

Già scoperta un'altra Terra?

Esplosioni di acqua marziana



SVALBARD

2015

Il viaggio
che eclissa l'eclisse



- **Astrofilo fotografa GRB da record**
- **Risolve le galassie submillimetriche**
- **La Relatività supera un test estremo**
- **L'acqua della cometa SL9 su Giove**
- **Nuovo look per la Ring Nebula**

NortheK



Instruments - Composites - Optics



Direttore Responsabile
Michele Ferrara

Consulente Scientifico
Prof. Enrico Maria Corsini

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

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

Distribuzione
Gratuita a mezzo Internet

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

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

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

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

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



I principali articoli di questo numero



Già scoperta un'altra Terra?

Continua la marcia di avvicinamento alla scoperta della prima Terra extrasolare, con l'individuazione di tre pianeti poco più grandi del nostro, inseriti nella zona abitabile delle loro stelle e quindi potenzialmente adatti alla vita. Non appena ci sarà modo di calcolare la loro massa sapremo se e quanto...

a pagina 4



Esplosioni di acqua marziana

L'acqua su Marte viene solitamente immaginata sotto forma di ghiaccio e anche liquida, ma ci sono state situazioni in cui era allo stato di vapore e con una pressione tale da far esplodere il centro di alcuni crateri, trasformando quello che sarebbe potuto divenire un picco in una profonda buca.

a pagina 12



Risolte le galassie submillimetriche

Per oltre un decennio gli astronomi hanno provato a indagare a fondo la natura di una classe di galassie estremamente polverose, ma le basse risoluzioni offerte dagli strumenti che operavano alle lunghezze d'onda dove esse sono più brillanti hanno reso vano ogni tentativo. Ora, grazie ad ALMA, l'obiettivo è stato raggiunto.

a pagina 18



L'acqua della cometa SL9 su Giove

Che le comete abbiano portato grandi quantità di acqua sui pianeti del sistema solare è sempre stata più una certezza che un'ipotesi, mai però suffragata da prove. Ora, grazie al telescopio spaziale Herschel, le prove sono state trovate e riportano di attualità l'impatto della Shoemaker-Levy 9 contro Giove.

a pagina 24



La Relatività supera un test estremo

La Relatività di Einstein ha superato anche il test degli intensissimi campi gravitazionali che nei sistemi binari stretti portano alla produzione delle onde gravitazionali a spese del momento angolare. Al contrario, le teorie antagoniste, che proprio in quell'ambiente estremo cercavano un'affermazione...

a pagina 32



Astrofilo fotografa GRB da record

Il 27 aprile scorso è apparso nella costellazione del Leone un lampo gamma eccezionalmente brillante e persistente, la cui controparte ottica è stata fotografata anche da un esperto astrofilo dello Utah. Quel giorno festeggiava il suo compleanno... non male come regalo!

a pagina 42



Già scoperta Terra?

Continua la marcia di avvicinamento alla scoperta della prima Terra extrasolare, con l'individuazione di tre pianeti poco più grandi del nostro, inseriti nella zona abitabile delle loro stelle e quindi potenzialmente adatti alla vita. Non appena ci sarà modo di calcolare la loro massa sapremo se e quanto assomigliano al nostro mondo.

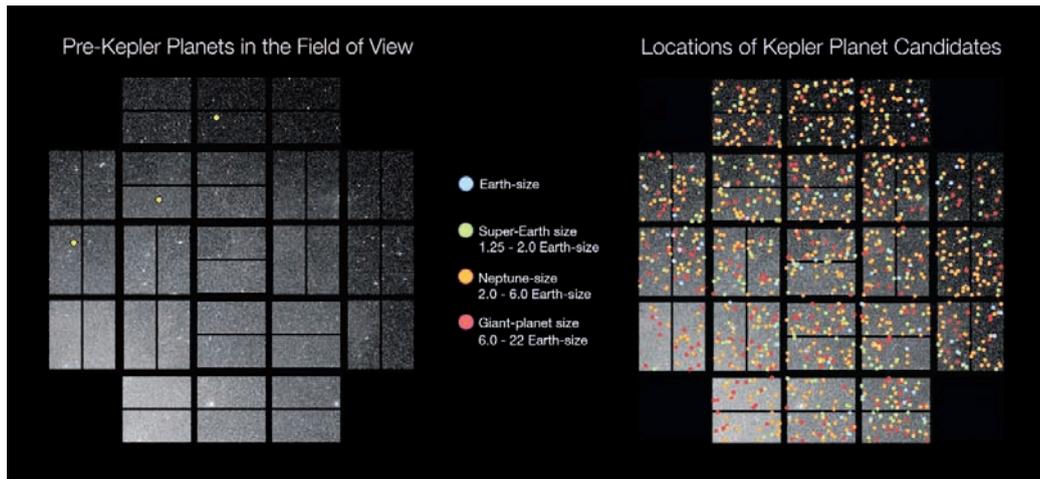
Visione artistica del sistema di Kepler-62, con in primo piano il pianeta "f" dal bordo del quale spunta la stella; mentre sulla sinistra splende il più interno pianeta "e". [NASA/Ames/JPL-Caltech]

