

Il nuovo volto del sistema di Plutone



**LISA Pathfinder e le
onde gravitazionali**

**Curiosity fra le dune
sabbiose di Marte**

• Stelle rinate, risolto
il mistero

• Svelata la diversità
delle esoatmosfere

• Prime osservazioni
con SEPIA

• Una fredda stella
nana molto magnetica



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

4 **Il nuovo volto del sistema di Plutone**

Il download di dati dalla memoria della sonda New Horizons continua senza sosta e di pari passo cresce il numero di nuove scoperte fatte nel sorprendente sistema di Plutone. Quasi nulla di ciò che gli scienziati si aspettavano di trovare è stato trovato, mentre sono emerse delle realtà del tutto...

14 **MAVEN rivela come il vento solare strappa l'atmosfera marziana**

La missione MAVEN ha identificato il processo che sembra aver giocato un ruolo chiave nella transizione del clima marziano, da un iniziale ambiente caldo e umido, che può aver supportato la vita in superficie, all'arido pianeta che è oggi Marte. I dati di MAVEN hanno permesso ai ricercatori di determinare...

18 **Prime osservazioni con SEPIA**

Un nuovo strumento, attaccato al telescopio di 12 metri Atacama Pathfinder Experiment (APEX), a 5000 metri sul livello del mare, nelle Ande cilene, sta aprendo una finestra prima inesplorata sull'universo. Lo Swedish-ESO PI receiver for APEX (SEPIA) percepirà i deboli segnali dell'acqua e di altre molecole dentro...

20 **L'alone splendente di una stella zombie**

Il residuo di un'interazione fatale fra una stella morta e un suo asteroide è stato studiato in dettaglio per la prima volta da un gruppo internazionale di astronomi, attraverso il Very Large Telescope dell'Osservatorio del Paranal, in Cile. Questo residuo dà un assaggio del lontano futuro destino del sistema solare...

26 **LISA Pathfinder e le onde gravitazionali**

Le onde gravitazionali, uno dei fenomeni previsti un secolo fa da Albert Einstein, potrebbero aiutare i ricercatori a capire i meccanismi che generano alcuni dei più energetici eventi dell'universo, quelli che nemmeno la teoria della Relatività Generale del medesimo Einstein è in grado di indagare. Scoprire...

34 **Una fredda stella nana molto magnetica**

Utilizzando il Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), alcuni astronomi hanno scoperto che una fioca e fredda stella sta generando un campo magnetico sorprendentemente potente, al punto da rivaleggiare con le più intense regioni magnetiche del nostro Sole. Lo straordinario campo magnetico...

38 **Svelata la diversità delle esoesofere**

Finora gli astronomi hanno scoperto circa 2000 pianeti attorno ad altre stelle. Una parte di questi pianeti sono noti come "hot Jupiter", ovvero pianeti caldissimi e gassosi con caratteristiche simili a quelle di Giove. Orbitano molto vicino alle loro stelle, il che li rende roventi e difficili da studiare in dettaglio...

40 **Stelle rinate, risolto il mistero**

L'astronoma Natalie Gosnell, dell'Università del Texas, ha usato il telescopio spaziale Hubble per meglio comprendere perché alcune stelle non stanno evolvendo come previsto. Queste cosiddette "blue stragglers" (vagabonde blu) appaiono più calde e più blu di quanto dovrebbero alla loro avanzata età. È come...

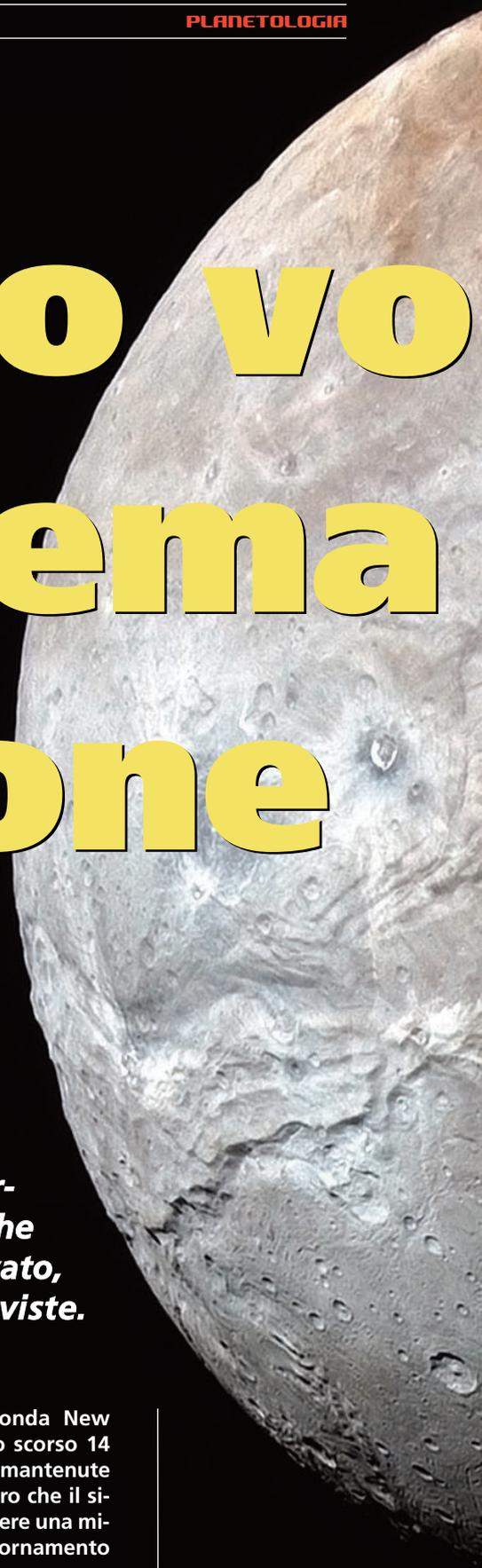
44 **La nascita dei mostri**

Il solo contare il numero delle galassie in un pezzetto di cielo fornisce una via per testare le teorie degli astronomi sulla formazione ed evoluzione galattica. Tuttavia, un compito così semplice diviene sempre più difficile allorché gli astronomi tentano di contare le galassie più distanti e fioche. Ciò è...

46 **Curiosity fra le dune sabbiose di Marte**

Come nei deserti terrestri, anche su Marte ci sono territori coperti di dune di sabbia, che si trasformano lentamente per l'azione del vento. Il rover Curiosity ha raggiunto una di quelle dune e ha iniziato ad analizzarla per capire se il vento è in grado di smistare i granelli di sabbia in base alle loro dimensioni...

Il nuovo volto del sistema di Plutone



di Michele Ferrara

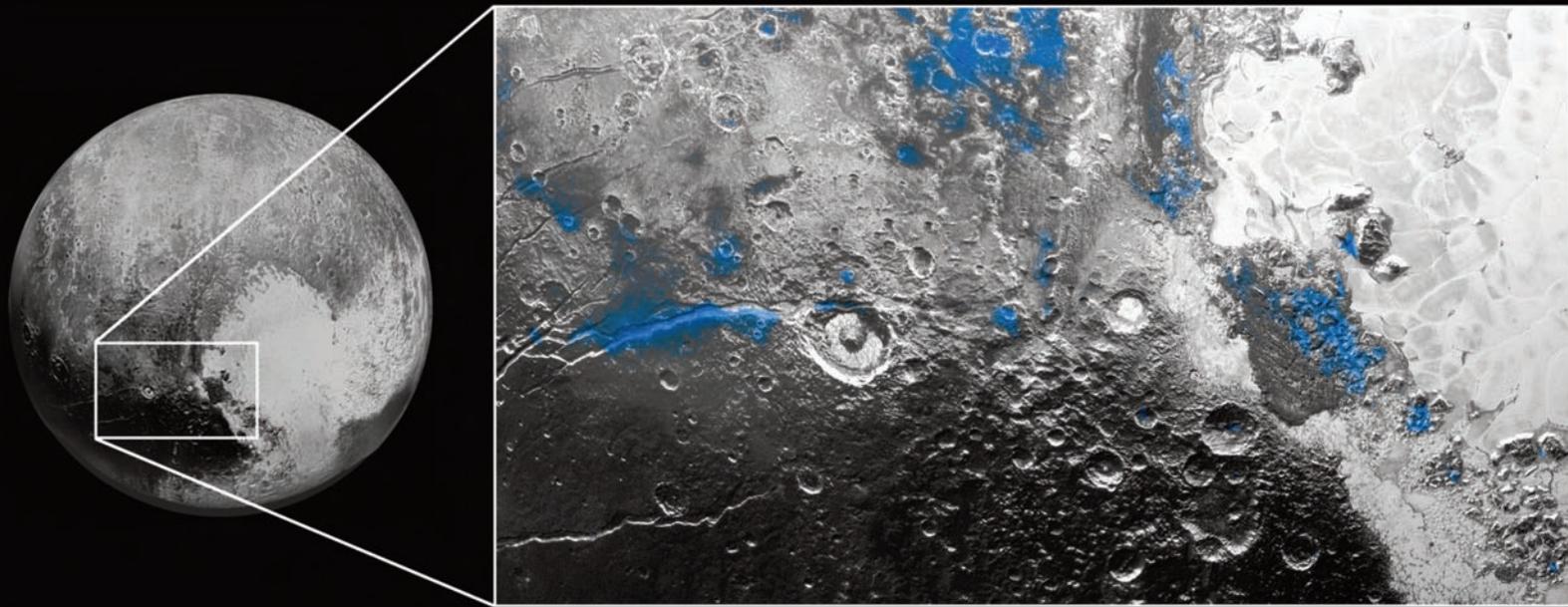
Il download di dati dalla memoria della sonda New Horizons continua senza sosta e di pari passo cresce il numero di nuove scoperte fatte nel sorprendente sistema di Plutone. Quasi nulla di ciò che gli scienziati si aspettavano di trovare è stato trovato, mentre sono emerse delle realtà del tutto impreviste.

Un Plutone molto simile al satellite Tritone di Nettuno, un Caronte dalla oscura e butterata superficie, e quattro altri insignificanti satelliti. Questo, più o meno, era ciò che astronomi e geologi pensavano potesse risultare dai rilevamenti di

varia natura compiuti dalla sonda New Horizons, durante il flyby dello scorso 14 luglio. Le aspettative sono state mantenute solo in piccola parte, tanto è vero che il sistema di Plutone si è rivelato essere una miniera di sorprese. In questo aggiornamento

Ito

La migliore immagine di Caronte attualmente disponibile. I colori, moderatamente intensificati, sono il risultato della combinazione di immagini prese nel blu, nel rosso e nell'infrarosso. Visibilissima la regione polare nord, denominata Mordor Macula, la cui colorazione mattone rimane un mistero. L'intero globo è solcato da una serie di giganteschi canyons che rivelano una profonda attività geologica. La risoluzione dell'immagine è di 2,9 km/pixel. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]



commentiamo le novità più rilevanti e le immagini più significative rilasciate in ottobre e in novembre dai vari team di ricercatori della missione.

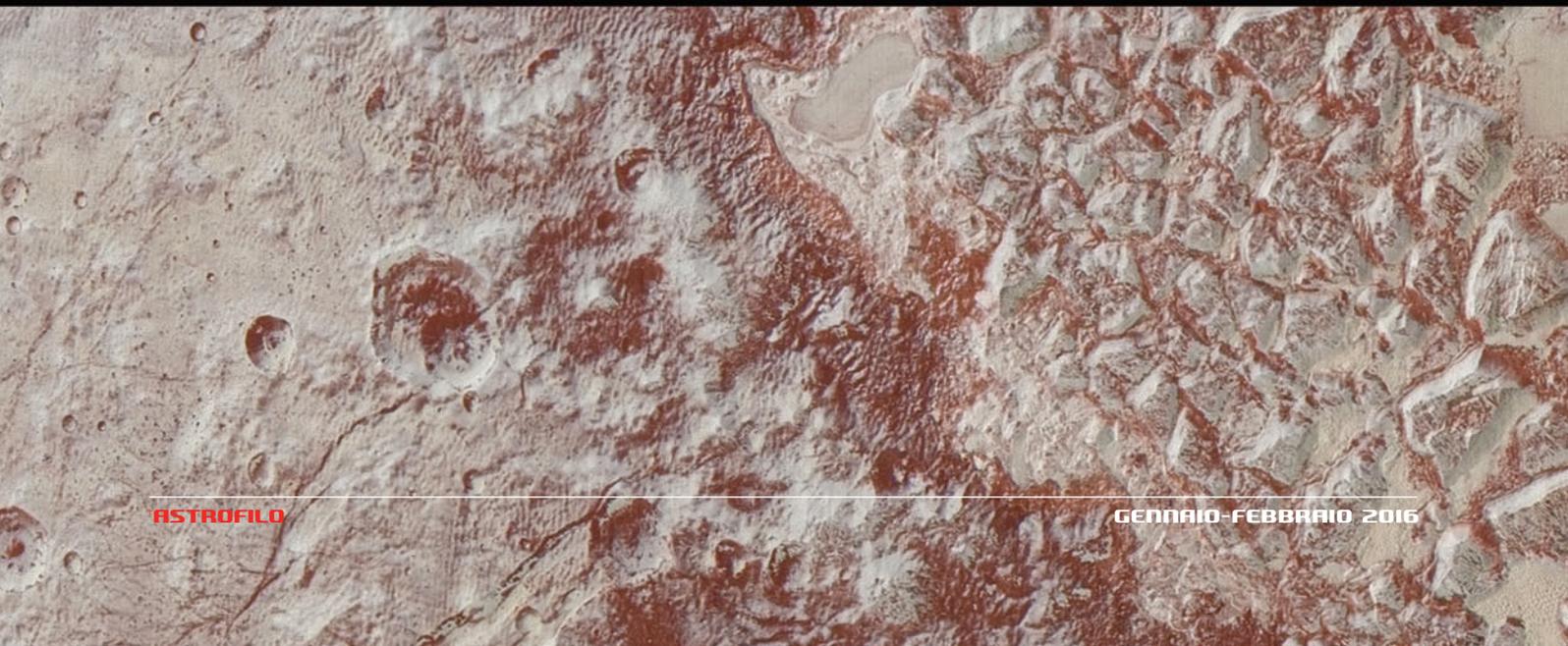
Una delle principali scoperte relative a Plutone è stata quella di depositi esposti di ghiaccio d'acqua, individuati dallo strumento Ralph-Multispectral Visible Imaging Camera (MVIC) ed evidenziati in blu nell'immagine qui sopra. La quasi totalità della superficie del pianeta è ricoperta di ghiacci di elementi più volatili dell'acqua, e i ricercatori ad ora non sanno perché questa sia affiorata o rimasta scoperta proprio in quelle determinate regioni. Potrebbe non essere casuale che quelle regioni coincidano con terreni particolarmente arrossati dalla contemporanea presenza di complesse catene moleco-

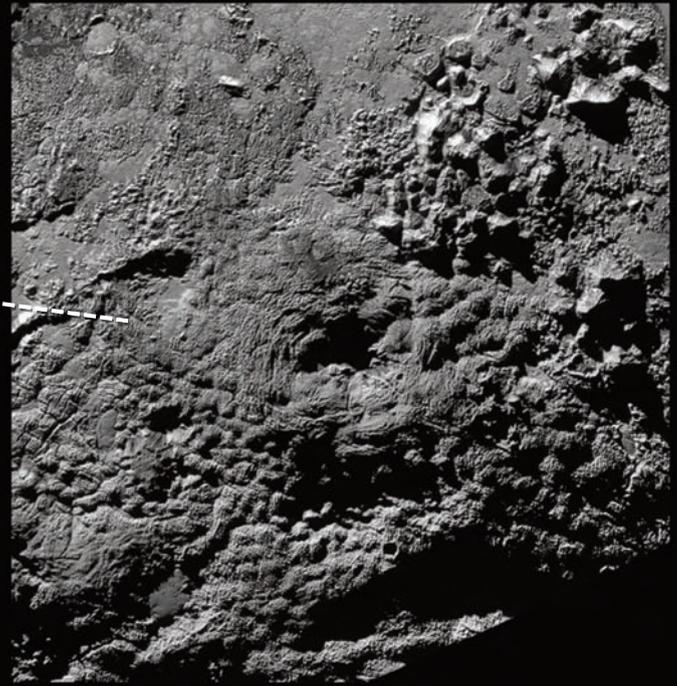
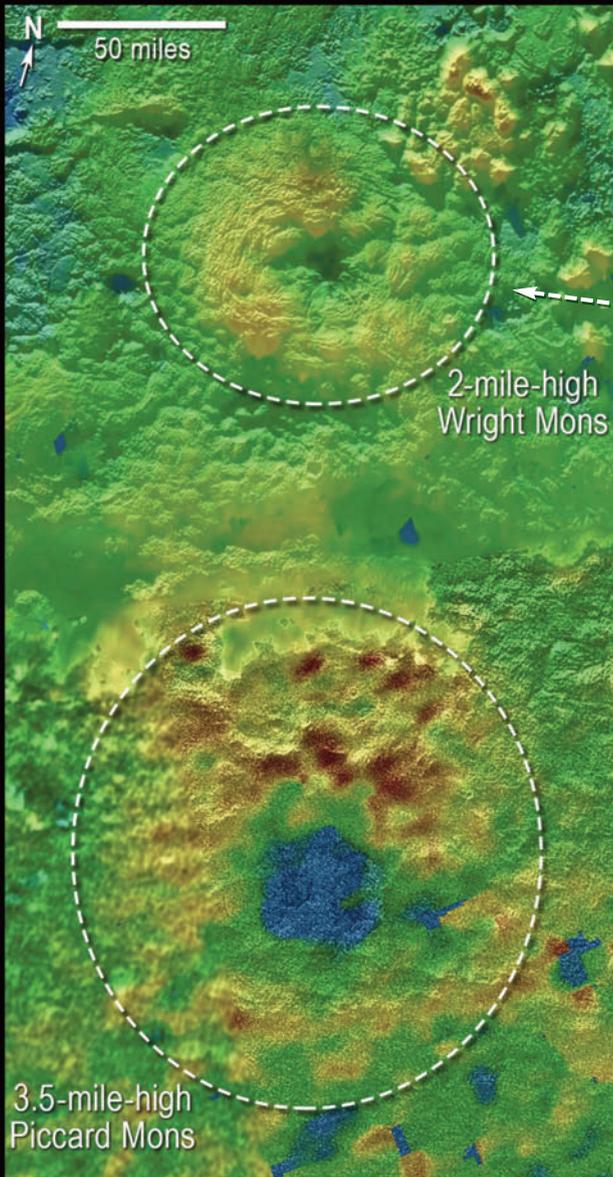
lari denominate toline, all'origine delle quali ci sono atomi di azoto e metano ionizzati nell'atmosfera dalla radiazione ultravioletta del Sole. Le tracce più marcate di ghiaccio d'acqua coincidono con un tratto della Virgil Fossa, che si snoda a ovest del cratere Elliot (nella parte sinistra del riquadro), e con Viking Terra (parte alta dell'immagine).

Un'altra concentrazione di ghiaccio d'acqua interessa Baré Montes, sul confine con il "cuore" di Plutone. La regione riquadrata è ampia circa 450 km.

Gli affioramenti di ghiaccio d'acqua non sono che l'ultima dimostrazione della varietà geologica della superficie plutoniana, una varietà ben rappresentata nell'immagine qui sotto (una regione contigua alla parte superiore dell'immagine precedente), nella quale

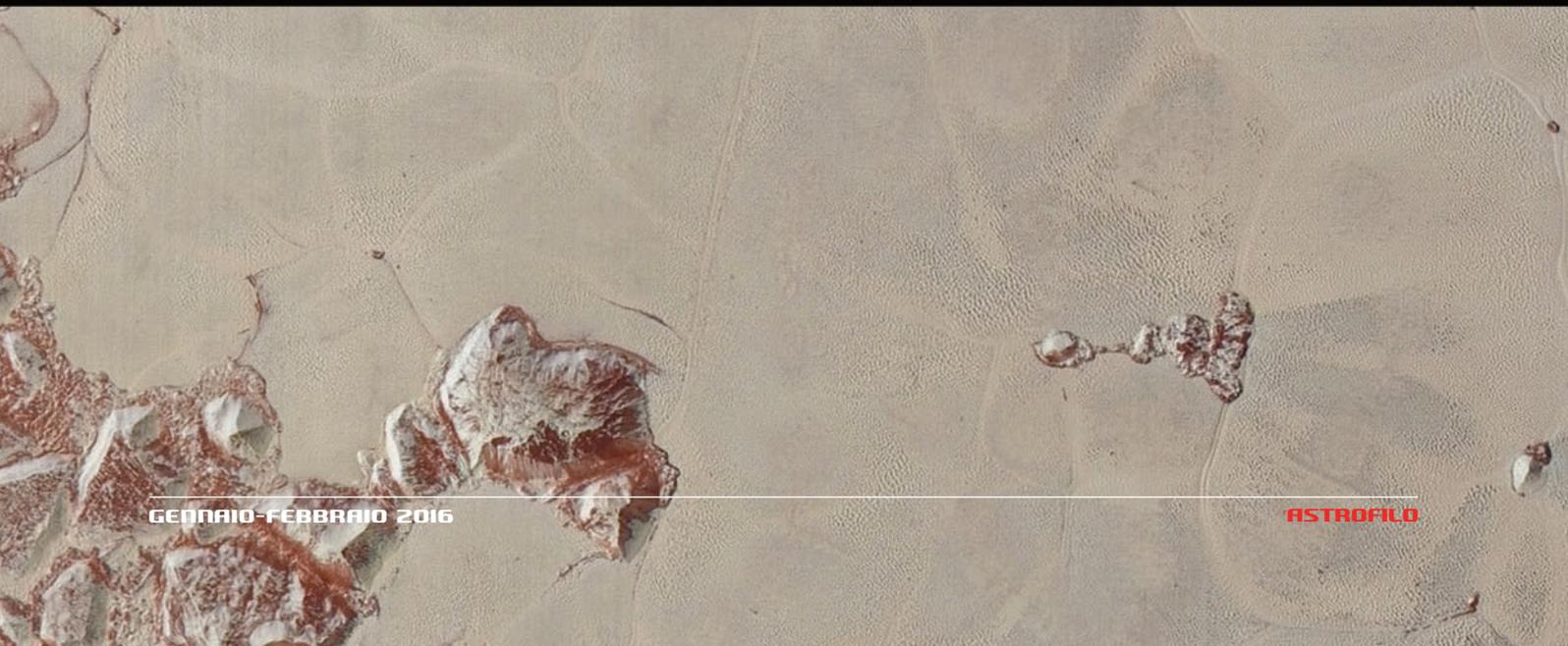
Sopra, le regioni in cui è stato individuato ghiaccio d'acqua esposto (colorato in blu). Sotto, una immagine ad alta risoluzione di una vasta area compresa fra Tombaugh Regio e Viking Terra. Alla pagina seguente, i due criovulcani evidenziati da elaborazioni 3-D. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]





è assolutamente stridente il contrasto fra una corrugata e craterizzata superficie vecchia di miliardi di anni (parte di sinistra), e una liscia distesa di ghiacci quasi immacolati, la cui età è probabilmente inferiore ai 10 milioni di anni, segno inequivocabile di un pianeta geologicamente vivo, forse ancora ai giorni nostri. La scena inquadrata è ampia circa 530 km e le strutture più piccole riconoscibili arrivano a circa 250 metri.

