

# Torrenti su Marte!

## La Terra di Alfa Centauri B



**L'espansione  
delle zone  
abitabili**

**Nuova luce  
sugli oscuri  
Troiani**



# NortheK

**Instruments - Composites - Optics**

**I**l NortheK DP100 è un classico rifrattore acromatico, realizzato con doppietti della giapponese Carton. Le celle e le intubazioni sono originali NortheK e appositamente disegnate.

**O**gni doppietto è stato testato e verificato, sia al banco ottico che allo star test. Il rapporto focale  $f/13$  rende il cromatismo molto limitato, pertanto la visione astronomica è estremamente gradevole.

**L'**intubazione è realizzata in fibra di carbonio con disegno proprietario NortheK, le parti metalliche e la raccorderia in lega Halo 25 anodizzata, il tutto eseguito a controllo numerico, mentre per la configurazione dei diaframmi interni si è fatto ricorso ad un programma per disegno ottico professionale.

**L**a messa a fuoco è la prestigiosa Feather Touch 2000 da 2". Si è posta anche cura nell'aspetto estetico di questo strumento, così da renderlo gradevole non solo agli occhi dell'astrofilo.

## **NortheK DP 100 rifrattore acromatico Fraunhofer 108 mm $f/13$**

per tutte le informazioni su questo telescopio e sulla nostra intera produzione di strumenti per astronomia, visita il nostro sito [www.northeK.it](http://www.northeK.it) oppure contattaci: [info@northeK.it](mailto:info@northeK.it)

**☎ 01599521**





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

Stampa  
Color Art S.r.l.  
Via Industriale, 24-26  
25050 Rodengo Saiano - BS

Distributore esclusivo per l'Italia  
Parrini S.p.A.  
Via di S. Cornelia, 18 - 00060 Formello - RM  
Viale Forlanini, 23 - 20133 Milano

Internet Service Provider  
Aruba S.p.A.  
Loc. Palazzetto, 4 - 52011 Bibbiena - AR

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

Associazione di categoria  
Astro Publishing di Pirlo L. è socio  
effettivo dell'Associazione Nazionale  
Editoria Periodica Specializzata  
Via Pantano, 2 - 20122 Milano

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 eventuali fonti iconografiche non identificate.

## I principali articoli di questo numero



### Curiosity scopre torrenti su Marte!

Sono greti asciutti, ma i segni di un abbondante scorrere di acqua sono evidentissimi e indiscutibili. A Curiosity è stato sufficiente percorrere un centinaio di metri per trovare la prova decisiva della remota esistenza di un sistema idrologico molto attivo su Marte.

a pagina 4



### L'espansione delle zone abitabili

Un recente lavoro di due ricercatori del NASA Exoplanet Science Institute, relativo alla possibilità che la zona abitabile delle stelle sia in realtà più ampia del previsto, offre lo spunto per una riflessione sugli ambienti limite in grado di ospitare la vita.

a pagina 12



### La Terra di Alfa Centauri B

Mentre Kepler cerca esopianeti di taglia terrestre a migliaia di anni luce di distanza, HARPS ne trova uno alla minima distanza possibile, niente meno che nel sistema stellare di Alfa Centauri, di gran lunga il più vicino al Sole. È troppo caldo per essere abitabile, ma è probabile che nello stesso sistema ne esistano altri...

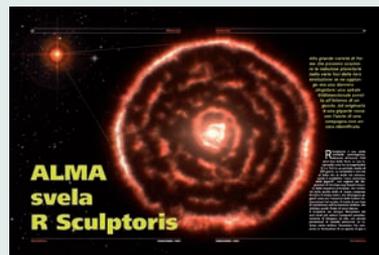
a pagina 20



### Esistono le novae mareali?

Potrebbe esistere un tipo di stella nova all'origine della quale ci sono le intense forze mareali che si scatenano nei sistemi binari stretti formati da nane bianche. Per ora è solo una teoria, ma c'è già un interessante candidato che potrebbe un giorno confermarla.

a pagina 26



### ALMA svela R Sculptoris

Alla grande varietà di forme che possono assumere le nebulose planetarie nella varie fasi della loro evoluzione se ne aggiunge ora una davvero singolare: una spirale tridimensionale avvolta all'interno di un guscio. Ad originarla è una gigante rossa con l'aiuto di una compagna non ancora identificata.

a pagina 32



### Nuova luce sugli oscuri Troiani

C'è una categoria di oggetti nel nostro sistema solare che ancora nasconde la verità sulla sua origine, sono gli asteroidi Troiani, piccoli corpi forse rocciosi che percorrono la stessa orbita di Giove. Una recente ricerca li identifica come il residuo di un'antica fascia asteroidale che circondava il Sole.

a pagina 42

# Curiosity s torrenti su

*Sono greti asciutti, ma i segni di un abbondante scorrere di acqua sono evidenti e indiscutibili. A Curiosity è stato sufficiente percorrere un centinaio di metri per trovare la prova decisiva della remota esistenza di un sistema idrologico molto attivo su Marte.*

**A**l rover Curiosity è bastato percorrere un breve tratto di superficie marziana per fare la prima importante scoperta della sua missione, a conferma del fatto che la scelta del Gale Crater come sito dell'atterraggio è stata senza dubbio azzeccata. Dopo aver completato i test strumentali presso il sito di Goulburn e avervi notato probabili tracce di sedimenti formati a seguito dell'azione dell'acqua, Curiosity si è messo in viaggio verso Glenelg, primo obiettivo programmato della sua missione e sito geologicamente interessante per il fatto di essere la confluenza di tre diversi tipi di terreni. Ma gli è stato sufficiente coprire circa 50 dei 500 metri che lo separavano da Gle-

# coprire Marte!

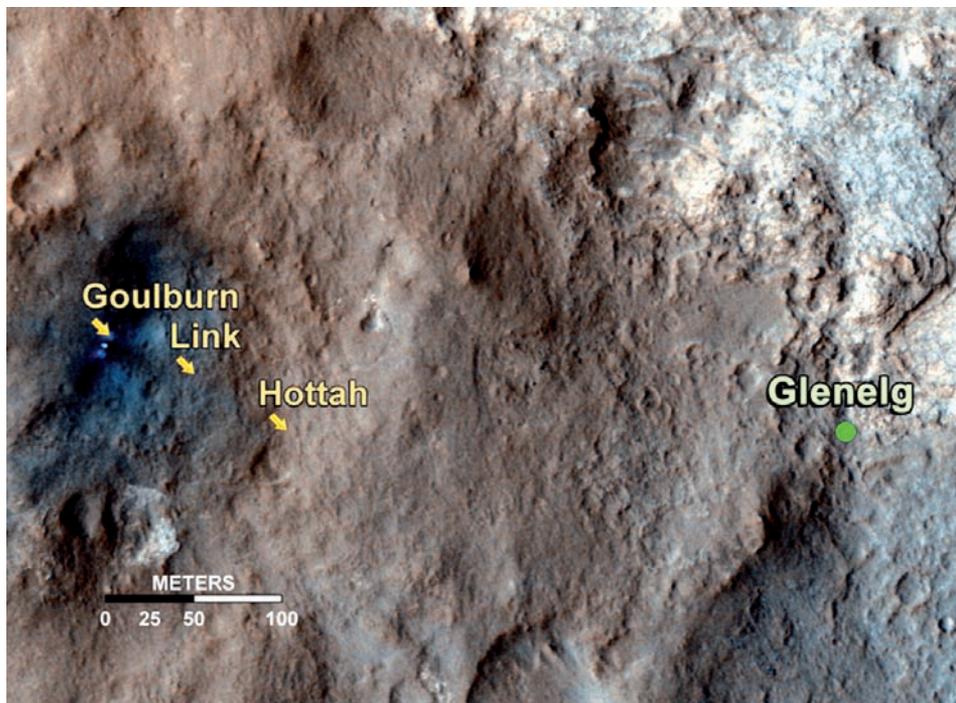
**V**eduta interna del cratere Gale, dominato nella parte centrale dal monte Sharp, sulle cui pendici Curiosity andrà a cercare eventuali tracce lasciate da forme di vita. La scelta è ricaduta su quest'area per la presenza di minerali argillosi. [NASA/JPL-Caltech/ESA/DLR/FU Berlin/MSSS]

nelg per raggiungere un sito, denominato Link, caratterizzato dalla presenza di uno sperone di roccia con inclusioni di ghiaia e ciottoli, la cui origine non può che essere riconducibile al fluire di acqua. A quel punto Curiosity è stato fatto ulteriormente avanzare per cercare tracce ancora più evidenti di una remota struttura idrologica. Dopo aver percorso altri 60 metri ha così raggiunto un secondo sperone di roccia, denominato Hottah, dove i ricercatori hanno avuto per la prima volta la certezza assoluta che su Marte un tempo lontano scorreva l'acqua. Hottah è un lastrone sollevatosi dal terreno a seguito di un probabile impatto meteoritico ed è costituito da ghiaia e ciottoli cementati

assieme in una matrice sabbiosa, una formazione che i geologi chiamano conglomerato sedimentario. Le caratteristiche di ghiaia e ciottoli sono del tutto simili a quelle della ghiaia e dei ciottoli modellati e trasportati dagli omologhi corsi d'acqua terrestri, tanto che in entrambi gli scenari i singoli elementi hanno superfici smussate e arrotondate dagli urti reciproci e dal rotolamento nel letto fluviale. Molto interessante è inoltre il fatto che Hottah mostri evidenti tracce di erosione posteriori alla sua sollevazione dal terreno, il che suggerisce che il lastrone si è formato a seguito di sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, è stato poi colpito dal meteorite che lo ha sollevato ri-

**I**siti nei quali Curiosity ha osservato formazioni rocciose originatesi grazie al prolungato scorrere di acqua. Le immagini di Link e Hottah, in particolare, mostrano inequivocabilmente il greto di antichi torrenti. Ora Curiosity sta muovendosi verso Glenelg. [NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona]

spetto al letto del torrente e successivamente è stato eroso dall'acqua che continuava a scorrere sopra di esso. Come si nota dalle immagini di Link e Hottah qui presentate, sul fronte delle faglie vi sono alcuni piccoli ciottoli chiaramente smusati e una parte della ghiaia è precipitata al di sotto delle faglie stesse fino a formare piccoli depositi, situazione questa che indica un lento dilavamento della matrice sabbiosa. Sono anche ben visibili alcuni solchi lasciati dagli ultimi rivoli di acqua dentro e attorno gli affioramenti rocciosi, segno di un graduale prosciugamen-



to dei torrenti. I ricercatori stimano che per dare origine a scenari con le caratteristiche di Link e Hottah sono necessarie migliaia di anni, se non milioni, e questo conferma che



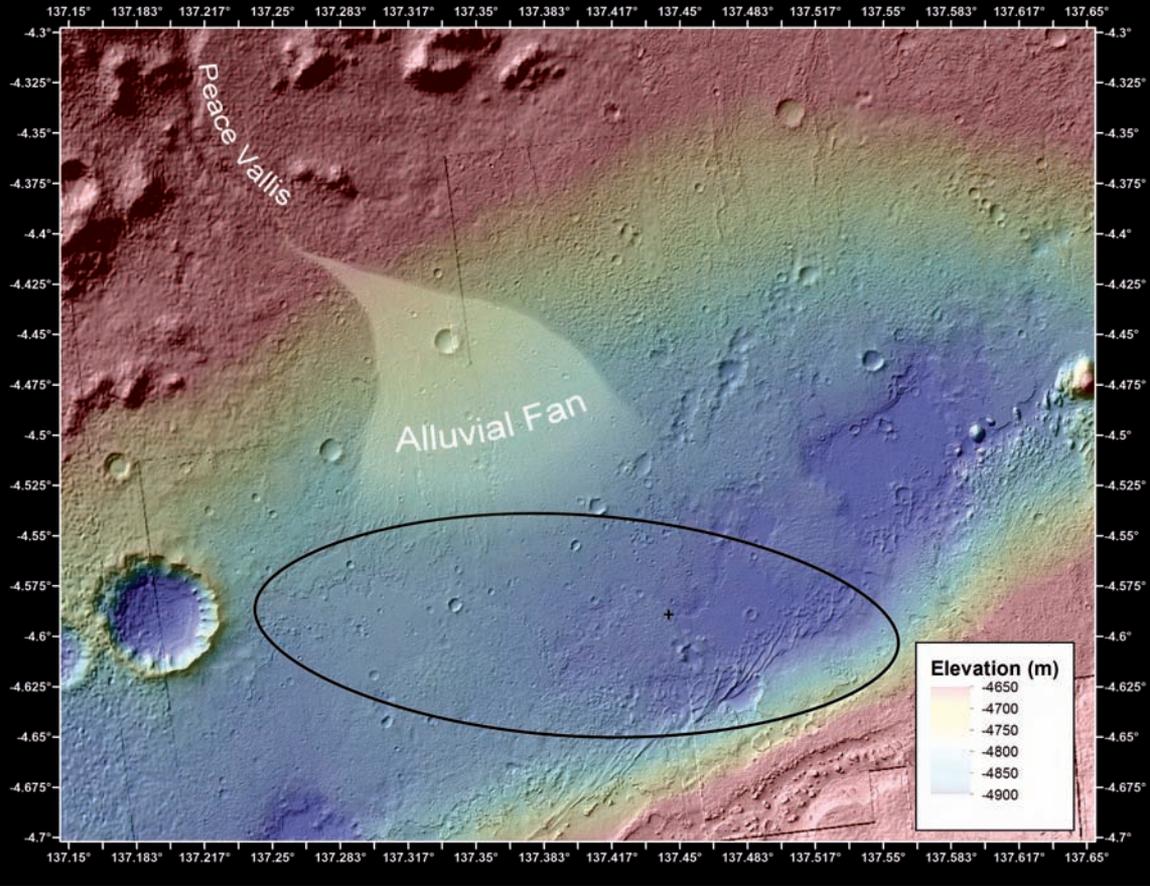
**E**cce una delle prime straordinarie immagini che ritraggono i resti di un antico torrente marziano, presa nel sito di Link. La forma acuminata di alcune rocce sarebbe già di per sé indicativa della direzione di scorrimento dell'acqua, ma ciò che più di tutto conferma lo scenario è l'erosione delle parti fratturate più esposte, con abbondante vesamento di ghiaia. [NASA/JPL-Caltech/MSSS]



**Un confronto che si commenta da sé: a sinistra un ingrandimento del greto di Link e a destra il greto di un torrente terrestre. I sedimenti conglomerati, il tipo di cementazione, la levigatura della ghiaia e l'erosione della matrice sono praticamente identici. Non esiste alcun meccanismo diverso dal prolungato scorrere di acqua che sia in grado di formare queste strutture. [NASA/JPL-Caltech/MSSS and PSI]**

lo scorrere di acqua su Marte non è stato un fenomeno effimero. Dalle dimensioni e dalla forma delle rocce conglomerate e dalle dimensioni di ghiaia e ciottoli sfusi si possono trarre informazioni sulla velocità dell'acqua e sulla sua profondità. I geologi del Planetary Science Institute, impegnati nell'interpretazione di ciò che Curiosity ha scoperto, sono propensi a credere che l'acqua raggiungesse, a seconda dei punti dei torrenti, altezze comprese fra pochi centimetri e quasi un metro, e che la sua velocità fosse di circa 1 m/s. Solo un corso d'acqua con tale portata sarebbe stato in grado di spostare e modellare ciottoli che le immagini mostrano avere dimensioni che raggiungono i 4-5 cm e che quindi hanno un peso non trascurabile. Nemmeno il ghiaietto più piccolo può essersi depositato attraverso meccanismi diversi da quelli dominati dall'acqua. È ad esempio impensabile che sia stato il vento a levigare e trasportare tutto quel materiale. Insomma, non c'è alcun dubbio sul fat-

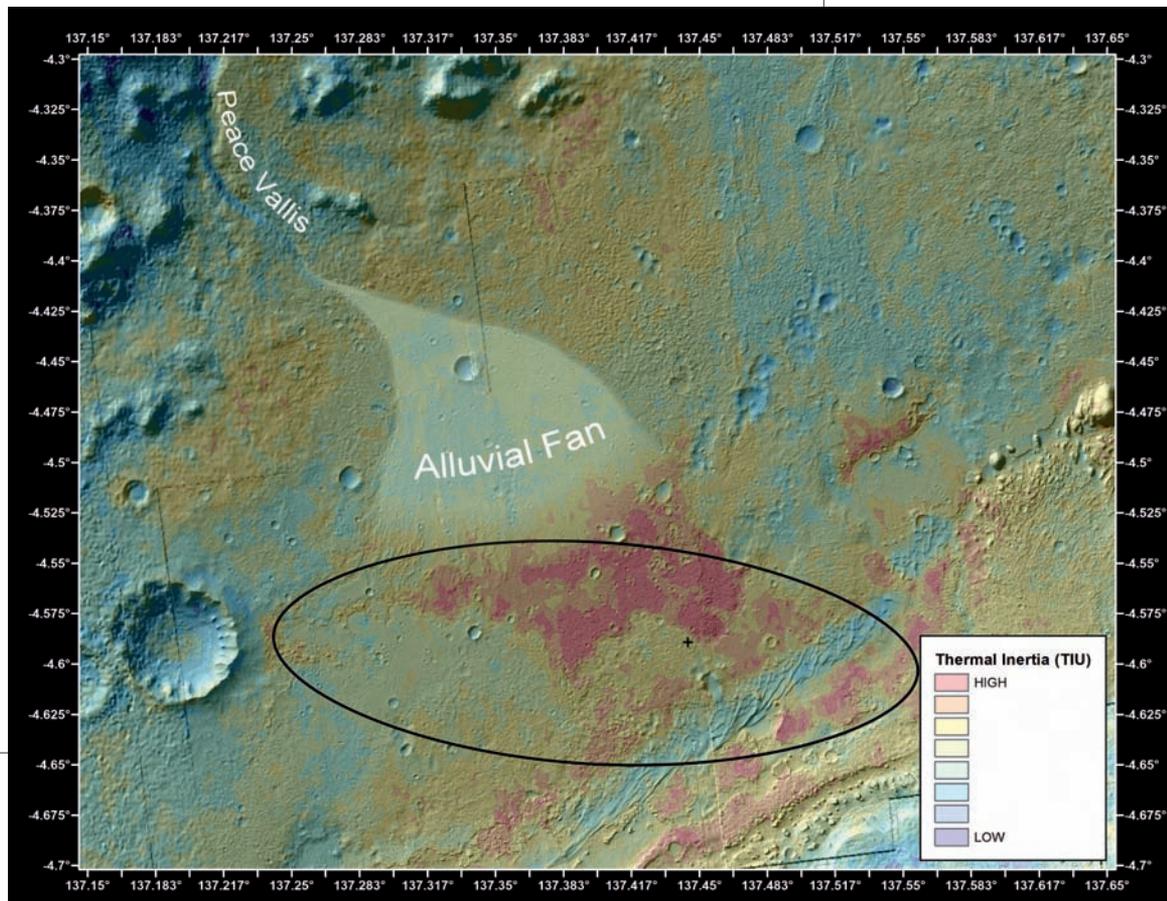
to che Curiosity abbia individuato i primi torrenti asciutti sulla superficie di Marte, confermando una volta per tutte le ipotesi che vogliono la presenza di acqua libera in superficie in epoche molto remote. Finora c'erano solo indizi, per quanto solidi, ora ci sono anche prove inconfutabili. I greti dei torrenti si sviluppano ai piedi del monte Sharp (un rilievo alto fino a 5,5 km che occupa una parte cospicua del cratere Gale, il cui diametro è di 154 km) e si inserisce perfettamente in una struttura a delta di origine alluvionale già individuata da sonde in orbita, che ha vertice in direzione del bordo del cratere e che si apre in una rete di canali più o meno tortuosi che scendono a valle, in direzione di Sharp. Grazie all'osservazione ravvicinata di Link e di Hottah, l'intera struttura a delta, ampia circa 50 km<sup>2</sup>, assume ora una connotazione ben precisa, testimoniando una rilevante attività idrologica, a lungo sospettata ma finora mai dimostrata con assoluta certezza. Ciò che invece i geologi non si aspettavano di

