

## La stella più vecchia del- l'universo

- Giant Magellan Telescope, pronti... via!
- Oceanus Borealis, quasi confermato

• Asteroidi, gli intrusi sono la regola

• Il meteo di Luhman 16B

## Merging in Andromeda II

**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)





**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



### Giant Magellan Telescope, pronti... via!

Sono stati agevolmente superati gli ultimi possibili ostacoli alla costruzione del telescopio gigante che dal 2020 fornirà risposte di fondamentale importanza agli interrogativi più profondi dell'astrofisica e dell'astrobiologia. Finalmente sapremo se fra le migliaia di pianeti extrasolari che popolano...

a pagina 4



### Oceanus Borealis, quasi confermato

La remota esistenza dei torrenti su Marte è stata dimostrata, quella dei laghi pure, ora è la volta del grande oceano che dagli anni '80 sfida astronomi e geologi a trovare una prova schiacciante. Due notevoli scoperte avvenute negli ultimi mesi, una delle quali recentissima, hanno quasi definitivamente...

a pagina 12



### Asteroidi, gli intrusi sono la regola

È definitivamente tramontata l'idea di un sistema solare statico, con pianeti e asteroidi che non si sono mai spostati significativamente dalle orbite che descrivono oggi. Un nuovo studio basato sulle proprietà mineralogiche degli asteroidi rivela che, al contrario, il sistema solare fu...

a pagina 18



### La stella più vecchia dell'universo

È difficile immaginare che una stella possa essere più vecchia della galassia che la ospita, eppure a circa 6000 anni luce dalla Terra ce n'è una che ha 13,7 miliardi di anni ed è quindi nata in un'epoca in cui l'universo aveva solo 50 milioni di anni, o giù di lì. Come è stata riconosciuta?

a pagina 26



### Merging in Andromeda II

Un piccolo gruppo di astronomi ha svelato per la prima volta le tracce di una fusione fra galassie nane avvenuta nell'universo contemporaneo, a due passi dalla galassia di Andromeda. Finora quel tipo di eventi era stato riconosciuto solo a distanze molto più elevate.

a pagina 32



### Il meteo di Luhman 16B

Per la prima volta gli astronomi sono riusciti a identificare con sufficiente precisione e a seguire per ore alcune strutture atmosferiche su un oggetto substellare posto al di fuori del nostro sistema solare. Il raggiungimento di questo importante traguardo potrebbe segnare l'inizio di una nuova disciplina...

a pagina 36

# Giant Magel Telescope, pronti... via!

*Sono stati agevolmente superati gli ultimi possibili ostacoli alla costruzione del telescopio gigante che dal 2020 fornirà risposte di fondamentale importanza agli interrogativi più profondi dell'astrofisica e dell'astrobiologia. Finalmente sapremo se fra le migliaia di pianeti extrasolari che popolano il nostro angolo di galassia ce n'è almeno uno che ospita la vita.*

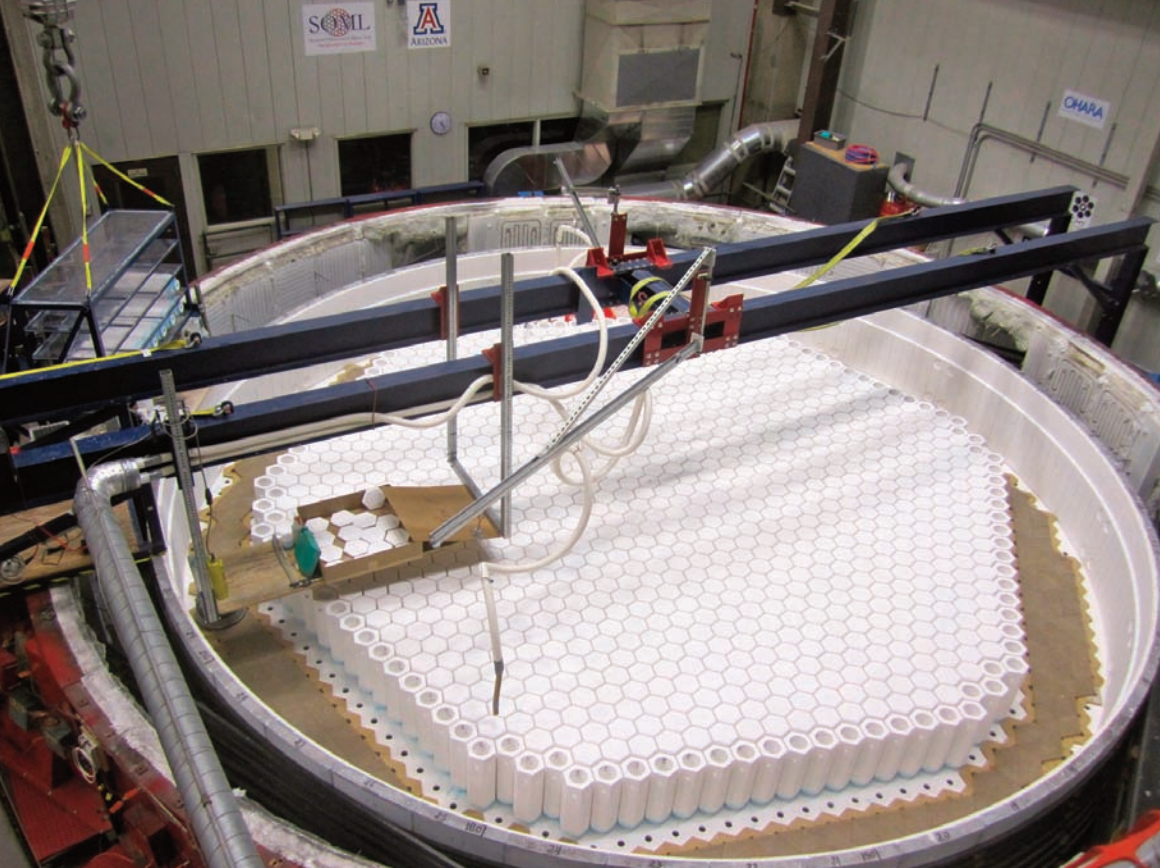
# lan



**R**appresentazione del GMT all'interno della sua avveniristica "cupola". Sono ben visibili i raggi laser del dispositivo di ottica adattiva. [GMTO]

**È** ufficialmente arrivato il nulla osta per la costruzione dell'osservatorio che conterrà il primo telescopio gigante della prossima generazione, uno di quelli definiti "extremely large" per il fatto di avere diametri notevolmente superiori ai 10 metri attualmente vantati dai maggiori strumenti del pianeta. Il telescopio in questione

è il Giant Magellan Telescope (GMT), la cui ottica primaria sarà composta di 7 specchi con diametro di 8,4 metri ciascuno, dei quali uno forato al centro e gli altri 6 disposti attorno a mo' di petali. La superficie totale degli specchi sarà equivalente a un singolo specchio di 25 metri di diametro, raccoglierà 6 volte più luce dei maggiori



**L**a posa della struttura a nido d'ape sulla quale viene fuso il vetro degli specchi del GMT. La sua resistenza al calore è paragonabile a quella dello scudo termico degli Space Shuttle. Sotto, l'accurata fase di controllo delle migliaia di blocchetti di vetro da fondere. [Ray Bertram, University of Arizona]

telescopi attuali e consentirà di raggiungere (tramite dispositivi di ottica adattiva) una risoluzione 10 volte superiore a quella del telescopio spaziale Hubble.

Nel progetto GMT sono coinvolte una decina di importanti istituzioni, prevalentemente statunitensi, sia pubbliche che private, le quali a vario titolo collaborano alla sua realizzazione. Il costo complessivo del telescopio e di tutte le strutture e strumentazioni annesse sarà di circa 1 miliardo di dollari, elargito principalmente da privati attraverso donazioni filantropiche, ma anche da agenzie governative.

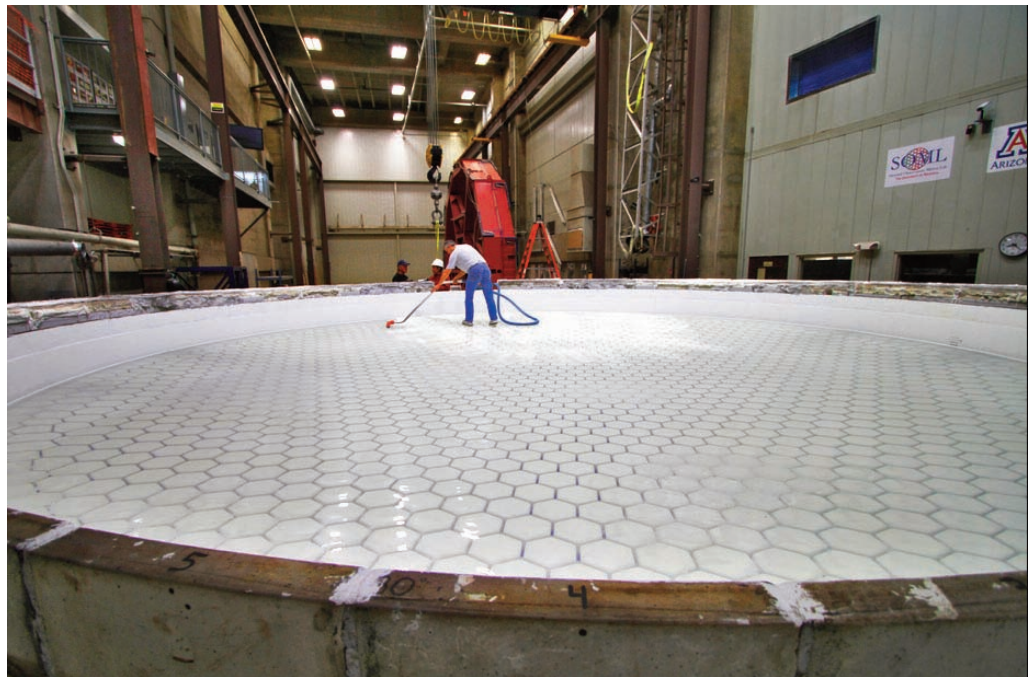
Per entrare nella fase di costruzione erano ancora necessarie due verifiche da parte di commissioni esterne alla Giant Magellan Telescope Organization (GMTO). La prima verifica, di carattere tecnico, comportava il controllo del progetto del telescopio, del suo complesso sistema ottico, della precisione degli strumenti scientifici da abbinare al telescopio e del design in generale. La seconda verifica, di tipo amministrativo, riguardava invece i costi stimati e il piano di gestione.

Le commissioni di esperti internazionali nominati per effettuare le verifiche si sono riunite a metà gennaio e in una settimana hanno esaminato i vari aspetti del progetto, giungendo alla conclusione che si può passare senza indugio alla fase di costruzione. In realtà i lavori erano già stati avviati alcuni anni fa, ma l'eventuale parere negativo delle commissioni avrebbe potuto provocare slittamenti sulla prevista tabella di



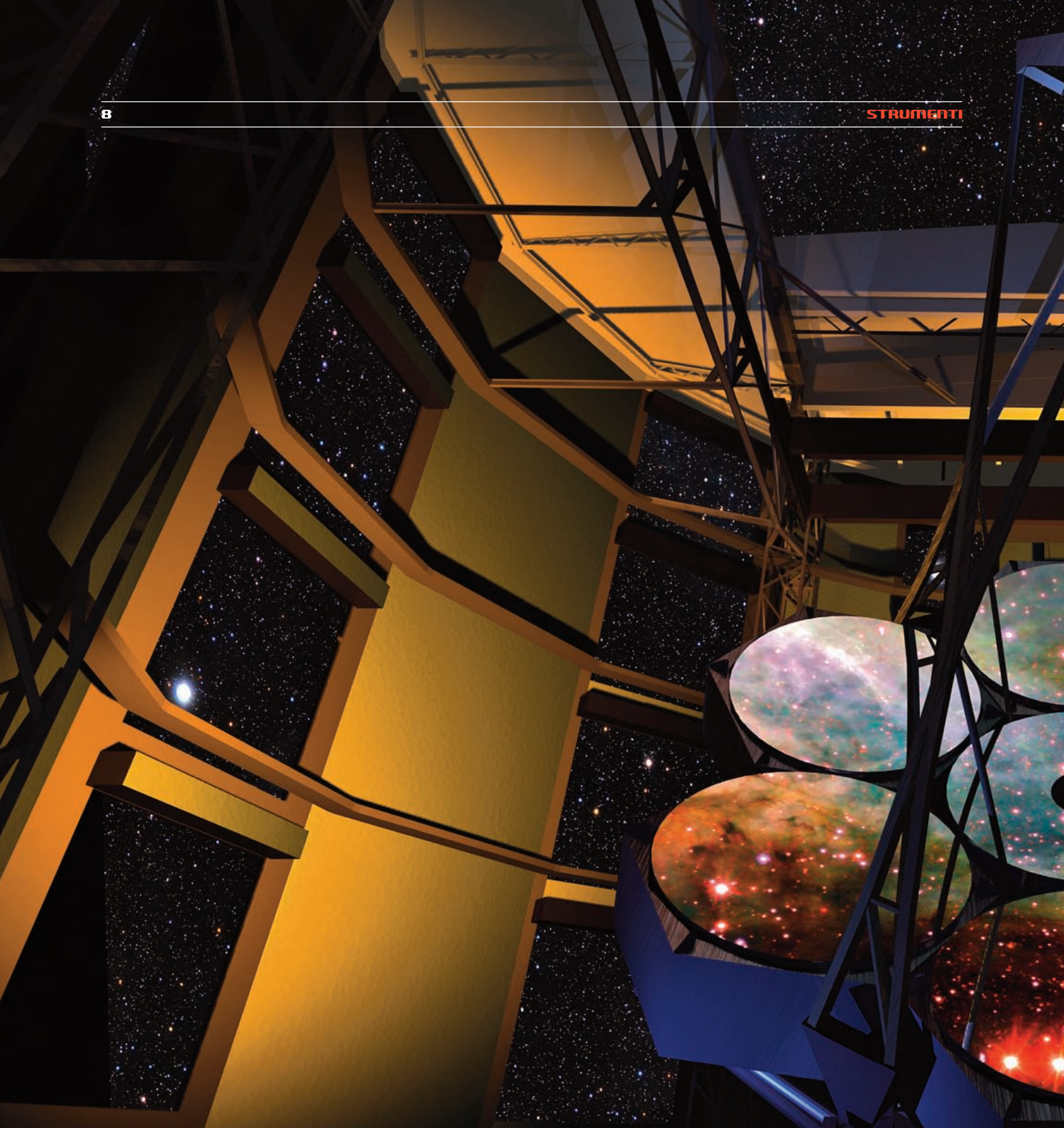


**D**eposizione dei blocchetti di vetro sul nido d'ape. Una volta ultimata questa fase, il grande contenitore circolare viene chiuso e portato a una temperatura interna sufficiente a fondere il vetro. Grazie al moto rotatorio di cui la fornace è dotata, il vetro fuso assume la forma di una parabola. A destra, una fase di pulitura dello specchio. Sotto, un video di presentazione del GMT [Ray Bertram, University of Arizona, GMTO Corp.]



comprensorio del Las Campanas Observatory, in Cile. La costruzione di ognuno dei primi 3 specchi ha richiesto parecchi mesi, durante i quali sono state impiegate le più avanzate tecnologie e i migliori processi di lavorazione oggi disponibili. La costruzione è avvenuta nello Steward Observatory Mirror Lab, dell'Università dell'Arizona, l'unico laboratorio al mondo in grado di realizzare specchi di quelle dimensioni. Ciascuno specchio pesa circa 20 tonnellate ed è composto da una struttura interna a nido d'ape sulla quale viene fuso un vetro tipo Pyrex. Le celle esagonali permettono di regolare velocemente la temperatura e mantengono leggero lo specchio, senza che il medesimo perda la necessaria rigidità. Il contenitore nel quale

marcia. Quest'ultima è talmente lunga e impegnativa, sotto tutti gli aspetti, che per forza di cose la costruzione doveva essere avviata ben prima di ricevere il via libera definitivo. 3 dei 7 specchi sono ad esempio già stati realizzati, così come è già stata spianata la cima del monte che ospiterà la mastodontica struttura, nel