un'altra

Non hanno dimensioni strettamente simili a quelle della Terra, ma in quanto ad abitabilità potrebbero già essere dei validi candidati. Si tratta di tre pianeti scoperti in due sistemi extrasolari che di pianeti ne contengono in tutto sette. Uno di quei tre potrebbe offrire ambienti per certi versi paragonabili a quelli in cui viviamo, ma per verificare tutto ciò servirà almeno qualche anno. A registrare la presenza dei due sistemi è stato il solito telescopio spaziale Kepler, che ormai sta scrivendo un capitolo indelebile nella storia dell'astronomia. Come noto, gli astronomi si aspettano che sia quello strumento a individuare per primo pianeti di taglia terrestre posti a circa 1 unità astronomica di distanza da stelle gemelle del Sole. Andrebbero per la verità

bene anche misure diverse, purché in grado di fornire, opportunamente combinate, habitat favorevoli al sostentamento della vita, ma poiché abbiamo un solo esempio di pianeta che ha sicuramente quelle caratteristiche, il nostro, trovarne uno che gli somigli in tutto e per tutto soddisferebbe in un certo senso anche la componente psicologica, se così vogliamo chiamarla. Il più interessante dei due sistemi extrasolari si trova nella costellazione della Lira, a circa 1200 anni luce di distanza dalla Terra. La stella posta al suo centro, denominata Kepler-62, è una nana arancione di tipo K, con diametro pari a 2/3 di quello del Sole, che irradia solo 1/5 dell'energia di quest'ultimo. (Ricordiamo che anche il Sole è una stella nana, ma di tipo G.)

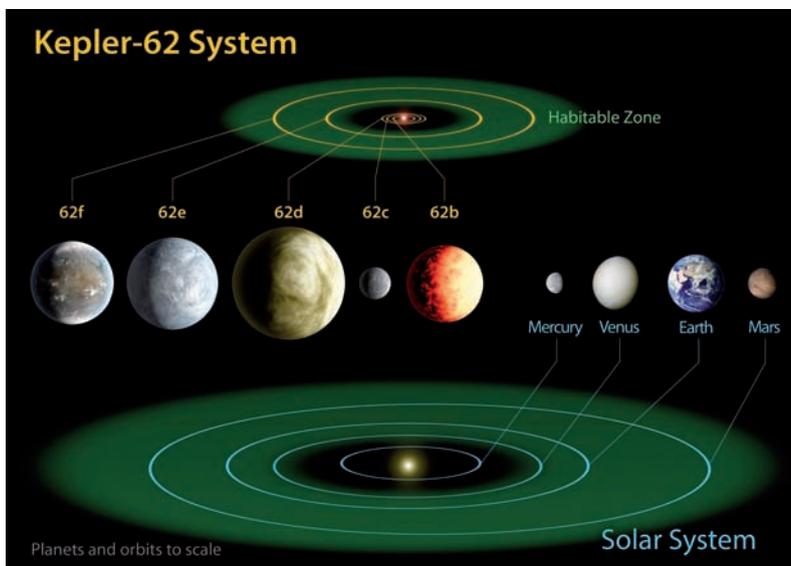
Le minori dimensioni di Kepler-62 comportano una minore luminosità e quindi un flusso di calore proporzionalmente inferiore, che si traduce in una zona abitabile di quel sistema che è più interna di quanto non sia nel nostro, ma non per questo meno adatta a garantire un habitat vivibile. A scoprire che attorno a quella stella orbitano dei pianeti è stato William Borucki, del NASA's Ames Research Center, Principal Investigator per il Kepler Space Telescope. Coadiuvato da una cinquantina di collaboratori, Borucki ha messo in evidenza quattro serie di transiti sul disco di Kepler-62, attribuendoli ad altrettanti pianeti, denominati Kepler-62b, Kepler-62c, Kepler-62d, Kepler-62e, aventi rispettivamente tempi di rivoluzione di circa 6, 12, 18 e 122 giorni. I primi tre, due dei quali un po' più grandi della Terra e uno grande circa quanto Marte, sono intuitivamente troppo vicini alla loro stella per poter essere considerati ospitali. Al contrario, Kepler-62e va a collocarsi sul confine interno