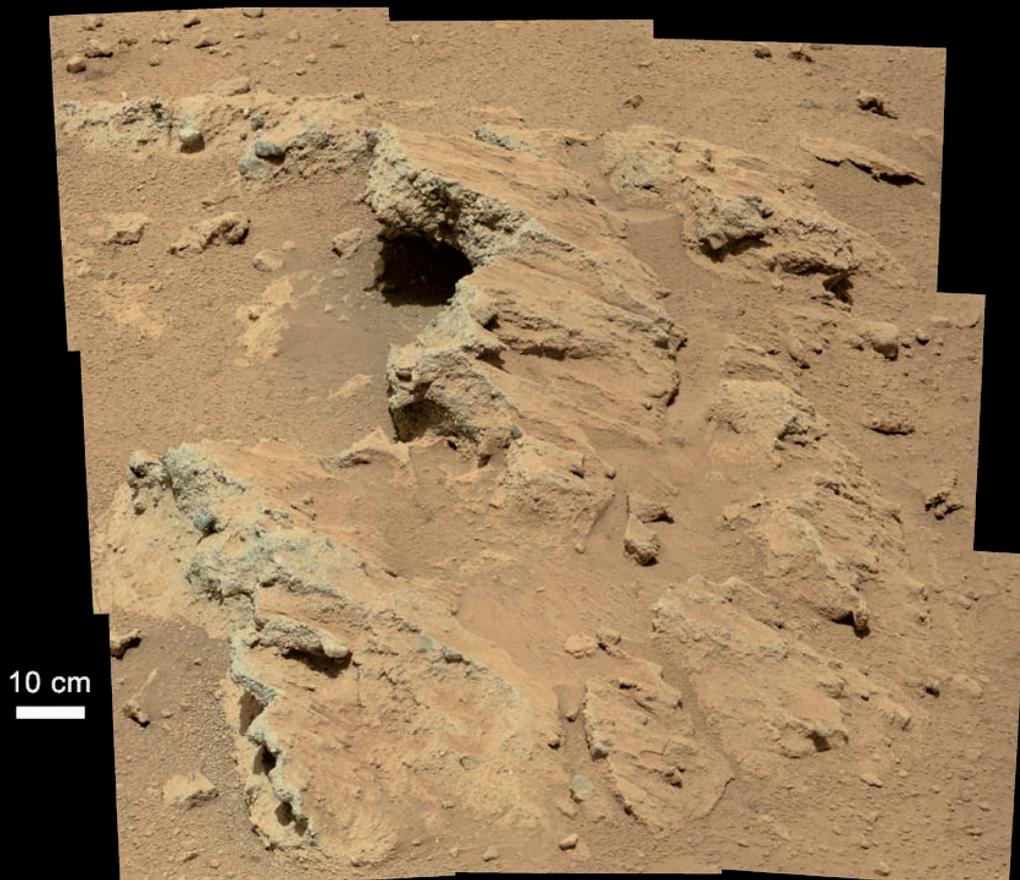


**C**onformazione del delta alluvionale, alimentato attraverso la Peace Vallis, che originò i greti scoperti da Curiosity. A sinistra abbiamo una mappa altimetrica, mentre in basso una mappa termica. La crocetta interna all'ellisse indica il sito di atterraggio del rover, molto vicino ai siti di Link e Hottah. Le zone rossastre qui sotto indicano rocce particolarmente compatte che trattengono più a lungo il calore, proprietà compatibile con i conglomerati sedimentari. [NASA/JPL-Caltech/UofA ASU]

trovare era che quella struttura, ora chiamata Peace Vallis, si spingesse dal bordo di Gale fino al luogo di atterraggio di Curiosity, fatto che espande ulteriormente l'area interessata da corsi d'acqua. Per quanto a lungo questi ultimi possano aver mantenuto umida quella regione, certo è che oggi la Peace Vallis (o almeno i siti finora visitati dal rover) è quanto di più arido si possa immaginare. Misurazioni dall'orbita effettuate dalla Mars Odyssey indicavano per il cratere Gale un contenuto subsuperficiale di acqua (verosimilmente ghiacciata e mista ad altri elementi) non superiore al 6%, valore che ora Curiosity ha ritoccato sensibilmente al ribasso. Il motivo della non corrispondenza fra i valori rilevati dalle due macchine va ricercata nella differente risoluzione spaziale: Mars Odyssey rileva abbondanze di acqua su aree unitarie di 300x300 km, quindi con una risoluzione che non lascia distinguere singole parti del

cratere Gale, mentre Curiosity lo fa metro per metro, mano a mano che procede con circospezione nel suo tragitto, e ciò consente di evidenziare tutta una serie di variazioni locali, equivalenti a un'osservazione ad altissima risoluzione impossibile da compiere da una posizione orbitale. In entrambi i casi la tecnica utilizzata per stimare l'abbondanza di acqua nel sotto-





10 cm

**L'**affioramento roccioso di Hottah è un frammento di un antico letto fluviale, spaccato e rialzato dall'impatto di una meteorite. Come nel caso di Link, anche qui si notano numerosi punti in cui l'erosione provocata dall'acqua su ciottoli e ghiaietto è inequivocabile: si veda ad esempio il piccolo sperone cerchiato nell'ingrandimento qui a fianco, dove risulta altrettanto evidente il deposito di ghiaia originato dal dilavamento della matrice lungo la faglia principale. Facili da riconoscere anche alcuni solchi lasciati poi dallo scorrimento dell'acqua. [NASA/JPL-Caltech/MSSS]

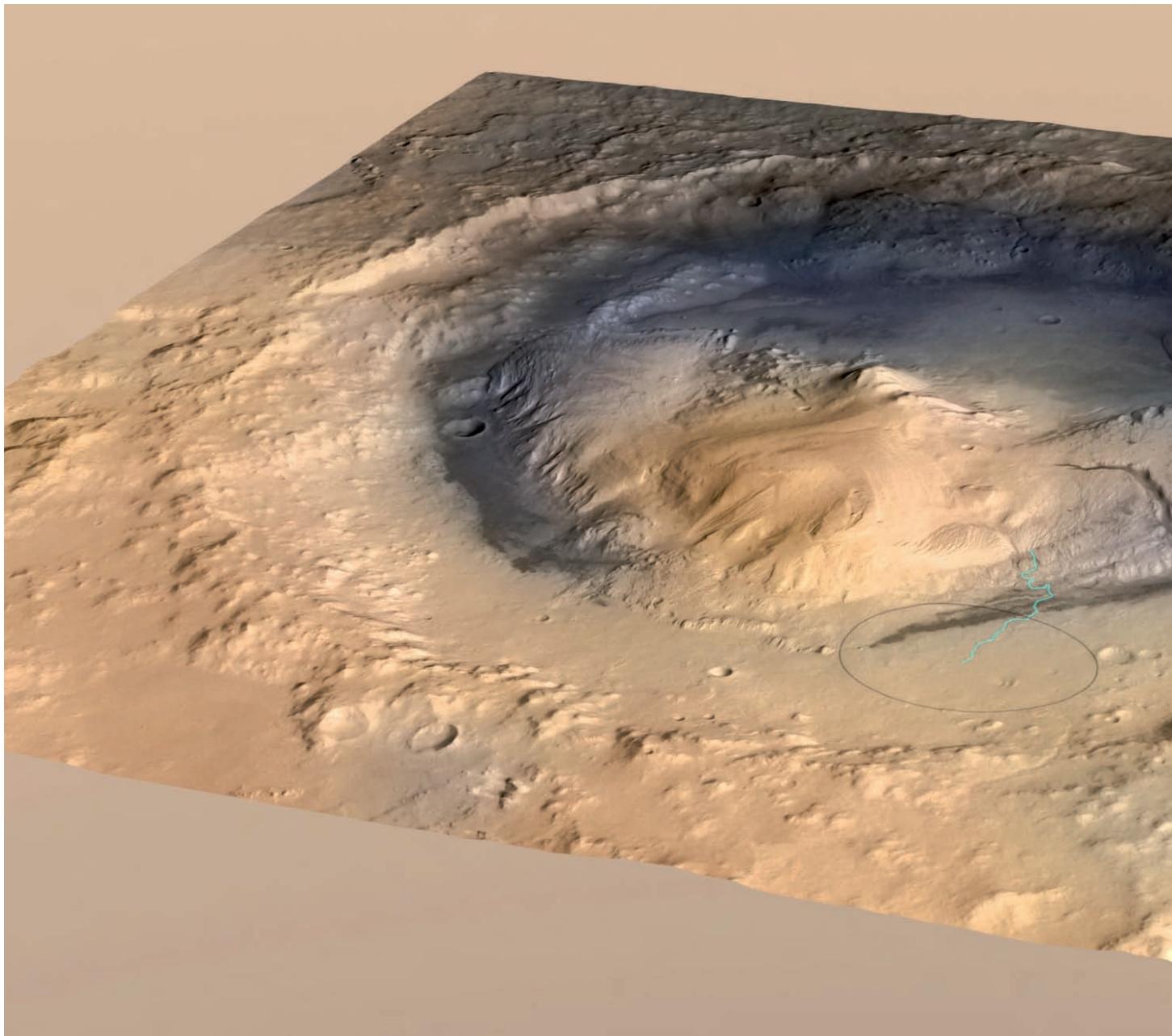
suolo consiste nell'individuare uno dei suoi componenti, l'idrogeno. Irradiando la superficie (fino ad alcuni metri di profondità) con neutroni di energia nota se ne misura

l'energia dopo la "riflessione", che sarà ridotta di poco se sono stati colpiti elementi diversi dall'idrogeno, mentre sarà ridotta di circa la metà se ad essere colpito è proprio l'idrogeno della molecola dell'acqua. Poiché quest'ultimo, alle temperature del sottosuolo marziano, si combina molto facilmente con l'ossigeno (oltre che col cloro e col fluoro, che però sono meno abbondanti), individuarlo significa di fatto trovare l'acqua. Dalla durata del viaggio di andata e ritorno dei neutroni si può infine risalire alla sua profondità nel terreno.

Anche se Curiosity si ritrovasse a perlustrare aree eccezionalmente aride, ai ricercatori impegnati nella missione sicuramente non dispiacerebbe, anzi. Si è infatti saputo che il rover ha trasportato su



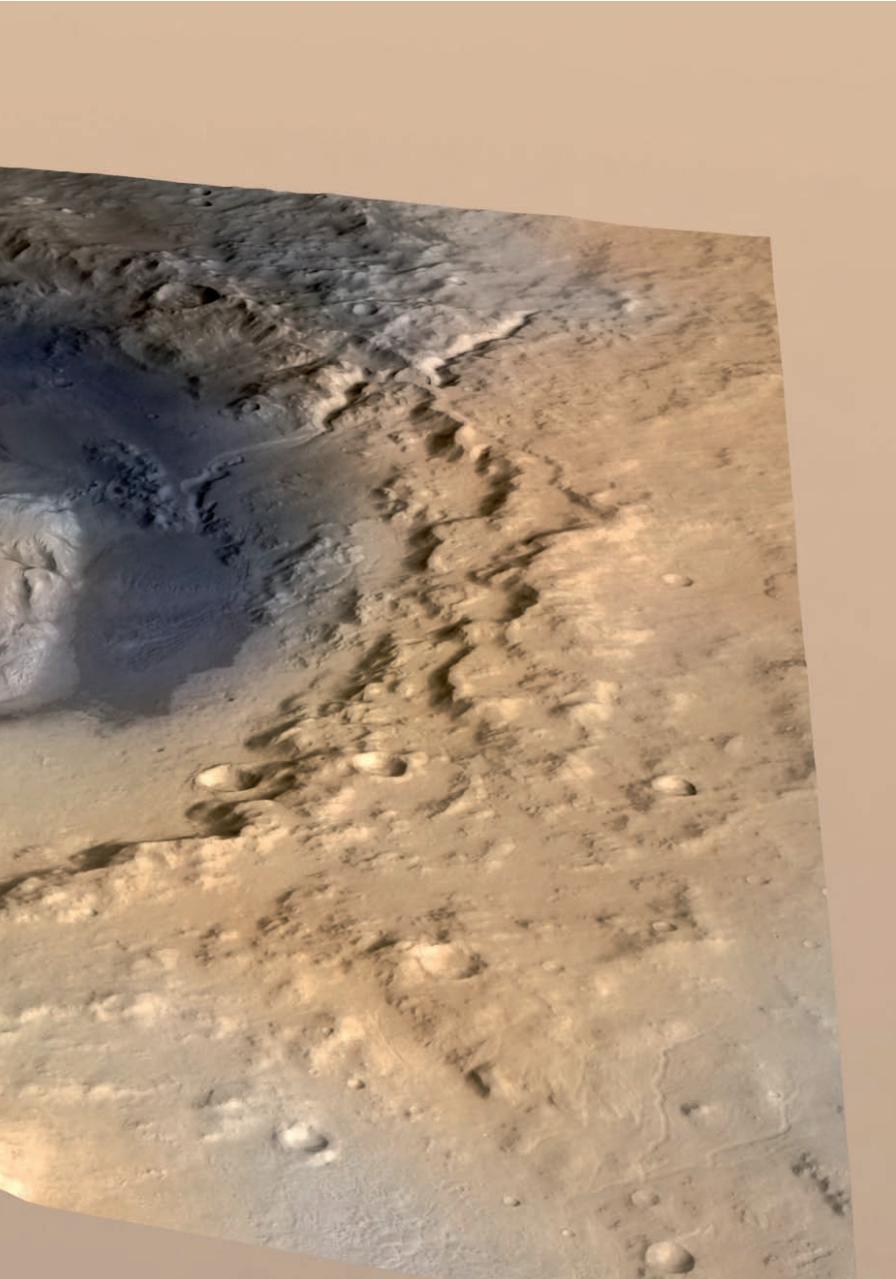
1 cm



Marte una gran quantità di spore batteriche (alcune centinaia di migliaia), che potrebbero contaminare l'ambiente e alterare alcuni degli esperimenti previsti qualora trovasse condizioni adatte alla loro sopravvivenza e riproduzione. Il problema è sorto quando i responsabili del dispositivo di perforazione

del suolo marziano avevano deciso, circa 6 mesi prima del lancio, di preinstallare una punta sullo speciale trapano di Curiosity, questo per prevenire un possibile malfunzionamento del delicato dispositivo di montaggio automatico delle punte, qualora un atterraggio poco morbido ne avesse com-

**V**isione d'insieme del Gale Crater con al centro il Mount Sharp, originatisi entrambi dall'impatto di un asteroide. L'ellisse rappresenta l'area



*entro la quale Curiosity sarebbe potuto atterrare; il tratto azzurro è invece il suo itinerario. [NASA/JPL-Caltech/ESA/DLR/FU Berlin/MSSS]*

promesso il corretto funzionamento, come dire meglio avere a disposizione una sola punta piuttosto che nessuna. Per preservare un così importante strumento ne è stata però alla fine scientemente compromessa la rigorosa sterilità, confidando nel fatto che le severe condizioni

ambientali di Marte in generale e del cratere Gale in particolare (bassissime temperature, elevata radiazione ultravioletta, alta concentrazione di anidride carbonica a livello del suolo) avrebbero provveduto esse stesse a sterilizzare il trapano e i suoi accessori. Sappiamo però bene quanto alcuni batteri, definiti estremofili, siano resistenti alle condizioni più avverse, tanto da sopravvivere a un viaggio interplanetario. Il rischio che la contaminazione possa aver comunque luogo non può dunque essere esclusa del tutto, ma perché abbia luogo necessita di un elemento indispensabile, l'acqua. Se una punta ricoperta di spore batteriche dovesse incontrare l'acqua perforando il sottosuolo marziano, esse si rivitalizzerebbero e moltiplicandosi occuperebbero il nuovo ambiente, eventualità astrobiologicamente nefasta.

Il fatto che Curiosity stia avanzando su terreni ancora più aridi del previsto è pertanto rassicurante. Sarebbe il colmo scoprire un giorno forme di vita su Marte, per poi accorgerci che sarebbero aliene solo per i marziani e non per noi.

Il principale compito di Curiosity è comunque quello di cercare residui di vita ormai estinta, quindi dai prodotti di un eventuale metabolismo a veri e propri microfossili, e sia Link sia Hottah sarebbero siti ideali dove iniziare a raccogliere campioni da analizzare con i minilaboratori in dotazione al rover. Ma i programmi sono altri e le prime analisi approfondite sono rimandate all'ancora più promettente sito di Glenelg, anch'esso toccato dalla Peace Vallis, circa 300 metri più avanti di Hottah nel percorso di Curiosity.

Sebbene le maggiori speranze dei ricercatori, circa la presenza di remote tracce di vita, siano riposte sulle pendici del monte Sharp (dove lentamente il rover si inerpicherà nei prossimi mesi), è innegabile che con Link e Hottah siamo già di fronte al primo ambiente marziano potenzialmente abitabile in un lontano passato. Avendolo trovato subito, alla prima occasione disponibile, viene da pensare che non si tratti di una fortuita coincidenza e che al contrario terreni con quelle caratteristiche siano piuttosto diffusi su Marte. ■

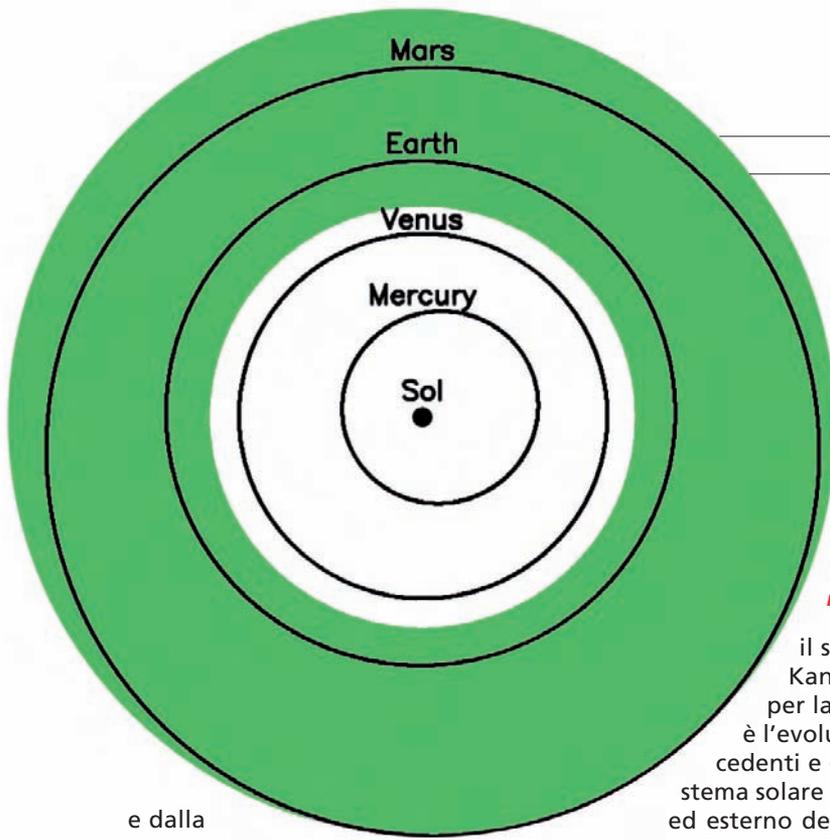
# L'espansione delle zone abitabili

**U**n'ipotetica luna abitabile, in orbita attorno a un gigante gassoso che domina il cielo illuminato da una stella di tipo solare. Questo potrebbe essere uno degli scenari che caratterizzano i sistemi planetari con un solo grande pianeta posto su un'orbita fortemente eccentrica.

