

## Il sorprendente caso del bolide di Benešov

**L'acqua è più  
vecchia del Sole?**

**Mars One,  
ai limiti dell'utopia**



**Svelato il mistero delle SN Tipo IIb**

**Oceano delle Tempeste, non fu un impatto**

**La vera natura delle galassie ultracompatte**

A white document icon with a red tab at the top left containing the text 'SWF' in white. The main body of the document is white and features a large red stylized 'F' logo. Below the logo is the text 'TM'.

**SWF**



For a correct display of our magazine on iPads and Android tablets we recommend  
Puffin Web Browser  
[www.puffinbrowser.com](http://www.puffinbrowser.com)



#### Direttore Responsabile

Michele Ferrara

#### Consulente Scientifico

Prof. Enrico Maria Corsini

#### Editore

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

#### Distribuzione

Gratuita a mezzo Internet

#### Internet Service Provider

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

#### Registrazione

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

#### Copyright

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

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

#### Pubblicità - Advertising

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

## S O M M A R I O



### Il sorprendente caso del bolide di Benešov

La tenacia di alcuni astronomi ha permesso di ritrovare le meteoriti generate da un superbolide apparso nei cieli della Repubblica Ceca oltre vent'anni fa. Pur essendo quell'evento il meglio documentato della storia, mai in precedenza si era riusciti a capire dov'erano realmente finiti gli unici frammenti recuperabili.

a pagina 4



### L'acqua è più vecchia del Sole?

Abitiamo un pianeta ricco d'acqua ed è molto probabile che quel liquido sia stato riversato sulla Terra da innumerevoli comete, assieme alla materia organica prebiotica. Ma da dove è arrivata tutta quell'acqua? Si è formata con il sistema planetario o esisteva già miliardi di anni prima che il Sole iniziasse...

a pagina 12



### Mars One, ai limiti dell'utopia

Uno dei più ambiziosi progetti di conquista del pianeta rosso si è dimostrato, ad un'analisi accurata del MIT, molto meno affidabile di quanto affermato dai suoi ideatori. Gli insediamenti che su Marte saranno destinati a ospitare i primi coloni potrebbero facilmente trasformarsi in una trappola mortale...

a pagina 18



### Svelato il mistero delle SN Tipo IIb

Dopo aver pazientemente atteso per una ventina di anni che il bagliore di una supernova scendesse al di sotto di un certo limite, alcuni astronomi sono riusciti a riconoscere la presenza di una stella compagna del progenitore, convalidando il modello che descrive quel particolare tipo di esplosioni.

a pagina 26



### La vera natura delle galassie ultracompatte

Il recente studio di una galassia ultracompatte ha dimostrato che quei densissimi sistemi stellari non sono una versione maggiorata degli ammassi globulari, bensì ciò che resta di grandi galassie alle quali galassie ancora più grandi hanno strappato tutta la materia esterna al nucleo.

a pagina 34



### Oceano delle Tempeste, non fu un impatto

Che tutti i mari lunari fossero immense distese di lava solidificata, riversatasi in superficie a seguito della caduta di asteroidi sul nostro satellite, sembrava una realtà assodata. E invece l'elaborazione di dati ottenuti dalla missione GRAIL dimostra che il più esteso di quei mari si è formato con modalità totalmente differenti.

a pagina 42

# Il sorprendente bolide di Ben

*La tenacia di alcuni astronomi ha permesso di ritrovare le meteoriti generate da un superbolide apparso nei cieli della Repubblica Ceca oltre vent'anni fa. Pur essendo quell'evento il meglio documentato della storia, mai in precedenza si era riusciti a capire dov'erano realmente finiti gli unici frammenti recuperabili.*

# te caso del ešov

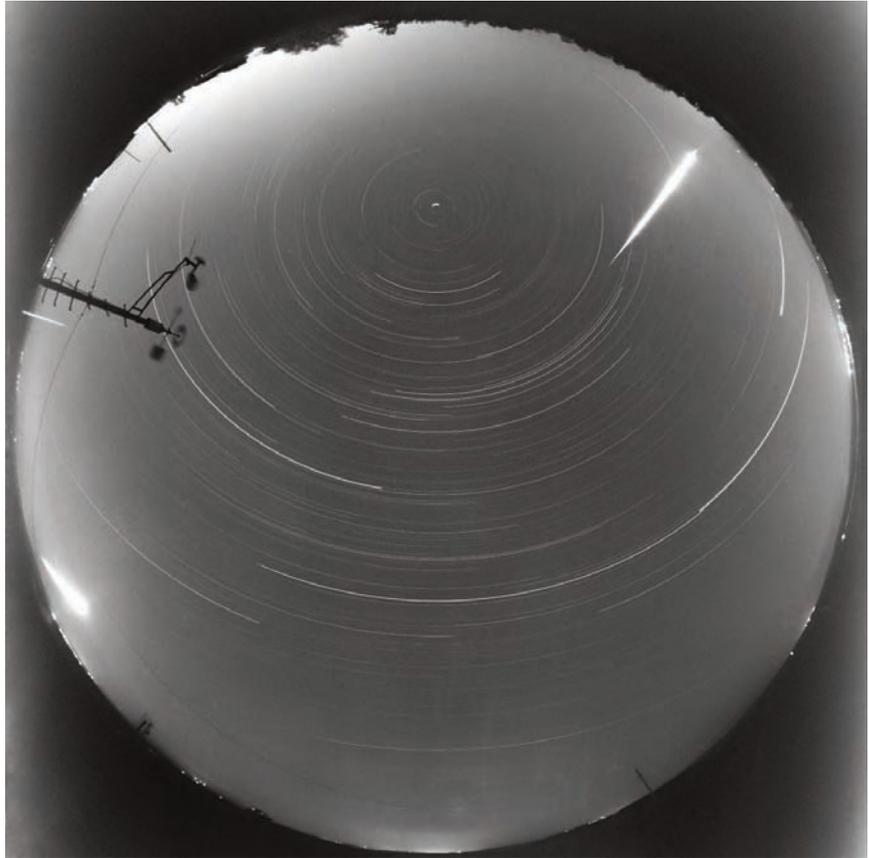
**C**ampi e boschi attorno a Benešov. La conformazione del paesaggio ha avuto un ruolo chiave nel ritrovamento delle meteoriti prodotte dal bolide. [Aktron]

**T**utti sicuramente ricordiamo l'enorme meteorite di 600 kg ritrovato nel lago Chebarkul 8 mesi dopo l'esplosione di un superbolide sopra la città russa di Chelyabinsk, avvenuta nel febbraio 2013. Con relativa facilità, assieme al frammento più grosso sono stati recuperati in breve tempo molti altri frammenti minori, sparpagliati sulle pia-

nure ghiacciate che caratterizzano quei luoghi in inverno. Non sempre però le circostanze dei ritrovamenti di meteoriti sono così favorevoli, anzi di solito non lo sono affatto, se consideriamo che mediamente ogni anno entrano nell'atmosfera terrestre una quarantina di meteoroidi in grado di generare superbolidi e che solo pochissimi di essi sono

associabili con certezza a piogge meteoritiche. C'è un caso in particolare che ha sfidato la caparbia dei ricercatori, perché pur trattandosi dell'evento scientificamente meglio documentato della storia, ha richiesto addirittura 20 anni per rivelare le sue tracce al suolo. Ci riferiamo al bolide di Benešov, precipitato il 7 maggio 1991 quasi sulla verticale dell'omonima località della Repubblica Ceca, una quarantina di chilometri a sud-est di Praga.

In quell'occasione, sul territorio ceco erano providenzialmente attive tre stazioni dell'European Fireball Network (Ondřejov, Telč e Pímda), dotate complessivamente di quattro camere da ripresa all-sky (tre fisse con otturatore rotante e una guidata) e di due camere spettrali. Le registrazioni dell'evento su lastre fotografiche permisero di stimare la magnitudine del bolide attorno a -21, almeno dalla stazione di Ondřejov, distante solo 32 km dal meteoroido in caduta, nell'istante del massimo bagliore che ne annunciava la frammentazione. Una luminosità tanto elevata provocò la sovraesposizione della traiettoria del bolide sulle lastre e non fu possibile sfruttare appieno gli otturatori rotanti per calcolare la velocità dell'oggetto, in quando i tipici segmenti da essi creati sul-

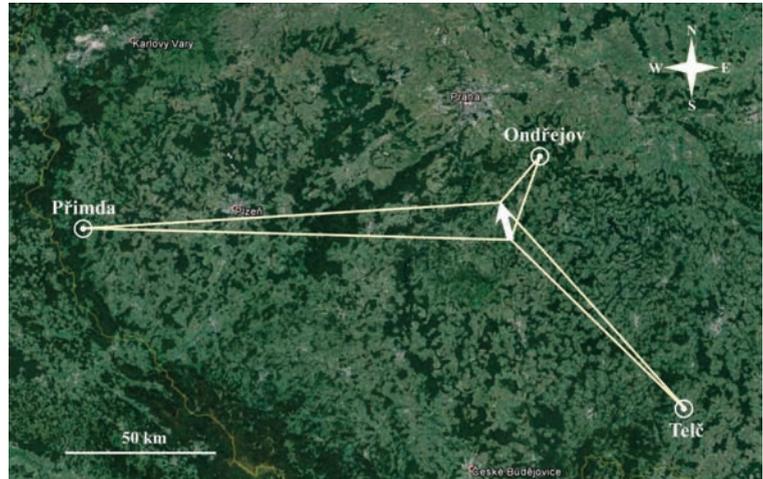


l'immagine erano visibili solo all'inizio e alla fine della traiettoria. Negli anni che seguirono la caduta, furono pubblicati numerosi lavori scientifici sul bolide, soprattutto a firma di ricercatori cechi, ma nonostante alcuni di essi avessero indicato con apparente sicurezza i luoghi dove recuperare possibili frammenti del meteoroido, nessun tentativo di ricerca al suolo portò a nulla di significativo. Eppure un certo numero di meteoriti doveva aver necessariamente toccato terra, una convinzione che nasceva dall'analisi delle regi-

**I bolide di Benešov, fotografato alla mezzanotte del 7 maggio 1991 da una camera all-sky dell'European Fireball Network. A sinistra un ingrandimento della traccia, con l'indicazione del punto di cui si è avuta l'esplosione del meteoroido, a una quota di circa 24 km. [Astronomický ústav Akademie věd]**

**L**a posizione sul territorio delle stazioni di Ondřejov, Telč e Přimda rispetto ad alcune più note località della Repubblica Ceca, come Praga. La freccia indica la traccia e la direzione del bolide. [Spurný et al.] Sotto, Pavel Spurný a caccia di meteoriti nel bosco e Jiří Boro- vička durante una conferenza.

strazioni spettrali, che oltre a essere ricche di informazioni sulla composizione del materiale in caduta, suggerivano la presenza, nella nube di detriti infuocati, di almeno otto frammenti con masse finali (al suolo) dell'ordine delle centinaia di grammi, fino a 1-2 kg per il pezzo di maggiori dimensioni. Purtroppo, negli anni '90 c'era ancora la convinzione che l'esplosione dei bolidi producesse solo alcuni frammenti relativamente grandi e tantissima polvere. L'idea che potessero formarsi anche numerosissimi frammenti di taglia intermedia non convinceva e quindi si calcolavano i luoghi di caduta (partendo dalle immagini acquisite da quante più stazioni possibili, lontane fra loro) sulla base del frenamento operato dall'atmosfera sui presunti pezzi di maggiore massa. Partendo da questi presupposti, si andò a cercare più volte i frammenti del meteorite di Benešov in un'area bo-



schiva infausta, con un terreno assai accidentato, in parte soggetto all'abbattimento di alberi e al rimboschimento, e dove vari tipi di processi vegetali e animali mutavano continuamente lo stato del suolo. In quelle condizioni, a distanza di anni dalla caduta, l'aspetto di un meteorite subisce sensibili alterazioni, come il totale deterioramento della crosta da fusione, e di fatto non è più distinguibile dalle normali pietre terrestri, salvo utilizzare tecniche di indagine non praticabili su terreni impervi.



Ma il gruppo storico di ricercatori coinvolto nello studio del bolide di Benešov (nel quale si sono distinti per tenacia Pavel Spurný e Jiří Borovička - Astronomical Institute, Academy of Sciences, Czech Republic) non ha mai rinunciato a trovare gli sfuggenti frammenti, finché nel febbraio del 2011 è maturata la svolta, grazie alla totale rielaborazione delle vecchie registrazioni dell'evento.

Tramite la digitalizzazione ad alta risoluzione delle immagini, l'applicazione di nuove tecniche di indagine e l'introduzione delle conoscenze maturate nello studio di bolidi recenti (che hanno dimostrato come durante quegli eventi si formino in realtà frammenti di qualunque dimensione e peso, dalla polvere a pezzi di



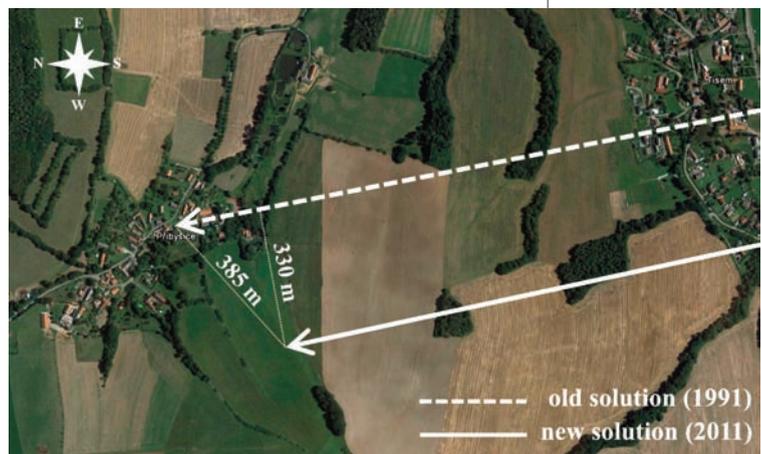
diversi chilogrammi), gli astronomi riescono a migliorare il livello di precisione di tutti i parametri fondamentali dell'evento, inclusi quelli apparentemente scontati, come la posizione geografica delle stazioni, risultata errata di 10-20 metri in latitudine e longitu-

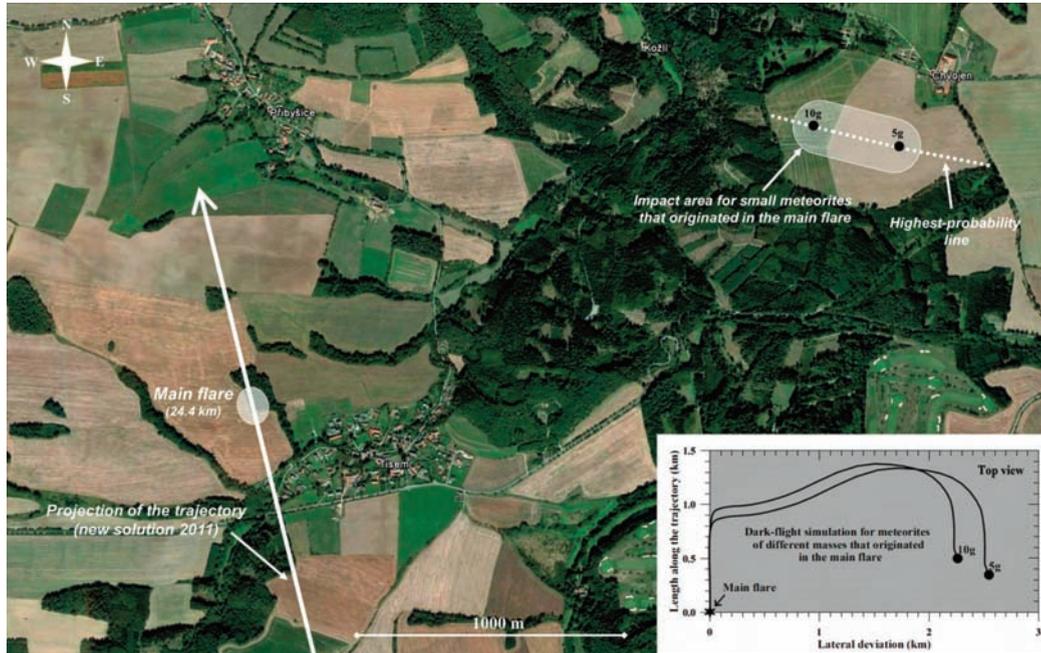


dine, e l'ora riferita alla fase centrale dell'evento, fissata alle 23:03:46 UT (ora di Greenwich). Questa anticipa di 7 secondi quella stimata nel '91, il che allunga la traiettoria del bolide (da 70160 metri a 70550 metri, con inizio dell'evento a 89126 metri e fine a 19493 metri) e aumenta di conseguenza la sua velocità, ora fissata a oltre 21 km/s.

La nuova velocità a sua volta influisce sull'orbita originaria del meteoroido, che è risultata avere perielio interno all'orbita terrestre e afelio nella fascia principale degli asteroidi, dove l'oggetto in questione si è verosimilmente formato a seguito di una collisione fra oggetti di taglia maggiore. Inevitabilmente tutto ciò ha conseguenze dirette sulla collocazione del punto in cui i

**S**opra e sotto, le due traiettorie del bolide calcolate a distanza di 20 anni e proiettate al suolo. Nel tempo intercorso, il territorio ha subito pesanti mutamenti. A sinistra, J. Borovička e H. Zichová, fotografati il giorno prima di trovare il terzo frammento del meteorite di Benešov. [Spurný et al./M. Janáč]





**Su questa mappa sono riportati in proiezione la nuova traiettoria del bolide, il punto dell'esplosione a 24,4 km di quota e, in alto a destra, l'area posta a 2,5 km di distanza dove sono caduti i frammenti di 5-10 grammi, seguendo i percorsi sintetizzati nel piccolo grafico. Qui a destra, immagine dettagliata del campo coltivato nel quale i ricercatori cecchi hanno recuperato gli unici 4 frammenti noti del meteorite di Benešov. Tutti rientrano abbondantemente nell'area prevista dai calcoli. [Spurný et al.]**

frammenti maggiori possono aver raggiunto il suolo, punto che i nuovi calcoli fissano a quasi 400 metri di distanza dal punto precedentemente stimato, ancora una volta su un terreno che negli anni '90 risultava particolarmente accidentato.

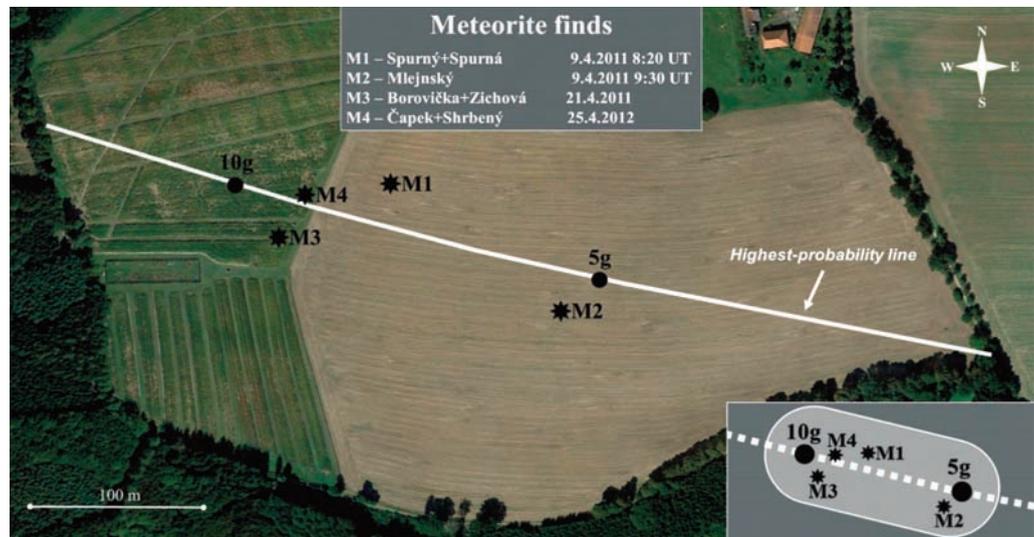
L'aspetto più interessante della reinterpretazione del bolide di Benešov, ben evidenziato da Spurný, Borovička e altri in un articolo recentemente apparso su *Astronomy*

metri e pesante circa 4 tonnellate, possono prodursi 250000 frammenti nel range 1-10 grammi e di questi 40000 pesano più di 5 grammi.

