancio, quindi nei primi mesi del 2025, anno in cui è fissato il termine della missione nominale. Nessuna sonda si è mai avvicinata al Sole a meno di 7 volte quella distanza.

6 milioni di km può sembrare una distanza di sicurezza, dove la pazzesca temperatura della corona solare è ridotta a ben poca cosa. Nondimeno, la Parker Solar Probe verrà a trovarsi in un ambiente in cui le tempera-



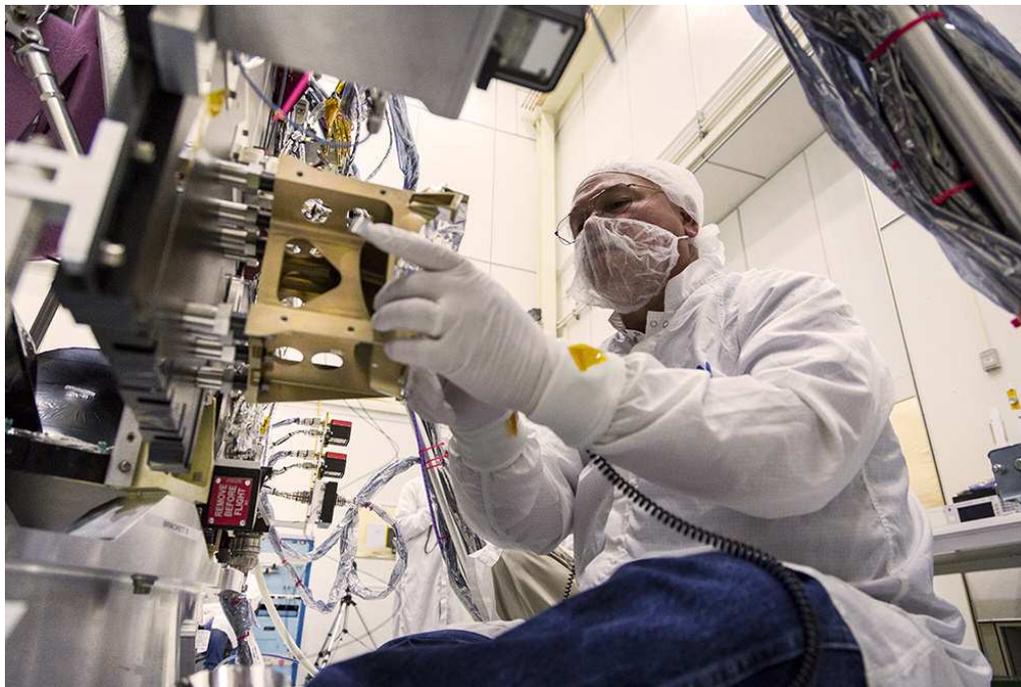
*Trailer della missione che avrà per protagonista la Parker Solar Probe. [NASA/JHUAPL]*

ture raggiungono e forse superano i 1400°C (2500°F), e sarà costantemente esposta alla furia del vento solare e a tutte le sue devastanti componenti. Si stima che il livello di radiazione che la sonda dovrà sopportare è quasi 500 volte superiore a quello tipico dell'orbita terrestre.

Per difendere la navicella e gli strumenti scientifici che trasporta, gli ingegneri della NASA hanno progettato uno speciale scudo termico in carbonio, dello spessore di 11,5 cm (4.5"), che sarà rivolto costantemente verso il Sole, mentre al riparo dietro di esso la strumentazione raccoglierà dati e imma-

gini sulla dinamica dei gas e dei campi magnetici, nonché sulla tipologia e energia delle particelle del vento solare. Solo i pannelli solari si estenderanno oltre lo scudo termico, ma proprio per evitare il loro danneggiamento è previsto che vengano chiusi durante i massimi avvicinamenti alla stella, per poi essere riaperti lungo i tratti orbitali meno rischiosi.

I principali strumenti/esperimenti che la Parker Solar Probe ospiterà a bordo sono il Wide Field Imager, del Naval Research Laboratory (Washington, D.C.); il Solar Wind Electrons Alphas and Protons Investigation,



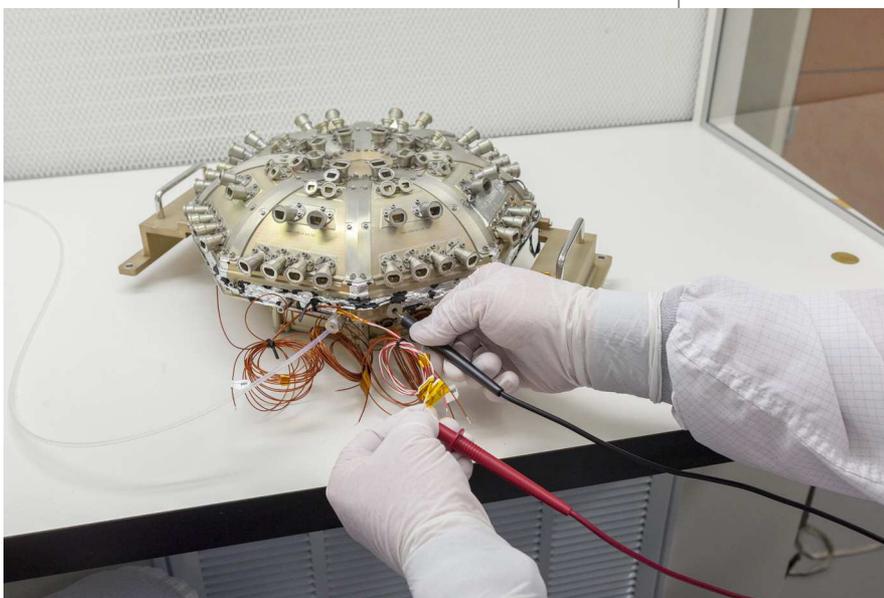
**A** fianco e sotto, scene della messa punto e dell'installazione di uno degli strumenti scientifici della sonda solare, l'Energetic Particle Instrument-Low Energy. [NASA/JHUAPL]

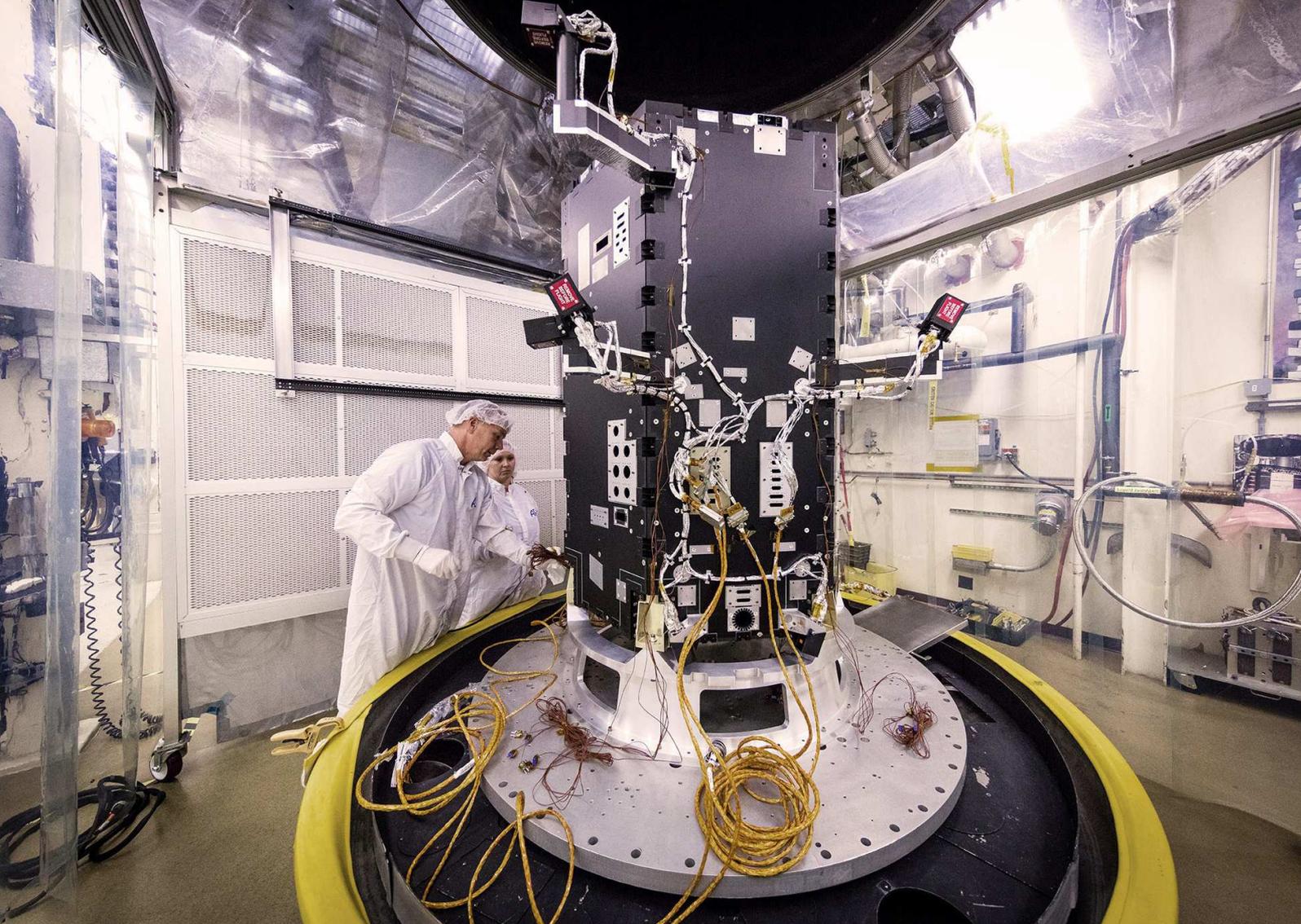
dello Smithsonian Astrophysical Observatory (Cambridge, Massachusetts); il Fields Experiment, dello Space Sciences Laboratory, University of California (Berkeley); l'Integrated Science Investigation, del Southwest Research Institute (San Antonio, Texas). Vediamo sommariamente quali saranno i compiti che dovranno svolgere. Il Wide Field Imager fotograferà in luce visibile tutte le strutture gassose più dense che si formeranno all'interno del vento solare e che saranno sospinte verso lo spazio interplanetario. Benché questo strumento produca immagini 2D, grazie al veloce moto proprio della sonda (oltre 700 000 km/h la massima velocità prevista) e a opportuni software sarà possibile utilizzare più frames per costruire immagini 3D, con le quali integrare i dati forniti dagli altri strumenti.

Il Solar Wind Electrons Alphas and Protons Investigation conterà gli elettroni, i protoni e gli ioni di elio presenti nel vento solare e misurerà le loro proprietà. È previsto

che alcune particelle siano catturate e inserite in uno speciale contenitore per un'analisi diretta.

Il Fields Experiment compirà misurazioni del campo elettrico e magnetico, delle emissioni radio e delle onde d'urto che si muovono nel plasma della corona solare.





**L**a struttura primaria della Parker Solar Probe (con il sistema di propulsione) viene preparata per i test di vuoto termico che simulano le condizioni nello spazio. [NASA/JHUAPL]

Questo esperimento fungerà anche da rivelatore di granelli di polvere, la cui energia sarà registrata quando colpiranno l'antenna della sonda.

L'Integrated Science Investigation consiste di due strumenti che faranno un inventario degli elementi chimici che costituiscono l'atmosfera solare, e che utilizzeranno uno spettrometro di massa per pesare e classificare gli ioni che circonda la sonda.

Tutti gli esperimenti, le osservazioni e le misurazioni che la Parker Solar Probe compirà a più riprese dalla sua posizione privilegiata ci consentiranno, tra l'altro, di migliorare sensibilmente la conoscenza che abbiamo delle condizioni necessarie all'atmosfera solare per generare quelle poderose tempeste magnetiche che, quando dirette verso la Terra, sono in grado di provocare danni di vario genere. L'intensa radiazione trasportata in quelle occasioni da un vento solare più impetuoso del solito può mettere fuori uso i satelliti più esposti, disturbare le telecomunicazioni, danneggiare le reti elettriche e anche minacciare la salute di coloro che svolgono attività aviatorie e astronautiche.

Oggi, la nostra capacità di prevedere con sufficiente anticipo lo scatenarsi delle tempeste solari è molto limitata, perché non abbiamo metodi validi per misurare direttamente con precisione i campi magnetici locali delle regioni attive, le densità e le temperature del plasma coronale.

Quando ci accorgiamo dell'instabilità di una regione attiva e della rottura del suo campo magnetico, l'innesco della tempesta è ormai imminente e nel giro di un solo giorno la minaccia può raggiungere la Terra, e spesso quel preavviso è troppo breve per prendere adeguate contromisure.

Potendo rilevare variazioni nelle condizioni fisiche locali su piccola scala (del tutto inosservabili da Terra), la Parker Solar Probe ci dirà quali sono i primi segni premonitori delle tempeste magnetiche e quali parametri tenere in considerazione per sviluppare metodi e nuove tecniche per prevedere con rassicurante anticipo i peggioramenti del meteo spaziale. Conoscere queste dinamiche è fondamentale per progettare e realizzare in sicurezza una missione con equipaggio verso Marte. ■

# ALMA vede DeeDee, un distante e debole oggetto del sistema solare

by ALMA Observatory

Usando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), alcuni astronomi hanno rivelato straordinari dettagli su un membro periferico del sistema solare, recentemente scoperto, il corpo planetario 2014 UZ<sub>224</sub>, più informalmente conosciuto come DeeDee. Posto a circa tre volte l'attuale distanza di

Plutone dal Sole, DeeDee è il secondo oggetto transnettuniano (TNO) più distante conosciuto con un'orbita confermata, superato solo dal pianeta nano Eris. Gli astronomi stimano che ci sono decine di migliaia di questi corpi ghiacciati nel sistema solare esterno, oltre l'orbita di Nettuno. I nuovi dati di ALMA rivelano,

per la prima volta, che DeeDee è largo circa 635 km, ovvero circa 2/3 del diametro del pianeta nano Ceres, il più grande membro della nostra fascia asteroidale. Con quelle dimensioni, DeeDee dovrebbe avere abbastanza massa da essere sferico, uno dei criteri necessari agli astronomi per considerarlo un pianeta nano, seb-



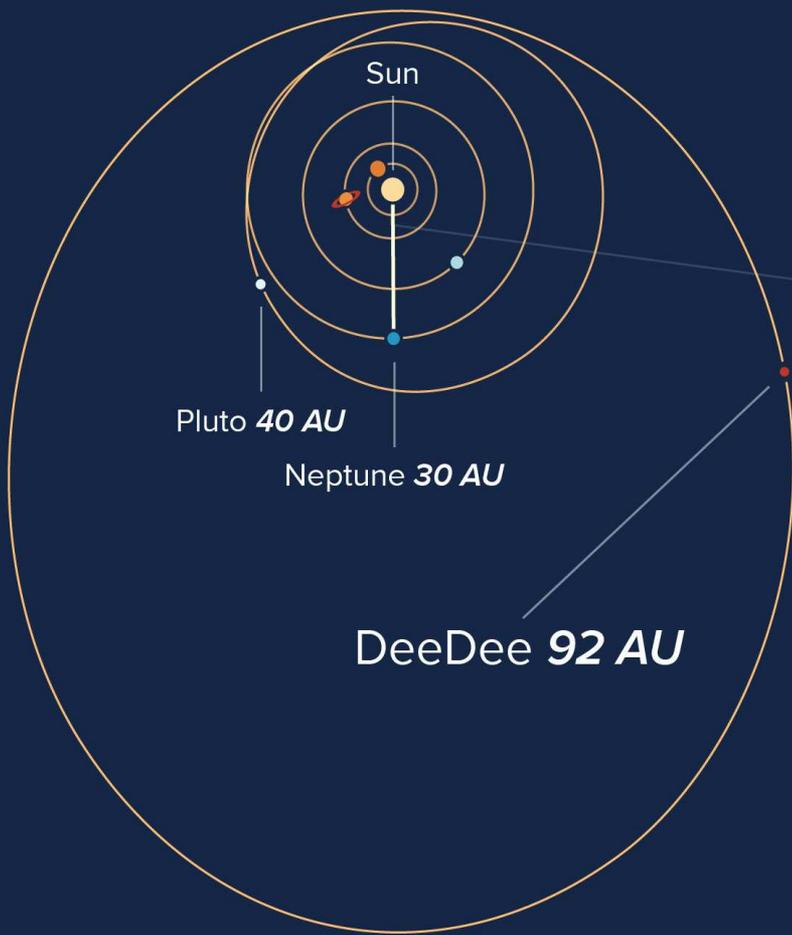
**V**isione artistica del corpo planetario 2014 UZ<sub>224</sub>, più informalmente noto come DeeDee. ALMA è stato in grado di osservare la debole luce emessa dall'oggetto a lunghezze d'onda millimetriche, confermando che è ampio circa 635 km. Con queste dimensioni, DeeDee dovrebbe avere abbastanza massa da essere sferico, requisito necessario agli astronomi per considerarlo un pianeta nano, sebbene debba ancora ricevere ufficialmente quella designazione. [Alexandra Angelich (NRAO/AUI/NSF)]

bene debba ancora ricevere ufficialmente quella designazione.