Qui sopra e a fianco vediamo invece le testimonianze di un'altra sorprendente scoperta fatta su Plutone, due giganteschi rilievi, con base fino a 150 km, alla cui sommità è presente una depressione che ne rivela la pro-





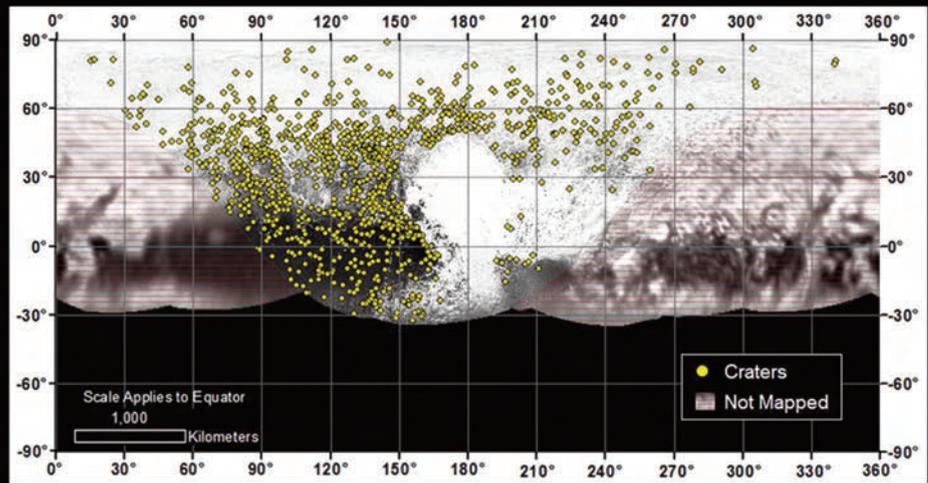
babile natura vulcanica. Nella fattispecie si tratterebbe di criovulcani, ossia vulcani di ghiaccio che si sono formati a seguito dell'eruzione di gelide masse liquide, solidificatesi via via che si accumulavano in superficie. Denominati provvisoriamente Piccard Mons (il maggiore, alto circa 5 km) e Wright Mons (alto circa 3 km), i due crio-

vulcani non sono particolarmente evidenti nelle singole riprese fotografiche, ma si distinguono chiaramente nelle mappe topografiche 3-D create combinando immagini della superficie fatte da diverse angolazioni. Le due strutture potrebbero essere geologicamente molto recenti, a ulteriore dimostrazione che il nucleo di Plutone produrrebbe tuttora calore attraverso il decadimento a lungo termine di isotopi radioattivi.

Ma le scoperte più interessanti non riguardano solo la superficie di Plutone, infatti anche la sua atmosfera ha riservato grandi sorprese. Osservazioni precedenti al flyby della New Horizons avevano convinto gli astronomi che il pianeta nano fosse circondato da un tenue guscio di gas e che gran parte della sua massa originaria si fosse già dispersa nello spazio. Le osservazioni della sonda hanno invece dimostrato tutt'altro: l'atmosfera è più estesa e più densa

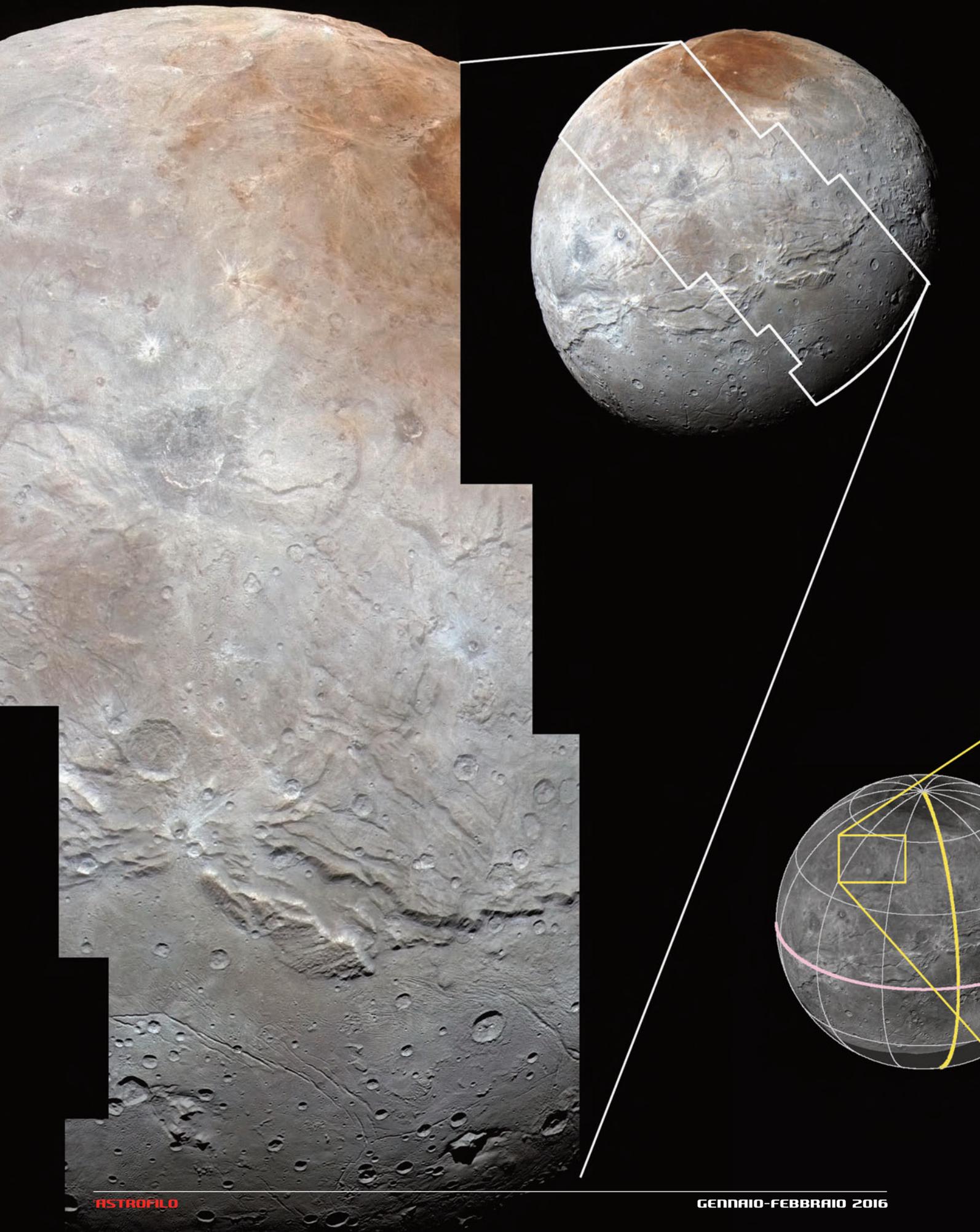
In alto, un virtuale sorvolo della superficie di Plutone in alta risoluzione. A sinistra, la suggestiva atmosfera di Plutone (vista attorno all'emisfero notturno), che negli strati bassi è sufficientemente densa da assumere una colorazione bluastra che ricorda l'atmosfera terrestre. Alla pagina seguente, Plutone e Caronte a confronto. I colori sono accentuati e la distanza molto ridotta. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]





La collocazione su Plutone di oltre 1000 crateri da impatto enfatizza i territori più antichi. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]





Alla pagina precedente, una veduta ad alta risoluzione (0,8 km/pixel) di una vasta area della superficie di Caronte, centrata verso il basso su Serenity Chasma e Vulcan Planum. A destra, un virtuale sorvolo della superficie di Caronte.

Sotto, l'enigmatico cratere Organa e i territori circostanti.

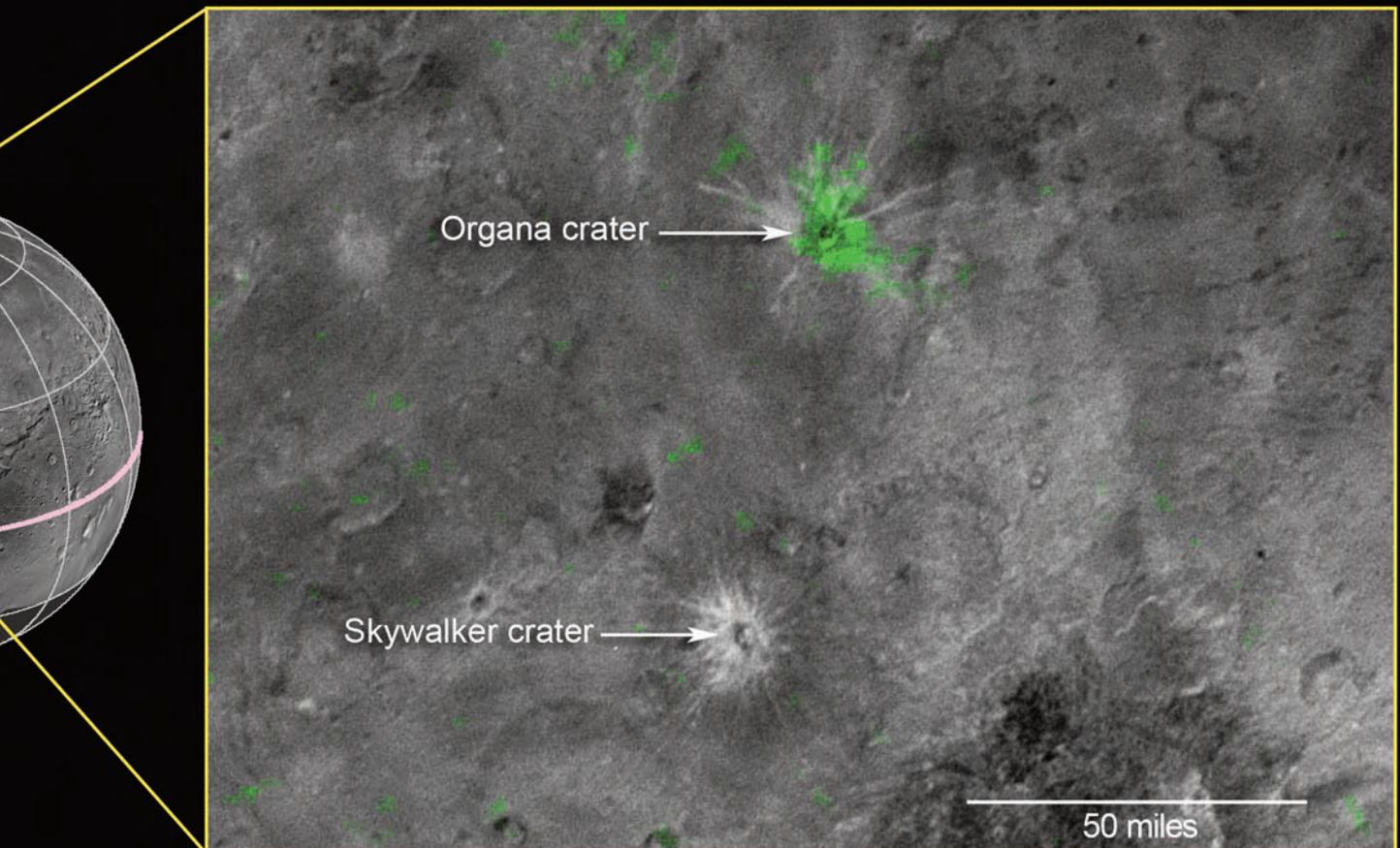
[NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]

del previsto, e gli atomi che la compongono si disperdono sotto la spinta della radiazione solare a un tasso migliaia di volte più lento di quello stimato in precedenza. Il fatto poi che quell'atmosfera sia anche più fredda del previsto rende ancora più enigmatica la sua consistenza, dal momento che ci si aspettava che già a temperature più elevate i gas atmosferici dovessero precipitare rapidamente al suolo. Del tutto inatteso è risultato pure il colore bluastro dell'atmosfera di Plutone, ben visibile nell'immagine della pagina precedente, presa quando la New Horizons si è venuta a trovare dietro al pianeta rispetto al Sole. Secondo i ricercatori, quella particolare colorazione è da imputare alla diffusione della luce solare da parte delle già menzionate toline, un processo simile a quello precedentemente osservato nell'at-



mosfera di Titano, il più grande satellite di Saturno.

Notevolissime anche le novità che riguardano Caronte, che come Plutone sembra essere stato geologicamente attivo fino a tempi recentissimi. Qui sopra, un'animazione ci permette di sorvolare parte del satellite, mentre sotto abbiamo un'immagine che in-





triga i geologi e che ritrae i crateri Organa e Skywalker. L'immagine è stata presa nell'infrarosso, a $2,2 \mu\text{m}$, ed è parte di una scansione della superficie di Caronte che mette in evidenza la sua composizione chimico-mineralogica. I due crateri sono simili per dimensione, forma e profondità, ma mentre Skywalker ha un aspetto conforme alla circostante superficie dominata dal ghiaccio d'acqua, Organa mostra invece un eccesso di ammoniaca ghiacciata, rappresentata in verde nell'immagine. Perché questa differenza fra due strutture così simili e vicine fra loro? I ricercatori ipotizzano che Organa possa essere un cratere relativamente recente e che l'evento che lo ha originato ha esposto ammoniaca nascosta nel sottosuolo; in alterna-

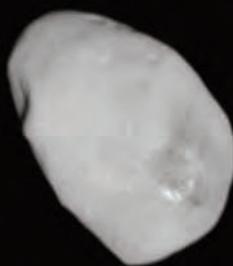
tiva, l'ammoniaca in eccesso potrebbe essere stata portata dal corpo impattante. Tralasciando questo specifico caso, i ricercatori hanno stimato, dallo studio dei crateri da impatto visibili su Caronte e su Plutone, che i corpi minori della fascia di Kuiper, con diametro al disotto di 1 km circa, devono essere meno abbondanti di quanto indicato dai modelli correnti. Ciò comporta che i corpi di maggiori dimensioni potrebbero non essersi formati attraverso la lenta aggregazione di

oggetti più piccoli, ma bensì essersi formati attraverso un processo più rapido, da materiale primordiale spazialmente più concentrato. Se così fosse, il prossimo candidato target della missione New Horizons, il KBO (Kuiper Belt Object) 2014 MU69, il cui diametro dovrebbe aggirarsi sui 40-50 km, potrebbe essere di estremo interesse, perché permetterebbe di studiare una miniera di materia primigenia del sistema solare, rimasta inalterata negli ultimi 4 miliardi di anni. E che dire degli piccoli satelliti di Plutone? Nemmeno quelli ci hanno risparmiato sorprese. Styx, Nix, Kerberos e Hydra (in ordine di distanza da Plutone) sono ben poca cosa rispetto a Caronte, come mostra il confronto in scala qui sotto, ma pur nel loro piccolo

A fianco, una animazione delle orbite del sistema di Plutone, con la rappresentazione dei moti rotatori. Sotto, un confronto fotografico in scala dei satelliti di Plutone. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]



Styx



Nix



Kerberos



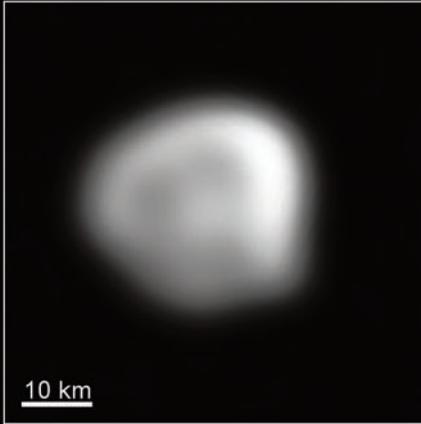
Hydra

Charon

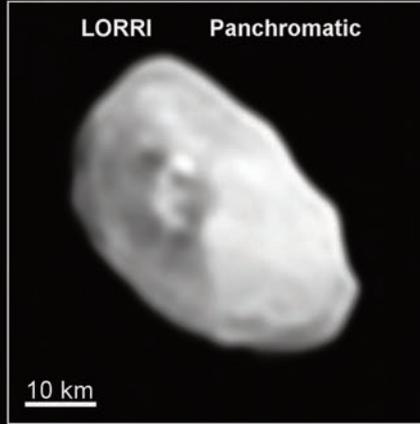
10 miles

10 km

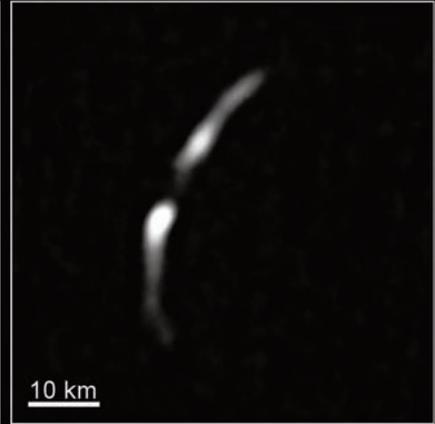
On Approach
July 13, 23:19 UTC



Second-best Image
July 14, 08:05 UTC



Departing
July 14, 14:55 UTC

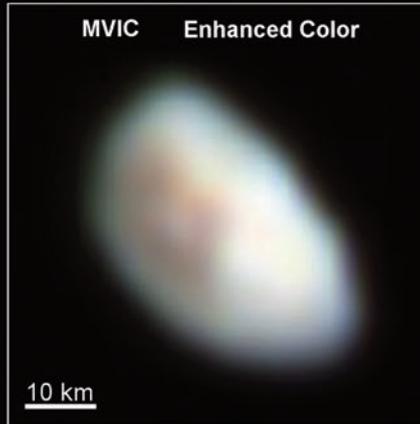


Nix, il terzo satellite di Plutone per dimensioni e distanza dal pianeta, è stato quello fotografato più da vicino dalla New Horizons. Qui lo vediamo da diverse angolazioni e a diverse risoluzioni. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute]

hanno mostrato caratteristiche impreviste. Tutti (assieme a Caronte) si sono verosimilmente formati da materiale sottratto a Plutone a seguito di un remotissimo impatto del pianeta nano con un oggetto estraneo di notevoli dimensioni.

A differenza di Nix, gli altri tre piccoli satelliti hanno una forma bilobata che lascia supporre possano essere conglomerati di due o più piccoli oggetti preesistenti, uno scenario che suggerisce l'esistenza di una più numerosa popolazione di satelliti in epoche lontane.

A differenza di quanto accaduto per le esplorazioni dei pianeti giganti, questa volta l'osservazione in situ non ha prodotto nuove scoperte di satelliti, ma di quelli già noti ha comunque permesso di calcolare con maggiore precisione diametro (per tutti e 4 di poche decine di km), orbite (percorse in periodi compresi fra 20 e 38 giorni) e periodi di rotazione sull'asse (da poco più di 10 ore a oltre 5 giorni). Questi ultimi, oltre che caotici sono risultati lontani dalla tipica sincronizzazione col periodo di rivoluzione attorno a Plutone, situazione imputabile alla destabilizzante massa di Caronte.



Forse per il semplice fatto di essere stato quello più vicino alla New Horizons durante il flyby, il più interessante fra i 4 piccoli satelliti è risultato Nix, che vediamo in questa pagina sotto diverse angolazioni e a diverse risoluzioni. L'immagine composita più in basso mostra chiaramente un cratere da impatto che ha dato da pensare agli astronomi, infatti le sue dimensioni sono molto ragguardevoli rispetto a quelle della luna, tanto che l'evento che lo ha generato deve aver sprigionato un'energia vicina ai limiti sopportabili da Nix. I ricercatori non escludono che il piccolo satellite sia in realtà un frammento di un più vasto oggetto andato distrutto in tempi remoti e che quel cratere si fosse in realtà formato sul progenitore. Anche la colorazione del cratere appare anomala rispetto al resto della superficie visibile: poiché gli impatti meteoritici scavano in profondità e portano alla luce materiale subsuperficiale, se quell'impatto fosse avvenuto direttamente su Nix, allora all'interno la piccola luna avrebbe una composizione sensibilmente diversa da quella superficiale, uno scenario piuttosto insolito per oggetti così piccoli, i quali generalmente non hanno una struttura differenziata. Quando scriviamo, oltre il 70% dei dati registrati dalla New Horizons deve ancora essere scaricato, è quindi più che lecito attendersi altre inattese scoperte nei mesi a venire e noi non mancheremo di commentarle. ■

MAVEN rivela come il vento solare strappa l'atmosfera marziana

by NASA

La missione MAVEN ha identificato il processo che sembra aver giocato un ruolo chiave nella transizione del clima marziano, da un iniziale ambiente caldo e umido, che può aver supportato la vita in superficie, all'arido pianeta che è oggi Marte. I dati di MAVEN hanno permesso ai ricercatori di determinare il ritmo al quale l'atmosfera marziana sta attualmente perdendo gas nello spazio, sotto l'azione del vento solare. Le conclusioni rivelano che l'erosione dell'atmosfera di Marte aumenta significativamente durante le tempeste solari. I risultati scientifici della missione sono apparsi nelle edizioni del 5 novembre di *Scienze* e di *Geophysical Research Letters*.

"Marte risulta aver avuto una spessa atmosfera, abbastanza calda da mantenere l'acqua liquida, che è un ingrediente essenziale e un mezzo per la vita come noi la conosciamo", ha detto John Grunsfeld, astronauta e amministratore associato del NASA Science Mission Directorate di Washington. *"Capire che cosa è successo all'atmosfera di Marte migliorerà la nostra conoscenza della dinamica e dell'evoluzione di qualunque atmosfera planetaria. È importante imparare che cosa può provocare cambiamenti a un ambiente planetario, passando da uno scenario che potrebbe ospitare microbi in superficie a uno*

che non può farlo. Ed è una questione basilare presa in considerazione nel viaggio verso Marte della NASA."