Per capire come e quanto le masse d'aria possono aver influito sulla caduta di frammenti di quella taglia, i ricercatori hanno tratto dagli archivi meteorologici dettagliate informazioni sul profilo del vento dalla quota di 31 km sopra la regione di

& *Astrophysics*, non riguarda comunque la possibile collocazione dei frammenti maggiori, quanto piuttosto la traiettoria seguita nell'atmosfera da quelli di piccola massa, i più soggetti all'azione del vento e quindi meno facili da collocare al suolo.

Le probabilità di recuperare questo tipo di oggetti sono teoricamente molto più elevate, perché i modelli attuali indicano che da un meteorite come quello esploso sopra Benešov, largo 1-2 metri



Benešov fino al livello del suolo (ricordiamo che la caduta è stata quasi verticale, con un'inclinazione di appena 9°, e aggiungiamo che l'esplosione principale è avvenuta a circa 24400 metri di altezza).

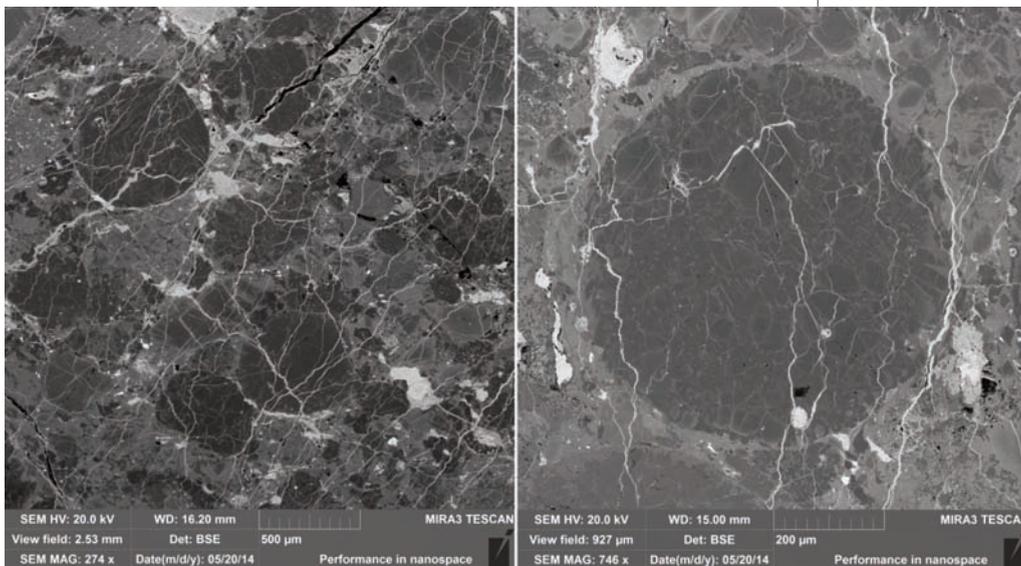
Anche 20 anni prima i ricercatori (in parte i medesimi del nuovo lavoro) avevano considerato l'influenza del vento, ma applicandola unicamente agli ipotetici frammenti più massicci,

quindi meno soggetti allo spostamento delle masse d'aria, e utilizzando solo 1/3 delle misurazioni considerate nel 2011. I nuovi calcoli indicano che nei 7 minuti di caduta i frammenti di taglia compresa fra 5 e 10 grammi devono essere deviati dalla traiettoria ideale di ben 2,5 km in direzione est-nord-est. Andando a proiettare la nuova posizione sulle mappe di Google Earth, i ricercatori si rendono conto che molti di quei frammenti sono sicuramente caduti su un'area agricola adibita alla coltivazione di grano e mais, più precisamente in un campo da poco seminato e perfettamente spianato. Cercare meteoriti grandi come sassolini in un campo che dall'epoca del bolide può essere stato rivoltato decine di volte potrebbe non sembrare una buona idea, ma il team di Spurný ha valutato che il rimiscolamento dei soliti 40-50 cm superficiali di terra dell'ultima aratura ha sicuramente nascosto un certo numero di frammenti ma ne ha risolti altri sotterrati



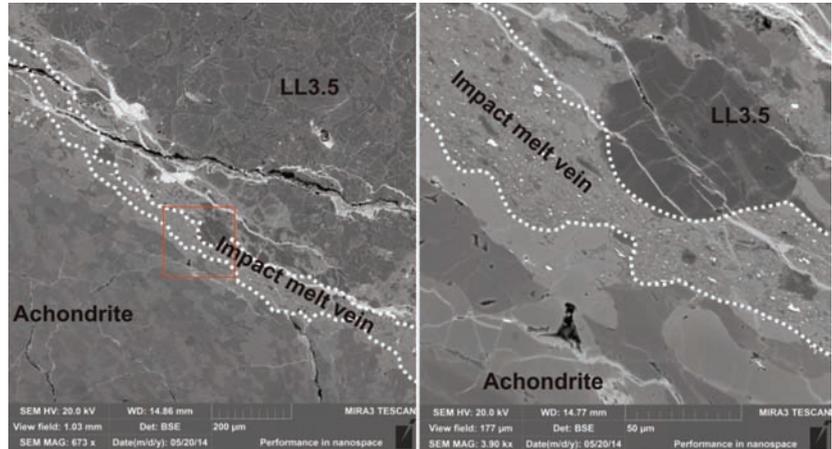
in anni precedenti. E poiché dagli spettri ottenuti durante l'evento ci si poteva aspettare un contenuto di ferro sufficiente a essere rilevato dai metal detector, gli astronomi hanno deciso di impiegare questi ultimi per una ricerca mirata che non arrecasse danni alle coltivazioni (danni che il contadino, giustamente, non avrebbe gradito). La prima scansione del fondo agricolo ha luogo il 9 aprile 2011 e vede la partecipazione di una ventina di cercatori. Dei numerosi potenziali frammenti raccolti, alla fine solo due passano tutte le selezioni, il primo

**F**rammenti di meteorite di Benešov, approssimativamente sezionati per effettuare le analisi di laboratorio. Sotto, immagini al microscopio della complessa miscela dei campioni M3 e M2. Evidenti le condrule più scure. [Spurný et al.]



**N**otevole immagine al microscopio che rivela come nella medesima meteorite (M2) sono presenti sia materiali tipici delle condriti (LL3.5), sia una mescola basaltica priva di condrule, per di più separate da materiale fuso e ricristallizzato a seguito di una poderosa pressione. È la dimostrazione che il meteorite originò dall'impatto di asteroidi. In basso la mescola interna del campione M1, ricca di metalli (tipo H5) e quindi assai diversa da quella degli altri frammenti. [Spurný et al.]

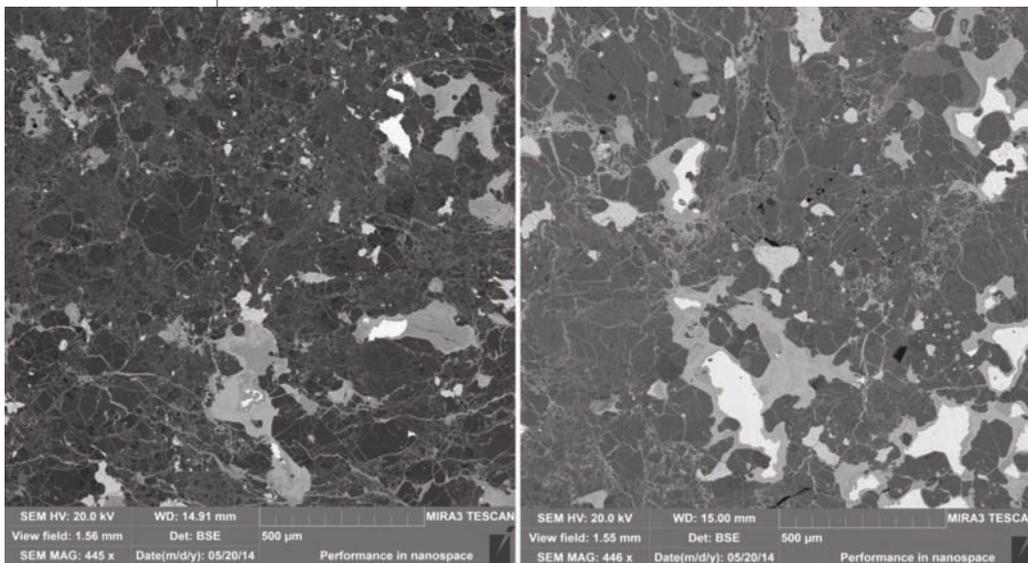
di 1,5 grammi e il secondo di quasi 8 grammi. In due battute successive, effettuate il 21 aprile 2011 e il 25 aprile 2012 (quest'ultima dopo l'ennesima aratura e semina), vengono recuperati altri due piccoli campioni, uno di 2 grammi e l'altro di nemmeno mezzo grammo. La certezza che si tratti proprio di meteoriti prodotte dal bolide di Benešov viene presto data dall'analisi spettroscopica, che fornisce risultati sovrapponibili a quelli raccolti durante la caduta. Se una dozzina di grammi di materiale meteoritico possono sembrare pochi per giustificare l'impegno profuso da più ricercatori in un lasso di tempo piuttosto lungo, in realtà i risultati conseguiti sono più importanti e appaganti di quanto si possa immaginare. Ad esempio non era mai accaduto di recuperare frammenti sparsi da un bolide così datato, e le nuove procedure adottate dal team ceco faciliteranno in futuro il ritrovamento di meteoriti



associati ad altri bolidi (purché ben documentati). La vera sorpresa è venuta però dall'analisi mineralogica dei campioni recuperati, la cui mescola è risultata appartenere a tre classi molto diverse fra loro: condriti LL (basso contenuto di metalli), condriti H (alto contenuto di metalli), acondriti primitive (materiale basaltico privo di condrule).

Questa sorprendente varietà si spiega ammettendo che il meteorite progenitore fosse un mix di materiali diversi prodotto dalla collisione fra asteroidi nella fascia principale. Finora una simile eterogeneità era stata scoperta solo tra i frammenti del meteorite di Almahata Sitta. L'unica via alternativa per spiegare

le profonde differenze mineralogiche fra i campioni del meteorite di Benešov sarebbe quella di ipotizzare che essi appartengano a eventi diversi, ipotesi davvero insostenibile visto che il ripetersi di un fenomeno simile su una medesima zona a distanza di decenni (su periodi più lunghi i frammenti sarebbero indistinguibili) ha una probabilità di 1 su 100000. ■



# L'acqua è p del Sole?

*Abitiamo un pianeta ricco d'acqua ed è molto probabile che quel liquido sia stato riversato sulla Terra da innumerevoli comete, assieme alla materia organica prebiotica. Ma da dove è arrivata tutta quell'acqua? Si è formata con il sistema planetario o esisteva già miliardi di anni prima che il Sole iniziasse a risplendere? Le risposte a queste domande sono finalmente arrivate.*

*Una goccia d'acqua che cade può essere presa ad emblema di quel fondamentale elemento che da molti miliardi di anni accompagna la formazione dei pianeti e favorisce la comparsa della vita.*

# più vecchia

**N**el nostro sistema solare è stata scoperta acqua un po' ovunque: sotto diverse forme, oltre che sulla Terra, essa esiste nei crateri permanentemente in ombra di Mercurio e Luna, nelle meteoriti, sulle comete, negli asteroidi, sopra e sotto le superfici di alcuni satelliti naturali, nel sottosuolo marziano. L'astrobiologia ha ricevuto un notevole impulso dall'ubiquità del prezioso elemento, perché, per come la conosciamo noi, la vita può apparire e

svilupparsi solo in presenza di acqua. Il nostro sistema solare non rappresenta certo un'eccezione, ma per quanto l'acqua sia già stata rilevata, sotto forma di vapore, nelle atmosfere di alcuni pianeti extrasolari, non è ancora chiaro se essa è esclusivamente il prodotto di processi fotochimici che avvengono all'interno dei sistemi planetari con modalità diverse per ciascun sistema, oppure se una parte più o meno rilevante viene ereditata dal mezzo inter-

stellare, ovvero dalle nubi di gas e polveri dalle quali i sistemi stessi prendono forma.

A prima vista può sembrare una differenza di poco conto, perché l'importante è che l'acqua ci sia. Se però sono le condizioni locali a determinarne la quantità, allora questa può essere molto variabile a seconda delle proprietà di un determinato disco protoplanetario e della stella che evolve al centro di esso. Sicuramente nelle nubi molecolari nelle quali nascono stelle e pianeti l'acqua c'è, ovviamente sotto forma di ghiaccio, viste le bassissime temperature. Il problema è capire se quell'acqua sopravvive al

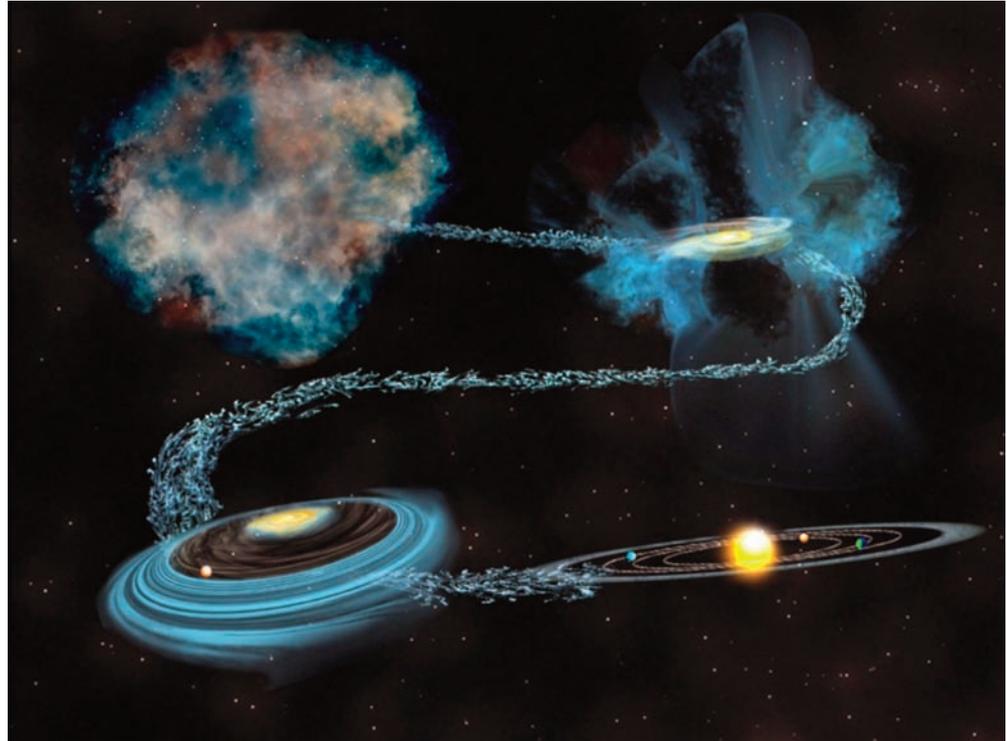
flusso di radiazioni delle stelle attorno alle quali va ad orbitare, oppure se viene distrutta (con la separazione dell'idrogeno dall'ossigeno) per essere poi rigenerata, in quantità e attraverso meccanismi dipendenti da proprietà fisico-chimiche locali, di-

verse da quelle tipiche delle nubi interstellari. Nonostante varie ricerche in questo ambito, non c'è stato finora modo di capire se l'acqua del nostro sistema solare si è formata contestualmente ad esso o è più vecchia, ma recentemente alcuni astro-

nomi, coordinati da IIsedore Cleeves (University of Michigan), hanno proposto una soluzione originale alla questione, che si basa sul rapporto fra l'abbondanza dell'acqua pesante ( $D_2O$ ) e l'abbondanza dell'acqua normale ( $H_2O$ ). La prima è caratterizzata dalla presenza del deuterio, isotopo dell'idrogeno che pesa più dell'idrogeno normale a causa di un neutrone legato al protone del nucleo atomico.

**S**chema della formazione del sistema solare, dove viene enfatizzata la conservazione del ghiaccio d'acqua primordiale nei vari passaggi che portano dalla nube protosolare al sistema completamente formato. [Bill Saxton, NSF/AUI/NRAO]

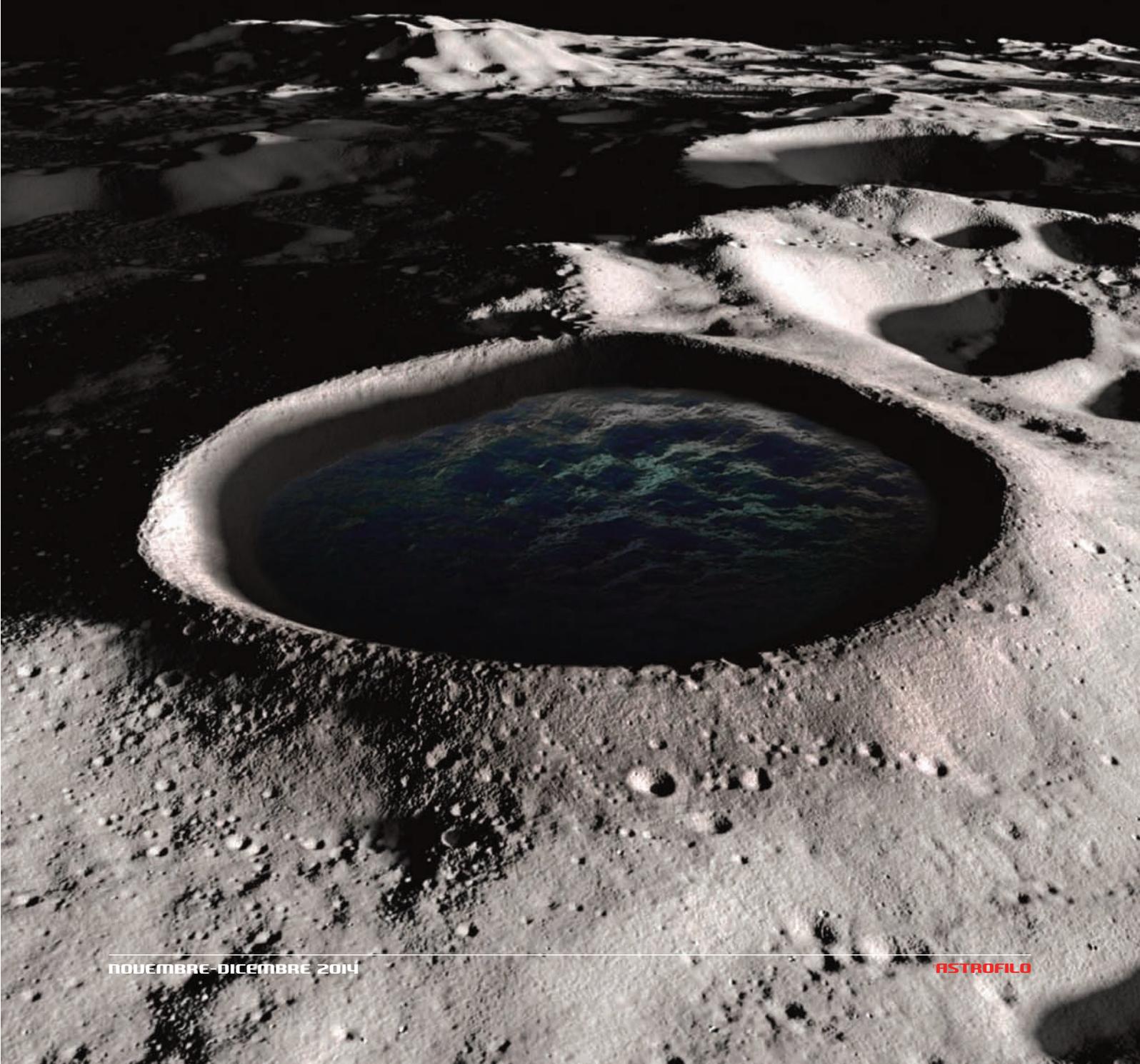
A sinistra, un classico tramonto sul mare, un'immagine che da oggi si carica di ulteriore significato, considerando che gran parte di quell'acqua, forse la metà, è più vecchia della stella che la illumina.