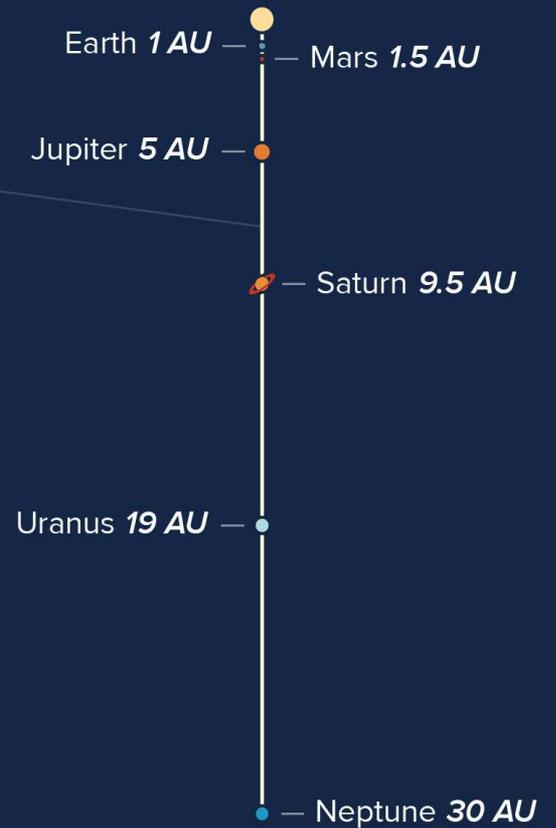
“Ben al di là di Plutone c'è una regione sorprendentemente ricca di oggetti planetari. Alcuni sono piuttosto piccoli, ma altri hanno dimensioni che rivaleggiano con quelle di Plutone e potrebbero anche essere più grandi”, ha detto David Gerdes, scienziato

della University of Michigan e primo autore di un articolo apparso su *The Astrophysical Journal Letters*. “Poiché questi oggetti sono così distanti e deboli, è incredibilmente difficile anche rilevarli, per non parlare di studiarli in ogni dettaglio. ALMA, tuttavia, ha capacità uniche che ci permettono di apprendere entusiasmanti dettagli su

questi mondi distanti.” Attualmente, DeeDee si trova a circa 92 unità astronomiche (UA) dal Sole. Una unità astronomica è la distanza media fra la Terra e il Sole, ovvero quasi 150 milioni di chilometri. A quella impressionante distanza, a DeeDee servono oltre 1100 anni per completare un'orbita. La luce di DeeDee impiega circa



An **Astronomical Unit (AU)** is the distance from the Sun to the Earth



**O**rbite di oggetti del nostro sistema solare, che mostrano l'attuale collocazione del corpo planetario DeeDee. [Alexandra Angelich (NRAO/AUI/NSF)]

13 ore a raggiungere la Terra. Gerdes e il suo team avevano annunciato la scoperta di DeeDee nell'autunno del 2016. Lo avevano scoperto usando il

telescopio Blanco di 4 metri del Cerro Tololo Inter-American Observatory, in Cile, come parte di osservazioni della Dark Energy Survey, una survey ottica di circa il 12% del cielo, che tenta di capire come quella forza ancora misteriosa sta accelerando l'espansione dell'universo. La Dark Energy Survey produce una quantità di preziose immagini astronomiche, che danno agli

astronomi anche l'opportunità di cercare oggetti distanti del sistema solare. La ricerca iniziale, che include circa 15000 immagini, ha identificato più di 1,1 miliardi di oggetti candi-

**C**onfronto fra le dimensioni di oggetti del nostro sistema solare, incluso il corpo planetario DeeDee. [Alexandra Angelich (NRAO/AUI/NSF)]



Contiguous United States  
4650 km



Earth's Moon  
3475 km



Pluto  
2374 km



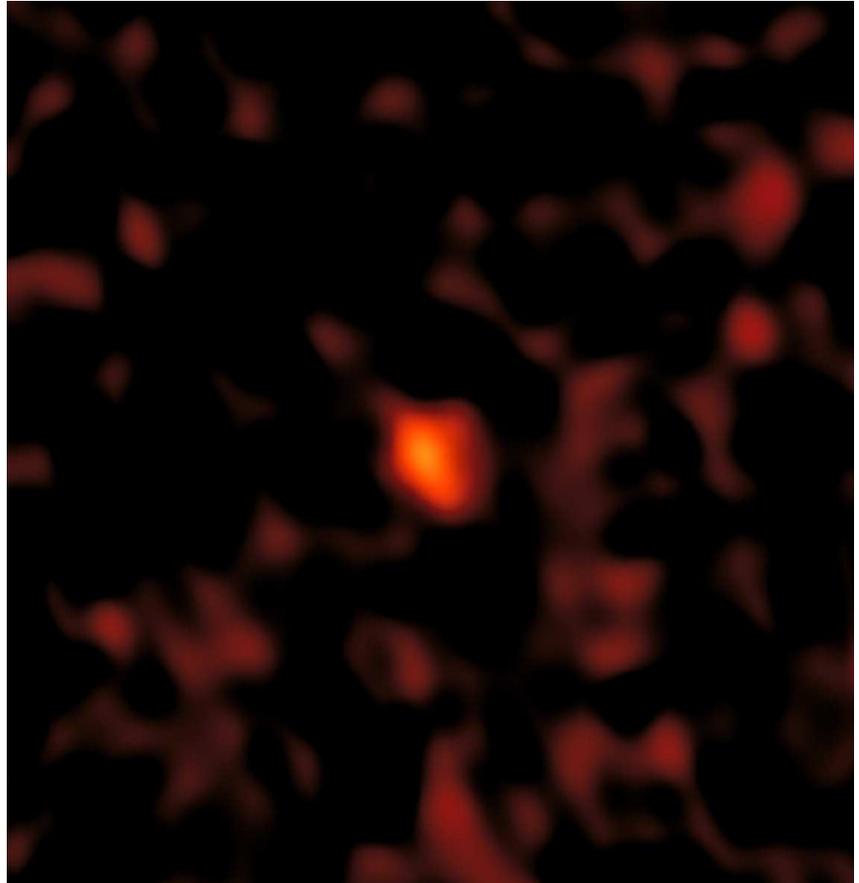
DeeDee  
635 km

**Immagine di ALMA del debole bagliore a lunghezze d'onda millimetriche proveniente dal corpo planetario 2014 UZ<sub>224</sub>, più informalmente conosciuto come DeeDee. Con una distanza pari a tre volte quella di Plutone dal Sole, DeeDee è il secondo TNO più distante conosciuto del sistema solare, con orbita confermata. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)]**

dati. La stragrande maggioranza di essi è risultata essere stelle di fondo o anche galassie più distanti. Una piccola frazione, comunque, è stata vista muoversi lentamente attraverso il cielo in osservazioni successive, segno rivelatore di un TNO. Uno di tali oggetti è stato identificato su 12 immagini separate. Gli astronomi lo hanno denominato informalmente DeeDee, che è l'abbreviazione di Distant Dwarf, nano distante.

I dati ottici forniti dal telescopio Blanco avevano permesso agli astronomi di misurare la distanza e le proprietà orbitali di DeeDee, ma non erano stati in grado di determinare le due dimensioni o altre caratteristiche fisiche. Era possibile che DeeDee fosse un membro relativamente piccolo del nostro sistema solare, ancorché riflettesse abbastanza da essere avvistato dalla Terra. Oppure poteva essere molto grande e scuro, riflettendo solo una minima porzione della debole luce solare che lo raggiunge. Entrambi gli scenari avrebbero prodotto identici dati ottici.

Poiché ALMA osserva l'universo freddo e oscuro, può rilevare il calore (in forma di luce a lunghezze d'onda millimetriche) emesso naturalmente nello spazio dagli oggetti freddi. Il calore proveniente da un oggetto distante del sistema solare dovrebbe essere direttamente proporzionale alle sue dimensioni. *"Abbiamo calcolato che questo oggetto sarebbe incredibilmente freddo, solo 30 Kelvin, appena poco sopra lo zero assoluto"*, ha detto Gerdes.



Mentre la luce visibile riflessa da DeeDee è brillante quanto una candela vista a metà strada per la Luna, ALMA avrebbe potuto rapidamente registrare il calore del corpo planetario e misurare la sua luminosità nella luce della lunghezza d'onda millimetrica. Ciò ha permesso agli astronomi di calcolare che esso riflette solo circa il 13% della luce solare che lo colpisce. È approssimativamente la medesima riflettività della terra asciutta di un campo da baseball. Confrontando queste osservazioni di ALMA con i precedenti dati ottici, gli astronomi hanno ottenuto le informazioni necessarie per calcolare le dimensioni dell'oggetto. *"ALMA lo ha beccato abbastanza facilmente"*, ha detto Gerdes. *"Siamo quindi stati in grado di risolvere*

*l'ambiguità che avevamo con i soli dati ottici."* Oggetti come DeeDee sono rimasugli cosmici della formazione del sistema solare. Le loro orbite e le proprietà fisiche rivelano importanti dettagli sulla formazione dei pianeti, inclusa la Terra.

Questa scoperta è entusiasmante anche perché dimostra che è possibile rivelare oggetti del sistema solare molto distanti e in lento movimento. I ricercatori fanno notare che queste stesse tecniche potrebbero essere impiegate per localizzare l'ipotetico "Pianeta Nove", che dovrebbe risiedere ben oltre DeeDee ed Eris. *"Ci sono ancora nuovi mondi da scoprire nei nostri dintorni cosmici"*, ha concluso Gerdes. *"Il sistema solare è un posto ricco e complicato."* ■

# Un nuovo sguardo alla Crab Nebula

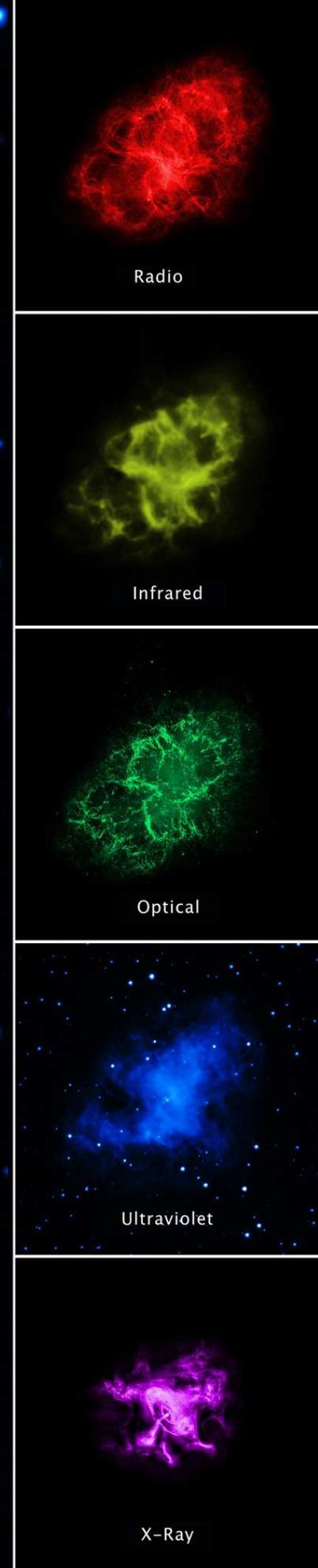
by **NRAO**

**G**li astronomi hanno prodotto questa notevole nuova immagine ad alta definizione della Crab Nebula combinando dati provenienti da telescopi che coprono quasi l'intera ampiezza dello spettro elettromagnetico, dalle onde lunghe viste dal Karl G. Jansky Very Large Array (VLA), fino alle onde estremamente corte viste dall'osservatorio orbitale per raggi X Chandra. La Crab Nebula, risultato di una brillante esplosione di supernova vista dai cinesi e da altri astronomi nell'anno 1054, dista dalla Terra circa 6500 anni luce. Al suo centro c'è una stella di neutroni superdensa, che compie una rotazione ogni 33 millisecondi, sparando fuori un fascio di onde radio e luce come se fosse un faro. È una pulsar. La forma intricata della nebulosa è dovuta alla complessa interazione della pulsar, di un vento di particelle in veloce movimento proveniente dalla pulsar stessa, e dal materiale originariamente espulso dell'esplosione di supernova e dalla stella medesima prima dell'esplosione. Questa immagine combina dati di cinque diversi telescopi: il VLA (radio) in rosso; Spitzer Space Telescope (infrarosso) in giallo; Hubble Space Telescope (visibile) in verde; XMM-Newton (ultravioletto) in blu; Chandra X-Ray Observatory (raggi X) in porpora. Le nuove osservazioni di VLA, Hubble e Chandra sono state fatte tutte circa nello stesso tempo, nel novembre del 2012.

*L'immagine combinata con, a fianco, le lunghezze d'onda separate. [G. Dubner (IAFE, CONICET-University of Buenos Aires) et al.; NRAO/ AUI/NSF; A. Loll et al.; T. Temim et al.; F. Seward et al.; Chandra/CXC; Spitzer/JPL-Caltech; XMM-Newton/ ESA; and Hubble/STScI]*

Un team di scienziati guidato da Gloria Dubner, dell'IAFE, del National Council of Scientific Research (CONICET) e dell'Università di Buenos Aires, ha poi fatto un'accurata analisi dei dettagli appena rivelati, in una ricerca volta a ottenere nuove informazioni sulla complessa fisica dell'oggetto. Il team ha riportato le proprie scoperte su *The Astrophysical Journal*. I nuovi dettagli derivanti dallo studio mostrano interazioni fra particelle in rapido movimento e campi magnetici, simili a strutture viste sul Sole, altre conformazioni viste apparire a lunghezze d'onda multiple, e strutture che possono indicare conformazioni prossime alla stella prima della sua esplosione. Due getti separati di materiale proveniente da regioni vicine alla pulsar appaiono in immagini a raggi X e radio. *"Confrontare queste nuove immagini, prese a diverse lunghezze d'onda, ci sta fornendo un'abbondanza di nuovi dettagli sulla Crab Nebula. Sebbene questa sia stata studiata ampiamente per anni, abbiamo ancora molto da imparare su di essa"*, ha detto Dubner. ■





Radio

Infrared

Optical

Ultraviolet

X-Ray

# Incrispature nella trama cosmica

by Heck Observatory

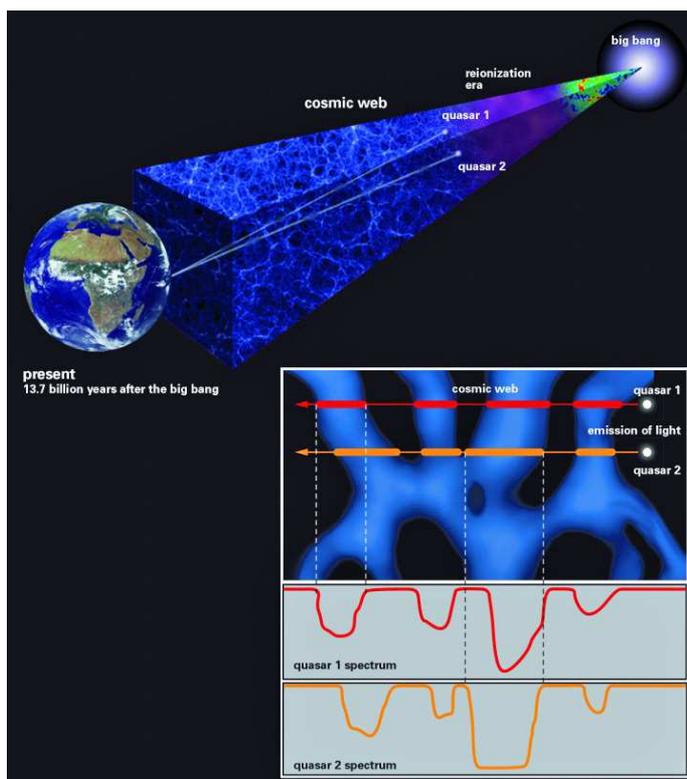
Per la prima volta gli astronomi hanno misurato piccole increspature nella trama cosmica, usando immagini del W. M. Keck Observatory di rari quasar doppi. Le più aride regioni dell'universo sono i più remoti angoli dello spazio intergalattico. In quelle vaste distese fra le galassie c'è appena un atomo solitario per metro cubo, una diffusa foschia di idrogeno rimasta dopo il Big Bang. Alle scale più grandi, il materiale diffuso è disposto in un'ampia rete di strutture filamentari nota come "trama cosmica", i cui fili intrecciati si espandono per miliardi di anni luce e includono la maggioranza degli atomi dell'universo. Ora un team di astronomi ha compiuto la prima misurazione di increspature su piccola scala in quell'idrogeno primordiale. Sebbene le regioni della trama cosmica da essi studiate si trovino a circa 11 miliardi di anni luce di distanza, gli astronomi sono stati in grado di misurare variazioni nella sua struttura su scale 100.000 volte più piccole, comparabili alle dimensioni di una singola ga-

lattia. I risultati sono apparsi sulla rivista *Science*. Il gas intergalattico è così tenue che non emette nessuna luce propria; pertanto gli astronomi lo studiano indirettamente, osservando come assorbe selettivamente la luce proveniente da lontane sorgenti note come quasars. I quasars costituiscono una breve fase iperluminosa del ciclo vitale delle

galassie, alimentata dalla caduta di materia nel buco nero supermassiccio centrale della galassia. I quasars si comportano come fari cosmici, un distante fascio di luce che permette agli astronomi di studiare gli atomi intergalattici residenti fra la posizione del quasar e la Terra. Ma poiché questi episodi iperluminosi durano solo una piccola frazione della

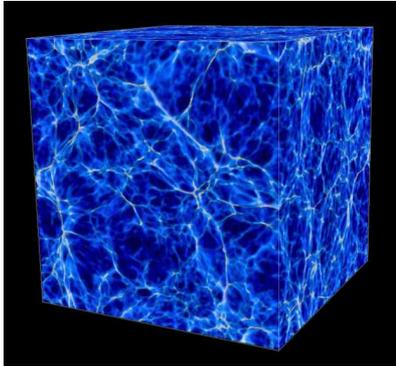
vita di una galassia, i quasars sono conseguentemente rari nel cielo e appaiono tipicamente separati da centinaia di milioni di anni luce l'uno dall'altro.

Al fine di indagare la trama cosmica su scale di minore lunghezza, gli astronomi hanno sfruttato una fortunosa coincidenza: hanno identificato in cielo coppie di quasars estremamente rare, proprio vicini uno all'altro, e hanno misurato sottili differenze nell'assorbimento degli atomi intergalattici lungo le due linee di vista. "Le coppie di quasar sono come aghi in un pagliaio. Al fine di scoprirli, abbiamo cercato nelle immagini di miliardi di oggetti celesti, milioni di volte più deboli di quelli che l'occhio può vedere", ha spiegato Joseph Hennawi, professore associato al Dipartimento di Fisica della University



**R**appresentazione schematica della tecnica usata per indagare la struttura a piccola scala della trama cosmica, usando la luce proveniente da una rara coppia di quasars. Lo spettro (in basso) contiene informazioni sull'idrogeno che la luce ha incontrato e anche sulla distanza del gas. [Springel et al. (2005) (*Cosmic Web*) / J. Neidel, MPA]

of California, Santa Barbara. Hennawi ha promosso l'applicazione di algoritmi da "learning machine", un ramo dell'intelligenza artificiale, per individuare in modo efficiente le coppie di quasars nelle massicce quantità di dati prodotti dal digital imaging delle survey



**E**sempio di volume generato da una simulazione con supercomputer, che mostra parte della trama cosmica com'era 11,5 miliardi di anni fa. Questo e altri modelli di universo sono stati generati e confrontati direttamente con i dati della coppia di quasars, al fine di misurare le increspature a piccola scala della trama cosmica. Il cubo ha lati lunghi 24 milioni di anni luce. [J. Onorbe / MPIA]

del cielo notturno. Una volta identificate, le coppie di quasars sono state osservate con i più grandi telescopi del mondo, inclusi quelli di 10 metri del W. M. Keck Observatory, sul Mauna Kea, Hawaii.

L'Università della California (UC) è partner fondatore del Keck Observatory e gli astronomi dell'UC hanno accesso ai suoi telescopi.

tematici e statistici per quantificare le minime differenze che abbiamo misurato in questo nuovo tipo di dati", ha detto Alberto Rorai, ex dottorando di Hennawi, ora ricercatore post-dottorato alla Cambridge University.

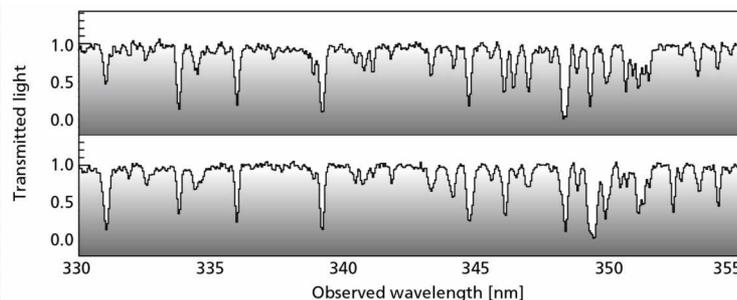
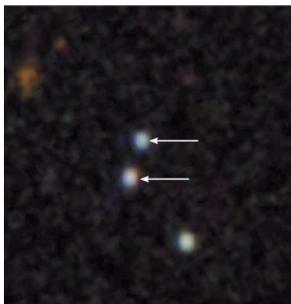
Rorai ha sviluppato questi strumenti come parte della ricerca per il suo dottorato e li ha applicati agli spet-

ter portatile, questi complicati calcoli avrebbero richiesto quasi 1000 anni per essere completati, ma i moderni supercomputer permettono ai ricercatori di eseguirli in appena poche settimane. "Una ragione per cui simili fluttuazioni su piccola scala sono così interessanti è che esse codificano informazioni sulla temperatura del gas nella

trama cosmica solo pochi miliardi di anni dopo il Big Bang", ha spiegato Hennawi.

Gli astronomi credono che la materia nell'universo abbia attraversato una fase di transizione miliardi di anni di fa, che ha drasticamente cambiato la sua temperatura.