*Un recente lavoro di due ricercatori del NASA Exoplanet Science Institute, relativo alla possibilità che la zona abitabile delle stelle sia in realtà più ampia del previsto, offre lo spunto per una riflessione sugli ambienti limite in grado di ospitare la vita.*

Ogni stella possiede una sua zona abitabile, ovvero un intervallo di distanze circumstellari entro le quali l'acqua eventualmente presente su un pianeta può presentarsi allo stato liquido. Ad oggi questo requisito è ritenuto essenziale alla comparsa della vita e quindi se si vuol sperare di trovarla in sistemi planetari diversi dal nostro è preferibile cercarla all'interno delle zone abitabili.

Essendo le stelle sostanzialmente sferiche (salvo casi qui trascurabili), anche le zone abitabili sono sferiche e se l'orbita di un pianeta che vi è immerso è poco o affatto eccentrica vi resterà immerso per l'intera rivoluzione attorno alla stella. Se invece, come in molti casi noti, l'orbita è un'ellisse allungata, con un'eccentricità tipica più di una cometa che non di un pianeta, allora il tempo di permanenza nella zona abitabile sarà limitato a una o due frazioni di orbita. Quando accade ciò, può il pianeta essere adatto ad ospitare forme di vita, oppure i confini teorici della zona abitabile sono vincolanti a tal proposito? Dare una risposta a questa domanda non è semplice, perché le variabili in gioco sono numerose. Ad esempio, l'ampiezza e la distanza delle zone abitabili variano con le dimensioni e la temperatura delle stelle, mentre la possibilità che un pianeta presenti acqua liquida in superficie è condizionata dalla massa del pianeta stesso, nonché dalla composizione

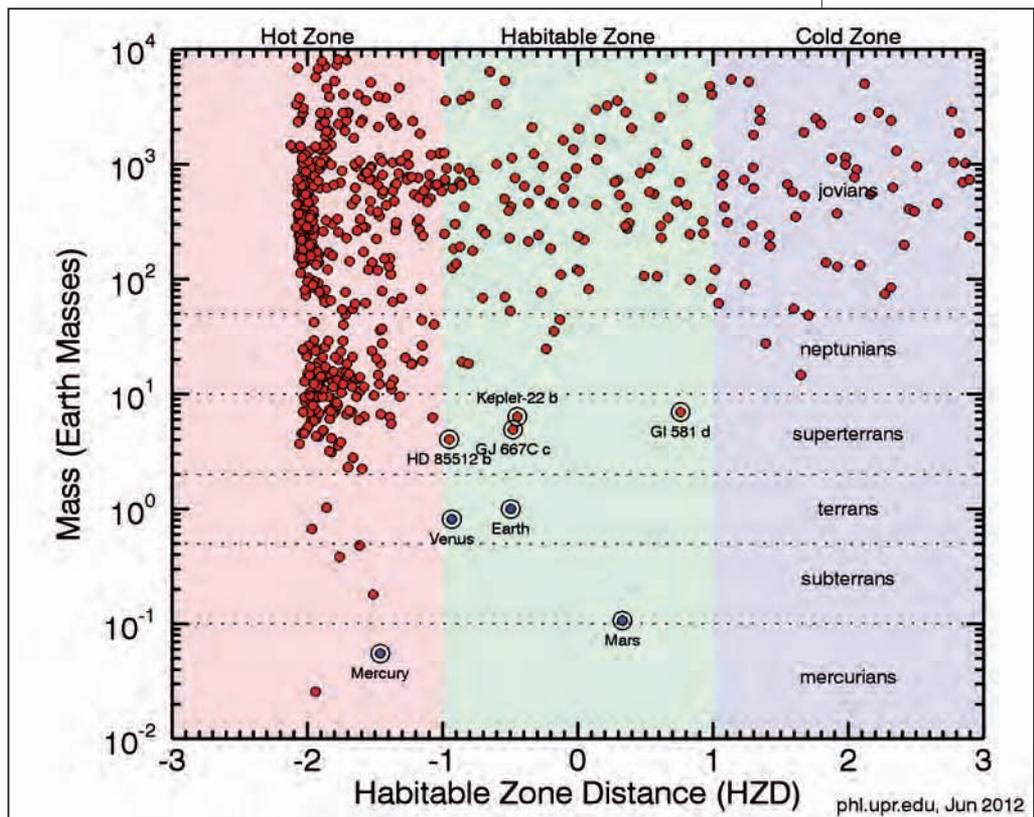


*In verde la zona abitabile del nostro sistema solare calcolata da Kane e Gelino. Come si nota, include per tutta la loro lunghezza le orbite di Terra e Marte, anche se l'abitabilità di quest'ultimo è una situazione che appartiene al lontano passato.*

il sito web [www.hzgallery.org](http://www.hzgallery.org). Kane e Gelino hanno utilizzato per la loro ricerca un modello che è l'evoluzione di modelli simili antecedenti e che se applicato al nostro sistema solare fornisce per i confini interno ed esterno della zona abitabile i valori di 0,836 UA e 1,656 UA, questo considerando per il Sole una temperatura superficiale di 5778 Kelvin (circa 5500°C). Il modello consente di avere anche una stima di massima della temperatura superficiale dei pianeti, con l'eccezione di quelle situazioni in cui è presente un forte effetto serra, come av-

e dalla temperatura dell'atmosfera e della superficie, a loro volta dipendenti da numerosi fattori. Nel tentativo di riordinare un po' le idee e per creare un database nel quale riconoscere pianeti dalle orbite particolarmente eccentriche che transitano nelle zone abitabili delle loro stelle, i ricercatori Stephen Kane e Dawn Gelino (del NASA Exoplanet Science Institute) hanno deciso di calcolare le dimensioni e le distanze delle zone abitabili di una parte cospicua dei sistemi planetari finora scoperti. L'imponente lavoro, i cui risultati sono da poco apparsi su *Astrobiology*, ha dato corpo a una risorsa chiamata Habitable Zone Gallery, alla quale si può accedere attraverso

**G**rafico della distribuzione delle masse degli esopianeti noti, in funzione della loro posizione nella zona abitabile delle rispettive stelle. Quelli solo teoricamente abitabili sono tutti molto più massicci della Terra.



phl.upr.edu, Jun 2012



**U**n caso estremo (ovviamente immaginario) è quello di due grandi lune entrambe dall'aspetto terrestre, in orbita attorno a un gigante gassoso. L'aspetto di questi mondi potrebbe variare moltissimo se la loro presenza nella zona abitabile fosse intermittente.

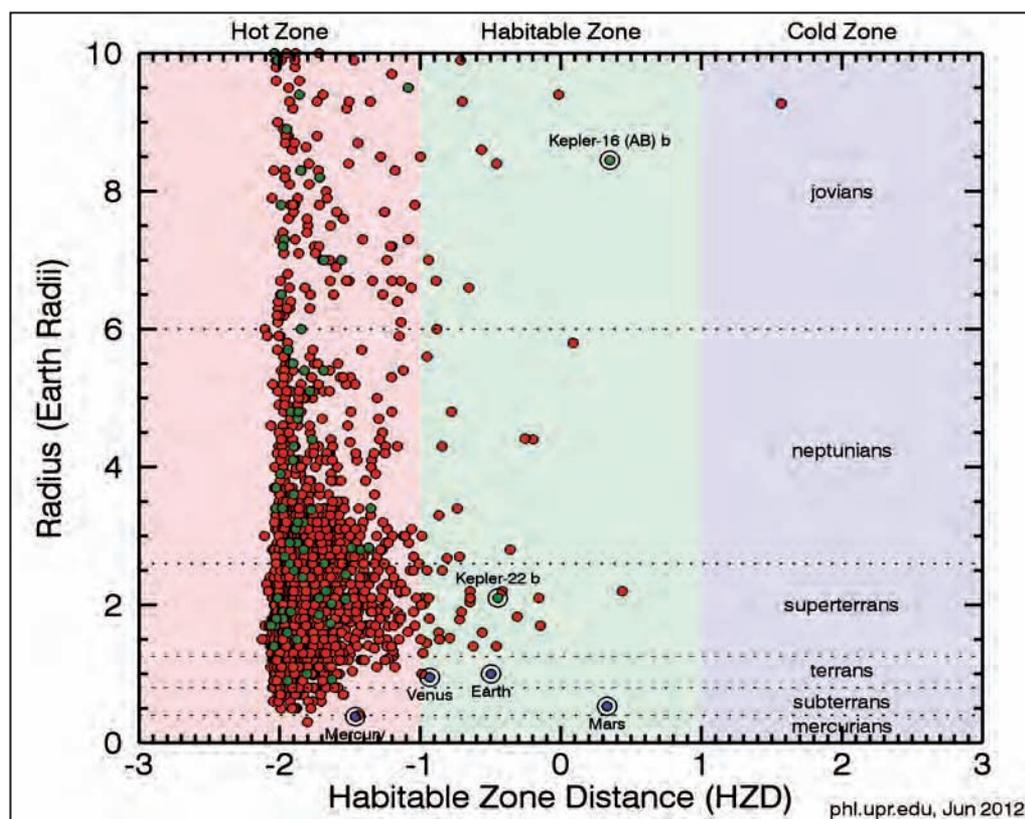
posti su orbite tutt'altro che circolari trascorrono nelle zone abitabili periodi sufficientemente lunghi da renderli potenzialmente ospitali verso eventuali forme di vita resistenti a forti cambiamenti climatici.

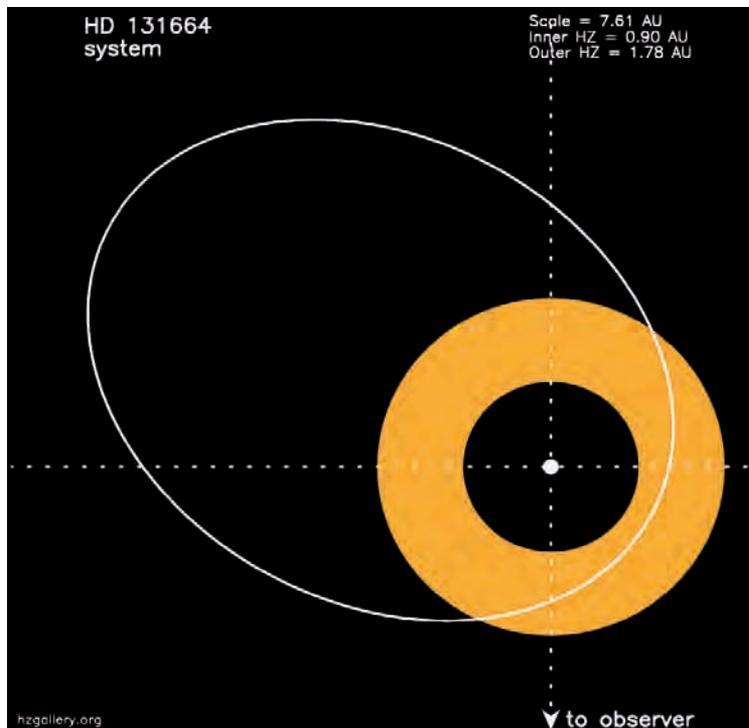
viene ad esempio per Venere, nel qual caso i valori ricavati sono sensibilmente inferiori alla realtà.

Applicato ai sistemi extrasolari, il nuovo modello ha prodotto scenari estremamente variegati, nei quali numerosi pianeti

Fattori selettivi dipendenti dalle tecniche utilizzate per la ricerca dei pianeti extrasolari hanno spesso favorito la scoperta di quelli giganti posti su orbite sensibilmente allungate, tanto che nella Habitable Zone Gallery quasi il 40% di essi ha orbite con

**I**n questo secondo grafico i candidati esopianeti sono inseriti in funzione del raggio (Terra = 1). In rosso oggetti ancora da confermare, in verde quelli già confermati al giugno 2012, in blu oggetti del nostro sistema solare. La notevole concentrazione di esopianeti in posizione più interna rispetto alla zona abitabile è da attribuire al fatto che sono per ora noti soprattutto esopianeti con orbite molto più piccole di quelle della Terra.





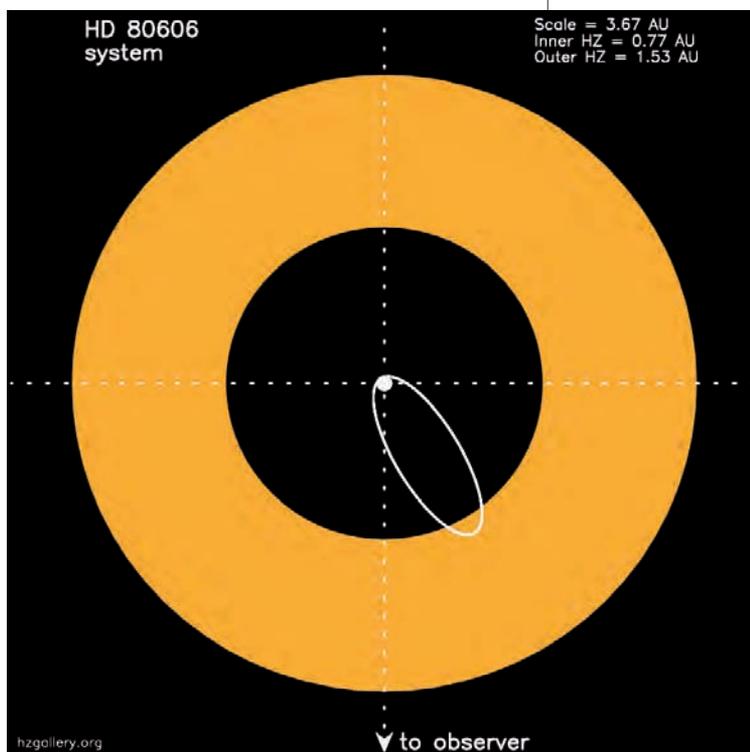
se maggiore di decine di milioni di km) potrebbe con una geometria orbitale favorevole permanere più a lungo nella zona abitabile. Un vantaggio ancora più rilevante verrebbe dal riscaldamento interno della luna provocato dalle maree esercitate dal pianeta e da altre lune, situazione non rara nel nostro sistema planetario. A questo va aggiunto il calore prodotto dalla radioattività tipica di ogni corpo planetario, che è maggiore all'inizio, quando è importante avere una fonte di calore che sostenga la comparsa e la prima evoluzione della vita.

**A sinistra,** lo schema dell'orbita di HD 131664b rispetto alla zona abitabile (rappresentata in ocra) della sua stella. All'apoaastro si raggiungono le 5 UA e solo batteri in grado di sospendere il proprio metabolismo per lungo tempo potrebbero resistere al gelo che colpirebbe un'eventuale luna in orbita attorno all'insospitale pianeta.

eccentricità che superano lo 0,2. (La dispersione delle eccentricità sembra aumentare al crescere dei periodi orbitali, ma solo perché per i periodi più brevi le maree stellari sono più efficaci nel circolarizzare le orbite ellittiche.)

Pianeti giganti su orbite cometarie non sembrano proprio uno scenario potenzialmente adatto alla vita, ma l'intenzione di Kane e Gelino è semplicemente quella di evolvere il concetto di zona abitabile, includendo situazioni finora solo sfiorate dai ricercatori, come quella della verosimile esistenza attorno a quei pianeti di lune di taglia terrestre. Su di esse l'acqua avrebbe più probabilità di scorrere liberamente, in quanto potrebbero avvalersi di più fonti di calore rispetto al singolo pianeta. Ad esempio, una luna che percorresse un'orbita molto ampia (con semias-

**A destra,** ecco una situazione opposta rispetto a quella dello schema precedente, la zona abitabile viene infatti attraversata in prossimità dell'apoaastro, rendendo critico un lungo tratto dell'orbita, soprattutto in prossimità del veloce passaggio al periaastro, dove la sopravvivenza di eventuali forme di vita sarebbe molto problematica.

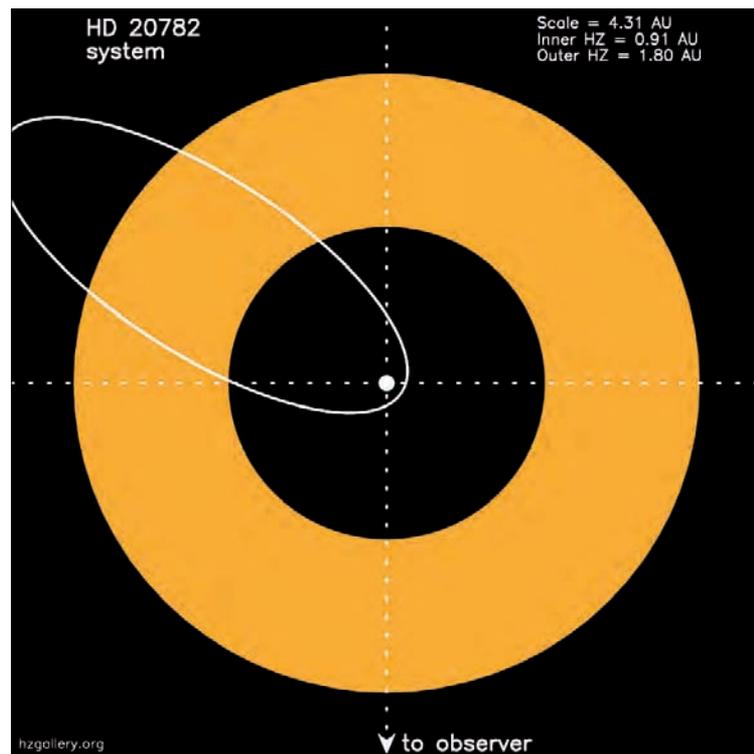


**U**no dei casi più interessanti contenuti nella Habitable Zone Gallery è quello del sistema di HD 20782, dove un pianeta poco più grande di Giove entra ed esce due volta ad ogni orbita nella zona abitabile, spingendosi al periastro fino a circa 15 milioni di km dalla sua stella, raggiungendo poi all'apoaastro quasi 400 milioni di km. I periodi intermedi potrebbero essere sufficienti a mitigare il clima di un'eventuale luna e a garantire un ambiente vivibile anche se caratterizzato da escursioni termiche piuttosto violente.

