

# Acqua in un corpo roccioso extrasolare

## I supervulcani di Marte

## Il più vagabondo dei pianeti



- Wolf-Rayet progenitrici delle SN Ib
- Meteoriti marziane, confermata la provenienza
- La chiave dell'iperproduzione stellare
- The Frontier Fields, telescopi spaziali all'attacco

# NortheK

Instruments - Composites - Optics



## NortheK Dall Kirkham

**350 mm f/20**

**ostruzione 23%**

**ottica in Supremax 33 di Schott**

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)

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.

 **01599521**

Disponibile anche nelle versioni:  
Newton f/4.1 con correttore da 3"  
Ritchey Chrétien con correttore/riduttore f/9  
Cassegrain Classico f/15

website





**Direttore Responsabile**  
Michele Ferrara

**Consulente Scientifico**  
Prof. Enrico Maria Corsini

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

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

**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

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

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

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



## I principali articoli di questo numero



### Acqua in un corpo roccioso extrasolare

Per la prima volta è stata dimostrata con certezza la presenza di acqua su un corpo planetario extrasolare di tipo roccioso, andato distrutto dopo la fase di gigante rossa della stella che lo ospitava. Ora i suoi resti stanno precipitando sulla nana bianca formatasi a seguito dell'evento e sono riconoscibili...

a pagina 4



### La chiave dell'iperproduzione stellare

Lo studio della luce di un lontanissimo quasar ha permesso a tre ricercatori di confermare la validità dei modelli cosmologici che vogliono l'intervento di flussi di idrogeno primordiale nella più grande ondata di produzione stellare. Grazie alla presenza di deuterio, uno di quei flussi è stato individuato a 11 miliardi di anni luce dalla Terra.

a pagina 12



### Il più vagabondo dei pianeti

La crescente scoperta di nane brune isolate, la difficoltà di studiarne la debole luce e i dubbi sulla presenza fra di esse di pianeti giganti sfuggiti da lontani sistemi solari hanno finora proiettato ombre sull'effettiva identificazione di alcuni pianeti vagabondi. Con la scoperta di PSO J318.5-22 le cose cambiano radicalmente.

a pagina 18



### Meteoriti marziane, confermata la provenienza

Da diversi decenni gli scienziati attendevano una conferma definitiva sull'origine di alcune rare meteoriti e quella conferma ora è arrivata. Le cosiddette meteoriti marziane provengono effettivamente dal pianeta rosso e a trovare la prova decisiva di ciò è stato il rover Curiosity, che ha misurato le abbondanze in...

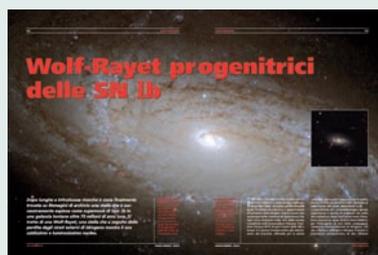
a pagina 24



### I supervulcani di Marte

La reinterpretazione di alcune strutture superficiali di Marte getta nuova luce sull'evoluzione geologica e climatica del pianeta. Una serie di gigantesche eruzioni vulcaniche potrebbe aver reso i primi miliardi di anni della sua esistenza meno favorevoli del previsto alla comparsa della vita.

a pagina 36



### Wolf-Rayet progenitrici delle SN Ib

Dopo lunghe e infruttuose ricerche è stata finalmente trovata su immagini di archivio una stella che è successivamente esplosa come supernova di tipo Ib in una galassia lontana oltre 70 milioni di anni luce. Si tratta di una Wolf-Rayet, una stella che a seguito della perdita degli strati esterni di idrogeno...

a pagina 42



# Acqua in un roccioso extrasolare

*Per la prima volta è stata dimostrata con certezza la presenza di acqua su un corpo planetario extrasolare di tipo roccioso, andato distrutto dopo la fase di gigante rossa della stella che lo ospitava. Ora i suoi resti stanno precipitando sulla nana bianca formatasi a seguito dell'evento e sono riconoscibili nello spettro di quella stella degenera.*

*Un asteroide disgregato dalle maree prodotte da una nana bianca. Questa scena si è verificata milioni di anni fa nel sistema di GD 61 e ha creato i presupposti per la scoperta di acqua associata a un corpo roccioso non appartenente al nostro sistema solare. [Mark A. Garlick, space-art.co.uk, University of Warwick and University of Cambridge]*

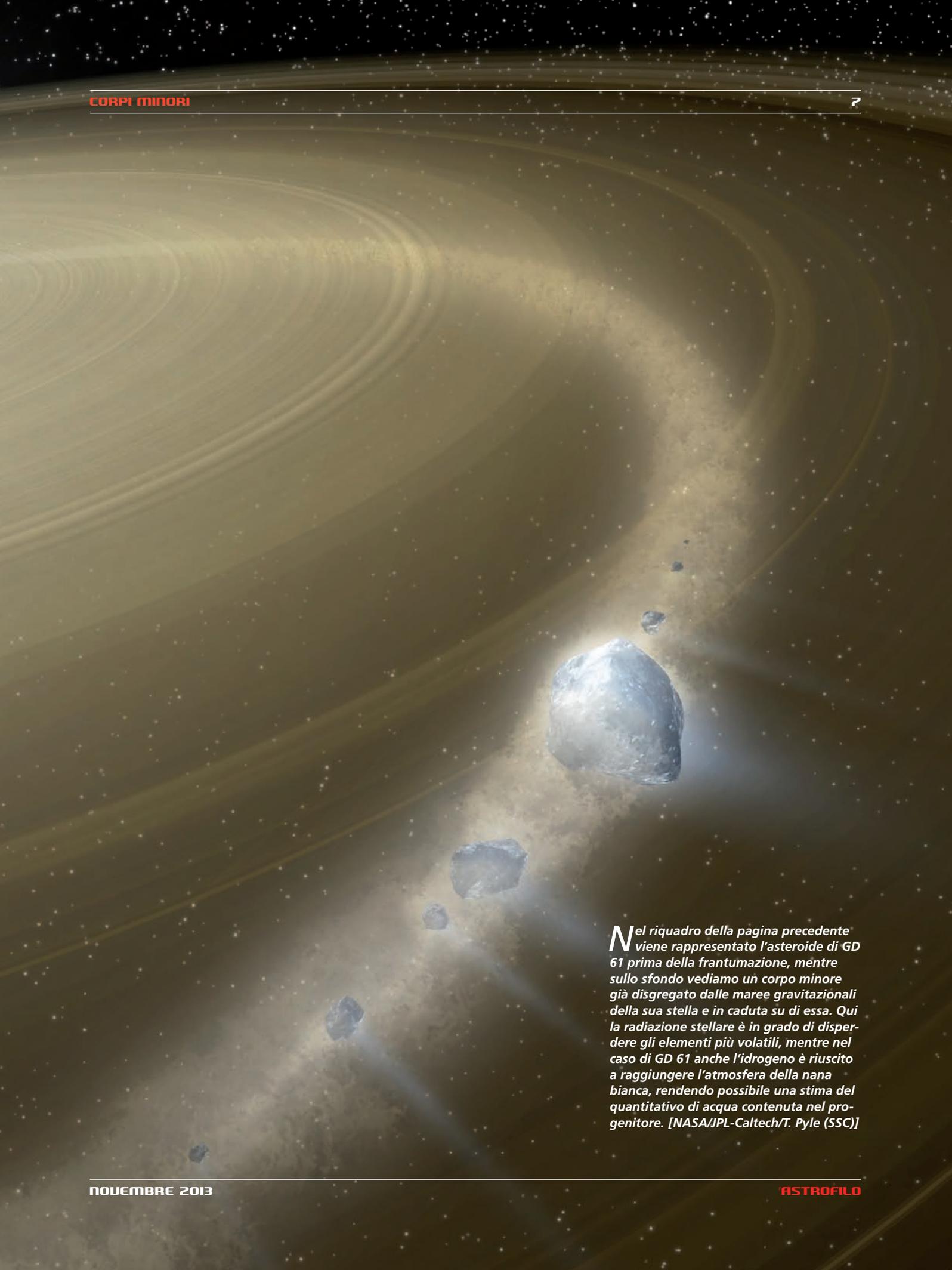
# corpo

La ricerca di luoghi potenzialmente abitabili al di fuori del sistema solare ha fatto un altro grande passo in avanti con la scoperta, annunciata in ottobre su *Science*, del primo corpo roccioso sicuramente dotato di acqua. Finora l'acqua era stata trovata unicamente in corpi gassosi e quindi bisognava ancora dimostrare che il connubio roccia-acqua non fosse (improbabile) esclusiva del nostro sistema solare. L'osservazione di un corpo roccioso appartenente a un sistema diverso dal nostro non è possibile con gli strumenti attuali, ma nonostante ciò tre ricercatori sono addirittura riusciti ad associare acqua e roccia nei resti di un grosso asteroide appartenente

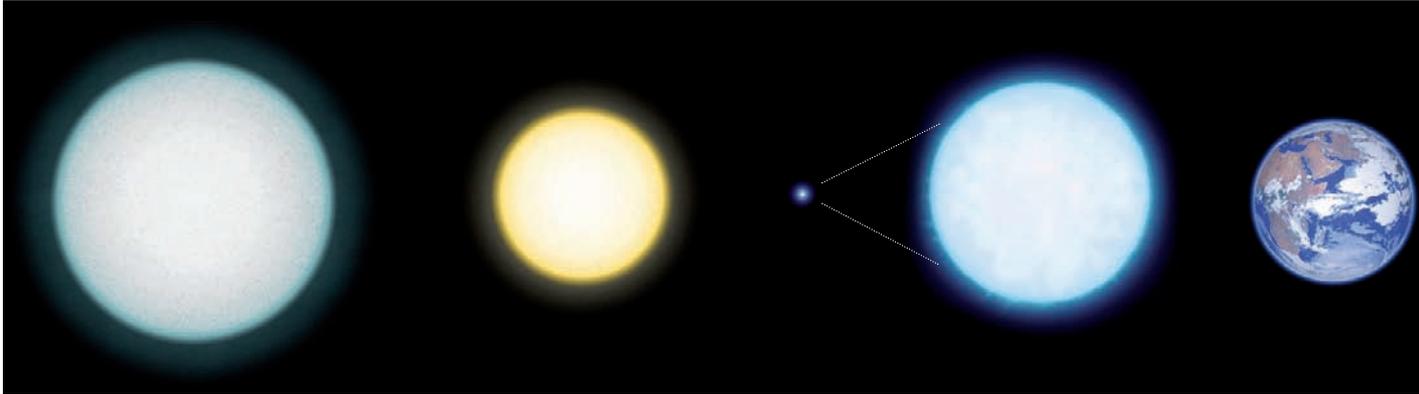
a un sistema lontano circa 170 anni luce dalla Terra. Il sistema è quello della nana bianca GD 61, un astro che ha trascorso la sua vita nella sequenza principale come stella di tipo A (quindi più grande, massiccia e luminosa del Sole, ma meno longeva), per poi trasformarsi, circa 200 milioni di anni fa, in gigante rossa. Gonfiandosi ha finito coll'alterare l'orbita di un asteroide che successivamente è andato in frantumi (oppure l'orbita è stata alterata da un pianeta ancora sconosciuto). Fatto sta che una volta approdata allo stadio finale di nana bianca, GD 61 si è ritrovata con un debole disco di polveri e detriti in lenta caduta sulla sua superficie. Questa situazione è molto interessante per i ricercatori, in quanto permette loro di avere una panoramica completa sulla composizione del corpo planetario coinvolto, cosa che non può accadere osservando semplicemente un'atmosfera planetaria, come avvenuto finora.

Nemmeno l'osservazione diretta dei dischi di detriti riesce ad andare molto oltre l'individuazione delle principali componenti gassose e di alcuni elementi che costituiscono le polveri. Le nane bianche offrono invece in questo ambito un'opportunità unica, perché il materiale planetario che cade su di esse viene scomposto nei suoi elementi costituenti dall'elevata temperatura superficiale, che può superare anche i 100 000 Kelvin. Poiché tale temperatura diminuisce gradualmente via via



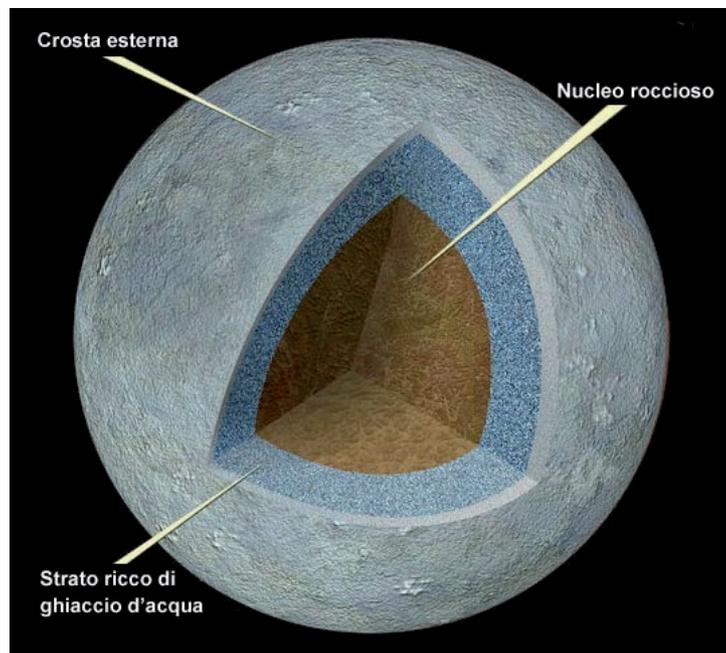


**N**el riquadro della pagina precedente viene rappresentato l'asteroide di GD 61 prima della frantumazione, mentre sullo sfondo vediamo un corpo minore già disgregato dalle maree gravitazionali della sua stella e in caduta su di essa. Qui la radiazione stellare è in grado di disperdere gli elementi più volatili, mentre nel caso di GD 61 anche l'idrogeno è riuscito a raggiungere l'atmosfera della nana bianca, rendendo possibile una stima del quantitativo di acqua contenuta nel progenitore. [NASA/JPL-Caltech/T. Pyle (SSC)]



che le nane invecchiano, si arriva a un punto in cui (tipicamente sotto i 25 000 Kelvin) la forza di gravità della stella degenera ha la meglio sulla pressione che tiene quegli elementi in galleggiamento sulla fotosfera, i quali iniziano pertanto ad affondare, a cominciare dagli atomi più pesanti, che finiscono col far parte del sottile strato convettivo esterno delle nane, ripresentandosi di tanto in tanto in superficie per poi riaffondare. Il tutto produce un inquinamento della superficie indagabile (fotosfera e atmosfera) di determinate nane bianche, che in assenza di inquinanti si presentano avvolte quasi esclusivamente di elio. Poiché l'elio è più pesante dell'idrogeno, quando quest'ultimo viene acquisito dal disco di detriti, anziché affondare assieme all'altro materiale resta nell'atmosfera e vi si accumula (stiamo parlando di quantità molto modeste, insufficienti a destabilizzare l'equilibrio delle nane).

**L**a struttura interna di Ceres, qui a fianco, è probabilmente molto simile a quella che caratterizzava l'asteroide di cui si parla nel testo: sotto una crosta esterna ricca di polveri si estendeva uno spesso strato di rocce e acqua, prima del nucleo ricco di silicati e metalli.