Questa fase di transizione, nota come reionizzazione cosmica, è avvenuta quanto il bagliore ultravioletto d'insieme di tutte le stelle e dei quasars dell'universo è diventato abbastanza intenso da strappare via gli elettroni dagli atomi nello spazio intergalattico. Come e quando la reionizzazione è avvenuta è una delle maggiori questioni aperte in campo cosmologico, e le nuove misurazioni forniscono importanti indizi che aiuteranno a narrare questo capitolo della storia dell'universo. ■



**S**pettri di entrambi i membri della coppia di quasars usati nello studio. Le sottili differenze nelle caratteristiche di assorbimento fra le due linee di vista permettono ai ricercatori di indagare la struttura a piccola scala della rete cosmica. [J. Onorbe / MPIA]

Il team della scoperta ha raccolto la maggior parte dei dati usando il Low Resolution Imaging Spectrometer (LRIS), uno strumento per luce debole in dotazione al telescopio Keck I e capace di prendere spettri e immagini dei più distanti oggetti conosciuti nell'universo, assieme all'Echelle Spectrograph and Imager (ESI), in dotazione al telescopio Keck II, per catturare spettri ad alta risoluzione dei rari quasars doppi. "Una delle sfide più grandi era sviluppare strumenti ma-

tri di quasars ottenuti con Hennawi e altri colleghi.

Gli astronomi hanno confrontato le loro misurazioni con modelli da supercomputer che simulano la formazione delle strutture cosmiche dal Big Bang ad oggi.

"L'input alle nostre simulazioni sono le leggi della fisica e il risultato è un universo artificiale, che può essere direttamente confrontato con i dati astronomici", ha detto il coautore Jose Oñorbe, ricercatore post-dottorato al Max-Planck-Institut für Astro-

sizione, nota come reionizzazione cosmica, è avvenuta quanto il bagliore ultravioletto d'insieme di tutte le stelle e dei quasars dell'universo è diventato abbastanza intenso da strappare via gli elettroni dagli atomi nello spazio intergalattico. Come e quando la reionizzazione è avvenuta è una delle maggiori questioni aperte in campo cosmologico, e le nuove misurazioni forniscono importanti indizi che aiuteranno a narrare questo capitolo della storia dell'universo. ■

# Nuovo transito KIC 8462852

di Michele Ferrara

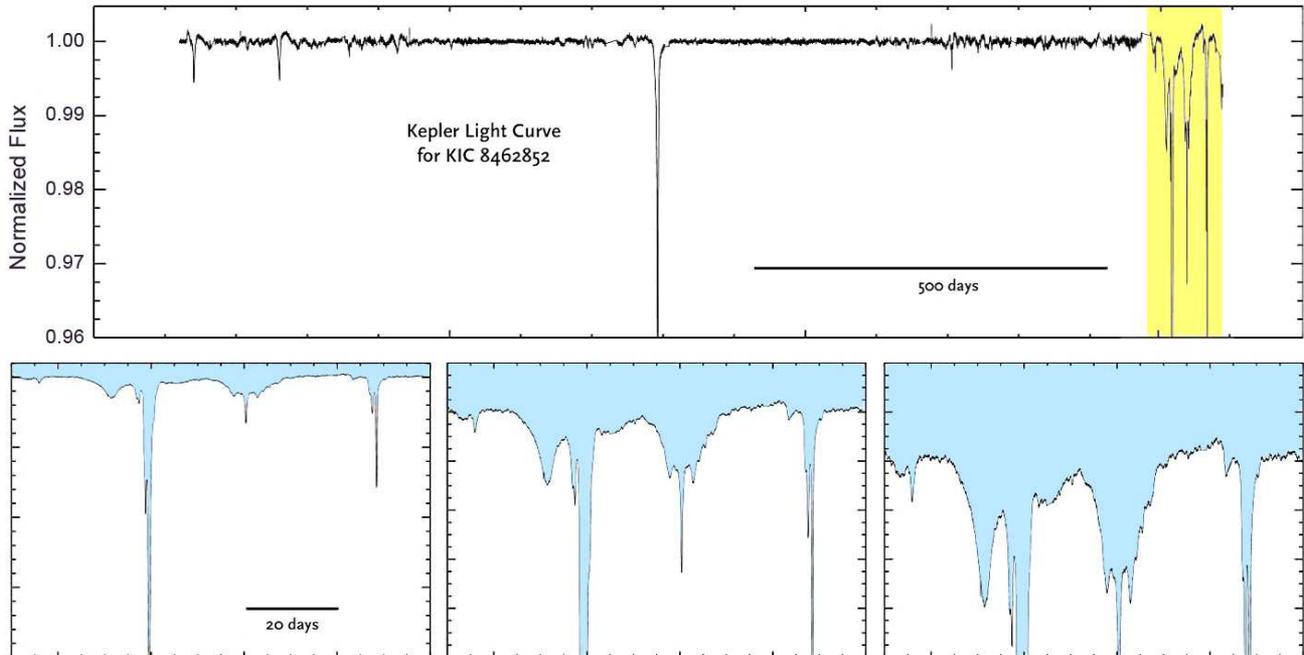
*Poteva restare per lungo tempo un mistero senza soluzione, quello della stella KIC 8462852, e invece si è già presentata l'opportunità per risolverlo definitivamente. Pochi mesi fa la stella ha manifestato una nuova caduta di luminosità, che finalmente è stata seguita con strumenti potenti e adeguati a scoprire che cosa transita sul disco. Ci vorrà del tempo prima di avere i risultati delle osservazioni, ma intanto possiamo fare il punto della situazione.*

# sul disco di

*Il Fairborn Observatory, sulle Patagonia Mountains, Southern Arizona, è stata una delle strutture che ha seguito il nuovo transito. [Tennessee State University]*

**T**orniamo a parlare di KIC 8462852, meglio nota come Tabby's star, perché ci sono novità sulle sue misteriose variazioni di luminosità. L'anomalo comportamento fotometrico di questa stella era stato notato per la prima volta da scienziati dilettanti (citizen scientists) che, aderendo all'iniziativa lanciata da [planethunters.org](http://planethunters.org), si erano fatti carico di esaminare una parte dei

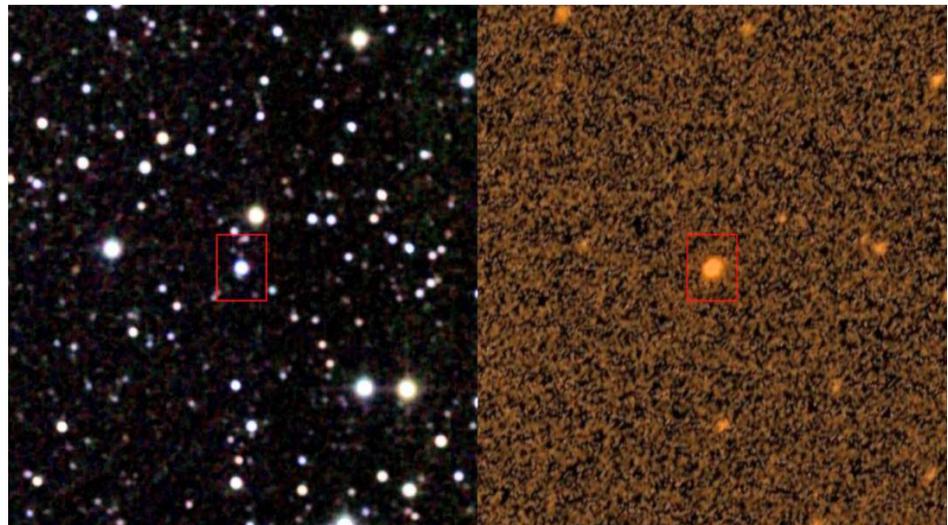
dati prodotti dal telescopio spaziale Kepler fino al 2013. Lo scopo dell'iniziativa era, ed è ancora, quello di consentire agli astrofili di scoprire transiti di pianeti sui dischi di stelle lontane. Esaminando i dati relativi a KIC 8462852, alcuni dei partecipanti al programma di ricerca avevano notato che la stella era interessata da possibili transiti e che questi mostravano uno strano anda-



mento, in particolare apparivano sorprendentemente lunghi, complessi, senza una chiara periodicità e con minimi di luminosità a volte incredibilmente profondi. Quando, nel 2015, Tabetha Boyajian (ora della Louisiana State University, ma della Yale University al tempo della scoperta), coordinatrice del programma, raccolse quei dati e li trasformò in una curva di luce si rese conto di non aver mai visto nulla di simile in nessun'altra stella. I transiti sembravano avvenire in serie e si

**Il grafico più in alto mostra la curva di luce di KIC 8462852 nei 4 anni in cui è stata osservata dal telescopio spaziale Kepler, ovvero dal 2009 al 2013. Le cadute di luce della parte finale della curva, evidenziate in giallo, vengono mostrate nelle tre finestre qui sopra con scale diverse. L'irregolarità delle variazioni luminose è tale da far escludere il transito di un corpo regolare. [T. Boyajian et al./MNRAS]**

**KIC 8462852 in infrarosso (2MASS survey, sinistra) e in ultravioletto (GALEX). Questa stella apparentemente normale è in realtà uno degli oggetti più enigmatici della Galassia. La sua vera natura è però a un passo dall'essere svelata. [IPAC/NASA (infrared); STScI/NASA (ultraviolet)]**



presentavano come se fossero almeno in parte prodotti da sciami di oggetti giganteschi. Il più profondo dei minimi registrati era equivalente al transito contemporaneo sul disco del nostro Sole di una ventina di pia-

neti grandi come Giove! Incuriositi dalle stranezze di KIC 8462852, alcuni gruppi di ricercatori hanno iniziato a elaborare altri dati fotometrici che coprivano periodi più lunghi e che hanno finito col complicare ulterior-

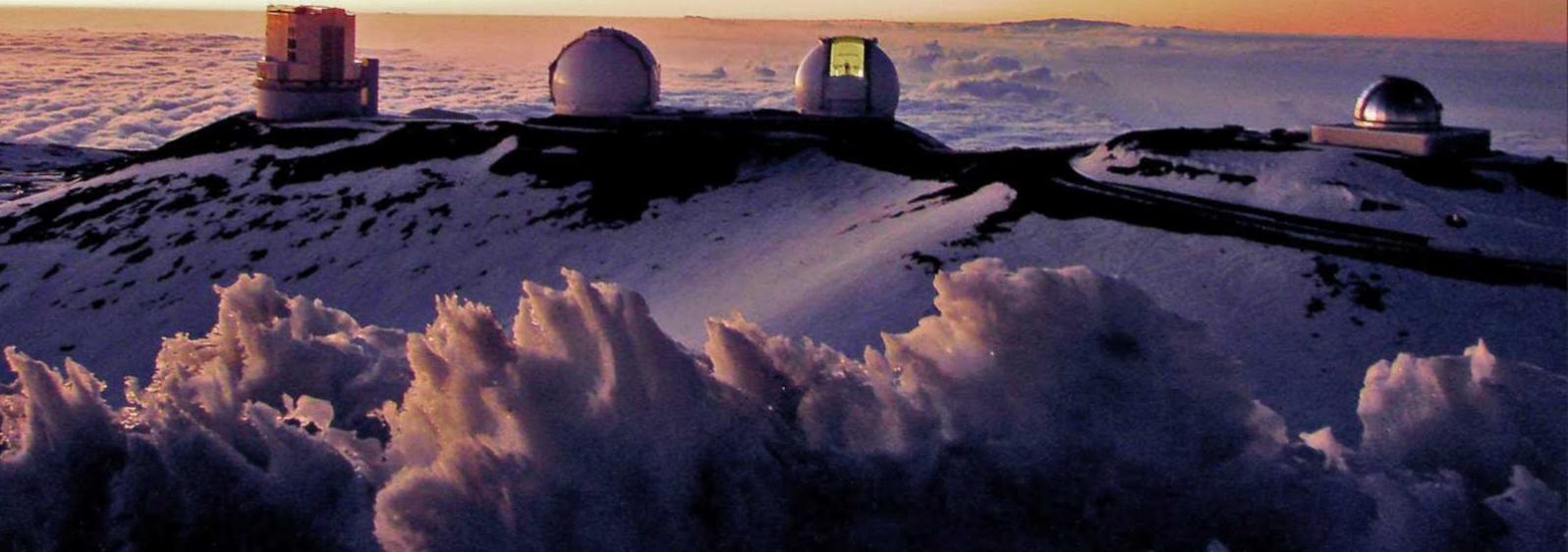


**T**abetha Boyajian è la ricercatrice leader nello studio della stella a cui è stato attribuito il suo nomignolo, Tabby. A fianco, Benjamin Montet nei pressi dell'Università di Chicago, dove lavora. È uno degli astronomi che ha dimostrato le variazioni luminose sul lungo periodo di KIC 8462852.

mente il già intricato scenario, evidenziando un lento indebolimento della luce su scala secolare. Negli ultimi due anni sono state

avanzate le più disparate ipotesi per interpretare la bizzarra fotometria della stella: nubi di detriti di pianeti distrutti; grandi masse di polvere interstellare; enormi macchie stellari; sciame di comete; megastrutture artificiali. Con l'eccezione di quest'ultima ipotesi (senza dubbio la più coraggiosa), tutte le altre sono state messe in crisi dall'ampiezza e dall'intensità dei transiti e, soprattutto, dal progressivo indebolimento della stella sul lungo periodo. Quest'ultimo ostacolo appare insormontabile anche per una delle ipotesi più recenti (in realtà una variante di scenari già proposti), presentata sul *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* da un team di ricercatori guidato da Fernando Ballesteros (Universitat de València). Questo studio sostiene che il profondo minimo del 2011, durante il quale la stella perse il 15% della sua luminosità, può essere attribuibile al transito di un pianeta cinque volte più grande di Giove e circondato da un imponente sistema di anelli. Sarebbe proprio la struttura e l'inclinazione degli anelli, combinata con la geometria del transito, a rendere quest'ultimo asimmetrico. Secondo Ballesteros e colleghi, la serie di minimi meno profondi registrata da Kepler nel 2013 potrebbe essere spiegata con l'esistenza di una nutrita popolazione di asteroidi troiani (simili a quelli di Giove, ma in





scala molto maggiorata), i quali seguirebbero l'ipotetico pianeta gigante nella sua stessa orbita, mantenendosi mediamente a 60° di distanza. Se così fosse, e se, come accade nel nostro sistema solare, anche il pianeta di KIC 8462852 ha due gruppi di asteroidi troiani, quello che precede il pianeta lungo la sua orbita dovrebbe transitare sul disco stellare nel 2021, due anni prima di un nuovo transito del pianeta.

Nel suo insieme, l'ipotesi del team di Ballesteros non è più convincente di altre, infatti anch'essa tira in ballo scenari mai riscontrati finora nella realtà. Ha però il pregio di fare una previsione abbastanza precisa, che ne decreterà la validità o l'inconsistenza (se la questione non sarà risolta prima). Non è comunque questa la prima volta che i ricercatori fanno previsioni su possibili transiti davanti al disco di KIC 8462852. Era già successo in precedenza, contestualmente alla formulazione dell'ipotesi della collisione fra due pianeti, posti su orbita distante circa 240 milioni di km dalla stella, con pe-

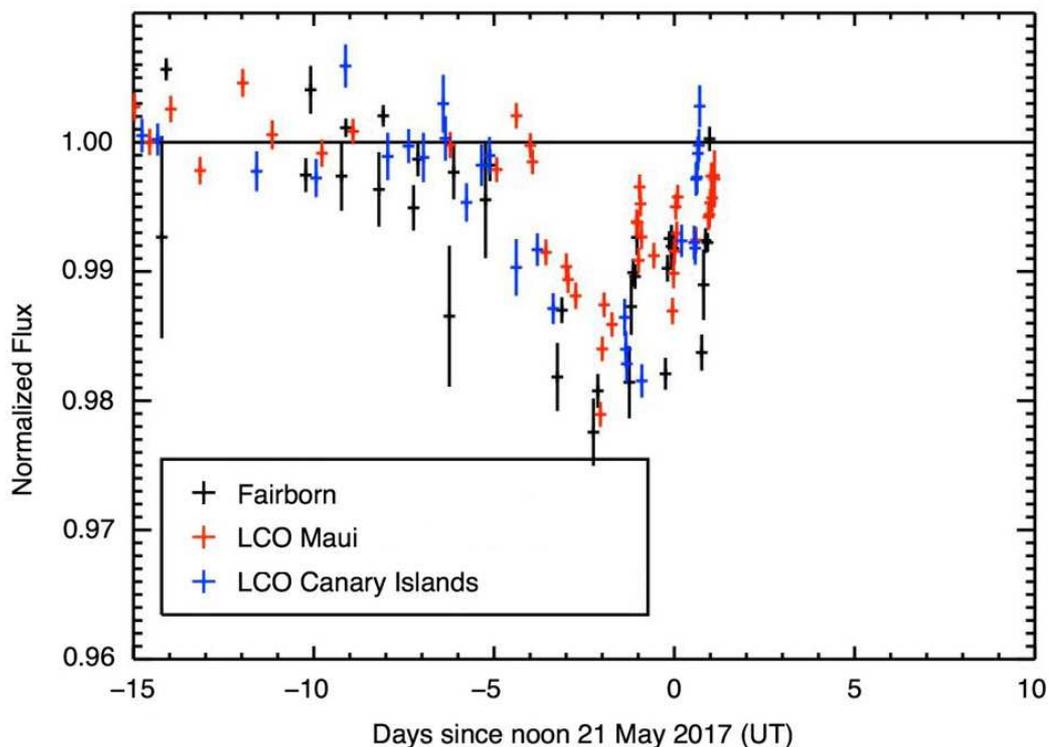
riodo di circa 750 giorni. Quello scenario suggeriva che la nube di detriti prodotta dall'evento e responsabile dei minimi di luce più profondi, sarebbe tornata a transitare con effetti meno vistosi (a causa della dispersione dei detriti) nel maggio del 2017.

**A**l centro dell'immagine, le cupole dei telescopi gemelli Keck, impiegati nello studio del transito dello scorso maggio. [W. M. Keck Obs.]



**L'**Hobby-Eberly Telescope, altro grande strumento utilizzato per osservare la recente caduta di luce di KIC 8462852. [Marty Harris/McDonald Observatory]

**Q**uesto grafico mostra i dati fotometrici di KIC 8462852 raccolti da tre stazioni del Las Cumbres Observatory nel corso dell'ultimo transito. L'intervallo di tempo in ascissa è di 25 giorni ed è centrato sul 21 maggio (= 0). In ordinata è invece mostrato il flusso rispetto alla normale luminosità (= 1.00). La caduta di luce è molto evidente. [T. Boyajian et al.]



La previsione non sembrava però particolarmente affidabile, perché l'ipotesi della collisione planetaria è stata fin dall'inizio una delle più deboli e controverse. Non era ad esempio in grado di spiegare altre più modeste cadute di luce e imponeva forti restrizioni nella dinamica e nei tempi dell'evento. Alla fine è stato calcolato (da Boyajian e colleghi) che Kepler può aver avuto una ragionevole probabilità di registrare gli effetti di una collisione fra pianeti, nel periodo in cui ha osservato KIC 8462852, solo se eventi di quel genere accadono migliaia di volte nella vita di una stella, cosa che non è.

Dopo che, nel 2013, alcuni problemi tecnici avevano costretto la NASA a trasformare la missione Kepler, KIC 8462852 non è stata più monitorata sistematicamente, e solo l'anno scorso Tabetha Boyajian è riuscita a raccogliere i fondi necessari ad avviare un programma di osservazione a lungo termine della stella, attraverso la rete di telescopi del Las Cumbres Observatory Global Telescope Network (LCOGT). Questa rete globale è composta di 18 strumenti robotici, distribuiti

in 6 siti sufficientemente distanti fra loro da consentire un continuo monitoraggio della luminosità di KIC 8462852.