Tutto ciò potrebbe però non bastare, perché nelle sue primissime fasi di sviluppo la vita richiede una notevole stabilità climatica e ambientale in generale; infatti se è vero che i batteri terrestri sanno sopravvivere a condizioni estremamente avverse, (radiazioni ultraviolette, congelamento, alte temperature etc.) è anche vero che un conto è resistere e un altro conto è nascere, cosa molto meno facile se non c'è un minimo di

vantaggio dal tempo trascorso nella zona abitabile, dove si trova il periastro, poco oltre 1 UA. Qui le temperature possono salire oltre il punto di congelamento dell'acqua, ma una volta al di fuori della zona abitabile, fino all'apoaastro posto a circa 5 UA dalla stella, scendono di 100 e più gradi sotto lo zero. A causa dei vari fattori che potrebbero intervenire è praticamente impossibile prevedere quanto a lungo l'eventuale acqua possa rimanere li-

quida alla superficie di HD 131664b, ma a prima vista non sembra uno scenario idilliaco. Si aggiunga che noi oggi "vediamo" il pianeta muoversi su una ben precisa orbita, che di certo non è quella originaria, semmai è il risultato dell'evoluzione dinamica di quel sistema, dal quale per reciproche interazioni gravitazionali sono quasi sicuramente stati espulsi uno o più pianeti, evento che ha portato HD 131664b sull'attuale percorso, come dire che la posizione di partenza poteva essere anche più scomoda, astrobiologicamente parlando. Quindi il sapere che



oggi su una sua eventuale luna potrebbero sopravvivere dei batteri, senza sapere se ci sono mai state le condizioni adatte alla loro comparsa, serve a poco. Lo stesso discorso può essere fatto per il secondo pianeta preso ad esempio dai due ricercatori, ossia quello che ruota attorno alla stella (anch'essa simile al Sole) HD 80606. Si tratta di un gigante gassoso di 4 masse gioviane che percorre un'orbita con ben 0,93 di eccentricità, quindi allungatissima, con periastro a pochi milioni di km dalla stella, il che comporta una temperatura massima non lontana dai 1800°C. Grazie al fatto che all'apoaastro (posto a quasi 1 UA)

oggi su una sua eventuale luna potrebbero sopravvivere dei batteri, senza sapere se ci sono mai state le condizioni adatte alla loro comparsa, serve a poco.

Lo stesso discorso può essere fatto per il secondo pianeta preso ad esempio dai due ricercatori, ossia quello che ruota attorno alla stella (anch'essa simile al Sole) HD 80606. Si tratta di un gigante gassoso di 4 masse gioviane che percorre un'orbita con ben 0,93 di eccentricità, quindi allungatissima, con periastro a pochi milioni di km dalla stella, il che comporta una temperatura massima non lontana dai 1800°C. Grazie al fatto che all'apoaastro (posto a quasi 1 UA)

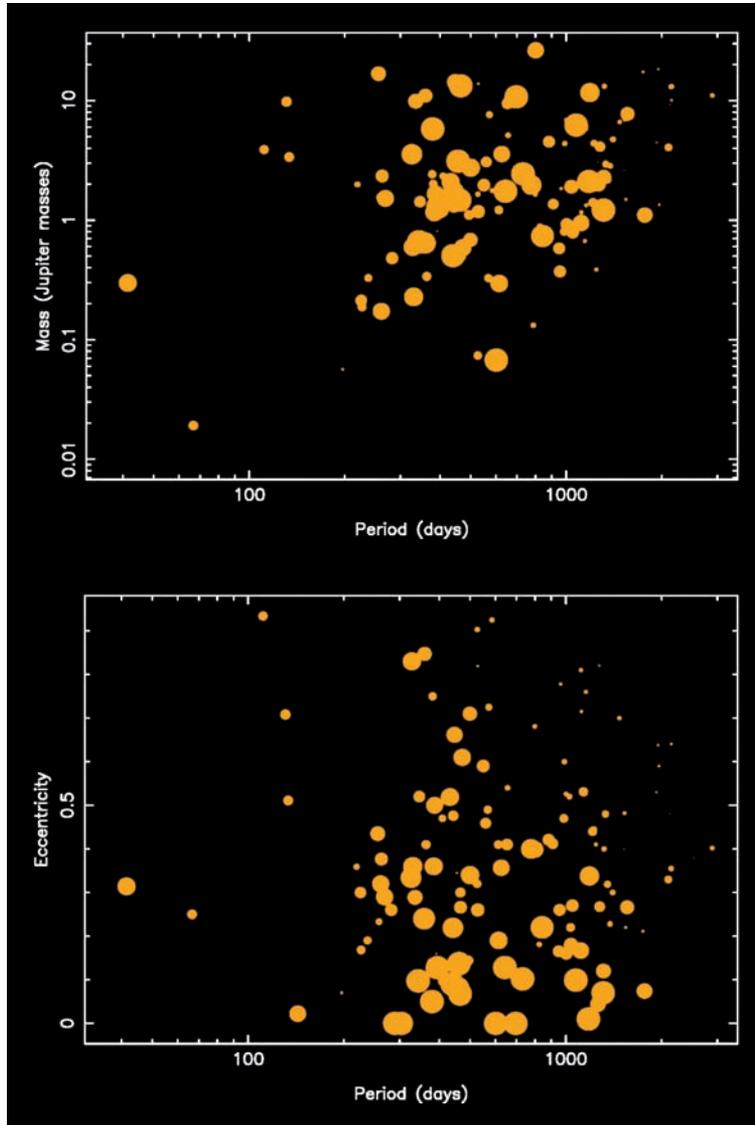
il pianeta si muove lentissimamente, riesce a trascorre nella zona abitabile 44 dei 111 giorni del periodo orbitale e qui la temperatura stimata dai ricercatori, sempre su una luna simile alla Terra, raggiungerebbe un gradevole  $+13^{\circ}\text{C}$ . È tuttavia difficile immaginare una forma di vita che possa trarne beneficio dopo essere passata indenne dalla fornace del periastro...

Un esempio sicuramente meno negativo che ci sentiamo di aggiungere è quello del sistema di HD 20782, nel quale un pianeta poco più grande di Giove entra ed esce dalla zona abitabile un paio di volte ad ogni orbita, spingendosi al periastro fino a circa 15 milioni di km dalla stella e all'apoastro fino a 2,5 UA (l'eccentricità è 0,925). In questo caso le eventuali lune del pianeta hanno due periodi annuali utili alla mitigazione del clima, e considerando

che il rovente (qualche centinaio di gradi) passaggio all'apoastro è molto veloce, in questo caso la situazione complessiva è meno critica sotto l'aspetto astrobiologico. Un ultimo aspetto considerato nel modello di Kane e Gelino è quello della stabilità delle orbite delle lune durante il passaggio al periastro assieme al loro pianeta, argomento già affrontato una decina di anni fa da Hamilton e Burns e per il quale si hanno riscontri incoraggianti, nel senso che le lune risultano generalmente stabili nelle

loro orbite, fatti salvi i casi in cui i periastri sono particolarmente radenti.

L'aver in qualche modo valutato che esistono limitate ma verosimili probabilità che persino pianeti dall'orbita molto eccentrica sono in grado di offrire direttamente o attraverso le loro lune degli ambienti adatti quanto meno al sostentamento della vita, rafforza ulteriormente l'idea che dove le condizioni sono ancora più favorevoli quella stessa vita riesca a comparire e a svilupparsi con relativa facilità. ■



**In questi due grafici viene rappresentata la relazione fra i tempi di rivoluzione di un nutrito campione di esopianeti (quasi 600) con la loro massa (sopra) e con l'eccentricità della loro orbita. Le dimensioni di ogni dischetto sono proporzionate al tempo trascorso dai pianeti nelle zone abitabili. Anche in questo caso si notano delle concentrazioni attribuibili a limiti strumentali e temporali.**

Starry Night



**Centaurus**

Linea in oro e diamanti



Starry Night®

Indossa l'emozione di un cielo stellato



**Andromeda**

Linea in argento



CELSIUS 1063 di A. Casabona - Milano  
[www.starry-night.it](http://www.starry-night.it)

Starry Night

# La Terra di Al

*Mentre Kepler cerca esopianeti di taglia terrestre a migliaia di anni luce di distanza, HARPS ne trova uno alla minima distanza possibile, niente meno che nel sistema stellare di Alfa Centauri, di gran lunga il più vicino al Sole. È troppo caldo per essere abitabile, ma è probabile che nello stesso sistema ne esistano altri molto meno ostili. Saranno la prima meta interstellare dell'umanità?*

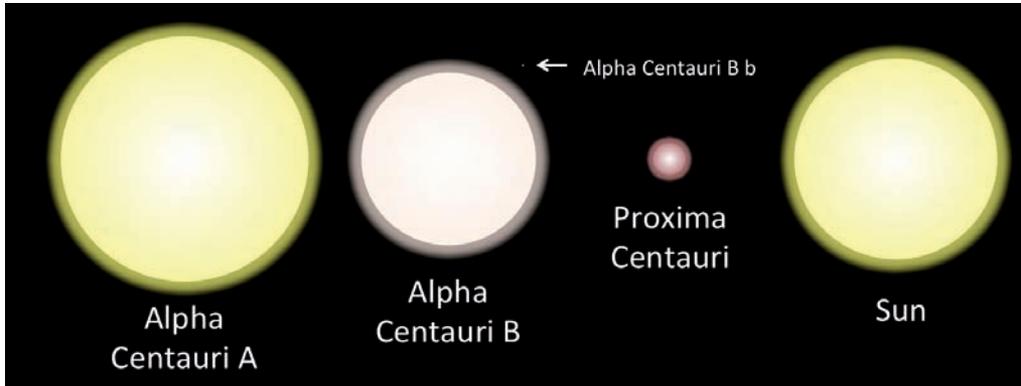
*La brillantissima Alfa Centauri domina il campo stellare che la circonda. L'elevata luminosità è in realtà la somma dell'emissione di due stelle simili al Sole e denominate Alfa Centauri A e Alfa Centauri B. Esse sono però così vicine fra loro da apparire ad occhio nudo come un unico astro. [ESO/Digitized Sky Survey 2]*

# Alfa Centauri B

**È** una delle stelle più famose ed è nota anche al grande pubblico per il fatto di essere quella più vicina alla Terra dopo il Sole, oltre che per apparire a occhio nudo come la terza stella più brillante del cielo, con una magnitudine di -0,27. Ci riferiamo ovviamente ad Alfa Centauri, in realtà non un singolo astro bensì un sistema triplo formato da due stelle simili al Sole, Alfa Centauri A e Alfa Centauri B, vicinissime fra loro, e da una nana rossa lontana circa 14000 unità astronomiche (UA) dalla coppia. A dire il vero è proprio quest'ulti-

ma la stella più vicina fra le tre, con i suoi 4,24 anni luce di distanza (contro i 4,37 delle altre due) e proprio per tale motivo ha ricevuto il nome di Proxima Centauri.

Essendo il sistema di Alfa Centauri quello più vicino alla Terra è inevitabile guardarlo con un certo interesse, perché se mai un giorno l'umanità dovesse tentare un viaggio interstellare, quella potrebbe essere la destinazione. Non è dunque strano che da diversi anni a questa parte i ricercatori si siano dati da fare per trovare tracce di pianeti in orbita attorno a quelle stelle, sen-



**C**onfronto fra dimensioni e colori delle stelle del sistema di Alfa Centauri e del Sole. Con l'eccezione di Proxima Centauri le somiglianze sono evidenti. [PHL @ UPR Arcibo]

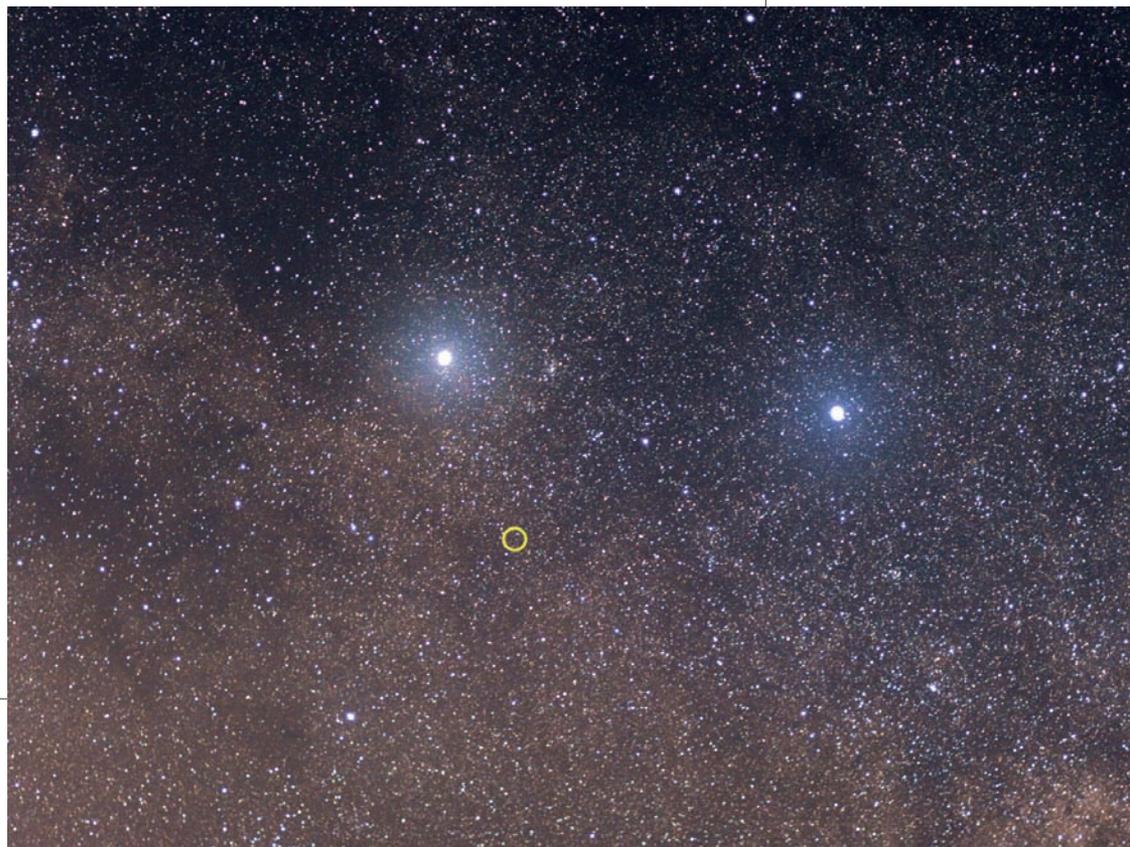
za però mai scoprirne. Mai prima d'ora! Infatti anche fra i nostri vicini di casa alla fine un pianeta è saltato fuori ed è addirittura piccolo come la Terra, una notizia a dir poco entusiasmante, sebbene manchi sicuramente la ciliegina sulla torta, ovvero l'abitabilità, del tutto esclusa dalla breve distanza pianeta-stella.

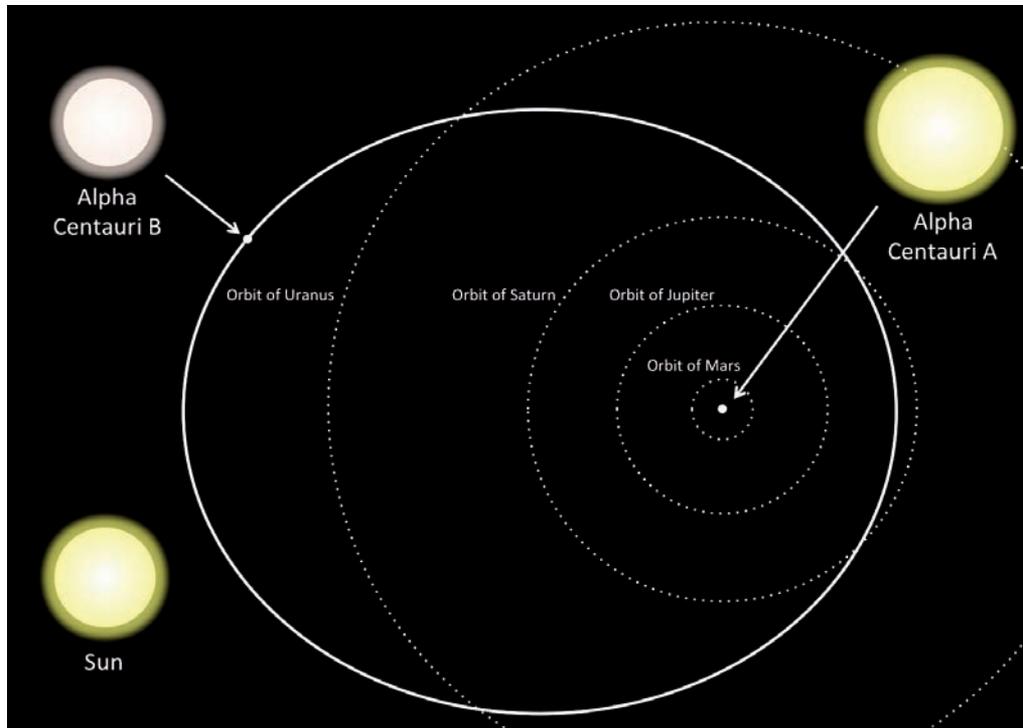
A riuscire nella storica impresa è stato un gruppo di ricercatori europei, facenti capo prevalentemente all'Osservatorio e all'Università di Ginevra. Sotto la guida di Xavier Dumusque hanno osservato a partire dal febbraio 2008 e per oltre 4 anni, con l'impareggiabile High Accuracy Radial velocity Planet Searcher (HARPS), applicato al telescopio di 3,6 metri dell'European Southern Observatory (a La Silla, Cile) una decina di stelle vicine e particolarmente tranquille in quanto a fenomenologie superficiali. L'altissima risoluzione degli spettri prodotti da HARPS (e quindi la possibilità di osservare

minimi spostamenti delle righe lasciate da elementi chimici noti) consente di far emergere variazioni nella velocità radiale delle stelle inferiori a 1 metro al secondo, questo a patto di saper identificare tutto il "rumore" introdotto da una lunga serie di fattori, molti dei quali già presi singolarmente sono più che sufficienti a coprire il segnale cercato, ovvero lo spostamento di una stella dovuto alla presenza di un pianeta (o più pianeti).

Fra le stelle oggetto delle attenzioni del team di Dumusque c'era Alfa Centauri B, che è stata tenuta sotto stretta sorveglianza fino all'estate del 2011, dopo di che è iniziato il lungo lavoro di interpretazione

**L**a coppia Alfa Centauri A e B ripresa con un comune obiettivo fotografico di 85 mm f/1.8 e opportunamente elaborata. È già sufficiente una strumentazione così modesta per registrare anche l'immagine della stella in assoluto più vicina al nostro sistema solare, Proxima Centauri, posta al centro del cerchietto giallo.