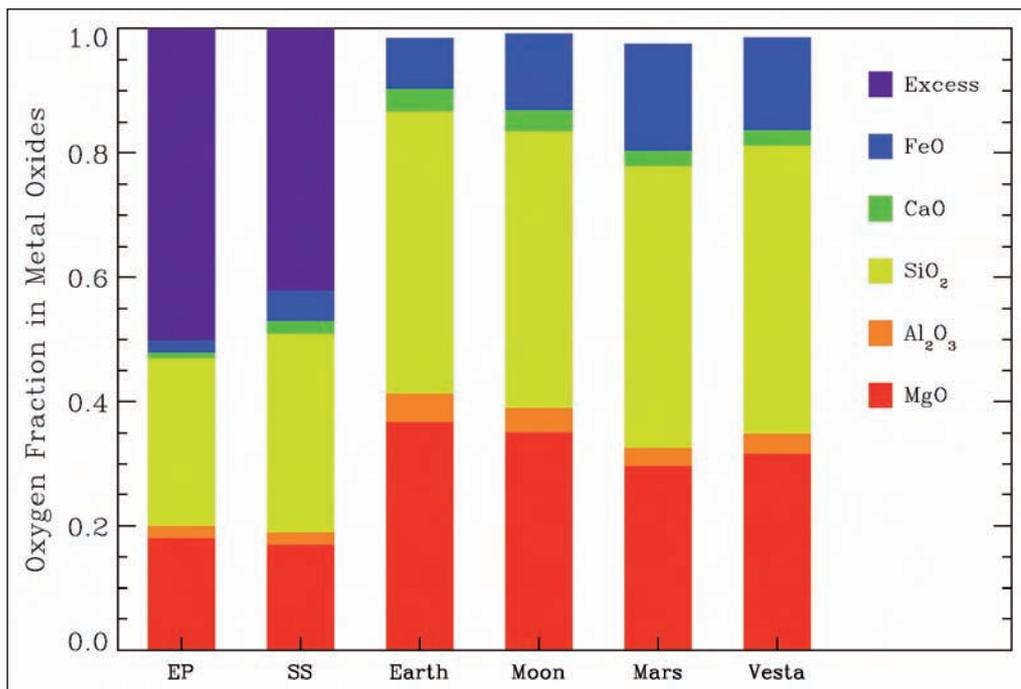


In uno scenario come quello sopra descritto, lo spettro di una nana bianca risulta inevitabilmente contaminato e l'analisi delle righe in assorbimento lasciate dagli elementi intrusi può fornire preziose informazioni sul corpo roccioso al quale appartenevano. In questo contesto, un eventuale eccesso di ossigeno rispetto alle abbondanze previste teoricamente potrebbe indicare che il progenitore ospitava rilevanti quantità di acqua.

Per avere certezze in tal senso devono però essere soddisfatti alcuni requisiti basilari, vediamo quali: all'eccesso di ossigeno deve fare da contraltare un quantitativo atmo-

**C**omparazione, da sinistra a destra, fra le dimensioni di una stella di tipo A, del Sole, di una nana bianca e della Terra. Pur essendo poco più grande del nostro pianeta, la nana bianca conserva una massa pari al 60-70% di quella solare e se un asteroide si porta a breve distanza da essa viene irrimediabilmente distrutto, come accaduto nel sistema di GD 61.

**L**e prime due colonne di questo diagramma mostrano in viola le frazioni di ossigeno libero attese sulla superficie di GD 61 nei casi in cui il trasferimento sia all'inizio (EP) o in una fase intermedia stabile (SS). Le altre colonne indicano la composizione di crosta e mantello di Terra, Luna, Marte e Vesta. Nessuno di questi corpi mostra eccessi di ossigeno libero, mentre ne hanno frazioni maggiori legate ad altri elementi. [J. Farihi et al.]



sferico di idrogeno sufficiente a dar conto del primo come sottoprodotto della rottura delle molecole di acqua; l'ossigeno deve comunque superare quello atteso dalla rottura dei composti diversi dall'acqua che concorre a formare; deve infine esistere un disco circumstellare di detriti derivante da un corpo roccioso disgregato. La presenza di quest'ultimo è determinante perché garantisce che l'inquinamento degli strati più esterni della nana è ancora in corso e non può che avere in quel disco la sua causa, il che, tramite opportuni modelli matematici, permette di stimare le abbondanze attese dei vari elementi e quindi di rilevare un eventuale eccesso di ossigeno riferibile al corpo progenitore.

Negli ultimi anni sono stati scoperti attorno a una trentina di nane bianche altrettanti dischi di detriti, molto probabilmente prodotti dalla distruzione mareale di asteroidi. Fra tutti i sistemi, l'unico che soddisfa i requisiti di cui sopra è quello di GD 61 e da un recente lavoro condotto dai tre ricercatori cui si accennava all'inizio e che rispondono ai nomi di Jay Farihi (University of Cambridge), Boris Gänsicke (University of Warwick) e Detlev Koester (University of Kiel) è

risultato che nel caso di quella nana l'eccesso di ossigeno è così rilevante che non meno del 26% della massa dell'asteroide distrutto doveva essere costituita di acqua (per confronto, sulla Terra c'è in proporzione mille volte meno acqua).

I tre ricercatori hanno analizzato la luce di GD 61 sia nell'ultravioletto sia nel visibile, utilizzando dati spettroscopici raccolti col telescopio spaziale Hubble e con uno dei due telescopi Keck delle Hawaii. Con quel tipo di osservazioni è stato possibile stimare le abbondanze relative di una serie di elementi che si legano facilmente all'ossigeno, ossia magnesio, alluminio, silicio, calcio e ferro, che formano MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO e FeO. Anche considerando le massime quantità di ossigeno che avrebbero potuto liberarsi da tali molecole e l'apporto di ossigeno molecolare, questo elemento rivelatore continua a presentarsi in quantità tale che per spiegarne l'origine non si può che ricorrere alla rottura delle molecole dell'acqua. (Da notare che nel budget dell'ossigeno non è stato considerato l'eventuale apporto della CO<sub>2</sub>, dal momento che la presenza del carbonio negli spettri di GD 61 è trascurabile, cosa che avalla la natura asteroidale e non

cometaria del progenitore.) Che GD 61 si trovi nelle fasi iniziali dell'acquisizione di materiale dal disco asteroidale è probabile solo nella misura dell'1% o meno. Di conseguenza, ipotizzando ragionevolmente che stiamo osservando una fase intermedia, dalle abbondanze di elementi riscontrati Farihi e colleghi hanno potuto stimare che la massa totale di metalli dispersi nello strato convettivo della nana è già equivalente a quella di un asteroide con diametro di 90 km. Questa stima non tiene però conto del fatto che una parte rilevante di metalli può essere definitivamente affondata all'interno dell'astro degenerato, un'ope-

razione che richiede un tempo stimato in circa 100 000 anni. E nemmeno considera l'idrogeno rimasto nell'atmosfera e soprattutto il residuo di materiale ancora presente nel disco. Se tutto l'idrogeno atmosferico deriva dall'acqua un tempo presente sull'asteroide, quell'acqua aveva una massa di almeno  $5,2 \times 10^{22}$  g (52 milioni di miliardi di tonnellate) ed essendo questo quantitativo il 26% del totale, la massa dell'asteroide era prossima a  $2 \times 10^{23}$  g (200 milioni di miliardi di tonnellate). Nel nostro sistema solare abbiamo qualcosa di massa simile, Vesta, il più grande asteroide della fascia principale, dopo che Ceres è stato elevato a

**A**l momento non è dato sapere se attorno a GD 61 orbitano pianeti oppure se vi era solo l'asteroide andato distrutto. Quest'ultima evenienza è per la verità assai improbabile, perché dove c'è un asteroide è lecito attendersene molti altri e dove ci sono numerosi

*asteroidi ci sono sovente anche dei pianeti. Questo almeno ci insegna lo studio del nostro sistema e di quelli extrasolari. Se attorno a quella nana bianca ci fosse un pianeta simile alla Terra, oggi potrebbe presentare paesaggi desolati come quello sullo sfondo.*

rango di pianeta nano. Curiosamente, il contenuto assoluto di acqua stimato per Ceres è molto simile a quello dell'asteroide distrutto da GD 61, quindi possiamo farci un'idea piuttosto precisa di come stavano le cose in quel lontano sistema, in attesa di scoprirvi eventuali pianeti, che però attualmente si negano alle indagini degli astronomi. Nel suo complesso il lavoro di Farihi e colleghi ha due aspetti di grande rilievo: primo, ora sappiamo per certo che anche al di fuori del sistema solare possono esistere corpi rocciosi dalla struttura differenziata, la cui massa è in parte non trascurabile costituita di acqua; secondo, sappiamo anche

che quell'acqua è in grado di conservarsi (o sotto forma di ghiaccio nascosto nel sottosuolo o saldamente legata ad altri elementi) anche durante la fase di gigante rossa di una stella più massiccia (circa il triplo) del Sole. Sebbene non sia chiaro quale meccanismo stia alla base della distruzione dell'asteroide in questione, essa è sicuramente avvenuta quando la stella era ormai già abbondantemente avviata verso lo stadio di nana bianca, una condizione nella quale la pressione della radiazione luminosa dell'astro sull'ambiente circostante è così debole da non riuscire a soffiare via nemmeno gli elementi più volatili. ■



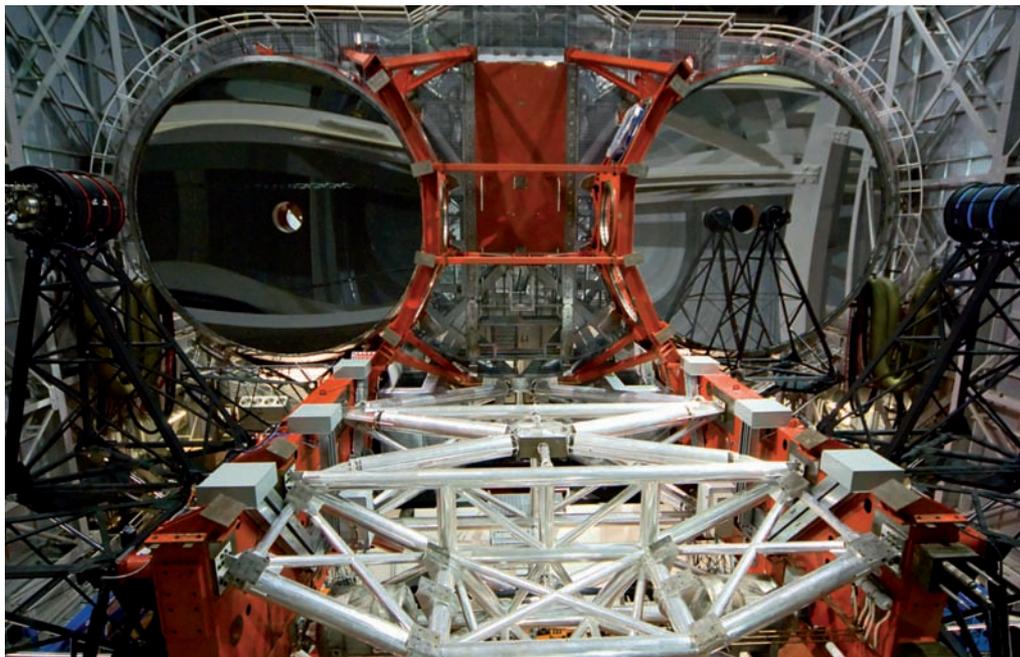
# La chiave dell'iper- produzione stellare

*Sullo sfondo e nel riquadro, due diverse rappresentazioni dello scenario di cui si parla nell'articolo: flussi di gas in caduta verso una galassia sono trapassati dalla luce di un quasar lontano, il cui spettro acquisisce così le righe di assorbimento tipiche degli elementi che compongono il gas. [MPIA/ESO/L. Calçada/ESA/AOES Medialab]*

**Lo studio della luce di un lontanissimo quasar ha permesso a tre ricercatori di confermare la validità dei modelli cosmologici che vogliono l'intervento di flussi di idrogeno primordiale nella più grande ondata di produzione stellare. Grazie alla presenza di deuterio, uno di quei flussi è stato individuato a 11 miliardi di anni luce dalla Terra.**

**L**e correnti teorie sull'evoluzione delle galassie prevedono un'epoca remota in cui esse venivano alimentate da considerevoli flussi di idrogeno primordiale, proveniente da riserve sparse nel mezzo intergalattico. Quell'epoca viene fissata dai cosmologi a 10-11 miliardi di anni fa e coincide, non casualmente, con un periodo di intensa produzione stellare, soprattutto all'interno di galassie paragonabili alla nostra. Nel giovane universo, di galassie iperattive dal punto di vista della formazione stellare ne sono state osservate parecchie e gli astronomi hanno potuto stimare che il tasso di produzione di nuovi astri era circa 100 volte superiore a quello attuale (nella Via Lattea nascono oggi meno di 10 stelle all'anno). Una così elevata produzione implica un costante rifornimento di gas, che le simulazioni matematiche rappresentano sotto forma di flussi di idrogeno e altri elementi primordiali, in movimento verso le galassie e distinguibili per le loro peculiarità chimico-fisiche.

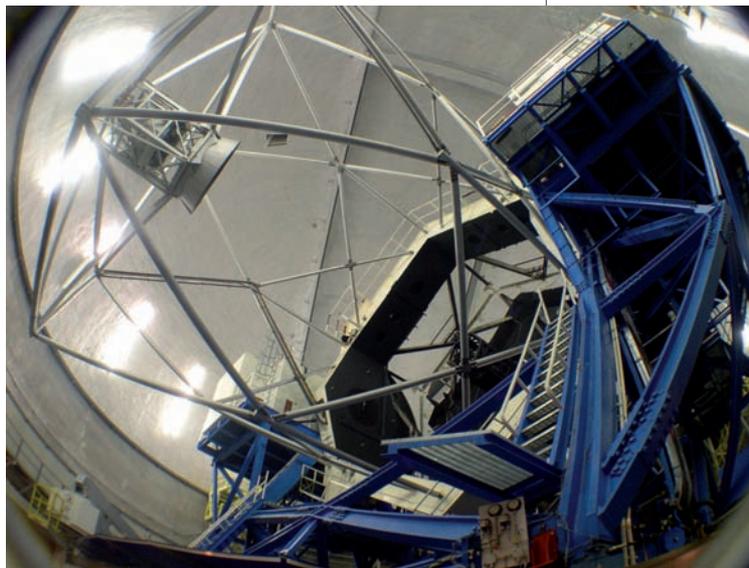




**I Large Binocular Telescope (a sinistra) e il Keck I (sotto) sono i due grandi telescopi che hanno permesso a Neil Crighton, Joseph Hennawi e Xavier Prochaska di dimostrare che l'epoca di intensa produzione stellare vissuta dall'universo 10-11 miliardi di anni fa fu alimentata da flussi di idrogeno primordiale. Questo meccanismo era già stato previsto teoricamente da alcuni cosmologi, fra i quali Avishai Dekel. [LBT Consortium, Keck Observatories]**

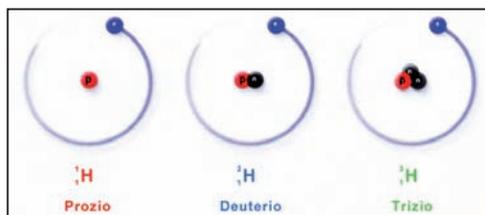
Cercando riscontri a questo tipo di scenario, gli astronomi negli ultimi anni sono effettivamente riusciti a individuare gas in movimento attorno a galassie primordiali, ma si trattava sempre o di gas in uscita o, più raramente, di nubi di gas associate a galassie che non manifestavano un'elevata produzione stellare. La cosiddetta "pistola fumante" in grado di mettere in relazione flussi di gas in entrata con la copiosa creazione di nuove stelle non è dunque mai stata trovata. Mai fino ad ora. All'inizio di ottobre è apparso infatti su *The Astrophysical Journal Letters* un articolo che annuncia la migliore evidenza osservativa dello scenario in questione. Autori della scoperta sono Neil Crighton, Joseph Hennawi e Xavier Prochaska (Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl; UCO/Lick Observatory, University of California), che hanno utilizzato il Large Binocular Telescope dell'Arizona e il Keck I delle Hawaii per eseguire rilievi spettroscopici dei dintorni di alcune galassie lontane una decina di miliardi di anni luce e prospetticamente vicinissime a quasar più distanti. Quello studio era parte di una survey ancora in corso, mirata proprio all'analisi degli spettri di lontanissimi quasar, la cui luce passa nelle vicinanze di galassie prima

di giungere sulla Terra. L'obiettivo della survey è intuibilmente quello di rilevare negli spettri dei quasar righe in assorbimento attribuibili a nubi di gas circumgalattico associato a quelle determinate galassie. Poiché ogni tipo di gas assorbe la luce proveniente da un quasar a ben specifiche lunghezze d'onda, la disposizione e la forma delle righe che si producono sono indicative della



**U**na visione a più ampia scala dello scenario di apertura. Nel giovane universo, il mezzo intergalattico appare svuotato in prossimità delle galassie, sulle quali è precipitato sotto forma di flussi di idrogeno, contribuendo alla nascita di nuove stelle. [ESO, M. Kornmesser] A fianco, lo schema dei tre isotopi stabili dell'idrogeno. Il deuterio è stato determinante alla positiva conclusione del lavoro condotto dal team di Crighton.