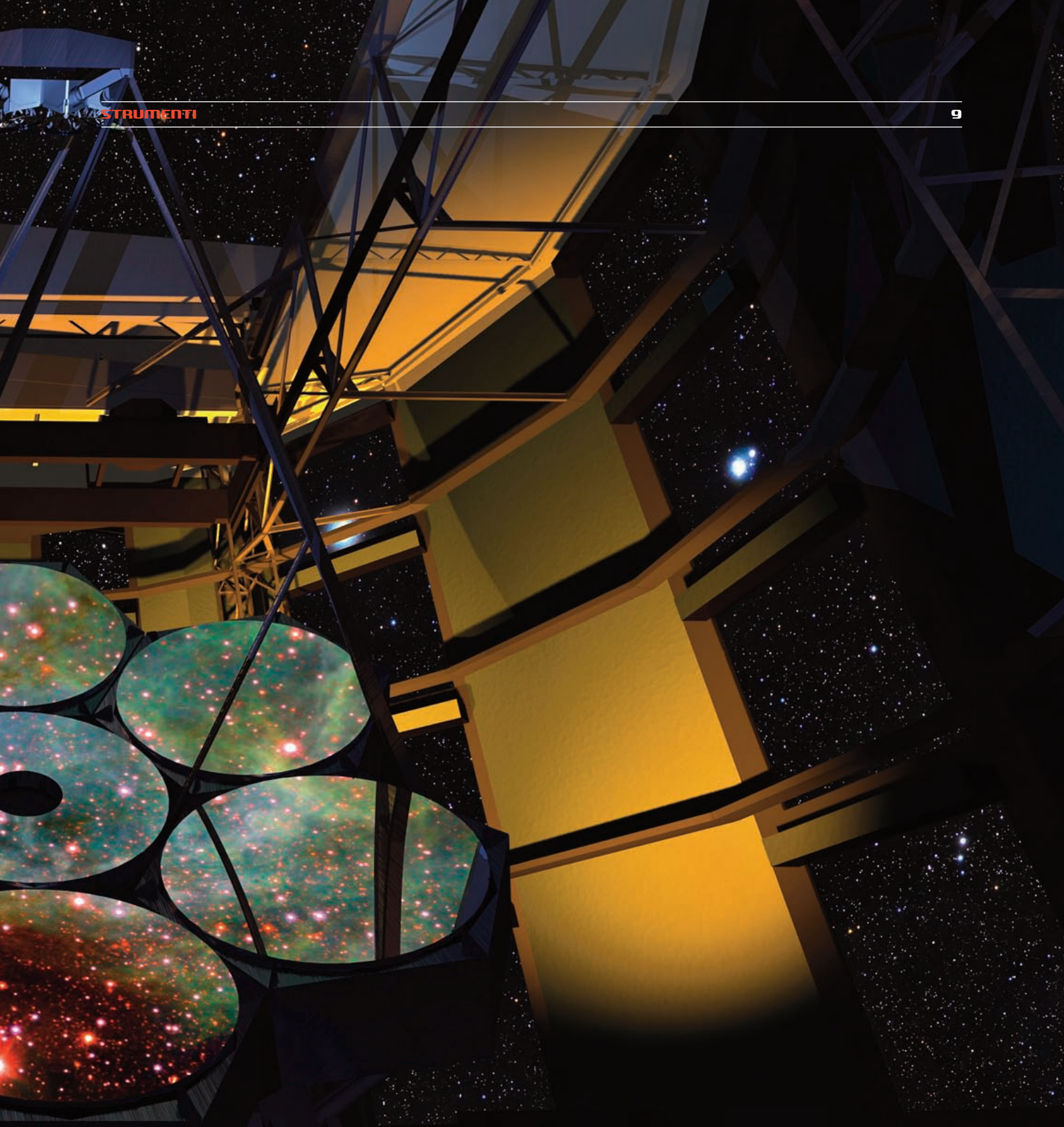


vengono collocate una ad una le celle è una fornace rotante, che dopo la deposizione di migliaia di blocchetti di vetro sopra la struttura a celle, viene avviata e portata a una temperatura di 1170°C, sufficiente a ridurre i blocchetti di vetro in una miscela fluida, che a causa della rotazione della fornace as-

sume già in quella fase la tipica forma concava, che mantiene fino al raffreddamento. Le successive fasi di lavorazione consistono ovviamente nella levigatura e lucidatura fine della superficie dello specchio e nella deposizione dello strato metallico riflettente. La precisione che caratterizza ogni fase è tale

**S**uggestiva rappresentazione del Giant Magellan Telescope, con i suoi 7 specchi di 8,4 metri di diametro ciascuno. Quello centrale è





*forato per consentire alla luce rimbalzata sul complesso specchio secondario di raggiungere il piano focale principale. [GMTO]*

che la correzione finale sul fronte d'onda di ciascuno specchio è di  $1/20$  di  $\lambda$ . Per avere un'idea di che cosa significhi quel valore, immaginiamo di ingrandire uno specchio fino a fargli raggiungere la larghezza coast to coast degli Stati Uniti. Ebbene, anche portato a quelle dimensioni, nessuna

area dello specchio sarà più alta o più bassa di circa 1 centimetro rispetto alla curvatura teorica ottimale. Un vero capolavoro di ingegneria, come lo ha definito Wendy Freedman, direttore degli osservatori della Carnegie Institution e responsabile della GMTO. Nel gennaio 2015 inizierà la costruzione del



**Q**uando tutti i 7 enormi specchi del Giant Magellan Telescope entreranno in funzione, produrranno delle scoperte che imprimeranno una svolta decisiva all'astrofisica moderna e forse sveleranno la vita su altri pianeti. [GMTO]

quarto specchio, che sarà ultimato nel giro di alcuni mesi. Nel frattempo verrà avviata la costruzione della futuristica struttura che ospiterà il telescopio e delle componenti meccaniche ed elettroniche del telescopio stesso. Come si può immaginare, grande importanza rivestiranno tutti quei dispositivi che serviranno a garantire la perfezione delle immagini, dagli attuatori ad azione diretta sulle superfici degli specchi, alle ottiche adattive. Se la costruzione di tutte le parti del GMT e della "cupola" procederà come da programma, lo strumento diverrà operativo nel 2020 con 4 dei 7 specchi; gli altri 3 saranno completati e aggiunti negli anni successivi. "Per quanto a ranghi ridotti - dice la Freedman - sarà sin dall'inizio il telescopio più potente del pianeta, e quando la sua schiera di specchi verrà completata avrà una potenza tale da produrre scoperte di rilievo per almeno mezzo secolo."

Ma in quali campi dell'astrofisica produrrà quelle scoperte? Potenzialmente in tutti, ma è facile prevedere che sarà impiegato nella risoluzione di questioni fondamentali che gli attuali telescopi più potenti, a cominciare dall'Hubble, stanno lasciando aperte non riuscendo ad andare oltre inevitabili limiti. Le più sentite fra quelle questioni riguardano la nascita e l'evoluzione delle prime galassie e delle prime stelle, la natura della materia oscura, l'esistenza o meno dell'energia oscura. Ma ciò che quella parte seniente dell'Umanità più di ogni altra cosa si aspetta dal GMT è la risposta alla domanda: "Siamo soli nell'universo?". Ci sono infatti buone probabilità che sarà proprio quello strumento il primo in grado di indagare così a fondo le atmosfere dei pianeti extrasolari, da individuare elementi rivelatori della presenza di vita in superficie. Non importa a quale stadio, purché sia vita.

Il solo pensare che entro una decina di anni potremmo avere una risposta affermativa in tal senso, con tutte le implicazioni scientifiche, filosofiche e religiose che può comportare, lascia stupefatti. ■

# Oceanus Bo quasi confe

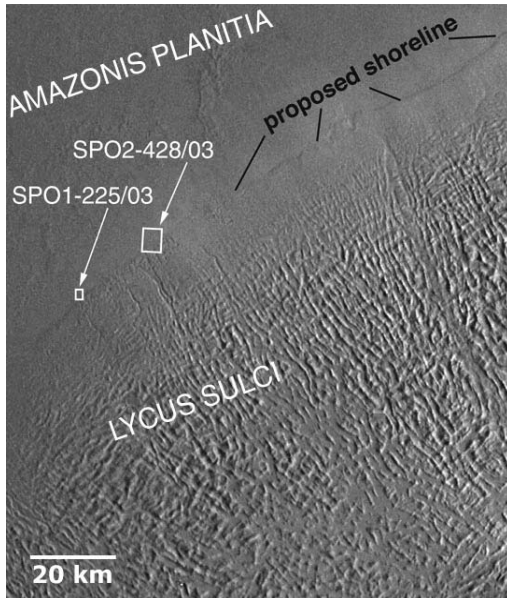
***La remota esistenza dei torrenti su Marte è stata dimostrata, quella dei laghi pure, ora è la volta del grande oceano che dagli anni '80 sfida astronomi e geologi a trovare una prova schiacciante. Due notevoli scoperte avvenute negli ultimi mesi, una delle quali recentissima, hanno quasi definitivamente smascherato la poco misteriosa struttura.***

**L**a definitiva conferma dell'esistenza in epoche remotissime di un oceano su Marte è sempre più vicina. Di fatto è già piuttosto chiaro che quell'oceano non poteva che esserci, ma la scienza si basa su prove certe, mentre finora astronomi e geologi hanno raccolto solo indizi. Indizi che però sono diventati fortissimi negli ultimi mesi, a cominciare dalla scoperta di un delta fluviale, fino al riconoscimento di vistose tracce di smottamenti sottomarini. L'ipotesi che sul pianeta rosso possa essere esistito un oceano fra la tarda epoca Esperia (3,4-3,0 miliardi di anni fa) e la prima epoca Amazoniana (3,0-1,4 miliardi di anni fa) inizia a prendere piede negli anni '80, in seguito all'elaborazione delle immagini della superficie marziana prese dagli orbiter delle missioni Viking. Quelle immagini rivelavano una lunga serie di strutture che po-

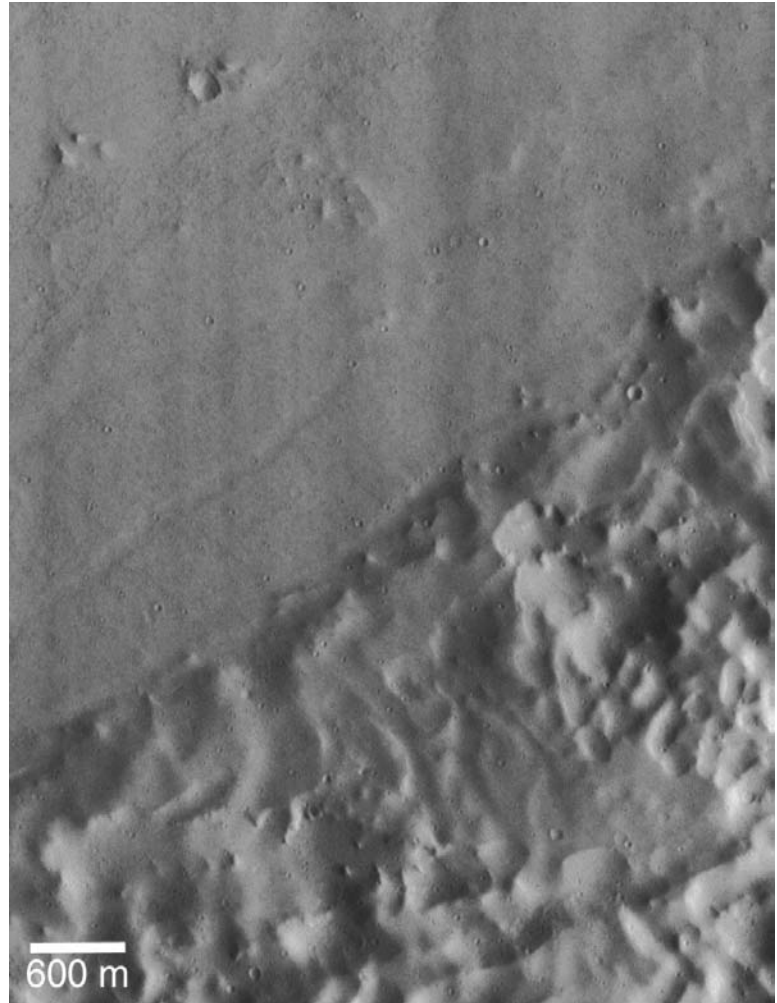
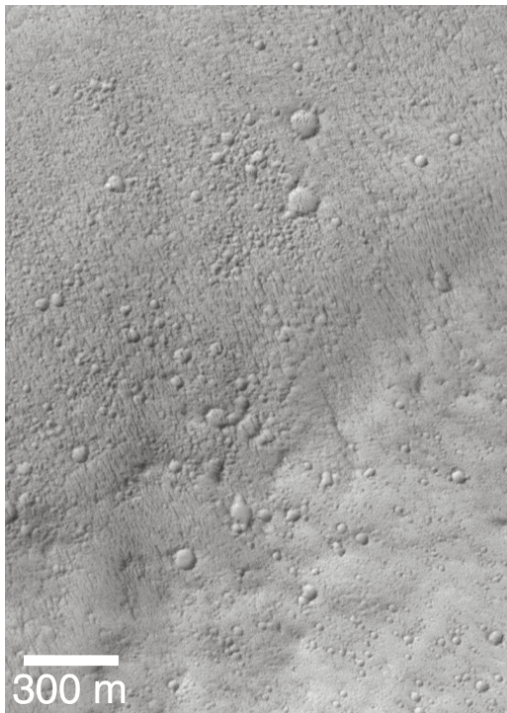
# realis, rmato



*Sullo sfondo, Marte come poteva apparire fra 3 e 4 miliardi di anni fa. La struttura dominante è il gigantesco Oceanus Borealis, che copre circa 1/3 della superficie planetaria. Nell'animazione qui sopra vediamo l'intero globo dell'antico Marte in rotazione. È evidentissima la differenza fra emisferi nord e sud, con il primo quasi completamente occupato dall'oceano, mentre il secondo ospita solo un mare interno e alcuni grandi laghi, in un contesto di terre emerse. [ESA, C. Carreau, NASA]*



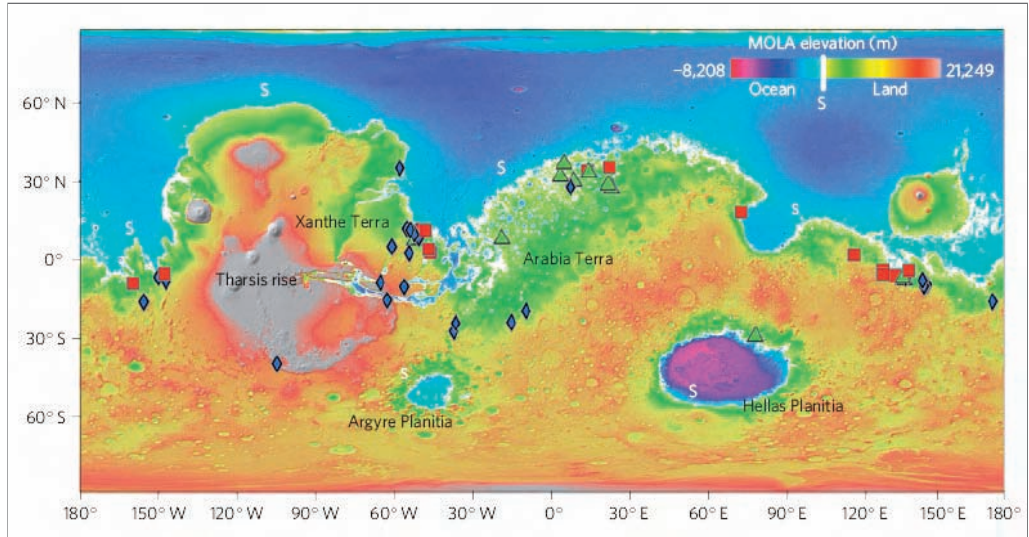
tevano essere interpretate come conformazioni costiere protese verso un ampissimo bacino asciutto. Inizialmente le presunte coste furono individuate nelle regioni polari nord, ma successivamente i ricercatori si resero conto che si sviluppavano nell'emisfero



settentrionale fino a includere circa 1/3 della superficie marziana, un territorio dalla forma vagamente triangolare, vasto circa 100.000 km<sup>2</sup>. Poteva essere quel territorio il fondale di un antico oceano? Forse sì, forse no. Osservazioni compiute da altri orbiter meglio equipaggiati e dotati anche di altimetro hanno mostrato che quella linea costiera è in realtà caratterizzata da variazioni di altezza che non si conciliano al meglio con la necessità di arginare l'acqua di un ampio bacino. Le presunte strutture costiere mostrano infatti su ampia scala delle ondulazioni verticali che lasciano qualche dubbio sull'ipotesi dell'oceano. Non potendo interpretare tali ondulazioni come il risultato di movimenti tettonici avvenuti dopo la spari-

**In alto a sinistra, una delle immagini prese nel corso delle missioni Viking, grazie alle quali furono identificate per la prima volta le linee costiere. Le aree indicate con SPO1 (a sinistra) e SPO2 (sopra) sono state riprese in maggiore dettaglio alla fine degli anni '90 dal Mars Global Surveyor. [NASA/JPL]**