Le misurazioni di MAVEN indicano che il vento solare strappa via gas a un ritmo di circa 100 grammi al se-



Rappresentazione artistica di una tempesta solare che colpisce Marte e strappa ioni dall'alta atmosfera. [NASA/GSFC]

condo. *“Come il furto di alcune monete da un registratore di cassa ogni giorno, la perdita diventa significativa nel tempo”,* ha detto Bruce Jakosky, MAVEN principal investigator, della University of Colorado, Boulder. *“Abbiamo visto che l'erosione atmosferica aumenta significativamente durante le tempeste solari, pertanto pensiamo che il tasso di perdita fosse molto più elevato miliardi di anni fa, quando il Sole era giovane e molto più attivo.”* In aggiunta, una serie di drammatiche tempeste solari ha colpito l'atmosfera di Marte nel marzo 2015 e MAVEN ha trovato che la per-

dità era accelerata. La combinazione di maggiori ritmi di perdita e l'aumento delle tempeste solari in passato suggerisce che la perdita di atmosfera nello spazio è stata con ogni probabilità un processo importante nel cambiamento del clima marziano.

Il vento solare è una corrente di particelle, principalmente protoni ed elettroni, che fluiscono dall'atmosfera solare a una velocità di oltre un milione di km/h. Il campo magnetico trasportato dal vento solare che scorre davanti a Marte può generare un campo elettrico, quanto una turbina sulla Terra può essere utilizzata per generare elettricità. Quel campo elettrico accelera gli atomi elettricamente carichi, i cosiddetti ioni, nell'alta atmosfera di Marte e li spara nello spazio. MAVEN ha esaminato come il vento solare e la luce ultravioletta strappano gas dalla parte superiore dell'atmosfera del pianeta. I nuovi risultati indicano che la perdita avviene in tre regioni diverse del pianeta rosso: lungo la "coda", dove il vento solare scorre dietro Marte; sopra i poli marziani, in un "pennacchio polare"; da un'estesa nube di gas che circonda il pianeta.

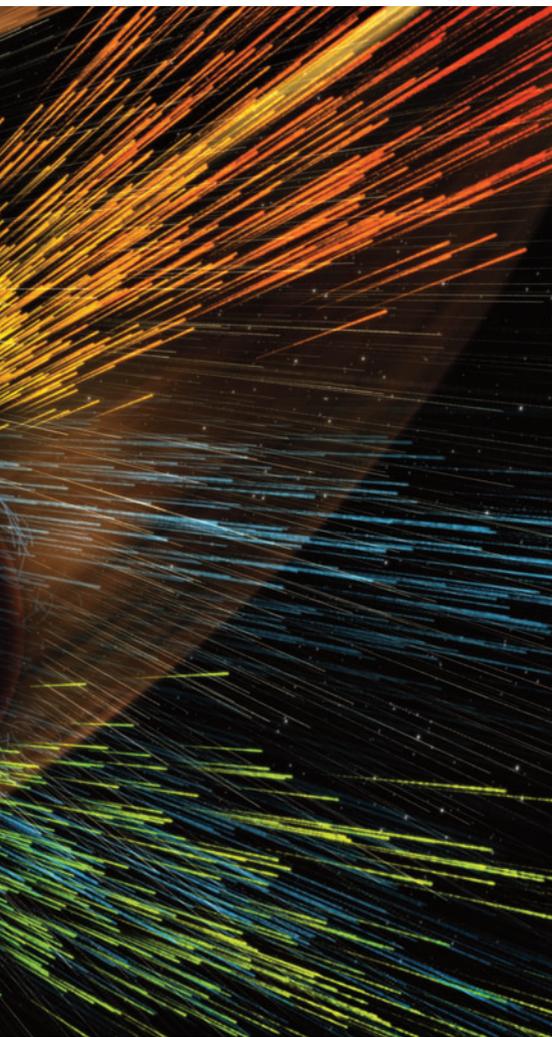
Il team scientifico ha determinato che quasi il 75% degli ioni in fuga provengono dalla regione della coda e che quasi il 25% escono dai pennacchi, con solo un contributo minore da parte della nube estesa. Antiche regioni di Marte recano segni di acqua abbondante, come strutture simili a valli scavate dai fiumi e depositi minerali che si formano solo in presenza di acqua liquida. Queste strutture hanno portato gli scienziati a supporre che miliardi di anni fa l'atmosfera di Marte fosse molto più densa e abbastanza calda da formare fiumi,



In questa simulazione vediamo come il vento solare accelera ioni dall'alta atmosfera di Marte verso lo spazio. [NASA/GSFC]

laghi e forse anche oceani di acqua liquida.

Recentemente, attraverso il Mars Reconnaissance Orbiter della NASA, i ricercatori hanno osservato l'apparizione stagionale di sali idrati, indicati acqua salmastra liquida su Marte. Tuttavia, l'attuale atmosfera marziana è troppo fredda e sottile per supportare perduranti o estese quantità di acqua liquida sulla superficie del pianeta. *“L'erosione del vento solare è un meccanismo rilevante per la perdita dell'atmosfera ed è stato abbastanza importante da comportare significativi cambiamenti nel clima marziano”,* ha detto Joe Grebowsky, MAVEN project scientist, del NASA's Goddard Space Flight Center di Greenbelt, Maryland. *“MAVEN sta studiando anche altri processi di erosione, come la perdita provocata dall'impatto di ioni o la fuga di atomi di idrogeno, e questi non potranno che aumentare la portata della fuga atmosferica.”* L'obiettivo della missione MAVEN della NASA, lanciata verso Marte nel novembre 2013, consiste nel determinare la quantità di atmosfera del pianeta, e in particolare la quantità di acqua, andata persa nello spazio. È la prima missione di questo tipo dedicata alla comprensione di come il Sole può aver influenzato i cambiamenti atmosferici del pianeta rosso. ■



Le frontiere del Big Bang spiate da Hubble

by NASA

Un team internazionale di astronomi, coordinato da Hakim Atek, dell'Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna, Svizzera, ha scoperto oltre 250 piccole galassie che esistevano solo 600-900 milioni di anni dopo il Big Bang, uno dei più vasti esempi di galassie nane finora scoperte in quelle epoche. La luce proveniente da quelle galassie ha impiegato oltre 12 miliardi di anni per raggiungere il telescopio, permettendo agli astronomi di guardare indietro nel tempo, quando l'universo era ancora molto giovane. Il redshift calcolato per questi oggetti è fra $z = 6$ e $z = 8$. Per quanto impressionante, il numero di galassie scoperte in quel lontano passato non è l'unico notevole passo avanti fatto dal team, come fa notare Johan Richard, dell'Observatoire de Lyon, Francia: "Le galassie più deboli rilevate in queste osservazioni di Hubble sono più deboli di qualunque altra finora scoperta nelle più profonde osservazioni di Hubble stesso". Osservando la luce proveniente dalle

galassie, il team ha scoperto che nel suo insieme potrebbe avere giocato un ruolo primario in uno dei più misteriosi periodi della storia iniziale dell'universo, l'epoca della reionizzazione. La reionizzazione è iniziata quando la fitta nebbia di idrogeno che ammantava il giovane universo iniziò a diradarsi. La luce ultravioletta era a

quel punto in grado di viaggiare su distanze più grandi senza essere bloccata e l'universo divenne trasparente a quella radiazione.

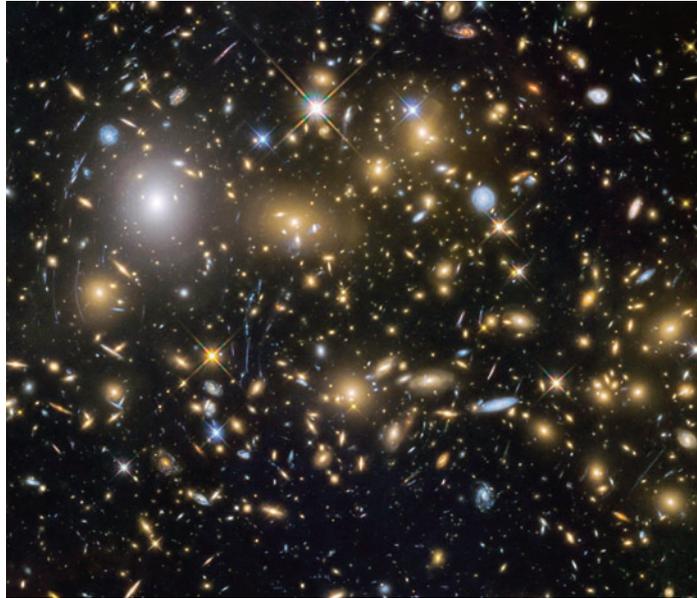
Osservando la luce ultravioletta proveniente dalle galassie scoperte in questo studio, gli astronomi sono stati in grado di calcolare se quelle fossero davvero alcune delle galassie coinvolte nel processo. Il team

ha determinato per la prima volta con una certa sicurezza che le più piccole e più abbondanti galassie studiate potrebbero essere i principali attori nel mantenere l'universo trasparente. Facendo ciò, hanno stabilito che l'epoca della reionizzazione, che termina nel punto in cui l'universo è completamente trasparente, si è conclusa circa 700 milioni di anni dopo il Big Bang (il che corrisponde a un redshift di circa $z = 7.5$). Il primo autore Atek ha spiegato che: "Se teniamo conto solo del contributo dato dalle galassie brillanti e massicce, troviamo che queste erano insufficienti a reionizzare l'universo. Abbiamo bisogno di aggiungere anche il contributo di una più abbondante popolazione di deboli galassie nane". Per realizzare queste scoperte, il team



Questa immagine del telescopio spaziale Hubble mostra l'am-masso di galassie MACS J0416.1-2403. È uno dei sei che sono studiati dal programma Hubble Frontier Fields, che nel suo insieme ha prodotto le più profonde immagini fatte finora di lensing gravitazionale. [NASA, ESA and the HST Frontier Fields team (STScI)]

ha utilizzato le più profonde immagini di lensing gravitazionale finora ottenute in tre ammassi di galassie, prese come parte del programma Hubble Frontier Fields, un programma triennale, per 840 orbite, che produrrà la più profonda visione dell'universo, combinando la potenza di Hubble con l'amplificazione gravitazionale della luce attorno a sei diversi ammassi di galassie, per esplorare più distanti regioni dello spazio che sarebbero altrimenti invisibili. Questi ammassi generano immensi campi gravitazionali, capaci di intensificare la luce proveniente dalle deboli galassie che si trovano molto più in là degli ammassi stessi. Ciò



Questa immagine del telescopio spaziale Hubble mostra l'ammasso di galassie MACS J0717.5+3745. A causa della sua enorme massa, l'ammasso sta incurvando la luce di oggetti di sfondo, agendo come una lente di ingrandimento. È uno dei più massicci ammassi di galassie conosciuto ed è anche la più grande lente gravitazionale nota. Di tutti gli ammassi di galassie conosciuti e misurati, MACS J0717 è quello che "lensifica" la più ampia regione di cielo. [NASA, ESA and the HST Frontier Fields team (STScI)]

rende possibile cercare e studiare la prima generazione di galassie dell'universo. Jean-Paul Kneib, dell'Ecole

Polytechnique Fédérale di Losanna e co-autore dello studio, spiega che: "Gli ammassi nell'Hubble Frontier

Fields agiscono come un potente telescopio naturale e svelano queste deboli galassie nane, che sarebbero altrimenti invisibili". La co-autrice Mathilde Jauzac, della Durham University, UK, e della University of KwaZulu-Natal, Sudafrica, sottolinea invece il significato della scoperta e il ruolo di Hubble in essa: "La capacità di Hubble di osservare le galassie più distanti rimane senza rivali. L'assoluta profondità dei dati dell'Hubble Frontier Fields garantisce una comprensione molto precisa dell'effetto intensificante di un ammasso, permettendoci di fare scoperte come queste".

Questi risultati evidenziano le impressionanti possibilità del programma Hubble Frontier Fields con più galassie, in epoche anche precedenti, che saranno probabilmente rivelate quando nel prossimo futuro Hubble scruterà gli altri tre ammassi di galassie. ■



Abell 2744, soprannominato "Ammasso di Pandora", è stato il primo dei 6 target incluso nel programma Hubble Frontier Fields, che nel suo insieme ha prodotto le più profonde immagini fatte finora di lensing gravitazionale. Si ritiene che questo ammasso abbia avuto una storia molto violenta, essendosi formato da un "tamponamento" di più ammassi di galassie. [NASA, ESA and the HST Frontier Fields team (STScI)]

Prime osservazioni con SEPIA

by ESO

Un nuovo strumento, attaccato al telescopio di 12 metri Atacama Pathfinder Experiment (APEX), a 5000 metri sul livello del mare, nelle Ande cilene, sta aprendo una finestra prima inesplorata sull'universo. Lo Swedish-ESO PI receiver for APEX (SEPIA) percepirà i deboli segnali dell'acqua e di altre

molecole dentro la Via Lattea, in altre vicine galassie e nel giovane universo.

Installato su APEX all'inizio del 2015, SEPIA è sensibile alla luce con lunghezze d'onda nel range 1.4-1.9 millimetri (frequenze fra 158 e 211 GHz). Le condizioni osservative eccezionali sull'estremamente arido altopiano di Chajnantor, nel nord del Cile, comportano che, sebbene questa luce sia bloccata dal vapore d'acqua dell'at-



Un nuovo strumento, attaccato al telescopio di 12 metri Atacama Pathfinder Experiment (APEX), a 5000 metri sul livello del mare, nelle Ande cilene, sta aprendo una finestra prima inesplorata sull'universo.

Lo Swedish-ESO PI receiver for APEX (SEPIA) percepirà i deboli segnali dell'acqua e di altre molecole dentro la Via Lattea, in altre vicine galassie e nel giovane universo. In questa foto, ingegneri dell'Onsala Space Observatory's Group for Advanced Receiver Development esaminano la parte superiore di SEPIA prima dell'installazione su APEX. Sulla sinistra, Mathias Fredrixon e Denis Meledin (prono) e dietro di loro Igor Lapkin. [ESO/Sascha Krause]

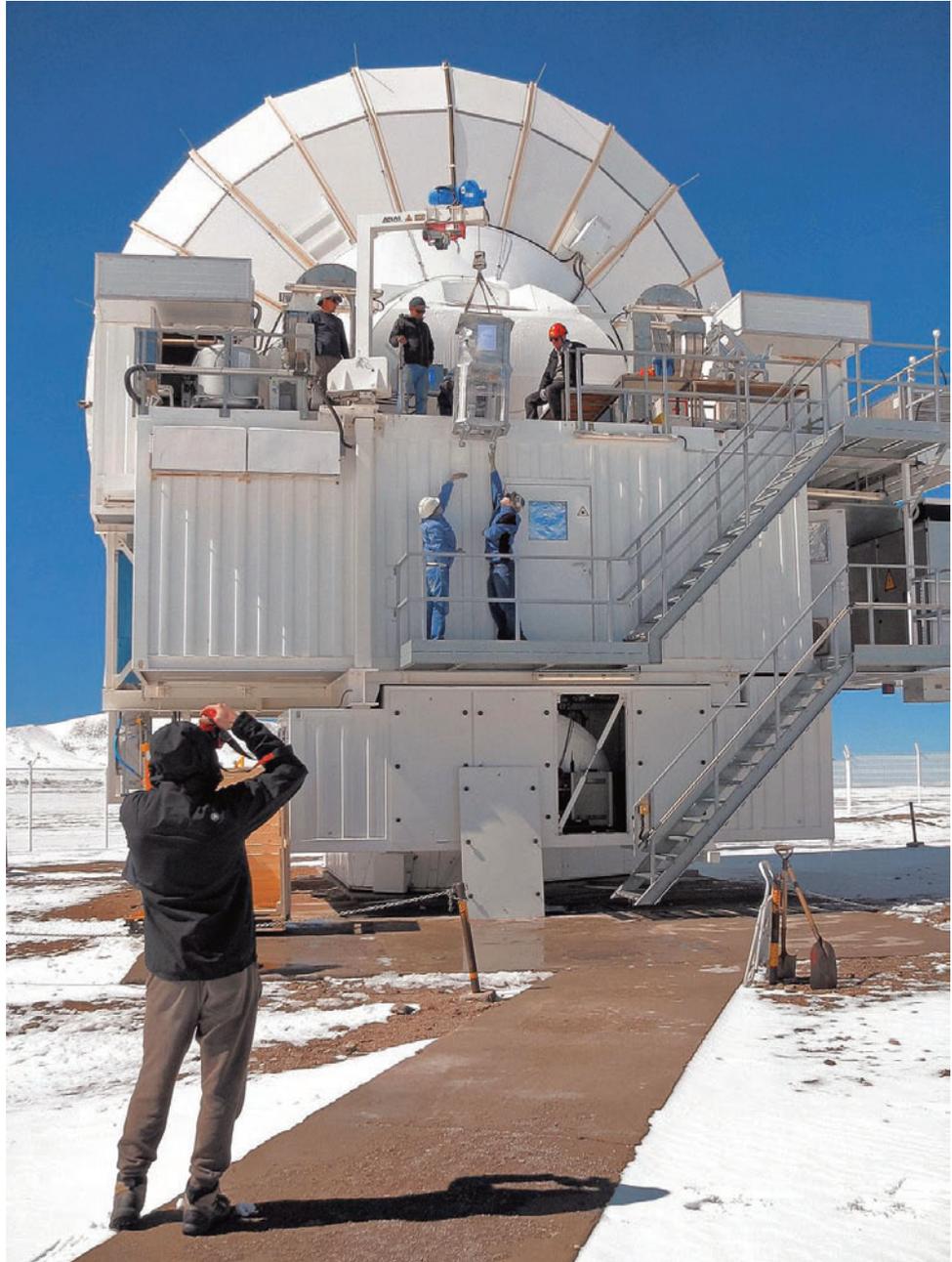


Questa foto mostra lo strumento SEPIA dopo l'installazione. [ESO/Carlos Duran]

mosfera nella maggior parte dei luoghi sulla Terra, SEPIA è ancora in grado di rilevarne i deboli segnali provenienti dallo spazio. Questa regione di lunghezze d'onda è di grande interesse per gli astronomi, poiché i segnali dall'acqua provenienti dallo spazio vengono scoperti qui. L'acqua è un importante indicatore di numerosi processi astrofisici, inclusa la formazione di stelle, e si ritiene giochi un ruolo importante nell'origine della vita. Ci si aspetta che studiare l'acqua nello spazio (nelle nubi molecolari, nelle regioni di formazione stellare e anche nelle comete dentro il sistema solare) possa fornire indizi cruciali sul ruolo dell'acqua nella Via Lattea e nella storia

In uno scenario nevoso, SEPIA è alzato e posto nella cabina dello strumento APEX. [ESO/Onsala Space Observatory/A. Ermakov]

della Terra. In aggiunta, la sensibilità di SEPIA ne fa uno strumento potente anche per l'individuazione del monossido di carbonio nelle galassie del giovane universo. Il nuovo ricevitore SEPIA è stato usato per effettuare test di osservazioni astronomiche nel 2015. Identici ricevitori sono stati installati sulle antenne di ALMA. I risultati del nuovo rivelatore su APEX hanno dimostrato che lavora bene. Dopo questa conferma, SEPIA è stato messo a disposizione della comunità scientifica. Osservazioni con SEPIA possono ora essere proposte dagli astronomi. "Le prime misurazioni con SEPIA su APEX mostrano che stiamo davvero aprendo una nuova finestra, che include osservare l'acqua nello spazio interstellare. SEPIA darà agli astronomi la possibilità di cercare oggetti che possono essere seguiti a maggiore risoluzione spaziale quando il medesimo ricevitore diverrà operativo sulla schiera di ALMA", ha detto John Conway, direttore dell'Onsala Space Observatory, Chalmers University of Technology, Svezia. Così come i cieli bui sono essenziali per vedere deboli oggetti in luce visibile, un'atmosfera molto secca è necessaria per captare i segnali dell'acqua nel cosmo a maggiori lunghezze d'onda. Ma le condizioni secche non sono l'unico requisito; il ricevitore necessita di essere



raffreddato alla bassissima temperatura di -269°C , appena 4 gradi sopra lo zero assoluto, affinché possa lavorare. Recenti progressi tecnologici hanno reso solo ora questi rivelatori possibili e pratici. APEX, che è una collaborazione fra il Max-Planck-Institut

für Radioastronomie (MPIfR), l'Onsala Space Observatory (OSO) e l'ESO, è il più grande telescopio submillimetrico a disco singolo operante nell'emisfero australe ed è basato su un'antenna prototipo costruita per il progetto ALMA. ■

L'alone splendente di una stella zombie

by ESO

Il residuo di un'interazione fatale fra una stella morta e un suo asteroide è stato studiato in dettaglio per la prima volta da un gruppo internazionale di astronomi, attraverso il Very Large Telescope dell'Osservatorio del Paranal, in Cile. Questo residuo dà un assaggio del lontano futuro destino del sistema solare. Coordinato da Christopher Manser, PhD student alla University of Warwick, Regno Unito, il team ha utilizzato dati del VLT e di altri osservatori per studiare i resti distrutti di un aste-

roide attorno a un residuo stellare, una nana bianca denominata SDSS J1228+1040. Usando diversi strumenti, incluso l'Ultraviolet and Visual Echelle Spectrograph (UVES) e l'X-shooter, entrambi in dotazione al VLT, il team ha compiuto osservazioni

dettagliate della luce proveniente dalla nana bianca e dal materiale circostante, su un periodo senza precedenti di 12

Questa rappresentazione artistica mostra come un asteroide fatto a pezzi dalla forte gravità di una nana bianca abbia formato un anello di particelle di polveri e detriti, orbitante un nucleo stellare bruciato, SDSS J1228 +1040, grande quanto la Terra. Il gas prodotto dalle collisioni dentro il disco è stato rilevato in osservazioni condotte per dodici anni con il Very large Telescope dell'ESO, e appare come uno stretto arco incandescente. [Mark Garlick (www.markgarlick.com) and University of Warwick/ESO]

anni, fra il 2003 e il 2015. Osservazioni su periodi di anni erano necessarie per esplorare il sistema sotto molteplici

punti di vista. I ricercatori hanno identificato l'inconfondibile firma spettrale a tre punte del calcio ionizzato, noto come tripletto del calcio (CII). La differenza fra le lunghezze d'onda osservate e quelle standard di queste tre righe

permette di determinare la velocità del gas con notevole precisione.