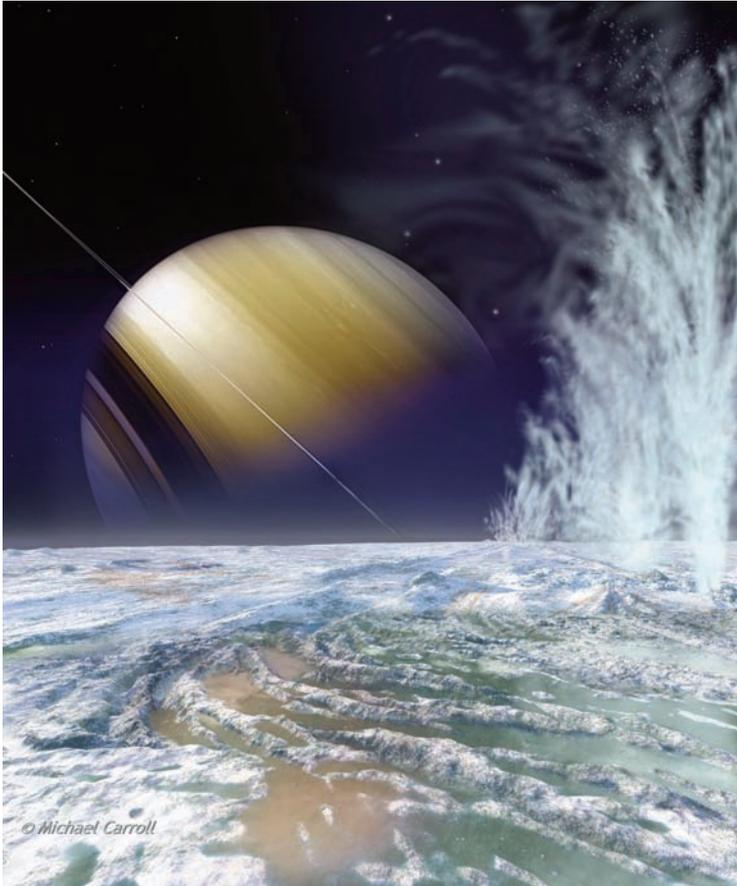


**R**endering di un cratere permanentemente in ombra, prossimo al polo sud lunare, nel quale si è conservato del ghiaccio d'acqua. [NASA/GSFC/SVS]

Il deuterio è piuttosto raro, infatti ogni milione di atomi di idrogeno normale (H) solamente 26 sono in versione pesante (D), ma il rapporto aumenta di 6 volte considerando la sua presenza nelle molecole dell'acqua, fatto che si spiega con una velocità leggermente superiore delle reazioni che creano l'acqua pesante rispetto

a quelle che creano l'acqua normale. Proprio perché le piccole differenze di massa fra isotopi diverse si traducono in un diverso comportamento durante le reazioni chimiche, è possibile capire, partendo dal rapporto fra deuterio e idrogeno nelle molecole d'acqua, in quali condizioni quelle molecole si sono formate.

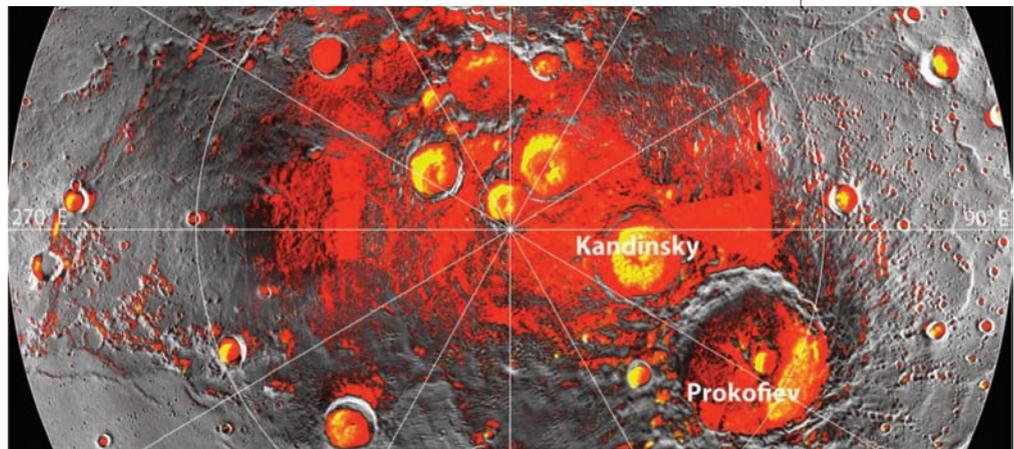




Gli ingredienti necessari alla formazione di acqua con elevato rapporto D/H sono basse temperature, ossigeno, idrogeno molecolare (H<sub>2</sub>) e una sorgente ionizzante. Gli ambienti che meglio soddisfano questi requisiti sono le regioni più dense del mezzo interstellare. In esse la temperatura è tipicamente di appena una decina di kelvin (circa -263°C), l'ossigeno è presente in quanto disperso nel cosmo da generazioni di supernovae, l'idrogeno è onnipresente e il flusso ionizzante è garantito dai raggi cosmici galattici. Per ovvi motivi non possiamo avere una co-

noscenza diretta dell'efficienza con cui la nube protosolare produceva acqua pesante, possiamo però dedurlo dallo studio del più antico e meglio conservato materiale a nostra disposizione, ossia alcuni tipi di meteoriti e le comete di lungo periodo, vere e proprie reliquie risalenti ai tempi della condensazione della nube da cui si formò il sistema solare, molto poco processate e quindi fedeli depositarie della composizione della nube medesima. Conoscendo con sufficiente precisione i rapporti D/H caratteristici dell'acqua di diverse regioni del sistema solare, Cleaves e colleghi hanno deciso di verificare se quei valori possono essere stati raggiunti partendo da zero, attraverso l'azione radiativa del nascente Sole. Il team ha pertanto creato dei modelli capaci di simulare l'evoluzione di un disco protoplanetario in cui l'acqua pesante era già stata eliminata da processi chimici indotti dalla

**I vulcani di acqua ghiacciata presenti su Enceladus, satellite di Saturno, sono uno dei tanti esempi della diffusione del prezioso liquido nel sistema solare. [Michael Carroll] Sotto, mappa radar della regione polare nord di Mercurio, sovrapposta a un'immagine in luce bianca prodotta dalla sonda MESSENGER. Le aree colorate sono quelle meno illuminate dal Sole. Il giallo identifica depositi di ghiaccio d'acqua, presenti sul fondo di crateri permanentemente in ombra. [NASA/Johns Hopkins University/Carnegie Institution of Washington/National Astronomy and Ionosphere Center, Arecibo Observatory]**



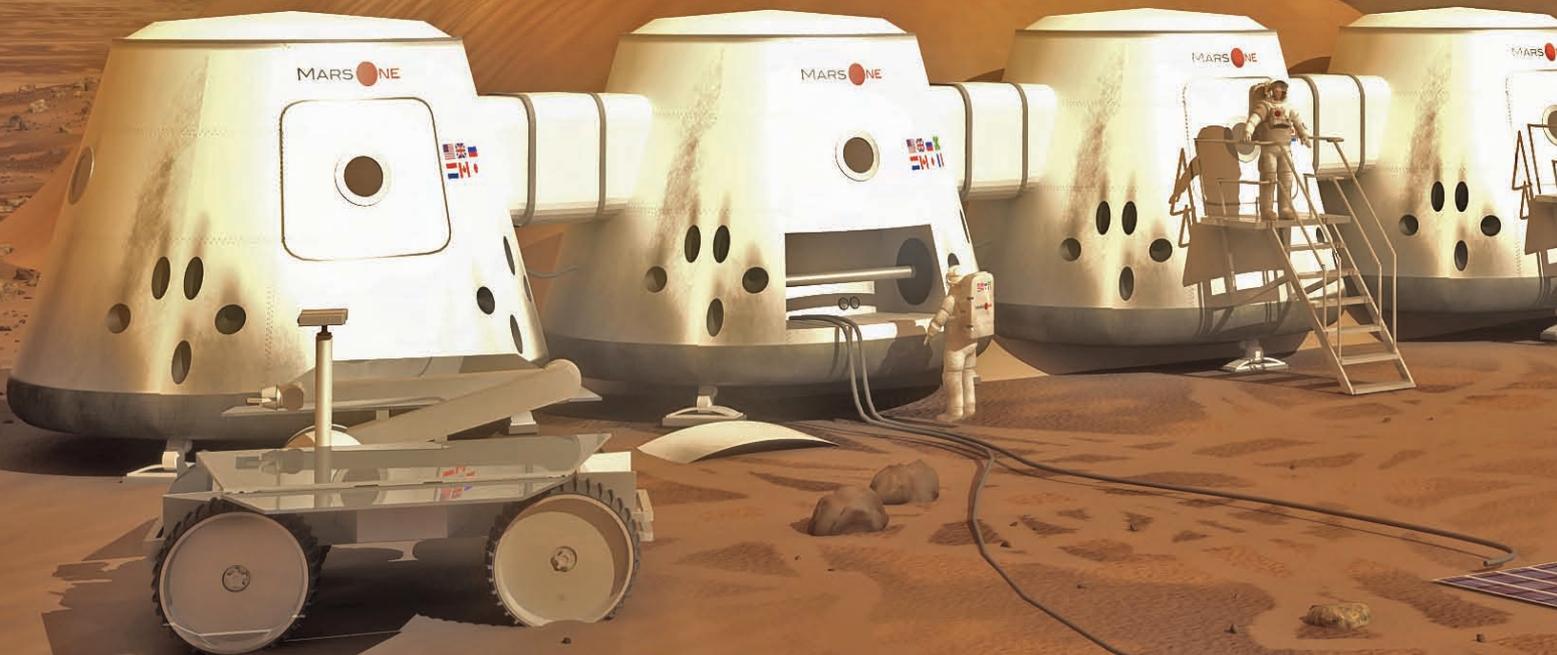


**R**appresentazione di fantasia della superficie ghiacciata di Europa, il satellite di Giove che con il suo enorme oceano subsuperficiale è considerato, dopo la Terra, l'ambiente più adatto alla vita nel nostro sistema solare. [Anonimo]

nostra stella. Il periodo considerato è stato il primo milione di anni in cui il Sole ha brillato e naturalmente si è tenuto conto della minore incidenza dei raggi cosmici galattici (causata dalla magnetosfera solare), della contemporanea produzione dei meno energetici raggi cosmici solari, della radiazione X proveniente sia dallo stesso Sole sia dal decadimento di radionuclidi. Anche considerando possibili variabili, i risultati dello studio indicano chiaramente che la quantità di deuterio presente nei ghiacci del sistema solare non può essere stata processata tutta all'interno del disco protoplanetario, in quanto quei processi risultano troppo lenti nel periodo considerato e sostanzialmente ininfluenti in epoche successive, quando i ghiacci erano già inglobati nei planetesimi. Ciò significa che una parte rilevante dell'acqua, sia normale che pesante, presente oggi nel sistema solare è primordiale e deriva direttamente dai ghiacci presenti nella nube protosolare. E questo vale anche per l'acqua della Terra, derivando essa in buona parte dalla caduta di comete e asteroidi. I ricercatori stimano che fra il 30% e il 50% dell'acqua che ba-

gna il nostro pianeta è più vecchia del sistema solare, range che nel caso delle comete sale al 60-100%. Oltre a dirci che facciamo il bagno in un liquido che può avere in parte un'età più vicina a quella dell'universo che non a quella della Terra, le conclusioni tratte dal team di Cleeves (pubblicate su *Science* a fine settembre) ci dicono soprattutto che l'acqua presente nel nostro sistema solare non può essere molto più abbondante di quella a disposizione di altri sistemi planetari, e ciò vale anche per i quantitativi di materia organica prebiotica che quell'acqua contiene. Le condizioni che possono portare alla comparsa della vita non sono pertanto specifiche di un determinato sistema planetario, sono al contrario più legate alle proprietà del mezzo interstellare e alla uniformità su grandissima scala di quest'ultimo. Sicuramente stelle molto diverse dal Sole avranno un'influenza altrettanto diversa sui ghiacci ereditati dal mezzo interstellare, ma la gran parte delle stelle sono nane di tipo solare o poco più piccole ed è a queste che si guarda con più ottimismo nella ricerca di vita extraterrestre. ■

# Mars One, ai dell'utopia



**U**n'anticipazione di come si presenteranno i primi moduli abitativi di Mars One dopo essere stati collegati fra loro. [Bryan Versteeg/Mars One]

# limiti

*Uno dei più ambiziosi progetti di conquista del pianeta rosso si è dimostrato, ad un'analisi accurata del MIT, molto meno affidabile di quanto affermato dai suoi ideatori. Gli insediamenti che su Marte saranno destinati a ospitare i primi coloni potrebbero facilmente trasformarsi in una trappola mortale, se la missione non sarà profondamente riveduta.*

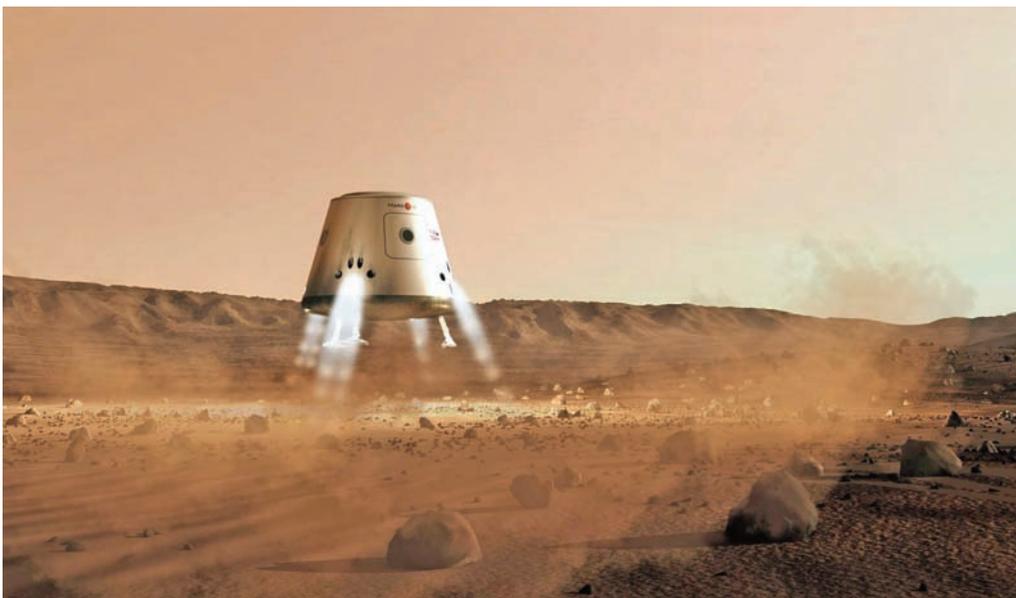
**C**on una frequenza crescente sentiamo parlare di missioni spaziali destinate a inviare esseri umani verso Marte nei prossimi anni. Tutte sembrano apparentemente fattibili, ma al tempo stesso tutte sembrano ammantate di un ottimismo che assieme a troppi facili entusiasmi solleva anche non poche perplessità. Una di quelle missioni è Mars One, un progetto a dir poco ambizioso messo in cantiere dall'eponima fondazione non profit a trazione olandese (capofila dell'International Media Group, che gestisce i finanziamenti), col preciso scopo di creare nel periodo 2018-2025 un insediamento umano permanente sul pianeta rosso. Mars One nasce ufficialmente nel 2011 su iniziativa di un ingegnere e di un fisico, Bas Lansdorp e Arno Wilders, e acquisisce rapidamente una certa notorietà, al punto che i candidati coloni superano in pochi anni le

200000 unità, nonostante che per coloro che saranno alla fine selezionati sia prevista nel "pacchetto vacanza" la morte certa su Marte. Infatti, i vari equipaggi di 4 persone che ogni 2 anni, a partire dal 2024-2025 partiranno alla volta dell'esotica meta avranno in tasca un biglietto di sola andata. Una così poco rosea prospettiva non sembra comunque aver scoraggiato gli aspiranti coloni, fiduciosi di vivere comunque una lunga esistenza, per quanto in ristrettezze. Questo almeno fino a quando, all'inizio di ottobre, non è stata resa pubblica una valutazione di fattibilità

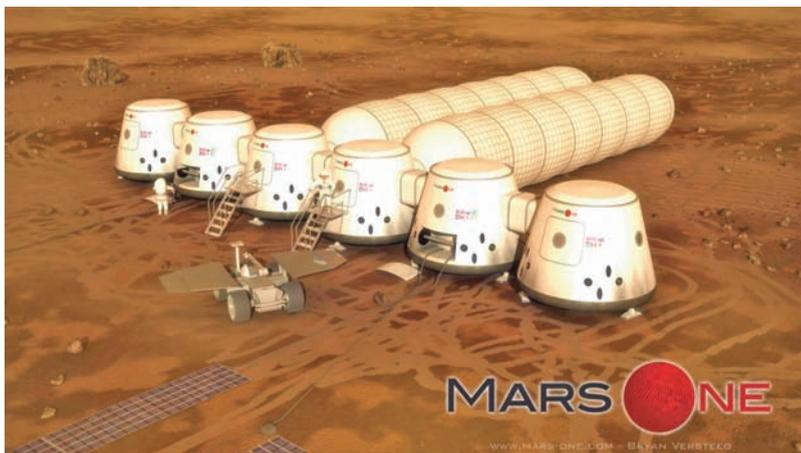
della missione Mars One, elaborata da ingegneri del Massachusetts Institute of Technology (MIT), stando alla quale quel progetto, così com'è pianificato, può solo trasformarsi in un fallimento, se non addirittura in un disastro. Ciò non tanto per quel che riguarda le fasi di lancio e trasferimento verso Marte, tutte alla portata della tecnologia attual-

mente disponibile, quanto piuttosto per quel che concerne la permanenza sul pianeta, obiettivo principale del programma. Gli esperti del MIT, fra i quali Olivier de Weck (professore di aeronautica e astronautica, e di sistemi ingegneristici), hanno presentato la loro analisi all'International Astronautical Congress, tenutosi a Toronto

**B**as Lansdorp, fotografato durante una conferenza tenutasi a New York, durante la quale ha annunciato l'inizio della selezione dei candidati coloni di Mars One. [AFP-JIJ] A fianco, una rappresentazione del primo modulo abitativo in discesa sulla superficie marziana. [Mars One]



**G**li spazi a disposizione dei coloni includeranno dei lunghi segmenti collegati ai moduli abitativi. Nell'illustrazione in basso si distingue chiaramente la rete di pannelli solari che forniranno alla colonia tutta l'energia di cui necessiterà. [Bryan Versteeg/Mars One]



dal 29 settembre al 3 ottobre. I punti critici che evidenziano non sono né pochi né facilmente risolvibili.