**M**appa altimetrica dell'intera superficie di Marte, ricavata dai dati raccolti con il Mars Orbiter Laser Altimeter. Con l'eccezione del bacino da impatto Hellas Planitia, tutte le aree a più bassa elevazione si trovano a nord dell'equatore e coincidono con il fondale dell'Oceanus Borealis. Sotto, un confronto fra un delta fluviale marziano identificato l'anno scorso da ricercatori del Caltech (a sinistra) e il delta del fiume russo Selenga. Le analogie sono chiare. [NASA/JPL, DiBiase et al. USGS/ NASA Landsat]



zione dell'acqua (forse Marte non ha mai avuto una tettonica a zolle), i ricercatori hanno comunque dimostrato che la deformazione della superficie può anche essere una conseguenza degli spostamenti dell'asse di rotazione. Resta da capire la causa di quegli spostamenti, che generalmente sono correlati a una redistribuzione delle masse interne, attività che però presuppone un nucleo fuso e una complessiva struttura non rigidissima, scenario che non incontra unanimi consensi nella comunità scientifica. In mancanza di certezze, le discussioni sul-

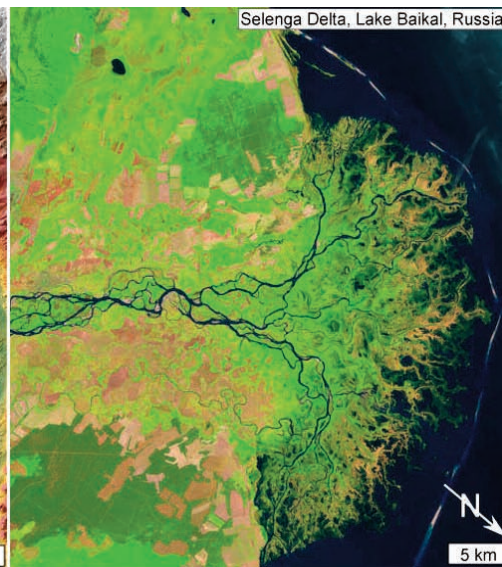
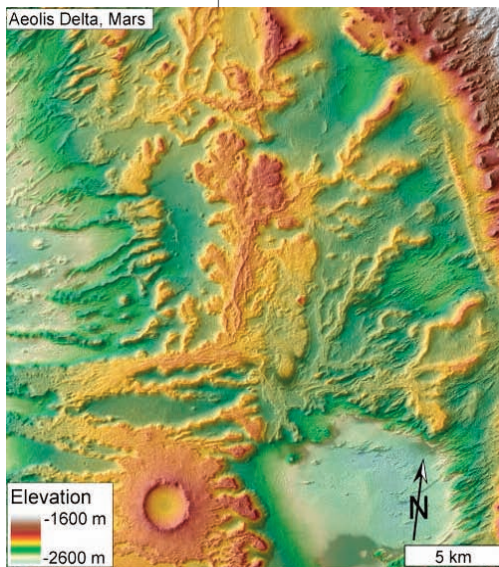
l'esistenza dell'oceano di Marte non sono mai giunte a nulla di definitivo. In compenso si è pensato bene di dare alla struttura almeno un nome, Oceanus Borealis, ma dal momento che "oceanus" non suona imparziale, c'è chi preferisce chiamare quella distesa Vastitas Borealis.

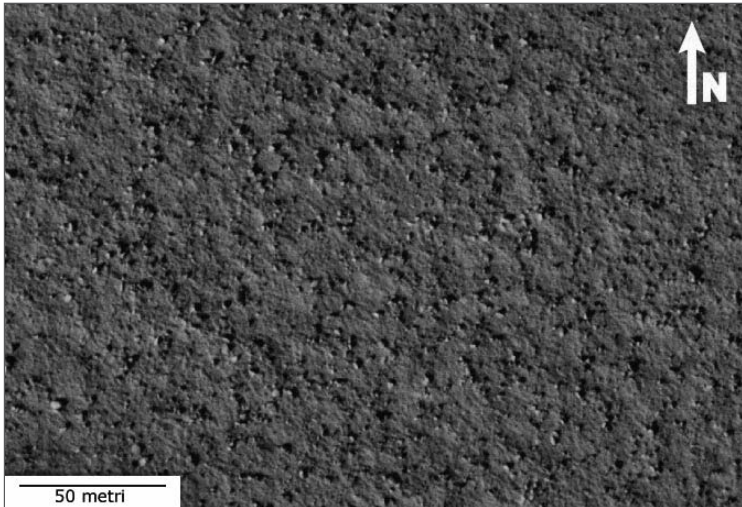
I rilievi altimetrici degli orbiter non hanno comunque solo generato dubbi sulla reale natura della gigantesca struttura, hanno infatti anche fornito una delle più solide argomentazioni a favore dell'oceano marziano, dimostrando che Vastitas Borealis si trova

a un'elevazione che è inferiore a quella di tutto il resto pianeta (fatta eccezione per il noto bacino da impatto Hellas Planitia, sito nell'emisfero australe).

Un'ampia depressione della crosta marziana, delimitata nel perimetro da una linea costiera, che a tratti può essere confrontabile con analoghe strutture terrestri, sono già valide argomentazioni per credere nell'oceano.

Ma ancor più valide sono quelle che si sono agiunte nell'ultimo anno,





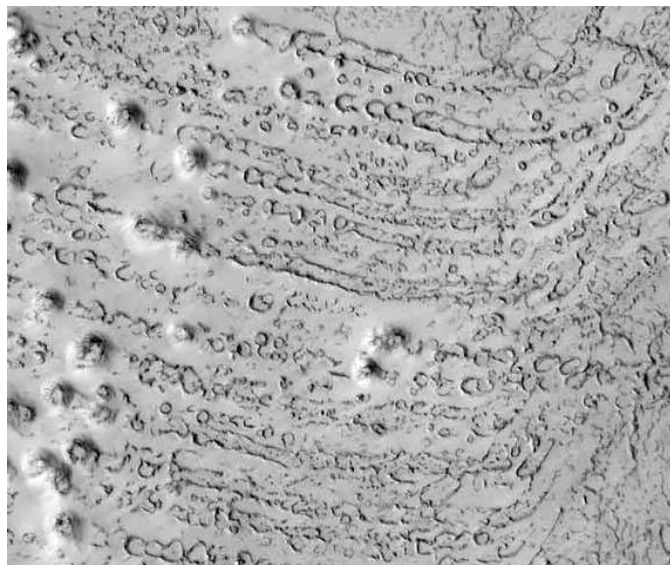
a cominciare da una scoperta quasi decisiva presentata la scorsa estate sul *Journal of Geophysical Research*. Alla base della scoperta, lo studio da parte di un team di ricercatori del California Institute of Technology (coordinato da Roman DiBiase) di una struttura a delta, ampia circa 100 km<sup>2</sup>, posta esattamente su un tratto perimetrale della Vastitas Borealis. Dallo studio emerge chiaramente che non può trattarsi di un delta alluvionale, simile a quelli già scoperti sui pendii interni dei crateri da impatto. I dati altimetrici indicano infatti che lo scorrimento dell'acqua al suo interno procedeva non dalle ramificazioni verso il corso principale, bensì in senso opposto, con il corso principale che arrivato a un certo punto si apriva disperdendosi in una complessa struttura a ventaglio, che appare interrompersi bruscamente proprio sulla linea della presunta costa.

Ancora più interessante è il fatto che i depositi di massi, ciottoli e ghiaia nei greti della ramificazione sono più elevati proprio sul confine con Vastitas Borealis, come se qualcosa avesse ostacolato il defluire delle acque, provocando l'accumulo del pietrame da essa trasportato. Che cosa poteva

essere quell'ostacolo se non altra acqua? Sulla Terra esistono numerosi riscontri a quel tipo di struttura e si tratta sempre di delta fluviali che terminano in mare. Non è una "pistola fumante" ma ci va molto vicino.

La stessa cosa vale per la più recente di tutte le scoperte legate a Vastitas Borealis, realizzata da Lorena Moscardelli, della University of Texas, e pubblicata in febbraio dalla Geological Society of America. Più che di una scoperta si tratta di una reinterpretazione di un fenomeno noto e riguarda una gran quantità di massi, con dimensioni superiori al metro, che appaiono sparpagliati in vaste aree del presunto fondale oceanico, soprattutto in prospicienza della linea costiera. Secondo astronomi e geologi, l'origine di quei massi sarebbe connessa all'impatto di meteoriti di taglia rilevante, in pratica si tratterebbe di materiale scagliato via dalla formazione di crateri, un'interpretazione forse accettabile per i massi prossimi ai luoghi degli impatti, ma non certo per quelli

cal Society of America. Più che di una scoperta si tratta di una reinterpretazione di un fenomeno noto e riguarda una gran quantità di massi, con dimensioni superiori al metro, che appaiono sparpagliati in vaste aree del presunto fondale oceanico, soprattutto in prospicienza della linea costiera. Secondo astronomi e geologi, l'origine di quei massi sarebbe connessa all'impatto di meteoriti di taglia rilevante, in pratica si tratterebbe di materiale scagliato via dalla formazione di crateri, un'interpretazione forse accettabile per i massi prossimi ai luoghi degli impatti, ma non certo per quelli



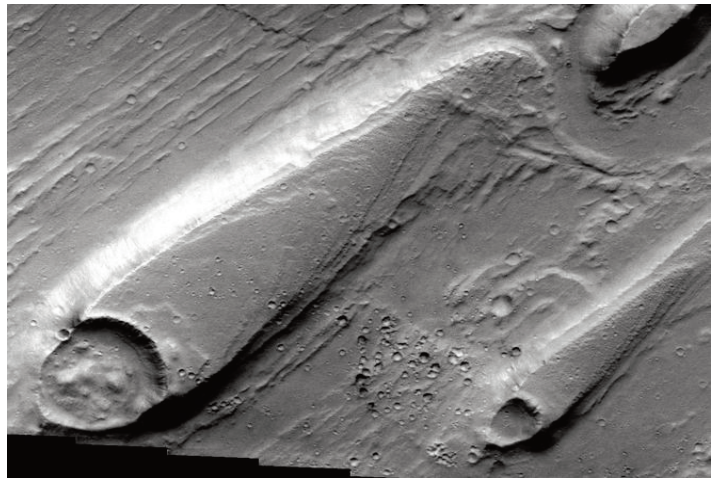
**A sinistra, un'area della superficie marziana disseminata di massi con dimensioni superiori al metro. Qui siamo in Arcadia Planitia, una delle regioni a bassa elevazione che compongono Vastitas Borealis. Quei massi rappresentano una delle argomentazioni più solide a favore della teoria del grande oceano marziano [NASA, L. Moscardelli]**  
**Nell'immagine in basso (ottenuta con l'High Resolution Imaging Science Experiment del Mars Reconnaissance Orbiter), si notano delle strutture a catena formate dal rotolamento di corpi solidi su una superficie apparentemente fangosa. Gli oggetti responsabili delle insolite tracce sono riconoscibili al termine delle tracce stesse. Il senso del rotolamento è evidentemente da destra verso sinistra. [NASA]**





**A** destra, isole a forma di lacrima fotografate su un tratto di superficie marziana sicuramente interessata in passato dal fluire di acque. La presenza di crateri, quindi di terreni compressi, è spesso fondamentale alla formazione di queste strutture. Sotto, un video sull'evoluzione idrogeologica di Marte. [NASA]

collocati a grandi distanze dai crateri più vicini. Facendo leva su questa incongruenza, Moscardelli propone una soluzione più convincente circa la provenienza di quei massi, sostenendo che sono il prodotto di catastrofici smottamenti sottomarini, simili a quelli avvenuti nel lontano passato sulla Terra, ad esempio nell'attuale Arkansas (Pennsylvanian Jackfork Group), nell'attuale Argentina (Guandacol Formation, Pangazo Basin), al lar-



**L**orenza Moscardelli in compagnia di un grosso masso liberato dal terreno dall'azione di una frana. Eventi di questo tipo, ma su scala enormemente più grande, furono i responsabili dello scivolamento di innumerevoli massi sul fondale dell'Oceanus Borealis. [Roger Slatt]

go delle coste brasiliane (Santos Basin) e nel Mare di Barents. Tali smottamenti sono in grado di far scivolare dalla linea costiera imponenti quantità di materiale fino a quel momento compresso, il quale, sfaldandosi per il suo stesso movimento e per l'azione dell'acqua, libera grossi massi dalle argille, dalla sabbia e dalla ghiaia in cui erano intrappolati. Una volta liberi, i massi rotolano lungo i pendii sottomarini, andando a depositarsi sul fondale anche a distanze di centinaia di metri rispetto al punto di partenza.

Il progressivo franamento delle coste e il contemporaneo avanzamento dell'oceano (quando quest'ultimo era ancora in espansione) possono spiegare la notevole quantità e dispersione dei massi su ciò che resta del fondale.

Delta fluviale e massi erratici si aggiungono ad altre strutture di Vastitas Borealis che hanno caratteristiche geologiche in comune con strutture terrestri, come ad esempio le isole a forma di lacrima e alcune aree dall'aspetto poligonale, tutte associate all'azione dell'acqua. Forse non sono ancora prove decisive della remota esistenza dell'Oceanus Borealis, ma certamente nessun'altra spiegazione alternativa è altrettanto consistente. ■



# Asteroidi, intrusi so la regola

**N**el primo miliardo di anni di esistenza del nostro sistema solare, Giove è andato soggetto a una migrazione che lo ha portato in prossimità dell'orbita di Marte. Quell'evento ha scombuscolato la distribuzione degli asteroidi, che si sono rimescolati, con il risultato che oggi se ne osservano molti a abitare regioni assai distanti da quelle in cui si formarono.

# gli no

***È definitivamente tramontata l'idea di un sistema solare statico, con pianeti e asteroidi che non si sono mai spostati significativamente dalle orbite che descrivono oggi. Un nuovo studio basato sulle proprietà mineralogiche degli asteroidi rivela che, al contrario, il sistema solare fu caratterizzato da un notevole dinamismo.***

**G**li asteroidi, gli oggetti celesti che più di altri sono storicamente connessi all'attività di ricerca degli astrofili, hanno rappresentato nell'ultimo decennio un target sempre più intrigante per i professionisti, a causa dell'importanza che rivestono nella comprensione dei meccanismi evolutivi del sistema solare. Dopo averli inizialmente considerati come frammenti di un pianeta distrutto e poi come un pianeta dalla crescita interrotta, gli astronomi hanno spesso utilizzato gli asteroidi per capire

come variano le proprietà chimico-fisiche del sistema solare, via via che aumenta la distanza dal Sole.

Rappresentare un quadro sufficientemente dettagliato di come quelle condizioni sono variate nei miliardi di anni è una delle strade più promettenti per capire come è evoluto l'intero sistema solare.

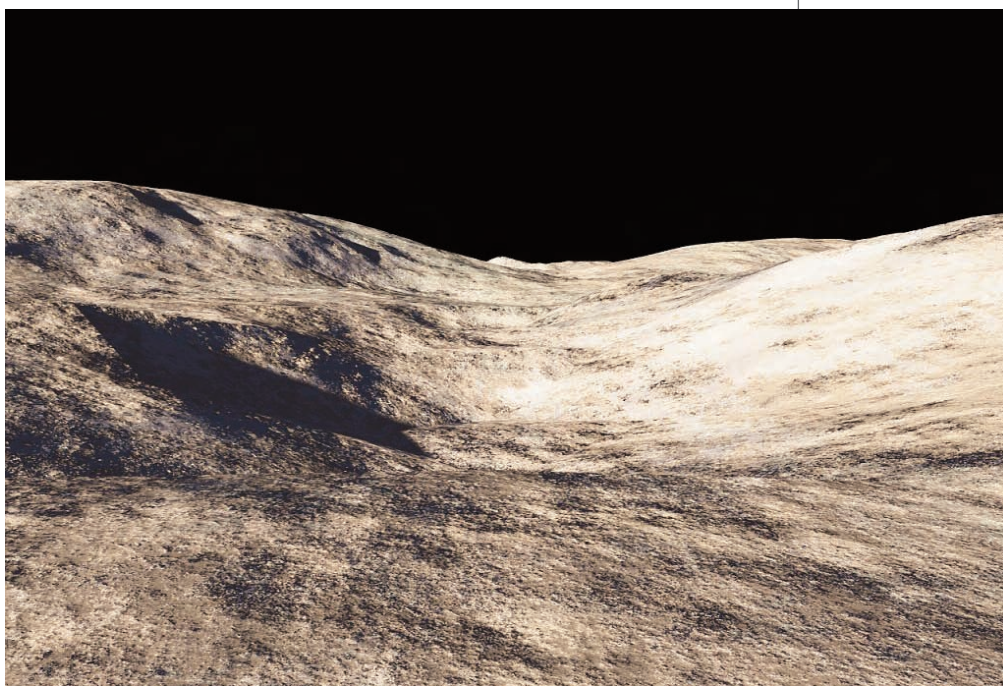
Come noto, gli asteroidi sono concentrati a varie distanze dal Sole, con i più vicini che orbitano fra i pianeti rocciosi e i più lontani che sono assembrati oltre le orbite dei pianeti gassosi.