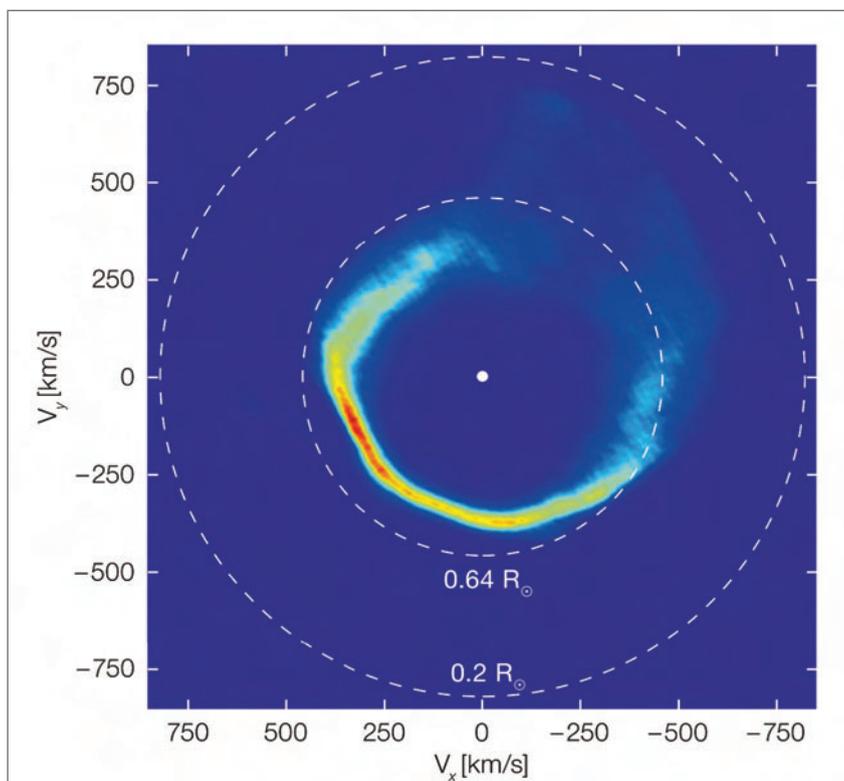
“L'immagine che abbiamo ottenuto dai dati processati ci mostra che questi sistemi sono veramente a disco, e rivela molte strutture che non possiamo individuare in una singola istantanea”, ha spiegato il primo autore Christopher Manser. Il team ha usato una tecnica chiamata tomografia Doppler (simile per principio alla scansione tomografica medica del corpo umano), che ha permesso loro di mappare in dettaglio

per la prima volta la struttura dei resti gassosi incandescenti del "pasto" orbitante della stella morta J1228+1040. Mentre le stelle grandi, quelle più massicce del Sole di circa dieci volte, subiscono all'apice una fine violenta, esplodendo come supernovae, alle stelle più piccole sono risparmiati destini così drammatici. Quando le stelle come il Sole giungono al termine delle loro esistenze, esse esauriscono il combustibile, si espandono come giganti rosse e successivamente espellono nello spazio i loro strati più esterni. Il rovente e densissimo nucleo dell'ex stella, ora nana bianca, è tutto ciò che rimane. Ma potrebbero i pia-

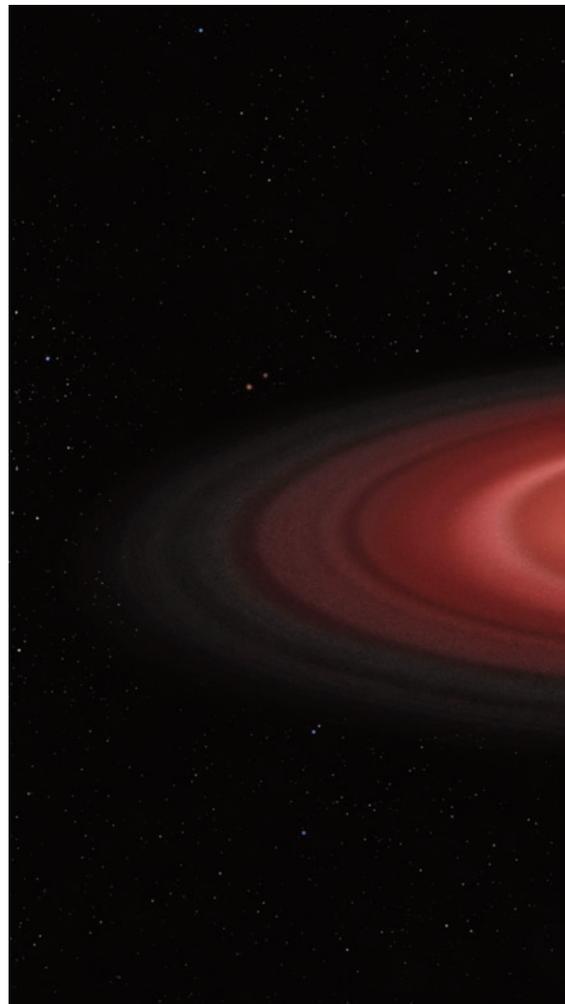
neti, gli asteroidi e gli altri corpi in un tale sistema sopravvivere a questa prova del fuoco? Che cosa rimarrebbe? Le nuove osservazioni aiutano a rispondere a queste domande.

È raro per una nana bianca essere circondata da un disco orbitante di materiale gassoso; ne sono state scoperte solo sette. Il team ha concluso che un asteroide aveva vagato pericolosamente vicino alla stella morta ed è stato fatto a pezzi dalle immense forze di marea, finendo col formare il disco di materiale ora visibile.

Il disco orbitante si è formato in un modo simile a quello dei fotogenici anelli visibili attorno ai pianeti vicini



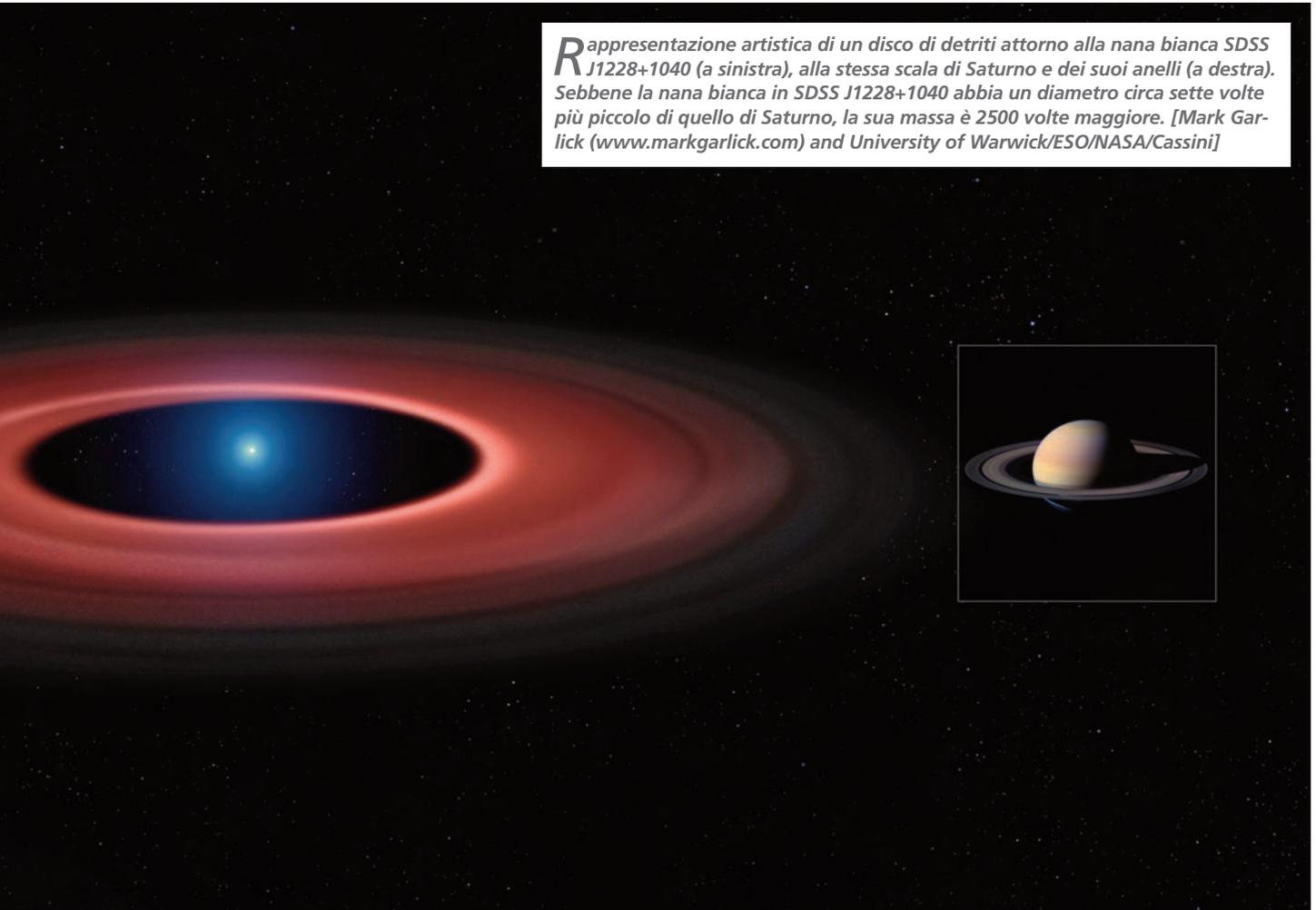
Questo diagramma è un tipo insolito di immagine, che mostra le velocità del gas nel disco attorno alla nana bianca SDSS J1228+1040, piuttosto che la sua posizione. È stato mappato attraverso osservazioni del Very Large Telescope su un periodo di dodici anni e applicando un metodo chiamato tomografia Doppler. I cerchi tratteggiati corrispondono al materiale in orbite circolari a due diverse distanze dalla stella. Appare capovolto perché il materiale si muove più velocemente in orbite ravvicinate. [University of Warwick/C. Manser/ESO]



a casa, come Saturno. Tuttavia, sebbene J1228+1040 sia oltre sette volte più piccola in diametro del pianeta con gli anelli, possiede una massa oltre 2500 volte maggiore. Il team ha appreso che anche la distanza tra la nana bianca e il suo disco è piuttosto diversa: Saturno e suoi anelli potrebbero stare comodamente nello spazio vuoto fra di essi.

Per quanto il disco attorno a questa nana bianca sia molto più grande del sistema anulare di Saturno, è piccolo se paragonato ai dischi di detriti che formano i pianeti attorno alle giovani stelle. Il nuovo studio a lungo termine col VLT ha ora permesso ai ricer-

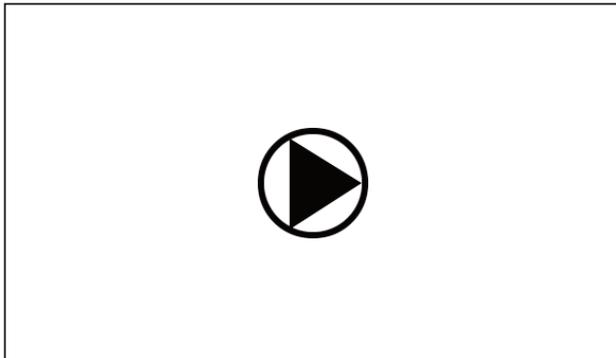
Rappresentazione artistica di un disco di detriti attorno alla nana bianca SDSS J1228+1040 (a sinistra), alla stessa scala di Saturno e dei suoi anelli (a destra). Sebbene la nana bianca in SDSS J1228+1040 abbia un diametro circa sette volte più piccolo di quello di Saturno, la sua massa è 2500 volte maggiore. [Mark Garlick (www.markgarlick.com) and University of Warwick/ESO/NASA/Cassini]



catori di vedere la precessione del disco sotto l'influenza del fortissimo campo gravitazionale della nana bianca. Hanno anche trovato che il

disco è alquanto sbilenco e non è ancora diventato circolare. "Quando nel 2006 abbiamo scoperto questo disco di detriti orbitante la nana bianca,

non potevamo immaginare gli squisiti dettagli che sono ora visibili in questa immagine, costruita con 12 anni di dati; è valsa sicuramente la pena di attendere", ha aggiunto Boris Gänsicke, un co-autore dello studio. Residui come J1228+1040 possono fornire indizi chiave per la comprensione delle condizioni che si presentano quando le stelle raggiungono la fine della loro esistenza. Ciò può aiutare gli astronomi a capire i processi che avvengono nei sistemi esoplanetari e anche a prevedere il destino del sistema solare, quando il Sole incontrerà la sua fine entro circa sette miliardi di anni. ■



Il video a fianco mostra l'anello di particelle di polveri e detriti, orbitante un nucleo stellare bruciato, SDSS J1228+1040. [Mark Garlick (www.markgarlick.com) and University of Warwick/ESO]

Hubble scopre le ceneri di alcuni fra i primi coloni della nostra galassia

by NASA

Alcuni astronomi, impiegando il telescopio spaziale Hubble per condurre uno "scavo archeologico cosmico" nel cuore della Via Lattea, hanno scoperto i "progetti" della fase iniziale di costruzione della nostra galassia. Scrutando in profondità nel centro affollato di stelle della Via Lattea, i ricercatori hanno trovato per la prima volta una popolazione di antiche nane bianche, resti fumanti di stelle un tempo vivaci che abitavano il nucleo. La scoperta di queste reliquie può finalmente fornire indizi su come è stata costruita la nostra galassia, molto prima che la Terra e il nostro Sole si formassero. Queste osservazioni sono le più profonde e dettagliate della struttura fondamentale della galassia, il suo vasto rigonfiamento centrale, che sta nel mezzo di un disco di stelle a forma di pancake, dove dimora il nostro sistema solare. Come per ogni repero archeologico, le nane bianche contengono la storia di un'epoca passata. Esse racchiudono informazioni sulle stelle che esistevano circa 12 miliardi di anni fa e che sono bruciate formando le nane bianche. Mentre queste braci morenti di stelle un tem-

Il telescopio spaziale Hubble della NASA ha rilevato per la prima volta una popolazione di nane bianche incorporate nel centro della Via Lattea. Le immagini di Hubble rappresentano il più profondo e dettagliato studio delle stelle del rigonfiamento centrale della galassia. I resti fumanti di stelle un tempo vivaci possono fornire indizi sulle fasi iniziali della costruzione della nostra galassia, che avvennero molto prima della formazione della Terra e del Sole. A sinistra, una veduta dal suolo del rigonfiamento centrale della Via Lattea, visto nella direzione della costellazione del Sagittario. Gigantesche nubi di polveri bloccano la luce stellare proveniente dal centro galattico. Hubble, tuttavia, ha sbirciato attraverso una "finestra" (indicata dalla freccia) chiamata Sagittarius Window, che offre una vista tipo "buco della serratura" sul centro della galassia. In alto a destra, una piccola sezione della veduta di Hubble della densa raccolta di stelle stipate assieme nel rigonfiamento galattico. La regione sorvegliata è parte del Sagittarius Window Eclipsing Extrasolar Planet Search (SWEEPS) field, ed è situata a una distanza da noi di 26000 anni luce, estremamente fioche e calde. Questo è un esempio di 4 delle 70 nane bianche più brillanti spiate da nomi le hanno individuate sulla base della loro debolezza, del colore blu-bianco e del moto relativo alla collocazione delle nane bianche nell'inquadratura più ampia. [A. Fujii, NASA, ESA, A. Calamida



Akira Fujii

po radiose si raffreddano, diventano testimonianze degli anni pionieristici della Via Lattea. Un'analisi dei dati di

Hubble supporta l'idea che il rigonfiamento della nostra galassia si sia formato per primo e che i suoi abitanti

stellari nacquero molto velocemente, in meno di 2 miliardi di anni. Il resto delle stelle di seconda e terza generazione del disco tentacolare della galassia sono invece cresciute più lentamente nelle periferie, attorniano il rigonfiamento centrale come l'orlo di un sombrero gigante. "È importante osservare il rigonfiamento della Via Lattea, perché è l'unico rigonfiamento che possiamo studiare in dettaglio", ha spiegato Annalisa Calamida, dello Space Telescope Science Institute (STScI) di Baltimora, Maryland, prima autrice dello studio. "Puoi vedere rigonfiamenti di galassie lontane, ma non puoi risolvere stelle de-

della galassia. Caratterizzando le proprietà delle stelle del rigonfiamento è quindi possibile fornire importanti informazioni per comprendere la formazione dell'intera Via Lattea e quella di galassie simili più distanti."

L'indagine di Hubble ha anche trovato stelle di massa leggermente inferiore nel rigonfiamento, rispetto a quelle della popolazione del disco galattico. "Questo risultato suggerisce che le condizioni interne al rigonfiamento possono essere state diverse da quelle del disco, comportando un differente meccanismo di formazione stellare", ha aggiunto Calamida.

Le osservazioni sono state così accurate che gli astronomi hanno usato i dati anche per identificare il debole bagliore delle nane bianche. Il team ha basato i suoi risultati sull'analisi di 70 delle più calde nane bianche rilevabili da Hubble in una piccola regione del rigonfiamento, fra decine di migliaia di stelle. Questi resti stellari sono piccoli ed estremamente densi; hanno all'incirca le dimensioni della Terra ma sono 200000 volte più densi. Un cucchiaino di materiale di nana bianca peserebbe circa 15 tonnellate. La loro piccola statura le rende così fioche che cercarle è stato impegnativo quanto lo sarebbe cercare il bagliore di una torcia tascabile posta sulla Luna.

Gli astronomi hanno usato le nitide immagini di Hubble per separare le stelle del rigonfiamento dalla miriade di stelle interposte del disco della galassia, attraverso la tracciatura dei loro movimenti nel tempo. Il team ha completato il lavoro analizzando immagini di Hubble, del medesimo campo di 240000 stelle, prese a 10 anni di distanza. Il lungo intervallo ha permesso agli astronomi di fare misurazioni molto precise dei moti stellari e di identificare 70000 stelle del rigonfiamento. Queste si muovono a un ritmo diverso da quelle del disco, consentendo agli astronomi di identificare. La regione sorvegliata è parte

del Sagittarius Window Eclipsing Extrasolar Planet Search (SWEEPS) field, ed è situata a una distanza da noi di 26000 anni luce. L'insolita collocazione celeste libera da polveri offre una vista da "buco della serratura" nel rigonfiamento centrale. L'Advanced Camera for Surveys di Hubble ha compiuto le osservazioni nel 2004 e fra il 2011 e il 2013.

"Comparando le posizioni delle stelle di ora e di 10 anni fa, siamo stati in grado di misurare movimenti accurati delle stelle", ha detto Kailash Sahu, del STScI, responsabile dello studio. "I movimenti ci hanno permesso di dire se erano stelle del disco, stelle del rigonfiamento o stelle dell'alone." Gli astronomi hanno identificato le nane bianche analizzando i colori delle stelle del rigonfiamento e comparandoli con modelli teorici. Le caldissime nane bianche appaiono più blu rispetto a stelle di tipo solare. Man mano che le nane bianche invecchiano, diventano più fredde e più deboli, rendendosi difficili da riconoscere anche per l'occhio acuto di Hubble. "Queste 70 nane bianche rappresentano la punta dell'iceberg", ha aggiunto Sahu. "Stimiamo che il numero totale di nane bianche sia circa 100000 in questo piccolo scorcio del rigonfiamento. Futuri telescopi, come il James Webb Space Telescope della NASA, ci permetteranno di contare quasi tutte le stelle del rigonfiamento, fino a quelle più deboli, quelle che i telescopi attuali, incluso Hubble, non possono vedere."

Il team ha in programma di aumentare il campione di nane bianche analizzando altre porzioni del SWEEPS field. Questo dovrebbe in definitiva portare a una stima più precisa dell'età del rigonfiamento galattico. I ricercatori potranno anche determinare se miliardi di anni fa il processo di formazione stellare nel rigonfiamento era differente da ciò che si vede nel più giovane disco della nostra galassia. ■



In basso a destra, Hubble ha scoperto nane bianche Hubble nel rigonfiamento della Via Lattea. Gli astrofili del Sole. I numeri inseriti nelle immagini corrispondono a K. Sahu (STScI), and the SWEEPS Science Team]

bolissime come le nane bianche. Il rigonfiamento della Via Lattea include quasi un quarto della massa stellare

LISA Pathfinder onde gravitazionali

di Michele Ferrara

Le onde gravitazionali, uno dei fenomeni previsti un secolo fa da Albert Einstein, potrebbero aiutare i ricercatori a capire i meccanismi che generano alcuni dei più energetici eventi dell'universo, quelli che nemmeno la teoria della Relatività Generale del medesimo Einstein è in grado di indagare. Scoprire quelle onde è però estremamente difficile dal punto di vista tecnologico.

nder e le azioni



La sonda LISA Pathfinder in orbita terrestre, dopo la separazione dell'ultimo stadio del razzo Vega. [ESA/ATG medialab]

All'inizio di dicembre i mass media hanno dato un certo risalto al lancio della missione LISA Pathfinder e in molte occasioni il messaggio che è passato è che quella sonda scoprirà le onde gravitazionali. Non sarà così. Tuttavia, LISA Path-

finder è di per sé una missione molto interessante, il cui successo potrebbe davvero consentire agli astrofisici di confermare l'esistenza di quelle fantomatiche onde, ma non prima di una ventina di anni.

Il concetto di onda gravitazionale può essere fatto risalire addirittura al XVIII secolo, sebbene ufficialmente quell'esotica tipologia di radiazione fa il suo esordio nel mondo scientifico il 2 dicembre 1915, quando Albert Ein-

stein pubblica la teoria della Relatività Generale, che prevede la loro esistenza, così come l'esistenza di numerosi altri fenomeni all'epoca pressoché ignoti. Negli ultimi 100 anni gli scienziati hanno tentato di dimostrare dal suolo l'esistenza delle onde gravitazionali, escogitando vari esperimenti (i più noti sono il Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory e il Virgo Interferometer), senza però riuscire mai a ottenere risultati convincenti.