della zona abitabile, il che non vuol dire automaticamente che quel pianeta sia adatto alla vita, molto dipende infatti dalla sua massa, dalla sua composizione e dal conseguente tipo di atmosfera che può venire a crearsi. Per ora tutte quelle caratteristiche possono solo essere ipotizzate, ma considerando che siamo in presenza di un sistema evoluto (avendo Kepler-62 circa 7 miliardi di anni) e considerando anche le modeste dimensioni dei pianeti è assai probabile che la loro struttura sia essenzialmente rocciosa. In tal caso, Kepler-62e, che ha un diametro di circa 20 500 km, potrebbe sicuramente aver trattenuto un'atmosfera, anche se nulla si

può dire sulla sua densità e composizione, e sappiamo bene dallo studio dei pianeti terrestri del nostro sistema solare quanto quei fattori siano determinanti ai fini della vivibilità di un pianeta. In questo quadro, tutto sommato fin qui non particolarmente interessante, viene a inserirsi qualche tempo dopo la scoperta di Borucki un nuovo elemento che ren-

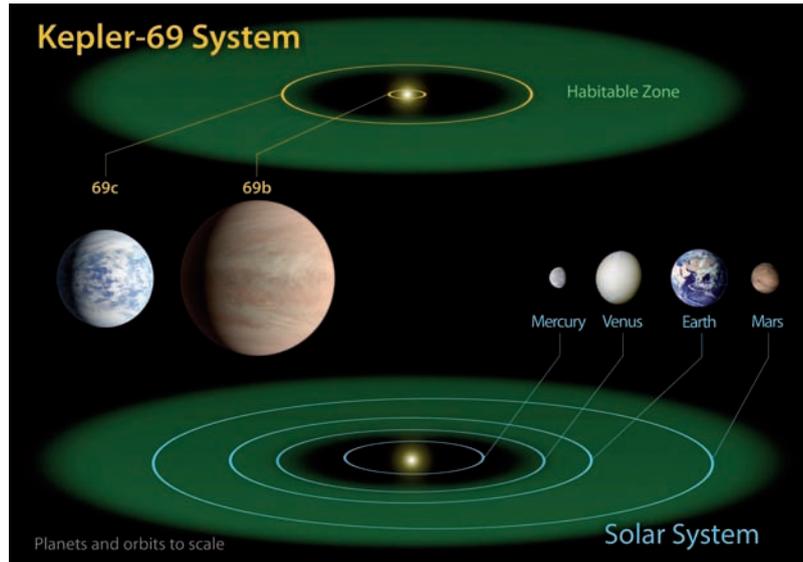
Il ruolo fondamentale del telescopio spaziale Kepler nella scoperta dei pianeti extrasolari è ben sintetizzato da questo confronto fra quelli noti nel campo celeste scattato dallo strumento prima della sua entrata in funzione (a sinistra) e a missione già abbondantemente avviata (a destra). [NASA/Ames/JPL-Caltech]



A sinistra, il sistema di Kepler-62 viene confrontato in scala con la parte più interna del nostro. La rappresentazione dell'ampiezza delle zone abitabili è da considerare molto ottimistica. [NASA Ames JPL-Caltech]