Conoscendo le proprietà del disco protoplanetario e gli effetti prodotti lungo tutta la sua struttura dalla radiazione del giovane Sole, gli astronomi non potevano che aspettarsi abbondanze di elementi chimici sulle superfici asteroidali variabili in funzione della distanza dal Sole.

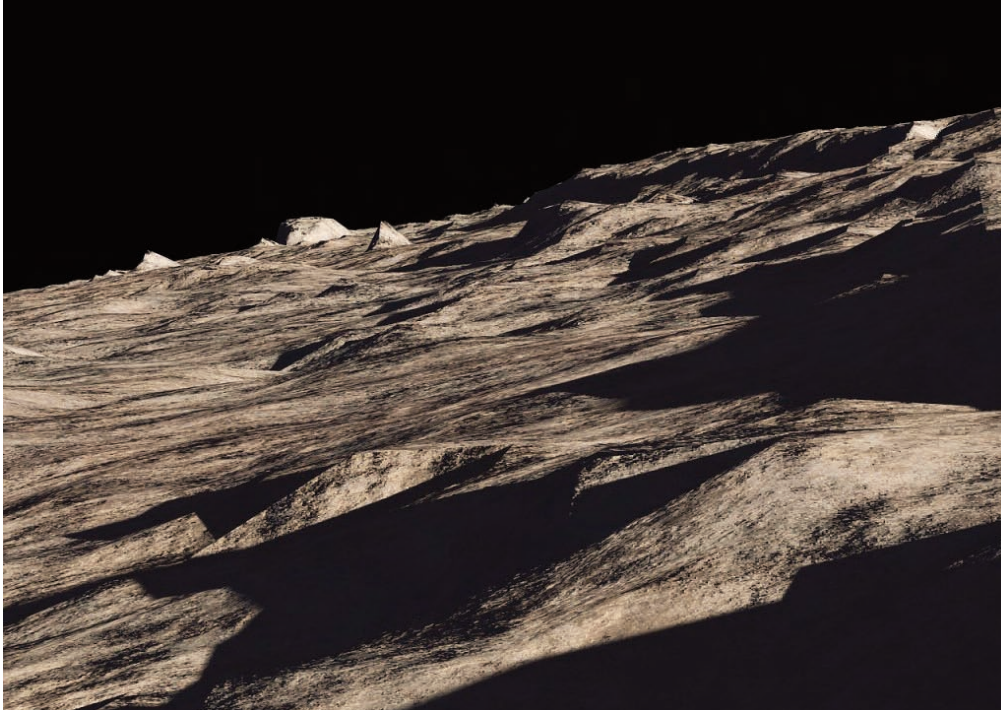
È intuibile come gli elementi più volatili debbano essere più abbondanti dove le temperature sono più basse. Di conseguenza, la composizione mineralogica degli asteroidi non può



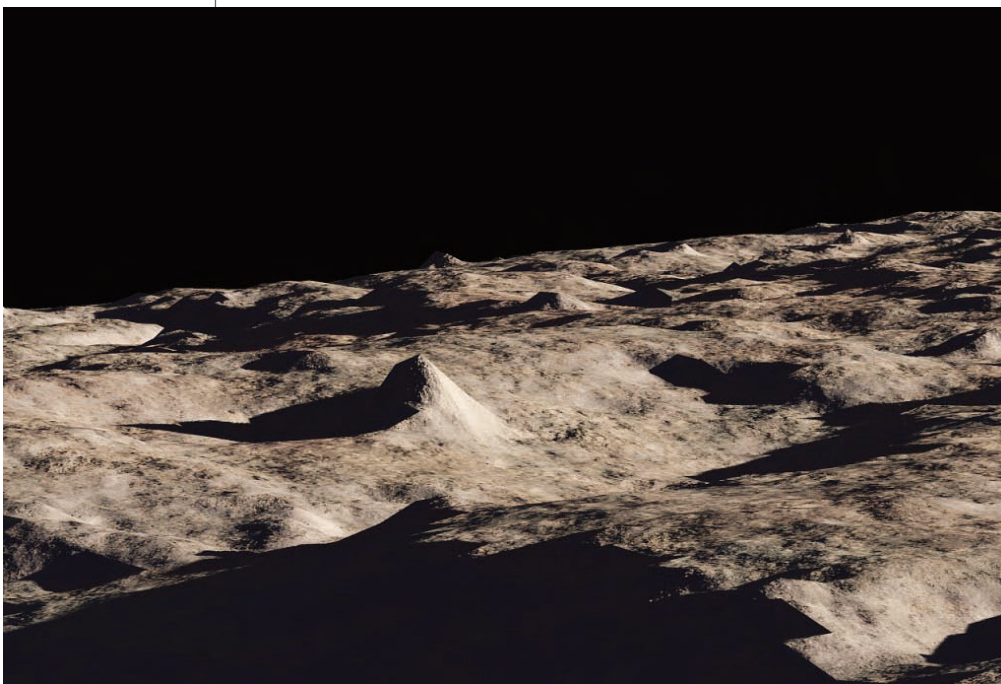
non seguire un gradiente prevedibile. A meno che... Quando verso la fine degli anni '70 gli asteroidi iniziarono a uscire dall'oblio



***Nell'ultima quindicina di anni è totalmente cambiata la nostra visione degli asteroidi. Gran parte del merito va alle sonde che hanno visitato da molto vicino quegli oggetti. In queste pagine, quattro eccezionali immagini della superficie di 433 Eros. [NASA/JPL]***



al quale la ricerca astronomica li aveva costretti, e si iniziò a studiarli spettroscopicamente, si notò che al crescere delle distanze

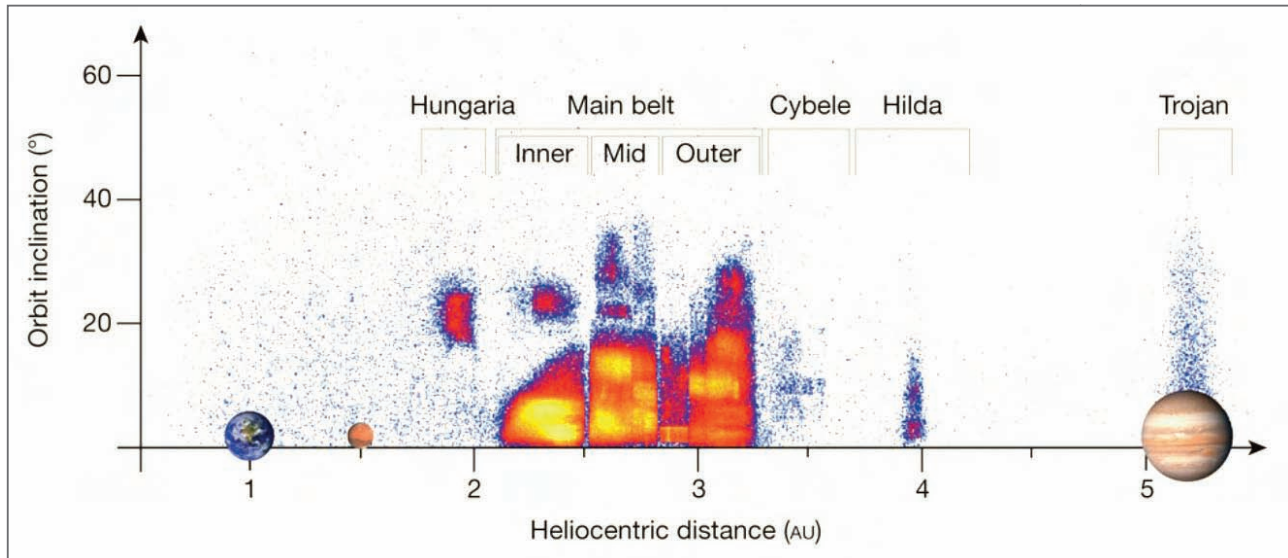


dal Sole la composizione superficiale (la quasi totalità di essi ha una struttura indifferenziata) passava da una prevalenza di silicati a una prevalenza di carbonio, con relativa attenuazione dei valori dell'albedo.

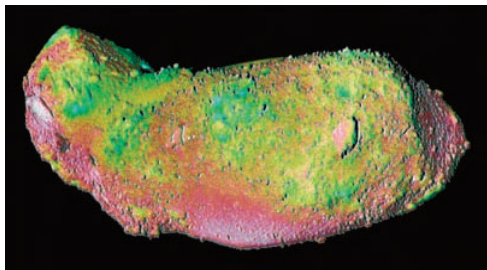
I silicati erano più tipici degli asteroidi dei gruppi Aten-Apollo-Amor e della fascia principale posta fra Marte e Giove, mentre i composti a base di carbonio abbondavano nei Troiani di Giove e in alcuni rari oggetti del sistema solare esterno, che si sarebbero poi rivelati essere l'avanguardia della popolarissima fascia di Kuiper-Edgeworth.

Per classificare le varie tipologie mineralogiche individuate (più tecnicamente, per generare un'appropriata tassonomia) sono state negli anni proposte una quantità di soluzioni che hanno solo reso più confuso il tutto. A parte ciò, sembrava comunque confermato il presupposto teorico secondo il quale allontanandosi dal Sole la densità media e l'albedo degli asteroidi decrescono.

All'interno della stessa fascia principale, che contiene la stragrande maggioranza degli asteroidi a prevalente composizione rocciosa, si notava un gradiente compatibile con le differenze di temperatura esistenti fra la sua parte più prossima a Marte e quella più prossima a



Giove. Ancora una decina di anni fa, questa era la visione dominante, sebbene fossero stati nel frattempo scoperti parecchi intrusi, ovvero asteroidi che dovevano necessariamente essersi formati in regioni molto fredde del sistema solare ma che orbitavano

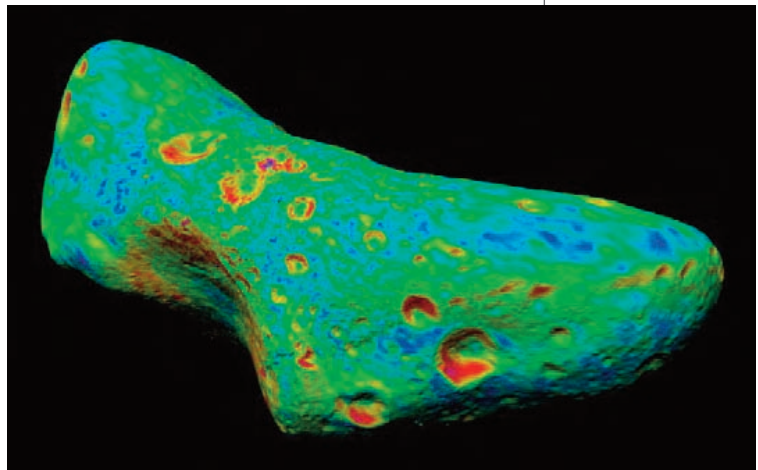


in regioni relativamente calde, e viceversa. Il motivo per cui a quegli intrusi non veniva dato particolare peso stava nel loro esiguo numero all'interno del campione studiato. Peccato però che quest'ultimo fosse tutt'altro che rappresentativo delle popolazioni

**G**li asteroidi Itokawa (sopra) ed Eros (a destra) fotografati dalle sonde Hayabusa e NEAR. Riprese così ravvicinate, effettuate a varie lunghezze d'onda, permettono di differenziare la composizione mineralogica e la densità dei terreni (qui rese in falsi colori). Entrambi questi asteroidi sono di tipo S, quindi a prevalente composizione di silicati, la più ricorrente fra quelli che orbitano nel sistema solare interno. [ISAS/JAXA, NASA]

asteroidali oggi conosciute. A fronte di alcune centinaia di migliaia di asteroidi attualmente catalogati, il loro quadro evolutivo è rimasto finora ancorato a studi che nell'ultimo trentennio hanno considerato poche migliaia di oggetti complessivamente. Oltre a non essere rappresentativo statisticamente, quel campione è sempre stato nel suo insieme portatore di una quantità di discriminazioni, che tagliando fuori intere fette di popolazioni asteroidali ha finito col dipingere uno scenario lontano dalla realtà. Alcuni studi si sono infatti limitati a considerare oggetti di grandi dimensioni e/o particolarmente brillanti e/o parti-

**Il diagramma qui sopra mostra la distribuzione degli asteroidi in base alla distanza dal Sole e all'inclinazione dell'orbita. I colori sono indicativi della concentrazione: giallo = massima, blu = minima. Evidentissima la posizione della fascia principale. [F. E. DeMeo & B. Carry]**



**N**el video qui a fianco vediamo l'asteroide Vesta 3D in rotazione. Il filmato è stato realizzato con le immagini acquisite dalla sonda Dawn. I falsi colori mostrano diverse composizioni dei terreni, molto accentuate dove sono presenti crateri da impatto che hanno fatto emergere materiale dal sottosuolo. [NASA/JPL Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA/PSI] Sotto, la distribuzione della massa degli asteroidi: quasi la metà di essa è concentrata in oggetti di piccola taglia.

colarmente vicini; altri sono stati indirizzati verso tipologie ben precise. Inoltre, non di rado le campagne osservative hanno favorito determinate lunghezze d'onda a scapito di altre, limitando le informazioni acquisibili dalla luce riflessa dai terreni superficiali. A ciò si aggiungano i limiti strumentali e

la scelta ricorrente di rappresentare la distribuzione degli asteroidi numericamente sulla base della composizione mineralogica, senza dare il giusto peso alla quantità di materiale effettivamente ascrivibile a ciascuna classe tassonomica: un asteroide di tipo S di 150 km di diametro e uno di tipo C di 15 km di diametro hanno differenze che vanno ben al di là della classe di appartenenza. Fra tutte le lacune che hanno afflitto gli studi

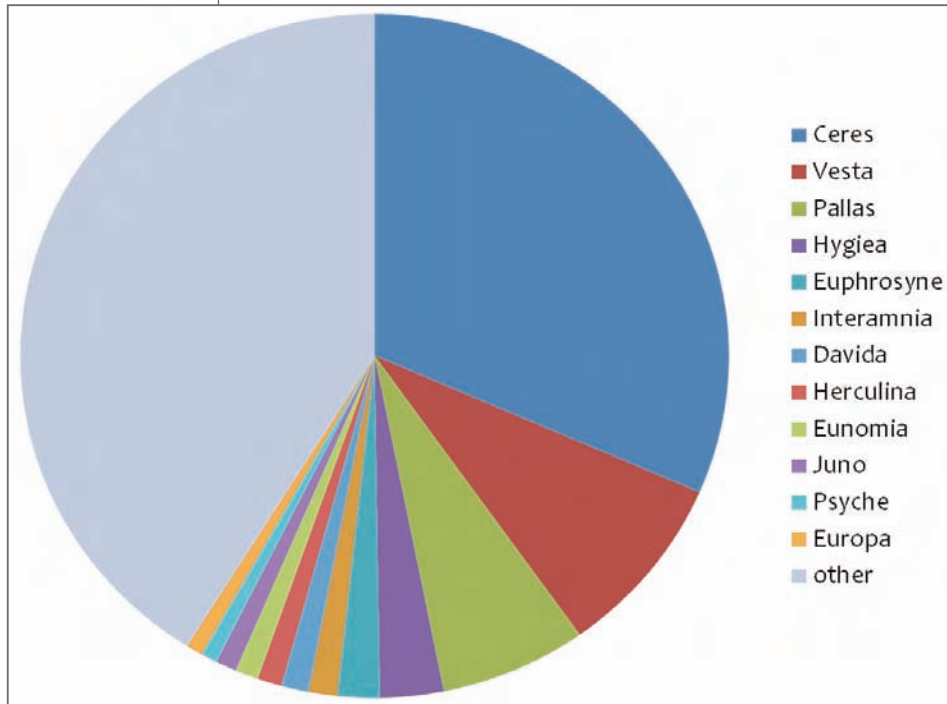


realizzati in passato, quella più profonda è stata sicuramente il tagliar fuori gli asteroidi di dimensioni inferiori ai 15 km, spesso tralasciati per l'impossibilità di caratterizzarli adeguatamente, vista la loro generalmente debole luminosità. Questo non è un dettaglio trascurabile, perché il numero degli asteroidi cresce esponenzialmente al diminuire delle dimensioni, e più sono piccoli più facilmente si disperdono nel sistema

solare, a seguito dell'azione perturbatrice dei pianeti, Giove su tutti. E più si disperdono più alterano quel gradiente di cui dicevamo, divenendo "intrusi".