Ma perché è così difficile riscontrare attraverso l'osservazione un fenomeno la cui esistenza è stata prevista teoricamente già un secolo fa? La risposta è nella

natura delle onde gravitazionali. La loro origine e la loro propagazione sono totalmente differenti da quelle delle tanto più familiari onde elettromagnetiche che ci hanno finora permesso di scoprire quasi tutto ciò che sappiamo dell'universo. Le onde gravitazionali sono generate, per definizione, da "masse accelerate". È il caso della fusione fra buchi neri supermassicci, dell'esplosione di supernovae, di sistemi binari stretti di astri collasati, ma anche di galassie in rapida formazione. Questi sarebbero, teoricamente, alcuni degli scenari nei quali si pro-

durrebbero le onde gravitazionali più energetiche. Ciascuna di quelle sorgenti irradierebbe il cosmo di onde veloci quanto la luce, dotate di caratteristiche diverse a seconda del meccanismo di produzione e ricche di informazioni sui processi da cui sono scaturite. Riuscire a "osservarle" significherebbe poter indagare fenomeni oggi inaccessibili a qualunque tipo di telescopio in qualunque banda dello spettro elettromagnetico. Per riuscire nell'impresa bisogna però superare degli ostacoli che appaiono insormontabili, come il fatto che un'onda gravitazionale si sposta nello spazio-tempo contraendolo ed espandendolo al suo passaggio, il che comporta che pure gli strumenti adibiti alla sua rilevazione si contraggono e si espandono solidalmente con lo spazio-tempo. Ciò rende estremamente difficile misurare onde che pur potendo raggiungere una lunghezza di milioni di chilometri, hanno altezze insignificanti, addirittura inferiori alle dimensioni di un atomo!

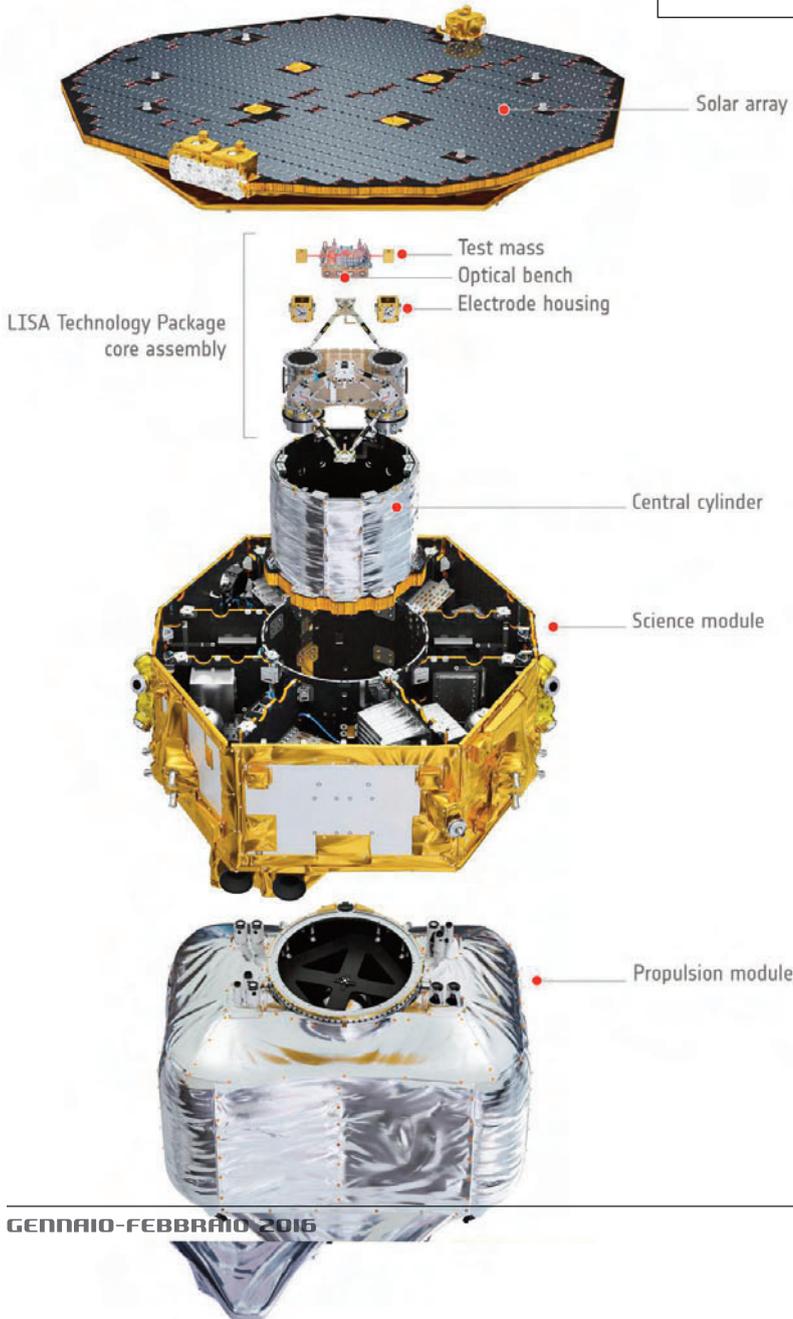
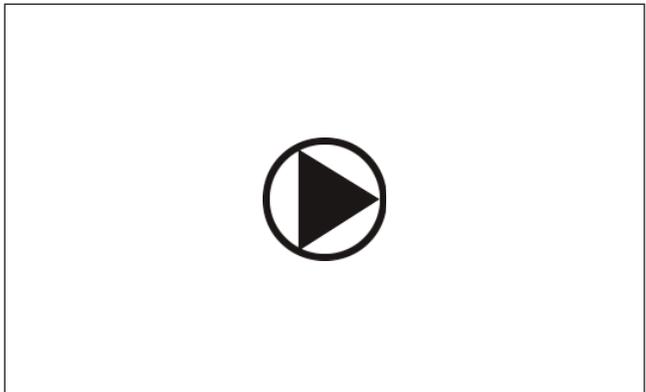


Il decollo del razzo vettore VEGA VV06 dallo spazioporto europeo della Guiana francese, con a bordo la sonda LISA Pathfinder. [ESA-Stephane Corvaja] In basso a sinistra, un video che illustra struttura e funzionamento della sonda LISA Pathfinder. [ESA/ATG medialab]



Nel video a fianco è rappresentata la complessa traiettoria seguita da LISA Pathfinder. Sotto, lo schema dei principali componenti della sonda. [ESA/ATG medialab]

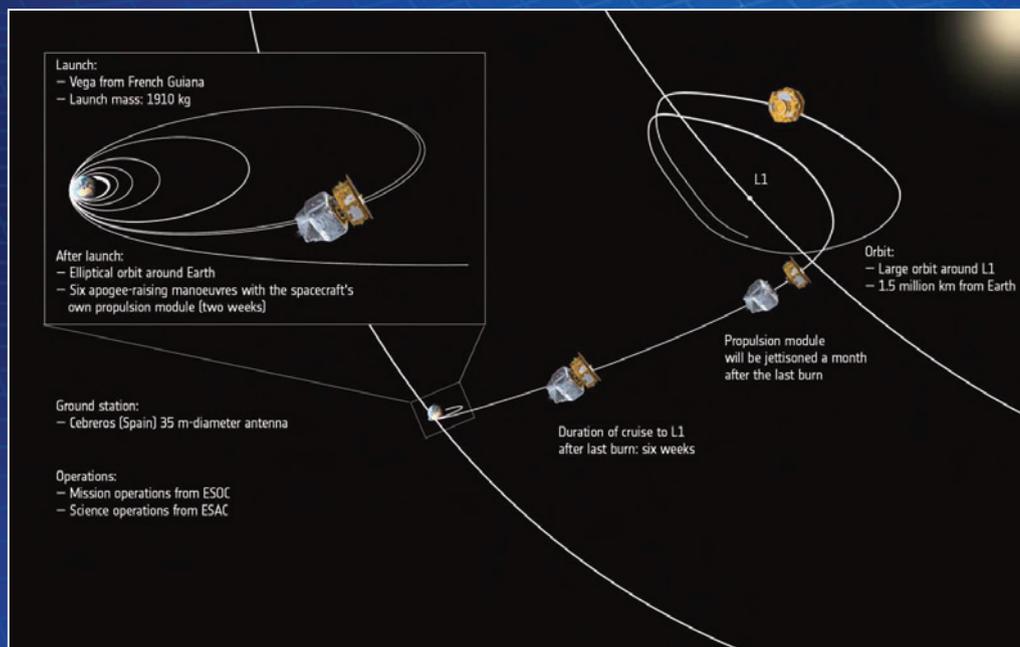
Per registrare il passaggio di un'onda gravitazionale è dunque necessario costruire un sensore in grado di rilevare movimenti su scale di miliardesimi di millimetro. Persino Einstein e altri illustri scienziati suoi contemporanei erano molto scettici circa la possibilità di scoprire le onde gravitazionali, e ciò sia per la debolezza di quella radiazione, sia perché qualunque stru-



mento utilizzato e l'ambiente che lo circonda potrebbero a loro volta generare un campo gravitazionale più intenso del segnale cercato e quindi nascondere. Poiché negli esperimenti condotti al suolo quelle limitazioni si sono dimostrate deleterie, già un paio di decenni fa i ricercatori iniziarono a progettare esperimenti da condurre nello spazio. L'obiettivo era quello di osservare il comportamento di "masse campione" liberamente fluttuanti nel vuoto cosmico. Dal punto di vista ingegneristico, il compito più difficile era proprio quello di far sì che su quelle masse campione non agisse alcuna forza al di fuori di quella gravitazionale. Chiaramente la sonda-laboratorio destinata a contenere l'esperimento doveva essere realizzata in modo da non generare alcun "rumore gravitazionale", era insomma indispensabile che la sua massa risultasse uniformemente distribuita attorno alle masse campione con una precisione tale che persino lo spostamento di un sottile filo di rame avrebbe rotto l'equilibrio. Negli anni '90 NASA ed ESA decidono di collaborare alla realizzazione di una missione apripista in grado di sperimentare le tecnologie necessarie al rilevamento delle onde gravitazionali, e nel 2000 il Science Programme Committee dell'ente spaziale europeo approva il progetto della missione LISA Pathfinder (dove LISA sta per Laser Interferometer Space Antenna), il cui lancio sarebbe dovuto avvenire nel 2008, nell'ambito del programma SMART (Small Missions

for Advanced Research in Technology) dell'ESA. Sfortunatamente, causa tagli di bilancio, l'ente spaziale americano è costretto ad abbandonare la realizzazione del progetto, che nel 2007 rischia di naufragare completamente. La missione originale prevedeva il lancio di tre sonde gemelle, che si sarebbero collocate a 5 milioni di chilometri l'una dall'altra, controllando attraverso fasci laser le reciproche posizioni, evidenziando così eventuali anomalie imputabili al passaggio di onde gravitazionali (qualcosa di vagamente simile alle boe oceaniche che segnalano le onde anomale). Dopo una riprogettazione della missione, nel 2011

l'ESA annuncia di voler proseguire da sola, optando per un'unica sonda (del peso di quasi 2 tonnellate), con due piccole masse campione, costituite di due cubi in lega di oro e platino, di 4,6 cm di lato e pesanti 1,96 kg ciascuno. Questa volta la costruzione del veicolo-laboratorio va a buon fine e il lancio (dal Guiana Space Center, nella Guiana francese, attraverso un razzo vettore Vega a 4 stadi) viene fissato non casualmente per il 2 dicembre 2015, centesimo anniversario della pubblicazione della Relatività Generale. Un inconveniente dell'ultimo minuto fa slittare il lancio di 24 ore, che pertanto avviene il 3 dicembre alle



Rappresentazione schematica delle fasi salienti del viaggio di LISA Pathfinder verso il punto Lagrangiano L1, con l'aggiunta di alcune note tecniche. [ESA/ATG medialab]

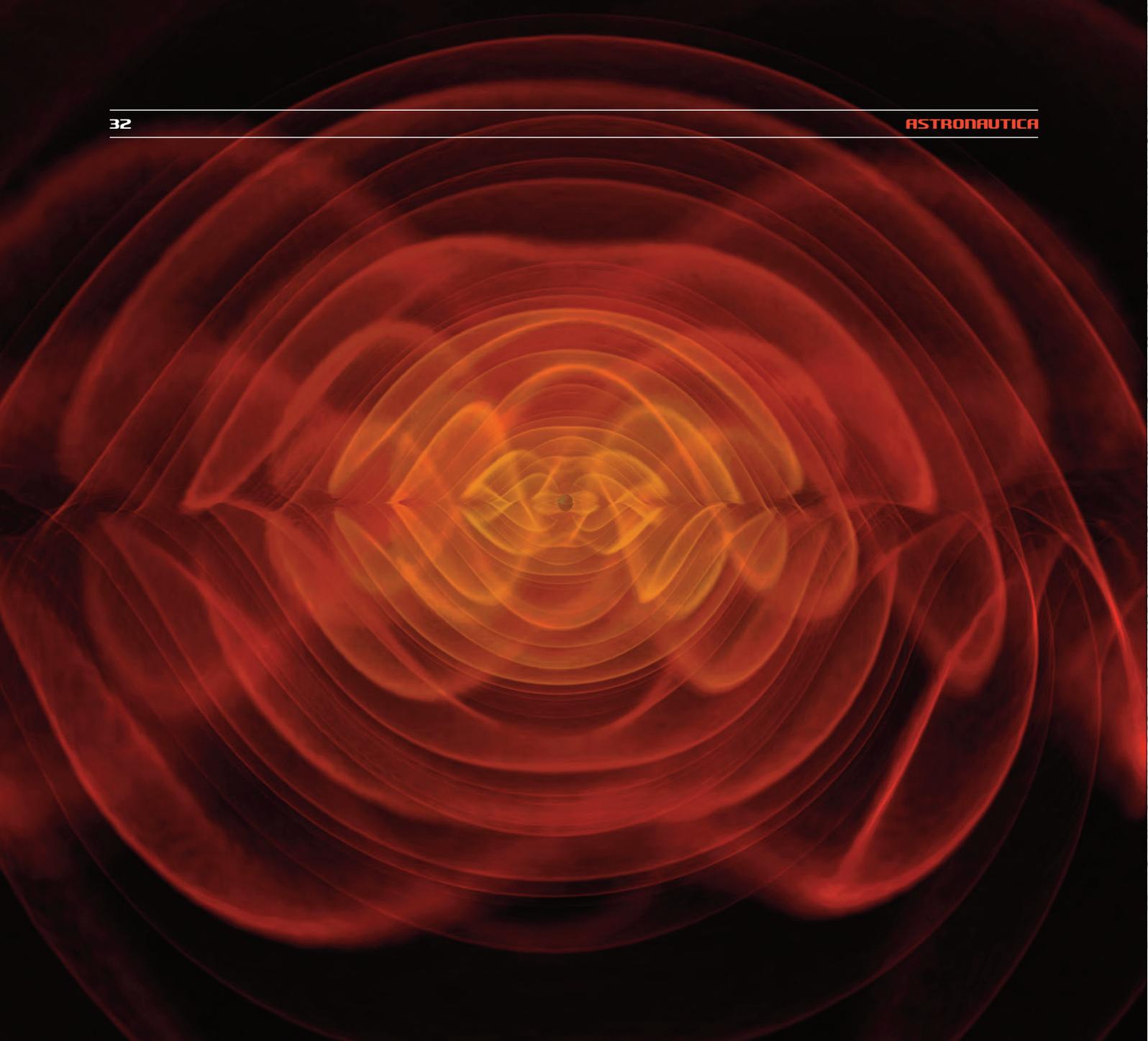


Questa animazione mostra come ci si aspetta che si muovano le onde gravitazionali. Si tratterebbe di ritmiche estensioni e contrazioni dello spazio-tempo; capaci al loro passaggio di aumentare e ridurre le distanze fra corpi liberamente fluttuanti nel cosmo. [ESA-C.Carreau]

I sistemi di astri degeneri, come ad esempio quello qui raffigurato, composto da una nana bianca (la più grande) e da una pulsar, sono uno degli scenari nei quali i ricercatori si aspettano la produzione di intense e continue onde gravitazionali. [ESO/L. Calçada]

01:04 ora locale. Dopo alcune orbite attorno alla Terra, LISA Pathfinder ha iniziato il suo viaggio verso il punto lagrangiano L1, posto fra il Sole e il nostro pianeta, a circa 1,5 milioni di km da quest'ultimo. L1 è una regione dello spazio dove l'attrazione gravitazionale di Sole e Terra su un corpo si compensa, mantenendo quel corpo in permanente equilibrio. La sonda in realtà non sarà ferma, ma orbiterà attorno a L1 a distanze comprese fra 250000 e 400000 km. L'arrivo in L1 è previsto per metà febbraio, mentre la fase operativa prenderà il via all'inizio di marzo. Dopo l'arrivo, all'interno del LISA Technology Package, ovvero il la-

boratorio che contiene l'esperimento vero e proprio, saranno liberati i due cubi, che da quel momento non dovrebbero più entrare in contatto con le pareti delle cavità che li contengono, nelle quali fluttueranno come se fossero in caduta libera. Un complesso sistema di fasci laser rimbalzerà sulle superfici dei cubi e misurerà la loro posizione con una precisione vicina al miliardesimo di millimetro (picometro). Al termine del percorso, ogni fascio laser verrà ricombinato e qualunque variazione nella posizione dei cubi si tradurrà in variazioni di fase della luce, che a seconda dei casi può attenuarsi o intensificarsi.



Relativamente semplice da gestire nei laboratori al suolo, una tecnologia di quel livello diventa ostica da gestire nello spazio. Il compito di LISA Pathfinder è proprio quello di dimostrare che si può fare e che pertanto i ricercatori possono mettere in cantiere il progetto a scala maggiore, il vero e proprio LISA, quello che sarà realmente in grado di registrare le onde gravitazionali.

Da notare che nel momento in cui il sistema laser segnala uno spostamento dei cubi, anche infinitesimo, la sonda-laboratorio che li contiene compensa quello spostamento muovendosi a sua volta, tramite un sistema di micropropulsori messo a punto dalla

NASA e denominato Disturbance Reduction System. Esso è in grado di generare impulsi talmente piccoli e precisi da riuscire a spostare l'intera struttura di pochi nanometri rispetto ai cubi che contiene (i quali continuano a fluttuare liberamente).

La durata nominale della missione è di 6 mesi (con l'eventuale estensione a 1 anno), nei primi 3 dei quali sarà testato il LISA Technology Package, nei 2 successivi il Disturbance Reduction System e solo nell'ultimo mese i due sistemi opereranno assieme. Grazie a questa missione, la conferma definitiva dell'esistenza delle onde gravitazionali si avvicina, ma rimane pur sempre di là da venire. ■

Questa immagine, estratta da una simulazione numerica, raffigura la struttura delle onde gravitazionali che si generano quando due buchi neri supermassicci si fondono. Tali eventi rappresentano le più poderose sorgenti di onde gravitazionali. [NASA/C. Henze]

BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

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

nuovo modello OMEGA FORK

PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

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

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

Viti senza fine in acciaio inox rettificate D19mm

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

Contrappeso acciaio inox, uno da 4 kg

Barra contrappesi acciaio inox D30mm piena

Portata ideale 18 kg

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

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

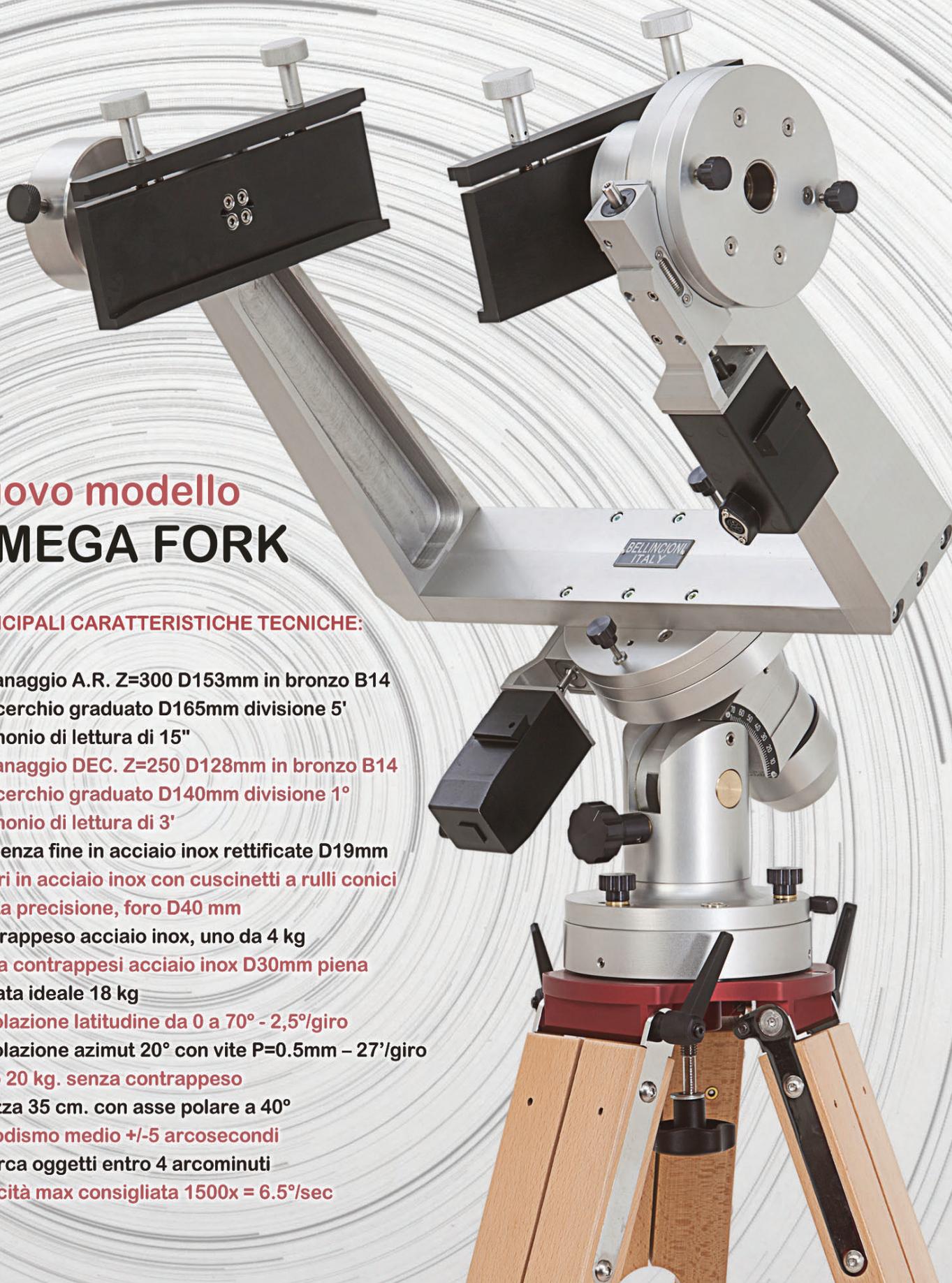
Peso 20 kg. senza contrappeso

Altezza 35 cm. con asse polare a 40°

Periodismo medio +/-5 arcosecondi

Ricerca oggetti entro 4 arcominuti

Velocità max consigliata 1500x = 6.5°/sec



Una fredda stella nana molto magnetica

by ALMA/ESO

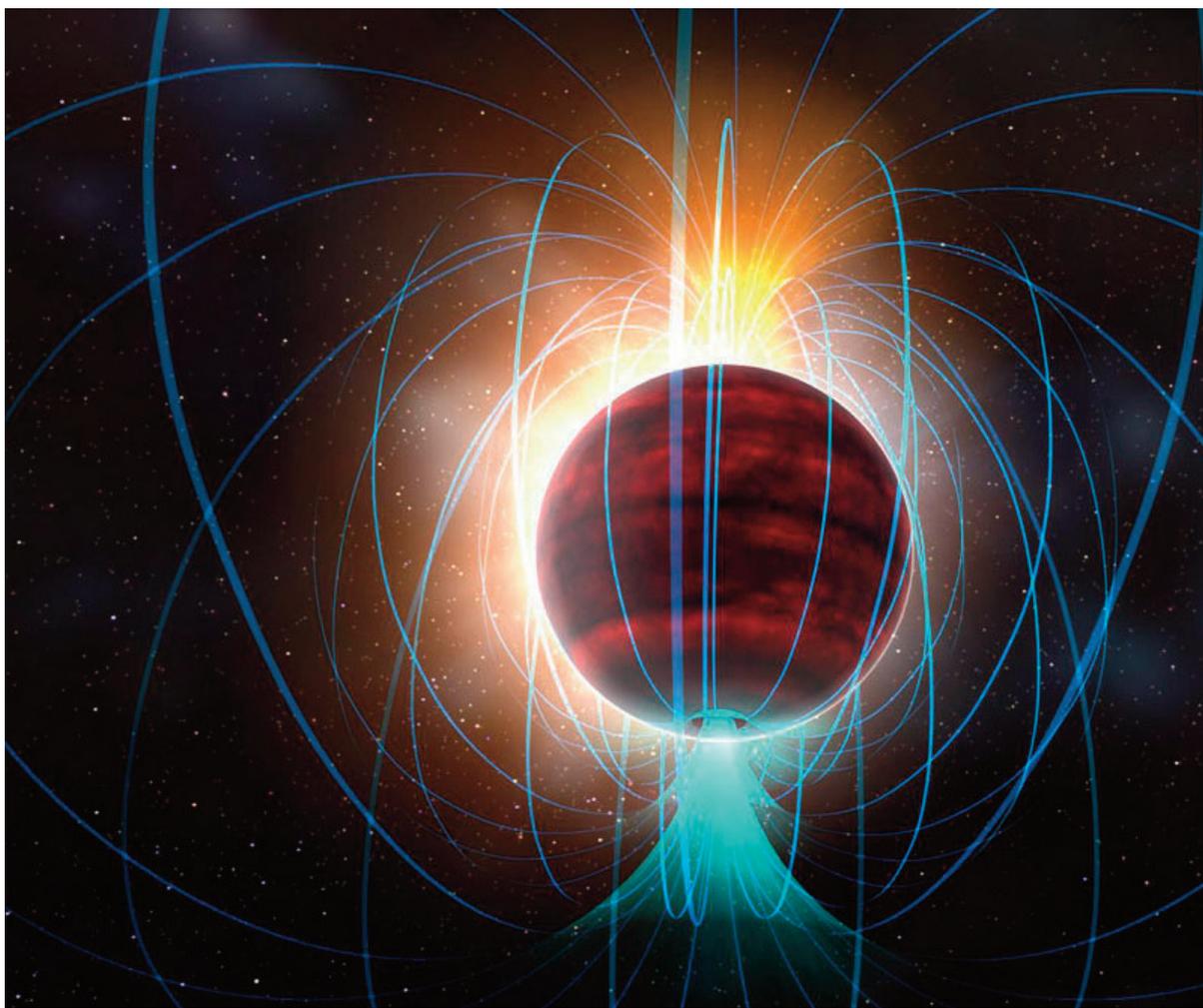
Utilizzando il Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), alcuni astronomi hanno scoperto che una fioca e fredda stella sta generando un campo magnetico sorprendentemente potente, al punto da rivaleggiare con le più intense regioni magnetiche del nostro Sole. Lo straordinario campo magnetico della stella è potenzialmente associato a una costante tempesta di eruzioni simili a brillamenti solari.

Come per il Sole, questi brillamenti traccerebbero strettamente la rottura delle linee del campo magnetico, che agiscono come acceleratori di particelle cosmiche, incurvando il percorso degli elettroni e inducendoli a emettere radio segnali rivelatori che possono essere captati da ALMA. Tale intensa attività, notano gli astronomi, bombarderebbe i pianeti vicini di particelle cariche. "Se vivessimo

attorno a una stella come quella, non avremmo alcuna comunicazione satellitare. Infatti, sarebbe estremamente difficile per la vita evolve-

re in un ambiente così tempestoso", dice il primo autore Peter Williams, dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) di Cambridge,

Visione artistica della stella TVLM 513-46546. Le osservazioni di ALMA suggeriscono che essa possiede un campo magnetico sorprendentemente potente, associato a una raffica di eruzioni simili a brillamenti solari. [Dana Berry (NRAO/AUI/NSF) / SkyWorks]



Massachusetts. Il team ha impiegato ALMA per studiare la ben nota nana rossa TVLM 513-46546, che è posta a circa 35 anni luce dalla Terra, nella costellazione del Boote. Questa stella ha solamente il 10% della massa del Sole ed è così piccola e fredda da trovarsi proprio sulla linea di demarcazione fra stelle (le quali fondono idrogeno) e nane brune (che non lo fanno). Una delle cose che rendono questa stella notevole è che ruota rapidamente, completando un'intera rotazione ogni circa 2 ore. Il nostro Sole impiega circa 25 giorni a ruotare una volta attorno al suo equa-

tore. Dati precedenti ottenuti al Karl G. Jansky Very Large Array (National Radio Astronomy Observatory), di Socorro, New Mexico, mostrano che questa stella esibisce un campo magnetico che sfida le più estreme regioni magnetiche del Sole e che è anche parecchie centinaia di volte più forte del campo magnetico medio del Sole stesso. Questo ha sconcertato gli astronomi, perché i processi fisici che generano il campo magnetico del Sole non dovrebbero operare in una stella così piccola. *"Questa stella è una specie molto diversa dal nostro Sole, magneticamente parlando"*, ha dichiarato l'astronomo del CfA e co-autore Edo Berger. Quando i ricercatori hanno esaminato la stella con ALMA hanno rilevato emissioni a frequenze particolarmente alte (95 GHz, equivalenti a una lunghezza d'onda di circa 3 millimetri).

Un simile segnale radio è prodotto da un processo conosciuto come emissione di sincrotrone, nel quale gli elettroni sfrecciano attorno alle linee di un potente campo magnetico: più potente è il campo magnetico, più alta è la frequenza. Questa è la prima volta che un'emissione da brillamento è stata rilevata a una frequenza così alta in una nana rossa. Ed è anche la prima volta che una simile stella è stata rilevata a lunghezze d'onda millimetriche, aprendo una nuova strada di studio con ALMA. Il nostro Sole genera emissioni simili dai brillamenti solari ma solo a intermit-

tenza. Per di più, l'emissione da quella stella è 10000 volte più brillante rispetto a quella che produce il Sole, sebbene possieda meno di un decimo della massa di quest'ultimo. Il fatto che ALMA abbia rilevato questa emissione in una breve osservazione di 4 ore suggerisce che la nana rossa sia continuamente attiva. Ciò ha importanti implicazioni nella ricerca di pianeti abitabili al di fuori del sistema solare. Le nane rosse sono il più comune di tipo di stella nella nostra galassia, il che ne fa un target promettente nella ricerca di pianeti. Ma poiché una nana rossa è tanto fredda, un pianeta dovrebbe orbitare molto vicino alla stella per essere riscaldato abbastanza affinché l'acqua liquida possa esistere sulla sua superficie. Quella vicinanza, ipotizzano gli astronomi, potrebbe mettere il pianeta nel mezzo della radiazione, che strapperebbe la sua atmosfera e distruggerebbe qualunque molecola complessa sulla sua superficie. In futuro gli astronomi studieranno stelle simili per determinare se questa è una stranezza o un esempio di un'intera classe di stelle tempestose. ■



Animazione di una visione artistica della nana rossa TVLM 513-46546. Questa stella ha solamente il 10% della massa del Sole ed è così piccola e fredda da trovarsi proprio sulla linea di demarcazione fra stelle e nane brune. [NRAO/AUI/NSF; Dana Berry / SkyWorks]



Scoperto il segreto di una stella dimagrita

by ESO

Usando il Very Large Telescope dell'ESO, alcuni astronomi hanno catturato la più dettagliata immagine di sempre della stella ipergigante VY Canis Majoris. Le osservazioni hanno mostrato come la dimensione inaspettatamente grande delle particelle di polvere che circondano la stella le permettano anche di liberarsi di enormi quantità di massa mentre inizia a morire. Questo processo, capito ora per la prima volta, è necessario per preparare simili stelle giganti a incontrare la loro fine esplosiva come supernovae.

VY Canis Majoris è un "Golia" stellare, un'ipergigante rossa, una delle più grandi stelle conosciute nella Via Lattea. È 30-40 volte più massiccia del Sole e 300000 volte più luminosa. Nel suo attuale stato la stella conterrebbe l'orbita di Giove, essendosi espansa terribilmente

durante gli stadi finali della sua vita. Le nuove osservazioni della stella hanno impiegato lo strumento SPHERE sul VLT. Il sistema di ottica adattiva di questo strumento corregge le immagini a un livello superiore rispetto ai sistemi precedenti. Ciò permette di scorgere dettagli anche molto vicini a

sorgenti intense. SPHERE ha rivelato chiaramente come la luce brillante di VY Canis Majoris stia illuminando nubi di materiale che la circondano. Utilizzando la modalità ZIMPOL di SPHERE, i ricercatori non hanno solo scrutato in profondità nel cuore di quella nube di gas e polveri attorno

alla stella, ma hanno anche visto come la luce stellare è stata diffusa e polarizzata dal materiale circostante.

Queste misure sono state cruciali per scoprire le elusive proprietà della polvere. (Le immagini del nuovo studio sono state prese anche nella luce visibile, lunghezze d'onda più corte del dominio infrarosso, dove venivano soprattutto utilizzate le ottiche adattive precedenti. Questi due fattori si traducono in immagini molto più nitide rispetto a quelle ottenute in precedenza con il VLT. Risoluzioni spaziali ancora più elevate sono state raggiunte con il VLTI, ma l'interferometro non crea immagini direttamente.) Attente analisi dei ri-



Questo grande campo mostra il cielo attorno alla brillantissima stella ipergigante VY Canis Majoris, una delle più grandi stelle conosciute nella Via Lattea. La stella appare al centro dell'immagine, che include anche nubi rosse di idrogeno incandescente, nubi di polveri e il brillante ammasso stellare attorno alla luminosa Tau Canis Majoris, in alto a destra. L'immagine è stata creata da più immagini appartenenti alla Digitized Sky Survey 2. [ESO/Digitized Sky Survey 2]



La stella VY Canis Majoris è un'ipergigante rossa, una delle più grandi stelle conosciute nella Via Lattea. È 30-40 volte più massiccia del Sole e 300 000 volte più luminosa. Nel suo attuale stato la stella conterrebbe l'orbita di Giove, essendosi espansa terribilmente durante gli stadi finali della sua vita. Nuove osservazioni della stella fatte con lo strumento SPHERE sul VLT hanno chiaramente rivelato come la fulgida luce di VY Canis Majoris illumini le nubi di materiale circostante, e hanno permesso di determinare meglio che in precedenza le proprietà della componente polverosa. In questa veduta ravvicinatissima fornita da SPHERE, la stella appare nascosta dietro un disco oscurante. Le croci sono artefatti causati da parti dello strumento. [ESO]

sultati sulla polarizzazione hanno rivelato che quei grani di polvere sono particelle relativamente grandi, di 0,5 micrometri di diametro, che può sembrare poco, ma grani di queste dimensioni sono circa 50 volte più grandi della polvere che di solito troviamo nello spazio interstellare. Nel corso della loro espansione, le stelle massicce spargono grandi quantità di materiale. Ogni anno, VY Canis Majoris espelle dalla superficie 30 volte la massa della Terra sotto forma di polveri e gas. Questa nube di materiale è spinta all'esterno prima che la stella

esplosa; a quel punto parte delle polveri vengono distrutte e il resto disperso nello spazio interstellare. Tale materiale, assieme agli elementi più pesanti creati durante l'esplosione di supernova, è poi usato dalle successive generazioni di stelle, che possono impiegarlo per formare pianeti. Finora, era un mistero come quel materiale presente nelle alte atmosfere delle stelle giganti fosse spinto via nello spazio prima che la stella esplodesse. Si è sempre ritenuto che la causa più probabile fosse la pressione di radiazione, la forza esercitata dalla

luce stellare. Poiché questa pressione è molto debole, le particelle di polvere devono essere abbastanza larghe da garantire che la luce stellare possa spingerle, ma non così larghe da affondare. Troppo piccole e la luce delle stelle potrebbe passare in modo efficace attraverso la polvere; troppo pesanti e la polvere sarebbe troppo pesante da spingere. La polvere osservata dai ricercatori attorno a VY Canis Majoris ha proprio la dimensione esatta per essere spinta efficacemente all'esterno dalla luce stellare.

“Le stelle massicce vivono vite brevi”, ha detto il primo autore dello studio, Peter Scicluna, della Academia Sinica Institute for Astronomy and Astrophysics, di Taiwan. “Quando si avvicinano agli ultimi giorni, esse perdono molta massa. In passato potevamo solo teorizzare su come ciò avvenisse; ma ora, con i nuovi dati di SPHERE, abbiamo scoperto grandi grani di polvere attorno a questa ipergigante. Essi sono abbastanza grandi da essere spinti via dall'intensa pressione di radiazione della stella, il che spiega la sua rapida perdita di massa.”

Grandi grani di polvere osservati così vicini alla stella comportano che la nube possa diffondere efficacemente la luce visibile dell'astro ed essere spinta dalla pressione della sua radiazione. La dimensione dei grani di polvere implica anche che la maggior parte di essa potrebbe sopravvivere alla radiazione prodotta dall'inevitabile fine drammatica come supernova di VY Canis Majoris. Questa polvere contribuisce dunque al mezzo interstellare circostante, alimentando le future generazioni di stelle e incoraggiandole a formare pianeti.

L'esplosione della stella avverrà presto, per gli standard astronomici, ma non c'è motivo di allarmarsi, poiché questo evento drammatico sarà improbabile per centinaia di migliaia di anni. Visto dalla Terra sarà spettacolare, forse brillante quanto la Luna, ma non pericoloso per la vita. ■

Svelata la diversità delle esoatmosfere

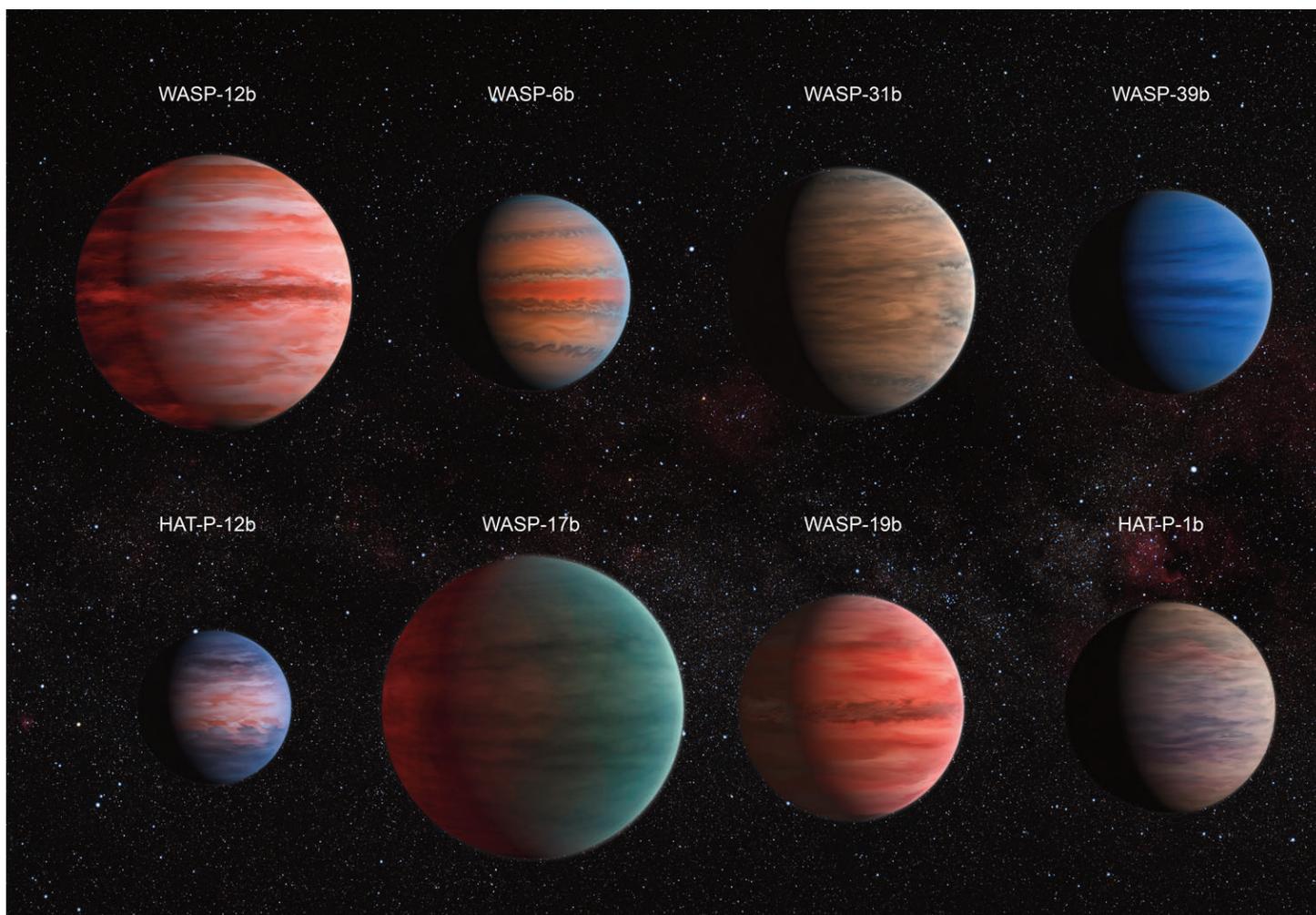
by NASA

Finora gli astronomi hanno scoperto circa 2000 pianeti attorno ad altre stelle. Una parte di questi pianeti sono noti come "hot Jupiter", ovvero pianeti caldissimi e gas-

sosi con caratteristiche simili a quelle di Giove. Orbitano molto vicino alle loro stelle, il che li rende roventi e difficili da studiare in dettaglio senza che siano sommersi dalla brillante luce stellare. A causa di questa difficoltà, Hubble ha esplorato in passato solo una manciata di hot Jupi-

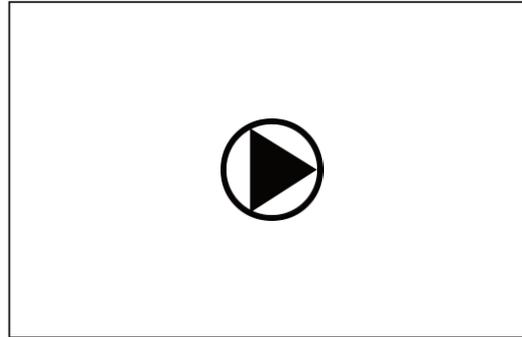
ter, attraverso un limitato intervallo di lunghezze d'onda. Questi primi studi hanno dimostrato che numerosi pianeti posseggono meno acqua del previsto.

Ora un team internazionale di astronomi ha affrontato il problema realizzando il più vasto studio di sem-



pre sugli hot Jupiter, esplorando e comparando dieci di tali pianeti, nel tentativo di comprendere le loro atmosfere. Solo tre di quelle atmosfere planetarie erano state precedentemente studiate in dettaglio.

Il nuovo campione costituisce finora il più corposo catalogo spettroscopico di atmosfere esoplanetarie. Il team ha utilizzato osservazioni multiple sia del telescopio spaziale Hubble sia del telescopio spaziale Spitzer. La potenza di entrambi gli strumenti ha permesso ai ricercatori di studiare i pianeti, che sono di diverse masse, dimensioni e temperature, attraverso un intervallo di lunghez-



Questo video mostra una rappresentazione artistica animata dei dieci esopianeti studiati dal team di David Sing. Da sinistra in alto i pianeti sono WASP-12b, WASP-6b, WASP-31b, WASP-39b, HD 189733b, HAT-P-12b, WASP-17b, WASP-19b, HAT-P-1b e HD 209458b. [ESA/Hubble & NASA]

ze d'onda senza precedenti — le osservazioni hanno spaziato dall'ultravioletto (0,3 μm) al medio infrarosso (4,5 μm). “Alla fine sono davvero entusiasta di ‘vedere’ assieme questo

ampio gruppo di pianeti, perché questa è la prima volta che abbiamo avuto una sufficiente copertura in lunghezze d'onda da essere in grado di confrontare caratteristiche multiple da un pianeta all'altro”, ha detto David Sing, della University of Exeter, UK, primo autore del nuovo studio. “Abbiamo scoperto che le atmosfere planetarie sono molto più diverse di quanto ci aspettavamo.”