In quest'altro diagramma ad essere confrontato col nostro sistema è quello di Kepler-69. Anche in questo caso le proporzioni sono state rispettate, ma l'ampiezza delle zone abitabili rimane ottimistica (è stata determinata prendendo come modello il nostro sistema solare e supponendo che sia Venere sia Marte possano essere stati in un lontano passato molto più ospitali di quanto non siano oggi). [NASA Ames/JPL-Caltech]

de tutto un po' più speciale. Si tratta di un altro pianeta, Kepler-62f, il cui rilevamento da parte del telescopio Kepler non era stato ritenuto sufficientemente documentato dal team dell'Ames, in quanto erano stati registrati compiutamente solo due dei tre transiti necessari a certificare la natura di pianeta. Il terzo potenziale transito di Kepler-62f era coinciso con una procedura automatica di trasferimento dati all'interno del dispositivo di ripresa di Kepler ed era stato pertanto considerato perso. Ma attraverso un algoritmo appositamente realizzato, due ricercatori della University of Washington, Eric Agol e

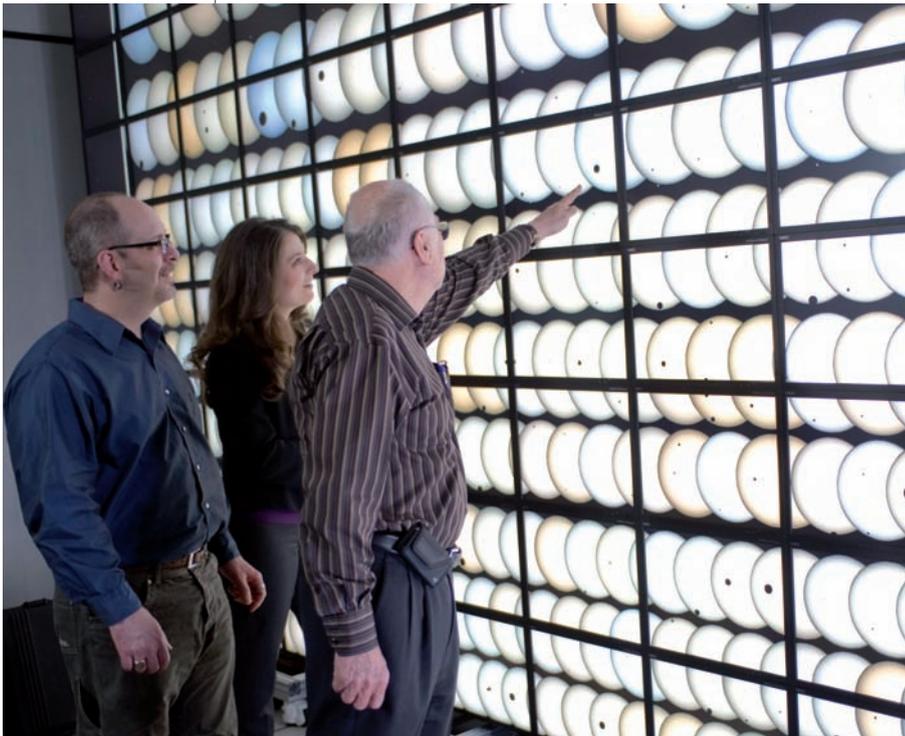


Brian Lee, sono riusciti a recuperare quel terzo transito e ad elevare così quel segnale periodico allo status di pianeta.

Dall'entità della caduta di luce durante i transiti, i ricercatori hanno potuto stabilire che il diametro di Kepler-62f supera quello

della Terra di appena il 40% ed è dunque vicino ai 18000 km. Dall'intervallo fra un transito e l'altro è stato invece facile dedurre il periodo di rivoluzione, poco più di 267 giorni, il che colloca Kepler-62f nel bel mezzo della zona abitabile della sua stella, e ciò alza notevolmente le probabilità che quel mondo presenti condizioni adatte alla vita. Ad oggi, Kepler-62f è per dimensioni e collocazione orbitale il pianeta più simile alla Terra, e se la massa non dovesse essere di molto superiore a quella che abbiamo sotto i piedi, potrebbe anche risultare adatto all'insediamento di forme di vita.