A questo punto viene da chiedersi quanti siano in realtà gli asteroidi fuori posto. Una minoranza trascurabile o qualcosa di più? E in quest'ultimo caso quali conclusioni si possono trarre? Le risposte sono giunte a fine febbraio dal Massachusetts Institute of Technology (MIT) e sono sorprendenti, perché stravolgono completamente lo scenario classico.

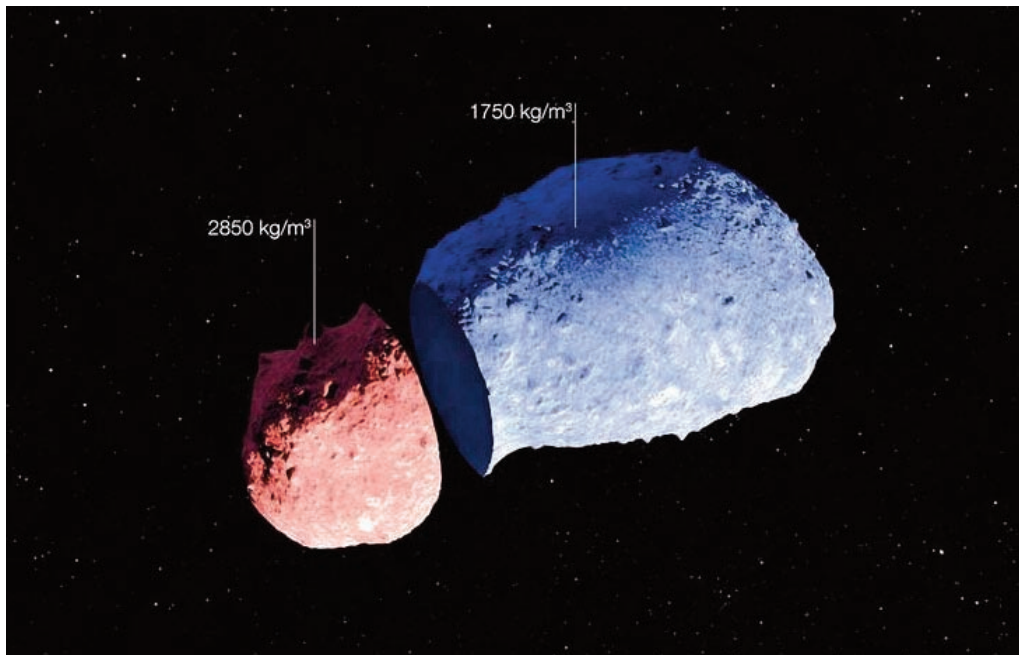
A descrivere molto più realisticamente che in passato la distribuzione tassonomica degli asteroidi sono Francesca DeMeo (MIT) e Benoit Carrey (LESIA, Observatoire



de Paris), che hanno considerato proprietà orbitali, dimensioni, albedo e composizione mineralogica di oltre 100000 asteroidi inclusi nello Sloan Digital Sky Survey Moving Object Catalog (SDSSMOC), un poderoso database che contiene quasi mezzo milione di oggetti distribuiti nel sistema solare.

Quelli presi in considerazione dai due ricercatori appartengono essenzialmente alla fascia principale e di essi sono disponibili dati fotometrici raccolti in cinque diverse

bande della luce visibile. Per evitare le parzialità del passato, DeMeo e Carrey hanno integrato i dati del SDSSMOC con quelli di altri database, al fine di fornire una distribuzione tassonomica degli asteroidi che teneva conto non del numero per tipo mineralogico, ma anche della massa, del volume e dell'area superficiale di ciascun oggetto. Un lavoro che si complica verso i piccoli diametri, dove i database diventano incompleti rispetto a vari parametri. I due ricercatori sono comunque riusciti a ridurre al minimo le incertezze, ottenendo una ca-



ratterizzazione più che soddisfacente fino a diametri minimi di appena 5 km, tre volte più piccoli di quelli considerati dai più accurati lavori precedenti.

La nuova mappa della distribuzione tassonomica degli asteroidi indica chiaramente che gli intrusi non sono un'eccezione, bensì la regola, essendoci una gran quantità di oggetti che sicuramente si sono trasferiti in regioni del sistema solare assai diverse da quelle in cui si sono formati, e ciò vale soprattutto per gli oggetti di taglia minore. Non potendo la sola evoluzione collisionale,

tipica degli asteroidi, giustificare il nuovo scenario, nemmeno se abbinata alle perturbazioni gravitazionali esercitate dai pianeti nelle loro attuali posizioni, la causa primaria del vistoso rimescolamento degli asteroidi deve essere un'altra.

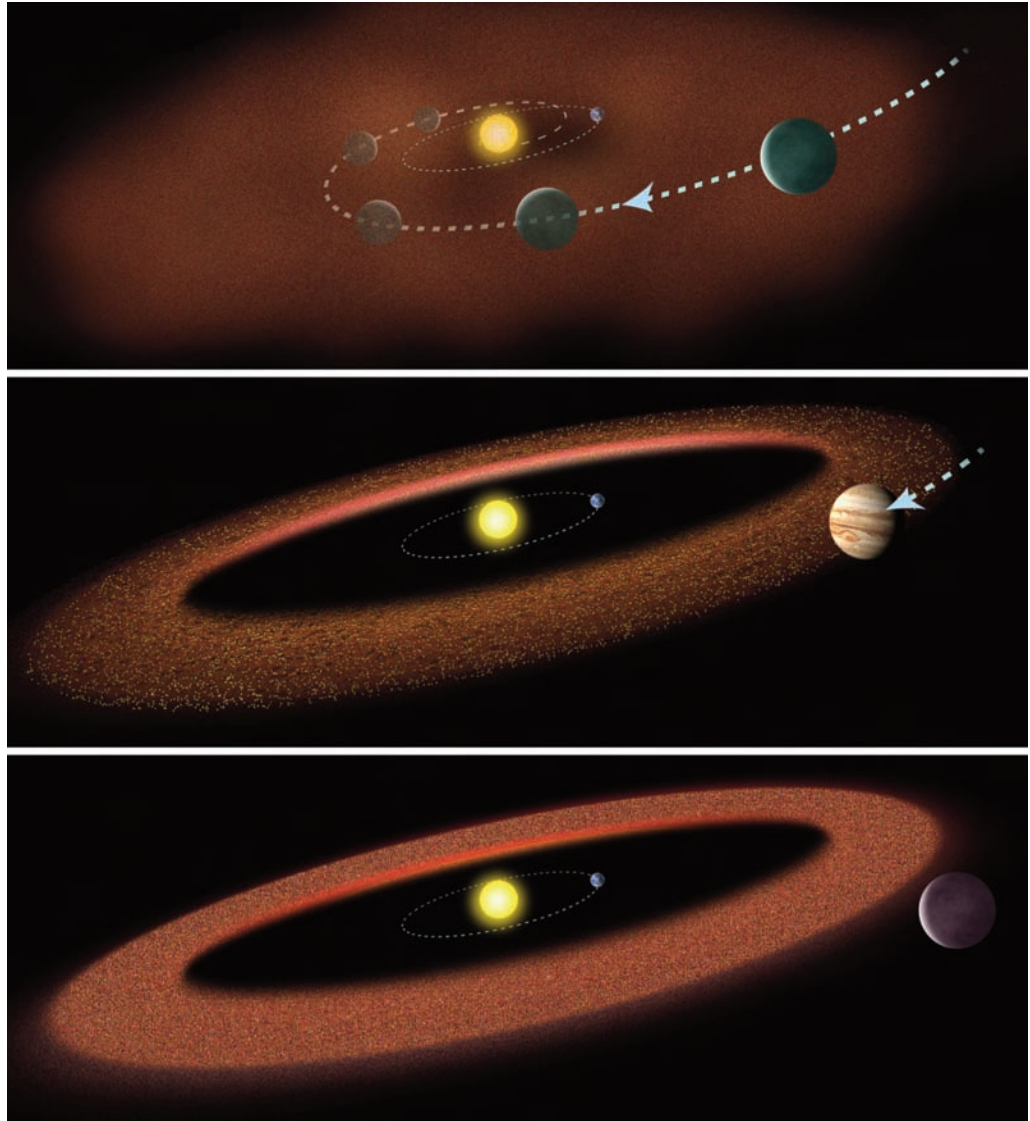
Quale? La migrazione di Giove (con Saturno al seguito) all'interno del sistema solare, av-

**D**eMeo e Carrey hanno dimostrato che gli asteroidi furono rimescolati nel sistema solare dalla migrazione di Giove. Un'altra recente ricerca, condotta dal team di Stephen Lowry (University of Kent), ha dimostrato che rilevanti variazioni di densità possono esistere anche all'interno di uno stesso asteroide. È il caso di Itokawa, (sopra e video a fianco) la cui estremità più piccola è decisamente più compatta dell'altra, segno di una fusione fra due asteroidi di diversa composizione e densità. [JAXA, ESO]





**T**re diversi scenari per la migrazione di Giove: nel primo il pianeta penetra in profondità nel sistema solare interno e distrugge la fascia degli asteroidi prima di terminare la sua corsa sul Sole; nel secondo avviene ciò che è accaduto nella realtà, con Giove che si limita a rimescolare gli asteroidi; nel terzo scenario la migrazione non avviene e la fascia principale degli asteroidi mantiene il suo gradiente originale. Gli astronomi ritengono che solo nel secondo caso sulla Terra avrebbero potuto svilupparsi condizioni adatte alla comparsa della vita. [NASA/ESA/A. Feild, STScI]



venuta nelle prime centinaia di milioni di anni della sua esistenza. Secondo DeMeo e Carrey, il loro scenario è compatibile con un lento spostamento dell'orbita di Giove verso quella di Marte e con un successivo spostamento verso l'attuale posizione. I due ricercatori stimano che quel movimento può aver scombussolato le orbite di almeno il 15% degli asteroidi della fascia principale, trasferendoli su nuove traiettorie, o più interne o più esterne, a seconda delle modalità di avvicinamento. Ciò sarebbe sufficiente a dar conto dell'attuale situazione. Che cosa possa

aver innescato la migrazione è ancora oggetto di dibattito, ma come già scrivevamo sul numero di marzo del 2012 è probabile che il nostro sistema solare, nel suo primo mezzo miliardo di anni, ospitasse un quinto pianeta gigante oltre a Giove, Saturno, Urano e Nettuno. Quel pianeta sarebbe stato espulso dal sistema dopo un'interazione stretta con Giove, un episodio sicuramente in grado di innescare la migrazione di quest'ultimo. I condizionali sono d'obbligo, ma l'ipotesi è suffragata da indizi più concreti di quelli che avvalorano altre ipotesi. ■

# La stella più dell'universo

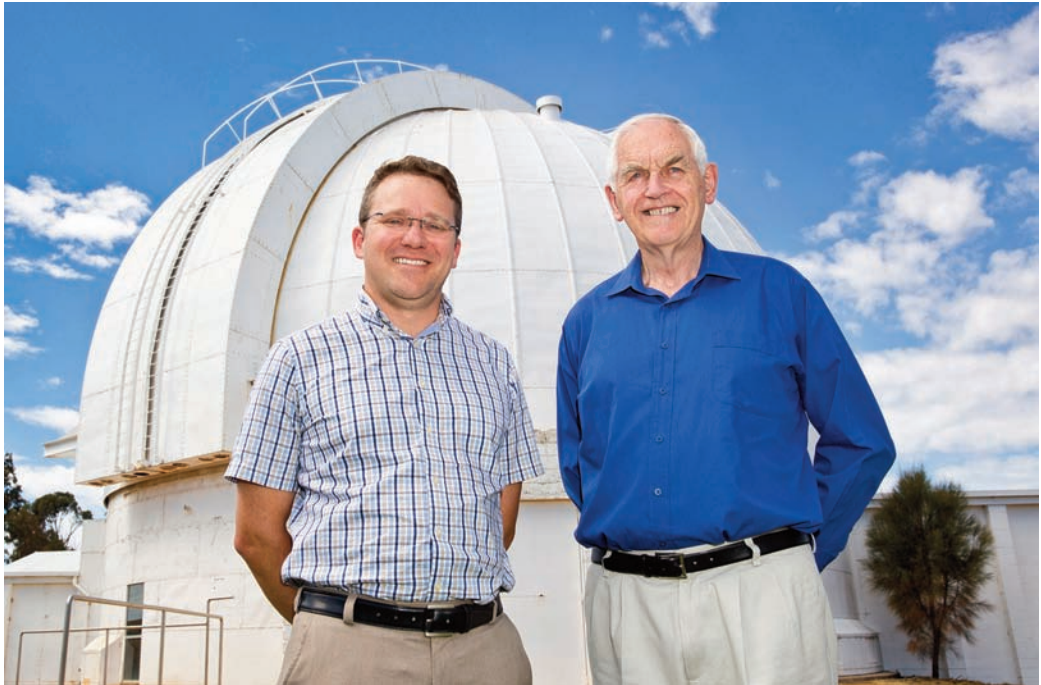
***È difficile immaginare che una stella possa essere più vecchia della galassia che la ospita, eppure a circa 6000 anni luce dalla Terra ce n'è una che ha 13,7 miliardi di anni ed è quindi nata in un'epoca in cui l'universo aveva solo 50 milioni di anni, o giù di lì. Come è stata riconosciuta?***

**È** stata scoperta la stella più vecchia dell'universo, o almeno di quella parte di universo a noi accessibile con relativa facilità. Una notizia che periodicamente si rinnova, dal momento che quel record viene battuto piuttosto di frequente. Se riferissimo di quel tipo di scoperte ogni volta che avvengono, dovremmo farlo un mese sì un mese no, e rischieremmo di diventare noiosi, quindi abbiamo deciso di farlo solo nel caso in cui quel tipo di scoperta abbia aspetti partico-

# vecchia

**L**a cupola dello SkyMapper, il telescopio del Siding Spring Observatory che ha permesso di scoprire quella che è ad oggi considerata la stella più vecchia dell'universo. [Australian National University]

larmente rilevanti. E questa volta li ha. Cominciamo col fare una breve introduzione per capire che cosa si intende con "stella più vecchia". Alcuni milioni o decine di milioni di anni dopo il Big Bang si formarono le prime stelle, tutte particolarmente massicce e tutte destinate a una breve esistenza, dell'ordine dei milioni di anni. Quelle stelle erano inevitabilmente composte di idrogeno, elio e tracce di litio, ovvero gli elementi direttamente scaturiti dalla singolarità iniziale. Gli elementi più pesanti, i cosiddetti "metalli", iniziarono a comparire nell'universo successivamente, come prodotto delle reazioni termoneucleari delle prime stelle. Al termine della loro esistenza, quegli astri esplosero come



supernovae, riversando nello spazio interstellare tutti i metalli prodotti fino a quel momento e durante la fase esplosiva. È nel corso di quest'ultima che si generano le temperature necessarie alla nucleosintesi degli

atomi più pesanti del ferro. Ricordiamo che proprio il ferro è un elemento limite nell'evoluzione stellare, poiché il tentativo di produrre elementi ancora più pesanti sottrae alle stelle più energia di quanta ne fornisca, portando al collasso e alla conseguente esplosione delle supernovae. La quantità di ferro riversata nello spazio da queste dipende dalle caratteristiche dell'esplosione, una correlazione che può essere utilmente sfruttata applicando appositi modelli matematici.

Conoscendo, ad esempio, la quantità di ferro e di altri metalli più leggeri eiettati dall'esplosione, è possibile determinare la massa iniziale della stella (il progenitore) e l'energia sviluppata dalla supernova.