Tutti i pianeti hanno un'orbita favorevole che li porta fra la loro stella ospite e la Terra. Quando l'esopianeta, visto dalla Terra, passa di fronte alla sua stella, parte della luce stellare viaggia attraverso l'atmosfera esterna del pianeta. “L'atmosfera lascia la propria ‘impronta digitale’ nella luce stel-

lare, che noi possiamo studiare quando ci raggiunge”, ha spiegato la coautrice Hannah Wakeford, del NASA Goddard Space Flight Center. Quelle impronte digitali hanno permesso al team di estrarre le “firme” di vari elementi e molecole, inclusa l'acqua, e di distinguere fra esopianeti nuvolosi e senza nuvole, una proprietà che potrebbe spiegare il mistero dell'acqua mancante.

I modelli dei ricercatori hanno rivelato che mentre gli esopianeti apparentemente privi di nuvole mostrano forti tracce di acqua, le atmosfere di quegli hot Jupiter con deboli tracce di acqua contengono anche nubi e foschie, le quali sono entrambe note per nascondere l'acqua alla vista. Mistero risolto!

“L'alternativa a ciò è che i pianeti si formino in ambienti privi di acqua, ma questo richiederebbe di ripensare completamente le nostre attuali teorie su come nascono i pianeti”, ha spiegato il co-autore Jonathan Fortney, della University of California, Santa Cruz. “I nostri risultati hanno escluso lo ‘scenario asciutto’ e suggeriscono con forza che sono semplicemente le nuvole a nascondere l'acqua agli ‘occhi indiscreti’.”

Lo studio delle atmosfere esoplanetarie è attualmente nella sua infanzia, con solo una manciata di osservazioni fatte finora. Il successore di Hubble, il James Webb Space Telescope, aprirà una nuova finestra infrarossa nello studio degli esopianeti e delle loro atmosfere. ■



Questa immagine mostra una veduta artistica dei dieci esopianeti hot Jupiter studiati da David Sing e colleghi. Le dimensioni sono in scala. HAT-P-12b, il più piccolo, è approssimativamente delle dimensioni di Giove, mentre WASP-17b, il pianeta più grande di questo campione, è grande quasi il doppio. I pianeti sono anche rappresentati con nubi di differenti proprietà. Non è disponibile quasi nessuna informazione circa i colori dei pianeti, con l'eccezione di HD 189733b, che divenne noto come il pianeta blu. I pianeti più caldi del campione sono ritratti con un lato notturno più luminoso. Questo effetto è più forte su WASP-12b, l'esopianeta più rovente del campione, ma è anche visibile su WASP-19b e WASP-17b. È anche risaputo che vari pianeti esibiscono una notevole diffusione Rayleigh. Questo effetto genera la tonalità blu del cielo diurno e l'arrossamento del Sole al tramonto sulla Terra. È anche visibile come un bordo blu sui pianeti WASP-6b, HD 189733b, HAT-P-12b e HD 209458b. Le strutture del vento rappresentate su questi dieci pianeti, che assomigliano alle strutture visibili su Giove, sono basate su modelli teorici. [ESA/Hubble & NASA]

Stelle rinate, risolto il mistero

by NASA/McDonald Obs.

L'astronoma Natalie Gosnell, dell'Università del Texas, ha usato il telescopio spaziale Hubble per meglio comprendere perché alcune stelle non stanno evolvendo come previsto. Queste cosiddette "blue stragglers" (vagabonde blu) appaiono più calde e più blu di quanto dovrebbero alla loro avanzata età. È come se si fossero in qualche modo rinvigorite, tanto da apparire più giovani di quanto realmente siano. Sebbene le blue stragglers siano state identificate per la prima volta 62 anni fa, gli astronomi devono ancora concordare sul perché del loro strano aspetto. La spiegazione più popolare, fra numerose teorie concorrenti, è che una stella che sta invecchiando riversa materiale su una stella compagna più piccola. Quest'ultima acquisisce massa diventando più calda e più blu, mentre la compagna anziana esaurisce il combustibile e collassa diventando una nana bianca. Per testare questa teoria, il team della Gosnell ha condotto un'indagine nell'ammasso stellare aperto NGC 188, che contiene 21 blue stragglers.

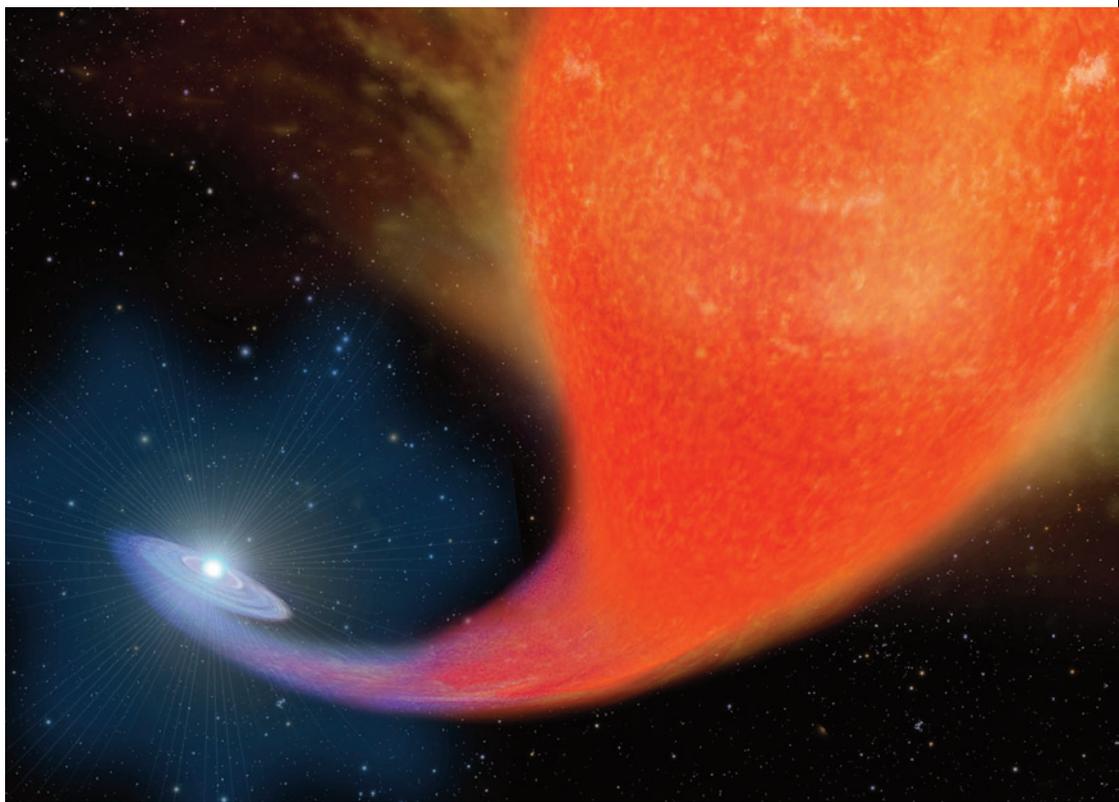
Di queste, i ricercatori hanno scoperto che sette posseggono nane bianche compagne, delle quali hanno identificato il bagliore ultravioletto, rilevabile da Hubble.

Delle 14 rimanenti, altre sette mostrano evidenze di diverse modalità di trasferimento di massa fra stelle. Gosnell afferma di credere che siano sistemi binari di nane bianche e blue stragglers e specifica che i due terzi di queste ultime si sono formate attraverso trasferimenti di massa. *"Questo è davvero notevole – dice l'astronoma – perché finora non c'erano prove osservative concrete, solo risultati approssimativi. È la prima volta che possiamo porre limiti alla frazione di blue stragglers formate attraverso il trasferimento di massa."* Gosnell ha

aggiunto che questa scoperta fa luce sui processi fisici responsabili del cambiamento di aspetto del 25% delle stelle evolute.

La questione è venuta a galla perché in anni recenti gli astronomi sono stati in grado di fare un censimento completo e accurato delle stelle in una quantità di ammassi aperti.

"Gli ammassi aperti sono davvero il miglior laboratorio per lo studio dell'evoluzione stellare" ha detto l'astronoma. *"Hanno una popolazione stellare semplice."* Le stelle in un ammasso si formano nello stesso tempo



Alla pagina precedente, una stella normale in un sistema binario attira gravitazionalmente materia da una stella compagna anziana, che è diventata una gonfia gigante rossa, espandendosi alcune centinaia di volte rispetto alle dimensioni iniziali. Sotto, dopo un paio di centinaia di milioni di anni, la gigante rossa ha bruciato il suo combustibile ed è collassata in una nana bianca che brilla intensamente a lunghezze d'onda ultraviolette. La stella compagna si è ingrandita per l'idrogeno travasato dalla gigante rossa, diventando più rovente, brillante e blu di quanto non fosse in precedenza. [NASA/ESA, A. Feild (STScI)]



e dalla stessa materia. Gli studi sulla popolazione dell'ammasso hanno rivelato che fino a un quarto delle stelle più vecchie "non stanno evolvendo come supponevamo" ha aggiunto Gosnell. Stelle che gli astronomi si aspettavano divenissero giganti rosse (come Aldebaran, l'occhio del Toro) sono invece diventate blue stragglers inaspettatamente brillanti, stelle blu con una serie di caratteristiche strane. Gosnell voleva scoprire cos'è loro accaduto; pertanto, assieme a Bob Mathieu, della University of Wisconsin-Madison, e altri collaboratori, ha progettato uno studio usando l'Advanced Camera for Surveys di Hubble per tentare di distinguere fra tre teorie su come queste stelle diventano blue stragglers. Le teorie includono:

collisioni fra stelle nell'ammasso (con detriti che si fondono per formare una blue straggler); fusione di due stelle in un sistema stellare triplo; trasferimento di massa fra due stelle in un sistema binario. Come ha ricordato Gosnell, in una coppia di stelle, quella più grande evolve più rapidamente. Quella stella diventa una gigante rossa. Una gigante rossa è talmente gonfia che gli strati più esterni di gas della sua superficie sono solo debolmente trattiene dalla gravità stellare. Essi possono essere trascinati via dalla gravità della stella compagna. Questo è trasferimento di massa. Poiché il gas viene dirottato dalla compagna, la gigante rossa viene lasciata con il solo nucleo, trasformandola in nana bianca. La

compagna, inizialmente la meno massiccia della coppia, ma ora quella più pesante, diventa una blue straggler. Il metodo della Gosnell è limitato dal fatto che non rivela le nane bianche che si sono abbastanza raffreddate da non brillare più nella luce UV rilevabile da Hubble. Ciò significa che solo quelle nane bianche formatesi negli ultimi 250 milioni di anni (adolescenti, astronomicamente parlando) sono individuabili. Saperne di più su come queste stelle si formano è importante perché gli astronomi usano le loro ipotesi per modellare le popolazioni stellari di galassie distanti, dove la luce di tutte le stelle si fonde assieme. "Tu non vuoi ignorare il 25% delle stelle evolute in quelle galassie", ha detto Gosnell. Tali modelli sono importanti perché le galassie distanti appaiono in molti diversi tipi di studi cosmologici. "Proprio ora – ha aggiunto l'astronoma – i modelli hanno molte possibilità di miglioramento."

"Se modificassimo il modo con cui i modelli trattano il trasferimento di massa, ciò farebbe confluire osservazioni e teoria", ha sottolineato Gosnell. "Esse concorderebbero e noi potremmo usare ciò per aggiungere informazioni alla nostra comprensione delle popolazioni stellari non risolte", ovvero le stelle di galassie così lontane la cui luce è fusa assieme.

Gosnell pianifica di continuare a studiare queste stelle usando l'Harlan J. Smith Telescope di 2,7 metri del McDonald Observatory, assieme al suo spettrografo IGRINS, per restringere il numero di blue stragglers che possono formarsi attraverso la fusione in sistemi tripli. ■

Variazioni nella Grande Macchia Rossa di Giove catturate in un ritratto planetario di Hubble

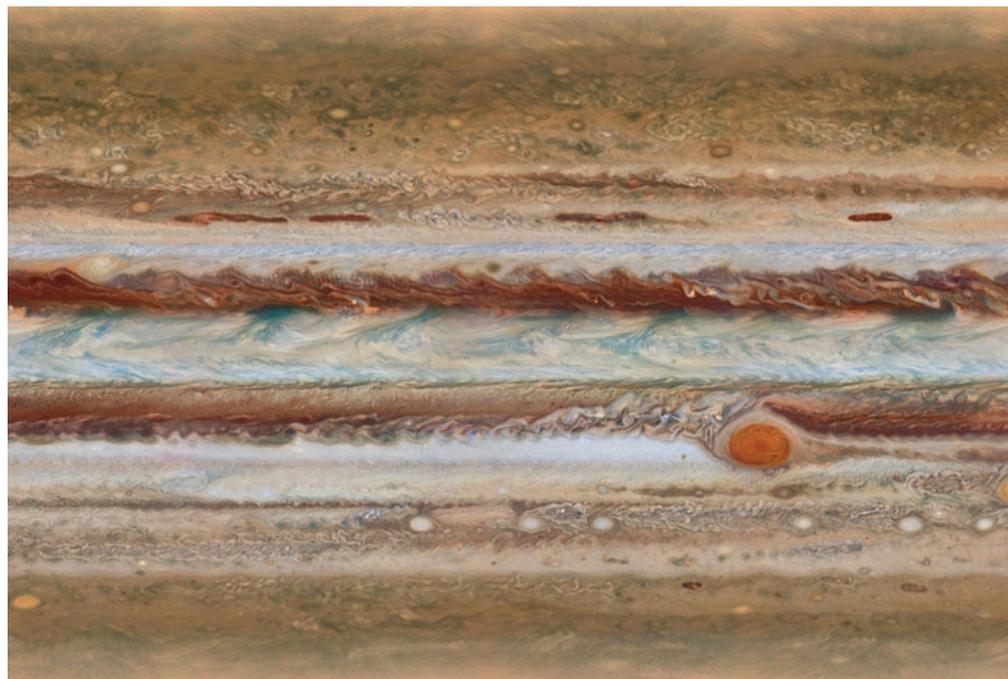
by NASA

Per mezzo del telescopio spaziale Hubble, alcuni scienziati hanno prodotto nuove mappe di Giove, che mostrano continui cambiamenti nella sua famosa Grande Macchia Rossa. Le immagini rivelano anche una rara struttura a onda nell'atmosfera del pianeta, che non era stata vista per decenni.

La nuova immagine è la prima di una serie di ritratti annuali dei pianeti esterni del sistema solare, che ci forniranno nuove vedute di questi mondi remoti e aiuteranno gli scienziati a studiare come cambiano nel tempo. In questa nuova ripresa di Giove è stata catturata un'ampia varietà di aspetti, inclusi i venti, le nubi e le tempeste. Gli scienziati hanno preso le nuove immagini tramite l'Hubble Wide Field Camera 3, in un periodo di 10 ore e dalle osservazioni hanno prodotto due mappe

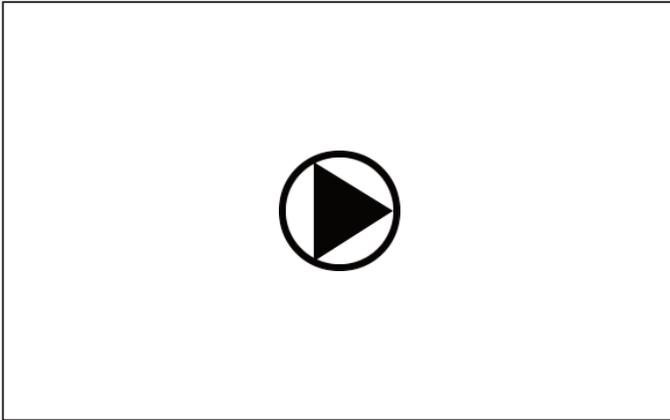
dell'intero pianeta. Queste mappe hanno reso possibile determinare la velocità dei venti di Giove, per identificare diversi fenomeni nella sua atmosfera e per tracciare variazioni nella sua più celebre struttura. Le nuove immagini confermano che l'e-

norme tempesta che ha infuriato sulla superficie di Giove per almeno 300 anni continua a restringersi, ma non se ne va senza combattere. La tempesta, conosciuta come Grande Macchia Rossa, viene qui vista turbinare al centro dell'immagine del pia-



Questa nuova immagine del più grande pianeta del sistema solare, Giove, è stata realizzata durante l'Outer Planet Atmospheres Legacy (OPAL) programme. Le immagini di questo program-

ma rendono possibile determinare le velocità dei venti di Giove, di identificare diversi fenomeni nella sua atmosfera e di tracciare cambiamenti nella sua più famosa struttura. [NASA, ESA, A. Simon (GSFC), M. Wong (UC Berkeley), and G. Orton (JPL-Caltech)]



neta. È stata vista ridursi di dimensioni a un ritmo notevolmente più veloce anno dopo anno per un po' di tempo. Ma ora il tasso di restringimento sembra essere ancora rallentato, sebbene la macchia sia circa 240 km più piccola rispetto al 2014. Quella della dimensione della macchia non è l'unica variazione catturata da Hubble. Al centro della mac-



chia, il cui colore è meno intenso di una volta, un insolito filamento può essere visto estendersi attraverso qua-

glia durante il periodo di 10 ore della sequenza di immagini della Grande Macchia Rossa, distorto dai venti che stanno soffiando a 540 km/h. C'è anche un'altra struttura interessante in questa nuova veduta del nostro vicino gigante.

Appena a nord dell'equatore del pianeta, i ricercatori hanno scoperto una rara struttura a onda, di un tipo che in precedenza era stato individuato su Giove solo una volta, decenni fa, dalla missione Voyager 2, lanciata nel 1977. Nelle immagini del Voyager 2 l'onda era a mala pena visibile e gli astronomi iniziarono a pensare che le sue sembianze fossero da attribuire a un caso fortuito, poiché nulla di simile era stato più visto da allora ad oggi. L'onda attuale è stata scoperta in una regione punteggiata di cicloni e anticicloni.

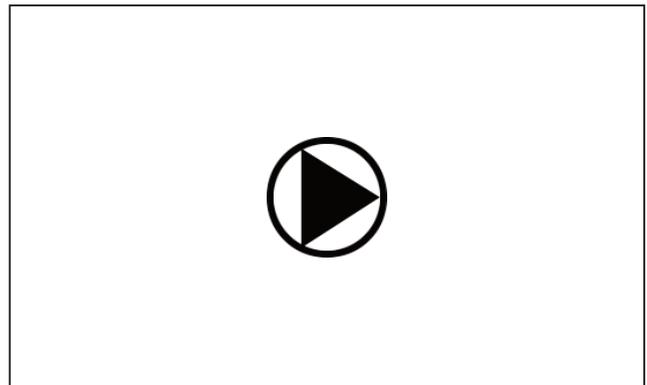
Onde simili, chiamate onde barocline, appaiono talvolta nell'atmosfera terrestre, dove ci sono cicloni in formazione. Secondo i ricercatori,

Usando il telescopio spaziale Hubble, alcuni scienziati hanno prodotto nuove mappe di Giove. I dati della mappa qui mostrata sono stati raccolti nel corso dell'Outer Planet Atmospheres Legacy (OPAL) programme di Hubble. Questa mappa è stata proiettata su un globo rotante, che ci consente di vedere la superficie planetaria nella sua interezza. [NASA, ESA, A. Simon (GSFC), M. Wong (UC Berkeley), G. Orton (JPL-Caltech), and G. Bacon (STScI)]

si l'intera ampiezza del vortice. Questo flusso filamentoso ruota e si attorc-

l'onda può avere origine in un livello sgombrato sotto le nuvole, divenendo visibile solo quando si propaga nel piano delle nuvole.

Le osservazioni di Giove fanno parte dell'Outer Planet Atmospheres Legacy (OPAL) programme, che consentirà ad Hubble di dedicare ogni anno tempo all'osservazione dei pianeti



In sovrapposizione alle mappe e al globo creati, divengono visibili i movimenti delle linee di polvere, ciò permette agli scienziati di calcolare la velocità del vento nell'atmosfera di Giove. [NASA, ESA, A. Simon (GSFC), M. Wong (UC Berkeley), G. Orton (JPL-Caltech), and G. Bacon (STScI)]

esterni. Oltre a Giove, come parte del programma sono già stati osservati Nettuno e Urano, e mappe di questi pianeti saranno inserite nell'archivio pubblico. Saturno verrà aggiunto alla serie più tardi.