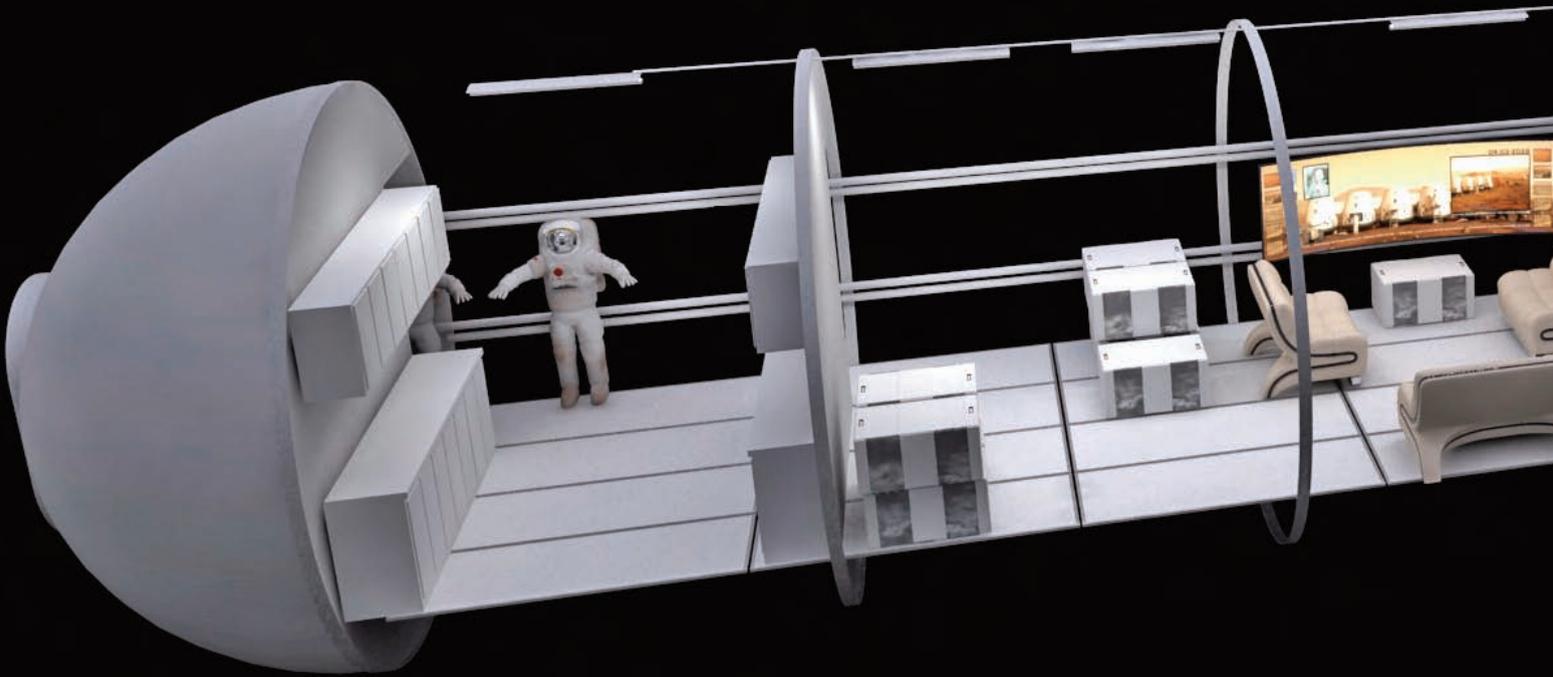
Uno di quei punti riguarda l'idea di estrarre ghiaccio dal sottosuolo marziano per trasformarlo in acqua da usare per l'alimentazione, l'igiene, l'irrigazione etc. Ebbene, le attuali tecnologie funzionanti sul nostro pianeta non risultano direttamente esportabili su Marte e sarà quindi necessario svilupparne altre ad hoc (senza contare che attualmente non conosciamo ancora con precisione né l'ubicazione né la consistenza dei giacimenti di ghiaccio).

Un'altra questione sottovalutata dai progettisti di Mars One sembra essere quella rela-

tiva alla quantità di parti di ricambio di cui l'avamposto marziano necessiterà nel tempo per restare pienamente operativo. Gli analisti del MIT hanno calcolato a questo riguardo che nel giro di pochi anni i carichi inviati dalla Terra saranno dominati dalle parti di ri-

cambio, fino a rappresentare il 60% e oltre del peso trasportato verso la colonia. Ciò significherà più lanci di navicelle cargo di quanto oggi previsto e quindi più costi di quelli preventivati, un problema che va ad aggiungersi a quello relativo alla fase di lanci destinati a costruire automaticamente l'insediamento marziano prima dell'arrivo dei coloni: secondo Mars One basteranno 6 razzi del tipo Falcon Heavy (ciascuno capace di portare 12 tonnellate di carico in orbita di trasferimento geostazionaria), mentre secondo il MIT ne serviranno addirittura 15. Il quadro si complica ulteriormente considerando che non si può lanciare un razzo con destinazione Marte quando capita, ma biso-





gna farlo entro ben precise finestre di lancio che si aprono solamente ogni 26 mesi. Le più dirette conseguenze di ciò saranno un probabile slittamento nei tempi di completamento della colonia (ammesso che il programma abbia seguito) e lunghe attese per le parti di ricambio, con tutti gli inconvenienti che ne possono derivare.

Da notare che le valutazioni del MIT sono le più obiettive oggi disponibili, essendo basate sulle esperienze maturate nella gestione dell'International Space Station, che includono quantità e tipologia dei componenti guasti sostituiti a partire dal 2000, quando iniziò a ospitare equipaggi.

Una parziale soluzione al problema dei ricambi potrebbe essere quella di trasportare su Marte delle stampanti 3-D e quindi di costruirli direttamente in situ, ma anche quel tipo di tecnologia non è abbastanza avanzata da consentire di riprodurre dimensioni e funzioni di numerose delle parti che formeranno gli insediamenti, salvo ridisegnare quelle

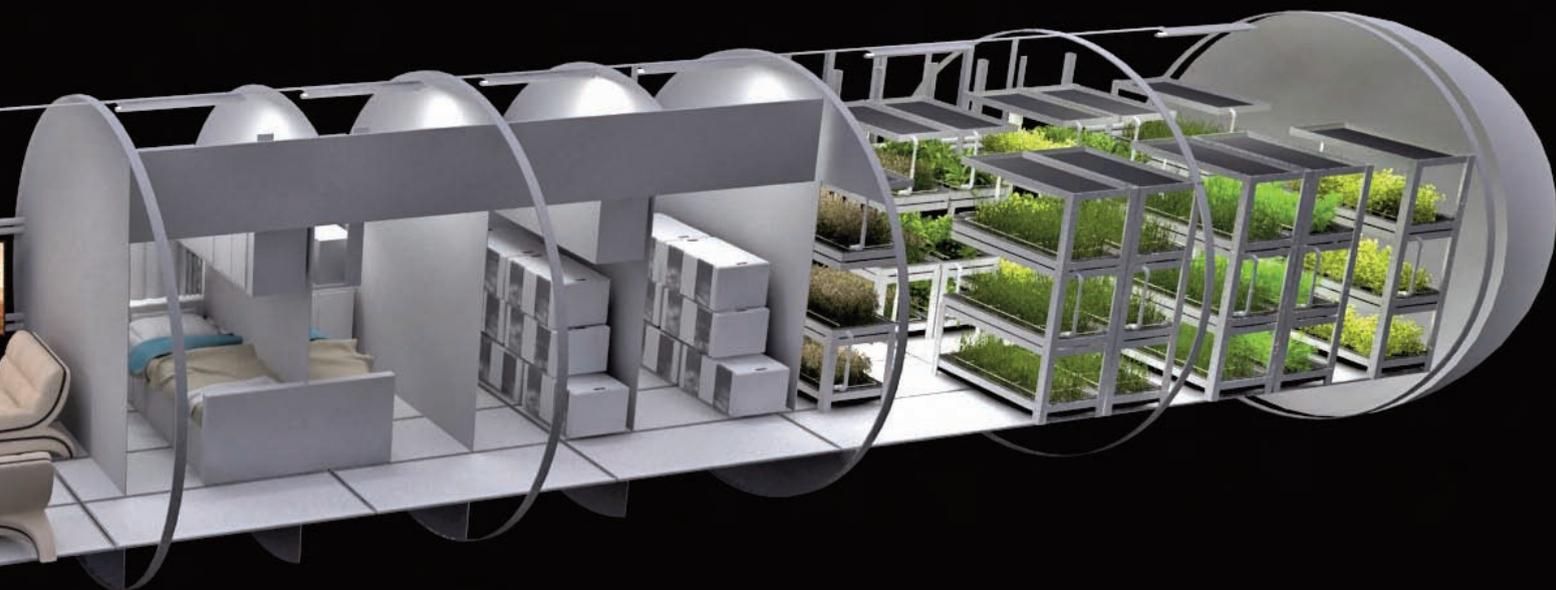
stesse strutture o compiere dei consistenti e rapidi passi avanti nella progettazione delle stampanti 3-D.

Prendendo ancora una volta come riferimento le esperienze maturate nella gestione della ISS, gli analisti del MIT hanno poi evidenziato la più pesante di tutte le criticità, quella che riguarda l'autosufficienza alimentare dei coloni, che nei piani di Mars One sarà in buona parte assicurata dalla coltivazione di vegetali direttamente all'interno di ogni modulo abitativo, su un'area ampia 50 m<sup>2</sup>.

**N**el modellino qui sopra e nelle ricostruzioni in basso si può sicuramente apprezzare l'eleganza con cui sono stati ripartiti i vari ambienti all'interno di ogni segmento di quella che sarà la colonia di Mars One.



BRYAN VERSTEEG / MARS ONE



*La collocazione delle colture destinate all'alimentazione è però risultata infelice, perché la quantità di ossigeno che i vegetali libereranno potrà mettere in pericolo la vita dei coloni. [Bryan Versteeg/Mars One]*

Le nuove stime indicano che quell'area non potrà essere più piccola di 200 m<sup>2</sup> e che, cosa decisamente preoccupante, se le coltivazioni (legumi, insalate, cereali, patate e altro) saranno come previsto interne agli spazi abitati, esse produrranno una quantità di ossigeno superiore alla soglia di sicurezza oltre la quale l'atmosfera interna respirata dai coloni può divenire tossica e infiammabile. Se questo aspetto della missione non sarà riprogettato, gli abitanti dell'avamposto marziano potrebbero fare una brutta fine nel

giro di un paio di mesi. Non potendo somministrare in continuazione azoto per bilanciare il surplus di ossigeno (salvo averne grandi scorte portate a caro prezzo dalla Terra), sarà indispensabile escogitare una soluzione per eliminare quest'ultimo dall'ambiente. Sul nostro pianeta esistono già dispositivi in grado di farlo ma anche in questo caso non sono applicabili pari pari alla realtà marziana. L'unica alternativa è ripensare la collocazione delle colture, dedicando ad esse uno spazio esclusivo, ma ciò farebbe lievitare i costi dell'insediamento in maniera insostenibile.

Tanto vale inviare tutti i rifornimenti alimentari dalla Terra, sul breve periodo sarebbe sicuramente meno dispendioso, poi si vedrà... Viene spontaneo a questo punto chiedersi che senso abbia installare una colonia su Marte, spendendo non poche decine di miliardi di dollari, quando poi i suoi abitanti saranno quasi completamente dipendenti dai rifornimenti di qualunque genere che giungeranno dal pianeta madre. ■



# CAELUM

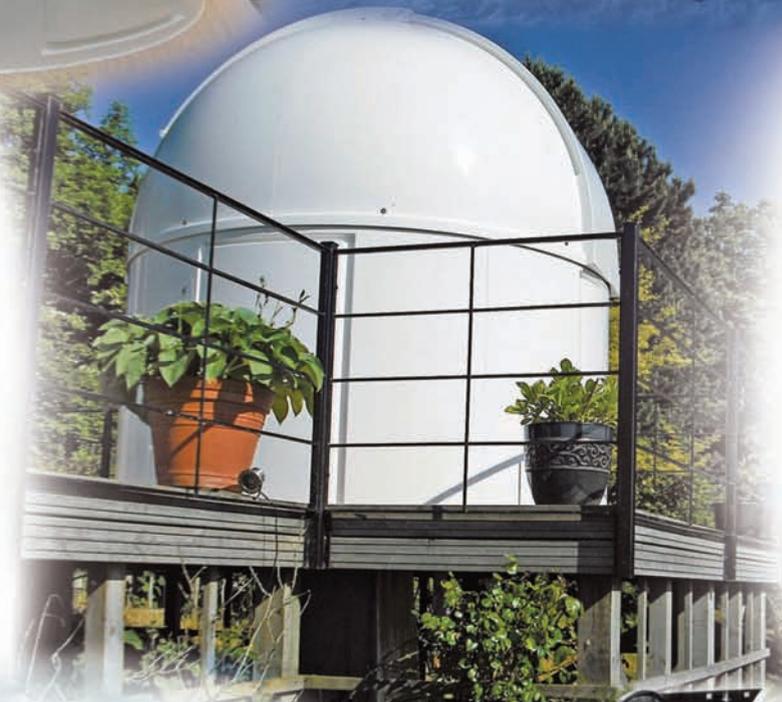
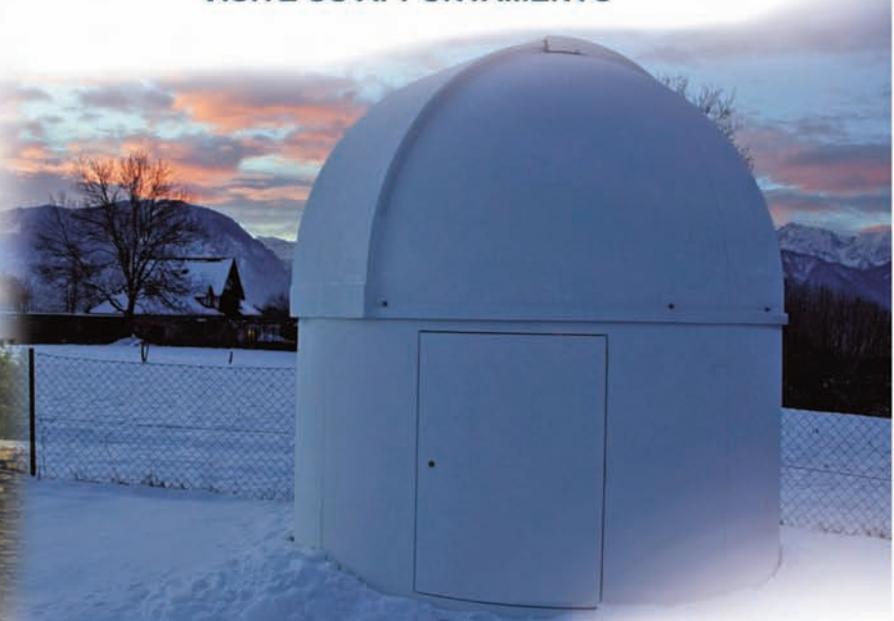


## STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA

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.

**Tutto a prezzi assolutamente competitivi. Montaggio e trasporto su richiesta. 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!**



# BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

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

## nuovo modello OMEGA FORK

### PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

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

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

Viti senza fine in acciaio inox rettificate D19mm

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

Contrappeso acciaio inox, uno da 4 kg

Barra contrappesi acciaio inox D30mm piena

Portata ideale 18 kg

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

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

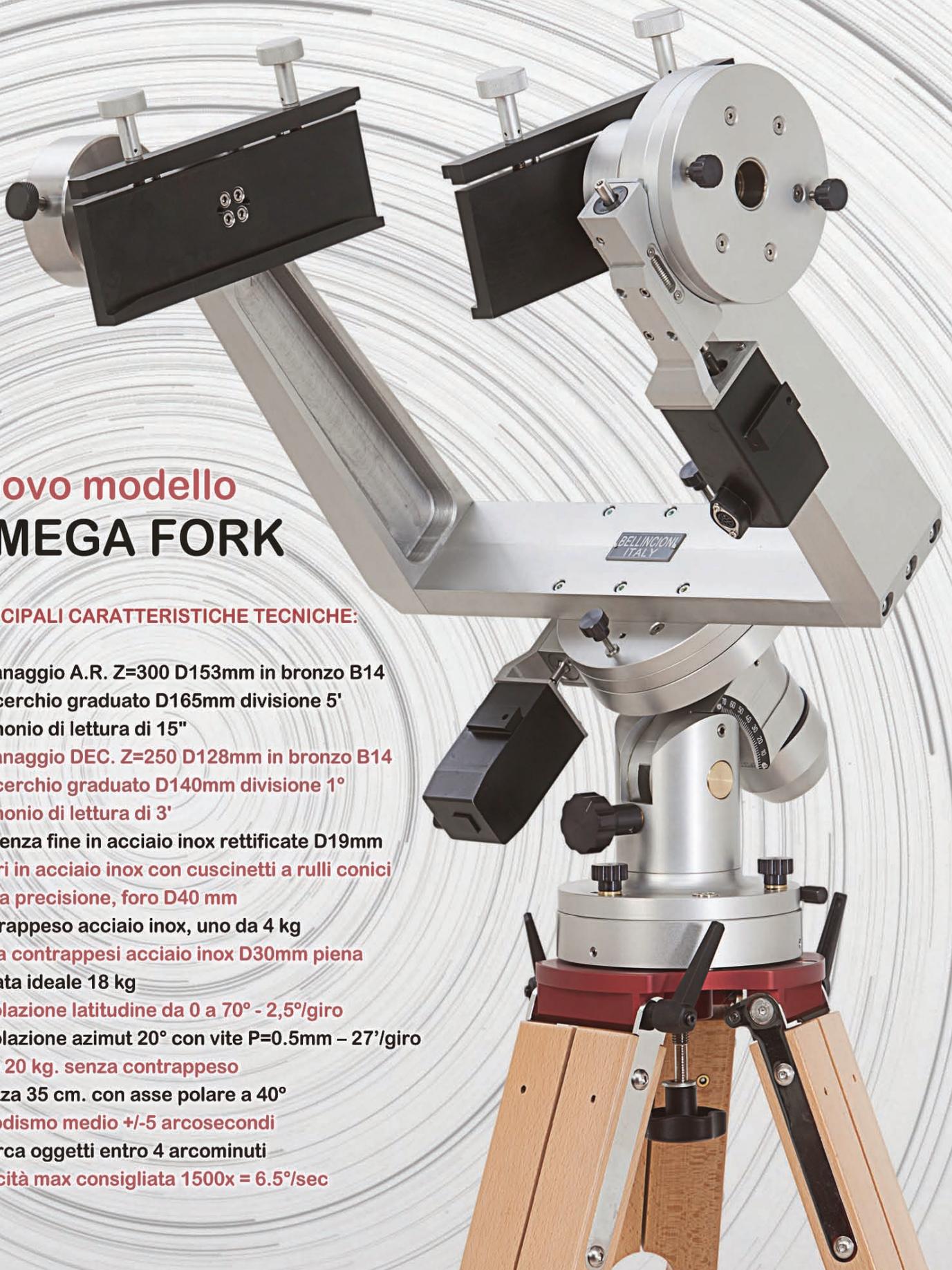
Peso 20 kg. senza contrappeso

Altezza 35 cm. con asse polare a 40°

Periodismo medio +/-5 arcosecondi

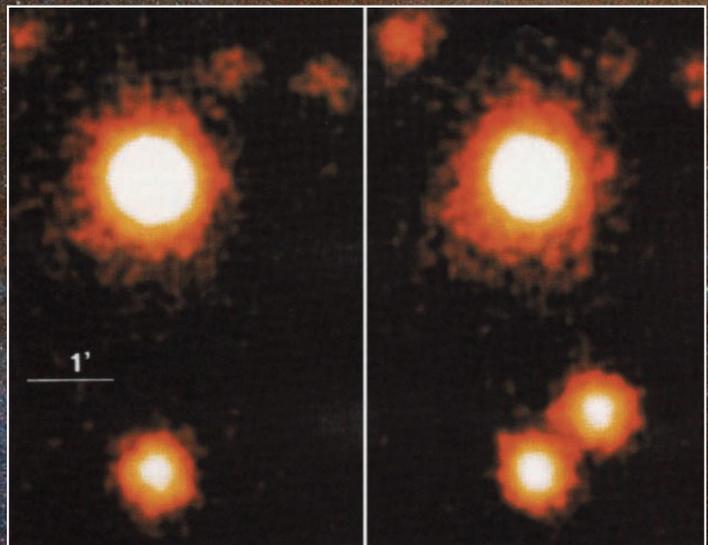
Ricerca oggetti entro 4 arcominuti

Velocità max consigliata 1500x = 6.5°/sec



# Svelato il mi SN Tipo IIb

*Dopo aver pazientemente atteso per una ventina di anni che il bagliore di una supernova scendesse al di sotto di un certo limite, alcuni astronomi sono riusciti a riconoscere la presenza di una stella compagna del progenitore, convalidando il modello che descrive quel particolare tipo di esplosioni.*