**S**tefan Keller e Mike Bessel sono i principali protagonisti della scoperta di SM0313, la stella più vecchia che si conosca, indicata dalla freccia nella foto a sinistra. La si può osservare con un telescopio di almeno mezzo metro di diametro, nella costellazione dell'Hydrus. [David Paterson, ANU, AFP Photo/Space Telescope Science Institute]



**S**tefan Keller accanto a SkyMapper, un telescopio Cassegrain di 1,35 metri di diametro, dotato di un CCD di 268 megapixel. [ANU]

Per verificare i modelli e per conoscere con maggiore precisione le proprietà fisiche delle prime stelle apparse nell'universo, sarebbe fondamentale avere un riscontro diretto delle abbondanze dei metalli eiettati dalle supernovae che hanno posto fine alla loro esistenza. Ma come si fa ad avere oggi un riscontro di fatti accaduti all'alba dei tempi? Sappiamo che l'universo ha un'età di circa 13,75 miliardi di anni e che per quanto a lungo possano aver vissuto le primissime stelle, sicuramente 13,7 miliardi di anni fa



non c'erano già più. Erano già esplose e avevano riversato gran parte della loro massa, se non tutta, nello spazio circostante. Quella massa può essersi dispersa indefinitamente, oppure può aver dato vita a nuove stelle, sia sollecitata dalle onde d'urto delle supernovae sia per l'impatto contro nubi di gas interstellare. Se una stella si forma a partire dal materiale espulso da una supernova, eredita da quest'ultima la composizione chimica e le relative abbondanze di elementi. E se quella stella è anche di piccola massa potrà perpetuare per miliardi di anni quelle specifiche caratteristiche. I tratti distintivi di una stella di prima generazione potrebbero dunque essere ancora riconoscibili ai giorni nostri nella luce di una stella di seconda generazione. In particolare, l'abbondanza relativa del ferro del nuovo astro sarebbe identica a quella del materiale espulso dalla supernova. Insomma, quasi una clonazione. Per confermare il tutto bisognerebbe trovare una stella di seconda generazione, vecchia di circa 13,7 miliardi di anni, con la più bassa presenza possibile di ferro nello spettro, il che garantirebbe che l'astro prese forma in un universo remotissimo, quando c'era ancora pochissimo ferro disperso nel mezzo interstellare. Ovviamente, non potendo quella stella che essere meno massiccia e meno brillante del Sole (diversamente sarebbe già diventata qualcos'altro), è d'obbligo cercarla nella nostra galassia, nemmeno troppo lontano dalla Terra, altrimenti sarebbe impossibile studiarla. Da notare che una stella di seconda generazione è più vecchia del disco della Via Lattea di quasi 5 miliardi di anni e ha quindi una storia pregressa piuttosto intrigante. Certamente abitava una galassia nana che poi si fuse con altre galassie nane, che infine diedero forma all'attuale Via Lattea.

Negli ultimi anni sono state scoperte una manciata di stelle di seconda generazione, tutte con abbondanze di ferro sì bassissime ma non abbastanza da poterle attribuire al contributo di un'unica supernova. È intuibile che se una stella dovesse contenere elementi generati in più di un progenitore, diventa impossibile risalire con certezza alle proprietà chimico-fisiche originarie. Tutti i dubbi sorti attorno alle più vecchie stelle



finora scoperte sono stati superati dall'entrata in scena di un nuovo candidato, saltato fuori da una survey condotta da astronomi dell'Australian National University, con lo SkyMapper del Siding Spring Observatory. Lo SkyMapper è un telescopio Cassegrain con diametro di 1,35 metri, dotato di un CCD da 268 megapixel, che fotografa 5,7 gradi quadrati di cielo alla volta. Il suo compito è quello di fotografare l'intero cielo australe, realizzando una mappa digitale in 6 diverse bande dal confine con l'ultravioletto a quello con l'infrarosso. Le diverse combinazioni di filtri permettono di evidenziare possibili candidate stelle di seconda generazione, sulle quali effettuare ulteriori analisi con telescopi di diametro maggiore.

Nel primo dei 5 anni di attività previsti per portare a termine il progetto, SkyMapper ha fotografato circa 60 milioni di stelle, fra

le quali il team di astronomi coordinato da Stefan Keller ha individuato 4 candidati al ruolo di "stella più vecchia dell'universo". L'oggetto più promettente, catalogato con la sigla SMSS J031300.36-670839.3 (per brevità SM0313), si trova nella costellazione dell'Hydrus (Serpente di mare), a circa 6000 anni luce dalla Terra, è di magnitudine 14,7 e di classe spettrale K, quindi un po' più piccolo del Sole.

Per confermare i loro sospetti, Keller e colleghi sono andati in Cile a prendere spettri di SM0313 con il telescopio Magellan (di 6,5 metri di diametro) del Las Campanas Observatory. Il risultato dell'analisi spettrale è stato sorprendente, perché la quantità di ferro rilevata nella luce della stella è praticamente uguale a zero, essendo l'abbondanza limite rilevabile dalla strumentazione impiegata almeno 10 milioni di volte inferiore a quella del Sole. Considerando

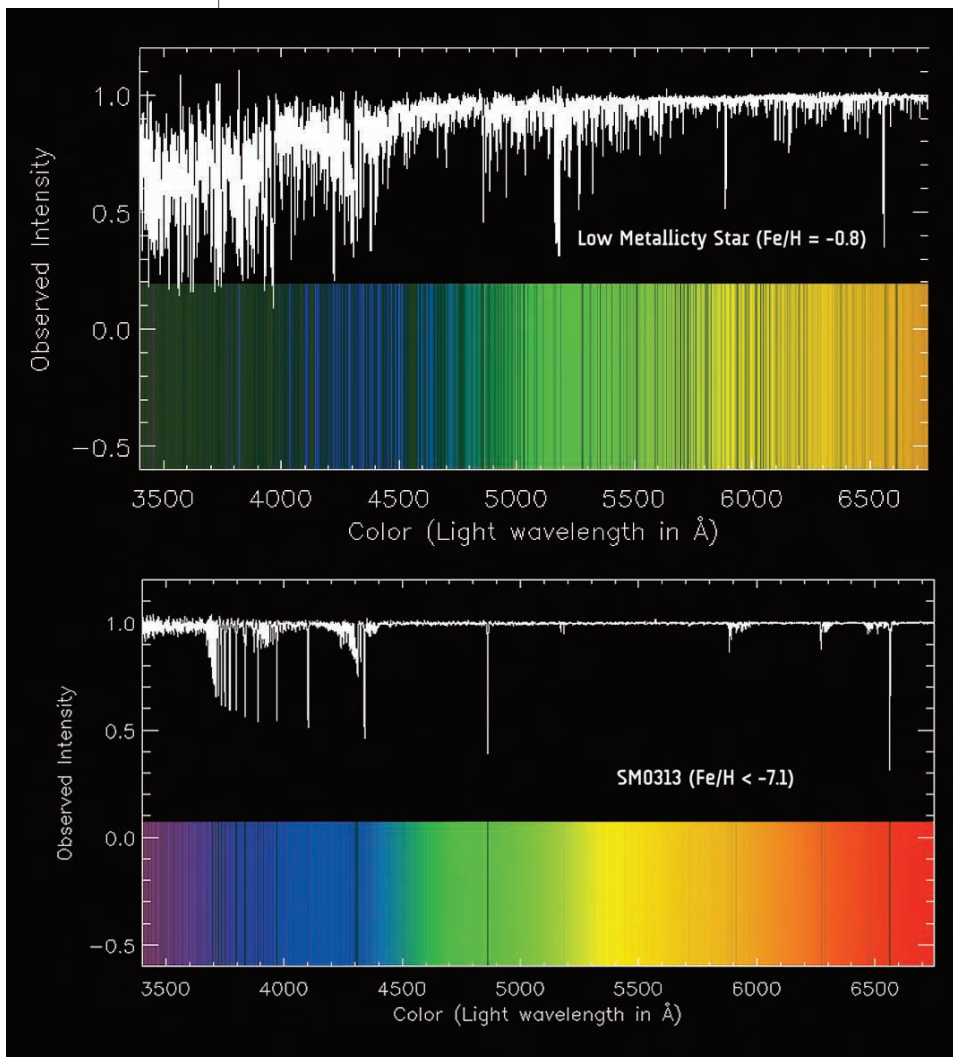
*In questa suggestiva immagine, che include le regioni meridionali della Via Latte e le due Nubi di Magellano, è indicata con un cerchietto la posizione approssimativa di SM 0313. Pur essendo prospetticamente vicina alle Nubi, appartiene in realtà all'alone della nostra galassia. [Primož Cigler]*

**C**onfronto fra lo spettro di una tipica stella bassa metallicità (sopra) e lo spettro di SM 0313. Già a prima vista si nota una complessiva bassa intensità delle righe e quindi scarsità di metalli. Nel secondo spettro il ferro è praticamente assente. [Anna Frebel]

che il Sole contiene una massa di ferro paragonabile a 1000 Terre, le eventuali tracce di ferro presenti in SM0313 con superano di molto la massa di Plutone. Gli astronomi australiani hanno dunque scoperto una stella virtualmente priva di ferro (in superficie sicuramente non ne affiora e la superficie rispecchia gli strati sottostanti) e comparando le abbondanze di altri metalli (essenzialmente carbonio, calcio e magnesio) con quelle previste dai modelli, hanno concluso che gli elementi di cui quella stella è costituita derivano da un unico progenitore, con una massa originaria pari a circa 60 masse solari. L'assenza del ferro (se c'è

è in tracce) e la contemporanea relativa abbondanza del carbonio (almeno 1000 volte più abbondante del ferro), suggeriscono uno scenario piuttosto preciso circa le modalità dell'esplosione del progenitore di SM0313. In particolare, Keller e colleghi hanno dedotto che l'evento non fu totalmente distruttivo, ma piuttosto interessò gli strati sovrastanti il nucleo e non anche il nucleo stesso. Poiché la radiazione termoneucleare tende a spingere gli elementi sintetizzati tanto più verso l'esterno quanto più sono leggeri, il ferro tende a restare più prossimo al nucleo. Se l'esplosione della supernova non coinvolge le parti più centrali

della stella, va da sé che la gran parte del ferro finisce con l'alimentare il buco nero che si forma contestualmente all'esplosione, buco nero che impedisce a qualunque cosa (che non l'abbia già fatto) di fuggire dal luogo del catastrofico evento. La scoperta di SM0313 ha dunque permesso agli astronomi di studiare per la prima volta la chimica delle stelle primordiali e di stabilire che le supernovae da essere derivanti furono meno energetiche di quanto sinora creduto, a meno che non si voglia sostenere che l'esplosione del progenitore di SM0313 fu anomala, cosa improbabile. Il nuovo scenario che viene a delinearsi può avere ripercussioni non trascurabili sulla nostra visione dell'evoluzione chimica del giovane universo. Anche se, come conferma Keller, non è possibile conoscere con assoluta precisione l'età di SM0313, questa è sicuramente la stella più vecchia dell'universo, almeno fino alla prossima scoperta... ■



# Merging in A

*Un piccolo gruppo di astronomi ha svelato per la prima volta le tracce di una fusione fra galassie nane avvenuta nell'universo contemporaneo, a due passi dalla galassia di Andromeda. Finora quel tipo di eventi era stato riconosciuto solo a distanze molto più elevate.*

**L**a Via Lattea, la galassia di Andromeda (M31), così come tutte le altre grandi galassie che osserviamo nell'universo a noi più o meno contemporaneo, sono il risultato della fusione di diverse galassie nane, che a partire da circa mezzo miliardo di anni dopo il Big Bang iniziarono a riunirsi, formando strutture sempre più grandi e sempre più in grado di attrarre altre galassie nane. Il merging galattico era dunque una consuetudine nel giovane universo ed è teoricamente possibile anche in quello contemporaneo; sebbene ciò che gli astronomi hanno finora potuto verificare sono solo tracce di galassie nane assorbiti da oggetti di massa sensibilmente maggiore, e non di nane inglobate da altre nane.

*Una strepitosa M31, fotografata nell'ultravioletto dal Galaxy Evolution Explorer della NASA. [NASA/JPL-Caltech]*



# Andromeda II

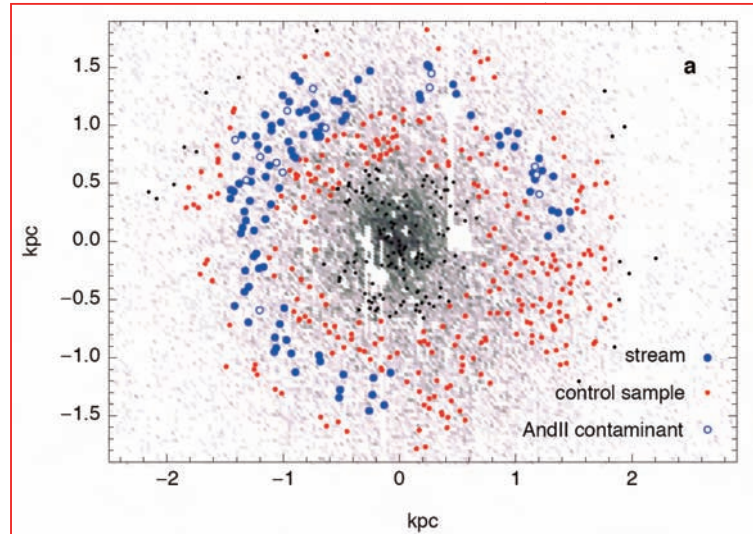
Più genericamente, il merging non è mai stato osservato fra galassie con masse inferiori a 1 miliardo di masse solari. Ecco però che verso la fine di febbraio esce su *Nature* un articolo a firma di Nicola Amorisco (Niels Bohr Institute, Copenhagen), N. Wyn Evans (University of Cambridge, UK) e Glenn van de Ven (Max Planck Institute for Astronomy, Heidelberg), che annuncia la scoperta di evidenti tracce di merging in una galassia nana satellite di M31, distante da noi solo 2,1 milioni di anni luce, praticamente dietro l'angolo in termini cosmologici. La galassia in questione si chiama Andromeda II, è di tipo sferoidale e fu scoperta all'inizio degli anni '70 su lastre fotografiche esposte con lo Schmidt Oschin dell'Osservatorio di Monte Palomar. Assieme

ad almeno un'altra ventina di galassie nane, Andromeda II si è salvata dall'attrazione fatale di M31, riuscendo a inserirsi su un'orbita stabile attorno ad essa, a una distanza (attuale) di poco superiore ai 600000 anni luce. Si tratta evidentemente di una distanza di tutta sicurezza, al punto che la nana si trova non lontanissima da M33, galassia spirale di dimensioni non trascurabili, che secondo alcuni astronomi potrebbe contendere a M31 il dominio gravitazionale su Andromeda II. Oltre a essere una delle nane satelliti più distanti da M31, Andromeda II è anche una delle più estese (quasi 4000 anni luce di diametro), superata solo da Andromeda XIX. In quanto a massa, gli astronomi hanno calcolato che il peso di Andromeda II equivale a quello di 10 milioni di stelle come il Sole. Studiando la cinematica interna di quel sistema, attraverso la rielaborazione di informazioni contenute nel database del Deep Imaging Multi-Object spectrograph (DEIMOS, una survey realizzata con il telescopio Keck II delle Hawaii), Amorisco e colleghi hanno trovato una corrente di stelle caratterizzate da una distribuzione spaziale e da una velocità orbitale coerenti con un'unica struttura. Generalmente i movimenti delle stelle attorno al baricentro delle galassie nane sferoidali è

molto caotico e non ci si aspetta che tra esse ve ne possano essere un cospicuo numero animate da un moto comune. Invece in Andromeda II ci sono e sono tutte stelle molto vecchie, parecchie delle quali hanno già raggiunto la fase di gigante rossa. L'attenzione del team di Amorisco si è concentrata proprio su queste ultime.

Una volta superate le difficoltà insite nel dover escludere tutte le stelle di campo appartenenti alla Via Lattea e quelle appartenenti all'alone di M31, i ricercatori hanno selezionato oltre 600 stelle della nana, e attraverso misure delle velocità radiali e delle posizioni spaziali proiettate ne hanno individuate 134 con proprietà orbitali consistenti con una corrente ben distinguibile dal contesto in cui si inserisce. Va precisato che 134 non è il numero totale delle stelle appartenenti alla corrente, bensì un campione rappresentativo di una popolazione molto più numerosa. I risultati dell'analisi dimostrano che la corrente stellare ha una forma ad anello aperto, che copre un angolo di  $270^\circ$  lungo la parte più esterna della struttura di Andromeda II, contribuendo per circa 1/10 alla luminosità totale della galassia (che è di magnitudine apparente 13,5).