Lo scorso 24 aprile, uno di quei telescopi, appartenente al Fairborn Observatory, Arizona (gestito dalla Tennessee State University), registra un leggero indebolimento della stella, ai limiti dell'errore strumentale, che nel giro di una settimana svanisce, riportando la luminosità ai valori normali (magnitudine +11,7). È però solo quasi un mese più tardi che accade ciò che gli astronomi speravano di poter studiare direttamente. Il 18 maggio la luminosità di KIC 8462852 inizia a calare sensibilmente, perdendo il 2% in un solo giorno. È la prima, evidente caduta di luce dal 2013. Tra il 19 e il 21 maggio la luce della stella appare indebolita del 3% rispetto alle settimane precedenti. Tra il 21 e il 22 maggio il transito si esaurisce e tutto torna alla normalità. Per la prima volta le variazioni di luminosità di KIC 8462852 sono state seguite in tempo reale.

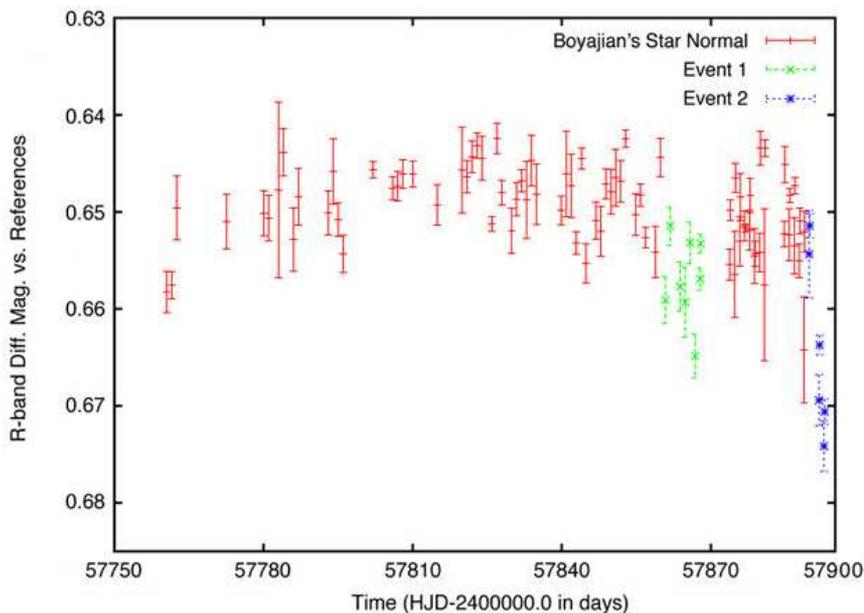
Sorprendentemente, sembrerebbe essersi avverata la previsione uscita dall'ipotesi della

collisione planetaria. Ma è davvero così oppure di tratta di una fortuita coincidenza? Per avere una risposta, e sapere se il mistero sarà finalmente risolto, dovranno passare alcuni mesi, ovvero il tempo necessario ai ricercatori per analizzare i dati fotometrici e spettroscopici, e per abbozzare gli articoli scientifici con i quali presenteranno i risultati. Il materiale raccolto nei pochi giorni del minimo è abbondante e di alta qualità, infatti la campagna osservativa è stata condotta anche con numerosi strumenti professionali di elevata potenza, fra i quali alcuni dei telescopi ottici e radio più grandi al mondo: i due Keck di 10 metri delle Hawaii; l'Hobby-Eberly di 11,1×9,8 metri del Texas; il Large Binocular Telescope di 8,4 metri (×2) e il Multiple Mirror Telescope di 6,5 metri dell'Arizona; il radiotelescopio di 100 metri di Green Bank, West Virginia; l'Allen Telescope Array di 1227 m<sup>2</sup>, California. I dati più attesi sono ovviamente quelli inerenti alle osservazioni spettroscopiche (realizzate da una dozzina di strumenti diversi), perché saranno dirimenti su vari aspetti della questione. La loro interpretazione fisica fornirà ad esempio infor-



mazioni sulla natura del materiale in transito e permetterà di stimare un valore limite per la massa di un eventuale oggetto di grandi dimensioni associabile alla recente caduta di luce. Chiaramente, astronomi professionisti e dilettanti restano in allerta per possibili, ulteriori transiti sul disco di KIC 8462852. Secondo David Kipping,

**D**avid Kipping, astronomo della Columbia University, ha suggerito che il transito dello scorso maggio potrebbe essere il primo di una nuova serie. [Kris Snibbe/Harvard University]



**L'**analisi preliminare dei dati raccolti mostra una possibile flessione iniziale il 24 aprile (Evento 1). Il 18 maggio comincia una più significativa caduta di luce (Evento 2) che mette in allerta una vasta rete di telescopi. [T. Boyajian et al.]

della Columbia University, quello dello scorso maggio potrebbe essere il primo episodio di una serie di eventi simili. Sembrano inoltre esserci delle somiglianze fra la curva di luce di quest'ultimo evento e quella di precedenti transiti osservati da Kepler, cosa che supporterebbe lo scenario in cui uno stesso oggetto passa ripetutamente sul disco stellare.

È facile prevedere che questa non sarà l'ultima occasione per parlare dell'enigmatica stella KIC 8462852. ■

# BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

Officina Meccanica Bellincioni  
Via Gramsci 161/B  
13876 Sandigliano (BI) ITALY  
tel. +39 015691553  
e-mail [info@bellincioni.com](mailto:info@bellincioni.com)  
[www.bellincioni.com](http://www.bellincioni.com)

## nuovo modello OMEGA FORK

### PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

Ingranaggio A.R. Z=300 D153mm in bronzo B14  
con cerchio graduato D165mm divisione 5'  
con nonio di lettura di 15"

Ingranaggio DEC. Z=250 D128mm in bronzo B14  
con cerchio graduato D140mm divisione 1°  
con nonio di lettura di 3'

Viti senza fine in acciaio inox rettificate D19mm

Alberi in acciaio inox con cuscinetti a rulli conici  
di alta precisione, foro D40 mm

Contrappeso acciaio inox, uno da 4 kg

Barra contrappesi acciaio inox D30mm piena

Portata ideale 18 kg

Regolazione latitudine da 0 a 70° - 2,5°/giro

Regolazione azimut 20° con vite P=0.5mm - 27'/giro

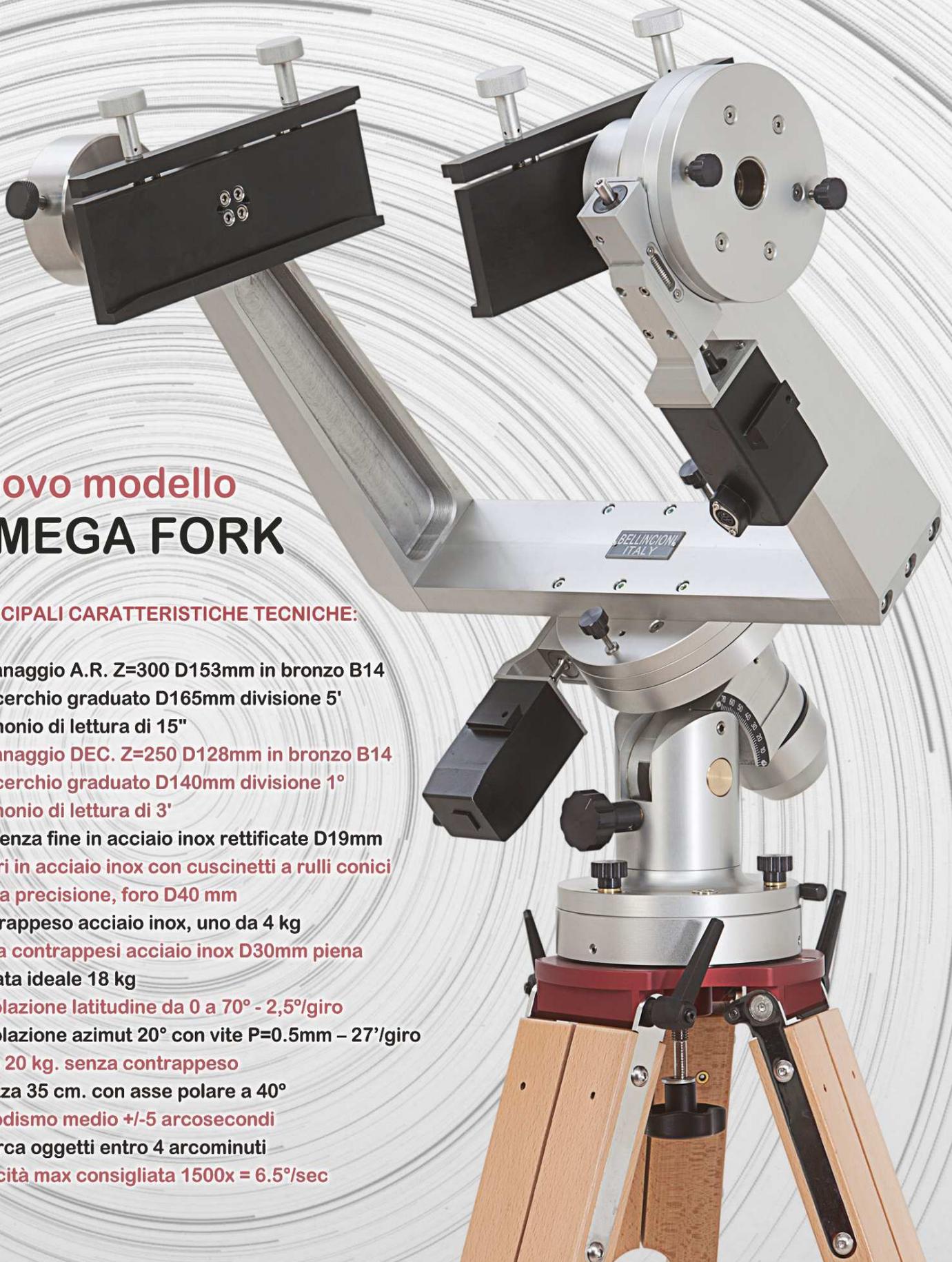
Peso 20 kg. senza contrappeso

Altezza 35 cm. con asse polare a 40°

Periodismo medio +/-5 arcosecondi

Ricerca oggetti entro 4 arcominuti

Velocità max consigliata 1500x = 6.5°/sec



# Spirali nel vuoto di polvere di un disco circumstellare

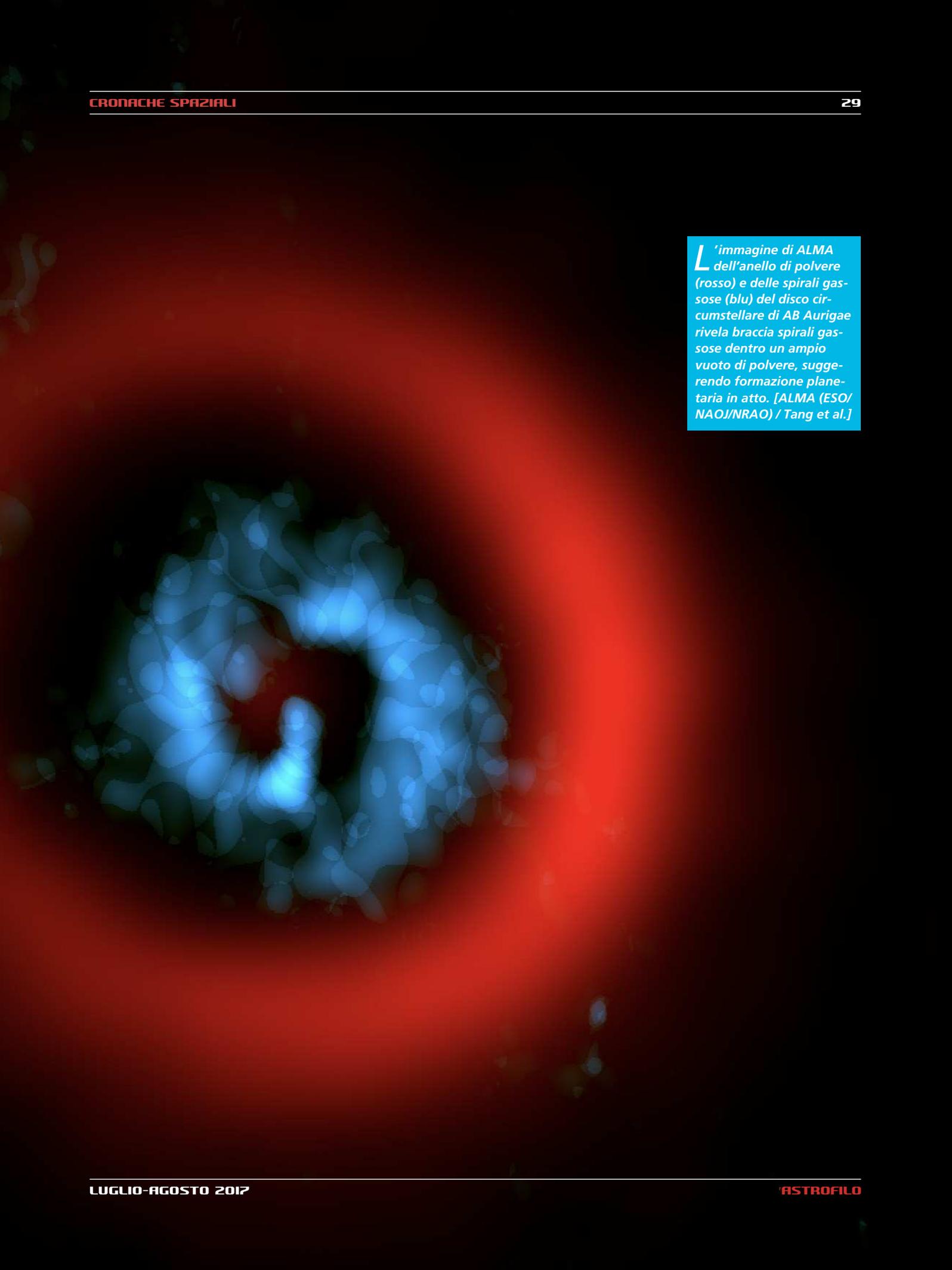
by ALMA Observatory

I pianeti si formano all'interno di dischi composti di grani di polvere e gas. I pianeti possono raccogliere quei grani dalla loro orbita, il che porta a vuoti di polvere o cavità. Come da previsioni teoriche, ciò può anche causare onde a spirale all'interno dei dischi genitori. La capacità di ALMA di vedere il materiale dei dischi ad alta risoluzione può svelare pianeti nascosti nei dischi e farci capire dove e quando la formazione è ai primi stadi. Sia le cavità sia le spirali sono già state viste separatamente in una manciata di dischi. Le nuove immagini di ALMA di AB Aurigae ritraggono chiaramente spirali di gas all'interno di un ampio vuoto di polvere. Queste spirali di gas, viste per la prima volta all'interno di una cavità, potrebbero indicare che ci sono almeno 2 pianeti all'interno di questo sistema. Un pianeta a una distanza di 80 unità

astronomiche (UA, la distanza fra il Sole e la Terra) dalla stella è richiesto per creare il marcato anello di polvere. Un ulteriore pianeta a 30 UA dalla stella, o più vicino, è necessario per produrre le spirali.

Tali spirali di gas forniscono una dimensione aggiuntiva alla nostra comprensione dell'interazione pianeta-disco. Le spirali viste in precedenza in un'immagine nell'infrarosso vicino appaiono nel bordo interno delle spirali gassose più recentemente scoperte. Ciò può accadere quando le spirali di gas si gonfiano e quindi diffondono più luce stellare in regioni più prossime alla stella.

La cinematica del gas all'interno delle spirali segue prevalentemente la rotazione del disco. È solo alla presunta posizione del pianeta a 30 UA dalla stella che il gas ha velocità più elevate, suggerendo movimenti di flussi vicino al pianeta. ■

The image shows a large, reddish-orange disk surrounding a central star. The disk is composed of a bright, glowing ring of dust and several blue, spiral-shaped structures of gas. The background is dark, with some faint, distant stars visible.

L'immagine di ALMA dell'anello di polvere (rosso) e delle spirali gassose (blu) del disco circumstellare di AB Aurigae rivela braccia spirali gassose dentro un ampio vuoto di polvere, suggerendo formazione planetaria in atto. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / Tang et al.]

# Trovata una luna attorno al terzo più grande pianeta nano

by NASA/ESA

Il potere combinato di tre osservatori spaziali, incluso il telescopio Hubble, ha aiutato gli astronomi a scoprire una luna che orbita il terzo più grande pianeta nano, noto come 2007 OR<sub>10</sub>.

La coppia risiede nella glaciale periferia del nostro sistema solare, la Kuiper Belt, un regno di corpi ghiacciati, rimasti dopo la formazione del sistema, 4,6 miliardi di anni fa.

Con questa scoperta, la maggior parte dei pianeti nani conosciuti nella Kuiper Belt, più grandi di 1000 km di diametro, hanno dei compagni.

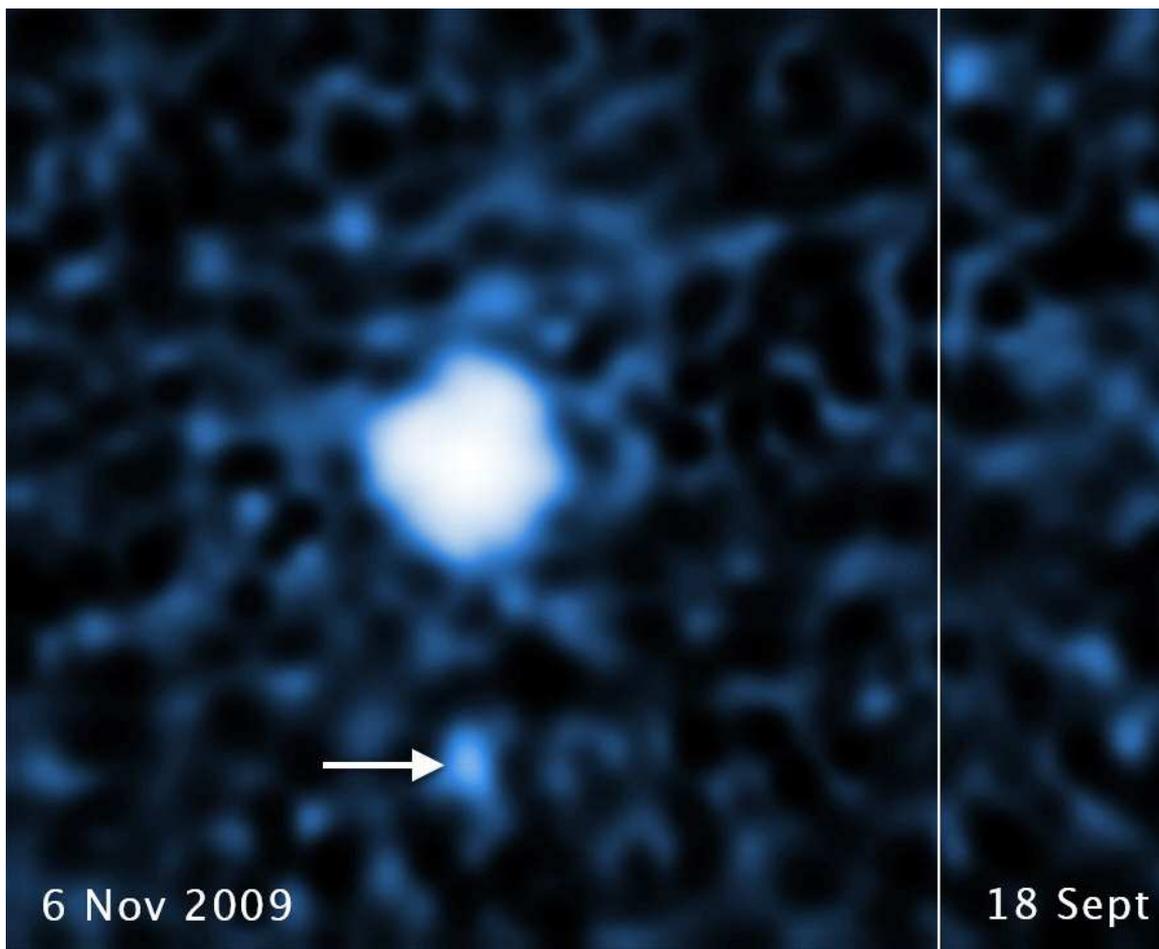
Questi corpi forniscono una visione su come le lune si sono formate nel giovane sistema solare.