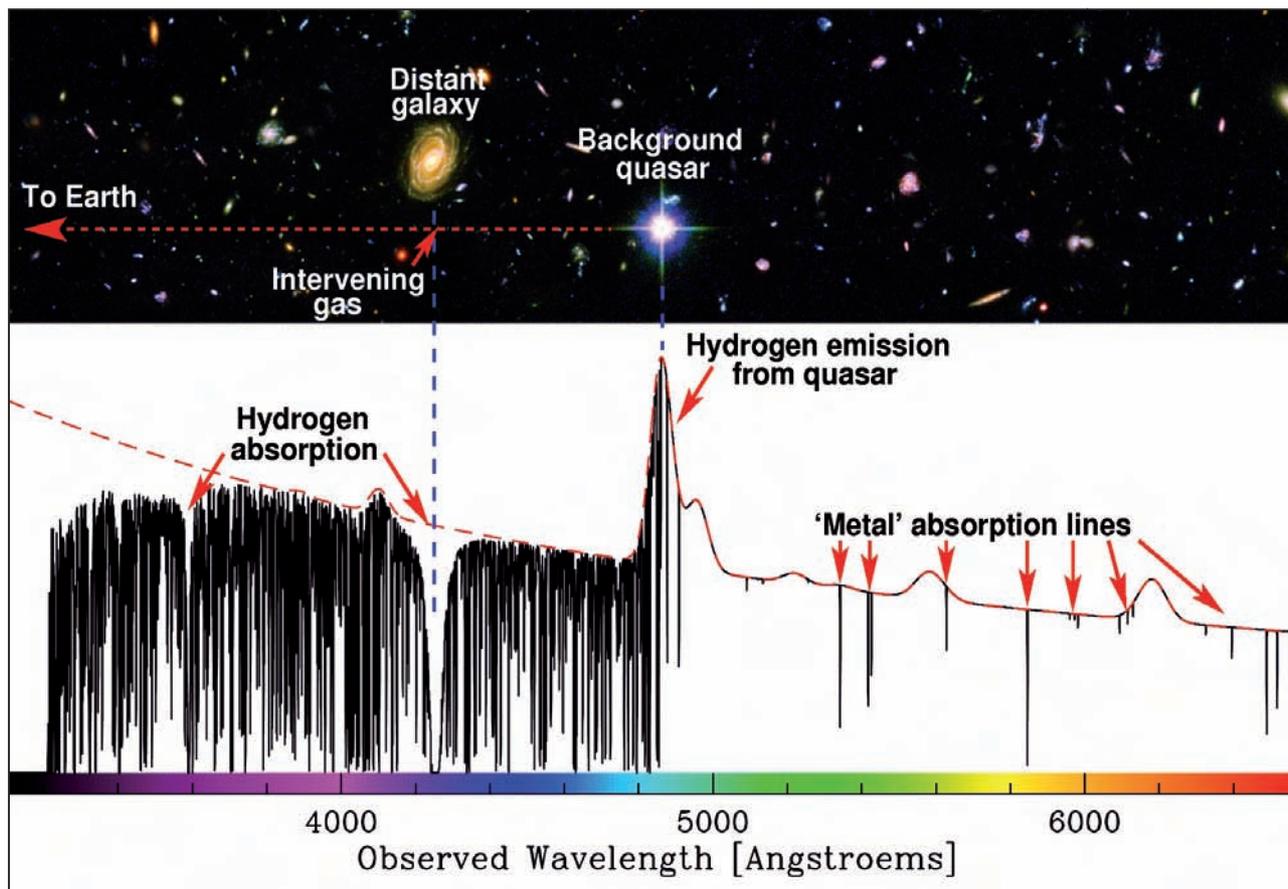
composizione chimica della nube circumgalattica, della sua densità e della temperatura alla quale i gas si trovano. Il problema è distinguere fra gas in uscita dalle galassie, ovvero quello generato dall'evoluzione stellare (e soffiato via dalle stelle più massicce e da eventi catastrofici come le supernovae), e gas che entrano nella galassia, attraverso correnti alimentate dalle riserve di gas intergalattico. Non sono dirimenti a questo proposito il blueshift o il redshift spettrali di quella componente, non conoscendo con esattezza la collocazione nello spazio del flusso di gas, né la sua struttura completa. Ben più rilevanti per i ricercatori sono l'ampiezza di quelle righe, il cui spessore è inversamente proporzionale alla tem-



peratura del gas che le produce, e soprattutto le posizioni di quelle righe, indicative del tipo di elementi che rappresentano.

I flussi di gas in uscita dalla galassie sono mediamente più caldi e più ricchi di metalli di quelli in entrata. Ciò significa che osservare del gas relativamente freddo e dalla composizione primordiale in prossimità di una galassia remota sarebbe un primo passo verso la conferma delle teorie di cui sopra. Serve però un elemento che funga da discriminante e che possa quindi far riconoscere lo stato primordiale del gas, dando la certezza che stia entrando in una determinata galassia, piuttosto che uscendo (stazionarietà e transito senza interazione possiamo escluderli, visto che stiamo considerando galassie a forte produzione stellare).

Quell'elemento è il deuterio, un isotopo stabile dell'idrogeno che ha nel nucleo un neutrone in aggiunta al protone. È appurato che l'idrogeno e i suoi isotopi stabili furono sintetizzati pochi minuti dopo il Big Bang, così come è certo che all'interno delle stelle il deuterio viene distrutto più velocemente



di quanto non venga sintetizzato. Se quindi in una nube circumgalattica di idrogeno è presente anche il deuterio (la sua abbondanza media è di circa 26 parti per milione) si ha la certezza che tutto il gas che la compone è rimasto inalterato dalla creazione e non può che essere animato da un moto di ingresso nella galassia.

A Crighton e colleghi è bastato esaminare gli spettri di una dozzina di quasar apparentemente vicinissimi ad altrettante galassie per trovarne uno che mostrava chiaramente le righe di assorbimento del deuterio. Il quasar è catalogato con la sigla QSO J1444535+291905 e appare in cielo quasi coincidente con la galassia Q1442-MD50, distante circa 11 miliardi di anni luce. La riga del deuterio si forma nella luce del quasar a 190000 anni luce dalla galassia, che dunque corrisponde alla distanza a cui si trova parte della riserva di idrogeno che sta alimentando l'elevata

produzione stellare della galassia. Questa scoperta conferma i modelli numerici e le simulazioni realizzate con supercomputer. Persino la temperatura del gas, circa 10000 Kelvin, e il rapporto di un caso positivo su dodici quasar esaminati sono in linea con le previsioni teoriche. Ora il team di Crighton è intenzionato a scoprire un'altra decina di casi simili, il che significherà trovare e indagare oltre un centinaio di coppie galassia-quasar sufficientemente strette da prestarsi a questo tipo di ricerca, cosa non semplice, vista anche la rarità di quelle configurazioni e l'estrema rarefazione che caratterizza i flussi di gas. Una volta raggiunto il loro obiettivo, i tre ricercatori avranno definitivamente dimostrato che ad alimentare la grande ondata di produzione stellare che pervase il giovane universo furono, come giustamente teorizzato, immense riserve di idrogeno primordiale. ■

**Q**uesto diagramma è indicativo del comportamento spettrale della luce emessa dal quasar QSO J1444535+291905, allorché attraversa la nube di idrogeno circumgalattico di Q1442-MD50. Lo spettro in emissione viene intaccato dalle righe in assorbimento del gas interposto. La natura primordiale del gas è confermata dalla piccola quantità di metalli rilevati.





# Il più vagabondo dei pianeti

***La crescente scoperta di nane brune isolate, la difficoltà di studiarne la debole luce e i dubbi sulla presenza fra di esse di pianeti giganti sfuggiti da lontani sistemi solari hanno finora proiettato ombre sull'effettiva identificazione di alcuni pianeti vagabondi. Con la scoperta di PSO J318.5-22 le cose cambiano radicalmente.***

**L**e più recenti teorie sulla formazione dei sistemi planetari prevedono che nelle fasi iniziali, quando i pianeti non hanno ancora raggiunto un'orbita stabile, può accadere che interagendo gravitazionalmente fra loro uno o più d'uno finisca con l'essere espulso dal sistema. Quando ciò accade, li attende un'esistenza solitaria e un perpetuo vagabondare nella galassia in cui sono nati. La probabilità che abbiano un incontro molto ravvicinato con altre stelle, tanto da essere catturati dal loro campo gravitazionale, è praticamente inesistente, e pertanto il loro destino è quello di raffreddarsi lentamente e divenire pressoché invisibili. Fare una stima del numero di pianeti vagabondi presenti nella nostra galassia è un azzardo, ma il crescente ritmo con cui da quasi un ventennio vengono scoperti pianeti at-

**L**a cupola del Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System 1, il telescopio (parzialmente visibile attraverso la feritoia) che ha permesso la scoperta del più piccolo e vicino fra i pianeti vagabondi. [University of Hawaii's Institute for Astronomy]

ndo





torno ad altre stelle suggerisce che possano esserci centinaia di milioni di pianeti svincolati da qualunque stella. Le prime osservazioni di quei corpi sono forse da attribuire alle survey che negli anni passati sono state dedicate ai MACHO (da Massive Astrophysical Compact Halo Object), ossia a quegli oggetti celesti che sono responsabili del microlensing gravitazionale che occasionalmente può interessare la luce delle stelle. La natura dei MACHO è tutt'altro che certa, possono essere astri collassati oppure stelle mancante o pianeti vagabondi o, ancora, un mix di quelle categorie. Come si può intuire si tratta invariabilmente di oggetti molto poco luminosi e quindi virtualmente invisibili a grandi distanze, e ciò che si osserva è unicamente l'amplificazione della luce di stelle davanti alle quali passano secondo la nostra linea visuale. Non potendoli osservare direttamente, non è possibile conoscere, a causa del loro stato di isolamento, né la loro distanza né la loro velocità e quindi nemmeno tutte le altre proprietà che da quelle dipendono. Di conseguenza, per quanto già in passato possano aver tradito la loro presenza, i pianeti vagabondi sono rimasti un'incognita fino alla loro

effettiva individuazione su immagini celesti molto profonde e comprensive della banda infrarossa, nella quale essi emettono la quasi totalità della loro luce.

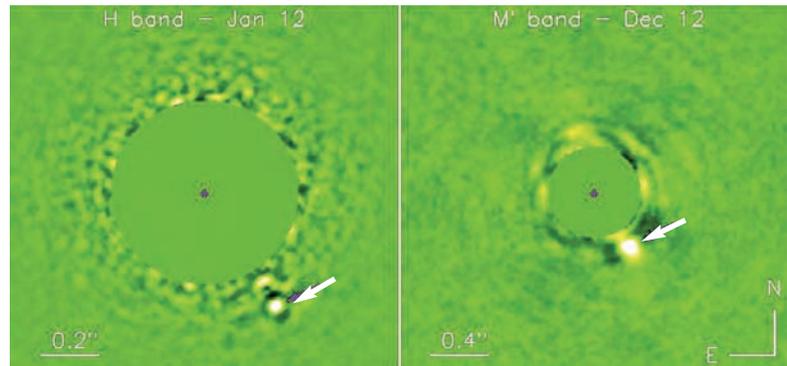
Distinguere con assoluta certezza i pianeti vagabondi dalle nane brune è comunque ancora un problema, soprattutto per il fatto che non esiste una chiara demarcazione fra le due categorie di oggetti, ma piuttosto uno scivolamento di una nell'altra. Negli ultimi anni gli astronomi si sono così ritrovati con una manciata di oggetti di difficile interpretazione e collocazione, fra i quali il miglior candidato a pianeta vagabondo è risultato CFBDSIR 2149-0403 (la sigla deriva da Canada-France Brown Dwarfs Survey Infrared), un corpo celeste di 4-7 masse gioviane e temperatura superficiale di circa 700 Kelvin, appartenente all'associazione stellare di AB Doradus. La distanza dell'oggetto non è però conosciuta con precisione (forse si trova a 100-150 anni luce) e anche questo lascia spazio a dubbi sulla sua reale massa e quindi sulla sua reale natura planetaria.

Dubbi non sembrano invece essercene a riguardo della più recente individuazione di PSO J318.5-22, ad opera di un team di ricer-

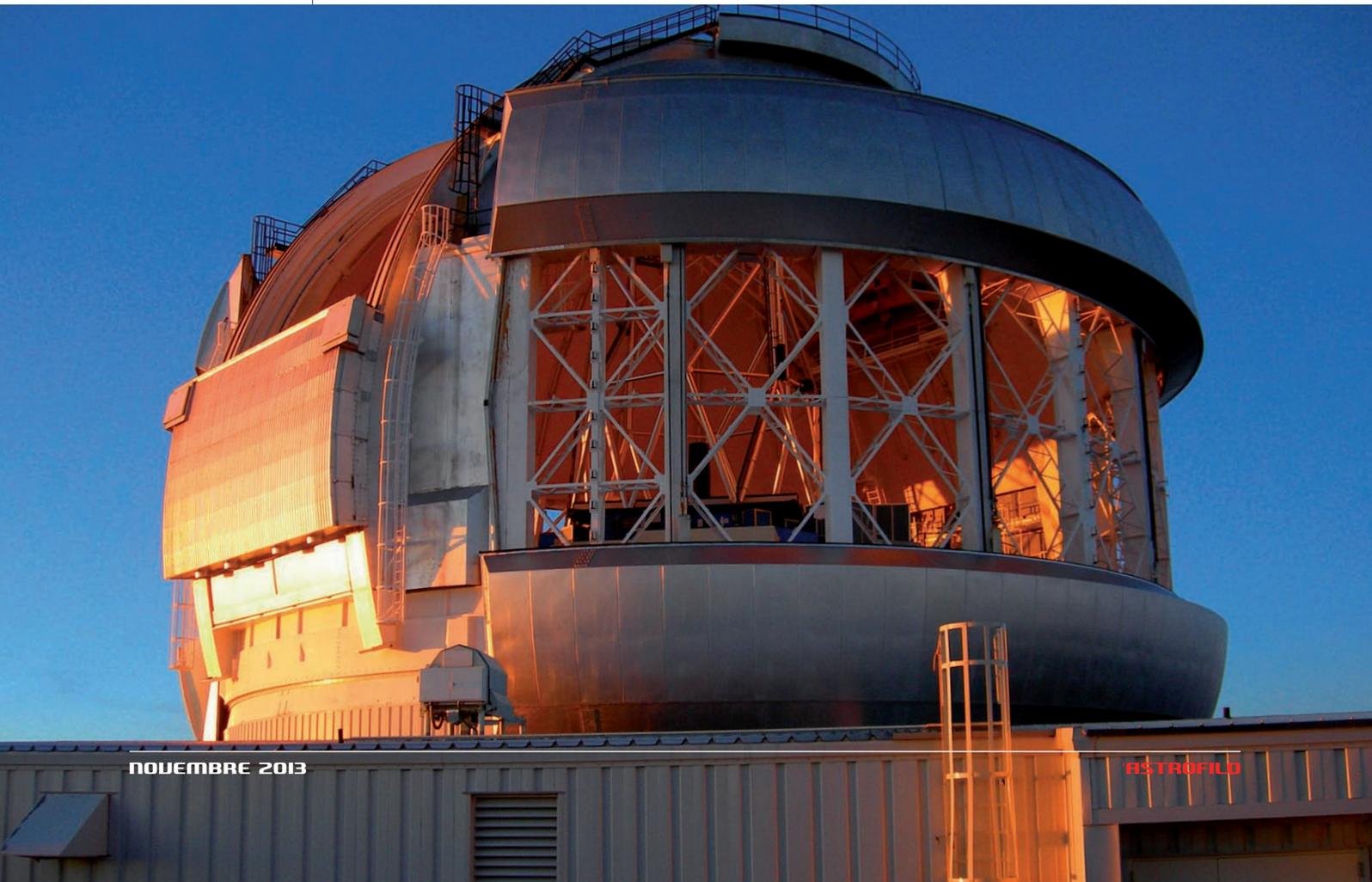
**Il Canada-France-Hawaii Telescope, lo strumento impiegato per determinare la distanza dalla Terra del pianeta vagabondo PSO J318.5-22. [Mauna Kea Observatories]**