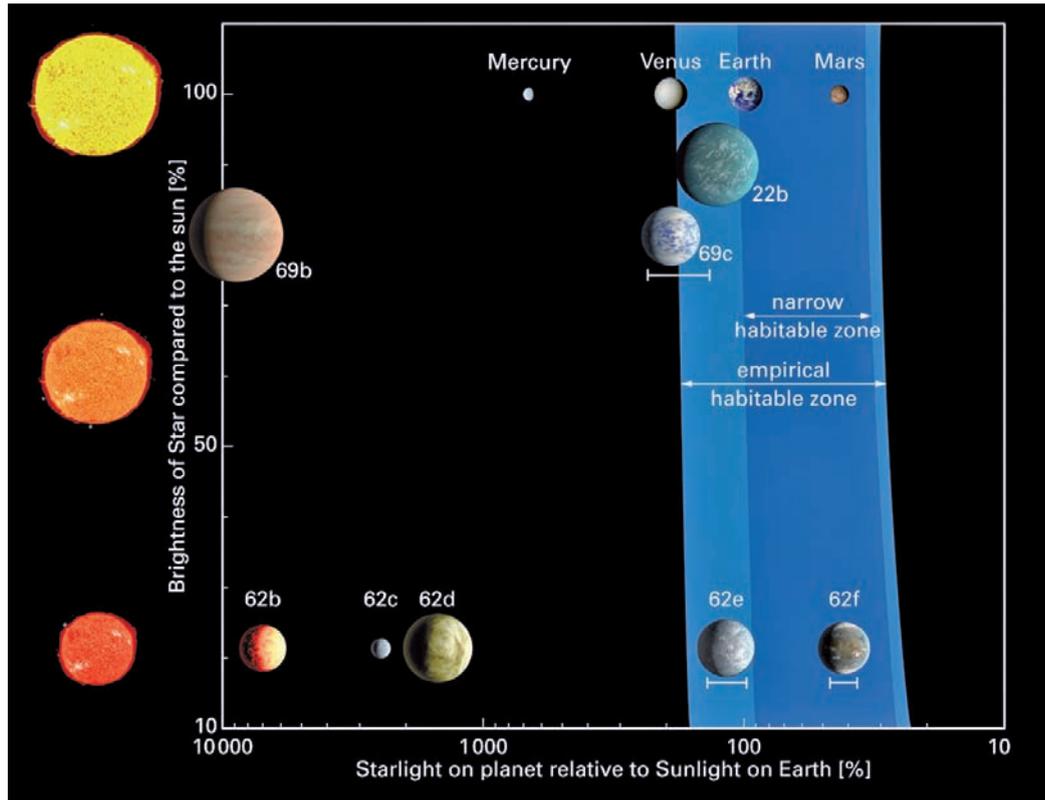
Tre membri del team di Kepler, Jon Jenkins, Natalie Batalha e William Borucki, visionano una lunga serie di transiti planetari proiettati su un enorme videwall. Dal colore delle stelle si intuisce che sono quasi tutte di tipo solare. [NASA]



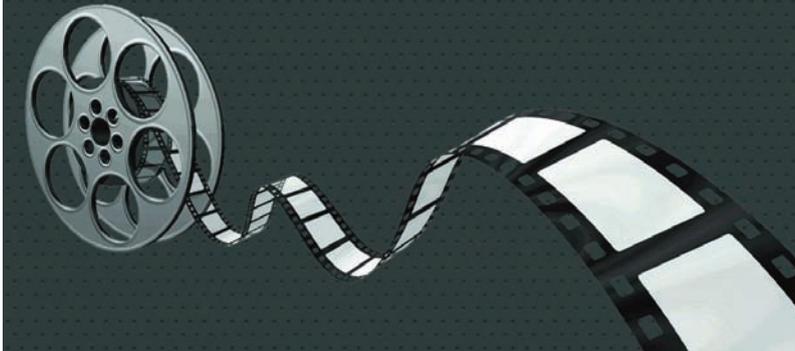
I nostri quattro pianeti interni, il mini-Nettuno Kepler-22b e i sette di cui si parla nell'articolo sono qui rappresentati con riferimento al tipo di stella cui appartengono e alla loro collocazione rispetto alla zona abitabile. Kepler-62f risulta essere il più promettente. [L. Kaltenegger (MPIA)]