**S**e mettessimo Alfa Centauri A al posto del Sole, le orbite dei pianeti giganti sarebbero irrimediabilmente perturbate da Alfa Centauri B e l'intero sistema planetario finirebbe con l'essere sconvolto dall'ingombrante presenza. [PHL @ UPR Arcibo]

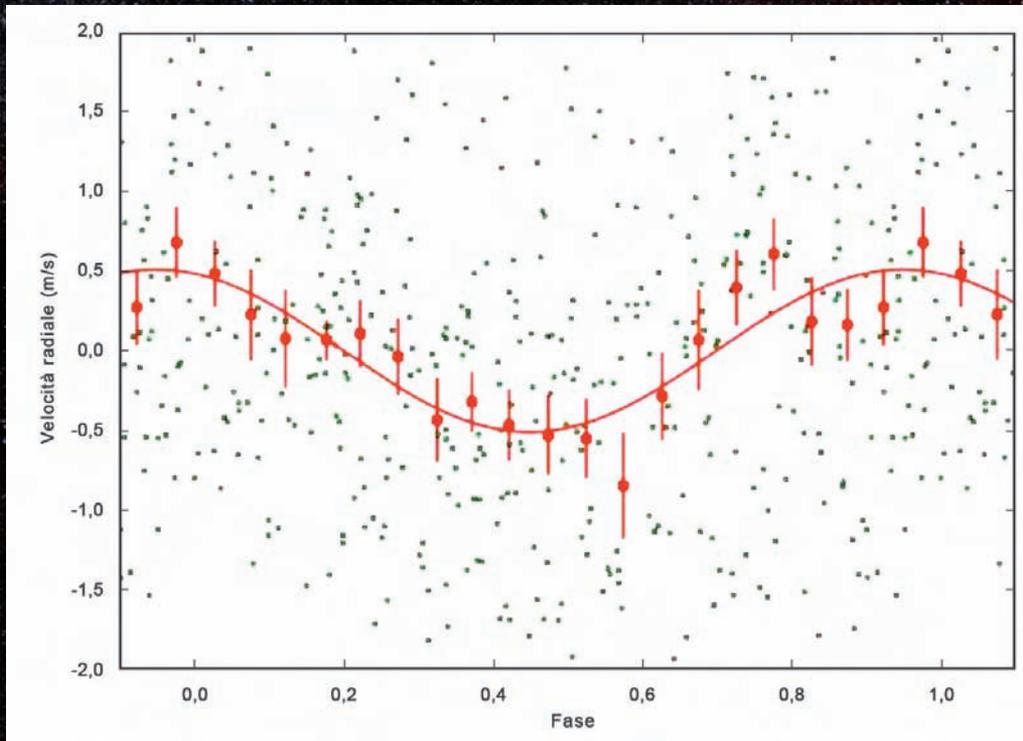
che cosa e in quale misura il segnale utile (ossia il contributo dato dalla massa del pianeta) può essere coperto. Iniziamo dal rumore strumentale, il cui effetto complessivo è stimato in 0,7 m/s ed è attribuibile principalmente alla dispersione del segnale, comunque gestibile. Sul fronte

e verifica dei dati raccolti, sfociato nell'annuncio ufficiale su *Nature* del 17 ottobre 2012 della scoperta del pianeta Alfa Centauri Bb. (Il bottino complessivo è stato di 7 pianeti attorno a 4 stelle.)

Durante le sessioni osservative, i ricercatori hanno preso tre spettri di 10 minuti l'uno, distanziati di due ore, così da cogliere anche le più brevi e leggere variazioni della velocità radiale della stella in questione. In quel materiale sono quindi andati a cercare segnali periodici, escludendo via via tutti quelli riconducibili a fenomeni intrinseci ad Alfa Centauri B, alla presenza di Alfa Centauri A, a rumori strumentali e a quant'altro potesse contaminare il segnale di un eventuale pianeta.

La sottrazione di tutti rumori è un procedimento decisamente complesso e per dare un'idea delle difficoltà che comporta adotteremo come metro la massima variazione radiale che un pianeta come la Terra avrebbe sulla distanza di una stella come Alfa Centauri B, qualora fosse posto nella zona abitabile di quest'ultima: circa 0,3 metri al secondo (m/s). Ora andiamo a vedere da

stella abbiamo un'oscillazione globale di pochi centimetri al secondo su periodi inferiori ai 5 minuti, che di fatto si annullano nel tempo di esposizione degli spettri; il moto della granulazione introduce invece una variazione di 0,6 m/s su periodi che variano da un quarto d'ora a diverse ore. C'è poi il segnale generato dalla rotazione della stella, complicato dalla irregolare presenza di regioni attive in fotosfera; fortunatamente nel caso specifico, le fenomenologie appaiono modeste e il problema può essere ridotto al minimo dalla conoscenza del periodo di rotazione dell'astro, fissato in 38,7 giorni. Altra fonte di disturbo è il variare della posizione e della velocità orbitale di Alfa Centauri B rispetto al baricentro condiviso con Alfa Centauri A e Proxima Centauri (per la verità quest'ultima è trascurabile). Ma anche la precisa conoscenza della velocità e della direzione della Terra nella sua orbita sono essenziali. E che dire dell'inquinamento prodotto nella luce di Alfa Centauri B dalla luce della vicina Alfa Centauri A, che a sua volta include segnali di varia natura? Ovviamente



**R**appresentazione grafica della variazione nella velocità radiale di Alfa Centauri B imputabile alla presenza del pianeta. La linea sinuosa rossa rappresenta la mediana dei valori osservati, mentre i segmenti rossi verticali sono i margini di errore. [Xavier Dumusque et. al]

## Alpha Centauri

bisogna eliminare anche quello... In tutto sono oltre una ventina i fattori di cui i ricercatori hanno dovuto tener conto per arrivare a capire se c'era ancora un residuo di velocità radiale eventualmente attribuibile a un pianeta. E il residuo c'era eccome e sembrava adattarsi a due diversi periodi orbitali di 3,236 e 0,762 giorni, dei quali solo il primo è alla fine risultato reale (che sia falso è probabile solo allo 0,3%) ed è stato riscontrato con la medesima fase in tutti gli anni di osservazione, come ci si aspetterebbe da un segnale di origine planetaria.

L'unico modo per spiegare fino in fondo il comportamento spettrale di Alfa Centauri B è dunque quello di ammettere l'esistenza di un pianeta che compie una rivoluzione ogni 3,236 giorni, su un'orbita con

semiasse maggiore di appena 0,04 UA (6 milioni di km) ed eccentricità vicina allo zero, quindi circolare.

Da quanto il pianeta riesce ad attirare verso di sé la stella, solo 51 cm/s (1,8 km/h), si è potuta stimare una massa minima pari a 1,13 ( $\pm 0,09$ ) masse terrestri, rispetto alle 0,934 masse solari di Alfa Centauri B. La massa minima è quella che il pianeta avrebbe se la sua orbita fosse complanare alla linea stella-osservatore, ma anche se fosse inclinata ci sarebbero buone probabilità che la massa non sia sensibilmente superiore.

Dunque Dumusque e colleghi hanno scoperto un pianeta piccolo come la Terra nell'ambiente extrasolare più vicino che esista, peccato che per intuibili motivi legati alla sua temperatura (sui 2000°C) quel

## Alpha Centauri A

mondo sia invivibile, ma ciò non toglie che attorno ad Alfa Centauri B possano esistere altri pianeti simili, a distanze più favorevoli. Studi statistici suggeriscono infatti che i piccoli pianeti (più o meno di taglia terrestre) si formano preferibilmente all'interno di sistemi planetari multipli ed è quindi tutt'altro che improbabile che Alfa Centauri B possa averne altri. Sembra ormai anche appurato che le "taglie piccole" siano quelle più diffuse nelle centinaia di sistemi planetari finora confermati, realtà che lascia ben sperare. Il problema è che scoprire pianeti grandi come la Terra ma più lontani da Alfa Centauri B rispetto a quello ora scoperto, e magari collocati in un posizione favorevole al mantenimento dell'acqua liquida, è attualmente impossibile: la zona abitabile è centrata a circa 100 milioni di km dalla stella (dove il periodo è attorno ai 200 giorni) e per ravvisarvi la presenza di un pianeta questo dovrebbe avere una massa minima di 4 masse terrestri, il che lo collocherebbe nella categoria delle superTerre, pianeti un po' troppo "attraenti" per i nostri gusti. Per verificare la presenza di altri piccoli pianeti attorno alla stella in questione bisognerà dunque attendere l'entrata in scena di nuovi e più potenti strumenti, come l'European Extremely Large Telescope (E-ELT), lo Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch (SPHERE) e l'Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations (ESPRESSO), tutti previsti operativi entro pochi anni e tutti in grado di contribuire al raggiungimento dell'am-

bito traguardo. Se dovessero esserci altri pianeti, la loro presenza sarebbe comunque limitata a una regione di pochissime unità astronomiche dalla stella, e questo per la presenza di Alfa Centauri A, il cui semiasse maggiore rispetto al baricentro del sistema misura solo 17,57 UA (per un periodo di 80 anni), la cui massa è 1,1 volte quella del Sole (contro le 0,93 della compagna) e la cui orbita è piuttosto eccentrica (0,5), fattori che la rendono destabilizzante. Sicuramente un sistema come quello di Alfa Centauri non potrebbe essere collocato al posto del Sole senza perdere tutti i pianeti oltre l'orbita di Marte. I ricercatori sono comunque ottimisti sul fatto che in un sistema di quel tipo ogni stella possa trattenere i propri pianeti quanto meno fino alla zona abitabile, che dopo tutto è ciò che più importa. (Recentemente sono stati riscontrati casi di sorprendente stabilità dinamica, come ad esempio quello del pianeta PH1, che orbita attorno alla stella KIC 4862625: oltre 6 volte più grande della Terra, compie una rivoluzione in 20 giorni attorno a una binaria ad eclisse, attorno alla quale ruota a sua volta un'altra binaria distante circa 1000 UA. Insomma, c'è anche un pianeta in un sistema quadruplo!) Concludendo, la scoperta di Alfa Centauri Bb è una tappa fondamentale nell'individuazione di una seconda Terra nelle immediate vicinanze del Sole. Che la meta possa essere raggiunta entro pochi anni è fuori discussione e non possiamo escludere che quel pianeta abbia già lasciato una traccia nei database di qualche survey e aspetti solo di essere confermato. ■

**I**l nuovo scenario del sistema di Alfa Centauri visto dalle vicinanze del pianeta scoperto attorno alla componente B. Suggestiva la visione del Sole che si staglia sulla scia della Via Lattea. [ESO/L. Calçada, N. Risinger]

# Esistono le novae mareali?

*Potrebbe esistere un tipo di stella nova all'origine della quale ci sono le intense forze mareali che si scatenano nei sistemi binari stretti formati da nane bianche. Per ora è solo una teoria, ma c'è già un interessante candidato che potrebbe un giorno confermarla.*

**D**ue nane bianche quasi a contatto che ruotano vorticosamente attorno al comune baricentro sono il progenitore ideale delle novae mareali. Dopo quella fase le nane continuano ad avvicinarsi fino alla fusione.

**È** generalmente accettato che il principale, se non l'unico, meccanismo posto alla base del fenomeno delle stelle novae sia il trasferimento di materia da una gigante rossa a una nana bianca. La cosa si sviluppa approssimativamente nel seguente modo: in un sistema binario stretto, formato da due stelle di sequenza principale grandi più o meno come il Sole, una delle due componenti evolve verso la fase di nana bianca dopo essere passata per quella di gigante rossa. Trascorsi di-

versi milioni di anni, anche la stella compagna perde l'equilibrio termonucleare che le garantiva stabilità e si trasforma in una gigante rossa, spingendo i suoi strati più esterni nel dominio gravitazionale dell'ormai matura nana bianca, la quale li attira verso di sé disponendoli in un disco di accrescimento che fluisce verso la compatissima superficie stellare. La materia così acquisita, essenzialmente idrogeno ed elio, viene enormemente compressa e riscaldata, al punto che attorno ai 20 milioni di Kelvin l'idrogeno inizia a fondersi in elio. Se il flusso di materia dalla stella compagna è modesto, le reazioni nucleari innescatesi sulla superficie della nana avvengono in modo "controllato", ma se invece la quantità di gas in caduta è rilevante, allora il processo diventa esplosivo e quasi tutto l'idrogeno a disposizione viene bruciato in brevissimo tempo. Ciò libera un'enorme ondata di energia che spazza via il gas incombusto e investe il disco di accrescimento, disperdendolo più o meno completamente. Il fenomeno produce un'impennata nella luminosità del sistema stellare, sia nel visibile sia a lunghezze d'onda maggiori, soprattutto raggi X e occasionalmente anche raggi gamma. A dispetto della vistosità del parossismo, la nana perde pochissima della propria massa (circa 1/10000 di quella solare), più che sufficiente però a renderla decine di migliaia di volte più brillante del Sole. Se la posizione dell'astro all'interno della Via Lattea è favorevole, il fenomeno è facilmente osservabile ad occhio nudo, sotto forma di apparizione di una nuova stella (di qui il nome "nova"), che gradualmente scomparirà alla vista nelle settimane successive. Questo in sintesi il meccanismo di produzione delle novae classiche.

Ma siamo sicuri che non vi siano altre strade, completamente diverse, che portano allo stesso risultato? Secondo un paio di fisici teorici della Cornell University, sì, ce n'è almeno una e ha come motore le possenti forze mareali che si producono all'interno delle due stelle degeneri quasi a contatto. A sostenere questa nuova possibilità sono Jim Fuller e Dong Lai, le cui argomentazioni sono di fresca pubblicazione su *Astrophysical Journal Letters*. Lo scenario di partenza



**U**na nova classica esplose a seguito dell'accumulo di idrogeno strappato da una nana bianca a una stella compagna di sequenza principale. In questa illustrazione vediamo il disco di accrescimento attraverso il quale la nana bianca si alimenta. [ESO/M Kornmesser]

adottato dai due ricercatori è quello di un sistema binario formato da due nane bianche che orbitano attorno al comune baricentro, seguendo percorsi spiraleggianti che le avvicinano lentamente ma inesorabilmente. La perdita di momento angolare (energia orbitale, se vogliamo) è conseguenza della produzione di onde gravitazionali, fenome-

come la Terra e pesanti come il Sole! Dati gli irrisori tempi di rivoluzione, va da sé che le due stelle degeneri si trovino a una distanza straordinariamente breve una dall'altra, più o meno come quella che separa la Terra dalla Luna. In questa situazione estrema, le titaniche maree che si producono oltre a ovalizzare gli astri fanno sì che i periodi di

**S**coprire nane bianche è un'attività piuttosto difficile a causa della bassissima luminosità dovuta alle loro piccolissime dimensioni, servono quindi strumenti molto performanti, come il telescopio spaziale Hubble. Qui vediamo alcune nane bianche (nei cerchi) scoperte nell'ammasso aperto NGC 6791. [Digitized Sky Surveys, NASA, ESA, and L. Bedin (STScI)]

no atteso per masse rilevanti che orbitano a brevissima distanza una dall'altra in tempi brevissimi. E nel modello proposto da Fuller e Lai i tempi sono davvero brevissimi: da 5 a 20 minuti per completare un'orbita, e ricordiamo che stiamo parlando di oggetti, le nane bianche, grandi

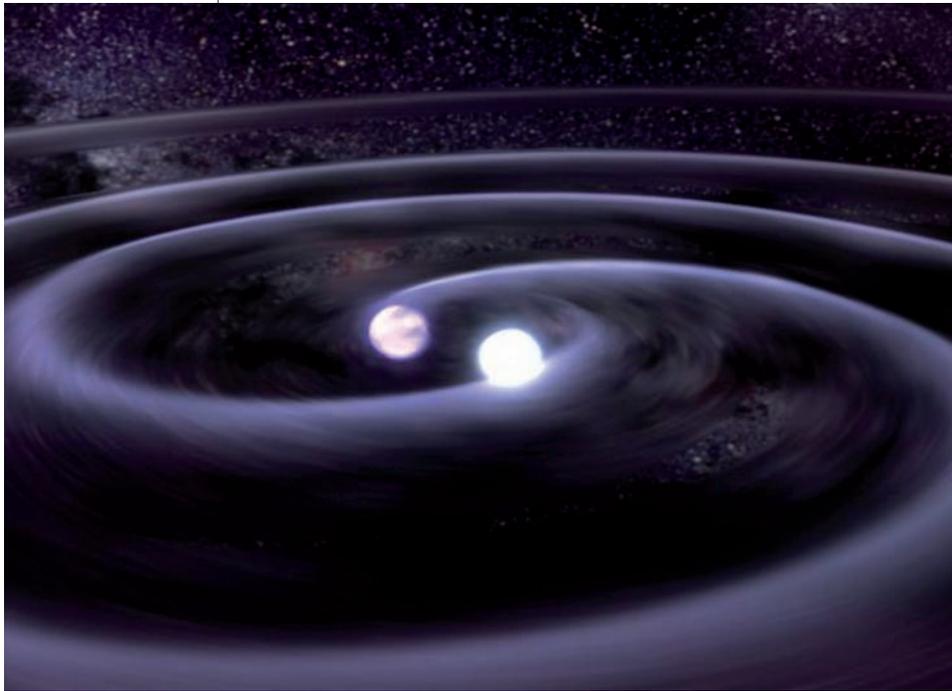


rotazione e di rivoluzione vadano verso la sincronizzazione, ed è qui che ha inizio il ragionamento dei due ricercatori. La sincronizzazione interesserebbe dapprima gli strati più esterni delle due nane e poi procederebbe verso l'interno fino a raggiungere il nucleo, il tutto in tempi valutabili in decine o centinaia di migliaia di anni. Le frizioni che si generano in uno scenario come questo portano alla produzione di un'enorme quantità di calore (paragonabile a quello emesso dal Sole nella stessa unità di tempo), che viene trasportato dal nucleo, a prevalente com-

quello del meccanismo classico: la nascita di una stella nova, con la macroscopica differenza che l'innesco non ha origine esterna al progenitore bensì interna, seppur dipendente dall'esistenza dell'altra nana.

Fuller e Lai hanno chiamato questo possibile nuovo tipo di novae "novae a induzione mareale" o più semplicemente "novae mareali" e si aspettano che nel nostro cielo possano apparirne non più di una manciata al secolo, durando solo pochi giorni ciascuna, quindi tutt'altro che semplici da scoprire e da studiare. Anche non riuscendo a osservarle nel

corso della fase parossistica, ci sarebbe comunque la possibilità a posteriori di capire se in un sistema stretto di nane bianche si è recentemente (in termini astronomici) verificato un episodio di quel tipo. Se ad esempio non si riscontrano tracce di idrogeno sulla superficie di una nana bianca, è probabile che sia già stato bruciato dal calore sviluppato dalle maree. Un altro valido indizio è la mancanza di raggi X nel sito di una nova, radiazione sempre presente quando la nova è di tipo classico, ma non contemplata nel modello delle novae mareali. I progenitori ideali di queste ultime sono dunque rappresentati da coppie di nane quasi a contatto, e per questo prive di dischi di accrescimento,



**Q**uesta illustrazione di pura fantasia mette in risalto l'emissione di onde gravitazionali prodotte dal veloce spiraleggiare di due nane bianche simili a quelle del sistema di J0651. L'esistenza di quel tipo di onde è una delle previsioni di Einstein. [NASA]

posizione di carbonio e ossigeno, verso la superficie, dove sono più abbondanti elio e idrogeno. Quest'ultimo, compresso dalla fortissima gravità in uno strato assai sottile, rappresenta tipicamente solo lo 0,01% della massa di una nana bianca, ma è più che sufficiente per innescare tutta una serie di esplosioni nucleari sulla superficie stellare, non appena la temperatura generata dalla maree interne raggiunge il punto di fusione termonucleare di quell'elemento.