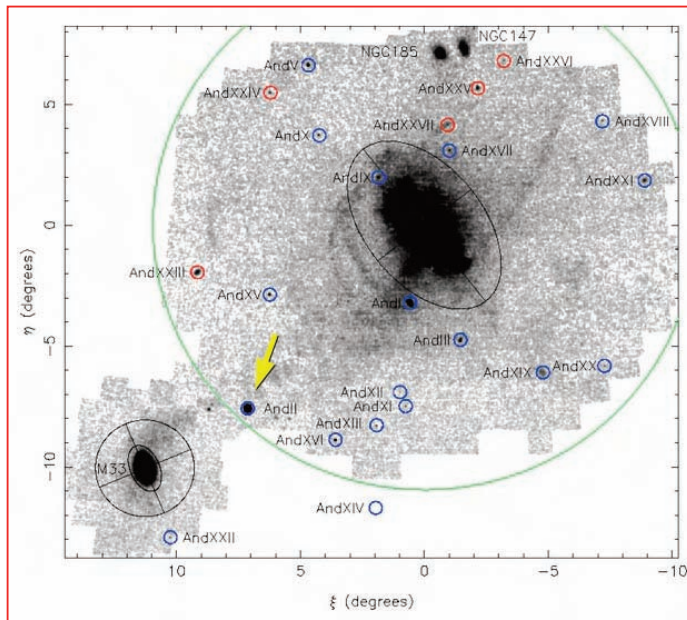
L'esistenza di quella corrente stellare sembra spiegabile ammettendo che la galassia nana



sia il risultato della fusione di due galassie nane più piccole, le cui componenti stellari non si sono ancora completamente amalgamate. Ciò lascerebbe supporre che l'evento sia avvenuto in un'epoca relativamente recente, ma non è così. Si stima infatti che la fusione abbia avuto luogo non meno di 3 miliardi di anni fa, e se una delle due nane è ancora parzialmente distinguibile sotto forma di corrente stellare è perché la dinamica della fusione collocò le stelle di cui è

composta su orbite pressoché circolari, che non avvicinandole mai al baricentro della galassia le preservano da forti perturbazioni gravitazionali. Come dire che una maggiore eccentricità iniziale delle orbite di quelle stelle avrebbe oggi cancellato ogni residua traccia della fusione. Quello di Andromeda II è l'esempio meno massiccio di merging fra galassie e indica come quel fenomeno possa avvenire su un'ampia varietà di scala, coinvolgendo anche le più piccole galassie nane e confermando che quel meccanismo può essere alla base di tutte le galassie oggi visibili nell'universo. ■

**Q**uesto diagramma mostra la galassia nana Andromeda II. Sono state evidenziate le posizioni di alcune stelle campione appartenenti alla corrente (punti blu), le posizioni di varie stelle di controllo (punti rossi) e la posizione di alcune stelle intruse (cerchi blu). Qui a sinistra, una mappa che mostra M31 (al centro) e numerose galassie nane satelliti poste entro la sua influenza gravitazionale (cerchio verde). La posizione di Andromeda II è indicata dalla freccia. Come si può notare è molto vicina a M33. [N. Amorisco et al.]



# 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!**



# Il meteo di Luhman 16B

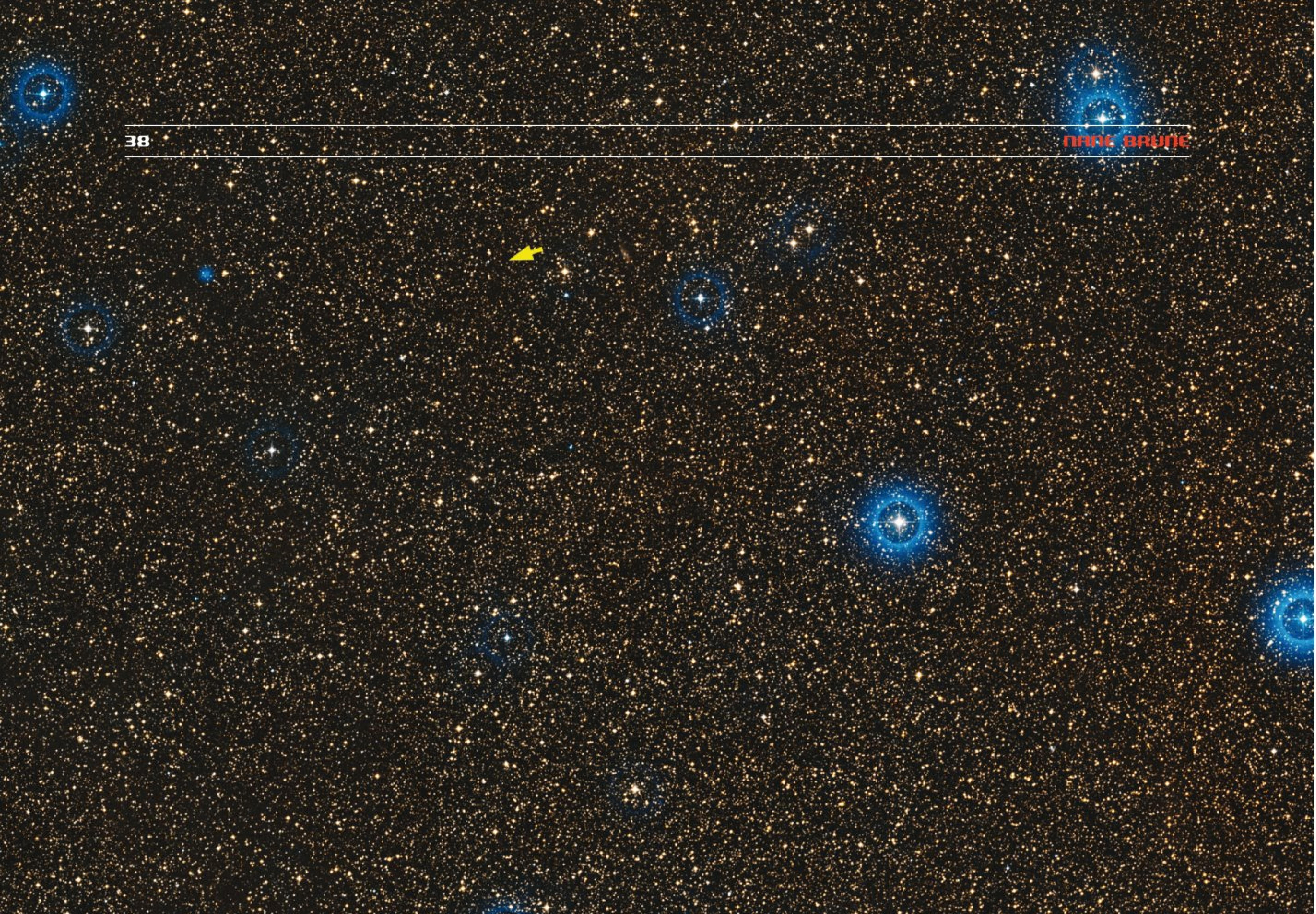


*Sullo sfondo, la coppia di nane brune Luhman 16AB, con la componente A in lontananza e la componente B in primo piano. La rappresentazione di quest'ultima tiene conto delle strutture recentemente scoperte nella sua atmosfera. Il video a sinistra è un volo nello spazio fra i vicini del Sole, che ci mostra la posizione di Luhman 16AB rispetto ad alcune celebri stelle. Nel video della pagina successiva, il volo prosegue nel sistema delle due nane brune e termina in orbita attorno alla componente B, della quale risultano volutamente enfatizzati i dettagli dell'atmosfera. [ESO/I. Crossfield/N. Risinger (skysurvey.org)]*

***Per la prima volta gli astronomi sono riusciti a identificare con sufficiente precisione e a seguire per ore alcune strutture atmosferiche su un oggetto substellare posto al di fuori del nostro sistema solare. Il raggiungimento di questo importante traguardo potrebbe segnare l'inizio di una nuova disciplina scientifica, l'esometeorologia.***



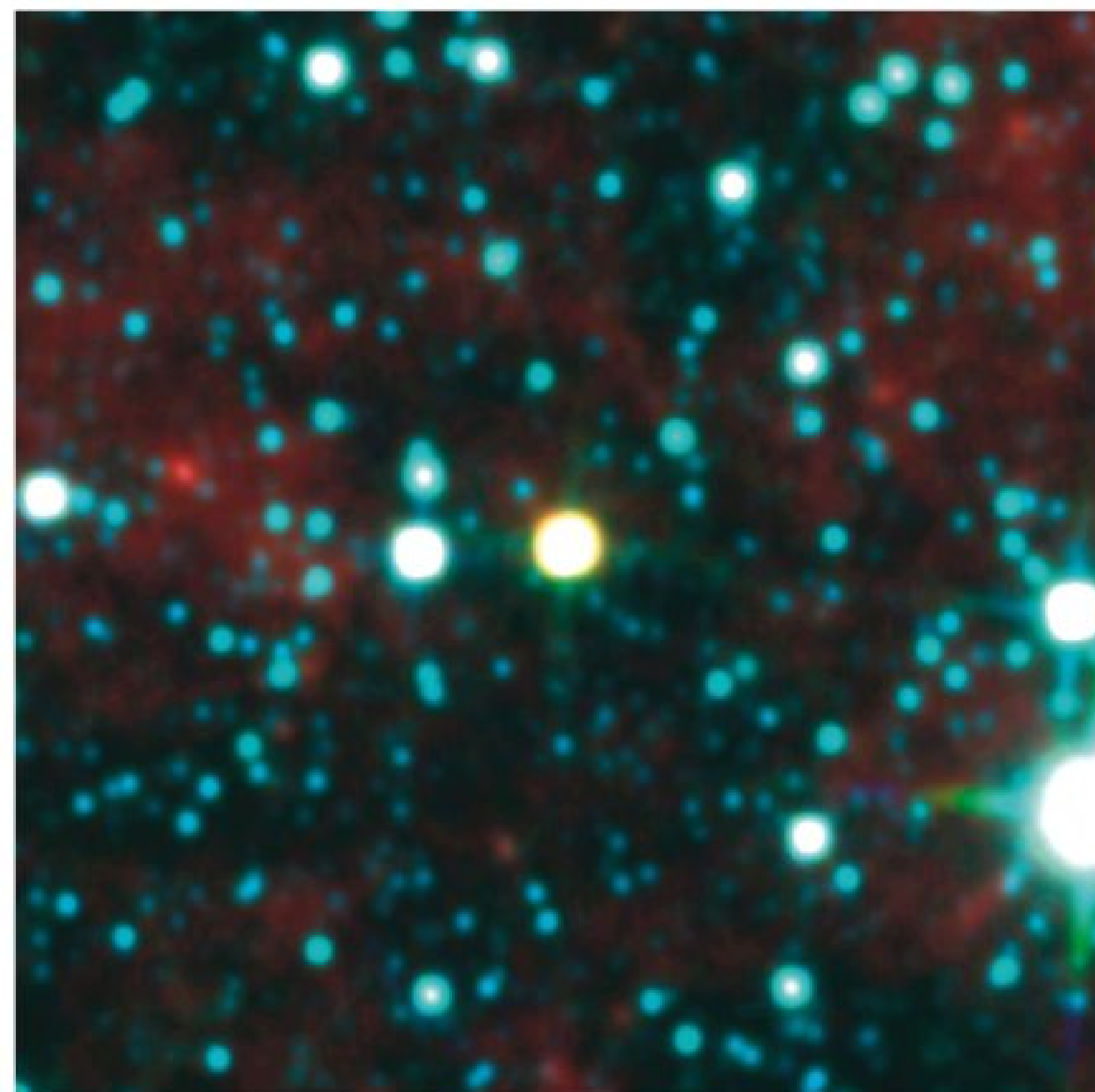
**S**ul numero di maggio dello scorso anno riferivamo della scoperta di una coppia di nane brune a una distanza di soli 6,5 anni luce dalla Terra. Grazie alla loro vicinanza, da allora quei due oggetti sono stati studiati con particolare curiosità dagli astronomi, perché offrono la possibilità di verificare la validità dei modelli che descrivono aspetto e struttura delle loro atmosfere e, di riflesso, di quelle dei pianeti giganti. Fra queste due categorie di oggetti celesti c'è una chiara affinità, al punto che l'una sfuma nell'altra senza soluzione di continuità. Il principale problema che ostacola soprattutto lo studio delle atmosfere dei pianeti



giganti risiede nel fatto che li si scopre quasi sempre su orbite molto strette, attorno a stelle brillanti, ed è pertanto molto arduo analizzare la debole luce che emettono, distinguendola da quella stellare. Le nane brune, dal canto loro, o si trovano nelle medesime condizioni oppure, se isolate nello spazio, per la debole luce che emettono sono difficile da scoprire. Di qui l'interesse degli astronomi per la coppia di nane brune Luhman 16AB (scoperta da Kevin Luhman), le cui componenti possono essere osservate quasi agevolmente (con i migliori strumenti del mondo), senza alcun inquinamento luminoso di origine stellare. Capire come funzionano le loro atmosfere può fornire la chiave per capire come funzionano quelle dei pianeti giganti.

Fra quanti si sono cimentati nell'impresa di analizzare la fioca luce proveniente da Luhman 16AB c'è Ian Crossfield, del Max-Planck-Institut für Astronomie, che con una decina di colleghi ha osservato le due nane brune per 5 ore con il CRYogenic high-resolution InfraRed Echelle Spectrograph (CRIRES) del Very Large Telescope (VLT-ESO). L'altissima risoluzione di quello spettroscopio ha permesso al team di misurare intensità e velocità di ristrette regioni delle due nane, evidenziando dettagli (dove presenti) con ampiezze di soli 20000 km.

Come traccianti dei movimenti, Crossfield e colleghi hanno puntato su CO (monossido di carbonio) e H<sub>2</sub>O (acqua), molecole che con le loro righe di assorbimento dominano gli spettri delle nane brune e sono quindi più facilmente identificabili.

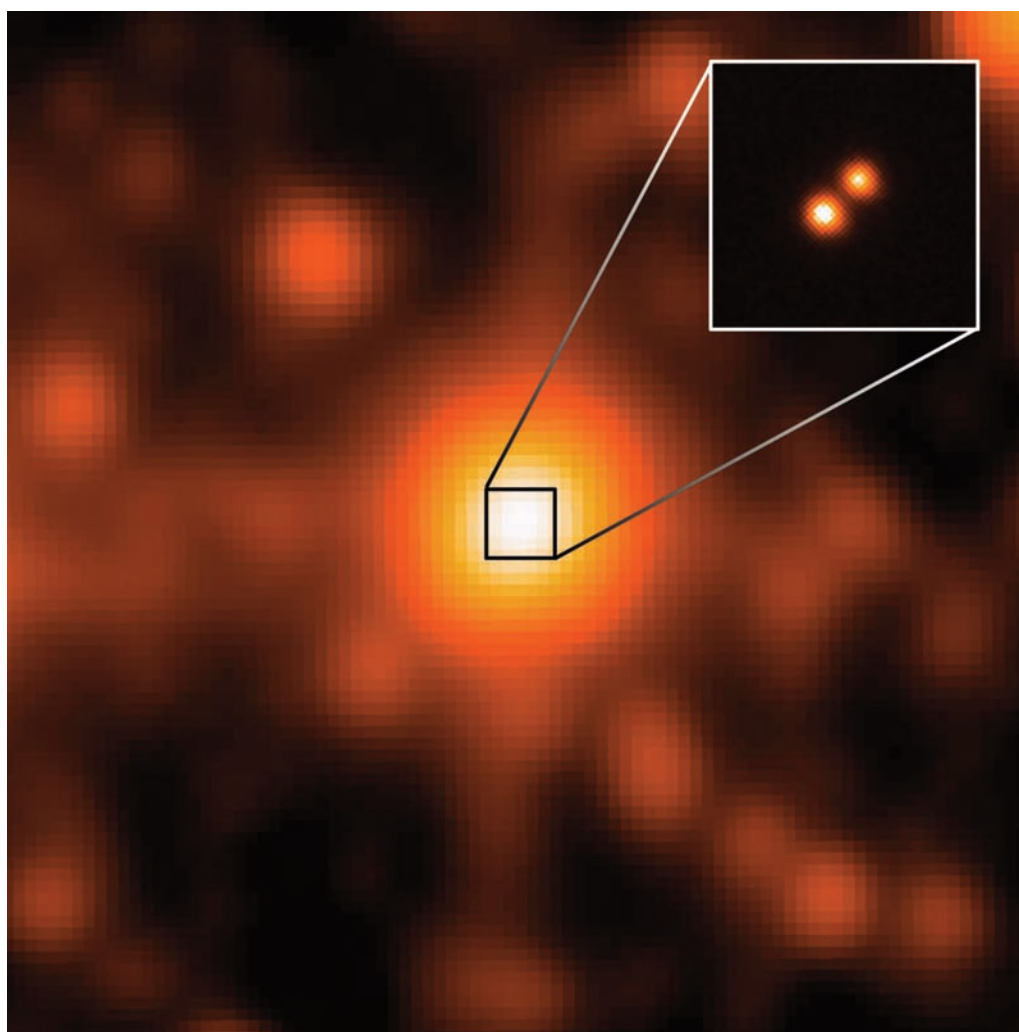


**L**a regione meridionale della costellazione della Vela in cui si trova la coppia Luhman 16AB (la freccia ne indica la posizione). In basso, una ripresa molto più profonda che mostra al centro Luhman 16AB come una singola stella giallastra. Per separare le due componenti è necessaria una risoluzione ancora superiore. [ESO/Digitized Sky Survey 2, NASA/IPAC]