*“La scoperta di satelliti attorno a tutti i grandi pianeti nani conosciuti (eccetto Sedna) indica che nell’epoca in cui questi corpi si formarono, miliardi di anni fa, le collisioni dovevano essere più frequenti, e questa è una restrizione per i mo-*

*delli della formazione”, ha detto Csaba Kiss, del Konkoly Observatory di Budapest, Ungheria. Egli è primo autore dell’articolo scientifico che annuncia la scoperta della luna.*

*“Se c’erano frequenti collisioni, allora era piuttosto facile formare questi satelliti.”*

Gli oggetti probabilmente sbattevano uno contro l’altro più spesso perché



abitavano una regione affollata. "Doveva esserci una densità di oggetti piuttosto alta, e alcuni di essi erano corpi massicci che andavano perturbando le orbite di corpi più piccoli", ha detto John Stansberry, dello Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland, e membro del team. "Questa agitazione gravitazionale può aver spinto i corpi fuori dalle loro orbite e aumentato le loro velocità relative, il che potrebbe aver causato collisioni." Ma la velocità degli oggetti collidenti potrebbe non essere stata troppo elevata o troppo lenta, secondo gli astronomi. Se la velocità di impatto era troppo elevata, lo scontro avrebbe creato una quantità di detriti che sarebbero fuggiti dal sistema; se

troppo lenta, la collisione avrebbe prodotto solo un cratere da impatto. Le collisioni nella fascia degli asteroidi, ad esempio, sono distruttive perché gli oggetti viaggiano velocemente quando si scontrano. La fascia degli asteroidi è una regione di detriti rocciosi sita fra le orbite di Marte e Giove. La poderosa gravità di quest'ultimo accelera le orbite degli asteroidi, generando violenti impatti. Il team ha scoperto la luna in immagini di archivio di 2007 OR<sub>10</sub>, prese dalla Wide Field Camera 3 di Hubble. Osservazioni del pianeta nano fatte dal telescopio spaziale Kepler hanno suggerito per prime agli astronomi la possibilità di una luna attorno al pianeta nano. Kepler ha

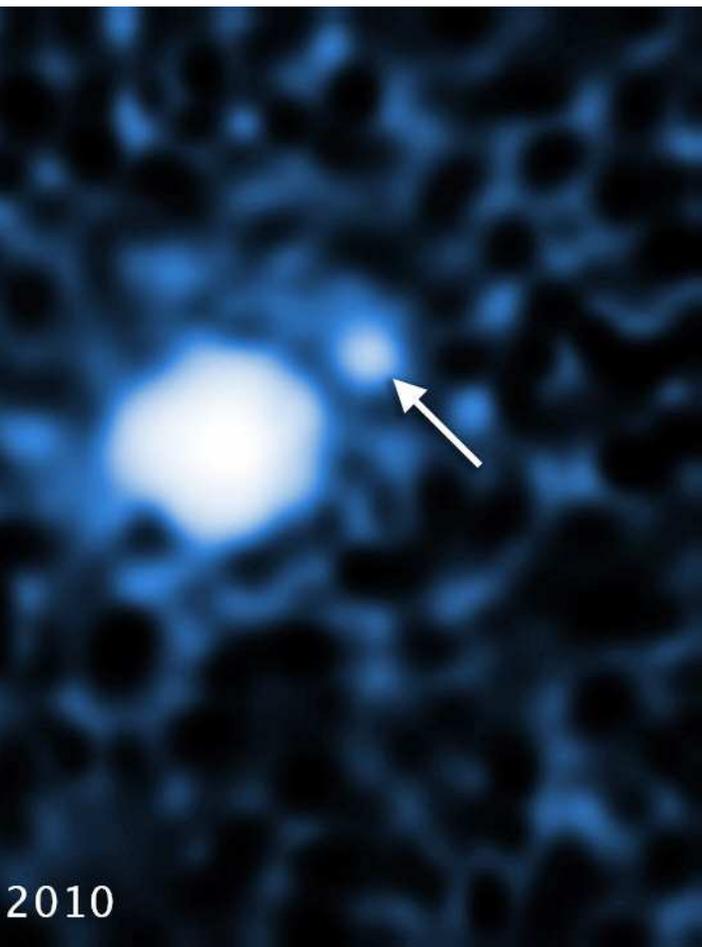
rivelato che 2007 OR<sub>10</sub> ha un lento periodo di rotazione di 45 ore. "I periodi di rotazione tipici degli oggetti della Kuiper Belt sono attorno alle 24 ore", ha spiegato Kiss. "Noi abbiamo cercato nell'archivio di Hubble perché un periodo di rotazione più lento poteva essere causato dalla trazione gravitazionale di una luna. L'investigatore iniziale non aveva visto la luna nelle immagini di Hubble perché è debolissima." Gli astronomi hanno individuato la luna in due diverse osservazioni di Hubble, intervallate di un anno. Le immagini mostrano che la luna è gravitazionalmente legata a 2007 OR<sub>10</sub> perché si muove assieme al pianeta nano, quando vista contro uno sfondo stellato. Tuttavia, le due osservazioni non forniscono abbastanza informazioni per consentire agli astronomi di determinare un'orbita.

"Ironicamente, poiché non conosciamo l'orbita, il legame fra il satellite e il lento tasso di rotazione è incerto," ha affermato Stansberry.

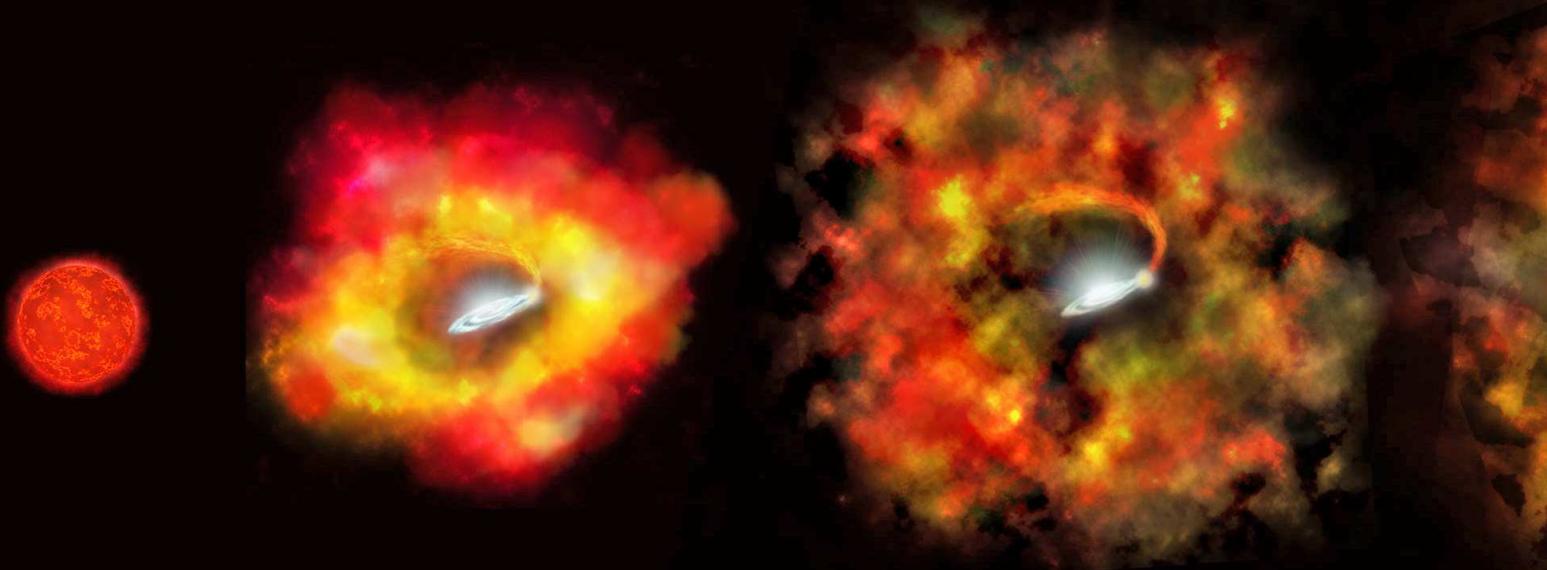
Gli astronomi hanno calcolato il diametro di entrambi gli oggetti, sulla base di osservazioni nel lontano infrarosso fatte dal telescopio spaziale Herschel, che ha misurato l'emissione termica di quei mondi lontani. Il pianeta nano supera di poco i 1500 km, mentre la luna ha un diametro compreso fra 240 e 400 km.

2007 OR<sub>10</sub>, come Plutone, percorre un'orbita eccentrica, ma è attualmente tre volte più lontano dal Sole di quanto non sia Plutone stesso.

2007 OR<sub>10</sub> è un membro di un esclusivo club di nove pianeti nani. Di questi corpi, solo Plutone ed Eris sono più grandi di 2007 OR<sub>10</sub>. L'oggetto in questione è stato scoperto nel 2007 dagli astronomi Meg Schwamb, Mike Brown e David Rabinowitz, come parte di una survey volta a cercare corpi distanti del sistema solare attraverso il Samuel Oschin Telescope del Palomar Observatory, in California. I risultati del team sono apparsi su *The Astrophysical Journal Letters*. ■



Queste due immagini, prese a un anno di distanza, rivelano una luna che orbita il pianeta nano 2007 OR<sub>10</sub>. Ogni immagine, presa dalla Wide Field Camera 3 del telescopio spaziale Hubble, mostra il compagno in una diversa posizione orbitale attorno al corpo principale. 2007 OR<sub>10</sub> è il terzo più grande pianeta nano conosciuto, dopo Plutone ed Eris, e il più grande mondo senza nome del sistema solare. La coppia è situata nella Kuiper Belt, un regno di detriti ghiacciati rimasti dalla formazione del sistema solare. Il pianeta nano ha un diametro di circa 1500 km, mentre quello della luna è stimato in 240-400 km. 2007 OR<sub>10</sub>, come Plutone, percorre un'orbita eccentrica, ma è attualmente tre volte più lontano dal Sole di quanto non sia Plutone. [NASA, ESA, C. Kiss (Konkoly Observatory), and J. Stansberry (STScI)]



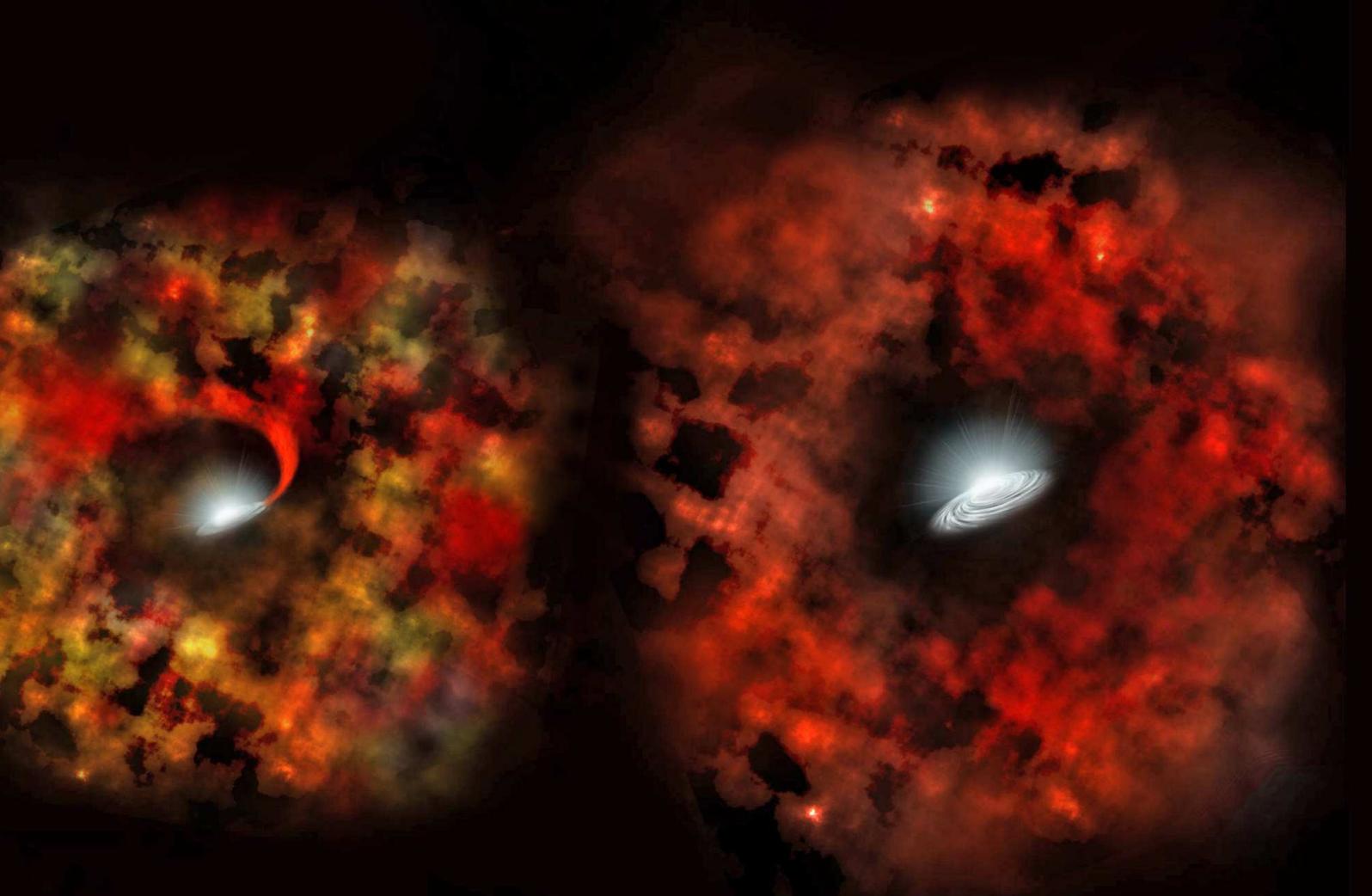
# Stella collassata genera un buco nero

by NASA/ESA

**G**li astronomi hanno visto come una massiccia e morente stella è probabilmente rinata come buco nero. È servita la potenza combinata del Large Binocular Telescope (LBT) e del telescopio spaziale Spitzer della NASA per andare a cercare i resti della stella sopraffatta, per poi scoprire che era semplicemente scomparsa alla vista. Se ne è andata con un pigolio, invece che con un'esplosione. La stella, che era 25 volte più massiccia del nostro Sole, sarebbe dovuta esplodere in una brillantissima supernova, invece si è esaurita lasciando dietro un buco nero. "Massicci fallimenti" come questo in una galassia vicina potreb-

bero spiegare perché gli astronomi raramente vedono supernovae derivare dalle stelle molto massicce, ha detto Christopher Kochanek, professore di astronomia alla Ohio State University e Ohio Eminent Scholar in Observational Cosmology. Fino al 30% di tali stelle, sembra, possono collassare tranquillamente in buchi neri, e non è richiesta nessuna supernova. "La tipica visione è che la stella può formare un buco nero solo dopo essere diventata supernova", ha spiegato Kochanek. "Se una stella può evitare lo stadio di supernova e creare ugualmente un buco nero, ciò aiuterebbe a spiegare perché non vediamo supernovae generarsi dalla maggior parte delle stelle massicce." Kochanek guida un team di astronomi che hanno pubblicato i

loro ultimi risultati nel *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Fra le galassie che hanno osservato c'è NGC 6946, una spirale distante 22 milioni di anni luce, soprannominata "Fireworks Galaxy", perché le supernovae vi appaiono frequentemente (l'ultima è stata la SN 2017eaw, scoperta il 14 maggio scorso). A partire dal 2009, una particolare stella, denominata N6946-BH1, iniziò a brillare debolmente. Nel 2015 risultava sparita. Dopo che la survey per mancate supernovae dell'LBT ritrovò la stella, gli astronomi vi hanno puntato i telescopi spaziali Hubble e Spitzer per vedere se fosse ancora là e semplicemente indebolita. Hanno usato Spitzer per cercare un'eventuale radiazione infrarossa emessa da quel



**Q**uesta illustrazione mostra gli stadi finali della vita di una stella supermassiccia, che fallisce l'esplosione di supernova, ma che al contrario implode sotto la propria gravità per formare un buco nero. Da sinistra a destra: la stella massiccia è evoluta in una supergigante rossa, l'involuppo della stella viene espulso e si espande, producendo una fredda sorgente rossa transitoria che circonda il buco nero appena formato. Del materiale residuo può cadere sul buco nero, come illustrato dal flusso e dal disco, alimentando eventuali emissioni ottiche e infrarosse per anni dopo il collasso. [NASA, ESA, and P. Jeffries (STScI)]

punto. Sarebbe stato un segno che la stella era ancora presente, ma forse solo nascosta dietro a una nube di polvere. Ogni tentativo risultò negativo. La stella non era più là. Attraverso un attento processo di eliminazione, i ricercatori conclusero alla fine che la stella doveva essere diventata un buco nero. Siamo in una fase troppo prematura del progetto per sapere per certo quanto sovente le stelle incorrono in "massicci fallimenti", ma Scott Adams, ex studente della Ohio State University, che ha recentemente ottenuto il dottorato facendo questo lavoro, è stato in grado di fornire una stima preliminare. "N6946-BH1 è l'unica supernova probabilmente fallita che abbiamo scoperto nei primi sette anni della nostra

survey. Durante questo periodo, sei supernovae normali si sono presentate all'interno delle galassie che stavamo monitorando, suggerendo che dal 10 al 30 per cento delle stelle massicce muoiono come supernovae fallite," ha spiegato. "Questa è proprio la frazione che potrebbe spiegare il problema stesso che ci ha motivato a iniziare la survey, ossia che ci sono meno supernovae osservate di quante dovrebbero verificarsi se tutte le stelle massicce morissero in quel modo." Secondo il coautore dello studio Krzysztof Stanek, la parte davvero interessante della scoperta sono le implicazioni che ha circa le origini dei buchi neri molto massicci, simili a quelli che l'esperimento LIGO ha rivelato attraverso le onde gravitazionali.