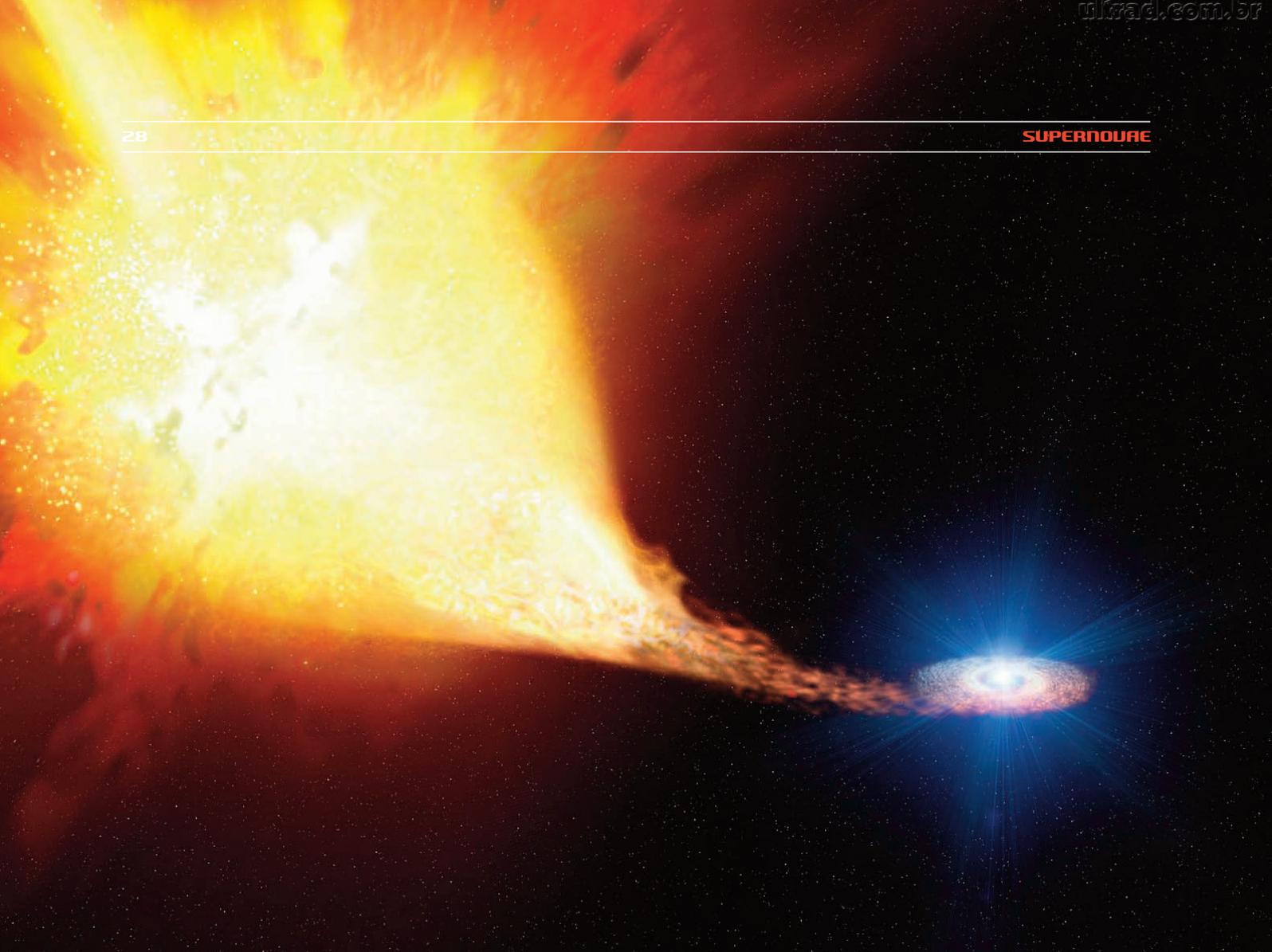


# stero delle

**S**ullo sfondo, la galassia spirale MB1. Una freccia bianca indica la posizione dove 21 anni fa esplose la supernova 1993. [NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)] A sinistra confronto fra il prima e il dopo esplosione, in immagini prese nell'ottobre 1992 e nell'aprile 1993. [Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE)]

**R**ecenti stime fatte dagli astronomi suggeriscono che ogni secondo, da qualche parte nell'universo, esplose una supernova. Dal nostro punto di osservazione interno alla Via Lattea, quel fenomeno non sembra in realtà così frequente, ma esistono almeno 100 miliardi di altre galassie e quindi quell'altissimo numero di eventi inquadrato su scala cosmica è sicuramente verosimile. I meccanismi fisici che possono portare una stella a esplodere come supernova sono più d'uno e non è facile verificare sul campo ciò che i modelli teorici prevedono. Alcuni tipi di supernovae sono il prodotto dell'evoluzione di stelle singole, mentre altre si originano all'interno di sistemi binari, nei quali la stella compagna del progenitore ha un ruolo fondamentale nella tipologia di supernova risultante. Si potrebbe immaginare che distingue-

re tra eventi legati a una singola stella ed eventi legati a una stella doppia sia relativamente semplice, ma in realtà non è così o comunque non lo è sempre. C'è infatti una varietà di supernovae, quelle dette di Tipo IIb, che per certi aspetti sembrano riconducibili a entrambi gli scenari: quando esplodono mostrano caratteristiche spettroscopiche tipiche delle supernovae Tipo II, che derivano da un'unica stella di grande massa (oltre 10 masse solari), ricca di idrogeno negli strati esterni; ma nella fase discendente della curva di luce assomigliano più a quelle di Tipo Ib prodotte dall'interazione fra coppie di stelle non necessariamente di grande massa, in cui il progenitore della supernova perde la gran parte dell'idrogeno prima di esplodere. Il Tipo IIb è dunque una specie di ibrido che si contraddistingue per la scarsità di idrogeno nella



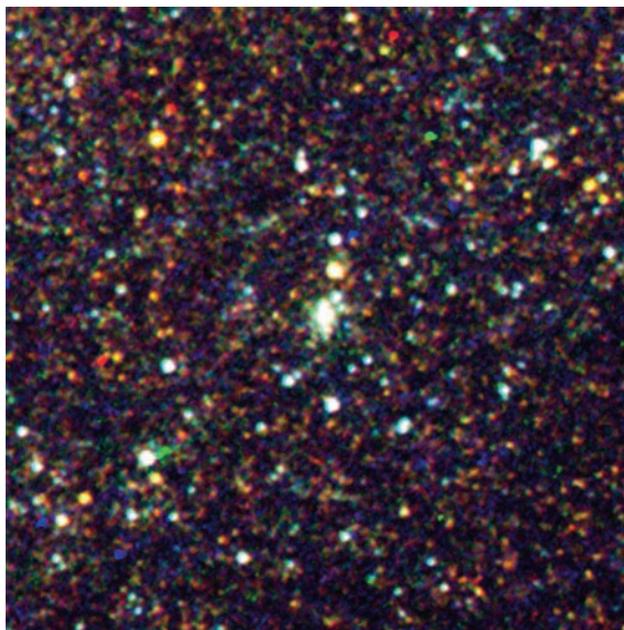
sua luce nei mesi successivi all'esplosione, elemento che diviene via via sempre più rarefatto (e quindi meno rilevabile) a causa dell'espansione del residuo di supernova. Contemporaneamente inizia invece ad abbondare l'elio, chiara indicazione del fatto che il progenitore aveva precedentemente perso gli strati più esterni, nei quali domina l'idrogeno. Ciò non accade in una classica supernova di Tipo II, dove l'idrogeno rimane facilmente rilevabile per lungo tempo. Perché questa differenza? Qual è il meccanismo che sottrae ai progenitori del Tipo IIb gli strati esterni di idrogeno? Gli astronomi si sono posti queste domande sin dalle prime scoperte di quella variante e le possibili risposte sono venute dal fronte teorico, con la costruzione di modelli concordi su uno scenario che vede una stella compagna strappare l'i-

drogeno al vicino progenitore della supernova. Quest'ultimo, giunto al termine della sua esistenza, si espande come supergigante rossa e i suoi strati più esterni ricchissimi di idrogeno raggiungono la stella compagna (meno massiccia e quindi ancora in "buona salute"), la quale li risucchia attraverso il punto di contatto dei due lobi di Roche (le "sfere" d'influenza gravitazionale delle due stelle).



**R**appresentazione artistica del sistema binario all'origine della SN 1993J, dove una supergigante rossa giunta al termine della sua esistenza esplose mentre la stella compagna sta ancora sottraendo le gli strati più esterni di idrogeno. A fianco, un video che illustra più dettagliatamente quel medesimo scenario. [ESA/Hubble (M. Kornmesser & L. L. Christensen)]

**P**iccolissima porzione del braccio spirale di M81 in cui sta espandendosi il residuo della SN 1993J, visibile al centro dell'immagine. All'interno di quel bozzolo di luce gli astronomi hanno riconosciuto la presenza della stella compagna del progenitore. [NASA, ESA, and O. Fox (University of California, Berkeley) et al.]

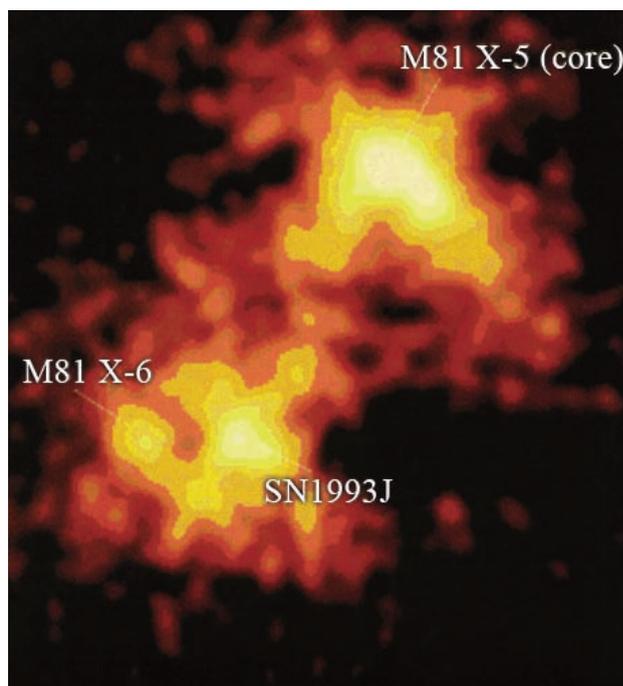


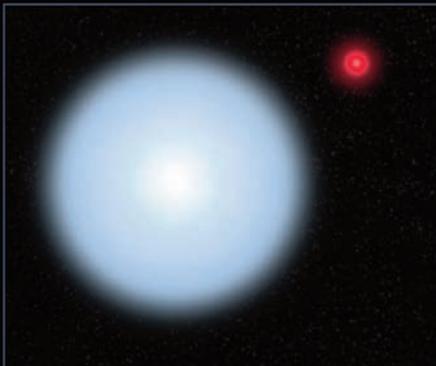
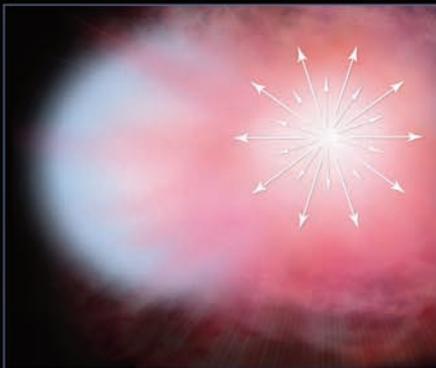
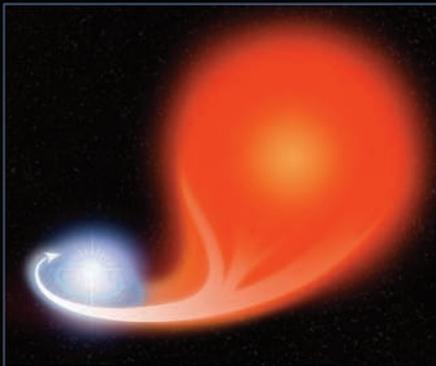
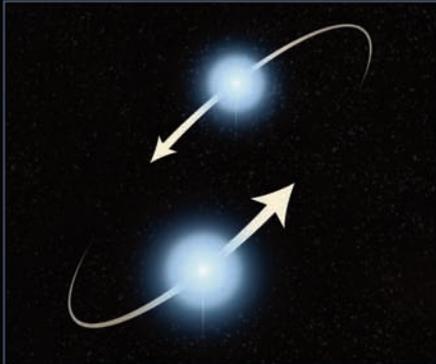
Acquisendo un grande quantitativo di idrogeno, la compagna inevitabilmente cresce di massa e di temperatura, con la conseguenza che aumenta l'efficienza con cui trasforma l'idrogeno superficiale in elio, trasformandosi in una cosiddetta "super-hot helium star". Un meccanismo alternativo che porta le stelle più massicce (oltre 30 masse solari) a perdere parte delle loro riserve di idrogeno senza l'intervento di una stella compagna è quello che vede in azione potentissimi venti stellari, capaci di propagarsi dalle superfici trascinandosi dietro l'involuppo gassoso più esterno, che finisce poi disperso nello spazio. I modelli indicano però che solo una piccolissima percentuale di tali stelle può perdere in quel modo abbastanza massa da risultare quasi priva di idrogeno (da 0,01 a 0,5 masse solari) nel momento dell'esplosione. Quindi il modello che prevede l'esistenza di una stella compagna è nettamente preferibile. Per verificare come stanno realmente le cose bisognerebbe riuscire a osservare una di quelle stelle compagne (o quanto meno dimo-

strare indirettamente la sua presenza) nel punto in cui è esplosa una supernova di Tipo IIb. Questo è molto più facile a dirsi che a farsi, dal momento che non manifestandosi in modo chiaro supernovae nella nostra galassia da 410 anni, quel tipo di ricerca va condotta necessariamente in altre galassie, quindi a distanze che anche nei casi più favorevoli sono comunque ragguardevoli. Ma non è tutto, infatti affinché la ricerca abbia sufficienti probabilità di successo è utile conoscere le caratteristiche essenziali dei progenitori, il che significa avere misurazioni della loro luce precedenti all'esplosione (vale a dire dati spettrofotometrici di singole stelle di altre galassie). Ad oggi sono solamente 4 le supernovae di Tipo IIb per le quali sono

stati direttamente identificati i progenitori su immagini acquisite prima della loro esplosione: la SN 1993J, la SN 2008ax, la SN 2011dh e la SN 2013df. Poiché devono inevitabilmente passare diversi anni prima che il bagliore della supernova e del suo residuo

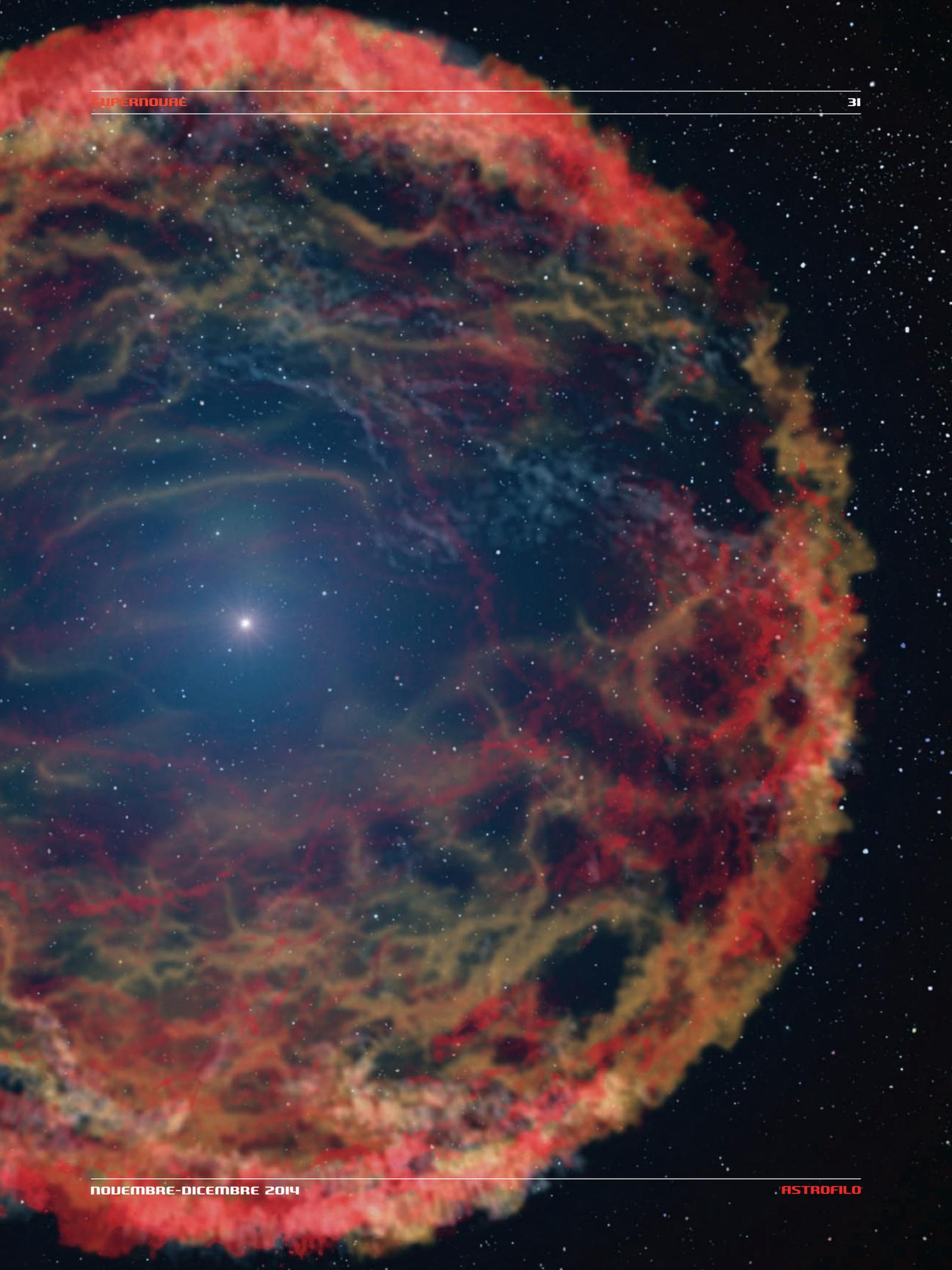
**A** destra, un'immagine della SN 1993J ai tempi dell'esplosione, ottenuta nei raggi X dall'Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics (ASCA). L'elevata risoluzione spaziale ha consentito di distinguere il contributo della supernova da quello di altre sorgenti. [JAXA]





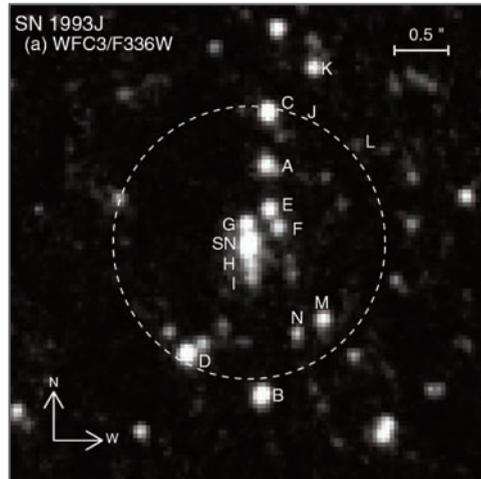
**E**cco, in sintesi, come si forma una supernova di tipo IIb: due stelle giganti orbitano attorno al comune baricentro fin quando una di esse sottrae grandi quantità di idrogeno alla compagna divenuta supergigante rossa. Quest'ultima esplose lasciando un residuo composto prevalentemente di elio, elemento che finisce col caratterizzare anche la stella superstite. [NASA, ESA, and A. Feild (STScI)]  
A piena pagina, una visione artistica del residuo della SN 1993J. [NASA, ESA, and G. Bacon (STScI)]

siano sufficientemente indeboliti da lasciar intravedere le tracce spettrali dell'eventuale stella compagna, va da sé che il miglior candidato per una ricerca in tal senso sia l'esplosione più datata, quindi quella della SN 1993J (scoperta il 28 marzo 1993 dall'astrofilo spagnolo Francisco Garcia). Oltre che per motivi temporali, quest'ultima è un ottimo target anche per via della sua relativa vicinanza, essendo esplosa in M81, una ben nota galassia dell'Orsa Maggiore, distante "soltanto" 11 milioni di anni luce. È di fatto la più vicina supernova di Tipo IIb finora osservata dagli astronomi e la possibilità di scoprire la sua stella compagna ha stimolato diverse ricerche nell'ultimo ventennio. Avendo gli astronomi identificato il progenitore della SN 1993J come supergigante di tipo spettrale K (temperatura superficiale non lontana dai 4000 kelvin), era stato previsto che dal 2006 la radiazione proveniente dal residuo dell'esplosione sarebbe divenuta sufficientemente debole da consentire di riconoscere il contributo della stella compagna sotto forma di un eccesso di radiazione ultravioletta. Un flusso di quel tipo, normalmente atteso in presenza di una stella caldissima, era già stato parzialmente rilevato nel 2002 e nel 2004 grazie a osservazioni condotte con



l'Hubble Space Telescope e con il telescopio Keck-1 delle Hawaii, ma in nessun caso i ricercatori avevano potuto attribuirlo con certezza alla stella compagna. Questo anche perché il campo stellare in cui apparve la SN 1993J è piuttosto popoloso e difficile da risolvere in singole stelle, con la conseguenza che la luce analizzata spettroscopicamente è in realtà la somma di più sorgenti. Una delle ricerche dell'epoca, coordinata da Justyn Maund nel 2004, aveva determinato un limite superiore al contributo delle stelle di campo più prossime alla posizione delle supernova, concludendo che vi era ancora un residuo ultravioletto forse attribuibile a una sorgente non direttamente visibile, compatibile con il flusso emesso da una stella gigante blu di tipo spettrale B (temperatura superficiale di 10000-30000 kelvin).