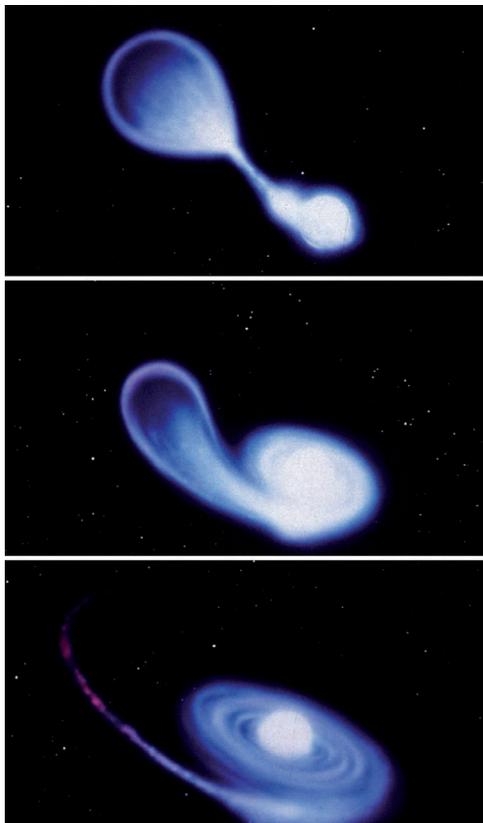
Il fenomeno procede a cascata e in breve tempo tutto l'idrogeno viene bruciato, con un effetto finale del tutto paragonabile a

ma fornite della propria dotazione di idrogeno superficiale, peculiarità che inibiscono la ripetibilità del fenomeno nova, tipica invece delle novae classiche ricorrente, rifornite continuamente di combustibile dal disco di accrescimento. Proprio per i motivi fin qui visti, il numero delle novae mareali viene stimato alla pari del numero di nane bianche che si fondono con propri simili (generando solitamente una supernova di tipo Ia).

Nell'evoluzione di una nana bianca, all'interno di un sistema binario, la fase della nova mareale andrebbe a collocarsi fra l'epoca in cui la coppia può ancora dare origine a una

nova classica (ovvero quando solo una delle due è degenerare) e l'epoca in cui le due stelle si fondono catastroficamente, evento, quest'ultimo, che Fuller e Lai stimano possa avvenire da 100mila a 1 milione di anni dopo la fase di nova mareale.

Il miglior candidato per verificare l'effettiva esistenza di quel tipo di novae sembra essere il sistema stellare formato da due nane bianche catalogate come J0651A e J0651B, che compiono una rivoluzione nel tempo record di 12,75 minuti. La prima delle due ha massa pari a  $\frac{1}{4}$  di quella del Sole e una temperatura superficiale di 16.400 Kelvin; la seconda, meno brillante, pesa poco più della metà del Sole e raggiunge in superficie i 9.000 Kelvin. Secondo i due ricercatori della Cornell, J0651B dovrebbe essere ancora meno brillante di come appare e attribuiscono la differenza a un riscaldamento di origine mareale in atto da un migliaio di anni. Poiché quel tipo di astri perde calore più lentamente di quanto lo accumuli, sembra inevitabile un'escalation fino all'esplosione della nova. Sebbene il modello sia ben argomentato, esiste pur sempre la possibilità che le novae mareali non si verifichino mai. Potrebbe infatti non accumularsi in superficie abbastanza idrogeno qualora sul potenziale progenitore siano attivi processi di rimescolamento fra strati superficiali con diversa composizione. Oppure, per motivi ora ignoti, l'idrogeno



potrebbe accumularsi senza che si verifichino eventi esplosivi contemporanei a livello globale. Per dimostrare quest'ultima possibilità sarebbe sufficiente osservare una nana bianca con idrogeno in superficie e con periodo orbitale uguale o inferiore ai 5 minuti, ovvero in concomitanza del massimo riscaldamento da frizione prima della fusione fra le due nane. Visto l'interesse sollevato dai due fisici è probabile che le ricerche sul campo riescano a dare una risposta conclusiva alle questioni aperte ben prima che esploda la prossima nova mareale. ■

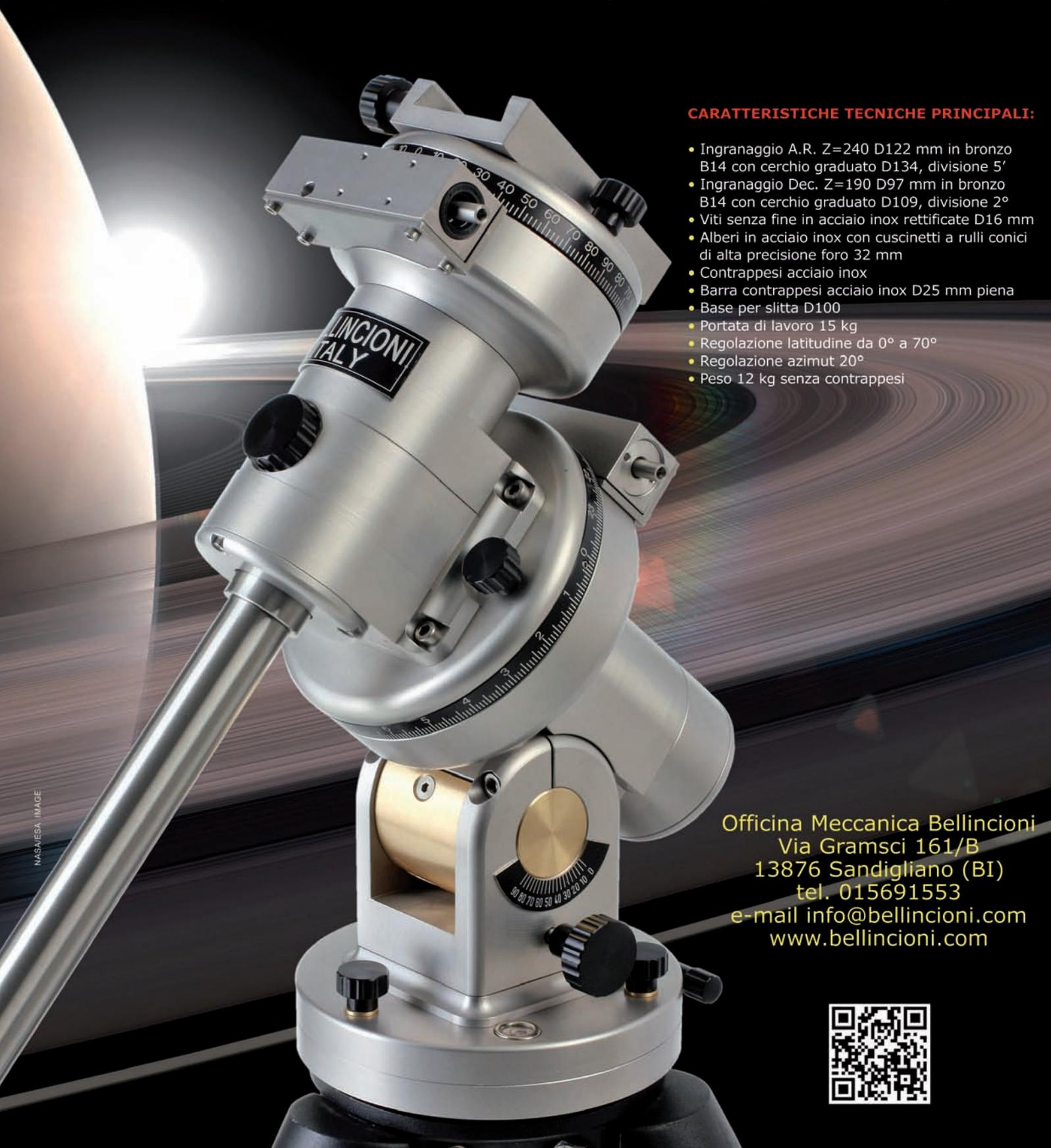
**In basso a sinistra vediamo una rappresentazione in scala di quattro pianeti del nostro sistema solare, Urano, Nettuno, Terra e Venere, fra i quali è stata inserita per confronto una nana bianca grande all'incirca come J0651A. In quel piccolo volume è concentrata una massa pari a  $\frac{1}{4}$  di quella del Sole. Qui a fianco vediamo invece che cosa accade alcune centinaia di migliaia di anni dopo la fase di nova mareale: le due stelle sempre più vicine finiscono col cadersi addosso e si fondono.**  
[Dana Berry, ST Sci Astronomy Visualization Laboratory]



**bellincioni**  
MECCANICA DI PRECISIONE

montature equatoriali di alta qualità, adattabili a qualsiasi motorizzazione, costruite in alluminio da barra, bronzo e acciaio inox  
niente materiali ferrosi e plastici, lunga durata, garanzia di 5 anni, ogni esemplare ha il certificato dell'errore periodico controllato in laboratorio

Bellincioni presenta il suo **Modello B230**, il più piccolo della serie di montature ad alta precisione pensate e realizzate per soddisfare appieno anche gli astrofili più esigenti

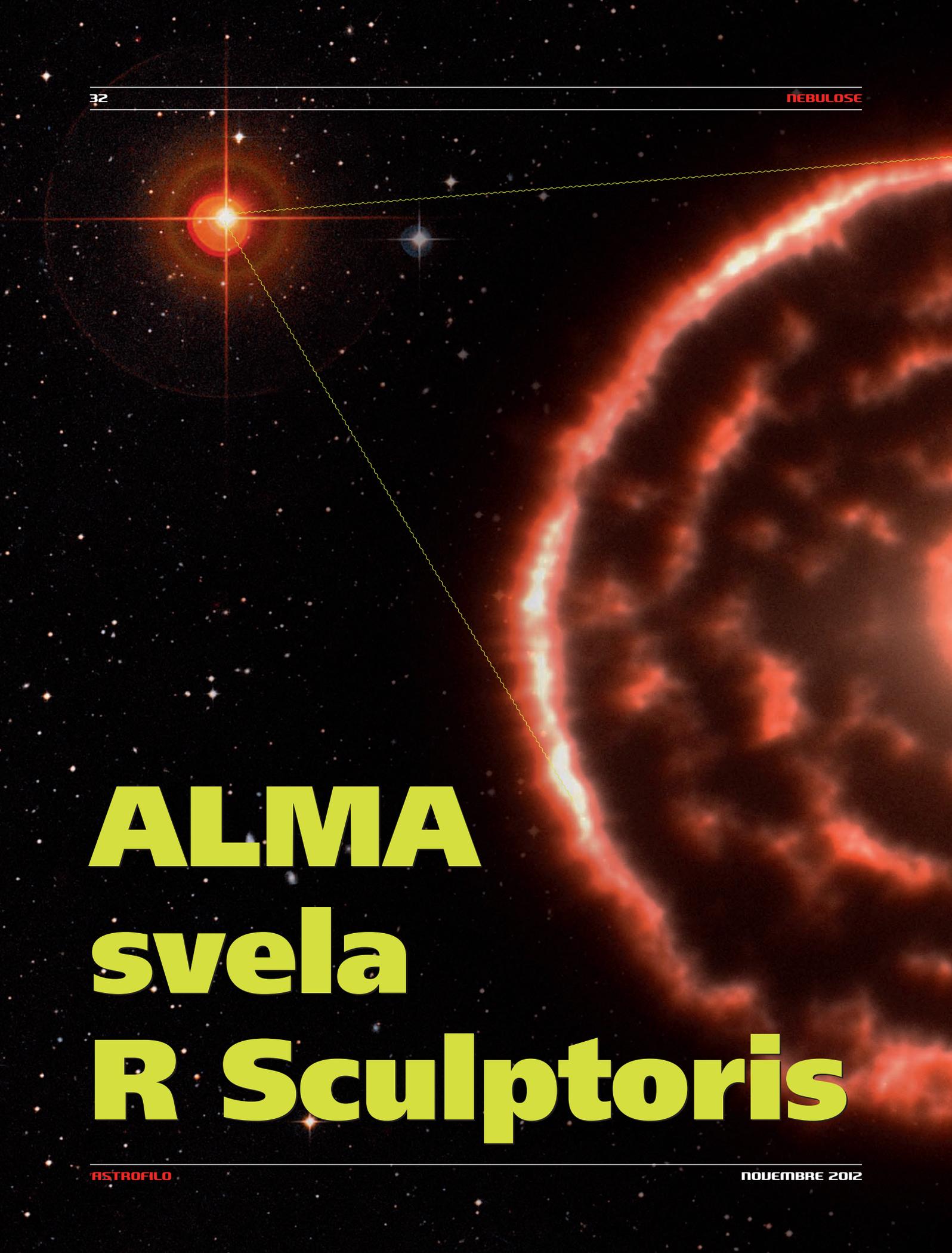


**CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI:**

- Ingranaggio A.R. Z=240 D122 mm in bronzo B14 con cerchio graduato D134, divisione 5'
- Ingranaggio Dec. Z=190 D97 mm in bronzo B14 con cerchio graduato D109, divisione 2°
- Viti senza fine in acciaio inox rettificate D16 mm
- Alberi in acciaio inox con cuscinetti a rulli conici di alta precisione foro 32 mm
- Contrappesi acciaio inox
- Barra contrappesi acciaio inox D25 mm piena
- Base per slitta D100
- Portata di lavoro 15 kg
- Regolazione latitudine da 0° a 70°
- Regolazione azimut 20°
- Peso 12 kg senza contrappesi

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





**ALMA  
svela  
R Sculptoris**



*Alla grande varietà di forme che possono assumere le nebulose planetarie nella varie fasi della loro evoluzione se ne aggiunge ora una davvero singolare: una spirale tridimensionale avvolta all'interno di un guscio. Ad originarla è una gigante rossa con l'aiuto di una compagna non ancora identificata.*

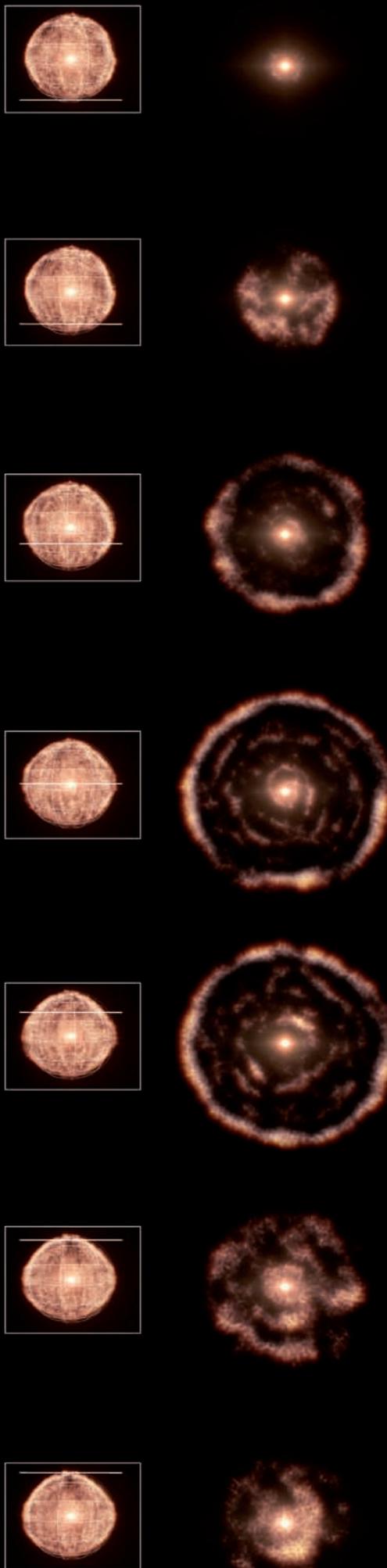
**R** Sculptoris è una stella variabile semiregolare, distante all'incirca 1550 anni luce dalla Terra. La sua luminosità varia fra le magnitudini 9,1 e 12,9 in un periodo medio di 370 giorni. La variabilità è dovuta al fatto che la stella sta attraversando il cosiddetto "ramo asintotico delle giganti", una regione del diagramma di Hertzsprung-Russell staccata dalla sequenza principale, che contiene tutte quelle stelle di massa compresa fra 0,8 e 8 masse solari, che divengono giganti rosse per l'esaurirsi delle fusioni termonucleari nel nucleo. Si tratta di una fase di transizione nell'evoluzione stellare, che anticipa quella finale di nana bianca.

R Sculptoris sta dunque liberandosi dei suoi strati più esterni (composti prevalentemente di idrogeno ed elio, con piccole percentuali di metalli) attraverso un intenso vento stellare, fenomeno che comporta la formazione di un guscio di gas e

polveri. Il guscio di questa stella era noto già da tempo, ma da un articolo pubblicato in ottobre su *Nature* risulta avere una struttura totalmente inattesa, dall'aspetto chiaramente spiraliforme. Autori dell'articolo e della ricerca che ha portato alla rara scoperta sono astronomi dell'ESO and Argelander Institute (Università di Bonn), coordinati da Matthias Maercker. Il team ha osservato R Sculptoris con l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), il più potente telescopio del mondo nelle lunghezze d'onda che gli danno il nome. Osservando ben oltre l'infrarosso ed essendo capace di una risoluzione migliore di 0,1 arcosecondi, la schiera di antenne che costituiscono ALMA è in grado di registrare dettagli molto più fini di qualunque altro strumento, motivo per cui è riuscito a mostrare una struttura a spirale dove finora si notava solo una nebulosa sferoidale.

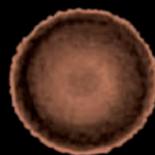
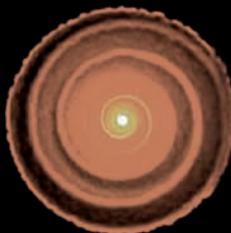
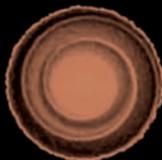
Attraverso un'opportuna sintonizzazione delle frequenze alle quali hanno osservato, i ricercatori sono stati in grado di costruire una mappa tridimensionale del guscio di R Sculptoris, per tutta la sua estensione interna, fino a contatto con la stella, distinguendo l'emissione dovuta al gas da quella originata dalle polveri. Ciò ha permesso di ipotizzare che la forma a spirale possa essere conferita al materiale in allontanamento dalla gigante da una stella compagna che orbita a distanza relativamente breve attorno a R Sculptoris e che pertanto interagisce col flusso altrimenti rettilineo del vento stellare.

L'ipotesi della compagna (di fatto non esistono meccanismi alternativi che possano produrre quel fenomeno) è rafforzata da simulazioni al computer, che riscontrano pienamente quanto osservato con ALMA. Più precisamente, le



**L'**alta risoluzione offerta da ALMA ha permesso di effettuare una specie di scansione tridimensionale del guscio di R Sculptoris, evidenziando come si presenta a diverse latitudini la spirale che lo contraddistingue. Nella sequenza qui a sinistra vediamo la struttura reale basata sui dati ottenuti variando leggermente la lunghezza d'onda osservata. Nei riquadri è rappresentato il guscio come visto dal piano equatoriale e la linea bianca che dall'alto in basso sale è il "lettore dello scanner" che registra nella sezione la distribuzione di gas e polveri, distribuzione che viene rappresentata (con un'inclinazione di 90° a favore dell'osservatore) dalle immagini a fianco di ogni riquadro. La migliore definizione della spirale si ha in prossimità di latitudini equatoriali. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), L. Calçada]

**Q**ui a destra vediamo invece la stessa situazione della sequenza precedente, ma ottenuta tramite una simulazione al computer sulla base di un modello previsionale per quel tipo di strutture. Come si nota facilmente, la corrispondenza fra ciò che prevede il modello e ciò che si è realmente osservato nel caso di R Sculptoris è elevatissima. [ESO/S. Mohamed (SAAO), L. Calçada]



simulazioni suggeriscono per quel sistema una massa totale di 2 masse solari, per due astri separati fra loro di 60 UA (9 miliardi di km), con periodo di rivoluzione di 350 anni. Non resta che scoprire la stella compagna per confermare il tutto, ma finora ogni tentativo è fallito.