(LIGO è il Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory.) Non ha necessariamente senso, ha affermato Stanek, professore di astronomia della OSU, che una stella massiccia possa diventare una supernova (un processo che comporta l'espulsione dei suoi strati esterni) e conservare ancora abbastanza massa per formare un massiccio buco nero, della taglia di quelli che LIGO ha rivelato. "Sospetto che sia molto più facile creare un buco nero molto massiccio se non c'è una supernova", ha concluso. Adams è ora astrofisico del Caltech. Gli altri autori erano Jill Gerke, dottoranda della OSU, e Xinyu Dai, astronomo della University of Oklahoma. La loro ricerca è stata patrocinata dalla National Science Foundation. ■

# Ingredienti della vita attorno a stelle neonate di tipo solare

by ESO / Anna Wolter



**D**ue equipe di astronomi hanno diretto la potenza di ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), in Cile, verso la rilevazione della molecola pre-biotica complessa nota come isocianato di metile, nel sistema stellare multiplo IRAS 16293-2422. Una molecola organica complessa in astrochimica ha almeno sei ato-

**A**LMa ha osservato stelle simili al Sole in una fase molto precoce della loro formazione e ha trovato tracce di isocianato di metile, uno dei mattoni chimici della vita. È la prima rilevazione in assoluto di questa molecola pre-biotica in protostelle di tipo solare, lo stesso ambiente in cui è nato il nostro sistema solare. La scoperta potrebbe aiutare gli astronomi a capire come si è formata la vita sulla Terra. L'immagine mostra la spettacolare regione di formazione stellare in cui è stato trovato lisocianato di metile, la cui struttura molecolare è mostrata nell'insero. [ESO/Digitized Sky Survey 2/L. Calçada]

mi, di cui almeno uno è di carbonio. L'isocianato di metile contiene

atomi di carbonio (C) idrogeno (H) azoto (N) e ossigeno (O) nella con-

figurazione chimica  $\text{CH}_3\text{NCO}$ . È una sostanza tossica, la causa principale di morte in seguito al tragico incidente di Bhopal nel 1984.

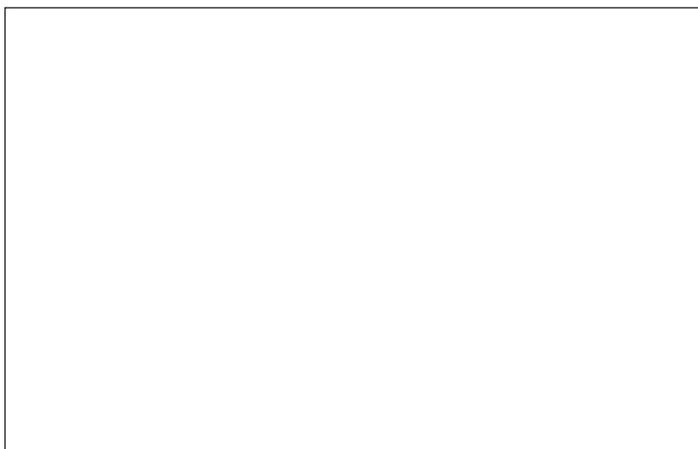
A capo di uno dei due gruppi erano Rafael Martín-Doménech del Centro de Astrobiología di Madrid, e Víctor M. Rivilla, dell'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri di Firenze; a capo del secondo invece Niels Ligterink del Leiden

Observatory nei Paesi Bassi e Audrey Coutens dell'University College London, Regno Unito.

*“Questo sistema stellare è sempre generoso! Dopo la scoperta di alcuni zuccheri abbiamo trovato l'isocianato di metile, Questa famiglia di molecole organiche è coinvolta nella sintesi dei peptidi e degli aminoacidi che, sotto forma di proteine, sono la base biologica della vita come la conosciamo”,* spiegano Niels Ligterink e Audrey Coutens.

Il sistema era stato studiato in precedenza da ALMA, nel 2012: erano state trovate delle molecole di uno zucchero semplice, la glicolaldeide, un altro ingrediente della vita.

ALMA ha consentito a entrambe le equipe di osservare la molecola a lunghezze d'onda diverse e caratteristiche nello spettro radio. Si sono trovate le sue impronte chimiche uniche, come le impronte digitali, nelle regioni interne, più calde e dense, del bozzolo di polvere e gas che circonda le giovani stelle nelle prime fasi evolutive. L'equipe guidata da Rafael Martín-Doménech ha usato dati della protostella, sia nuovi che di archivio, ottenuti in un vasto intervallo di lunghezze d'onda nelle bande 3, 4 e 6 di ALMA.



**Q**uesto video riassume la scoperta fatta dai due team usando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array. [ESO]

Niels Ligterink e colleghi hanno usato i dati della survey PILS (Protostellar Interferometric Line Survey) di ALMA, il cui scopo è mappare la complessità chimica di IRAS 16293-2422 con immagini dell'intera banda 7 di ALMA a scale molto piccole, equivalenti alle dimensioni del sistema solare.

Ciascuno dei due gruppi ha identificato e isolato le impronte della molecola organica complessa nota come isocianato di metile.

Successivamente hanno prodotto dei modelli numerici ed eseguito esperimenti di laboratorio per raffinare la nostra comprensione dell'origine di questa molecola.

Entrambi i gruppi hanno analizzato gli spettri della luce della protostella per determinarne la composizione chimica.

La quantità di isocianato di metile trovato, ovvero la sua abbondanza, rispetto all'idrogeno molecolare e altri traccianti è confrontabile a rilevazioni precedenti intorno a due protostelle di alta massa (all'interno del nucleo molecolare caldo e massiccio delle nebulose Orione KL e Sagittario B2 Nord).

IRAS 16293-2422 è un sistema multiplo di stelle molto giovani, a circa

400 anni luce da noi nella grande zona di formazione stellare nota come Rho Ophiuchi, nella costellazione dell'Ofiuco. I nuovi risultati di ALMA mostrano che l'isocianato di metile in forma gassosa circonda tutte le giovani stelle.

La Terra e gli altri pianeti del sistema solare si sono formati a partire dal materiale rimasto dopo la formazione del Sole. Studiando le protostelle di tipo solare possiamo aprire una nuova finestra verso il passato perché gli astronomi possono osservare condizioni simili a

quelle che hanno portato alla formazione del sistema solare circa 4,5 miliardi di anni fa.

Rafael Martín-Doménech e Víctor M. Rivilla, primi autori di uno dei due articoli, hanno commentato: *“Siamo particolarmente entusiasti di questo risultato perché le protostelle sono molto simili a com'era il Sole all'inizio della propria esistenza, con le condizioni ideali perché si formino pianeti della dimensione della Terra. Trovare molecole prebiotiche nello studio potrebbe fornirci un pezzo del grande puzzle che è capire come la vita si è formata sul nostro pianeta”.*

Niels Ligterink commenta con soddisfazione i risultati degli esperimenti di supporto svolti in laboratorio: *“Oltre a individuare le molecole vogliamo anche capire come si sono formate. I nostri esperimenti di laboratorio mostrano che l'isocianato di metile può essere prodotto su particelle ghiacciate in condizioni molto fredde, simili a quelle dello spazio interstellare. Ciò implica che la molecola, e perciò anche la base per i legami peptidici, è probabilmente presente vicino alla maggior parte delle nuove stelle di tipo solare”.* ■

# Cercare tracce nel passato

di Michele Ferrara

*Le immagini di questo articolo, vere opere d'arte di noti illustratori spaziali, sono state scelte per rappresentare ipotetici scenari che in epoche remotissime potrebbero essersi realmente presentati all'interno del nostro sistema planetario, e dei quali potrebbe esistere ancora traccia. Una giovane branca della ricerca scientifica, l'archeologia dello spazio, si occupa di questi temi e un giorno potrebbe sconvolgere la nostra visione del mondo.*

# ce aliene

**L**a gran parte dei divulgatori scientifici rinuncia a inoltrarsi in "terreni minati" nei quali è difficile riconoscere possibili verità sommerse da montagne di spazzatura. Qualche volta però è doveroso farlo, per evitare che argomenti di indiscutibile interesse e valore scientifico siano prerogativa di ciarlatani e speculatori. Uno di quegli argomenti è l'eventualità che in un lontano passato la Terra abbia ospitato, per periodi più o meno lunghi, esponenti di una

civiltà tecnologica aliena. Con il termine "aliena" intendiamo qui una civiltà non necessariamente extraterrestre, ma diversa da quella umana a cui apparteniamo, che vede nel Saccorhytus il suo più lontano antenato (comune a molte altre specie contemporanee), un primitivo animale grande solo 1 millimetro, apparso circa 540 milioni di anni fa, in concomitanza della grande esplosione di vita del Cambriano, e del quale è stato recentemente scoperto il primo fossile.

Artwork by Malte Langheim

Inevitabilmente, al termine "alieno" molti associano il fenomeno UFO, quando invece in comune non hanno pressoché nulla. Il fenomeno UFO è essenzialmente una moda sviluppatasi al termine della seconda guerra mondiale e abbracciata da tutti coloro che, per mancanza di obiettività e di adeguate conoscenze scientifiche, interpretano determinate visioni come prova dell'esistenza di esseri extraterrestri.

I fatti indicano che nessuna delle decine di migliaia di visioni finora dichiarate ha mai dimostrato l'esistenza degli alieni. Di certo c'è invece che l'ufologia, oltre ad alimentare uno squallido business basato sull'ignoranza e sulla credulità popolare, rappresenta una opportunistica scorciatoia percorsa da chi ha interesse a diffondere la propria opinione senza misurarsi con la realtà scientifica. È curioso che la quasi totalità delle visioni sia concentrata negli ultimi 70 anni, mentre sono una sparuta minoranza le segnalazioni appartenenti a periodi storici precedenti. Il nostro pianeta è perlustrabile da circa 4 miliardi di anni, e sarebbe bizzarro pensare che i viaggi spaziali di diverse civiltà tecnologiche aliene (sicuramente più d'una, stando alle grottesche testimonianze dei sedicenti "contattisti"), iniziati in tempi e luoghi inevitabilmente molto lontani fra loro, si siano concentrati proprio sul nostro pianeta e pro-

prio nell'ultimo, infinitesimo lasso di tempo. Se spaliamo i 4 miliardi di anni lungo il classico calendario solare, ci accorgiamo che gli ultimi 70 anni rappresentano l'ul-



Artwork by Angus Mckie



timo mezzo secondo prima dello scoccare della mezzanotte che dal 31 dicembre porta all'anno nuovo! Se mai la Terra e gli altri corpi planetari del nostro sistema solare sono stati visitati da intelligenze aliene, è assai più probabile che ciò sia avvenuto in un'epoca remota, anziché durante il "salto del tappo" dello champagne.

Obiettare che ad aver attratto qui negli ultimi decenni frotte di extraterrestri sono state le nostre telecomunicazioni sarebbe un'ingenuità, dal momento che qualunque nostro messaggio, volontario o involontario, inviato nello spazio, per quanta strada

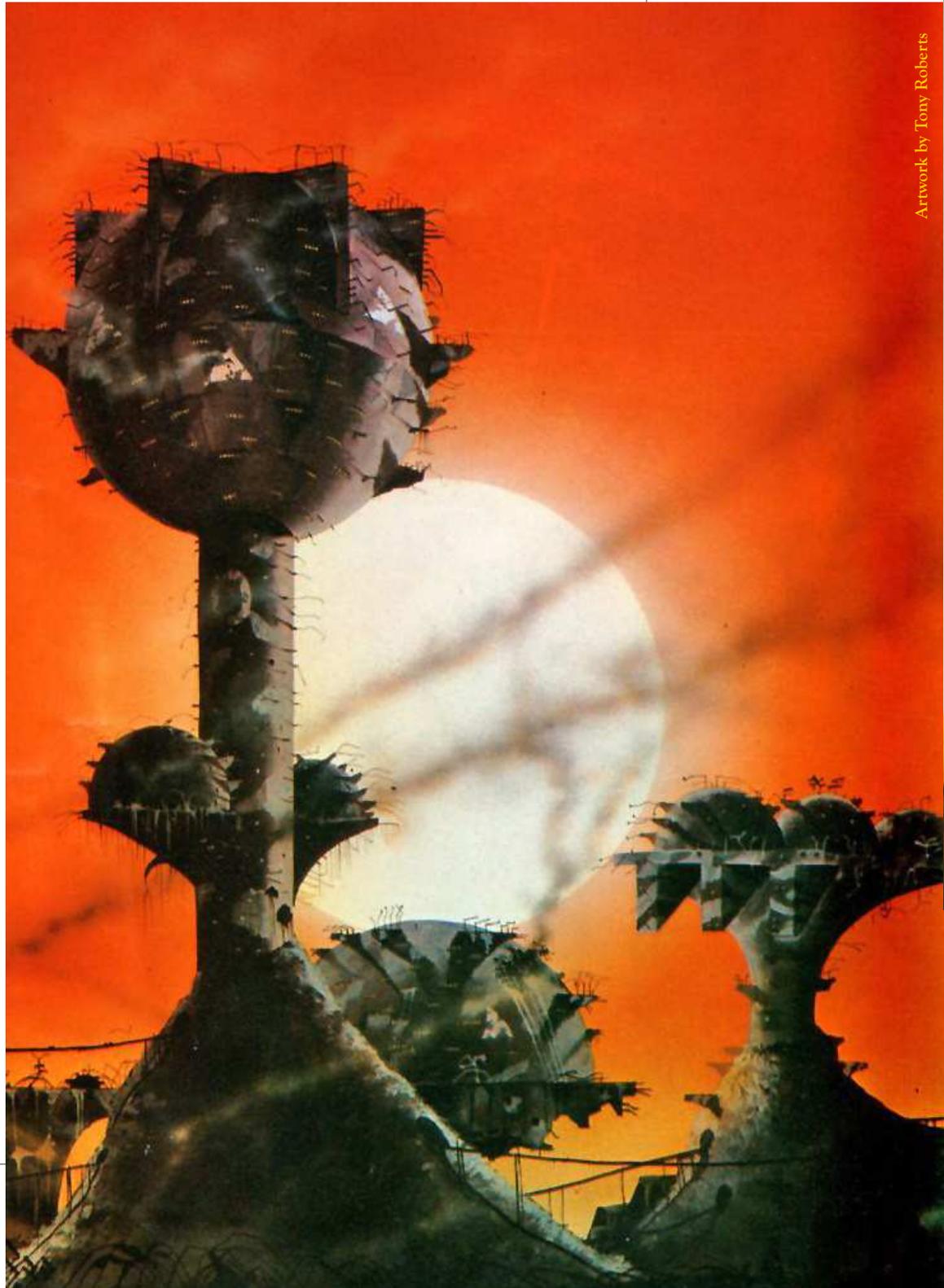
possa aver fatto è, in termini astronomici (e astrobiologici) ancora sull'uscio di casa.

Se supponiamo di non essere l'unica civiltà tecnologica della Galassia, sapendo che quest'ultima esiste da almeno 12 miliardi di anni (alcune sue strutture e stelle sono sensibilmente più vecchie), possiamo ragionevolmente affermare che le prime civiltà tecnologiche sono apparse ed evolute al suo interno miliardi di anni prima della nascita del nostro sistema solare. Benché siano per noi inimmaginabili le conoscenze fisiche, biologiche e tecnologiche di una civiltà che riesce a prosperare per centinaia di migliaia, se non milioni (in teoria anche miliardi) di anni, sono sufficienti le nostre attuali conoscenze per ritenere che una civiltà aliena di lunga durata è sicuramente in grado di inviare proprie sonde, o addirittura intere colonie, verso qualunque pianeta potenzialmente abitabile (o abitato) della Galassia. Per farsi un'idea di come ciò sia possibile, si consideri che le nostre sonde più veloci hanno raggiunto, con l'aiuto delle fiorde gravitazionali, velocità di circa 250000 km/h. È sicuramente una velocità risibile e le nostre sonde sono indubbiamente primitive, ma ciò basta per andare da un capo all'altro della Galassia in circa 400 milioni di anni. Questo periodo è solo 1/30 dell'età del nostro immenso sistema stellare e di conseguenza, se esistono o sono esistite civiltà molto più evolute della nostra, non è assurdo ipotizzare che ci sia del traffico là fuori. Ne consegue che qualcosa o qualcuno potrebbe anche essere arrivato nel nostro sistema solare e aver lasciato qualche tipo traccia.

Stando alle nostre limitate conoscenze, le probabilità che ciò sia realmente avvenuto sono infinitesime ma non nulle.

Negli ultimi decenni, questi temi sono stati affrontati seriamente da numerosi scienziati, alcuni dei quali di fama internazionale, ricordiamo ad esempio Carl Sagan e, più recentemente, Paul Davies e Jason Wright. Questi autori non hanno solo valutato la possibilità di riconoscere le vestigia di civiltà provenute da altri sistemi planetari, hanno anche preso in considerazione l'eventualità di una precedente civiltà tecnologica, sorta ed evoluta all'interno del nostro sistema solare, centinaia di milioni o addirittura miliardi di anni prima dell'apparizione degli ominidi terrestri. Nel primo miliardo di anni di esistenza del nostro sistema planetario, Venere, Terra e Marte offrivano condizioni ambientali diverse da quelle attuali e, per certi versi, simili fra loro, e non possiamo pertanto escludere a priori che tutti e tre potessero agevolare lo sbocciare della vita. Ciò che avvenne su questi tre pianeti in epoche primordiali è noto solo a grandi linee. Sulla Terra, ad esempio, non possiamo negare con certezza che nei 3 miliardi di anni precedenti la grande esplosione di vita del Cambriano non si fosse già verificato qualcosa di simile. Teniamo inoltre presente che potrebbe bastare anche meno di mezzo miliardo di anni per passare da modesti organismi monocellulari organizzati in colonie, a una

specie animale capace di andare su altri corpi celesti. Quando 66 milioni di anni fa un asteroide annientò i dinosauri (spianando la strada ai mammiferi), vi erano già fra di essi alcune specie morfologicamente mol-



Artwork by Tony Roberts



Artwork by Tony Roberts

Amnesso e non concesso che almeno uno fra i giovani Venere e Marte, e la Terra degli eoni precambriani possa aver ospitato una civiltà tecnologica indigena, oppure che il sistema solare sia stato visitato da astronavi (ed eventualmente astronauti) di altri sistemi planetari, dove e che cosa dovremmo cercare per trovare delle conferme?

Rispondere con precisione a questi interrogativi presupporrebbe la conoscenza del pensiero e delle motivazioni di entità del tutto ignote. Ci limiteremo pertanto a qualche ipotesi inevitabilmente umana. La collocazione e la tipologia delle prove di una remota presenza aliena possono dipendere dalle finalità della visita, che possiamo ricondurre a tre categorie essenziali: volontà di comunicare la propria esistenza ad altre civiltà; desiderio di raccogliere informazioni su altri pianeti abitabili o abitati; necessità di approvvigionarsi di materie prime. In tutti i casi si tratta di attività che potrebbero lasciare tracce sulle superfici rocciose, sotto forma di veicoli spaziali, strumenti scientifici, antenne, dispositivi di produzione di energia, alterazioni geo-

to promettenti dal punto di vista di una possibile evoluzione verso individui in grado di sviluppare una civiltà. Quanti milioni di anni sarebbero loro serviti per raggiungere lo spazio? Verosimilmente meno di 66. Oggi potrebbero aver colonizzato altri sistemi planetari e aver disseminato sonde un po' ovunque nel nostro angolo di Galassia.

morfologiche, anomalie geochimiche. La durata e la riconoscibilità di quelle tracce varierebbe in base a numerosi fattori (non tutti immaginabili), come ad esempio la resistenza strutturale, i materiali utilizzati, la collocazione e quindi l'esposizione a determinati processi in grado di cancellare ogni cosa entro periodi più o meno lunghi.

Se mai qualcosa di alieno è esistito su Venere, l'effetto serra e il vulcanismo ne hanno oggi sicuramente distrutto ogni traccia. Sulla Terra la tettonica a zolle ha riciclato una parte significativa della crosta esistente prima del Cambriano; altri fenomeni geologici e gli agenti atmosferici risultano rovinosi anche su periodi brevi. Più adatto a preservare eventuali testimonianze aliene sarebbe Marte, ma esse potrebbero trovarsi intrappolate sotto metri di sabbia e ghiaccio. Un discorso a parte meriterebbe la Luna, punto di osservazione privilegiato del nostro pianeta e luogo ideale dove lasciare un messaggio destinato a una futura civiltà tecnologica terrestre, la cui esistenza poteva forse essere prevista sulla base dell'andamento dell'evoluzione delle specie animali. Ma la craterizzazione della superficie lunare, sempre più pesante procedendo a ritroso nel tempo, pone ovviamente limiti ben precisi e noti alla conservazione di eventuali manufatti alieni.