Le conclusioni tratte da Maund e colleghi sono rimaste in attesa di conferma per un decennio, finché proprio questa estate un nuovo studio basato su osservazioni effettuate a partire dal 2012 con il Cosmic Origins Spectrograph e con la Wide-Field Camera 3



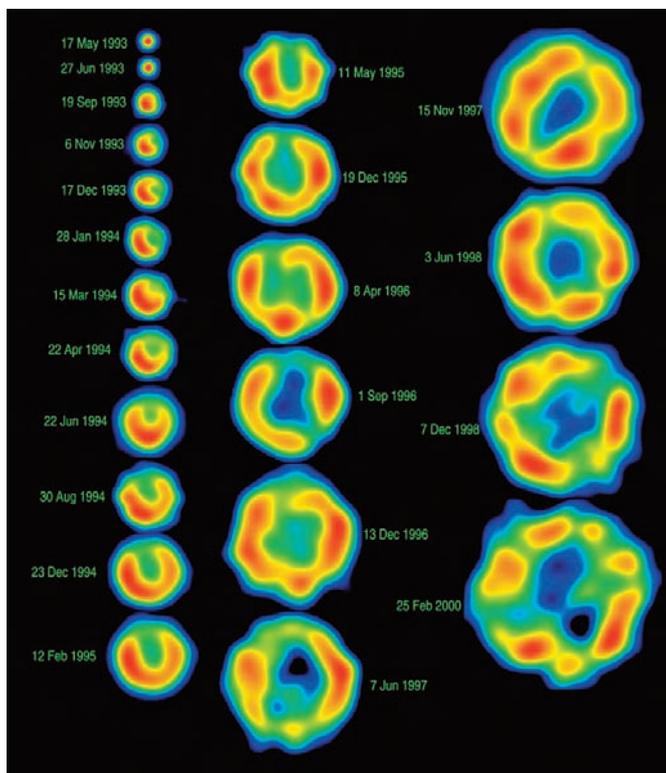
dell'HST, integrate da osservazioni effettuate dal suolo, hanno aggiunto nuovi dettagli allo scenario, confermando la validità del modello in auge per le supernovae di Tipo IIb. Gli autori del nuovo studio sono una dozzina di ricercatori di USA, Svezia e India, fra i quali il coordinatore Ori D. Fox e Alexei Filippenko

(entrambi della University of California, Berkeley), quest'ultimo tra i più assidui studiosi della SN 1993J. Il team è riuscito a misurare le proprietà dello spettro ultravioletto attribuibile alla stella compagna, trovando che è effettivamente consistente con il contributo di una gigante blu, di tipo B2, e che la sua luminosità, la sua temperatura e la sua gravità sono indicative di una massa equivalente a una ventina di volte quella del Sole, pertanto equiparabile a quella posseduta dal progenitore prima della cessione dell'idrogeno e dell'esplosione. Il tutto, come già accennato, in buon accordo con le previsioni teoriche.

Per la prima volta gli astronomi sono quindi riusciti a determinare con sufficiente precisione le proprietà della stella compagna del progenitore di una supernova di Tipo IIb e a ricostruire le condizioni del sistema precedenti l'esplosione. ■

**In basso, una sequenza ottenuta nelle onde radio dal Very Long Baseline Array che illustra i primi 7 anni di evoluzione del residuo della SN 1993J. [NRAO/AUI and N. Bartel, M. Bietenholz, M. Rupen, et al.]**

**Qui a fianco, un'immagine che dimostra come il campo studiato dal team di Fox e Filippenko, delimitato dal cerchio tratteggiato, fosse contaminato dal segnale di numerose sorgenti diverse dalla SN, complicando il lavoro di estrazione del segnale proveniente dalla compagna del progenitore. [Ori D. Fox et al.]**



# Northek

Instruments - Composites - Optics

## **Northek Dall Kirkham**

**350 mm f/20**

**ostruzione 23%**

**ottica in Supremax 33 di Schott**

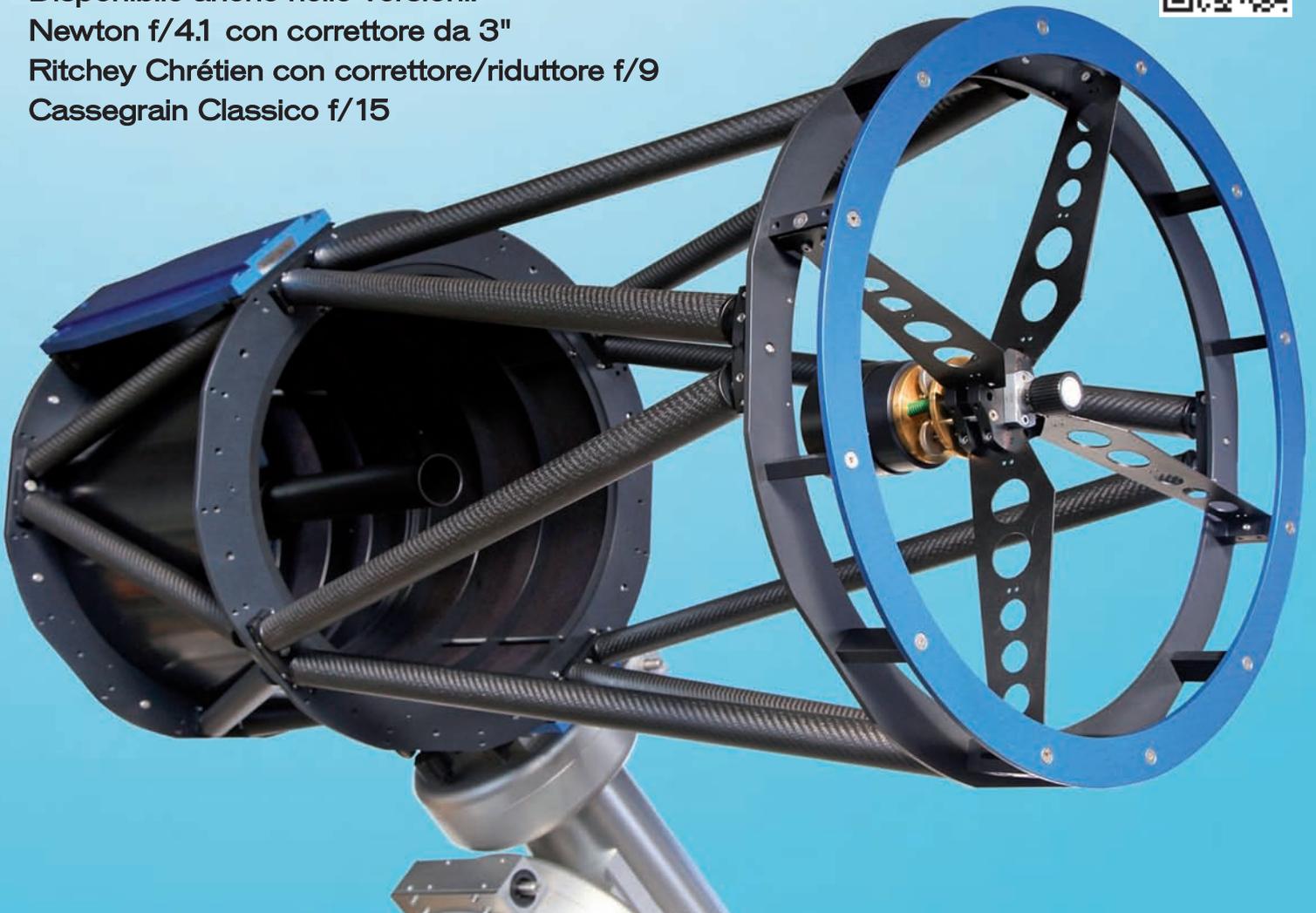
Struttura in carbonio - Cella a 18 punti flottanti  
Messa a fuoco motorizzata da 2,5" Feather Touch  
Sistema di ventilazione e aspirazione dello strato limite  
Peso 34 kg.

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



# La vera natura delle galassie ultracompatte

*Il recente studio di una galassia ultracompatta ha dimostrato che quei densissimi sistemi stellari non sono una versione maggiorata degli ammassi globulari, bensì ciò che resta di grandi galassie alle quali galassie ancora più grandi hanno strappato tutta la materia esterna al nucleo.*

**Q**uando si parla di galassie ci si riferisce generalmente a sistemi stellari di enormi dimensioni, la cui vastità è perfino difficile da immaginare. Non tutte le galassie sono però sterminate, ne esistono anche di relativamente piccole, che gli astronomi definiscono nane. Fra queste, una categoria molto particolare è quella delle nane ultracompatte (UCD), caratterizzate da un'estensione di poche centinaia di anni luce, da un'altissima densità stellare, paragonabile a quella degli ammassi globulari, e da una luminosità simile a quella dei

nuclei delle grandi galassie. La somiglianza delle UCD con sistemi stellari di diversa natura ha diviso gli astronomi sulla loro classificazione, essendoci chi le considera una versione particolarmente massiccia di ammassi globulari e chi invece le considera un prodotto dell'interazione fra galassie. Quel che è certo è che le UCD sono tra i sistemi stellari più densi dell'universo. Fra tutte le nane ultracompatte conosciute, la più notevole è M60-UCD1. Posta a quasi 54 milioni di anni luce dalla Terra, dista solamente 21 500 anni luce (in proiezione) dal

# ra delle acompatte

**L**a cupola del Gemini North Telescope con il raggio laser dell'ottica adattiva dello strumento in azione. Con questo telescopio è stato scoperto il più massiccio buco nero appartenente a una galassia nana. [Gemini Obs./AURA]

**R**ipresa a grande campo della regione che include M60-UCD1. La nana appare qui inglobata dalla vicina M60, che con la spirale NGC 4647 forma il sistema Arp 116, visibile poco sopra il centro dell'immagine. [NASA, ESA, DSS2] Nel video qui sotto, un "sorvolo" delle due galassie di quel sistema avviato a una futura interazione. [NASA, ESA, Akira Fujii, DSS2]

centro di una delle più grandi galassie dell'universo locale, M60, un'ellittica con massa equivalente a 1000 miliardi di soli, di almeno 120000 anni luce di diametro, appartenente all'ammasso della Vergine, del quale è la terza galassia più brillante.

21500 anni luce è meno della distanza che separa il Sole dal centro della Via Lattea e ciò lascia facilmente intuire come M60 e M60-UCD1 debbano avere qualcos'altro in comune oltre al nome. Questa coppia di galassie rappresenta un laboratorio ideale nel quale convalidare l'ipotesi secondo la quale le UCD sono i residui di galassie spogliate di tutte le regioni esterne al nucleo, a causa di incontri molto ravvicinati con altre galassie.

Ma M60-UCD1 non è interessante solo per la sua estrema vicinanza a M60. È anche la più massiccia delle nane ultracompatte, avendo una massa equivalente a ben 140 milioni di soli, concentrata in uno sferoide di appena 160 anni luce di diametro. È inoltre una sorgente di raggi X, radiazione che non più tardi dell'anno scorso è stata attribuita da un gruppo di ricercatori a un buco nero supermassiccio che si anniderebbe al centro del compatto sistema stellare. Affermare che in una galassia nana, per quanto massiccia, possa albergare un buco





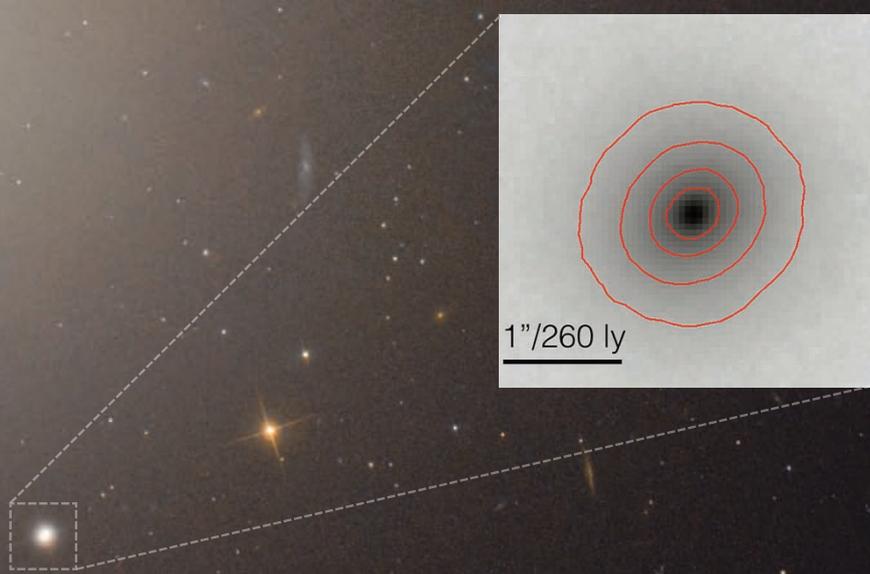
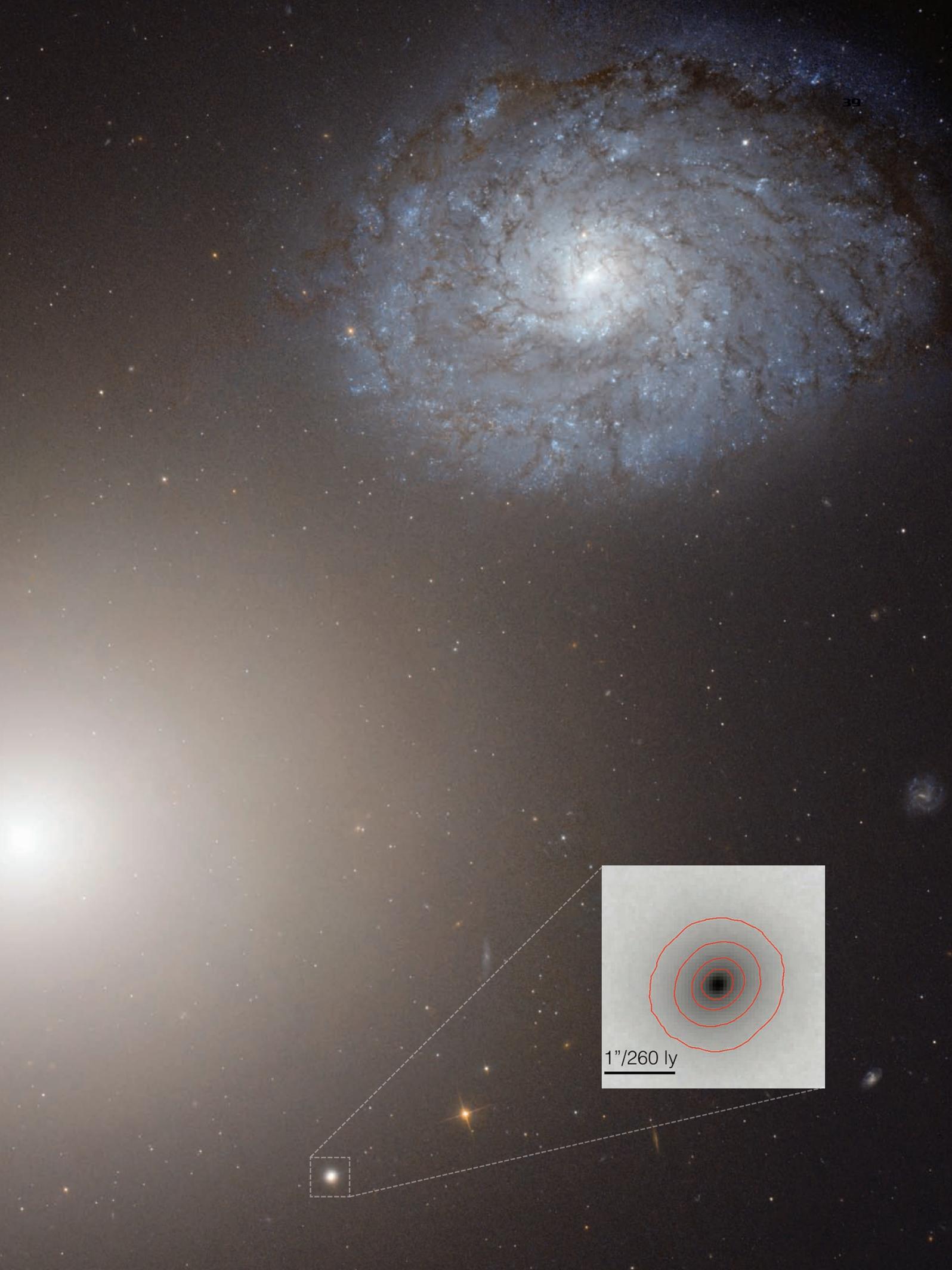
nero di quelli tipicamente ospitati da galassie migliaia di volte più grandi e più massicce sembra paradossale. Questo soprattutto per il fatto che il buco nero centrale di una galassia cresce con la galassia stessa e ne caratterizza le proprietà chimico-fisiche. C'è ad esempio una vera e propria interdipendenza fra la massa del buco nero e le proprietà del bulge (il rigonfiamento centrale delle galassie spirali), tanto che già dall'esame di quest'ultimo ci si può fare un'idea sul "mostro" che si annida al suo interno.

Semplificando, i buchi neri supermassicci, quelli con masse superiori a 1 milione di masse solari, sono sicuramente attesi nelle grandi galassie, ma non in quelle nane e tanto meno negli ammassi globulari. Pertanto, se uno di essi fosse scoperto in una UCD si avrebbe una prova concreta che quella nana era in un'epoca remota una galassia normale e che solo successivamente ha perso tutta la materia esterna al nucleo. L'eventuale scoperta porterebbe anche ad escludere la presunta natura globulare e quindi a gettare nuova luce sull'intera categoria delle galassie nane ultracompatte.