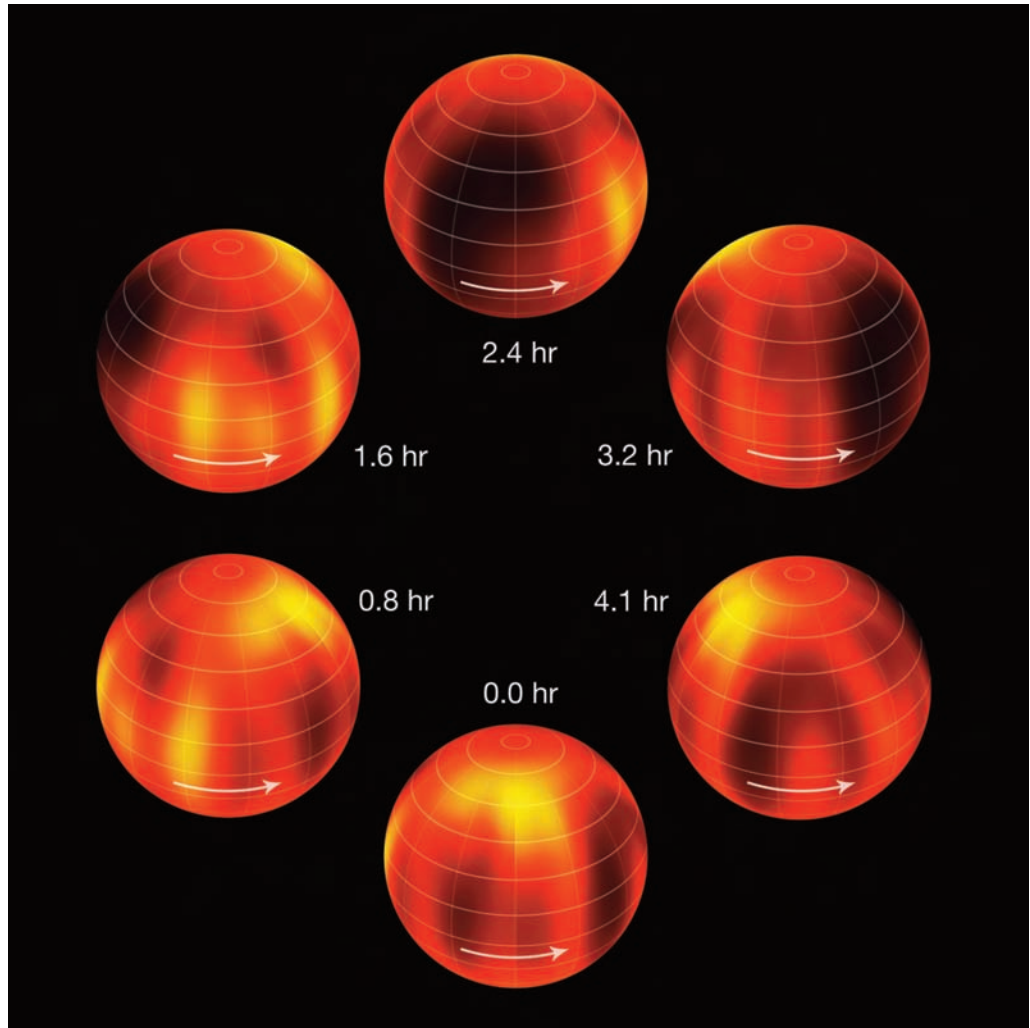
Nel caso specifico di Luhman 16A e Luhman 16B, i due spettri sono risultati simili, sebbene le righe di assorbimento appaiano più ampie nella componente B, quella meno luminosa e meno calda delle due. Dall'entità dello spostamento di quelle righe nei due emisferi est-ovest è stato possibile determinare le velocità rotazionali dei due oggetti, risultate di 17,6 km/s per Luhman 16A e di 26,1 km/s per Luhman 16B. La velocità di rotazione non dice praticamente nulla del periodo di rotazione, per determinare il quale (in mancanza di altro) è indispensabile individuare e seguire almeno una struttura atmosferica macroscopica, capace di manifestarsi attraverso una variazione della

luminosità globale, compatibile col sorgere, transitare e tramontare della struttura stessa rispetto all'osservatore. Mentre Luhman 16A non ha finora mostrato alcuna variabilità alla portata degli strumenti attuali, Luhman 16B ha invece esibito variazioni nella radiazione termica (luce infrarossa) relativamente intense e consistenti con un periodo rotazionale di 4,9 ore. Motivo per cui il team di Crossfield ha deciso di seguire quella nana per 5 ore ininterrottamente. Oltre a confermare il periodo già individuato, l'analisi della luce di Luhman 16B ha fornito altre interessanti informazioni. Una è connessa alla velocità di rotazione, che abbinata al periodo e interpretata con spe-

**L**a risoluzione necessaria a separare le due componenti di Luhman 16AB è stata raggiunta con gli strumenti del Gemini Observatory, che hanno prodotto l'immagine riquadrata, qui virtualmente estratta da una meno dettagliata fatta con il Wide-field Infrared Survey Explorer. [NASA/JPL Caltech/Gemini Observatory/AURA/NSF]



cifici modelli evolutivi suggerisce che l'asse di rotazione possa essere inclinato non più di  $30^\circ$  rispetto all'osservatore. Questo dato, di per sé non molto significativo, assume una certa importanza se si allarga lo sguardo a Luhman 16A. Se infatti gli assi delle due nane sono allineati, come ci si potrebbe aspettare per oggetti di quel tipo che si trovano ad appena 3 unità astronomiche l'uno dall'altro, allora significa che Luhman 16A ruota molto più lentamente della compagna. Ciò comporterebbe o un diverso momento angolare iniziale, oppure un diverso frenamento della rotazione, ma in entrambi i casi non se ne capisce la ragione. Diversamente, se le due nane brune dovessero avere periodi di rotazione comparabili (come sembrerebbero indicare



recenti osservazioni), allora gli assi di rotazione sarebbero disallineati e ciò chiamerebbe in causa un elemento perturbatore successivo alla formazione della coppia, o in alternativa un disallineamento primordiale, entrambi poco semplici da interpretare. È facile intuire come la determinazione del periodo rotazionale di Luhman 16A sarà un passo fondamentale verso la risoluzione della questione.

Non sono comunque questi i risultati più interessanti emersi dallo studio di Crossfield e colleghi (pubblicati su *Nature* a fine gennaio). CRIRES ha infatti consentito di distinguere nell'atmosfera di Luhman 16B un'ampia regione scura a medie latitudini, un'area

particolarmente brillante nell'emisfero opposto, verso il polo, nonché un susseguirsi di screziature in prossimità dell'equatore. Come possono essere interpretate quelle strutture? È noto che le nane brune sono oggetti substellari che non potendo contare sulla fusione termonucleare vanno incontro a un lento raffreddamento. Quando la temperatura scende al di sotto di circa 2300 kelvin (circa  $2000^\circ\text{C}$ ), le particelle in sospensione, sia liquide che cristalline, composte di calcio, silicati e metalli più pesanti, condensano formando una sorta di polvere globale, che sembra svanire quando la temperatura si abbassa ulteriormente a 1300 kelvin. Non è chiaro come e perché quella

**L**e disomogeneità evidenziate nell'atmosfera di Luhman 16B dal team di Ian Crossfield. 6 mappe globali intervallate di 48 minuti sono più che sufficienti a coprire l'intero involucro gassoso, che completa una rotazione in quasi 5 ore. [ESO/Ian Crossfield]



**N**ell'animazione a fianco vediamo l'intera rotazione dell'atmosfera di Luhman 16B. Le regioni più oscure sono enormi nubi di polveri relativamente fredde che coprono strati atmosferici più profondi e caldi. Le regioni più chiare sono invece squarci che mettono in evidenza la bassa e rovente atmosfera. Sotto, il planisfero completo di Luhman 16B. [ESO/Ian Crossfield]

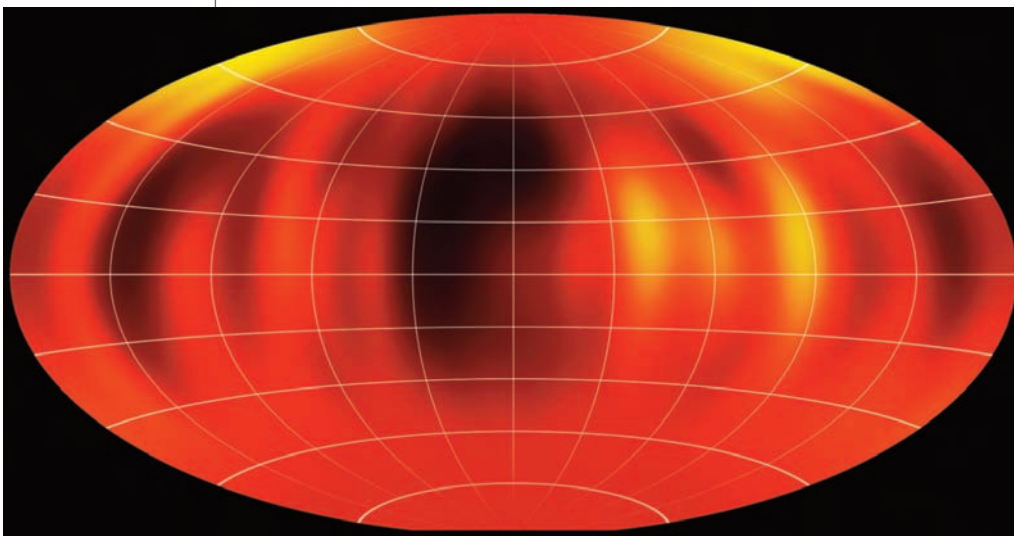
polvere sparisca, ma i modelli atmosferici offrono essenzialmente due possibili interpretazioni di quel comportamento: o le polveri sprofondano verso strati atmosferici più bassi e inosservabili dall'esterno, oppure si riuniscono in nubi localizzate più dense che riescono a mantenersi in sospensione. L'osservazione diretta dovrebbe poter distinguere fra queste due possibilità, ma è necessario poter mappare singole regioni invece di accontentarsi del flusso energetico globale proveniente dalle nane. Ed è esattamente ciò che ha fatto il team di Crossfield, costruendo una mappa "meteorologica" sufficientemente dettagliata, tanto da mostrare disomogeneità assimilabili a nuvole. Secondo i ricercatori, le aree più scure rappresentano nubi alte, particolarmente spesse e fredde, che nascondono regioni più profonde e calde, il che giustificherebbe la caduta di luminosità infrarossa rispetto a regioni imperturbate. Diversamente, l'area più brillante individuata a latitudini polari sarebbe un profondo squarcio di "sereno" che mette in vista stra-



ti più profondi e quindi più caldi. Meccanismi simili sono attivi nelle atmosfere dei pianeti gassosi del nostro sistema solare, ma l'averli riconosciuti anche nelle nane brune e avere localizzato "geograficamente" le strutture da essi prodotte migliora le nostre conoscenze sulla formazione, evoluzione e dispersione delle nubi in entrambe le categorie di oggetti.

Se vogliamo trovare un limite alla mappatura di Luhman 16B, possiamo considerare il fatto che la strumentazione utilizzata ha favorito la rilevazione del CO a scapito di altre molecole e che quindi la diversa luminosità delle strutture osservate potrebbe non solo indicare variazioni delle temperature ma anche, o forse preminentemente,

variazioni delle abbondanze chimiche, nel qual caso lo scenario muterebbe. Saranno quindi necessarie ulteriori osservazioni spettrofotometriche più diversificate per determinare con precisione la portata di ogni contributo al segnale rilevato. Un'altra questione da approfondire sarà la presenza di bande nell'atmosfera di Luhman 16B. Previste dai modelli sulla circolazione globale, po-



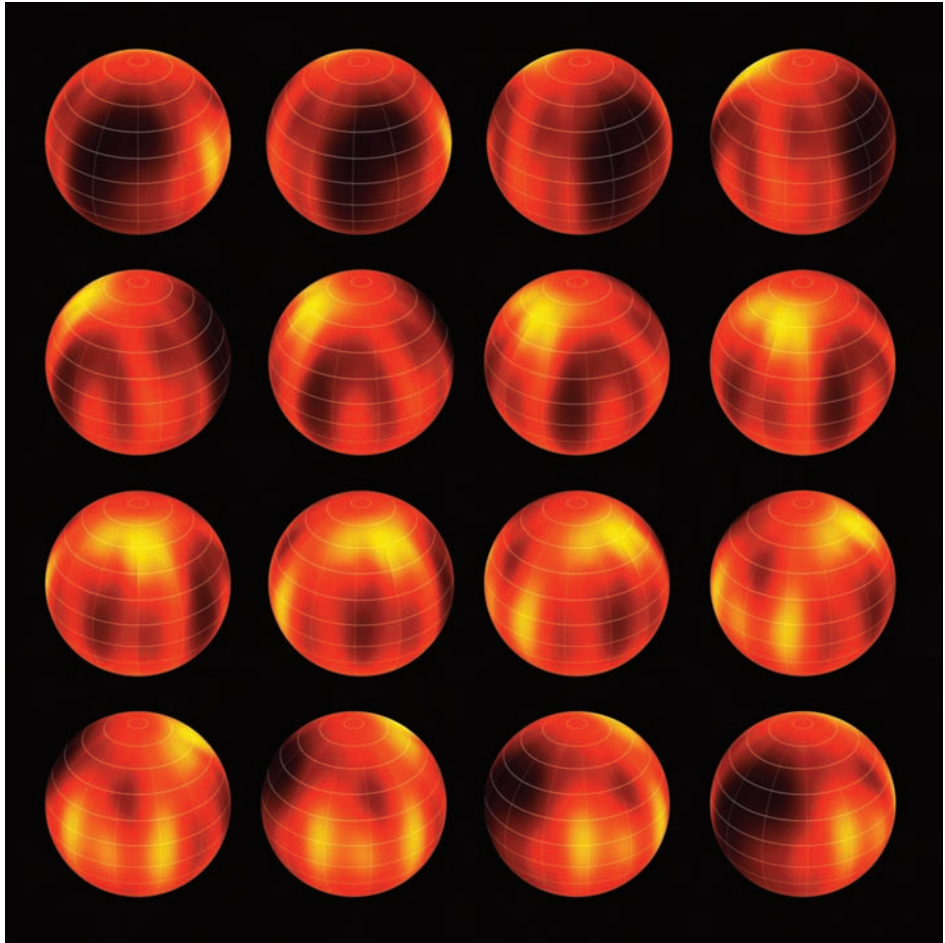
trebbero essere più sottili di quelle di Giove ma presentarsi più numerose, forse una decina da polo a polo, troppe per poter essere risolte attraverso le tecniche impiegate dal team di Crossfield su un globo che non è molto più grande di quello dello stesso Giove.

Il ripetuto monitoraggio di Luhman 16B suggerisce che le sue condizioni meteo cambiano piuttosto rapidamente, ma rimangono almeno parzialmente coerenti da una notte di osservazione all'altra, segno che l'evoluzione globale dei fenomeni ha tempi scala dell'ordine di un giorno terrestre. Ciò significa che più notti consecutive di osservazione permettono di seguire la formazione, l'evoluzione e il dissolvimento delle perturbazioni meteorologiche (nell'accezione più ampia del termine), cosa mai successa prima d'ora al di fuori del nostro sistema solare. Future mappature di Luhman 16B permetteranno di attribuire il giusto peso

alle variazioni delle temperature, alle proprietà delle nubi e alle abbondanze degli elementi chimici al loro interno, il tutto

puntando su una maggiore risoluzione spaziale e su una maggiore varietà di lunghezze d'onda. Grazie anche alla sua relativamente breve distanza dalla Terra, possiamo affermare che Luhman 16B è il miglior laboratorio dove testare e migliorare l'attuale conoscenza sui processi che dominano le atmosfere di nane brune e pianeti giganti gassosi. Di fatto siamo vicini a poter fare previsioni meteo di ambienti che ben poco hanno in comune col delicato guscio di aria che avvolge il nostro pianeta. ■

**S**equenza completa della rotazione di Luhman 16B. Le mappe sono intervallate di soli 18 minuti. Tutte le strutture visibili si formano, evolvono e si dissolvono mediamente nel giro di 24 ore. A sinistra, un viaggio virtuale dai confini della nostra galassia fino a Luhman 16AB. [ESO/I. Crossfield/N. Rissinger (skysurvey.org)/DSS 2]



# 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!

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



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



**Rifrattore Apo TecnoSky Versatile 72**  
Tre prodotti in uno! E' 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 GCD 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 • 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

Immagine di sfondo: M104 - NASA/JPL-Caltech and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

# 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