Gli esperti del settore sono concordi nel ritenere che nel sistema solare interno nessuna struttura artificiale, abbandonata su una superficie planetaria o sui fondali marini o libera nello spazio (in orbita attorno al Sole o collocata in un punto lagrangiano) sarebbe rintracciabile e riconoscibile oltre un periodo di circa 100 milioni di anni.

Le previsioni sono meno pessimistiche per alcune delle lune rocciose dei pianeti giganti e per gli oggetti della fascia di Kuiper, ma considerarli target interessanti dal nostro punto di vista presupporrebbe una visita piuttosto intensa del nostro sistema planetario, e in tal caso non dovrebbero mancare testimonianze riconoscibili nemmeno nella ben più vicina fascia principale degli asteroidi.

Se non è ovvio dove cercare, ancor meno lo è che cosa cercare. Entro i suddetti 100 milioni di anni potrebbero essere riconoscibili i manufatti di maggiori dimensioni, come astronavi ed eventuali basi permanenti.





Artwork by Bob Layzell

Tuttavia gli alieni potrebbero aver deciso di non lasciare tracce per non interferire con la nostra evoluzione (un po' come fanno i documentaristi con gli animali che filmano). Pensando a uno scenario completamente diverso, potremmo ipotizzare che a seguito del rapido annientamento di una civiltà tecnologica interna al sistema solare possano essere rimasti diversi relitti abbandonati chissà dove. A risultati simili porterebbero eventuali incidenti subiti da astronavi giunte da altre stelle.

Più modestamente, la semplice individuazione fuori dalla Terra di una piccola concentrazione di plutonio, la nostra migliore fonte di energia nucleare per i voli spaziali, potrebbe essere già di per sé la traccia del residuo di un generatore termoelettrico a radioisotopi, un tempo appartenente a un veicolo alieno. Il plutonio presente nel sistema solare alla sua nascita è decaduto da lunghissimo tempo, quindi una sua anomala presenza in forma concentrata sarebbe sospetta.

Per quanto tutte le argomentazioni sin qui esposte possano apparire discutibili, e sebbene le probabilità di riconoscere tracce lasciate da civiltà tecnologiche diverse dalla nostra siano minime, ciò non toglie che già da diversi anni un discreto numero di ricercatori (e tra loro vere celebrità della scienza) sta esaminando i database fotografici ad alta risoluzione di Luna e Marte, alla ricerca di strutture anomale. Finora in quelle immagini sono stati identificati unicamente manufatti di produzione umana, ma siamo solo all'inizio dell'indagine e la posta in gioco è veramente alta. ■

# I brillamenti delle nane rosse possono minacciare la vita

by NASA

**L**e stelle nane fredde sono proprio di questi tempi target in vista nella ricerca di esopianeti. Le scoperte di pianeti nelle zone abitabili dei sistemi di TRAPPIST-1 e LHS 1140, ad esempio, suggeriscono che i mondi di taglia terrestre potrebbero orbitare miliardi di nane rosse, il tipo di stelle più comune nella nostra galassia.

Ma, come il nostro stesso Sole, molte di quelle stelle eruttano intensi brillamenti. Le nane rosse sono davvero amichevoli per la vita come sembra, oppure quei brillamenti rendono inabitabili le superfici di qualunque pianeta orbitante? Per affrontare questa domanda, un gruppo di scienziati ha setacciato 10 anni di osservazioni ultraviolette del telescopio Galaxy Evolution Explorer (GALEX) della NASA, alla ricerca di rapidi aumenti di luminosità di stelle causati da brillamenti. Questi emettono radiazione attraverso un ampio ventaglio di lunghezze d'onda, con una significativa frazione della loro energia totale che viene rilasciata nella banda ultravioletta, dove GALEX ha osservato.

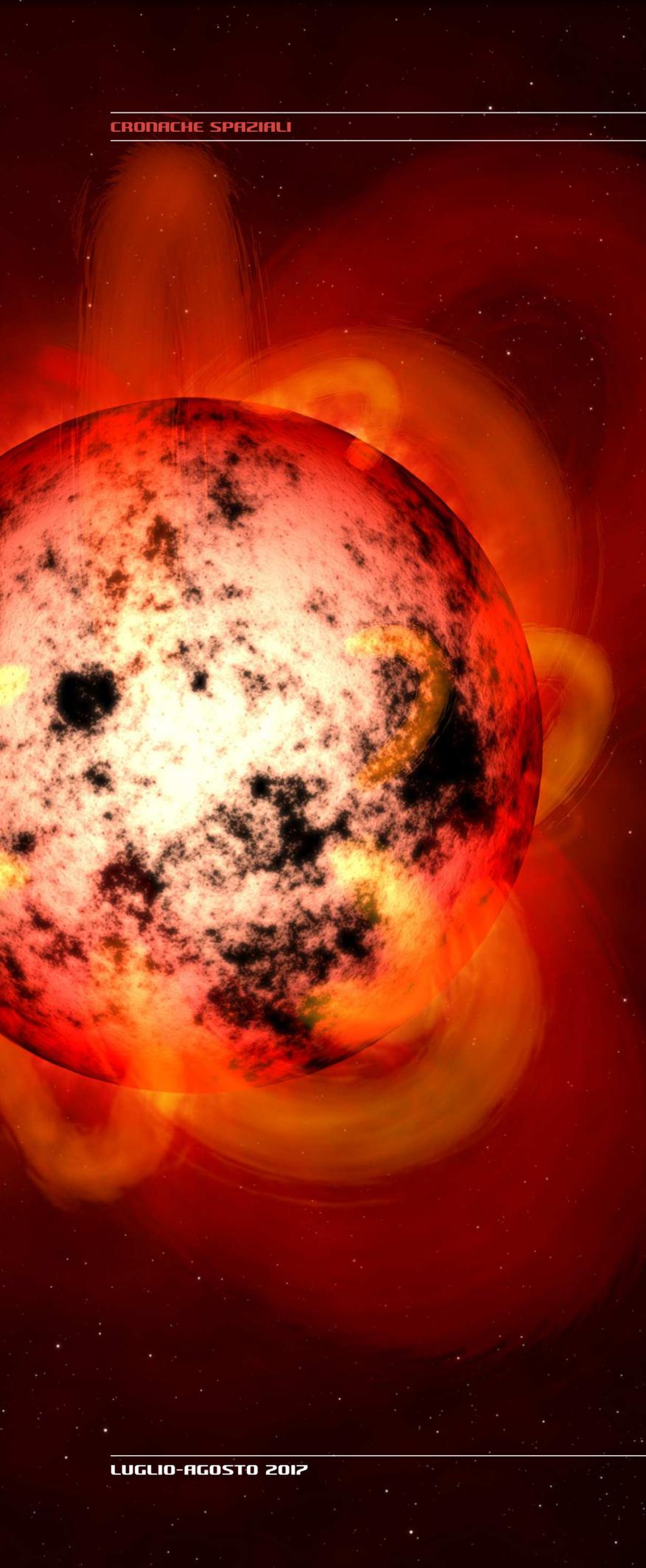
Contemporaneamente, le nane rosse dalle quali risultano i brillamenti sono relativamente deboli in ultravioletto. Questo contrasto, combinato con la sensibilità dei rivelatori di GALEX ai cambiamenti rapidi, ha consentito al gruppo di misurare eventi con meno

energia totale di quella di molti brillamenti precedentemente rivelati. Ciò è importante perché, sebbene individualmente meno energetici e quindi meno ostili alla vita, i piccoli brillamenti potrebbero essere molto più frequenti e sommarsi nel tempo fino a creare un ambiente inospitale. *“Che cosa succede se i pianeti sono costantemente inondati da questi più piccoli ma ancora significativi brillamenti?”* ha chiesto Scott Fleming dello Space Telescope Science Institute (STScI), Baltimora, Maryland. *“Potrebbe esserci un effetto cumulativo.”*

Per rivelare e misurare accuratamente questi brillamenti, il gruppo doveva analizzare dati su intervalli di tempo molto brevi. Da immagini con esposizioni di circa mezz'ora, il gruppo è stato in grado di rivelare variazioni stellari della durata di pochi secondi. Il primo autore Chase Million, del Million Concepts, State College, Pennsylvania, guida un progetto chiamato gPhoton, che ha riprocessato più di 100 terabytes di dati GALEX, ospitati al Mikulski Archive for Space Telescopes (MAST), presso lo STScI. Il gruppo ha poi usato un software dedicato sviluppato da Million e Clara Brasseur, dello stesso istituto, per cercare parecchie centinaia di nane rosse, e hanno così rilevato dozzine di brillamenti.

*“Abbiamo trovato brillamenti di nane rosse nell'intero intervallo nel quale ci aspettavamo che GALEX fosse sensibile; da brillamenti molto piccoli che durano pochi secondi, a brillamenti mostruosi che rendono una stella centinaia di volte più brillante per alcuni minuti”,* ha detto Million.

I brillamenti che GALEX ha rivelato sono simili per potenza ai brillamenti prodotti dal nostro Sole. Tuttavia, poiché un pianeta orbiterebbe molto più vicino a una fredda nana rossa per mantenere una temperatura adatta



**Q**uesta illustrazione mostra una nana rossa orbitata da un ipotetico esopianeta. [NASA/ESA/G. Bacon (STScI)]

alla vita come la conosciamo, tali pianeti sarebbero soggetti più della Terra all'energia di un brillamento.

I maggiori brillamenti possono strappare via l'atmosfera di un pianeta. La forte luce ultravioletta derivante dai brillamenti che penetrano la superficie di un pianeta possono danneggiare organismi o impedire alla vita di nascere. Attualmente, due membri del gruppo, Rachel Osten (STScI) e Brasseur, stanno esaminando stelle osservate sia da GALEX sia dalla missione Kepler per cercare brillamenti simili. Il gruppo si aspetta alla fine di trovare centinaia di migliaia di brillamenti nascosti nei dati GALEX.

*"Questi risultati mostrano il valore di una missione di rilevamento come GALEX, che è stata avviata per studiare l'evoluzione delle galassie attraverso il cosmo, e sta ora avendo un impatto sullo studio di pianeti quasi abitabili",* ha detto Don Neill, Research Scientist presso il Caltech di Pasadena, California, che ha partecipato alla missione GALEX. *"Non immaginavamo che GALEX sarebbe stato usato per gli esopianeti quando abbiamo progettato la missione."*

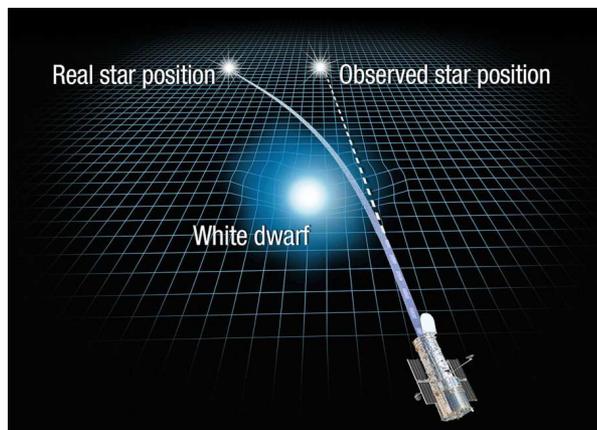
Nuovi e potenti strumenti come il James Webb Space Telescope della NASA, il cui lancio è previsto nel 2018, saranno alla fine necessari per studiare le atmosfere di pianeti orbitanti nane rosse vicine e per cercare segni di vita. Ma quando i ricercatori pongono nuove domande sul cosmo, gli archivi di dati di precedenti progetti e missioni, come quelli conservati al MAST, continuano a produrre nuovi ed esaltanti risultati scientifici. Questi nuovi risultati sono stati presentati in una conferenza dell'American Astronomical Society, al meeting tenutosi dal 4 all'8 giugno ad Austin, Texas. ■

# Nana bianca mostra come la gravità può incurvare la luce

by NASA/ESA

**A**lcuni astronomi hanno usato la vista acuta del telescopio spaziale Hubble per ripetere un test vecchio di un secolo, della teoria della relatività generale di Einstein. Il team ha misurato la massa di una nana bianca, il residuo bruciato di una stella normale, osservando quanto deflette la luce di una stella di fondo. Questa osservazione rappresenta la prima volta in cui Hubble è stato testimone di questo tipo di effetto creato da una stella. I dati forniscono una solida stima della massa della nana bianca e approfondimenti sulle teorie della struttura e della composizione delle stelle degeneri.

Proposta nel 1915, la teoria della relatività generale di Einstein descrive come gli oggetti massicci deformano lo spazio, ciò che noi percepiamo come gravità. La teoria fu verificata sperimentalmente quattro anni dopo, quando un team guidato dall'astronomo britannico Sir Arthur Eddington misurò quanto la gravità del Sole defletteva l'immagine di una stella di fondo, nel momento in cui la sua luce sfiorava il Sole durante un'eclisse totale, un effetto chiamato microlensing gravitazionale. Gli astronomi possono usare questo effetto per vedere ingrandite le immagini di galassie lontane o, su distanze più brevi, per mi-



**Q**uesta illustrazione rivela come la gravità di una nana bianca deforma lo spazio e incurva la luce di una stella distante che sta dietro di essa. [NASA, ESA, and A. Feild (STScI)]

surare i piccoli spostamenti nella posizione apparente delle stelle in cielo. Tuttavia, i ricercatori dovettero attendere un secolo per costruire telescopi abbastanza potenti da rivelare quel fenomeno deformante causato da una stella al di fuori del nostro sistema solare. La quantità di deflessione è così piccola che solo l'acutezza di Hubble avrebbe potuto misurarla. Questo ha osservato la vicina nana bianca Stein 2051 B quando è passata di fronte a una stella di sfondo. Durante lo stretto allineamento, la gravità della nana bianca ha incurvato la luce proveniente dalla stella più distante, facendola apparire spostata di circa 2 millesimi di secondo d'arco dalla sua posizione reale. Questa deviazione è così

piccola che è equivalente a osservare una striscia di formiche che attraversa la superficie di un quartiere da 2400 km di altezza. Usando le misurazioni della deflessione, gli astronomi hanno calcolato che la massa della nana bianca è all'incirca il 68% della massa del Sole. Questo risultato è in accordo con le previsioni teoriche. La tecnica apre una finestra su un nuovo metodo di determi-

nare la massa di una stella. Normalmente, se una stella ha un compagno gli astronomi possono determinarne la massa misurando il moto orbitale della coppia di stelle del sistema. Per quanto Stein 2051 B abbia un compagno, una brillante nana rossa, gli astronomi non possono misurare accuratamente la sua massa perché le stelle sono troppo lontane: distano fra loro almeno 8 miliardi di km, quasi il doppio dell'attuale distanza di Plutone dal Sole. "Questo metodo del microlensing è un modo molto indipendente e diretto per determinare la massa di una stella", spiega il primo ricercatore Kailash Sahu, dello Space Telescope Science Institute (STScI), Baltimora, Maryland. "È come mettere la stella su



**Q**uesta immagine HST mostra il sistema stellare binario Stein 2051 B l'1 ottobre 2013. Poiché queste stelle sono relativamente vicine alla Terra (solo 17 anni luce di distanza), appaiono muoversi in cielo rispetto alle molto più lontane stelle di sfondo, in parecchi mesi di osservazioni con Hubble. La linea blu ondulata traccia questo movimento, dovuto al loro vero moto relativo rispetto al Sole, combinato con la parallasse dovuta al moto della Terra attorno al Sole. Stein 2051 B appare passare abbastanza vicino a una di queste stelle di sfondo, denominata "sorgente", affinché la luce di quest'ultima sia incurvata dalla massa della nana bianca. Questa immagine a colori è stata ottenuta combinando immagini prese con due filtri diversi dalla Wide Field Camera 3 di Hubble. [NASA, ESA, and K. Sahu (STScI)]

una bilancia: la deflessione è analoga al movimento dell'ago della bilancia." Sahu ha presentato le scoperte del suo team il 7 giugno, al meeting dell'American Astronomical Society di Austin, Texas. L'analisi di Hubble ha anche aiutato gli astronomi a verificare indipendentemente la teoria di come il raggio di una nana bianca sia determinato dalla sua massa, un'idea proposta per la prima volta nel 1935 dall'astronomo indiano-americano Subrahmanyan Chandrasekhar. "La nostra misurazione è un'eccellente conferma della teoria della nana bianca, e ci parla anche

della composizione interna di quelle stelle", ha detto Howard Bond, della Pennsylvania State University.

Il team di Sahu ha identificato Stein 2051 B e la sua stella di sfondo combinando assieme dati di più di 5000 stelle di un catalogo di stelle vicine che appaiono muoversi velocemente attraverso il cielo.

Le stelle con elevato moto apparente in cielo hanno una più alta probabilità di passare di fronte a una lontana stella di sfondo, in cui la deflessione della luce può essere misurata. Dopo aver identificato Stein 2051 B e aver

mappato il campo stellare di sfondo, i ricercatori hanno usato la Wide Field Camera 3 di Hubble per osservare la nana bianca in sette occasioni diverse, su un periodo di due anni, mentre si è spostata oltre la stella di sfondo selezionata.

Le osservazioni di Hubble erano difficili e richiedevano tempo. I ricercatori hanno dovuto analizzare la velocità della nana bianca e la direzione in cui si stava muovendo al fine di predire quando sarebbe giunta nella posizione di

curvatura della luce, così da poter osservare il fenomeno con Hubble. Gli astronomi hanno anche dovuto misurare la minima quantità di luce deflessa. "Stein 2051 B appariva 400 volte più brillante della stella di sfondo", ha detto Jay Anderson, del STScI, che ha guidato lo studio per misurare con precisione la posizione delle stelle nelle immagini di Hubble. "Misurare quella estremamente piccola deflessione è come tentare di vedere una lucciola muoversi in prossimità di una lampadina. Il movimento dell'insetto è molto piccolo e il bagliore della lampadina rende difficile vederlo." Infatti, il leggero movimento della stella è circa 1000 volte più piccolo di quello della misurazione fatta da Eddington nel suo esperimento del 1919.