Qualora la massa fosse circa uguale a quella terrestre (distribuita quindi in un volume più ampio) Kepler-62f potrebbe presentare una rilevante quantità di acqua in superficie, al punto da essere ricoperto da un oceano globale, profondo parecchi chilometri, come previsto da un modello sviluppato presso l'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics da Lisa Kaltenegger. Secondo la ricercatrice, uno scenario simile potrebbe caratterizzare anche Kepler-62e, uno scenario peraltro non nuovissimo, essendo già noto da oltre un anno un pianeta con quelle ca-

ratteristiche (si veda *l'Astrofilo* dell'aprile 2012). Al crescere dei valori delle masse di questi due pianeti, crescerebbe ovviamente la componente rocciosa e oltre un certo limite diverrebbero mondi inospitali, probabilmente caratterizzati da un'intensa attività geologica. Tutto ciò che sappiamo sulle masse di quei pianeti è che non sono sufficienti a spostare in modo percepibile dai migliori strumenti la stella attorno alla quale orbitano, cosa che permette di fissare a 35 masse terrestri il limite superiore delle loro masse, un valore utile solo per confermarne la natura planetaria e

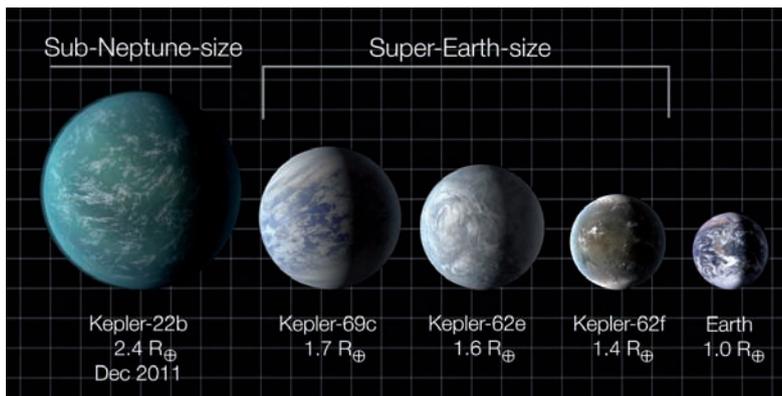


PER VIDEO E ANIMAZIONI SI RIMANDA ALLA
VERSIONE MULTIMEDIALE
DELLA RIVISTA PRESENTE SUL SITO WEB
<http://ita.astropublishing.com/>



Nel video a fianco sono riassunte le ultime scoperte compiute grazie al telescopio spaziale Kepler. I risultati di quei lavori sono stati pubblicati lo scorso aprile su *Science* e *The Astrophysical Journal*. [NASA Ames/JPL-Caltech]

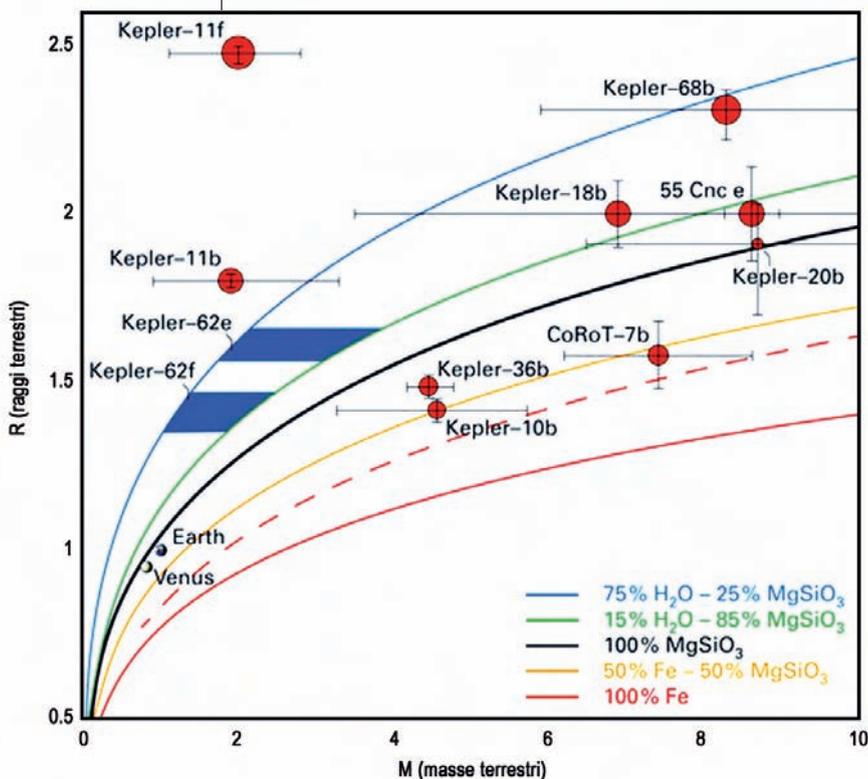
Questo raffronto è indicativo di come nell'ultimo anno abbondante gli astronomi si siano avvicinati a scoprire pianeti grandi come la Terra. Kepler-62f è l'ultimo scoperto e confermato in ordine di tempo. [NASA/Ames/JPL-Caltech]