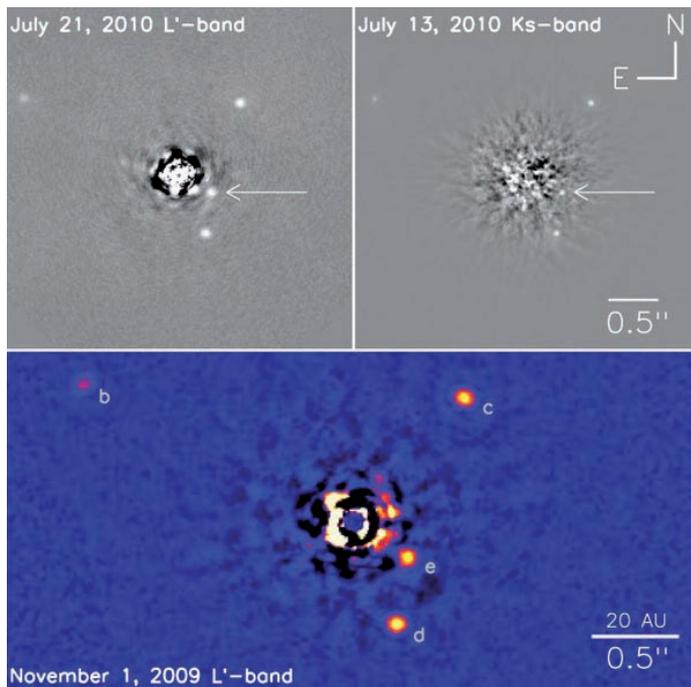
**A** destra, due immagini in bande infrarosse diverse ( $H = 1631$  nm,  $M' = 4,7$  nm) del pianeta gigante in orbita attorno a Beta Pic-toris (la stella è occultata artificialmente). Per quanto improbabile, PSO J318.5-22 potrebbe essersi formato proprio in quel sistema. [M. Bon-ney et al.] Sotto, l'originale design della cupola del Gemini North Telescope. [Taylor S. Chonis]

catori coordinati da Michael Liu, dell'Università delle Hawaii, a Manoa. Il nuovo pianeta vagabondo è stato scoperto nell'ambito di una campagna osservativa volta alla ricerca di nane brune e condotta con il Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System 1 (Pan-STARRS 1 o PS1), strumento fotografico di 1,8 metri di diametro, dotato di un potente sistema CCD in grado di produrre ogni notte l'equivalente di 60000 immagini prese con iPhone. Per farsi un'idea della mole di dati che quello strumento riesce a collezionare è sufficiente sapere che da quando ha iniziato le osservazioni scientifiche, nel maggio del 2010, il suo database ha superato i 4000 terabytes, come dire più della somma delle versioni digitali di tutti i



film finora girati, di tutti gli album musicali registrati e di tutti i libri pubblicati! In quell'oceano di dati astrometrici e fotometrici, relativi al visibile e al vicino infrarosso, il team di Liu ha trovato il classico ago nel pagliaio, un astro debolissimo ed estremamente rosso (più rosso di qualunque nana bruna isolata) che ha attratto l'attenzione dei ricercatori, meritando esami più approfonditi, prevalentemente spettroscopici, portati avanti per un paio di anni con diversi altri





grandi strumenti delle Hawaii. Con il Gemini North Telescope, ad esempio, si è potuto appurare che le proprietà spettrali di PSO J318.5-22 non sono quelle tipiche di una stella mancata, aprendo la strada al pianeta vagabondo. Con il Canada-France-Hawaii Telescope è stato invece possibile misurare direttamente la distanza dalla Terra dell'oggetto, che è risultata di 80 anni luce, con un margine di errore inferiore al 6%. Dal suo moto proprio nello spazio, proiettato all'indietro nel tempo, Liu e colleghi hanno concluso che PSO J318.5-22 potrebbe essere fuggito dall'associazione stellare di Beta Pictoris, verosimilmente come conseguenza di un passaggio ravvicinato con un pianeta più massiccio in un sistema che non potremo mai individuare, per quanto proprio Beta Pictoris ospiti tutt'oggi un pianeta adeguato a dipingere quello scenario.

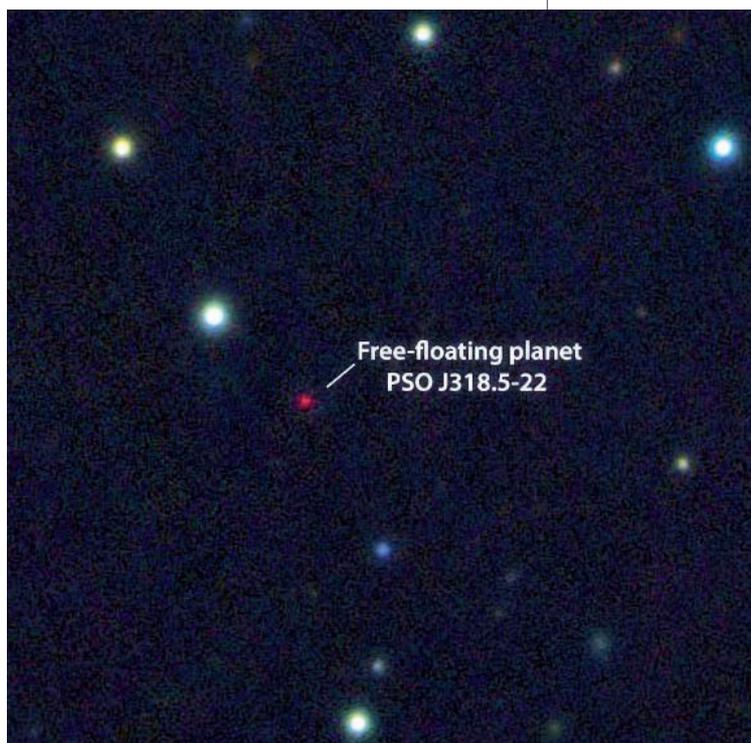
Interpretando i dati spettrofotometrici dell'oggetto con opportuni modelli evolutivi, Liu e colleghi sono riusciti a stimare una temperatura superficiale (atmosfera) molto prossima ai 1160 Kelvin e una massa equivalente a  $6,5 \pm 1$  masse solari. Queste e altre informazioni suggeriscono che PSO J318.5-22 possa avere un'età di appena 12 milioni di

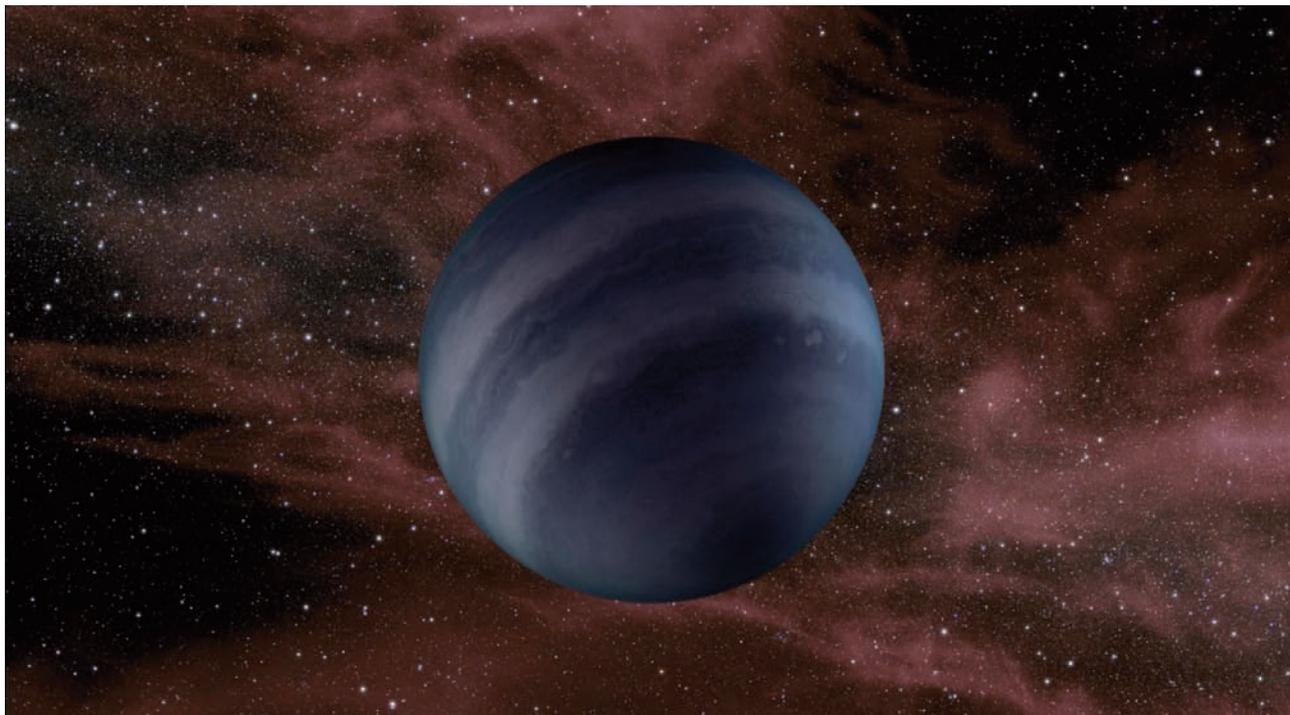
anni, perfettamente compatibile con quella dell'associazione di Beta Pictoris.

Dalla piccola massa risulta evidente che non può trattarsi di una stella mancata, ma piuttosto di un pianeta gigante gassoso disperso nello spazio. La relativamente breve distanza alla quale si trova da noi e l'età straordinariamente giovane (equiparabile a quella di un bambino di 2-3 anni), ne fanno il più vicino e interessante esopianeta osservabile direttamente. Grazie a queste fortunate circostanze, i ricercatori sono riusciti a evidenziare quanto sia diverso dalle nane brune dei tipi spettrali ad esso affini (L e T) e quanto invece assomigli per colore, magnitudine, spettro, lumi-

nosità e massa a 3 dei 4 pianeti della stella HR 8799 (b, c, d) e al solo pianeta noto della

**tre frame a sinistra evidenziano le posizioni dei pianeti che orbitano attorno alla stella HR 8799, ripresi in due diverse bande dell'infrarosso vicino e a distanza di oltre 8 mesi. I pianeti b, c, d sono quelli che in assoluto più somigliano al pianeta vagabondo PSO J318.5-22. [Mauna Kea Observatories]. Sotto, l'immagine di PSO J318.5-22 presa direttamente da Pan-STARRS 1. [Michael Liu, Univ. of Hawaii, Pan-STARRS Observatory]**





**P**SO J318.5-22 potrebbe presentarsi come raffigurato qui sopra, un globo oscuro dall'aspetto vagamente gioviano. [NASA/JPL-Caltech] Sotto, un video che mostra il pianeta anche in infrarosso. [ESO/P. Delorme/N. Risinger]

stella 2MASS J1207-39, che appartengono a quella manciata di pianeti fotografati e studiati direttamente, isolandoli a fatica dall'abbagliante luce dello loro stelle. Da notare che l'osservazione di questo tipo di oggetti celesti è possibile solo se hanno un'età giovane, sicuramente inferiore ai 200 milioni di anni, poiché più invecchiano più divengono meno luminosi e quindi impossibili da "estrarre" dalla luce stellare. PSO J318.5-22 offre insomma una ghiotta occasione per capire il funzionamento di pia-

neti come Giove all'inizio della loro esistenza, senza che fattori esterni interferiscano. L'affinità di PSO J318.5-22 con i pianeti di HR 8799 e di 2MASS J1207-39 è ancor più sorprendente se si considera che tutte le nane brune isolate finora individuate hanno proprietà spettrali che differiscono da quelle dei pianeti associati a stelle, pur appartenendo ai medesimi tipi L e T. I pianeti tendono infatti a essere più rossi e ad avere magnitudine infrarossa assoluta più debole e questo indipendentemente dalle masse. Ne consegue che non si possono fare analogie fra nane brune di campo, per quanto piccole, e pianeti in orbita attorno a stelle, per quanto grandi. Ciò rafforza l'origine planetaria di PSO J318.5-22, che non ha praticamente affinità con le nane brune di campo, quelle che come lui vagano solitarie nello spazio. È vero che il campione statistico è ancora limitato, ma se quella tendenza sarà confermata con il moltiplicarsi delle scoperte, gli astronomi avranno uno strumento in più per tracciare una linea di confine fra pianeti giganti e stelle mancante, così da non dover più riunire quelle due categorie nel solo, indistinto e insoddisfacente gruppo delle nane brune. ■

PER VIDEO E ANIMAZIONI SI RIMANDA ALLA  
VERSIONE MULTIMEDIALE  
DELLA RIVISTA PRESENTE SUL SITO WEB  
<http://ita.astropublishing.com/>





# Meteoriti marziane, confermata la provenienza

***Da diversi decenni gli scienziati attendevano una conferma definitiva sull'origine di alcune rare meteoriti e quella conferma ora è arrivata. Le cosiddette meteoriti marziane provengono effettivamente dal pianeta rosso e a trovare la prova decisiva di ciò è stato il rover Curiosity, che ha misurato le abbondanze in atmosfera di due isotopi dell'argon.***

**N**egli anni '70-80 le analisi di laboratorio iniziarono a rivelare l'esistenza di meteoriti più giovani di quella che era l'età media dei campioni raccolti ed esaminati in precedenza. Quelle meteoriti, denominate SNC (sigla che raccoglie shergottiti, nachiliti e cassigniti), mostravano insolite abbondanze relative degli isotopi di alcuni elementi e contenevano percentuali d'acqua insolitamente elevate (pur trattandosi di tracce). La fonte di quelle meteoriti non potevano essere gli asteroidi e nemmeno provenivano dalla Luna, non ricalcando la composizione del nostro satellite, ben nota so-



prattutto dopo le missioni Apollo. Geologi e astronomi iniziarono allora a guardare a Marte come possibile luogo di provenienza di quelle strane rocce, ipotizzando che l'impatto di grandi asteroidi o il verificarsi di titaniche eruzioni vulcaniche avrebbero potuto scagliare materiale marziano verso il sistema solare interno e che parte di questo sia poi caduto sulla Terra. Se quelle meteoriti fossero state realmente marziane, ci si poteva aspettare che tra esse e il pianeta esistessero af-

finità marcate, e un elemento chiave per procedere a un confronto poteva essere il rapporto fra le quantità di due isotopi dell'argon, il 36 e il 38. L'argon è un gas nobile, quindi inerte e come tale non si lega a nessun altro atomo o composto, pertanto il rapporto di 5,5 atomi di argon-36 contro 1 di argon-38 che caratterizza il nostro sistema solare dalla sua nascita, dovrebbe essere rimasto inalterato anche nell'atmosfera di Marte, se ne frattempo non sono intervenuti meccanismi in grado di alterarlo (questo indipendentemente dal quantitativo assoluto dei due isotopi, presenti tipicamente in piccole quantità).