Un altro nodo cruciale che riguarda questi sistemi stellari, inclusa M60-UCD1, è che mostrando (giustamente) una massa stellare consistente con la luminosità, nel momento in cui attraverso studi cinematici si calcola una massa totale decisamente superiore a quella visibile, ci si trova a dover scegliere fra due opzioni un po' scomode: o ammettere l'esistenza di un buco nero supermassiccio, oppure ipotizzare che la regione centrale sia occupata da un gran numero di stelle molto massicce ma anche molto poco brillanti. Questa seconda opzione è ancor meno convincente della prima, perché comporterebbe un'anomalia in quella che gli astronomi chiamano "funzione di massa stellare iniziale", che in sintesi è una descrizione empirica della distribuzione delle masse stellari in base alla massa disponibile all'epoca della loro formazione. Semplificando, le stelle di M60-UCD1 sarebbero, per motivi ignoti, mediamente più massicce di quelle delle altre galassie.



**L**a grande galassia ellittica M60 avvolge con le sue regioni periferiche M60-UCD1 (estratta nel riquadro a destra con scala e isofote). Questa galassia nana era una normale ellittica prima che M60 le sottraesse tutta la materia esterna al nucleo. La stessa sorte potrebbe toccare alla vicina NGC 4647, la spirale visibile in alto. Qui a sinistra, un primo piano di M60-UCD1. [NASA, ESA, A. Seth (University of Utah, USA)]



Tutto, insomma, sembrerebbe indicare la presenza di un buco nero supermassiccio al centro di M60-UCD1. Per confermare definitivamente quella presenza, alcuni dei ricercatori che avevano scoperto l'emissione X della nana (tra i quali Anil Seth, University of Utah) hanno recentemente compiuto una serie di osservazioni spettroscopiche dell'oggetto (a lunghezze d'onda infrarosse comprese fra  $2 \mu\text{m}$  e  $2.4 \mu\text{m}$ ), utilizzando il Near-Infrared Integral Field Spectrometer del Gemini North Telescope (Mauna Kea, Hawaii). Le osservazioni hanno avuto come obiettivo la misurazione delle velocità e delle direzioni del moto del monossido di carbonio (CO) in numerosi punti del piccolo sistema stellare. Interpretando poi i dati cinematici così ottenuti attraverso un apposito modello dinamico capace di separare l'influenza gravitazionale del buco nero dal contributo delle stelle, i ricercatori (grazie anche a precedenti osservazioni compiute con l'Hubble

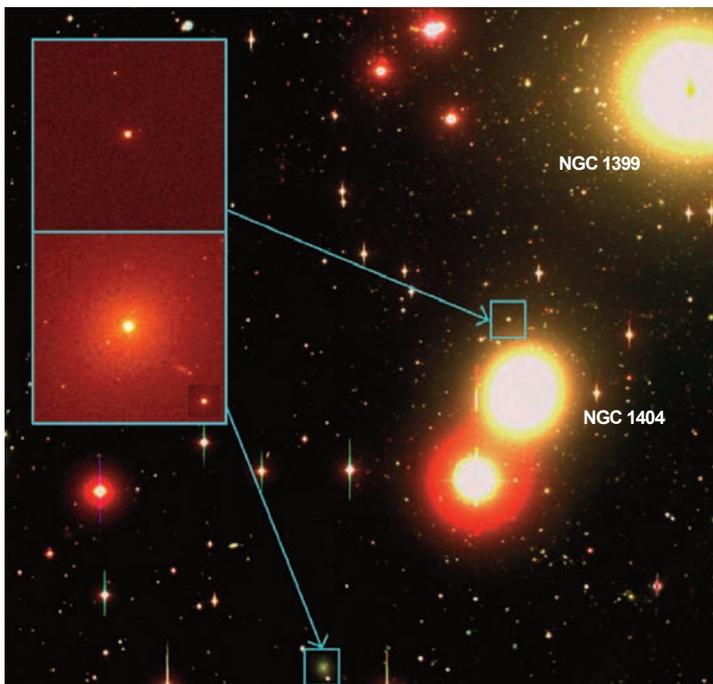


Space Telescope) hanno ricavato il valore della massa necessaria a dar conto dei movimenti riscontrati.

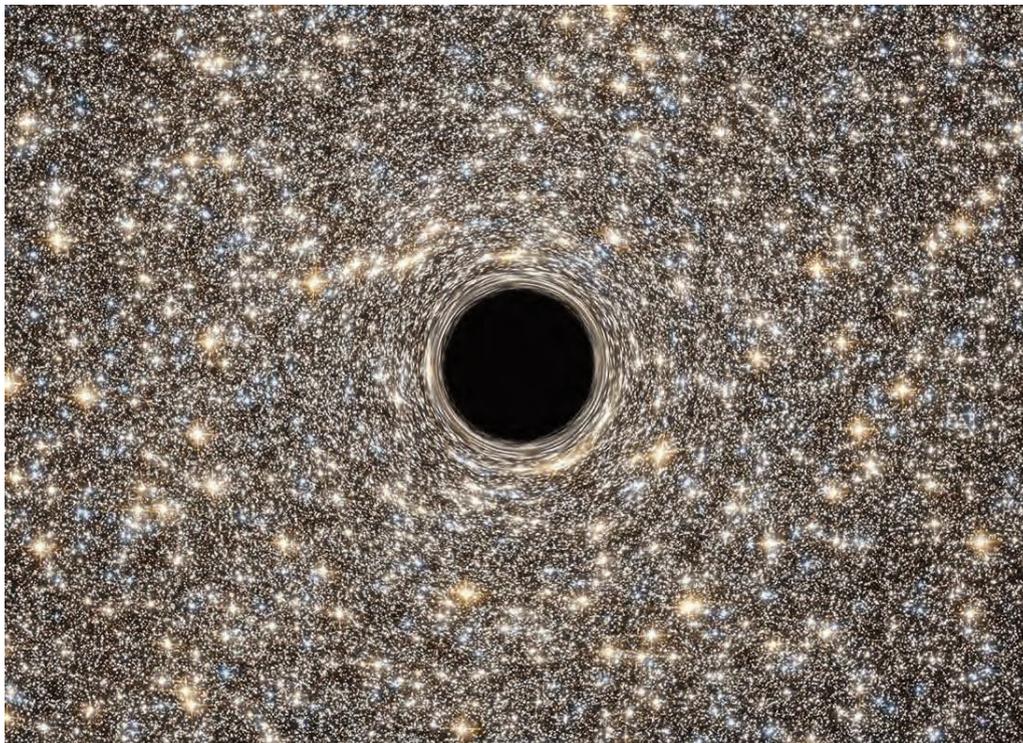
Al netto della materia visibile, rappresentata essenzialmente dalle stelle, è risultato che nel centro di M60-UCD1 ci sono 21 milioni di masse solari che non emettono luce.

Quella è la taglia di un buco nero supermassiccio ragguardevole, anche senza considerare che si trova in una galassia nana. 21 milioni di masse solari equivalgono a oltre 5 volte la taglia del buco nero ospitato dalla Via Lattea, una sproporzione che genera un divario abissale rispetto al tipico rapporto fra le masse delle galassie e le masse dei relativi buchi neri supermassicci. Nel caso della Via Lattea, il suo buco nero rappresenta circa lo 0,01% della massa totale, mentre nel caso di M60-UCD1 quel rapporto sale al 15%! Delle 75 galassie

**A**nil Seth, l'astronomo dell'Università dello Utah che ha condotto il suo team di ricercatori alla scoperta del buco nero supermassiccio nascosto in M60-UCD1. A sinistra, la regione centrale dell'ammasso di galassie della Fornace, nel quale oltre una decina di anni fa furono scoperte alcune delle prime galassie ultracompatte, qui evidenziate nei riquadri. [M. Hilker et al.]



**U**n esempio di come potrebbe apparire a un osservatore il buco nero supermassiccio di M60-UCD1, collocato nel nucleo della densissima galassia. [NASA, ESA, STScI]  
 Nel video in basso, una simulazione che illustra come in circa 500 milioni di anni M60 ha ridotto M60-UCD1 allo stato di nana ultracomatta. [Holger Baumgardt, University of Queensland]



con misurazioni affidabili della massa del buco nero centrale, solo un'altra ha un rapporto altrettanto elevato, ma il buco nero di M60-UCD1 è in termini assoluti più massiccio. Seth e colleghi hanno anche confermato che la luminosità della nana in questione è in linea con quanto atteso dalla sua massa stellare, e ciò implica che molte altre nane possono ospitare buchi

neri supermassicci, il che a sua volta suggerisce l'esistenza di una popolazione di buchi neri finora inosservata.

Essendo pressoché certo che una galassia tanto piccola (per quanto compatta) non può aver generato un "mostro" di quella stazza, è evidente che M60-UCD1 può solo essere il residuo di un sistema stellare molto più esteso. Puntualmente, il team di Seth ha dimostrato attraverso simulazioni dinamiche che in origine l'attuale nana era una galassia ellittica con una massa di almeno 10 miliardi di masse solari, quasi tutta inglobata da M60 durante un passaggio ravvicinato fra le due galassie, avvenuto presumibilmente una decina di miliardi di anni fa. Nemmeno la materia oscura sembra essersi sottratta alla "rapina", tanto è vero che oggi in M60-UCD1 non ve n'è traccia. Secondo i ricercatori, la piccola galassia ultracomatta è destinata a cadere un giorno lontano sulla sua ingombrante vicina e ciò consentirà al suo sproporzionato buco nero di fondersi con quello enormemente più massiccio (4,5 miliardi di masse solari) che domina il centro di M60. ■



# Oceano della non fu un impatto

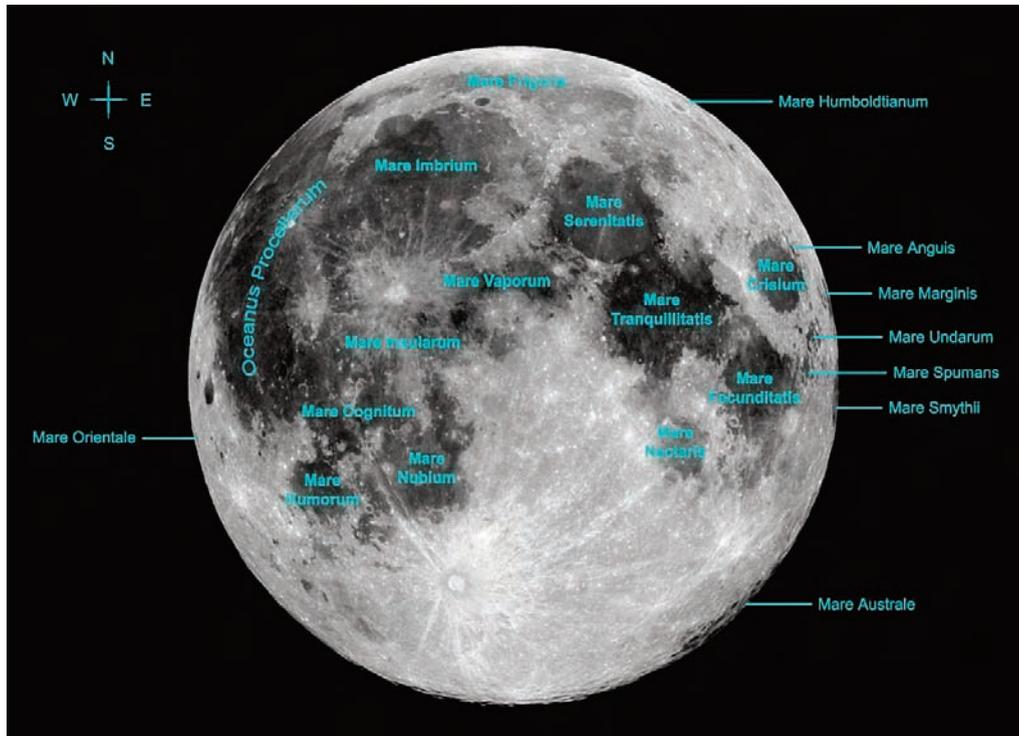
***Che tutti i mari lunari fossero immense distese di lava solidificata, riversatasi in superficie a seguito della caduta di asteroidi sul nostro satellite, sembrava una realtà assodata. E invece l'elaborazione di dati ottenuti dalla missione GRAIL dimostra che il più esteso di quei mari si è formato con modalità totalmente differenti.***

**N**ell'universo anche le cose più evidenti possono non essere come sembrano e anche i corpi celesti più familiari possono nascondere verità inattese. È il caso della Luna, che negli ultimi anni, grazie a una serie di nuove missioni automatiche, ha rivelato aspetti geologici ed evolutivi sorprendenti, che descrivono scenari più dinamici e variegati di quelli dati per scontati fino a un recente passato. L'ultima, inattesa scoperta riguarda praticamente tutta l'area più caratteristica della

LUNA

# e Tempeste,

Rappresentazione di fantasia delle due sonde della missione GRAIL (denominate Ebb e Flow), mentre misurano la reciproca distanza in orbita attorno alla Luna. [NASA]



faccia visibile del nostro satellite naturale e in particolare la sua struttura più macroscopica, l'Oceanus Procellarum (Oceano delle Tempeste), una vasta area del nord-ovest lunare, caratterizzata da territori a bassa elevazione e da una crosta superficiale relativamente sottile.

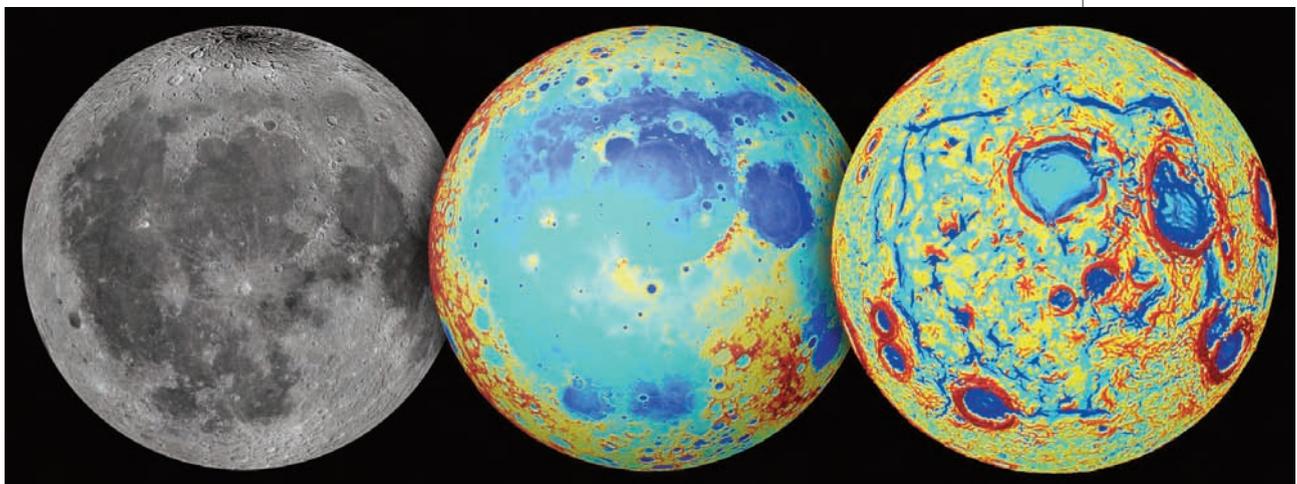
Basta guardare la Luna anche solo per un istante per notare quelle chiazze scure che

gli antichi consideravano mari, ma che oggi sappiamo essere pianure basaltiche formatesi a seguito dell'affioramento in superficie di enormi quantità di magma.

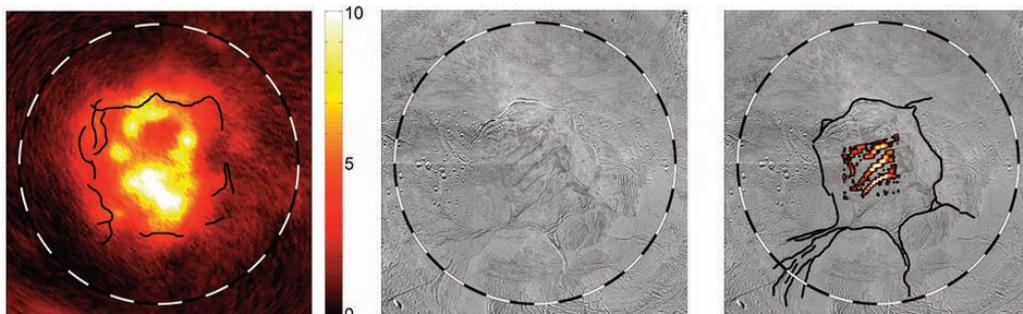
La forma vagamente tondeggiante dei mari ha da lungo tempo generato negli astronomi la convinzione che tutte quelle strutture siano cicatrici di impatti asteroidali, eventi presumibilmente avvenuti nel primo

**T**utti i "mari" dell'emisfero visibile della Luna e quelli prossimi al bordo. Il più esteso è l'Oceanus Procellarum, i cui confini si confondono con quelli dei mari adiacenti. [Enrique Luque Cervigón]

In basso, tre modi diversi di vedere la Luna: in luce visibile (sinistra); in versione topografica, con il rosso che indica i rilievi più alti e il blu quelli più bassi (centro); in formato mappa dei gradienti gravitazionali associati alle conformazioni superficiali. È evidente la rete di segmenti che su grande scala assume una forma poligonale. [NASA/Colorado School of Mines/MIT/JPL/Goddard Space Flight Center]



**L**e illustrazioni a fianco rappresentano con diverse modalità la distribuzione degli elementi radioattivi e del calore nella regione dominata dall'Oceanus Procellarum. Il nesso con la struttura poligonale recentemente scoperta non sembra casuale. [Jeffrey C. Andrews-Hanna et al.]