Stein 2051 B prende il nome dal suo scopritore, il prete cattolico olandese e astronomo Johan Stein. La stella si trova a 17 anni luce dalla Terra e si stima che abbia un'età di circa 2,7 miliardi di anni. La stella di sfondo si trova a circa 5000 anni luce di distanza. I ricercatori pianificano di usare Hubble per condurre uno studio simile di microlensing con Proxima Centauri, il vicino stellare più prossimo al nostro sistema solare. I risultati del team sono apparsi sulla rivista *Science* il 9 giugno scorso. ■

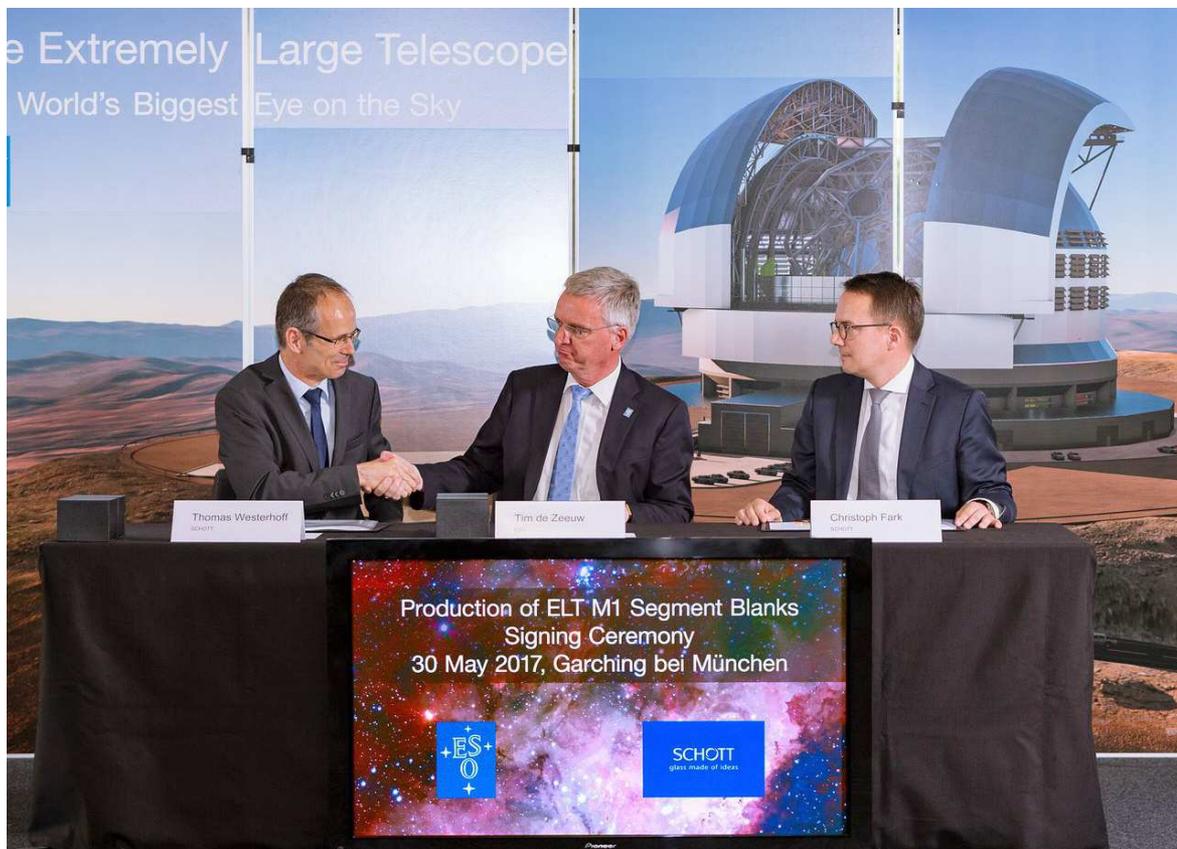


**Q**uesto video time-lapse, fatto con otto immagini del telescopio spaziale Hubble, mostra il moto apparente della nana bianca Stein 2051 B, mentre passa di fronte a una stella più distante. Le osservazioni sono state fatte tra l'1 ottobre 2013 e il 14 ottobre 2015. [NASA, ESA, and K. Sahu (STScI)]

# ESO firma i contratti per il gigantesco specchio di ELT

by ESO  
Anna Wolter

L'esclusivo sistema ottico dell'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO è formato da cinque diversi specchi, ciascuno dei quali rappresenta una sfida tecnica e ingegneristica non indifferente. Lo specchio primario di 39 metri di diametro, che sarà composto di 798 diversi segmenti esagonali, ciascuno largo circa 1,4 metri, sarà di gran lunga il più grande mai costruito per uno specchio ottico. Combinati insieme, i vari segmenti raccoglieranno decine di milioni di volte la luce raccolta dall'occhio umano. I segmenti dello specchio primario di ELT verranno installati su una struttura di supporto unica e dotati di sensori del bordo, i più accurati mai usati per un telescopio, che controlleranno costantemente l'ubicazione di ogni segmento rispetto



I contratti per la fabbricazione e per la lucidatura dei segmenti dello specchio primario dell'ELT sono stati firmati il 30 maggio 2017 dal Direttore Generale dell'ESO, Tim de Zeeuw, e da dirigenti della Schott e della Safran Reosc, una filiale della Safran Electronics & Defense, in presenza di personale scelto dell'ESO. In questa fotografia il momento della firma con Schott: Tim de Zeeuw, Direttore Generale dell'ESO, è al centro, mentre Thomas Westerhoff, Direttore strategico per la commercializzazione di Zerodur, a sinistra, e Christoph Fark, Vice presidente esecutivo per l'ottica avanzata, a destra, rappresentano la Schott. Alla pagina seguente, il momento della firma del secondo contratto, con Safran Reosc: a destra Tim de Zeeuw, Direttore Generale dell'ESO, a sinistra Philippe Rioufreyt, Amministratore Delegato della Safran Reosc. [ESO/M. Zamani]

## Una presentazione dell'Extremely Large Telescope dell'ESO. [ESO]

ai vicini e permetteranno così di farli funzionare insieme per produrre una sistema ottico perfetto.

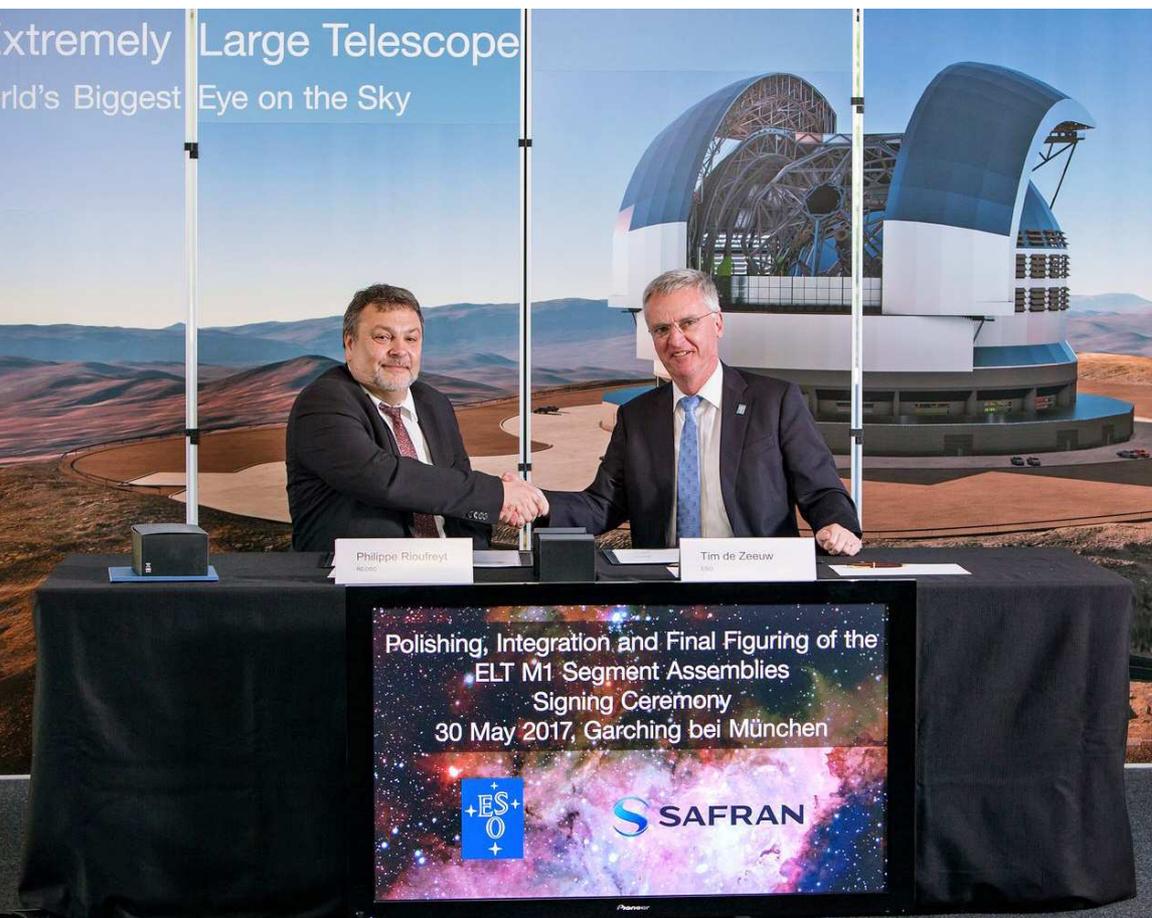
I contratti per la fabbricazione e per la lucidatura dei segmenti dello specchio primario dell'ELT sono stati firmati oggi dal Direttore Generale dell'ESO, Tim de Zeeuw, e da dirigenti della Schott e della Safran Reosc, una filiale della Safran Electronics & Defense, in presenza di personale scelto dell'ESO. Il primo contratto è stato firmato con la Schott da Christoph Fark, Vice presidente esecutivo per l'ottica avanzata, e da Thomas Westerhoff, Direttore strategico per la commercia-

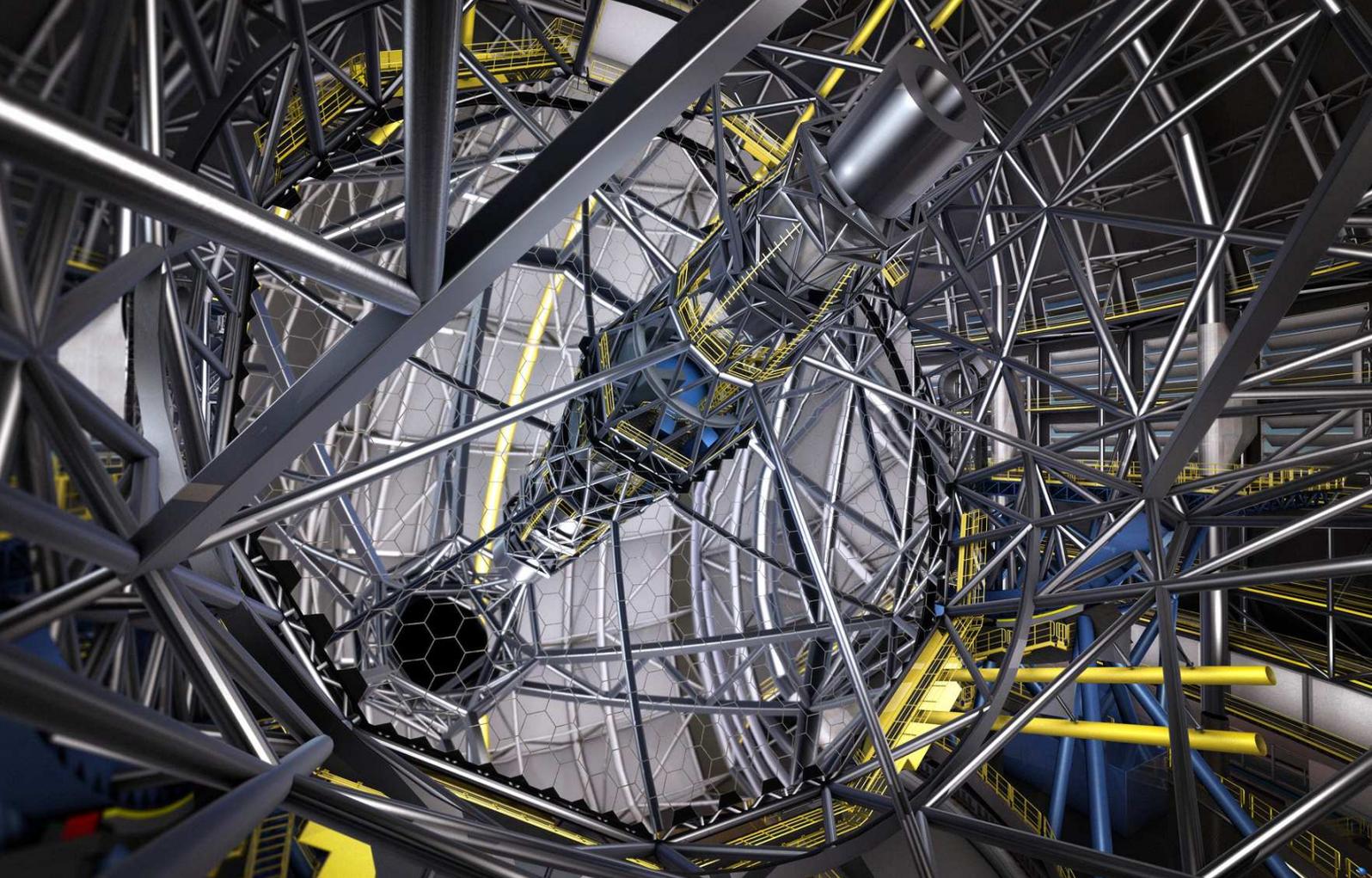
lizzazione di Zerodur. Il secondo contratto invece è stato firmato con la Sa-

fran Reosc dall'Amministratore Delegato Philippe Rioufreyt. Tim de Zeeuw

ha espresso la propria soddisfazione per i progressi dell'ELT: "Queste due settimane sono state straordinarie! Abbiamo visto la fusione dello specchio secondario di ELT e, venerdì scorso, abbiamo avuto il privilegio della presenza della Presidentessa del Cile, Michelle Bachelet, alla cerimonia per la posa della prima pietra dell'ELT. E ora due delle aziende europee all'avanguardia nel mondo in questo campo iniziano a lavorare sull'enorme specchio primario del telescopio, forse la sfida più grande di tutte!"

I 798 segmenti esagonali che compongono lo specchio primario di ELT saranno prodotti con il materiale vetroceramico a bassa espansione Zerodur® dalla ditta Schott, che si è già aggiudicata i contratti per la produzione del gigantesco se-





**Q**uesta rappresentazione artistica mostra l'enorme specchio primario segmentato dell'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO. I contratti per la fabbricazione dei segmenti dello specchio sono stati firmati il 30 maggio 2017 al quartier generale dell'ESO vicino a Monaco di Baviera. La ditta tedesca SCHOTT produrrà i blocchi di vetroceramica per i vari segmenti di specchio, mentre la ditta francese Safran Reosc li luciderà, monterà e verificherà in opera. Il contratto per la lucidatura degli specchi è il secondo più grande per la costruzione dell'ELT e il terzo più grande mai assegnato dall'ESO. [ESO/L. Calçada/M. Kornmesser]

condario e dello specchio terziario. Anche lo specchio quaternario, sottile e deformabile, dell'ELT sarà dello stesso materiale: il substrato di vetroceramica è attualmente in produzione.

Lo Zerodur® è un materiale sofisticato che ha un'espansione termica quasi nulla anche quando soggetto a grandi fluttuazioni di temperatura, è resistente dal punto di vista chimico e può essere lavorato otticamente con altissima precisione. Lo strato riflettente, di alluminio o argento, sarà vaporizzato sulla superficie levigatissima appena prima di mettere in funzione il telescopio. Molti ben noti telescopi con specchi di Zerodur®, tra cui il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO in Cile, lavorano affidabilmente da decenni.

Una volta prodotti i substrati di vetroceramica, questi verranno passati a Safran Reosc, per progettare le interfacce di montaggio, lavorare otticamente e lucidare i segmenti, integrarli sul supporto e verificare la superficie ottica prima della consegna. Durante il processo di lucidatura, ogni segmento sarà lavorato otticamente fino a raggiungere irregolarità superficiali non più grandi di 10 nanometri, non più di una coccinella se il segmento fosse grande come l'intera Francia.

Per poter consegnare così tanti segmenti finiti in sette anni, la Safran Reosc produrrà fino a uno specchio al giorno, nel suo picco produttivo. Un impianto dedicato verrà costruito nella sede di Poitiers, specializzata nella produzione di apparecchiature

di alta tecnologia ottica e optoelettronica. Verranno prodotti e lucidati in totale 931 segmenti, tra cui un gruppo di 133 previsto per la manutenzione. Ciò permetterà di rimuovere, sostituire e pulire a turno i vari segmenti una volta che l'ELT entrerà in funzione.

Il nuovo contratto con Safran Reosc è il secondo maggior contratto per la costruzione di ELT e il terzo più grande mai firmato da ESO. La Safran Reosc progetterà, luciderà e verificherà lo specchio secondario e il terziario dell'ELT e ora sta producendo il guscio sottile (2 mm di spessore) e deformabile che farà parte del quarto specchio dell'ELT. Sia la SCHOTT che la Safran Reosc vantano una lunga e riuscita collaborazione con l'ESO. Insieme hanno fabbricato molti componenti ottici, tra cui lo specchio primario di 8,2 metri dei quattro UT (Unit Telescope, o telescopi principali) del VLT (Very Large Telescope) dell'ESO. La costruzione dell'ELT è in corso sul Cerro Armazones vicino all'Osservatorio del Paranal dell'ESO, nel Cile settentrionale. La prima luce è prevista per il 2024. ■

**STRUMENTI PER ASTRONOMIA**  
 via Fubine, 79 - Felizzano (AL) - tel. +39 0131772241  
**info@tecnosky.it - www.tecnosky.it**



### Cassegrain Ø 250 mm, focale 5000 mm

Pensato per la ripresa in alta risoluzione di Luna e pianeti. Qualità ottica molto elevata, certificata tramite interferometro, con una Strehl ratio non inferiore a 0.94.  
 € 4.303,28 (IVA esclusa)



### TecnoSky Flat Field 70 Lantano

Rifrattore Apo ED TecnoSky a 4 elementi, Ø 70 mm, focale 474 mm, F/6,78. Campo corretto di 32 mm. Ottima correzione cromatica grazie all'utilizzo di vetri Lantano  
 € 450,00 (IVA esclusa)



### Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 90/600 mm

Compatto rifrattore Apo Ø 90 mm e focale di 600 mm, F/6,6. Intubazione in fibra di carbonio e foceggiatore da 2,5" di precisione a cremagliera. Peso solo 3,5 kg!  
 € 1.000,00 (IVA esclusa)



### TecnoSky 100 Flat Field Apo

Quadrupletto Apo FPL-53 Ø 100 mm e veloce rapporto focale F/5,8. Ideale per astrofotografia con grandi sensori. Foceggiatore CNC da 3" per carichi fino a 6 kg! € 2.048,36 (IVA esclusa)



### Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 80/480 mm

Rifrattore Apo a tripletto con elemento alla fluorite Ohara FPL-53. F/6, ideale per l'astrofotografia. Estremamente compatto e con intubazione di pregio, foceggiatore Crayford di precisione da 2" con riduzione 1:10. € 647,54 (IVA esclusa)

### TecnoSky RC10 Ø 250 mm, focale 2000 mm

Realizzato interamente in Europa. Il tubo ottico è un truss aperto in carbonio e alluminio, estremamente rigido ma ancora leggero (13 kg). Ottiche certificate tramite interferometro. Vetro ottico Supramax33 per lo specchio primario.  
 € 5.450,82 (IVA esclusa)



### Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 102/714 mm

Rifrattore Apo Ø 102 mm, composto di un tripletto con vetro alla fluorite FPL53 e intubazione in fibra di carbonio.  
 € 1.221,31 (IVA esclusa)

# NortheK

Instruments - Composites - Optics

DALL KIRKHAM 350 MM

F/20 OSTRUZIONE 23%

OTTICA IN SUPREMAX 33 DI SCHOTT

STRUTTURA IN CARBONIO - CELLA A 18 PUNTI

FLOTTANTI - MESSA A FUOCO MOTORIZZATA DA 2,5"

FEATHER TOUCH - SISTEMA DI VENTILAZIONE E

ASPIRAZIONE DELLO STRATO LIMITE

PESO 34 KG.

DISPONIBILE ANCHE NELLE VERSIONI  
NEWTON F/4.1 CON CORRETTORE DA 3"

RITCHEY CHRÉTIEN F/9

CON CORRETTORE/RIDUTTORE

CASSEGRAIN CLASSICO F/15