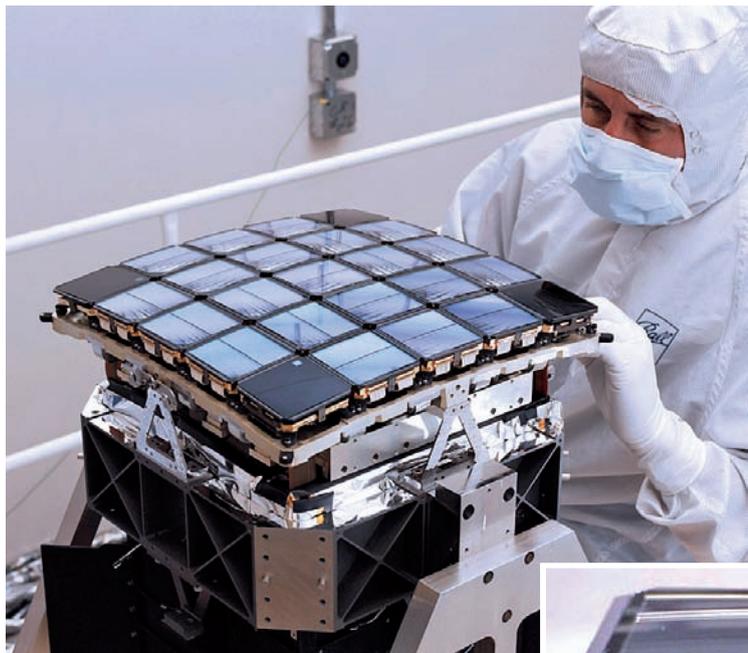
null'altro. L'opinione più diffusa è comunque quella che i due corpi abbiano masse tipiche dei pianeti terrestri e che la loro eventuale abitabilità dipenda principalmente dalla composizione della loro atmosfera. Secondo Borucki, affinché Kepler-62f possa offrire condizioni adatte alla vita come noi la conosciamo è necessario che abbia, oltre a una superficie terracquea, anche un'atmosfera ricca di anidride carbonica, in grado di favorire la presenza di un

effetto serra. Questo viene visto come indispensabile al mantenimento di una temperatura accettabile, considerando che Kepler-62f riceve dalla sua stella solo il 40% dell'energia che la Terra riceve dal Sole. Quelle medesime condizioni sarebbero invece non auspicabili per Kepler-62e, il quale ricevendo il triplo dell'energia ricevuta dal suo vicino sarebbe un umidissimo forno. Diverse composizioni delle atmosfere potrebbero invertire le sorti dei due pianeti, con Kepler-62e che diventa ospitale e Kepler-62f che si trasforma in un freezer. L'unico modo per sapere quale scenario si confà alla realtà è quello di osservare direttamente le loro atmosfere, attività sicuramente alla portata dei telescopi della prossima generazione.