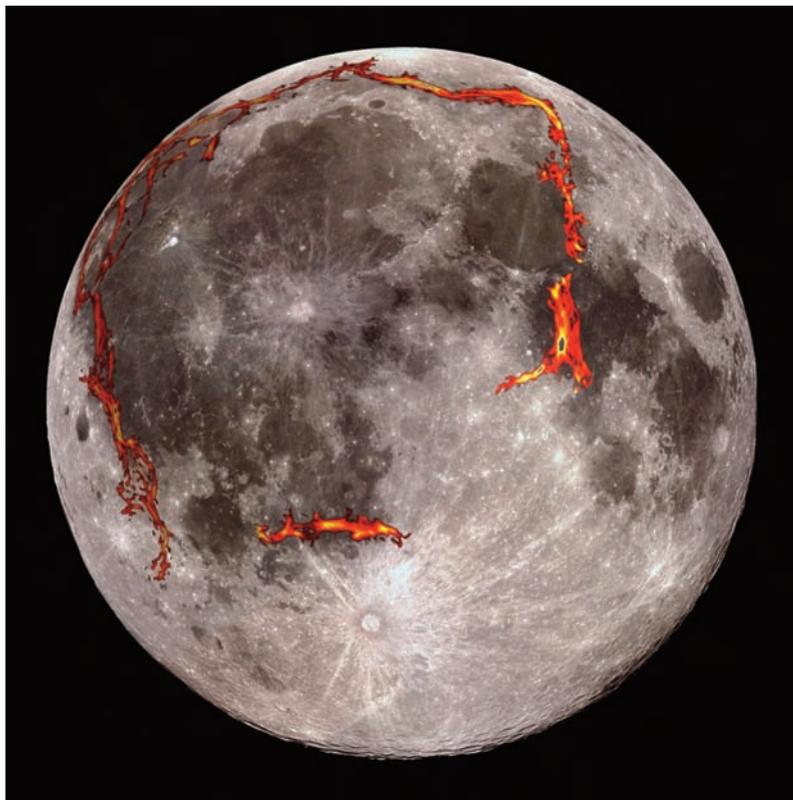


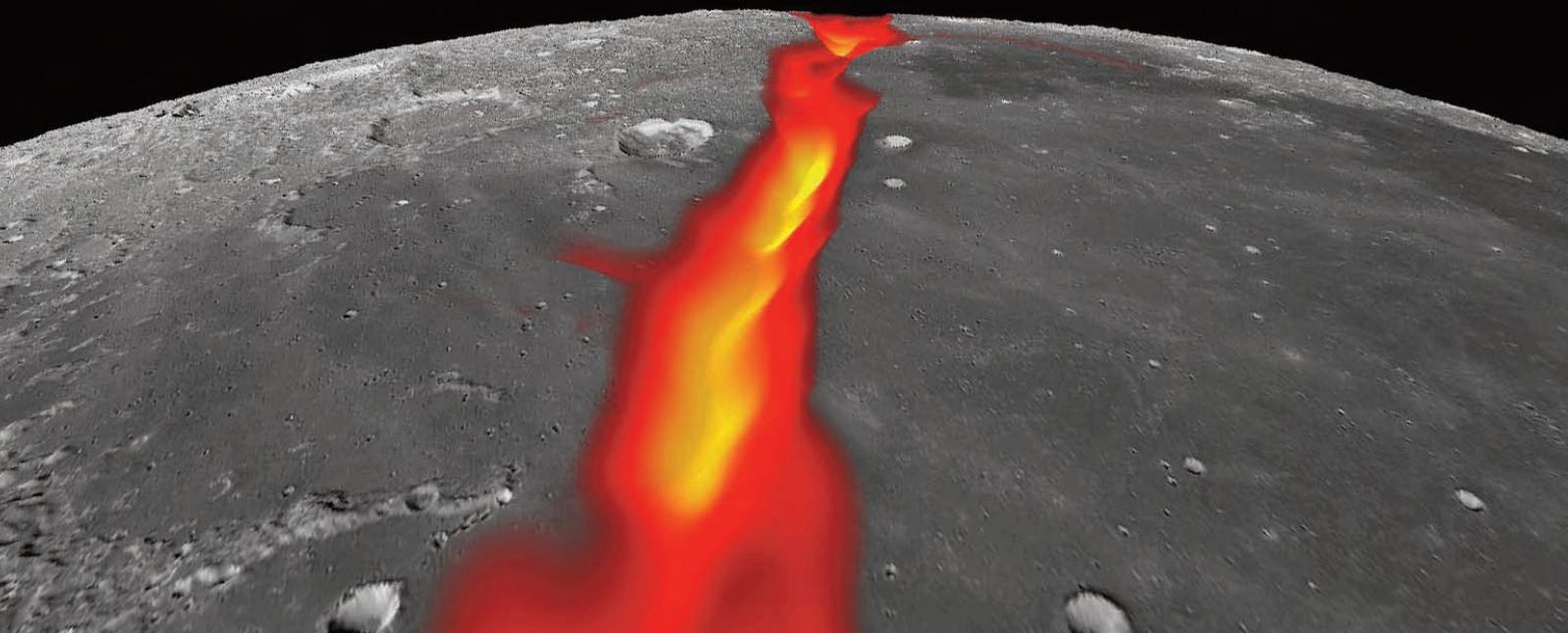
mezzo miliardo di anni della storia del sistema solare. A quel tempo la crosta lunare era ancora fragile e in via di raffreddamento, e al disotto di essa si trovavano immense riserve di magma pronte a inondare gli enormi crateri scavati dagli impatti. Questa sembrerebbe la ricostruzione più ovvia e sicuramente per la gran parte dei mari è ciò che è avvenuto nella realtà, ma non per tutti, sicuramente non per l'Oceanus Procellarum, come dimostrano i risultati di un lavoro pubblicato a inizio ottobre su *Nature*, a firma di Jeffrey Andrews-

Hanna (Colorado School of Mines), Maria Zuber (Massachusetts Institute of Technology) e da una dozzina di altri ricercatori. Il team ha esaminato la struttura superficiale del cosiddetto oceano, utilizzando i dati raccolti nel corso della missione GRAIL (da Gravity Recovery and Interior Laboratory). Quella missione si è svolta fra il gennaio e il dicembre del 2012, ed ha avuto come protagoniste due sonde gemelle che sfrecciavano su un'orbita polare attorno alla Luna, mantenendosi a una

**A** questa fotografia della Luna piena è stata sovrainposta la rete di intrusioni laviche che in un lontano passato colmarono le fratture provocate dal raffreddamento della crosta lunare e dall'attività di un pennacchio magmatico. Si nota facilmente come quella rete interessi un'area molto più estesa dell'Oceanus Procellarum. [Kopernik Observatory/NASA/Colorado School of Mines/MIT/JPL/GSFC]

quota di circa 50 km e a una distanza reciproca variabile fra i 175 e i 225 km. Lo scopo della missione era quello di costruire una mappa gravimetrica ad alta risoluzione, attraverso una precisa e costante misurazione della distanza fra le due sonde, distanza che era attesa variabile in funzione del variare dell'attrazione gravitazionale, a sua volta variabile con la distribuzione delle masse all'interno della Luna. In sostanza, dall'entità dei rallentamenti e delle accelerazioni delle singole sonde in sorvolo su determinati territori, i ricercatori



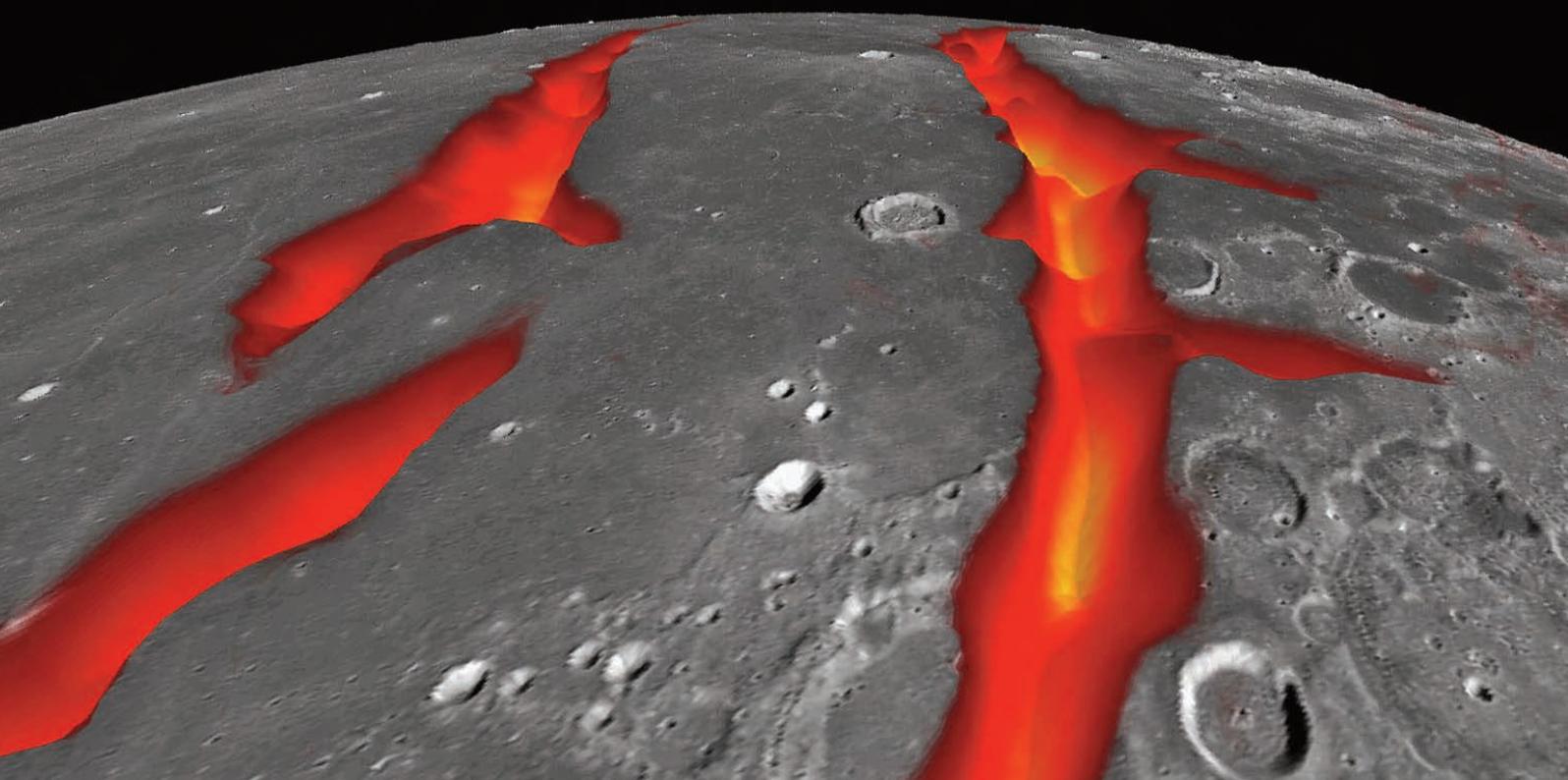


hanno potuto stimare le densità dei materiali nascosti nelle profondità della Luna e dedurre con ragionevole approssimazione la loro composizione di massima. Grazie a quell'effetto "fisarmonica" è risultato che tutto attorno all'Oceanus Procellarum il gradiente gravitazionale presenta delle anomalie che si palesano sotto forma di una serie di lunghi segmenti che si intersecano

con angoli prossimi ai 120°, formando una sorta di poligono. Questa struttura ricalca solo parzialmente i bordi visibili dell'oceano e indica che ciò che appare in superficie non è lo specchio fedele di ciò che esiste in profondità.

La più immediata conseguenza di questa scoperta è che l'Oceanus Procellarum non può essersi originato dall'impatto di un a-

***Due esempi di come potevano apparire un tempo i flussi lavici che riempiono le fratture, prima di raffreddarsi ed essere sepolti da successivi eventi geolo-***



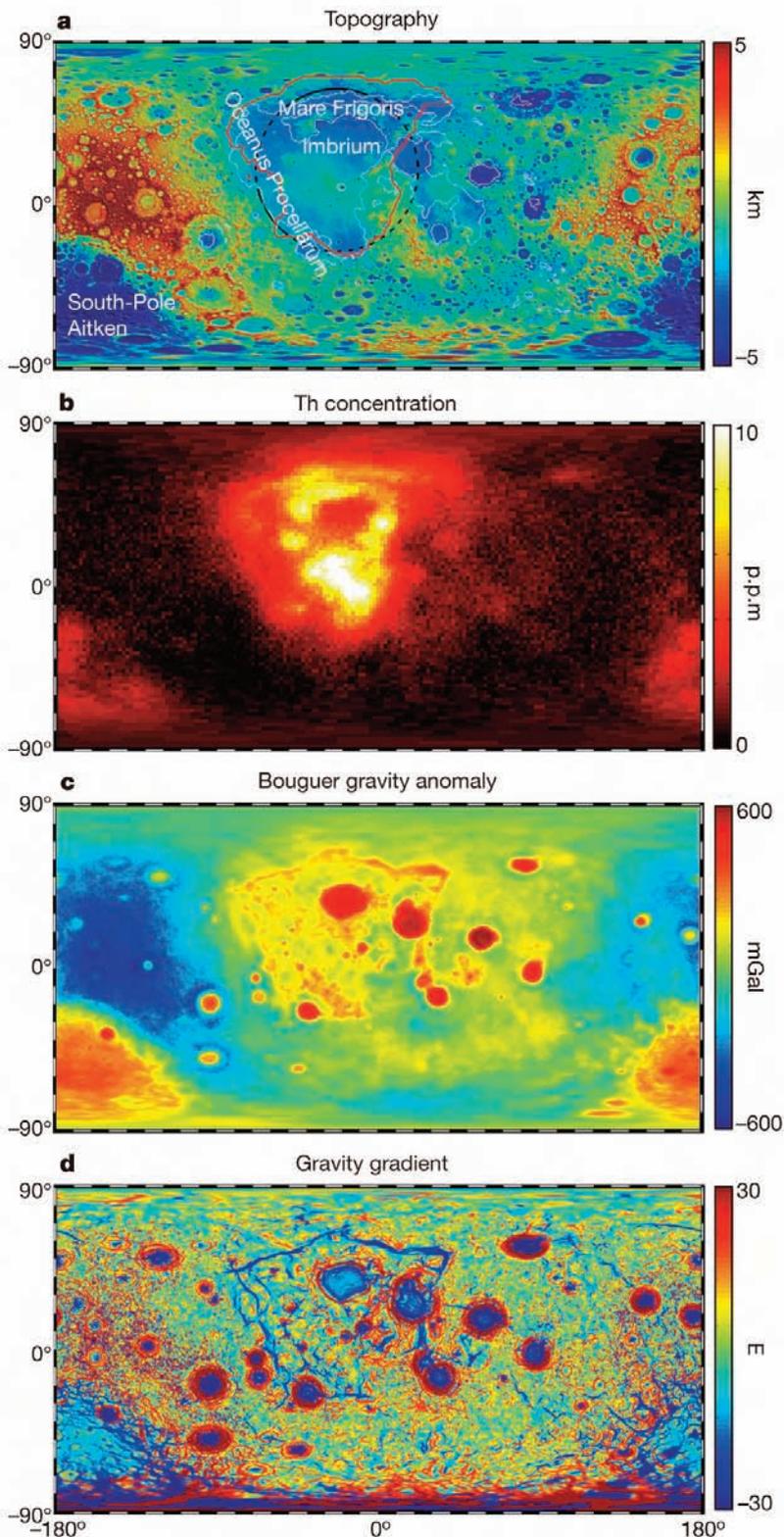
*gici: nel primo caso (pagina precedente, sopra) il flusso di lava scorre lungo il bordo settentrionale del Mare Frigoris; nel secondo caso (pagina precedente, sotto) ci troviamo nei territori meridionali dell'Oceanus Procellarum. [NASA/Colorado School of Mines/MIT/JPL/GSFC]*

*In questa pagina, serie di mappe (in proiezione cilindrica, centrate sull'emisfero visibile della Luna) che attraverso tecniche e indici diversi evidenziano la struttura scoperta grazie ai dati gravimetrici raccolti nell'ambito della missione GRAIL. [Jeffrey Andrews-Hanna et al.]*

steroidi, perché un evento di quel tipo avrebbe lasciato un'impronta circolare (oppure ellittica, a seconda dell'angolo di incidenza) non solo in superficie ma anche negli strati sottostanti.

Quello che sembrava essere, con i suoi 3200 km di diametro (e circa 4 milioni di km<sup>2</sup> di superficie) uno dei più grandi bacini da impatto del sistema solare è invece qualcosa di diverso.

Secondo il team di Andrews-Hanna e Zuber, quei segmenti possono unicamente rappresentare un sistema di profonde fratture create a seguito del raffreddamento della crosta lunare e successivamente riempite da materiale lavico iniettato da un gigantesco pennacchio magmatico attivo in quella regione, materiale che oltre a riempire le fratture inondò completamente tutti i territori meno elevati, ben oltre gli attuali confini dell'oceano. Le aree più orientali della grande struttura furono successivamente alterate dalla formazione e sovrapposizione di altri mari, questi si creano dalla caduta di asteroidi. In tempi un po' meno remoti (centinaia di milioni di anni fa anziché miliardi) l'aspetto dell'oceano cambiò ancora con la formazione di crateri più



piccoli e di forma più "classica". Cercando riscontri alla loro ipotesi non asteroidale, Andrews-Hanna, Zuber e colleghi hanno modellizzato il gradiente gravitazionale dell'intera regione, simulando la presenza di intrusioni laviche cristallizzate in corrispondenza del perimetro del poligono. I risultati ottenuti attraverso quella procedura hanno trovato un riscontro soddisfacente nei dati gravitazionali registrati dalle sonde, confermando che il sistema di fratture che delimita i mari dell'emisfero lunare occidentale è consistente con



uno stress termico prodotto dal raffreddamento differenziale di un'ampia regione rispetto ai territori circostanti. Allo stress termico si è aggiunta un'attività magmatica su grande scala, innescata da un flusso di calore superiore a quello medio del sottosuolo lunare.

Non è ancora chiaro quale meccanismo può aver attivato il pennacchio magmatico preesistente all'Oceanus Procellarum, tanto da portarlo a inondare la superficie fratturata,

ma i ricercatori propendono per due possibili soluzioni: un impatto asteroidale primordiale, le cui tracce furono completamente cancellate dagli eventi successivi, o, in alternativa, un anomalo accumulo di calore nelle profondità del nostro satellite, prodotto dal decadimento di rilevanti quantità di elementi radioattivi.

È chiaro a questo punto che non tutto il vulcanismo lunare su grande scala può essere messo in relazione con gli impatti a-

steroidali subiti dal nostro satellite durante la sua "infanzia".

Al contrario, una parte rilevante di quel vulcanismo ha origini diverse, legate a meccanismi termici interni la cui natura e la cui estensione spazio-temporale non è ancora sufficientemente conosciuta. ■

**J**eff Andrews-Hanna (nella foto) aveva già brillantemente sfruttato le potenzialità dei gradienti gravitazionali, scoprendo nel 2008 l'origine di un grande bacino da impatto su Marte.

**Nell'animazione a fianco, le ultime tre orbite delle sonde Ebb e Flow, prima del previsto schianto (del 17 dicembre 2012) contro la superficie lunare. [NASA]**



# TecnoSky

STRUMENTI PER ASTRONOMIA

via Fubine, 79 - Felizzano (AL) - tel. 0131772241  
email info@tecnosky.it sito www.tecnosky.it



**Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 90/600mm**  
Compatto rifrattore Apo da 90mm e focale 600mm F/6,6.  
Intubazione in fibra di carbonio e focheggiatore da 2,5" di precisione a cremagliera.  
Peso solo 3,5kg!



**Sistema disassabile Optec Libra**  
Sistema disassabile Optec libra per grossi tubi.  
Carico massimo 13,5kg!



**iOptron SkyTracker**  
Astrinseguitore iOptron, leggero, preciso e già dotato di cannocchiale polare!

**Coppia di anelli da 125mm con morsetto losmandy**  
Robusta coppia di anelli disassabili da 125 mm di diametro interno con morsetto losmandy



**Rifrattore Apo TecnoSky Versatile 72**  
Tre prodotti in uno! È un telescopio Apo, un Teleobiettivo da 432 mm, uno spotting scope... è il TecnoSky Versatile 72!

**Guida fuori asse TecnoSky D-King**  
Guida fuori asse D-King TecnoSky a basso profilo! Solo 16mm di spessore e apertura libera di 43mm



**iOptron ZEQ25**  
Innovativa montatura equatoriale "Z" iOptron! Grazie al particolare design il peso viene sorretto meglio e la montatura risulta essere molto robusta pur essendo decisamente leggera, solo 4,7kg!



**Camera CCD Atik 490EX**  
Camera Atik 490EX con il recente sensore Sony ICX694 da ben 9mp! Delta termico di 25°, temperatura regolabile via software e nuovo design per renderla utilizzabile su sistemi Fastar/Hyperstar.

**MARCHE TRATTATE** 3A • Antares - Sky Instrument • Astro Electronic FS2 • Astrofix • Astronomik • Atik Cameras • Baader Planetarium • Bob's Knobs • BORG • Celestron • Energizer • FarPointAstro • Gemini • Geoptik • Guan Sheng Optical • Hotech • Hutech • Imaging Source • Ioptron • Kenko • LUNT Solar System • LVI • Moonlite • NEXSXD • Omega Optical • Optec inc. • Orion UK • Orion USA • Point Grey • Rigel • RP Astro • RP Optix • Sbig • Skywatcher • TAL • TecnoSky • Telrad • Tracer • Watec • William Optics



Per una corretta visualizzazione della nostra rivista su iPad e tablet Android consigliamo  
Puffin Web Browser  
[www.puffinbrowser.com](http://www.puffinbrowser.com)