Un fattore determinante al mantenimento della proporzione di cui sopra è la massa e di conseguenza la forza gravitazionale del corpo celeste sul quale il gas è presente. Nel caso delle atmosfere di Sole e Giove, ad esempio, le due abbondanze so-

**S**opra, una sezione della shergottite Dar al Gani 1037, ritrovata nel deserto libico nel 1999. La venatura più scura si è originata per fusione a seguito di un violento impatto. Il campione misura 63x45 mm. [Meteorites Australia Collection] A sinistra, la shergottite NWA 4468, recuperata nel Sahara occidentale. Pesa ben 675 g. La crosta da fusione nasconde una miscela di minerali dalla tonalità chiaramente marziana. [Greg Hupé]



***Il video a fianco illustra il meccanismo attraverso il quale Marte ha perso e continua a perdere la sua atmosfera. Questo processo sarà oggetto di studio della sonda MAVEN, il cui lancio verso il pianeta rosso potrebbe avvenire già questo mese. [NASA] Sotto, vediamo una spettacolare prospettiva del grande bacino da impatto Argyre, generato dalla caduta di un asteroide di circa 50 km di diametro. Eventi come questo sono responsabili dell'espulsione dal pianeta di masse rocciose. [NASA, W. Myers]***

no ancora quelle iniziali, e lo stesso si può dire per la Terra, nel caso di Marte, invece, la minore massa e la conseguente perdita nello spazio di gran parte dell'atmosfera originaria ha prodotto uno sbilanciamento nel rapporto fra i due isotopi di argon, a favore di quello più pesante. Richiedendo meno

energia per raggiungere le regioni più alte dell'atmosfera marziana, l'argon-36 è stato così disperso più facilmente (assieme a isotopi leggeri di altri elementi) dell'argon-38, portando le proporzioni sotto quota 5 già nel primo miliardo di anni.

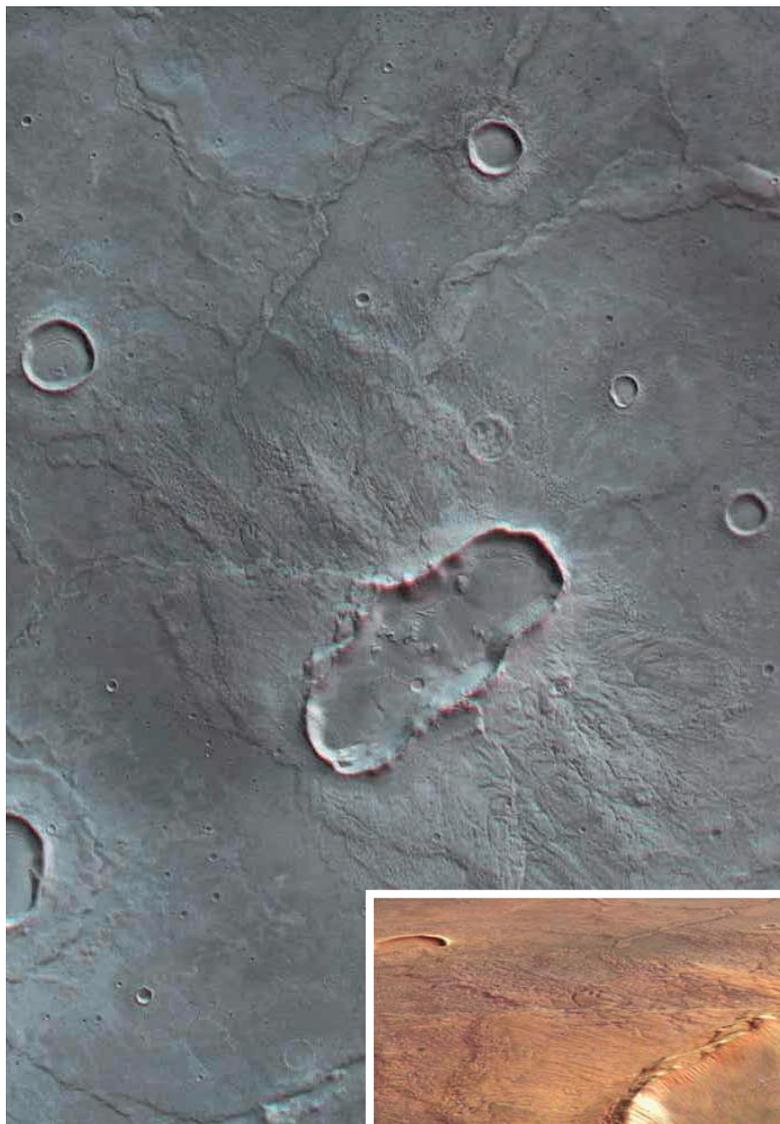
Non potendo verificare direttamente dalla Terra le abbondanze relative di argon rimaste su Marte, gli scienziati hanno tentato di farlo indirettamente, proprio attraverso l'analisi di tutte quelle meteoriti presumibilmente derivanti da quel pianeta. Nella miscela di composti che forma le SNC sono

PER VIDEO E ANIMAZIONI SI RIMANDA ALLA  
**VERSIONE MULTIMEDIALE**  
 DELLA RIVISTA PRESENTE SUL SITO WEB  
<http://ita.astropublishing.com/>



rimaste intrappolate piccolissime bolle di aria marziana, che conservano la miscela di gas presenti nell'atmosfera quando la miscela si è formata e solidificata. Ogni meteorite o gruppo di meteoriti è quindi in prima approssimazione un'istantanea dell'evoluzione atmosferica di Marte. Decenni di analisi di quei gas hanno evidenziato rapporti fra i due isotopi di argon compresi fra 3,6 e 4,5 atomi di argon-36 contro 1 di argon-38. Per quanto tali valori fossero compatibili con le previsioni di alcuni modelli teorici, mancava la controprova, ovvero la misurazione



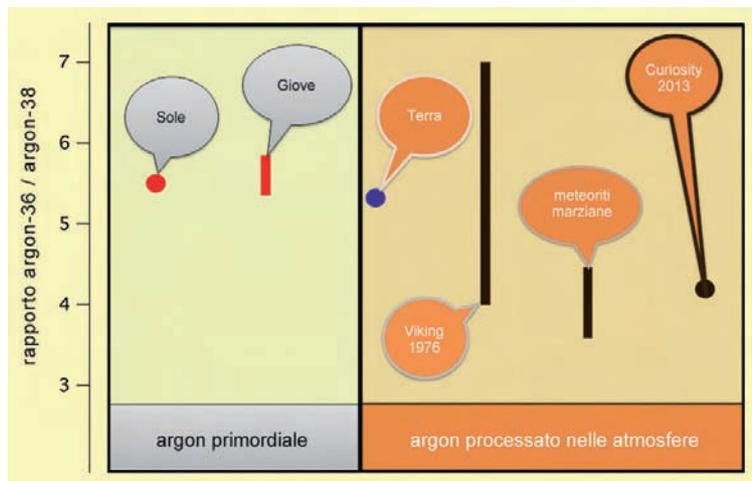


L'annosa questione è rimasta da allora sostanzialmente in sospeso, per essere adesso definitivamente risolta da un articolo pubblicato a metà ottobre su *Geophysical Research Letters*, a firma di un folto gruppo di ricercatori guidati da Sushil K. Atreya (Department of Atmospheric, Oceanic and Space Sciences, University of Michigan, Ann Arbor). I risultati presentati in quell'articolo (parzialmente anticipati lo scorso aprile, durante l'European Geosciences Union 2013 General Assembly) attingono dalle campionature di aria marziana fatte dal rover Curiosity della NASA

**D**ue diverse prospettive di un cratere oblungo (~11 x 24 km, per 650 m di profondità) presente in Hesperia Planum. Formazioni come questa e come quella ben visibile nell'immagine di apertura potrebbero essere le cicatrici lasciate da impatti quasi ridenti, con angoli rispetto alla superficie inferiori ai 10°. Questo tipo di eventi sono potenzialmente in grado di scagliare nello spazio grandi quantità di roccia e di essere quindi uno dei meccanismi attraverso i quali possono essersi prodotte le SEC. [NASA]

in situ delle abbondanze di argon. I primi tentativi in tal senso, compiuti dalle sonde Viking negli anni '70, non furono risolutivi perché l'analisi atmosferica fornì un rapporto compreso fra 4 e 7, una forchetta ancora troppo ampia per "omologare" le SEC, inoltre l'improbabilità di valori superiori al 5 lasciava dubbiosi anche sulla veridicità dei valori inferiori.





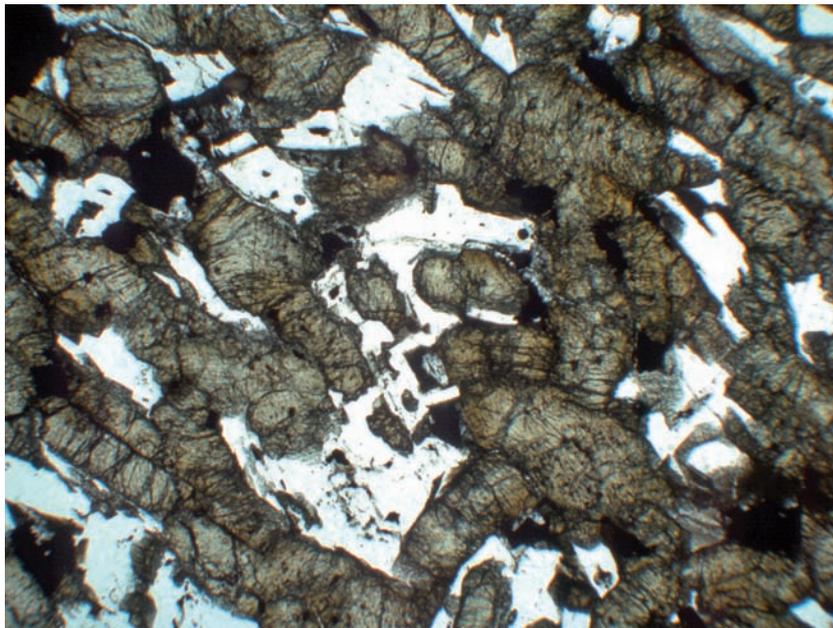
**Q**uesto schema mette in evidenza la sostanziale stabilità nel tempo del rapporto fra argon-36 e argon-38 nelle atmosfere dei corpi più massicci del sistema solare e anche della Terra, ed evidenzia altresì l'incertezza delle misurazioni delle sonde Viking e la più precisa rilevazione fatta da Curiosity, che di fatto conferma la natura delle meteoriti marziane. A destra vediamo una meteorite marziana unica, la Black Beauty (NA 7034), caratterizzata da una miscela di breccia basaltica. Pesa 320 g, ha 2,1 miliardi di anni e contiene la più elevata quantità di acqua finora riscontrata fra tutte le meteoriti marziane. [Univ. of New Mexico, Carl Agee]

e dall'esame della composizione di quell'aria ad opera dello spettrometro di massa SAM (Sample Analysis at Mars). Quelle campionature fissano il rapporto attuale fra argon-36 e argon-38 a  $4,2 \pm 0,1$ . Data l'elevata precisione dello strumento impiegato, capace di individuare anche poche parti per milione, quella misurazione può essere considerata la dimostrazione più evidente dell'esistenza di un nesso stretto fra Marte e le SEC, e al tempo stesso può servire da metro per escludere da quelle categorie eventuali meteoriti intruse.

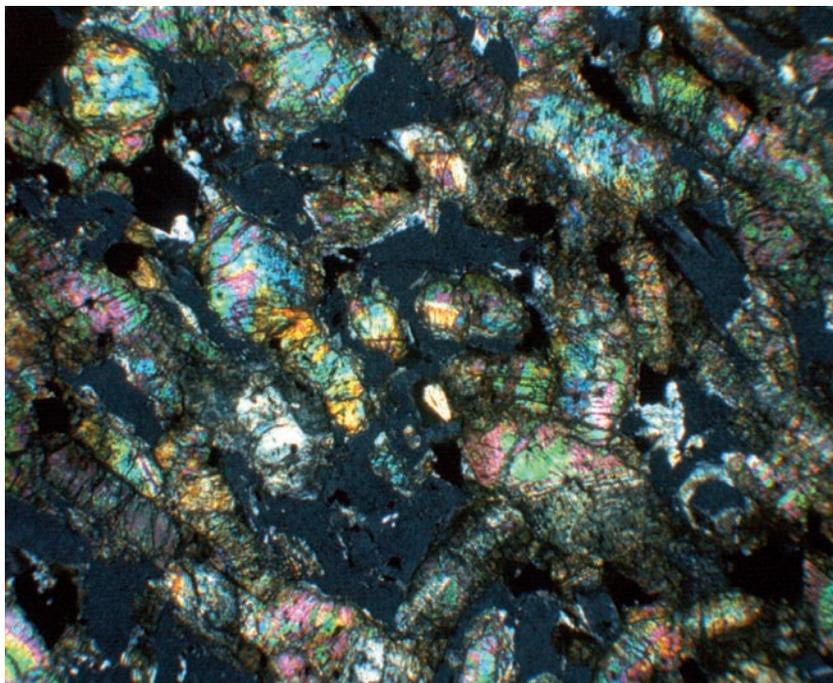
Il fatto che i campioni di aria marziana esaminati sulla Terra forniscano valori dal 15% inferiori al 7% superiori al valore misurato da Curiosity potrebbe voler dire o che le meteoriti collo-

cabili agli estremi della forchetta non sono di origine marziana, oppure che la loro formazione ebbe modalità e tempi diversi. Pensiamo ad esempio a roccia fusa a seguito di un impatto asteroidale o di un'eruzione vulcanica, che si raffredda risalendo verso lo spazio esterno: essa potrà inglobare diverse abbondanze relative di isotopi di argon e di altri elementi a seconda dell'altezza alla quale il gas viene intrappolato e inizia la solidificazione della roccia. Più in alto ciò avviene più saranno ricorrenti gli isotopi leggeri. Rocce scagliate via direttamente dalla superficie, ad esempio a seguito di un impatto radente, senza totale fusione delle stesse, potrebbero invece conservare una primitiva miscela isotopica





presente nella bassa atmosfera di Marte. Insomma, le combinazioni possibili sono molteplici e la gran parte può fornire valori del rapporto fra argon-36 e argon-38 non perfettamente in media con il valore trovato da Curiosity, il quale, per quanto pre-



ciso, è limitato alla quota superficiale e al tempo presente, e nulla dice sull'attuale tasso di fuga di quelli e di altri isotopi dall'alta atmosfera marziana. Il 4,2 di Curiosity è comunque più che sufficiente a validare o invalidare determinati modelli sull'evoluzione di quell'atmosfera: quelli che "qui e oggi"

prevedono quel valore hanno più probabilità di fornire un quadro realistico di come e quando Marte ha perso la gran parte della sua atmosfera, trasformandosi da pianeta potenzialmente ospitale verso la vita in un deserto globale. Sapere fino a quando la vita sa-

rebbe potuta comparire è determinante per capire se ciò può essere realisticamente avvenuto. Sulla Terra la comparsa degli organismi unicellulari ha richiesto circa 1 miliardo di anni e se l'atmosfera di Marte non si è mantenuta sufficientemente densa per un periodo simile è davvero improbabile che il prodigio sia avvenuto anche là. ■