Per la verità non è la prima volta che i ricercatori prospettano uno scenario di questo tipo, è infatti noto un altro caso, quello della stella LL Pegasi, dove una spirale molto regolare non è però associata a un guscio esterno, il che fa di R Sculptoris un caso veramente unico.

Per spiegare le regioni più dense della spirale di quest'ultima, Maeker e colleghi si sono affidati a una peculiarità delle giganti rosse, quella di andare soggette a impulsi termici, scatenati dall'improvviso ed episodico bruciamento di idrogeno residuo e dell'elio negli strati adiacenti al nucleo di carbonio e ossigeno. Quel tipo di reazione nucleare è caratterizzata da fasi esplosive di breve durata, che hanno dirette ripercussioni sulla quantità di materiale eiettato nello spazio esterno. Si stima che l'intervallo fra due impulsi consecutivi sia compreso fra 10 000 e 50 000 anni e che durino alcuni secoli. Dalle regioni di maggiore densità della spirale che si avvolge attorno a R Sculptoris si è potuto calcolare che l'ultimo evento esplosivo si verificò circa 1800 anni fa e durò un paio di secoli.

Lo studio degli involucri delle giganti rosse e di queste ultime in generale è di particolare utilità per capire come si comporterà il Sole fra circa 5 miliardi di anni, quando anch'esso raggiungerà quella fase e inizierà ad espellere nello spazio esterno una parte rilevante della propria massa. Visti i presupposti, il guscio che si formerà attorno al

Sole non avrà la struttura spiraliforme riscontrata per R Sculptoris, dal momento che è una stella singola e non binaria.

È interessante notare che fino a quando una gigante rossa non completa la sua transizione verso lo stadio di nana bianca, il guscio di gas e polveri, qualunque sia la sua conformazione interna, brilla unicamente di luce riflessa. Liberatasi del bozzolo che la avvolge, la nana inizia a emettere la tipica radiazione ultravioletta che ionizza gli atomi del materiale precedentemente espulso. A quel punto la nebulosa planetaria inizia a brillare di luce propria. (Ricordiamo che l'aggettivo "planetaria", del tutto fuorviante, si riferisce all'aspetto che quelle nebulose avevano nell'oculare dei modesti telescopi con i quali furono scoperti i primi esemplari).

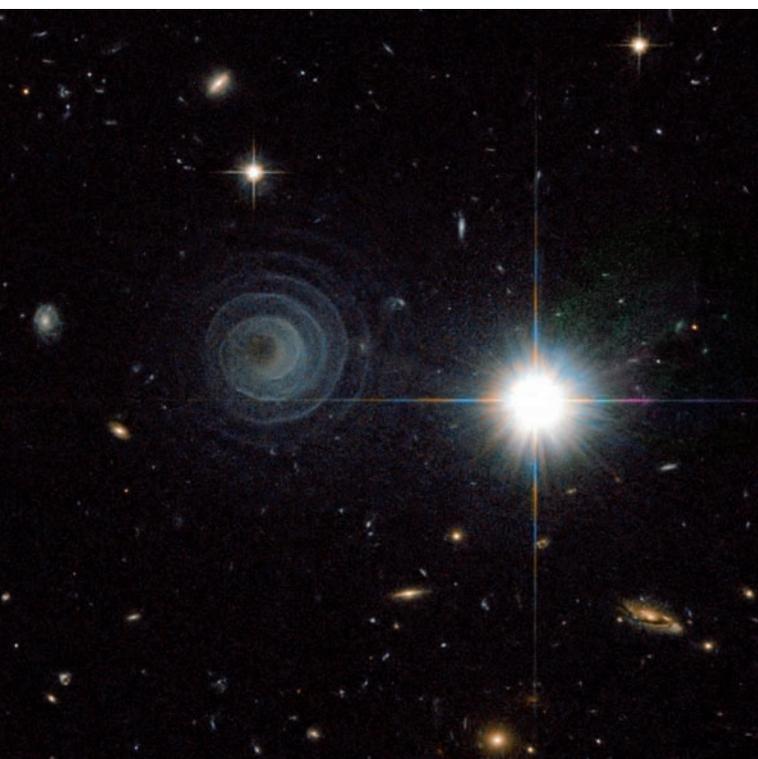
Per farci un'idea di come appaiano le nebulose planetarie nella fase che le porta dal periodo "oscuro" a quello "luminoso", possiamo prendere ad esempio Hen 3-1475, un oggetto distante 18 000 anni luce, al cui centro è presente un astro 12 000 volte più brillante del Sole. La nebulosità non emette ancora un copioso flusso di luce propria in quanto non è ancora sufficientemente

**L**a tenue ma regolarissima spirale associata alla stella LL Pegasi, unico altro esempio ben definito oltre a quello di R Sculptoris. Manca però il guscio esterno. [ESA/NASA & R. Sahai]



ionizzata, ma, per così dire, i lavori sono in corso e non appena la stella si sarà scrolata di dosso gli ultimi brandelli dei suoi strati più esterni, la nuova nebulosa planetaria prenderà forma. Che all'interno di Hen 3-1475 siano ancora presenti fenomeni tumultuosi non c'è dubbio, visti i due imponenti getti di materia che si dipartono dalla stella centrale. La loro origine non è ancora del tutto certa, ma in questi casi si propende per l'intervento di un intenso campo magnetico che crea due flussi di gas antipodali, caratterizzati da un'elevata velocità, scenario che si concilierebbe con studi recenti che prevedono per i getti di Hen 3-1475 un moto precessionale di un migliaio di anni. La struttura nel suo insieme si comporta insomma come un "irrigatore rotante" e proprio per questa vaga similitudine, unita all'aspetto complessivo della nebulosa, le è stato attribuito il nome di "Garden-sprinkler Nebula", ovvero spruzzatore da giardino. ■

**H**en 3-1475 è un classico esempio di nebulosa planetaria che sta prendendo forma dal guscio di gas e polveri rilasciato da una gigante rossa avviata verso la fase di nana bianca. In questo stadio la nebulosa inizia a brillare di luce propria a causa della ionizzazione dei suoi atomi, dovuta all'intensa radiazione ultravioletta emessa dal compatto astro centrale. [ESA/NASA]



# CAELUM



## STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA

CONS.OM. Sas - C.so Rosselli 107 - 10129 TORINO

Tel/Fax 011 500213 - Mob. 328 2120508

VISITE SU APPUNTAMENTO



**IN ESCLUSIVA per l'Italia le nuove cupole della PulsarObservatories adatte per telescopi fino a 12"-14"**

- Diametri di 2,2 metri e 2,7 metri.
- Elevata qualità dei materiali impiegati.
- Ottime finiture e facilità di montaggio.
- Raffinati sistemi di sicurezza.
- Compatibili per il controllo remoto.
- Tutti i modelli sono disponibili sia nella versione solo cupola sia nella versione cupola + abitacolo con ingresso.

**Tra gli accessori sono disponibili:**

- Sistemi di motorizzazione per rotazione cupola e apertura feritoia.
- Impianti di allarme wireless per sorveglianza remota.
- Armadi portastrumenti perimetrali.
- Pannelli solari per alimentazione.

**Prezzi a partire da 2990 euro per il kit cupola da 2,2 metri, fino a 3690 euro per il kit cupola da 2,7 metri, IN OFFERTA!**

**Trasporto e montaggio esclusi dal prezzo base ma effettuabili su richiesta del cliente.**

**Per maggiori informazioni: tel. 011500213**



[www.caelum.it](http://www.caelum.it)  
[info@caelum.it](mailto:info@caelum.it)

vastissima gamma di  
telescopi, accessori e  
ora anche cupole

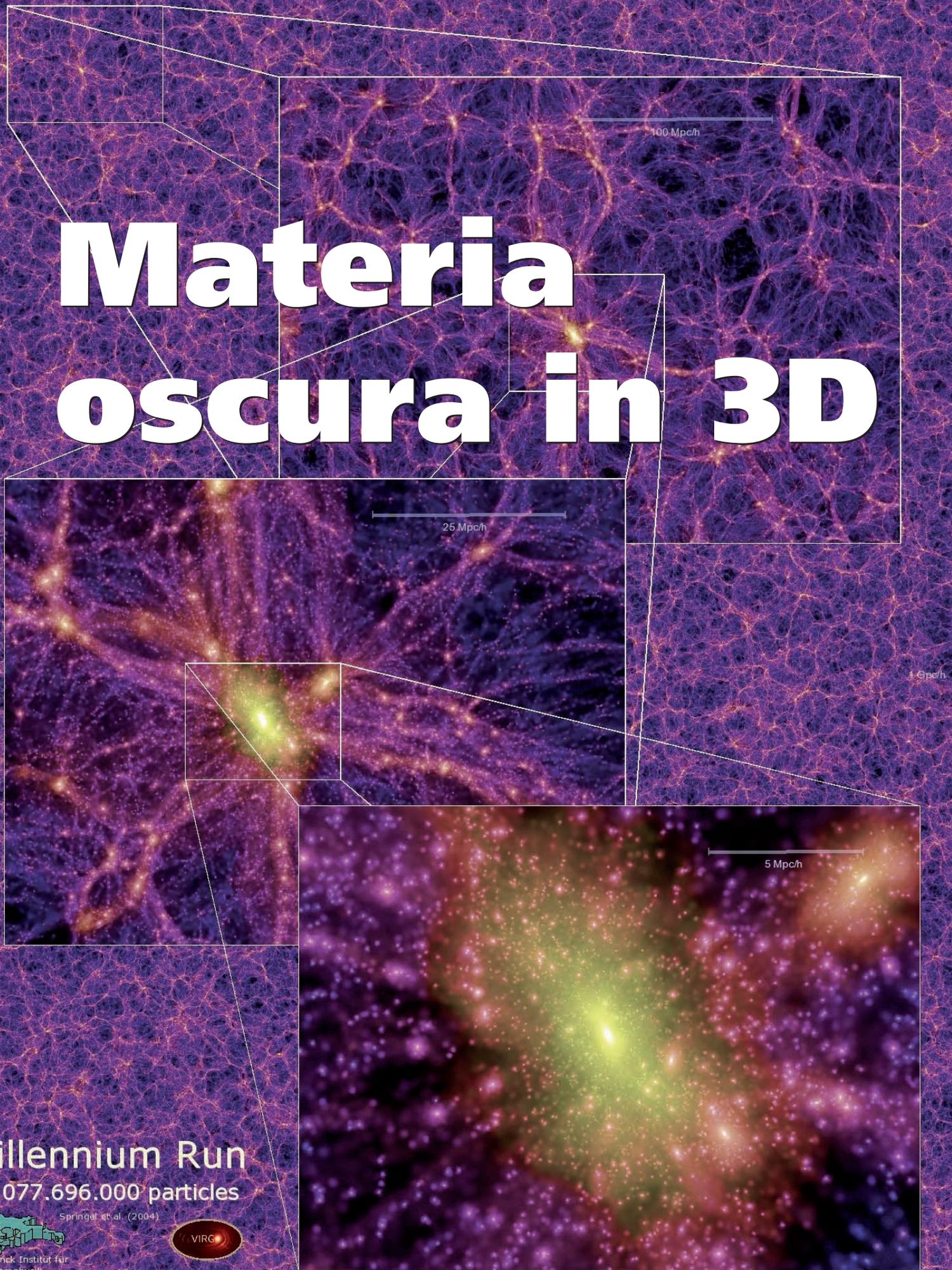
ampio assortimento di  
materiale d'occasione

pagamenti agevolati

vendita anche per  
corrispondenza

contattaci!

# Materia oscura in 3D



100 Mpc/h

25 Mpc/h

1 Gpc/h

5 Mpc/h

Millennium Run  
10.077.696.000 particles

Springel et al. (2004)



**Una nuova ricerca condotta sul grande ammasso di galassie MACS J0717 ha permesso di individuare un'enorme concentrazione di materia oscura in un filamento della struttura cosmica a grande scala. Se quel filamento è rappresentativo del tutto, allora la materia oscura costituisce oltre il 50% della massa dell'universo.**

**N**ella pagina a fianco è rappresentata la struttura dell'universo su grande scala, una rete con innumerevoli filamenti che si intersecano continuamente, favorendo la concentrazione di materia (soprattutto oscura) e la conseguente formazione di ammassi di galassie. Questa è una simulazione realizzata presso il Max-Planck Institut für Astrophysik, ma la realtà sembra ricalcarla molto bene, come dimostrano anche recenti studi relativi all'ammasso di galassie MACS J0717, che vediamo sulla destra. [NASA, ESA, CXC, C. Ma, H. Ebeling and E. Barrett (University of Hawaii/IfA), et al. and STScI]

**S**embra impossibile studiare qualcosa che non si vede con nessuno strumento a disposizione dell'umanità e di cui non si conosce nemmeno lontanamente la composizione, eppure l'enigmatica materia oscura continua a tradire la propria presenza un po' ovunque nell'universo, grazie alla sua influenza gravitazionale sulla materia ordinaria e sull'energia da questa emessa. Se l'unico modo per studiare la materia oscura è quello di osservare gli effetti generati dalla sua massa, gli ambienti più promettenti a questo scopo sono quelli dove sia la materia ordinaria (quella che costituisce l'universo a noi visibile) sia la materia oscura si presentano in grandi quantità. In tal senso nulla è meglio dei grandi ammassi di galassie ed è proprio attraverso il comportamento dinamico di questi ultimi o, meglio, della componente galattica rispetto a quella gassosa, che si è avuta la conferma "visiva" dell'esistenza della materia oscura. Un passo avanti nella conoscenza di quella misteriosa sostanza è stato fatto anche la scorsa estate, con la pub-

blicazione su *Nature* della scoperta di un filamento di materia oscura fra due ammassi di galassie, a dimostrazione del fatto che essa è presente ovunque nell'intricata trama che costituisce l'ossatura dell'universo su grande scala. Come prevede la teoria del Big Bang, le variazioni di densità presenti nell'universo pochi istanti dopo il suo inizio favorirono la formazione di giganteschi filamenti di materia, che intersecandosi originarono una fitta e tortuosa rete estesa a livello cosmico.

La materia in movimento nei filamenti ha lentamente creato delle regioni di maggiore densità in corrispondenza dei punti di intersezione e lì si sono formati gli ammassi di galassie, alcuni dei quali risultano tuttora (per noi che li osserviamo dalla Terra) attivamente alimentati attraverso flussi di materia che incanalandosi lungo i filamenti li alimentano e li fanno crescere (qualcosa di simile a un cordone ombelicale).

Che anche la materia oscura partecipasse all'evoluzione della trama filamentare era tutto sommato previsto, ma il dimostrarlo ha stimolato altre ricerche in quella direzione, che ora sono sfociate nella prima osservazione tridimensionale della materia oscura contenuta in un filamento, una performance



che ha consentito di ottenere una stima sorprendente della quantità di materia oscura presente nell'universo.

La scoperta, pubblicata a inizio novembre sul Monthly Notices della Royal Astronomical Society, è il frutto di un lavoro portato avanti principalmente da ricercatori del Laboratoire d'Astrophysique de Marseille e della University of Hawaii, basato sull'elaborazione di dati multibanda raccolti con alcuni dei più potenti telescopi esistenti, tra i quali Hubble, Subaru, CFHT, Keck e Gemini North. Oggetto di tanta attenzione è uno dei più grandi ammassi di galassie conosciuti, MACS J0717 (MACS sta per MAssive Cluster Survery), scoperto una decina di anni fa, risultato ancora in crescita e associato a un filamento che si

estende ben oltre la regione più densa dell'ammasso. Quel filamento aveva le caratteristiche ideali per consentire la costruzione di una mappa 3D della materia oscura in esso contenuta e per calcolarne la massa. Per riuscire nella doppia impresa, i ricercatori si sono mossi su due fronti distinti: misurazione del lensing gravitazionale generato dal filamento nella luce delle galassie di fondo e calcolo delle distanze e del moto delle galassie fisicamente associate al filamento.

Nel lensing gravitazionale, fenomeno previsto un secolo fa da Einstein, la luce di una galassie lontana viene deformata e amplificata da una massa (generalmente un ammasso di galassie) interposta fra la sorgente e l'osservatore. Da come l'immagine originaria (presunta) viene deformata e amplificata si può risalire alla quantità e alla distribuzione della massa interposta. Utilizzando tecniche avanzate in fatto di lensing e sviluppando nuovi strumenti matematici per trasformare le distorsioni delle immagini in mappe di massa, il team internazionale che (sotto la guida di Mathilde Jauzac) ha studiato MACS J0717 è riuscito a stimare la densità media della materia in esso contenuta, ben 300 milioni di



masse solari per kiloparsec quadrato. Per caratterizzare con maggiore precisione il filamento era però necessario sapere come quella materia si colloca nelle tre dimensioni spaziali, obiettivo raggiunto grazie a precise misure del redshift delle galassie che vi appaiono immerse e che sono dunque state utilizzate come se fossero un tracciante.

Di alcune migliaia di esse, disseminate su un campo di 10x20 minuti d'arco, sono stati rilevati moti e distanze, che attraverso opportune elaborazioni hanno permesso ai ricercatori di risalire alla forma tridimensionale del filamento e alla sua orientazione nello spazio. Grazie a questo nuovo approccio nello studio dei filamenti è risultato chiaro che quello di MACS J0717 si estende nello spazio per quasi 60 milioni di anni luce, ma soprattutto che contiene così tanta materia oscura che se fosse rappresentativo di tutti i filamenti che costituiscono la trama cosmica, quella sostanza costituirebbe oltre la metà della massa dell'universo. Una conclusione che se fosse confermata da future ricerche simili a quella del team di Jauzac su altri filamenti metterebbe in discussione alcuni dei più accreditati modelli cosmologici. ■

**In questa illustrazione troviamo MACS J0717 (nel cerchio grande tratteggiato) e altre concentrazioni minori di galassie lungo il filamento di cui si parla nel testo (anch'esso tratteggiato). Se quest'ultima struttura viene osservata bidimensionalmente, senza tener conto della profondità (primo schema nell'area viola) risulta molto più corta di quanto non sia nella realtà, ossia in visione tridimensionale (secondo schema nell'area viola). [ESA, Karen Teramura, UH Institute for Astronomy]**



# Nuova luce sugli oscuri Troiani

*C'è una categoria di oggetti nel nostro sistema solare che ancora nasconde la verità sulla sua origine, sono gli asteroidi Troiani, piccoli corpi forse rocciosi che percorrono la stessa orbita di Giove. Una recente ricerca li identifica come il residuo di un'antica fascia asteroidale che circondava il Sole.*

**N**el 1904, l'astronomo Edward Emerson Barnard registrò la posizione di un asteroide per l'epoca decisamente insolito, ma non ne comprese la natura e l'oggetto andò perduto, salvo poi essere riscoperto a fine millennio. Due anni dopo Barnard toccò a Max Wolf imbattersi in qualcosa di simile, e questi non se lo fece scappare. Dal calcolo dell'orbita fu possibile stabilire che l'oggetto si muoveva sulla medesima orbita di Giove, in una posizione che precedeva il grande pianeta di una sessantina di gradi angolari. Ancora nel 1906 e poi nel 1907 furono scoperti (da August Kopff) altri due asteroidi con le medesime caratteristiche orbitali, uno dei due, però, anziché precedere Giove nella sua orbita lo seguiva.