La collezione di mappe che sarà incrementata nel tempo aiuterà gli scienziati a capire non solo le atmosfere dei pianeti giganti del sistema solare, ma anche le atmosfere del nostro stesso pianeta e dei pianeti che si stanno scoprendo attorno ad altre stelle. ■

La nascita dei mostri

by ESO

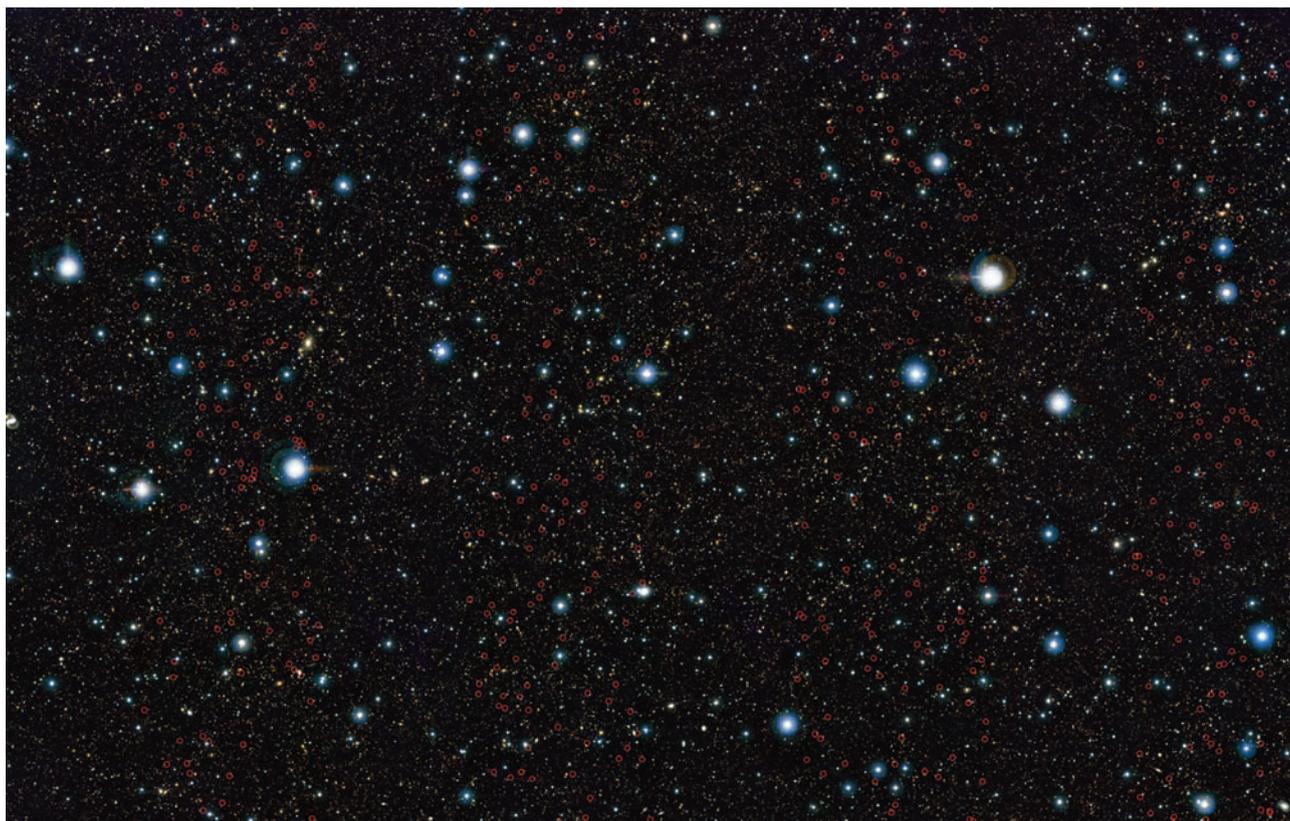
Il solo contare il numero delle galassie in un pezzetto di cielo fornisce una via per testare le teorie degli astronomi sulla formazione ed evoluzione galattica. Tuttavia, un compito così semplice diviene sempre più difficile allorché gli astronomi tentano di contare le galassie più distanti e fioche. Ciò è ulteriormente compli-

cato dal fatto che le galassie più brillanti e facili da osservare (le più massicce dell'universo), sono tanto più rare quanto più in profondità nel passato dell'universo gli astronomi osservano, mentre le più numerose galassie deboli risultano sempre più difficili da trovare.

Un gruppo di astronomi guidato da Karina Caputi, del Kapteyn Astronomical Institute, University of Groningen (Olanda), ha ora portato alla luce

molte galassie distanti che erano sfuggite a studi precedenti. Gli astronomi hanno usato immagini dell'UltraVISTA survey, uno dei 6 progetti che impiegato VISTA per sorvegliare il cielo alle lunghezze d'onda del vicino infrarosso, e hanno fatto un censimento di deboli galassie quando l'età dell'universo era fra appena 0,75 e 2,1 miliardi di anni.

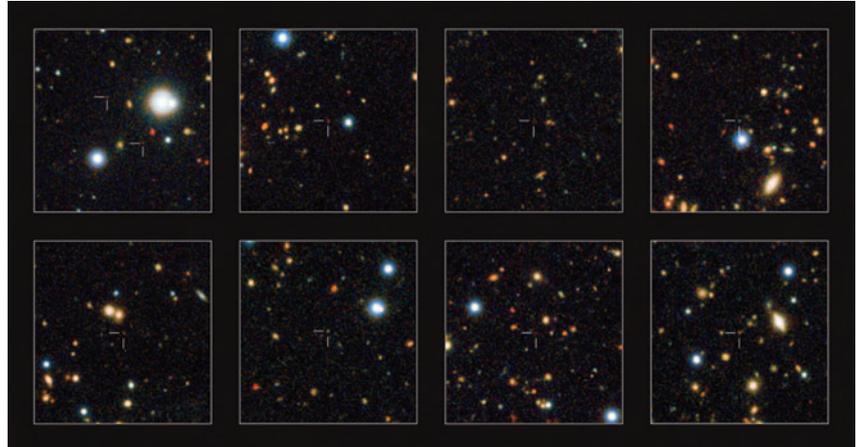
UltraVISTA ha ripreso la stessa porzione di cielo, grande circa 4 volte la



Il telescopio di sorveglianza VISTA dell'ESO ha spiato un'orda di galassie massicce che esistevano quando l'universo era nella sua infanzia. Scoprendo e studiando più galassie di questo tipo di quanto mai fatto in precedenza, gli astronomi hanno per la prima volta scoperto esattamente quando quelle mostruose galassie sono apparse. Le galassie massicce ora scoperte sono indicate su questa immagine del campo UltraVISTA. [ESO/UltraVISTA team. Acknowledgement: TERAPIX/CNRS/INSU/CASU]

Luna piena, a partire dal dicembre 2009. È questa la più ampia regione di cielo finora fotografata con tale profondità a lunghezze d'onda infrarosse. Gli astronomi hanno combinato le osservazioni di UltraVISTA con quelle del telescopio spaziale Spitzer della NASA, che indagano il cosmo a lunghezze d'onda ancora maggiori, nel medio infrarosso (VISTA osserva nel range 0.88–2.15 μm , mentre Spitzer fra 3.6 e 4.5 μm).

“Abbiamo scoperto 574 nuove galassie massicce, il campione più cospicuo finora messo assieme di tali galassie nascoste del giovane universo”, spiega la Caputi. *“Studiarle ci permette di rispondere a una domanda semplice ma importante: quando sono apparse le prime galassie massicce?”* Fotografare il cosmo nelle lunghezze d'onda del vicino infrarosso consente agli astronomi di vedere oggetti che sono oscurati dalle polveri ed estremamente distanti, nati quanto l'universo era solo un “bimbo”. L'espansione dello spazio implica che più distante è una galassia, più velocemente essa sembra allontanarsi da un osservatore sulla Terra. Questo stiramento fa sì che la luce proveniente da quegli oggetti distanti sia spostata nella regione più rossa dello spettro, rendendo necessarie le osservazioni nel vicino e medio infrarosso per catturare i fotoni provenienti da tali galassie.



Alcune delle galassie massicce recentemente scoperte sono mostrate in primo piano in questi piccoli scorci del campo UltraVISTA. [ESO/UltraVISTA team. Acknowledgement: TERAPIX/CNRS/INSU/CASU]

Il team ha scoperto un'esplosione del numero di quelle galassie in un brevissimo lasso di tempo. Una grande frazione delle galassie massicce (con massa di oltre 50 miliardi di volte quella del Sole) che oggi vediamo attorno a noi nell'universo vicino erano già formate appena 3 miliardi di anni dopo il Big Bang. *“Non abbiamo trovato alcuna traccia di queste galassie massicce prima di circa un miliardo di anni dopo il Big Bang, pertanto siamo fiduciosi che lì è quando si sono formate le prime galassie massicce”,* conclude Henry Joy McCracken, coautore dello studio. In aggiunta, gli astronomi hanno scoperto che le galassie

massicce erano più abbondanti di quanto pensato. Le galassie precedentemente nascoste rappresentano la metà del numero totale di galassie massicce presenti quando l'universo aveva un'età compresa fra 1,1 e 1,5 miliardi di anni (equivalenti a redshift compresi fra $z=5$ e $z=4$). Questi nuovi risultati, comunque, contraddicono i modelli correnti su come le galassie evolvono nel giovane universo, i quali non prevedono alcuna galassia mostro in quelle epoche primordiali. A complicare ulteriormente le cose, se le galassie massicce del giovane universo fossero inaspettatamente più polverose di quanto prevedono gli astronomi, allora nemmeno UltraVISTA sarebbe in grado di rilevarle. Se questo è effettivamente il caso, l'attuale quadro di come si sono formate le galassie nel giovane universo potrebbe richiedere una completa revisione. Anche l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) cercherà queste rivoluzionarie galassie polverose. Se fossero trovate, servirebbero anche come target per l'European Extremely Large Telescope (E-ELT) dell'ESO, che consentirà dettagliate osservazioni di alcune delle prime galassie di sempre. ■



Questo video mostra le galassie massicce scoperte nel giovane universo. [ESO/UltraVISTA team. Acknowledgement: TERAPIX/CNRS/INSU/CASU]

Curiosity fra dune sabbio di Marte

di Michele Ferrara

Una traccia di ruota lasciata dal rover Curiosity in prossimità di una duna di sabbia marziana, fotografata il 2 dicembre con la Mastcam. La scena è un mosaico di più immagini presentato con colori e condizioni di illuminazione che simulano un ambiente terrestre. [NASA/JPL-Caltech/MSSS]

le se

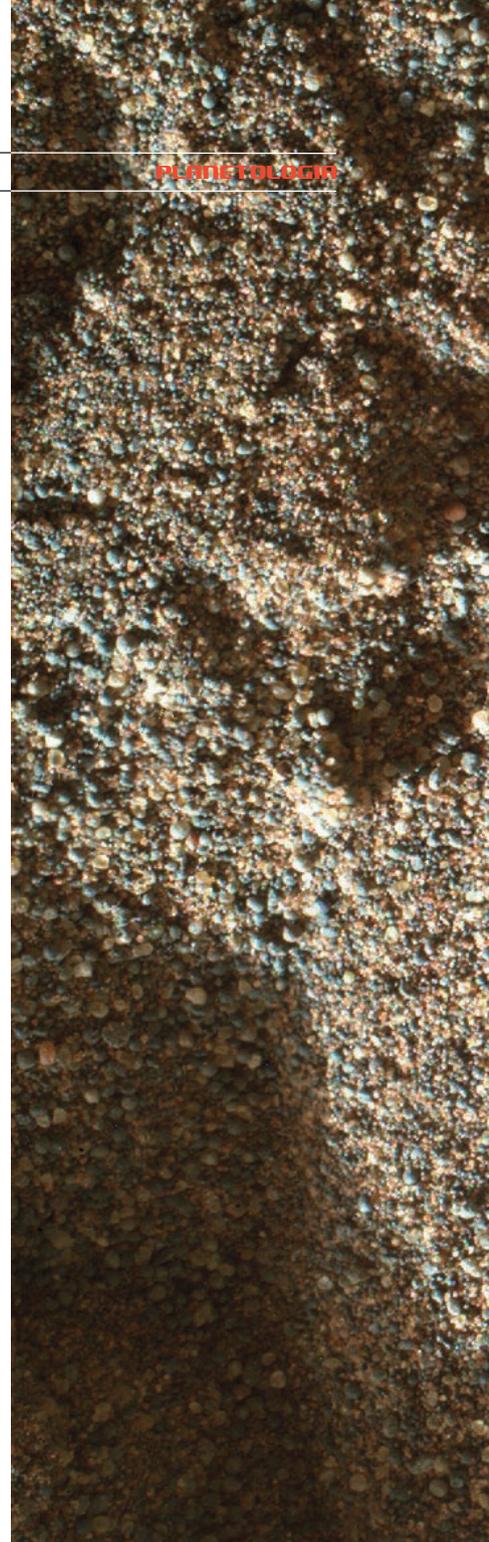
Come nei deserti terrestri, anche su Marte ci sono territori coperti di dune di sabbia, che si trasformano lentamente per l'azione del vento. Il rover Curiosity ha raggiunto una di quelle dune e ha iniziato ad analizzarla per capire se il vento è in grado di smistare i granelli di sabbia in base alle loro dimensioni e al peso, operando quindi una differenziazione mineralogica.

Nella seconda metà del 2015, Plutone ha senza dubbio "rubato" la scena a tutti gli altri pianeti, e per un po' ci siamo dimenticati che su Marte continua inarrestabile la lenta marcia del rover Curiosity ai piedi del Mount Sharp, nel Gale Crater. Dopo l'atterraggio del 2012 in un'area pianeggiante del cratere, il rover aveva iniziato il suo lungo tragitto verso i rilievi posti al centro della struttura. Strada facendo, ha scavato e trapanato più volte il terreno, esaminando campioni di suolo nel suo laboratorio interno e attraverso gli strumenti esterni. Curiosity ha poi raggiunto la base del Mount Sharp nel settembre del 2014, proseguendo la sua esplorazione del pianeta rosso senza particolari problemi.

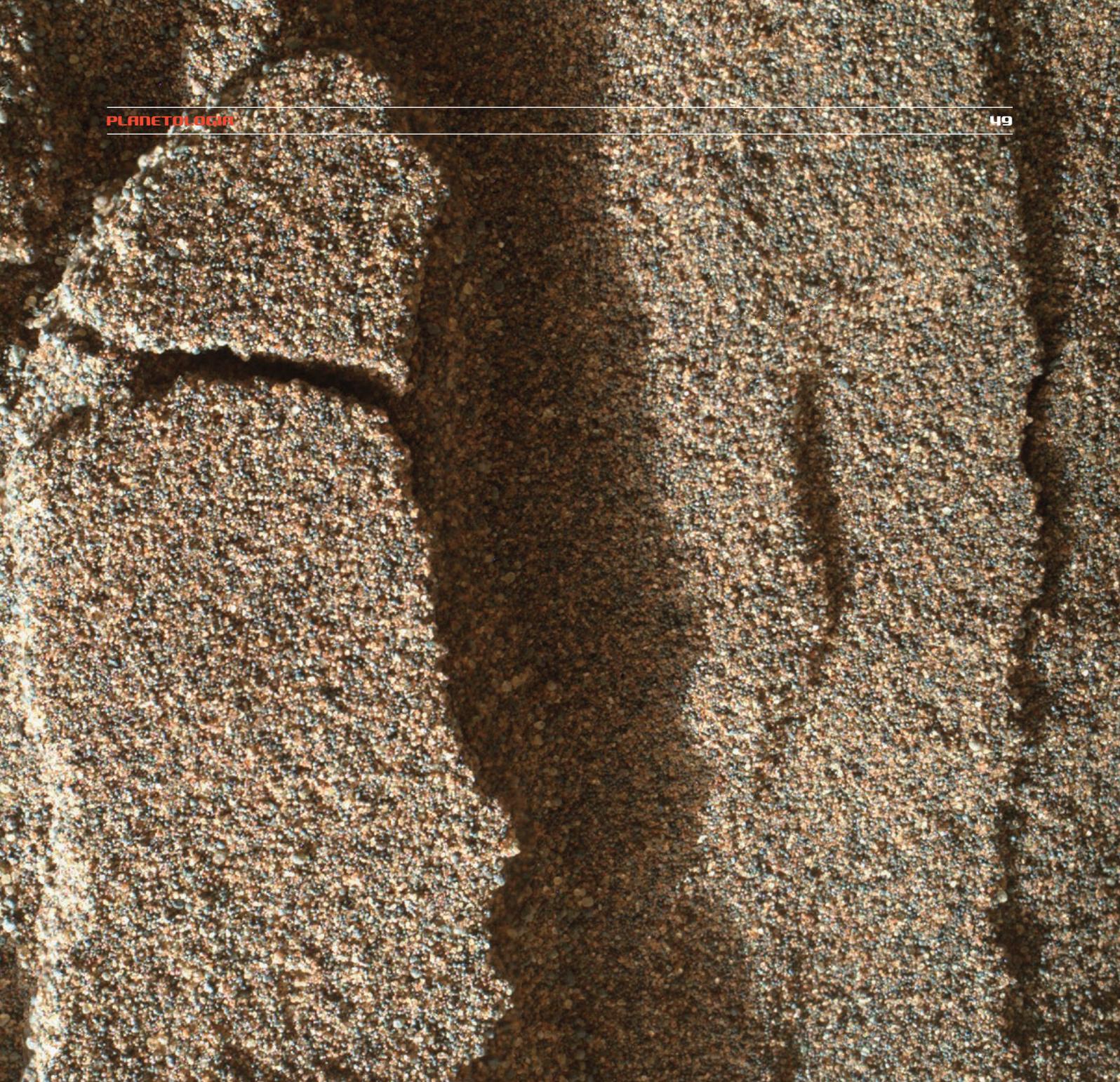


A sinistra, i dintorni di High Dune, la prima duna marziana studiata da vicino a partire da fine novembre. Questo territorio è parte del complesso di dune attive denominato Bagnold Dunes, che fiancheggia le pendici di nord-ovest del Mount Sharp, all'interno del Gale Crater. Anche in questo caso i colori e le condizioni di illuminazione simulano un ambiente terrestre. [NASA/JPL-Caltech/MSSS]

Nel novembre 2015, fiancheggiando le pendici nord-occidentali del Mount Sharp, il rover ha infine raggiunto un'area caratterizzata da spettacolari dune di sabbia, alte fino a 6-7 metri, molto simili a dune dei deserti terrestri. È la prima volta che strutture di quel tipo vengono osservate così da vicino. Finora erano state visitate ondulazioni simili per aspetto ma molto meno elevate, tanto da non poter essere definite dune, termine col quale si indicano conformazioni che hanno una parete sottovento abbastanza ripida da lasciar scivolare in basso la sabbia di cui sono composte. L'area raggiunta da Curiosity è stata (informalmente) denominata Bagnold Dunes, in onore di Ralph Alger Bagnold, ingegnere e militare inglese, che fu pioniere nello studio degli effetti del vento sul movimento dei grani di sabbia delle dune. Lo studio di quelle strutture su Marte ha vari aspetti interessanti. Uno è il fatto che sono tuttora attive, nel senso che si muovono di circa 1 metro ogni anno terrestre,



Sopra, uno strato poco profondo di sabbia marziana, situato presso High Dune. La sabbia è stata smossa da una ruota di Curiosity per esporre il materiale sottostante, che contiene una componente di sabbia finissi-



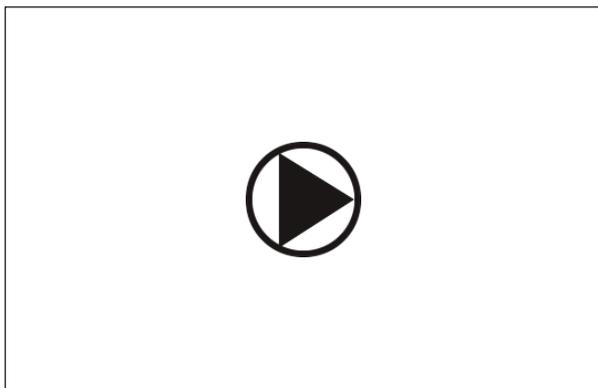
ma che in superficie è già stata rimossa dal vento. L'immagine è un mosaico di foto prese il 3 dicembre con il Mars Hand Lens Imager (MAHLI). L'area inquadrata è di appena 3,3 x 2,5 cm. [NASA/JPL-Caltech/MSSS]

come hanno dimostrato accurate osservazioni effettuate tramite l'High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE) del Mars Reconnaissance Orbiter (MRO); sarà quindi interessante studiare il fenomeno in situ. Oltre che il processo di migrazione delle dune, i ricercatori sono anche curiosi di indagare la composizione mineralogica dei grani di sabbia che le formano. Dal momento che tale sabbia è anche la componente base di antiche rocce arenarie piuttosto comuni su Marte, capire evoluzione e

composizione dei granelli di sabbia può aiutare a meglio interpretare la struttura interna dell'arenaria e a capire in che misura la sua formazione può essere attribuita all'acqua.

L'abbondanza relativa di determinati minerali, come ad esempio l'olivina (molto diffusa nel sistema solare), all'interno di strati rocciosi può dare un'idea del ruolo dell'acqua in un determinato scenario. Certe concentrazioni potrebbero però avere anche origini diverse, essere state in un certo senso

favorite a monte. In particolare, se il vento marziano fosse in grado di operare una sorta di "smistamento anticipato" dei minerali, in base alle dimensioni e al peso dei grani di sabbia che li contengono, il risultato sarebbe che lo studio dell'arenaria derivante dalla trasformazione di quella sabbia selezionata potrebbe portare a valutazioni errate del ruolo dell'acqua nella sua formazione. Una più dettagliata conoscenza dei meccanismi che agiscono sulle dune può



avere insomma risvolti in una più generale valutazione del ruolo dell'acqua su Marte. Curiosity ha quindi ora il compito di capire se il vento smista davvero i minerali, come sposta i singoli grani di sabbia e quali differenze ci sono fra lo strato più superficiale di sabbia e quelli sottostanti. Il rover ha già iniziato a smuovere con le sue ruote il terreno della prima duna incontrata (High Dune) e a investigarlo con la sua strumentazione. Inevitabilmente, prima di avere dei risultati parecchio vento dovrà soffiare dalle parti di Curiosity. Per ora si è potuto solo appurare, attraverso rilievi del Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer del MRO, che la composizione mineralogica di Bagnold Dunes non è uniformemente distribuita. In attesa di informazioni più precise, possiamo intanto ammirare le prime dettagliatissime immagini di queste pagine, rilasciate dalla NASA e che riguardano il luogo in cui il rover sta attualmente operando. ■

Primissimo piano di granelli della sabbia di High Dune, non disturbati dall'attività di Curiosity. Questa immagine è stata presa il 5 dicembre con il Mars Hand Lens Imager (MAHLI). L'area inquadrata è di soli 3,6x2,7 cm. [NASA/JPL-Caltech/MSSS] A fianco, un emozionante video che ripercorre i 50 anni dell'esplorazione marziana e anticipa ciò che avverrà nel prossimo futuro. [NASA]

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



Cassegrain Ø 250 mm, focale 5000 mm

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



TecnoSky Flat Field 70 Lantano

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



Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 90/600 mm

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



TecnoSky 100 Flat Field Apo

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



Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 80/480 mm

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

TecnoSky RC10 Ø 250 mm, focale 2000 mm

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



Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 102/714 mm

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

NortheK

Instruments - Composites - Optics

DALL KIRKHAM 350 MM

F/20 OSTRUZIONE 23%

OTTICA IN SUPREMAX 33 DI SCHOTT

STRUTTURA IN CARBONIO - CELLA A 18 PUNTI

FLOTTANTI - MESSA A FUOCO MOTORIZZATA DA 2,5"

FEATHER TOUCH - SISTEMA DI VENTILAZIONE E

ASPIRAZIONE DELLO STRATO LIMITE

PESO 34 KG.

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

RITCHEY CHRÉTIEN F/9

CON CORRETTORE/RIDUTTORE

CASSEGRAIN CLASSICO F/15