**U**na sottile sezione di shergottite vista al microscopio in luce normale (sopra) e in luce polarizzata (sotto). La struttura è dominata da pirosseni (parti con tonalità marroni nella foto a fianco), feldspati (inclusioni più chiare) e ossidi (parti nere). [A. El Goresy/Tristan Ferroir]



**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!**



# The Frontier F telescopi spaz

*La NASA è prossima ad avviare un nuovo programma di studio dell'universo primordiale attraverso una sinergia che vede protagonisti i suoi tre più celebri telescopi spaziali, Hubble, Spitzer e Chandra, e il fenomeno del lensing gravitazionale. L'obiettivo è svelare una quantità di galassie nate poche centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang e tuttora ignote.*

# Fields, iali all'attacco

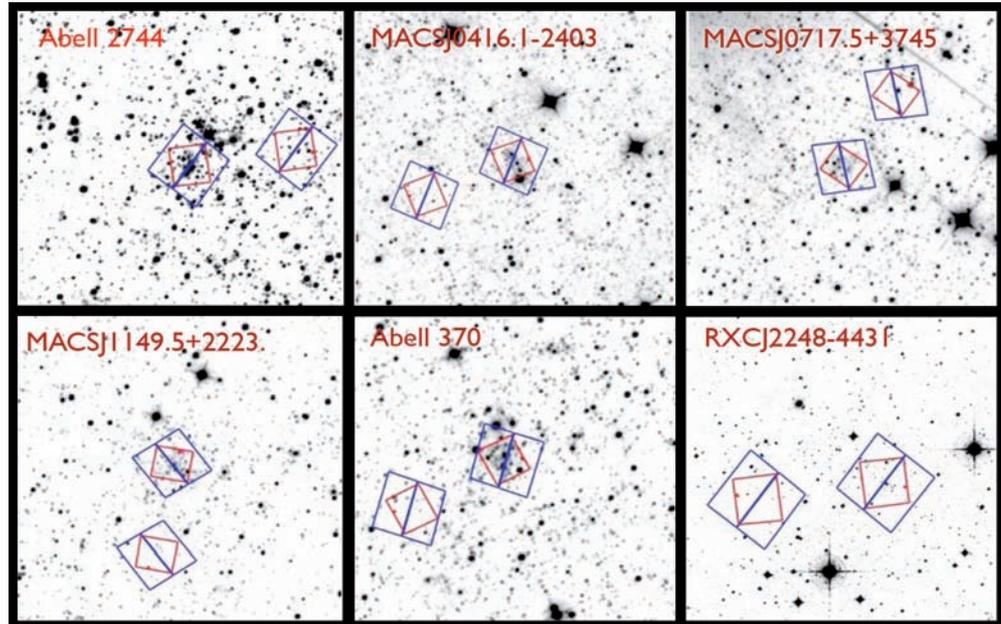
**A**bell 2744 sarà il primo target del programma "The Frontier Fields". Qui lo vediamo in un'immagine composta creata con riprese dell'HST del VLT e di Chandra. [NASA, ESA, ESO, CXC & D. Coe (STScI)/J.]

**M**entre si continuano a scoprire galassie sempre più remote (con l'ultima, denominata z8\_GND\_5296, che ci appare a 13,1 miliardi di anni luce di distanza) la NASA sta per avviare la più profonda survey di sempre, con il preciso intento di indagare le più lontane galassie oggi raggiungibili, combinando le qualità di tre potenti telescopi spaziali con gli effetti del lensing gravitazionale prodotto su quelle galassie da (un po' meno) remoti superammassi di galassie.

I tre telescopi scelti dalla NASA sono Hubble, Spitzer e Chandra, operanti rispettivamente nel visibile (e parzialmente anche nell'UV e nell'IR), nell'infrarosso e nei raggi X. I superammassi da indagare sono invece Abell 2744, MACS J0416.1-2403, MACS J0717.5 +3745, MACS J1149.5+2223, Abell 370 e RXCJ 2248-4431.

Ad Hubble toccherà il compito di evidenziare in quegli ammassi anche le minime tracce di lensing gravitazionale a carico di galassie di fondo, la cui immagine viene

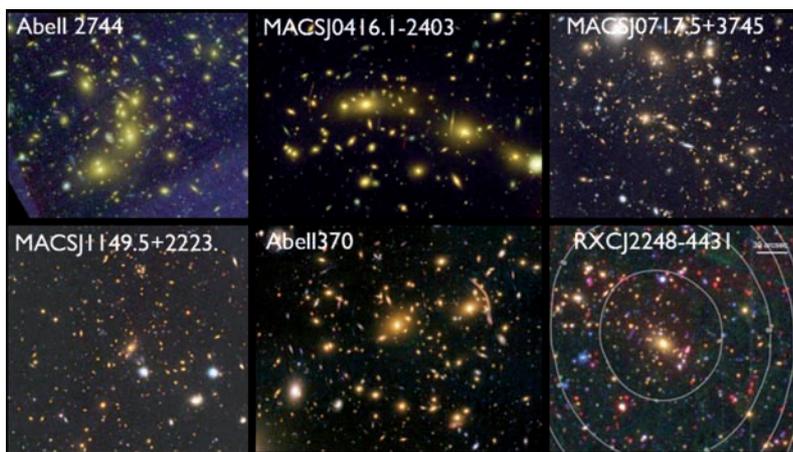
distorta, intensificata e frammentata, conformemente alla distribuzione delle masse interne all'ammasso. Combinando le osservazioni di Hubble con quelle di Spitzer sarà possibile determinare più accuratamente di quanto fatto finora massa e distanza delle galassie remote, di stabilire qual è il loro aspetto, quante stelle stanno nascendo in esse, quanto sono vecchie e come quei sistemi si sono formati. Chandra farà la sua parte contribuendo alla determinazione delle masse e del potenziale "lensificatore", e in aggiunta consentirà di stabilire quali fra le galassie di fondo interessate dal lensing ospitano buchi neri supermassicci in attività. Una sinergia di questo tipo, che mobilita diversi team di ricercatori, era stata attuata in precedenza solo occasionalmente e con obiettivi molto più limitati. Questa volta si tratta invece di un vero e proprio programma con durata triennale, che la NASA ha chiamato "The Frontier Fields", con riferimento al fatto che i campi occupati dai superammassi oggetto di studio diverranno la frontiera delle nostre conoscenze sulle galassie primordiali.



Il primo superammasso ad essere puntato dalla "triade" di telescopi spaziali sarà Abell 2744, noto anche come Ammasso di Pandora, un vero e proprio maxiscontro cosmico fra almeno quattro ammassi minori, che sta verificandosi da circa 350 milioni di anni, a 4 miliardi di anni luce dalla Terra, nella costellazione dello Scultore. Già attraverso questo primo target gli astronomi sono certi di svelare popolazioni di galassie già esistenti pochissime centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang, un obiettivo fuori portata per qualunque telescopio attuale, compresi quelli spaziali, se non esistesse

la possibilità di sfruttare il lensing gravitazionale che Einstein teorizzò un secolo fa, quando l'unica galassia nota era la nostra. Ora non resta che attendere sviluppi dal nuovo programma NASA e vedere fin dove quella sinergia saprà spingere i confini dell'universo a noi visibile. ■

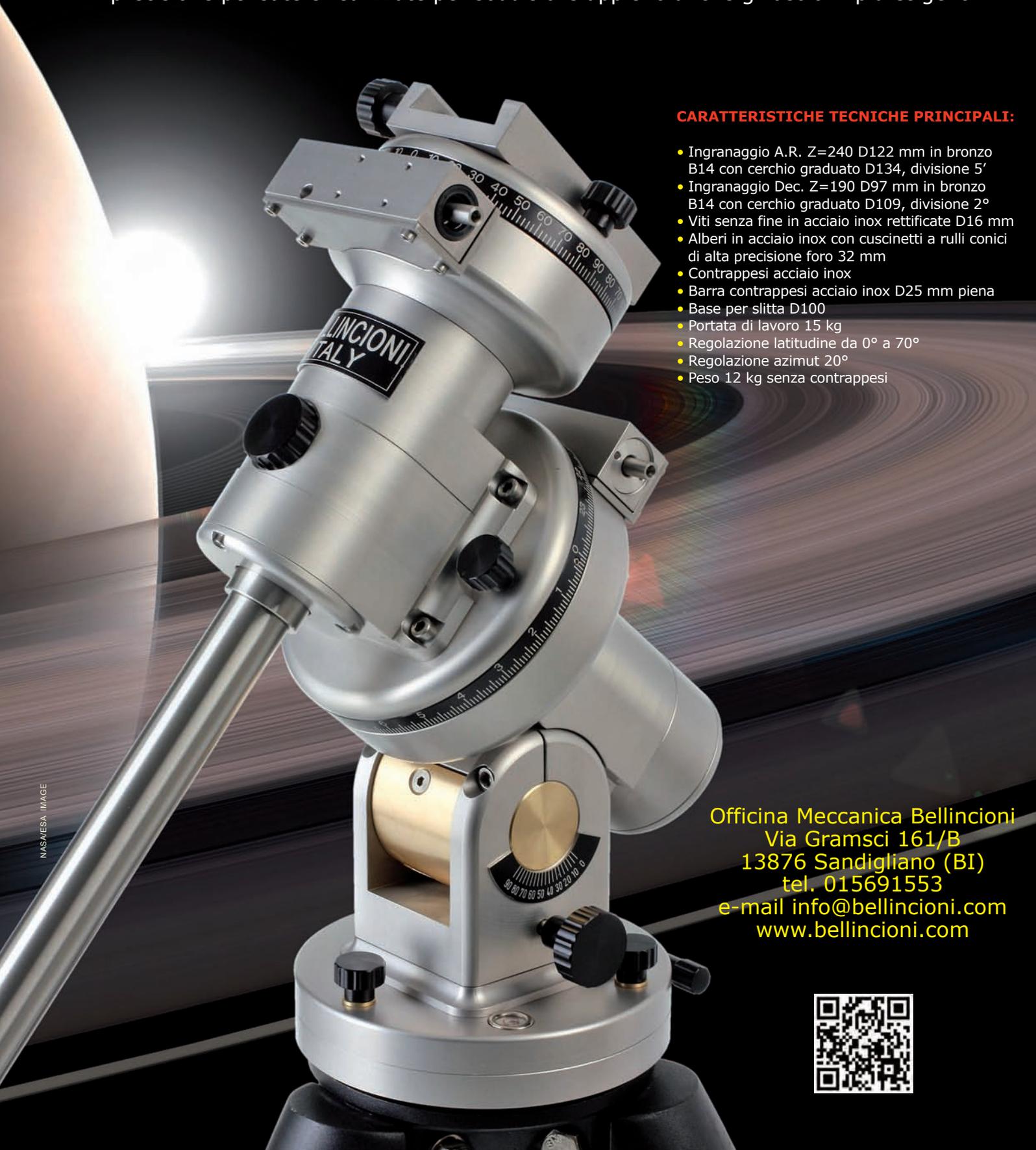
**Sopra, immagini in negativo dei 6 superammassi di galassie che saranno indagati dal programma "The Frontier Fields". I settori delimitati da linee blu e rosse indicano i campi già ripresi dalle camere WFC3 e ACS del telescopio spaziale Hubble. A sinistra, le migliori immagini attualmente disponibili di quelle stesse strutture. [NASA/HST Frontier Fields]**





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)



# I supervulca

***La reinterpretazione di alcune strutture superficiali di Marte getta nuova luce sull'evoluzione geologica e climatica del pianeta. Una serie di gigantesche eruzioni vulcaniche potrebbe aver reso i primi miliardi di anni della sua esistenza meno favorevoli del previsto alla comparsa della vita.***

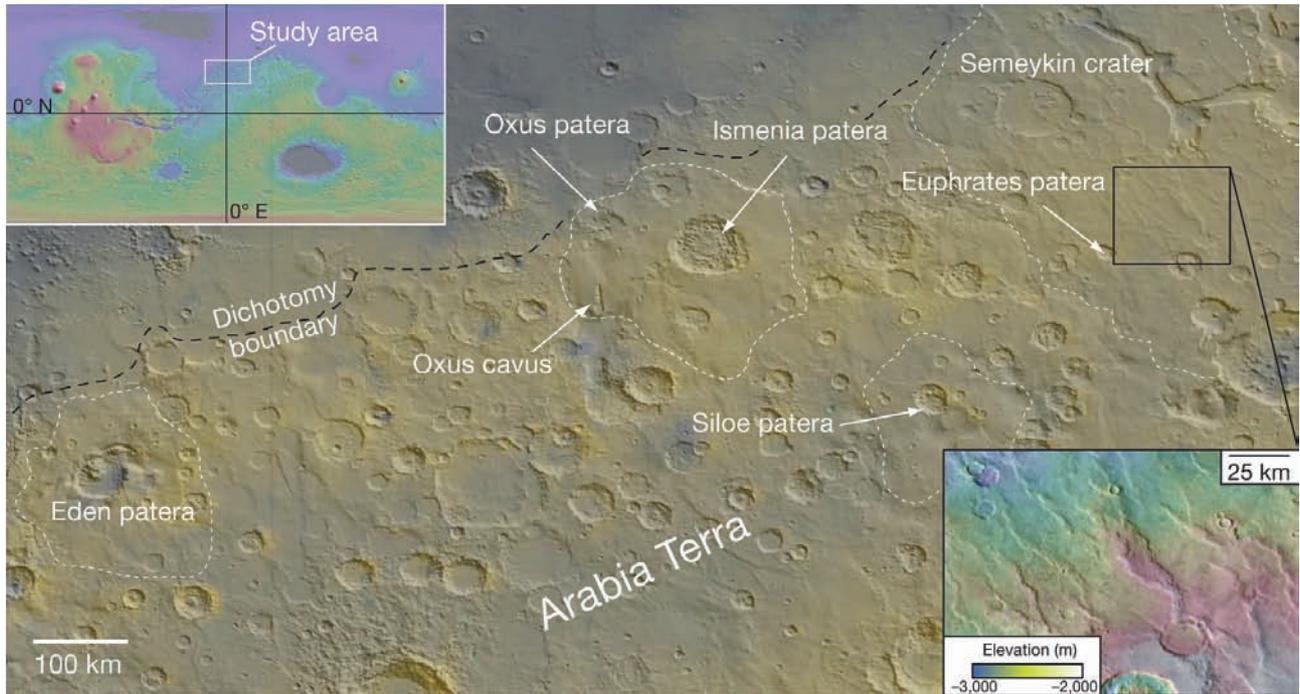
**C**he i più grandi vulcani inattivi del sistema solare siano ospitati da Marte non è una novità. A dispetto delle sue relativamente piccole dimensioni, quel pianeta vanta vette che raggiungono altezze pari al triplo di quelle del nostro Everest e che arrivano ad avere ampiezze alla base grandi quanto l'Italia. L'esemplare più noto è il Mons Olympus, individuato dagli astronomi già nell'800 sotto forma di struttura dalla peculiare albedo. Se quei vulcani ci sembrano già enormi, sono in realtà modesti se paragonati ai rappresentanti della nuova classe di supervulcani presentata all'inizio di ottobre

da Joseph Michalski (Planetary Science Institute, Tucson; Natural History Museum, UK) e Jacob Bleacher (NASA Goddard). I due ricercatori hanno riesaminato immagini satellitari e dati collezionati da varie sonde che hanno orbitato attorno a Marte negli ultimi 15 anni, trovando che alcune strutture in passato considerate ampi crateri da impatto, pesantemente erosi da agenti geologici e atmosferici (oltre che da successivi