**S**uperfici opache uniformemente scure, con tonalità di rosso borgogna, dalla riflettenza estremamente bassa. È l'identikit dei Troiani, asteroidi che precedono e seguono Giove sulla sua orbita. [NASA/JPL-Caltech]

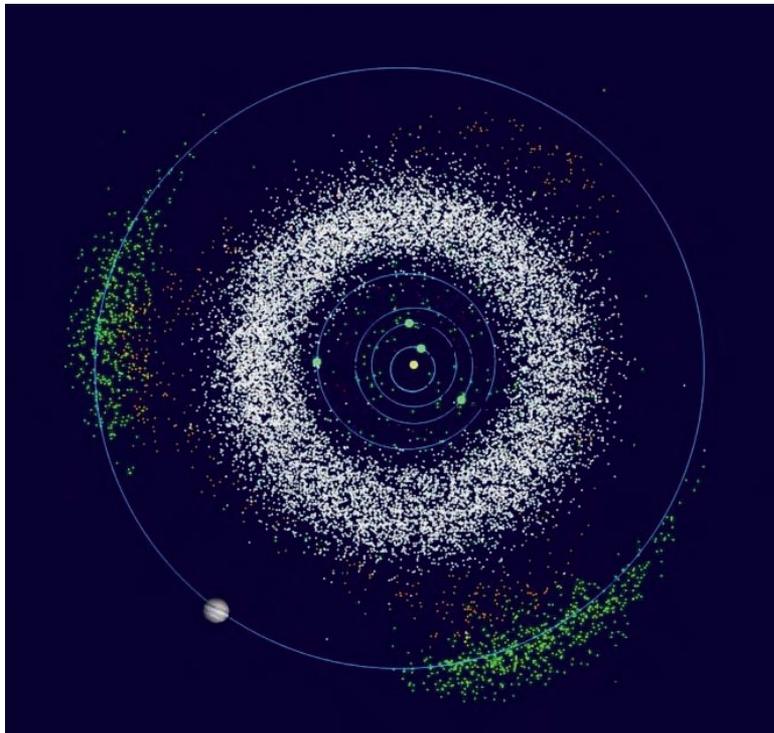
Questo nuovo scenario dinamico era in realtà già stato previsto nella seconda metà del XVIII secolo da Joseph-Louis Lagrange nell'ambito della risoluzione del problema dei tre corpi (che nella fattispecie sono rappresentati da Sole, Giove e asteroide). Quelli che furono successivamente chiamati "punti lagrangiani" sono delle regioni di spazio in cui l'influenza di due grandi masse su una terza massa trascurabile si equilibrano, garantendo stabilità all'orbita dell'oggetto più piccolo. Complessivamente i punti lagrangiani sono cinque e nel caso specifico tre sono posti sulla linea che attraversa i centri di Sole e Giove (L1, L2 e L3) e due sono invece posti a  $+60^\circ$  e  $-60^\circ$  rispetto a quest'ultimo lungo la sua orbita (L4 e L5). I tre nuovi asteroidi scoperti da Wolf e Kopff andavano a collocarsi proprio in L4 e L5, confermando la validità della soluzione di Lagrange.

Nel frattempo si era proceduto a dare un nome ai tre oggetti: il primo, scoperto in L4, fu chiamato (588) Achilles, in onore dell'eroe dell'Iliade; per analogia storico-mitologica, al secondo, scoperto in L5, fu assegnato il nome (624) Hektor; il terzo, scoperto in L4, fu invece chiamato (617) Patroclus. Al verificarsi di nuove scoperte negli anni successivi, sempre nei medesimi punti lagrangiani, si decise di attribuire agli asteroidi in L4 i nomi di personaggi greci coinvolti nella guerra di Troia e i nomi dei loro avversari a quelli in L5 (peccato che ormai Hektor e Patroclus erano finiti negli eserciti sbagliati...).

Per mezzo secolo abbondante, il numero di Greci e Troiani non aumentò considerevolmente, tanto che all'inizio degli anni '60 ancora non si raggiungeva la quindicina.

Una vera e propria impennata nelle scoperte si è invece registrata a partire dalla fine degli anni '90 e oggi il contatore segna oltre 3400 Greci contro quasi 1800 Troiani. (Poiché la suddivisione storico-mitologica è caduta ormai in disuso, d'ora innanzi useremo il termine generico "Troiani".)

Nel capire che non si trovavano più di fronte a sparute bizzarrie frutto di capricci gravitazionali, ma piuttosto a un'intera popolazione di asteroidi, gli astronomi hanno iniziato a studiarli con la necessaria attenzione al fine di capire la loro origine e le principali proprietà chimico-fisiche. Da subito è apparso chiaro che si tratta di oggetti dalla superficie molto scura e quindi con un'albedo bassissima, tra le più basse del sistema solare. Il loro spettro si mostra quasi totalmente privo di righe e ciò impedisce di determinarne la composizione, alla quale concorrono probabilmente composti leggeri, visto che la densità dei troiani finora esaminati con sufficiente precisione è compresa fra 0,8 e 2,5 g/cm<sup>3</sup>, come dire che alcuni di essi potrebbero galleggiare sull'acqua. E proprio l'acqua ghiacciata, i silicati, i composti del carbonio (ma non solo) potrebbero essere i costituenti principali della superficie e della struttura interna di quegli asteroidi. La bassa riflettenza superficiale (in media 0,04, che equivale a dire che solo il 4% della luce solare viene riflessa) sarebbe invece un indicatore della presenza di uno spesso strato di polvere interplanetaria, un deposito tipico delle superfici rimaste sostanzialmente inalterate per miliardi di anni. Se questa interpretazione fosse esatta implicherebbe che i Troiani preservano preziose informazioni sugli albori del sistema solare.



Stime sul loro numero totale, basate su surveys profonde rivolte verso piccole aree campione, suggeriscono che in totale i Troiani potrebbero essere oltre 1 milione, dei quali circa 200mila con diametro maggiore di 2 km. Da come varia il rapporto fra diametro e quantità, scendendo dal più grande di tutti, Hektor (diametro medio di circa 200 km) sino ai più piccoli finora scoperti, si è capito che anche fra i Troiani è attiva (o almeno lo è stata nel lontano passato) un'evoluzione collisionale simile a quella presente nella fascia principale degli asteroidi, fra Marte e Giove. In sostanza, tutti i Troiani più piccoli sarebbero frammenti di corpi maggiori distrutti da reciproci impatti. Ciò aiuterebbe a spiegare le densità più basse, compatibili con mucchi di macerie ricompattate dall'autogravità, ma con ampi spazi vuoti tra i fram-

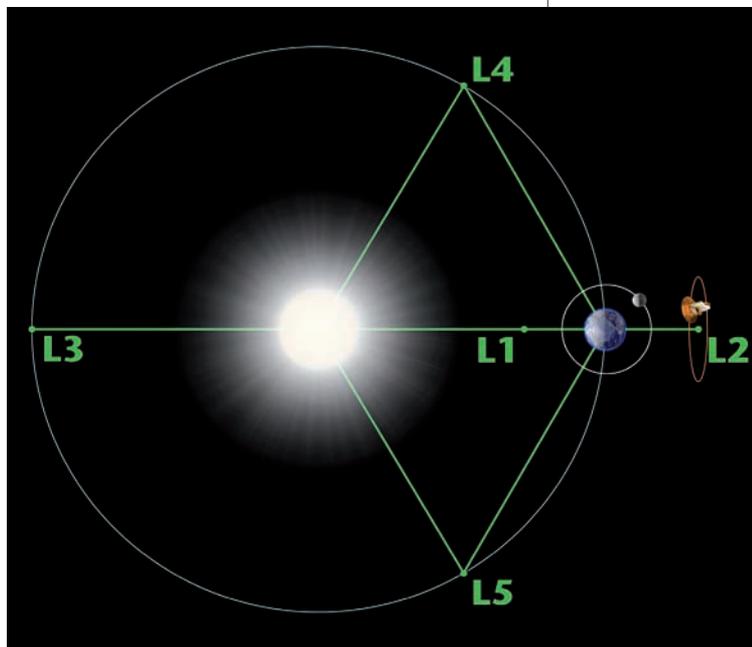
**S**chema dei punti lagrangiani della Terra, con la rappresentazione dell'orbita di una sonda in L2. Nel suo piccolo anche il nostro pianeta ha un troiano, scoperto da WISE nel 2010 e denominato 2010 TK7, che oscilla ampiamente attorno a L4. Si tratta in sostanza di un grosso meteorite con un diametro che si aggira attorno ai 300 m.

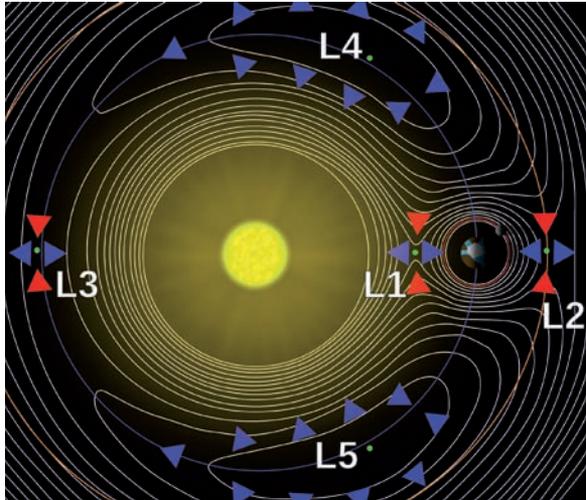
menti. Curiosamente il numero stimato dei Troiani è il medesimo stimato per gli asteroidi della fascia principale, e sebbene in quanto a massa totale sono forse solo 1/5 di questi ultimi (1/10000 della massa terrestre) si tratta nondimeno di una presenza importante nel quadro dell'evoluzione dinamica del sistema solare.

L'elevato numero dei Troiani lascia intuire che non possono trovarsi tutti concentrati esattamente nei punti L4 e L5, e infatti oscillano ampiamente rispetto ad essi, allontanandosene anche di

molto prima di essere "richiamati all'ordine" dall'influentissima coppia Sole-Giove. Ciascuno dei due gruppi è distribuito su una

**C**onfronto tra la fascia principale degli asteroidi (punti bianchi) e i Troiani (punti verdi). Numerosi oggetti di transizione sembrano indicare una certa continuità fra le due popolazioni, separate poco dopo la formazione del sistema solare dalla migrazione di Giove verso una regione più interna rispetto a quella originaria. L'arrivo del grande pianeta avrebbe disperso la fascia più periferica, preservando solo gli oggetti collocati nei punti lagrangiani.





regione curva e allungata che copre fino a 26° dell'orbita di Giove, con semiasse maggiori delle singole orbite che vanno da 5,05 a 5,35 UA, e inclinazioni non trascurabili, che in qualche caso raggiungono i 40° rispetto alla traietto-

ria del pianeta. L'oscillazione dei Troiani attorno ai punti lagrangiani fa sì che le loro orbite appaiano molto caotiche e non chiuse, nel senso che al completamento di una rivoluzione attorno al Sole non vengono a trovarsi nello stesso punto spaziale in cui l'orbita era iniziata; servono infatti mediamente 12-13 rivoluzioni prima che un troia-

**L**o schema a sinistra illustra le regioni di influenza dei punti lagrangiani e le possibili orbite percorribili nelle loro prossimità. È evidente come solo L4 e L5 offrano ampie possibilità di trovare un equilibrio e non a caso gli asteroidi Troiani sono distribuiti proprio attorno a quei due punti.

no torni a passare (più o meno) dalla "partenza". Ci sono tuttavia delle eccezioni, nel senso che alcuni oggetti si svincolano dal legame gravitazionale e iniziano a vagare nel sistema solare, probabilmente andando ad alimentare il gruppo delle comete di Giove. Si stima che almeno il 17% delle orbite dei Troiani sia instabile e che da quando quella popolazione esiste siano circa 200 gli oggetti sopra 1 km di diametro andati persi. Teoricamente è anche possibile che un asteroide si trasferisca da uno dei due sottogruppi all'altro, anche se attualmente nessuno risulta trovarsi in quella fase.

Le conoscenze di massima che gli astronomi hanno dei Troiani non vanno molto al di là di quanto fin qui sintetizzato e non è raro che alcuni aspetti vengano rimessi di tanto in tanto in discussione, come ad esempio l'albedo media, che se fosse più elevata an-

**L**a distribuzione dei diametri fra i Troiani lascia supporre che vadano soggetti a un'evoluzione collisionale simile a quella degli asteroidi della fascia principale. In questa rappresentazione fantastica vediamo un troiano circondato da piccoli frammenti derivati da una collisione con un suo simile.



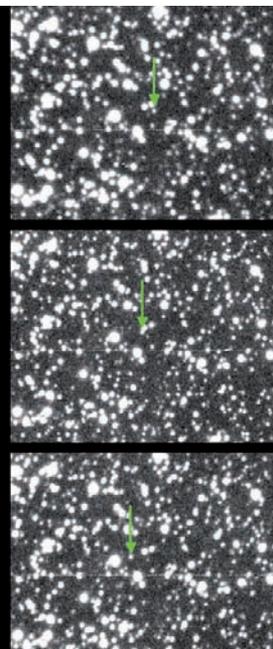
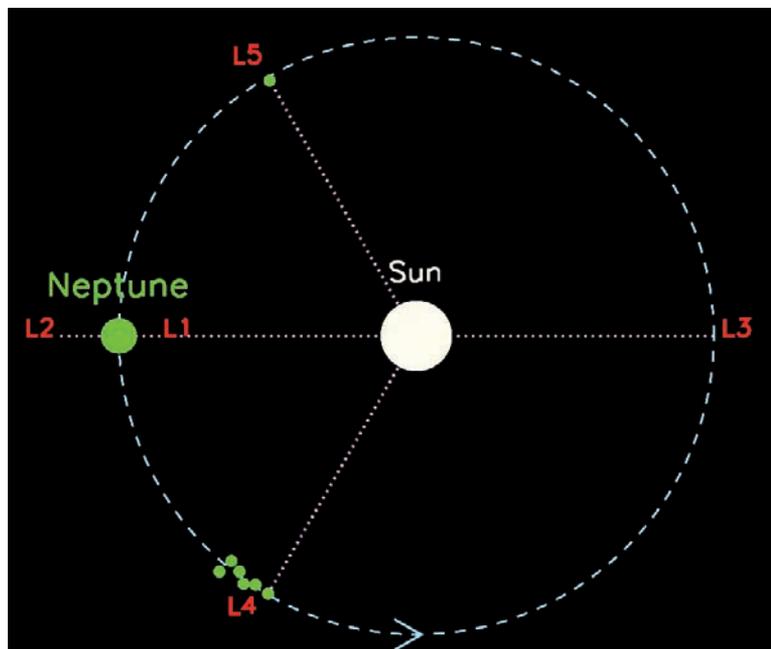
che solo del doppio o del triplo (che sono valori pur sempre assai modesti) farebbe crollare il numero stimato degli oggetti che superano i 2 km a poche decine di migliaia, ridimensionando di conseguenza anche il numero di quelli più piccoli.

Non sapere quanti siano realmente i Troiani e avere solo stime che possono differire di 1 o 2 ordini di grandezza non aiuta a capire come si sono originati quegli asteroidi e perché condividono l'orbita con Giove. E infatti

non lo sappiamo. C'è chi li vuole nati già in prossimità del pianeta e definitivamente vincolati ad esso dopo la sua completa formazione, e c'è al contrario chi li vuole catturati da Giove durante la migrazione che interessò i maggiori corpi del nostro sistema planetario quando aveva un'età di 500-700 milioni di anni. Questa seconda ipotesi confuta di fatto la prima, perché ben difficilmente i Troiani avrebbero potuto mantenere la loro posizione di equilibrio nel corso di quel periodo destabilizzante, che ha visto tra l'altro lo stesso Giove attraversare un periodo di risonanza (2:1) con Saturno.

Si tende quindi a preferire il secondo scenario, ipotizzando che i Troiani appartenessero un tempo a una primordiale (e molto più interna rispetto a oggi) Kuiper Belt, da Giove frammentata, saccheggjata e infine relegata alla periferia del sistema solare.

Nemmeno questa soluzione è però soddisfacente e un nuovo lavoro presentato a metà ottobre al 44° meeting annuale dell'American Astronomical Society (Reno, Nevada) la mette ulteriormente in discussione. La ricerca, basata sui dati raccolti dal telescopio infrarosso installato a bordo del Wide-field Infrared Survey Explorer e condotta dal team di NEOWISE ha prodotto accurate misurazio-



ni delle dimensioni e della riflettività superficiale di 1750 Troiani. I risultati, oltre a confermare il maggiore affollamento attorno al punto L4 (asimmetria tutta da spiegare), ci dicono che dal punto di vista spettrale quegli asteroidi sono una popolazione uniforme e che le loro superfici si comportano come se fossero prevalentemente composte di rocce di un colore rosso molto scuro e opaco, e che in nessun'altra parte del sistema solare si riscontrano le medesime caratteristiche, nemmeno nella Kuiper Belt, il che rende ancor più incerta la loro origine.

Dopo aver escluso tutte le ipotesi alternative, il team di NEOWISE ha proposto una nuova affascinante soluzione, ovvero che i Troiani siano ciò che resta di una primordiale fascia di asteroidi formatasi già a quella distanza dal Sole e sconvolta dall'arrivo di Giove, che avrebbe disperso quasi tutti gli oggetti collocati in regioni diverse da quelle prossime ai punti L4 e L5. Se così fosse, potendo analizzare il materiale di cui sono composti i Troiani avremmo una diretta testimonianza delle condizioni presenti nel disco protoplanetario a 5-6 UA di distanza dal nascente Sole, un'opportunità di cui certamente le agenzie spaziali terranno conto nel programmare le future missioni automatiche. ■

**Q**uando si parla genericamente di Troiani ci si riferisce sempre a quelli di Giove, ma è bene ricordare che oltre a quello (per ora) solitario della Terra, anche Marte ne ha una manciata, mentre Nettuno ne ha circa una decina, anch'essi posti prevalentemente in L4, come si può constatare nello schema in alto. Le tre immagini alla sua destra sono quelle relative alla scoperta del più celebre fra i Troiani di Nettuno, 2008 LC18, trovato dal telescopio Subaru (Hawaii) nel punto lagrangiano L5. Le immagini sono state prese a intervalli di un'ora.



## CAMERE CCD QSI 500

### Scientific Medium Format Digital Cameras

- Scientific grade imaging performance
- Comprehensive range of CCD sensors up to 8.3mp
- Compact, refined design
- Excellent power efficiency
- Air and liquid cooling
- Available internal color filter wheel
- Available Integrated Guider Port
- Available MaxIm LE software
- Available CDSOft and MaxIm DL Drivers
- ASCOM-compatible Windows API
- Linux drivers and API

PER MAGGIORI INFORMAZIONI CONTATTATECI!



# NortheK

Instruments - Composites - Optics

## NortheK 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 con  
correttore/riduttore f/9  
Cassegrain Classico f/15

per tutte le informazioni su questo telescopio e  
sulla nostra intera produzione di strumenti per  
astronomia, visita il nostro sito [www.northeK.it](http://www.northeK.it)  
oppure contattaci: [info@northeK.it](mailto:info@northeK.it)

 **01599521**

website