# ni di Marte



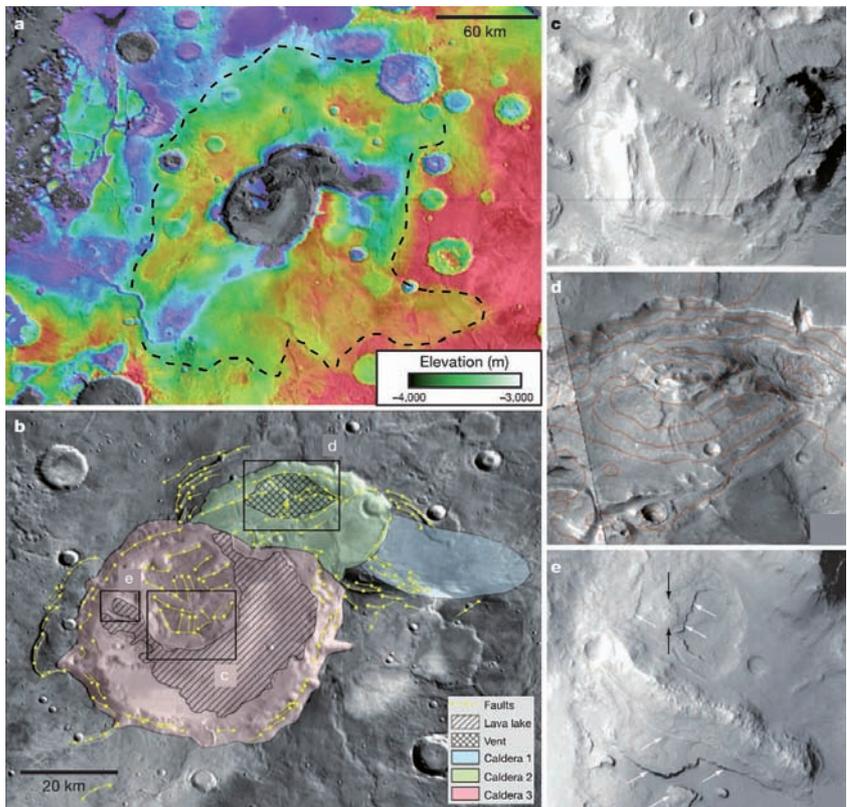
**U**no scenario ricorrente nel primo miliardo di anni di esistenza di Marte. Ai già noti grandi vulcani a scudo si vanno ora ad aggiungere alcuni supervulcani, le cui titaniche eruzioni hanno condizionato pesantemente il primitivo clima marziano.



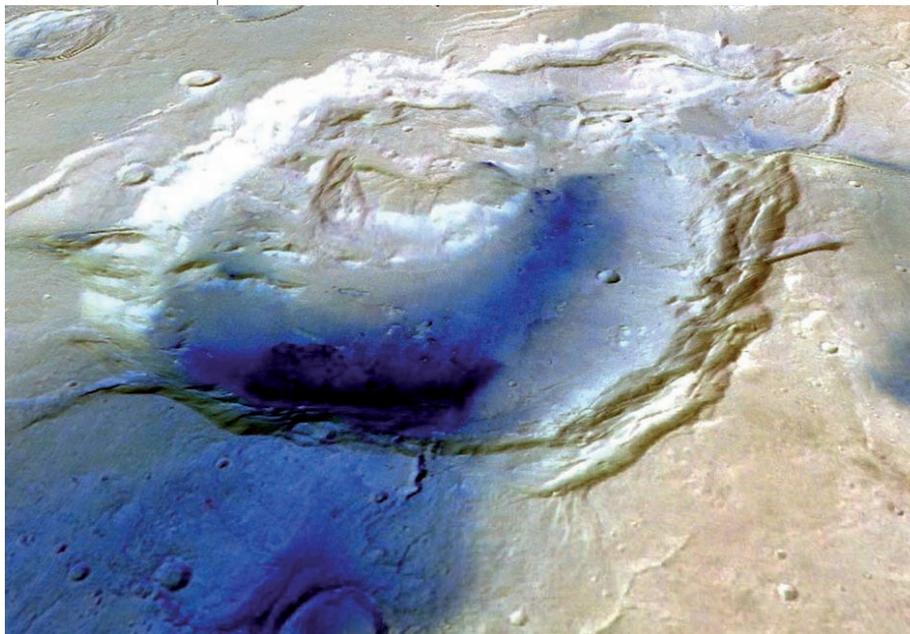
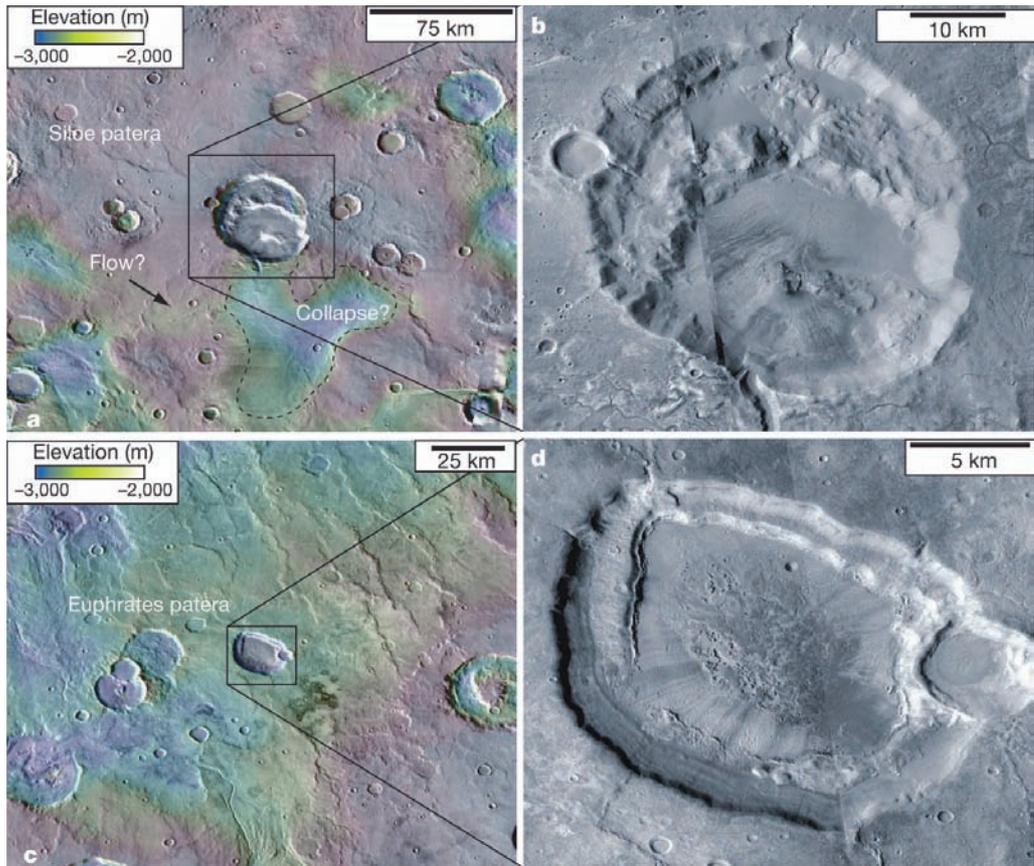
**Sopra, il contesto areografico della regione settentrionale di Arabia Terra, con tratteggiati alcuni dei supervulcani individuati da Michalski e Bleacher. A destra, riprese in maggior dettaglio della complessa morfologia di Eden Patera. Questa struttura è il miglior esempio marziano di ciò che resta di un supervulcano. [NASA]**

impatti), sono con ogni probabilità ciò che resta di gigantesche caldere vulcaniche, che esaurirono la loro poderosa attività nel primo miliardo di anni di esistenza del pianeta, un'epoca di cui sappiamo molto poco.

Quando si parla di supervulcani ci si riferisce a strutture decisamente diverse dai classici vulcani a scudo come il Mons Olympus o i vulcani hawaiani, o come i normali vulcani a cono. I supervulcani non sono montagne imponenti, in quanto le loro eruzioni esplosive, tipiche delle fasi giovanili dei pianeti rocciosi, sono paragonabili a una rapida inondazione, che si esaurisce in uno o più episodi incapaci di accrescere un edificio vulcanico stabile al di sopra della camera magmatica. Al contrario, le supereruzioni producono gigante-

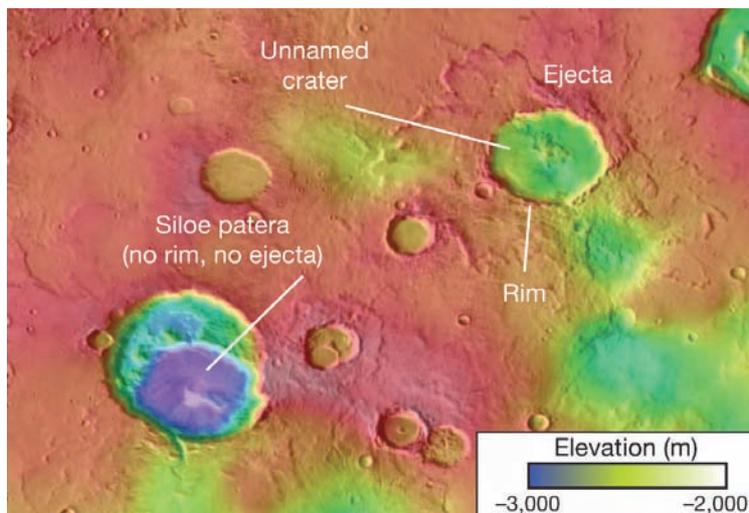


**A**ltri due chiari esempi di caldere supervulcaniche, Siloe Patera ed Euphrates Patera. Come si nota facilmente, le due formazioni sono prive di due strutture tipiche dei crateri da impatto, i bordi e gli ejecta, pertanto devono essersi formate a seguito dello sprofondamento del terreno sovrastante per il venir meno della pressione esercitata dal preesistente magma, fuoriuscito a inondare la regione. Sotto, un notevole primo piano in falsi colori di Eden Patera. [NASA, ESA/ Mars Express/ Freie Universitat Berlin/NHM]



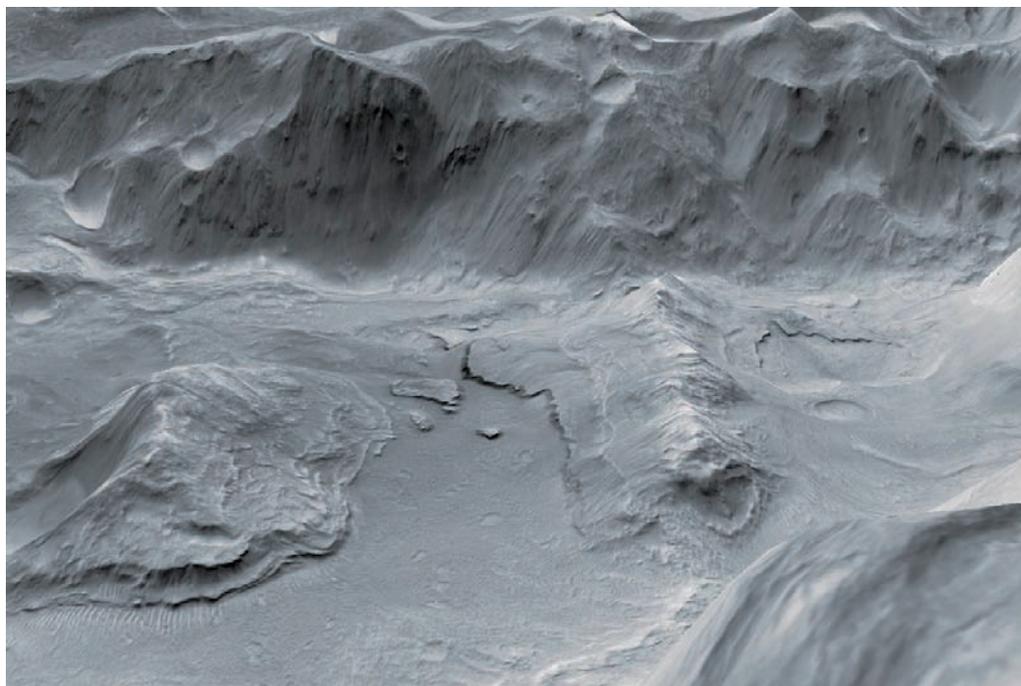
sche fosse, depressioni che si formano a seguito del crollo del soffitto della caldera, per il venir meno della pressione esercitata dal magma prima della fuoriuscita. Mentre un classico vulcano può arrivare a eruttare, durante un evento particolarmente violento, anche 1 km<sup>3</sup> di materiale (si veda ad esempio il Mount St. Helens, nel 1980), un supervulcano può riversare sui territori che lo circondano una quantità di lava e ceneri misurabile in migliaia di km<sup>3</sup>, e questo sia sulla Terra come su Marte. Da noi un ben noto evento di quel tipo fu la supereruzione che 65 milioni di anni fa originò la Deccan Traps, uno spesso strato di roccia lavica, ampio mezzo milione di km<sup>2</sup>, creato dalla fuo-

riuscita dalla crosta terrestre di circa 9000 km<sup>3</sup> di materiale vulcanico. (Quell'eruzione fu solo l'ultimo rilevante episodio di una serie di episodi simili che avevano già interessato quella regione, oggi identificabile con la parte centro-occidentale dell'India.) Tornando a Marte, Michalski e Bleacher suggeriscono che anche su quel pianeta possono essersi verificate eruzioni catastrofiche come quelle terrestri, e cercando riscontri sulle immagini satellitari hanno anche individuato sette possibili candidati al ruolo di residui di caldere supervulcaniche, con il miglior esemplare rappresentato da Eden Patera, largo 55 km, lungo 85 km e profondo 1,8 km. Si tratta di depressioni irregolari, ampie mediamente fra oltre 20 e 60-70 km, situate nella regione di Arabia Terra, sul confine fra terreni sensibilmente diversi tra loro, in prossimità dell'equatore marziano. La forma vagamente a scodella è assimilabile a quella del Crater Lake dell'Oregon (è il lago più profondo degli Stati Uniti), alla cui origine, 7700 anni fa, vi fu appunto il collasso di una struttura vulcanica, nel vuoto lasciato da una forte eruzione. La nuova interpretazione data da Michalski e Bleacher a quelli che finora erano visti come an-



tichissimi, irregolari e assai erosi crateri da impatto ha una diretta ripercussione sulla storia geologica e soprattutto climatica di Marte. Sappiamo infatti che sulla Terra le eruzioni dei supervulcani sfociarono spesso in lunghissimi e gelidi inverni globali, innescati dalle ceneri immesse nell'atmosfera, capaci di oscurare il Sole e respingerne il calore. Marte può aver vissuto esperienze simili, avendo inizialmente un'atmosfera ben

**S**opra, comparazione del rapporto profondità/diametro della regione di Siloe Patera. Come si evince dal confronto con un vicino cratere da impatto, non solo la caldera è priva di bordi ed ejecta ma ha pure una base molto più profonda, caratteristica inspiegabile attraverso il meccanismo dell'impatto. [J. Michalski and J. Bleacher]



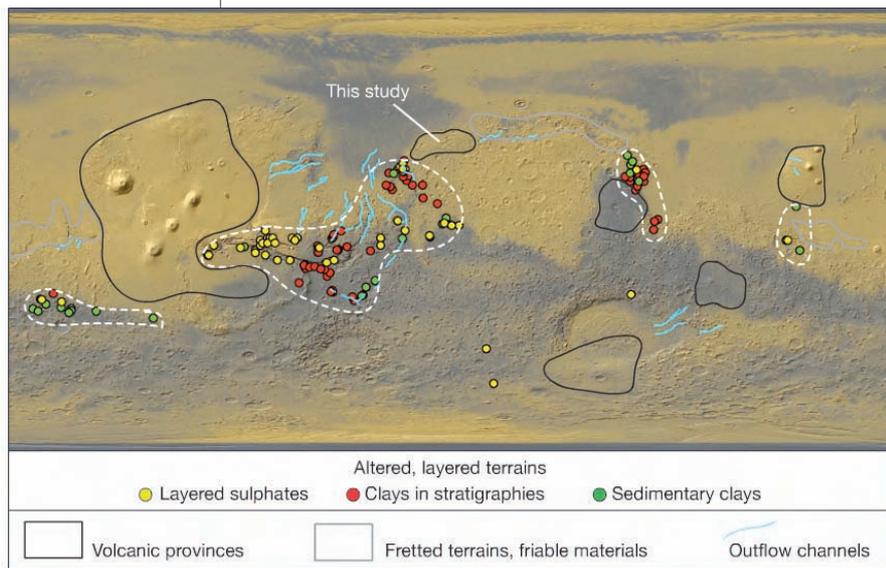
**A** sinistra, una immagine ad alta risoluzione dell'interno di Eden Patera, che mostra strati di lava sovrapposti, che come onde petrificate sembrano risalire a varie altezze i rilievi interni. [NASA/JPL/MSSS]

**U**n altro esempio di supervulcano presente su Marte, Oxus Patera, qui presentato in falsi colori per evidenziarne i pendii dei rilievi, che risultano composti di materiali friabili, tipici dei depositi di ceneri vulcaniche. [ESA/Mars Express/Freie Universitat Berlin]. Sotto, la distribuzione delle maggiori regioni vulcaniche su Marte, in relazione a terreni friabili ed erosi, e terreni stratificati composti di solfati e argille. La regione indagata da Michalski e Bleacher è l'area contrassegnata dalla scritta "This study". [J. Michalski and J. Bleacher]



più consistente di quella attuale. In tal caso, considerando anche la maggiore distanza dal Sole rispetto alla Terra, il piccolo pianeta può essere rimasto decisamente ospitale per un periodo complessivamente più lungo di quello già ipotizzato, e quindi potrebbero esserci stati maggiori impedimenti alla possibile comparsa della vita. Non solo. Se le enormi depressioni di Ara-

bia Terra sono effettivamente ciò che resta di un gruppo di supervulcani, ad essi potrebbe essere attribuita l'origine di vari depositi di rocce sedimentarie dall'aspetto cinereo, sparse nell'adiacente regione equatoriale di Marte. Da decenni i geologi discutono sul meccanismo che può aver generato quei depositi, preferendo il più delle volte vederli come strati formati sui fondali di antichi laghi, quindi con l'intervento dell'acqua. Una loro origine legata all'attività dei supervulcani ridurrebbe l'impatto dell'acqua in quelle regioni, rispetto a quanto era stato finora ipotizzato. Ciò chiaramente non esclude che l'acqua potesse comunque essere presente, anzi, le indagini in loco dei rover lo confermano, avendo individuato anche all'interno di quel tipo di terreni dei minerali sicuramente formati con la partecipazione del prezioso liquido. Nel prossimo futuro sarà interessante scoprire quanti residui di supervulcani sono presenti su Marte e come la loro presenza può aver condizionato l'ambiente marziano. ■



# Wolf-Rayet pr delle SN Ib

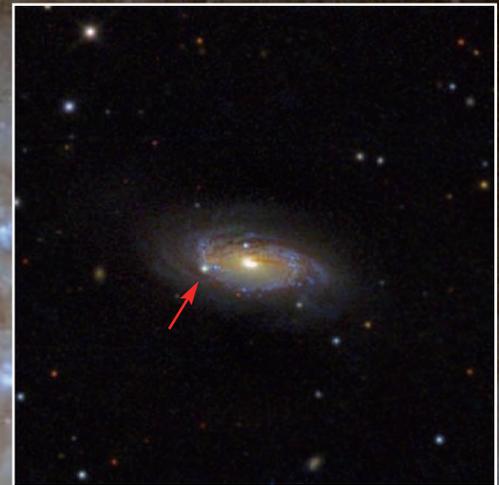
*Dopo lunghe e infruttuose ricerche è stata finalmente trovata su immagini di archivio una stella che è successivamente esplosa come supernova di tipo Ib in una galassia lontana oltre 70 milioni di anni luce. Si tratta di una Wolf-Rayet, una stella che a seguito della perdita degli strati esterni di idrogeno mostra il suo caldissimo e luminosissimo nucleo.*

*NGC 5806 è la galassia spirale nella quale è esplosa la supernova che ha permesso a un team internazionale di astronomi di scoprire quale tipo di stella è il progenitore delle SN di tipo Ib. Il cerchietto rosso*

# ogenitrici

*indica la posizione dove anni dopo la ripresa di questa immagine è avvenuto il fenomeno, ben visibile nel riquadro, al centro del quale la freccia indica la supernova. [California Institute of Technology]*

PTF13bvn è la sigla con cui è nota una supernova esplosa a metà giugno nella galassia NGC 5806, una bella spirale distante quasi 73 milioni di anni luce e appartenente all'ammasso della Vergine. Poteva essere una qualunque delle centinaia di supernovae che ogni anno finiscono nella rete della survey coordinata dall'intermediate Palomar Transient Factory (iPTF, di qui il nome della SN) e invece si è presto rivelata molto più interessante del previsto, offrendo per la prima



volta agli astronomi l'opportunità di individuare le stelle progenitrici della tipologia di supernovae alla quale appartiene, la Ib. La peculiarità che contraddistingue queste supernovae è quella di originare da stelle che esplodono dopo aver perso tutto l'involucro esterno (a causa di forti venti stellari o per l'intervento di una stella compagna), composto essenzialmente di idrogeno. Ciò che collassa e deflagra è dunque il nucleo a prevalente composizione di elio, rimasto



esposto allo spazio esterno. Il progenitore delle SN Ib è tipicamente una stella molto massiccia (oltre 20 masse solari), che anche dopo la perdita dell'ampio involucro di idrogeno resta comunque più massiccia del Sole. Questo identikit sommario corrisponde alle stelle Wolf-Rayet, descritte per la prima volta nel 1867 da Charles Wolf e Georges Rayet.

Fra le caratteristiche salienti di quegli astri ci sono l'elevatissima luminosità (da decine di migliaia a milioni di volte quella del Sole), l'altissima temperatura fotosferica (da 30000 a 200000 Kelvin) e ampie righe in emissione dell'elio nello spettro. La marcata presenza di queste ultime anche nello spettro delle SN Ib ha da tempo lasciato ipotiz-

**U**no degli strumenti con diametro di 1 metro del Las Cumbres Observatory Global Telescope, network che include altri strumenti della stessa misura e

PER VIDEO E ANIMAZIONI SI RIMANDA ALLA  
**VERSIONE MULTIMEDIALE**  
 DELLA RIVISTA PRESENTE SUL SITO WEB  
<http://ita.astropublishing.com/>



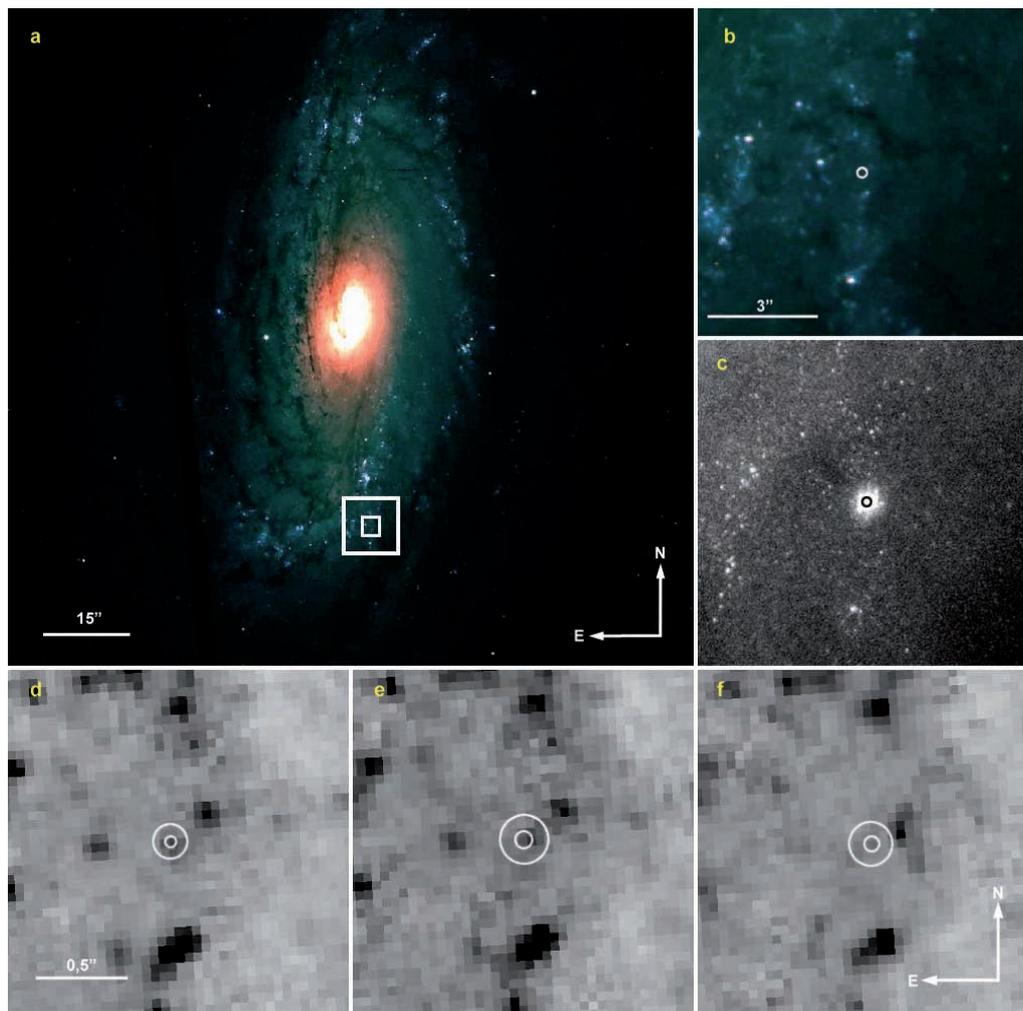
*anche alcuni di 2 metri. Di uno di questi ultimi, nell'animazione in alto, è rappresentato il movimento di apertura dell'originale cupola. [LCOGT network]*

zare che ci fosse un nesso fra quello specifico tipo di esplosioni e le stelle Wolf-Rayet. Nel tentativo di trovare conferme, gli astronomi sono andati a scavare negli archivi fotografici, cercando quel tipo di stelle in coincidenza delle posizioni dove sono successivamente esplose SN Ib. Non solo non hanno mai trovato le Wolf-Rayet, ma non

hanno mai trovato proprio nulla, come se il progenitore non esistesse, e ciò sicuramente a causa delle grandi distanze delle galassie in cui i fenomeni si sono verificati e della difficoltà di risolvere in esse le singole stelle. Anche di recente una ricerca in quella direzione aveva indagato dodici siti di SN Ib, ma ogni sforzo di riconoscere su immagini di archivio le stelle interessate dal fenomeno è stato vano.

Se consideriamo che una frazione rilevante di tutte le supernovae derivanti da stelle molto massicce (circa  $\frac{1}{3}$ ) sono di tipo Ib, va da sé che il non aver mai individuato un progenitore impedisce di riscontrare appieno i modelli teorici. Non riuscendo a osservare direttamente quel tipo di target, gli astronomi si sono finora accontentati di dedurre le proprietà dalle caratteristiche iniziali della curva di luce delle supernovae, che è sensibile alle dimensioni del progenitore, all'energia dell'esplosione e alla composizione chimica degli strati più esterni.

Ma con l'esplosione di iPTF13bvn l'inafferrabile progenitore è stato alla fine svelato, grazie al lavoro di un team internazionale di ricercatori, che sotto la guida di Yi Cao (Caltech) hanno osservato l'evoluzione del fenomeno con diversi strumenti del Las Cumbres Observatory Global Telescope (da vari luoghi del pianeta), prendendo numerosi spettri che giorno dopo giorno hanno mostrato nella sequenza attesa tutte quelle righe che sono associabili all'esplosione di una Wolf-Rayet. Poiché la iPTF13bvn era stata scoperta con la Luna quasi piena, che intuibilmente ostacolava le osservazioni nel visuale, gran parte degli spettri sono stati presi nell'infrarosso vicino, dove il fastidio arrecato dal satellite svanisce. In sintesi, l'andamento spettroscopico della supernova è stato il seguente: inizialmente si sono mostrati nel visibile il doppietto H e K del calcio ionizzato e nell'infrarosso il tripletto dello stesso elemento, in aggiunta alle righe del ferro a circa  $5000\text{\AA}$ , e ancora del ferro, del magnesio e del titanio, tutti ionizzati una volta, a circa  $4400\text{\AA}$ . Come previsto dai modelli, le righe dell'elio, inizialmente incerte e confondibili con quelle di altri elementi (azoto, silicio e neon) hanno iniziato a imporsi attorno al decimo giorno dall'esplo-



**NGC 5806** in un'immagine presa da Hubble nel 2005 (a); un ingrandimento centrato sulla regione interessata dalla SN iPTF13bvn (b); la supernova con il cerchio che indica il margine di errore della posizione del progenitore (c); il progenitore in tre diverse elaborazioni delle immagini originali di Hubble (d, e, f). [NASA/Y. Cao et al.]

sione e in quelli successivi, fino all'apparizione della traccia più attesa, il doppietto a  $20581\text{\AA}$ , utilizzato spesso per confermare la massiccia presenza dell'elio e quindi il legame con un progenitore che ne aveva enormi quantità in superficie.

A quel punto Cao e colleghi potevano classificare la supernova in questione come di tipo Ib e il passo successivo sarebbe stato quello di andare alla ricerca del progenitore su immagini di archivio. L'unico database in grado di mostrare singole stelle in galassie distanti quanto NGC 5806 è quello del telescopio spaziale Hubble, e proprio lì i ricercatori hanno scovato, su un'immagine presa alcuni anni prima, un astro di colore blu la cui posizione è pressoché coincidente

con quella della iPTF13bvn, considerando che il possibile margine di errore è di appena 80 miliardesimi di secondo, pari a una distanza proiettata di circa 28 anni luce.

Dalla luminosità e dal colore, quell'astro ha elevate probabilità di essere una stella particolarmente massiccia, con un diametro che verosimilmente non è di molto superiore a tre volte quello del Sole, tutte caratteristiche tipiche delle Wolf-Rayet.

Per avere la certezza assoluta che sia proprio quello il progenitore della supernova iPTF13bvn, il team di Cao dovrà ora procedere a rifotografare NGC 5806 con l'Hubble: se nelle nuove immagini la stella sarà scomparsa, il legame fra Wolf-Rayet e supernovae di tipo Ib sarà definitivamente provato. ■

# TecnoSky

STRUMENTI PER ASTRONOMIA

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

## TUTORIAL ACCESSORI



**Tripletto Apo FPL53 Tecnosky 90/800mm**  
Compatto rifrattore Apo da 90mm e focale 800mm 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 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

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**

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)

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.

 **01599521**

Disponibile anche nelle versioni:  
Newton f/4.1 con correttore da 3"  
Ritchey Chrétien con correttore/riduttore f/9  
Cassegrain Classico f/15

website