Secondo L. Kaltenegger, D. Sasselov e S. Rugheimer, autori di uno dei diversi articoli dedicati a queste scoperte e apparsi sulle ultime edizioni di *Science* e *The Astrophysical Journal*, qualora uno dei tre pianeti potenzialmente abitabili fosse un waterworld (un pianeta d'acqua, almeno in superficie), la sua analisi spettrale durante i transiti dovrebbe rilevare impronte tipiche a seconda della posizione del pianeta all'interno della zona abitabile, ma come si può immaginare ciò può essere fatto solo nel corso dei transiti. Rimandando l'incognita della composizione atmosferica a tempi futuri, si



Il grafico a fianco rappresenta la relazione attesa fra massa e raggio (ovvero la densità media) per diversi pianeti. La legenda indica la composizione chimica prevalente. Ci sono indizi che portano a considerare Kepler-62e e Kepler-62f particolarmente ricchi di acqua. Kepler-11b e Kepler-11f sono evidentemente dei mini-Nettuno gassosi. [L. Kaltenegger (MPIA)]



due. Il primo e più vicino alla stella è Kepler-69b, una superTerra grande il doppio del nostro pianeta, che compie una rivoluzione in appena 13 giorni, il che tradisce la sua posizione estremamente ravvicinata all'astro e una temperatura superficiale proporzionalmente elevata. Più interessante è invece Kepler-69c, grande 1,7 volte la Terra e collocato su un'orbita che completa in 242 giorni, periodo paragonabile

Il piano focale di Kepler durante la messa a punto in laboratorio. È composto di 21 CCD di grande formato e di 4 CCD molto più piccoli (quelli sugli angoli) destinati alla guida fine del puntamento. In basso vediamo uno dei moduli CCD prima dell'assemblaggio. [ASA/Kepler mission]

potrebbe tentare almeno di risolvere il problema della determinazione delle masse, attraverso la misurazione degli effetti gravitazionali prodotti all'interno del sistema da ogni pianeta sugli altri, e ciò partendo dagli anticipi e dai ritardi dei singoli transiti rispetto ai tempi attesi. Questa via è già percorribile con gli strumenti attuali, in primis lo stesso Kepler, ma per arrivare a risultati incontrovertibili sarà necessario qualche anno. Visto che la missione Kepler si protrarrà quasi certamente oltre la scadenza programmata del 2016, ci sono comunque buoni motivi per ritenere che l'ostacolo sarà superato (prima sarà però necessario risolvere i problemi tecnici intervenuti recentemente sul sistema di puntamento del telescopio). La stessa procedura dovrà essere seguita per tutti i sosia del sistema Terra-Sole, a meno che non si riesca a determinare le masse planetarie per altre vie.

Come dicevamo all'inizio, sono due i sistemi extrasolari nei quali sono stati scoperti gli ultimi candidati pianeti abitabili, e il secondo è quello di Kepler-69, una stella molto simile al nostro Sole (93% del diametro, 80% della luminosità), posta a circa 2700 anni luce di distanza nella costellazione del Cigno. I pianeti che ospita sono



a quello di Venere. A differenza di quest'ultimo potrebbe però essere più vivibile, poiché si trova sufficientemente dentro la zona abitabile della sua stella.

A scoprire i pianeti di Kepler-69 è stato un team di ricercatori guidato da Tom Barclay (Bay Area Environmental Research Institute), che ha sottolineato come l'individuazione di un pianeta poco più grande del nostro attorno a una stella come la nostra sia una pietra miliare sulla strada che porterà alla scoperta di altre Terre.

Allo stato attuale delle cose non è dunque possibile stabilire se almeno uno dei tre candidati finora più simili alla Terra sia adatto a ospitare forme di vita, anche molto elementari. Di sicuro siamo sempre più vicini a quel traguardo e non è da escludere che la prossima volta che torneremo su questi temi sarà per annunciare la scoperta della prima Terra extrasolare. ■



ECLISSE nella giungla...

UGANDA

dal 31 ottobre al 7 novembre 2013

con estensione facoltativa fino all'11 novembre
viaggio in aereo e fuoristrada

dove il Nilo e l'Umanità hanno iniziato il loro corso
nella Rift Valley

IN COLLABORAZIONE CON



1° giorno giovedì 31/10 PARTENZA DA MILANO E ROMA

Ritrovo dei partecipanti all'aeroporto per la partenza del volo Ethiopian Airlines per Addis Abeba: da Milano/Malpensa partenza alle ore 20:45, da Roma Fiumicino partenza alle ore 23:05. (L'aereo che parte da Milano fa scalo a Roma e prosegue per Addis Abeba.) Pernottamento a bordo.

2° giorno venerdì 1/11 ARRIVO A ENTEBBE - KAMPALA - JINJA

Arrivo ad Addis Abeba alle ore 7:00 e coincidenza per Entebbe alle ore 10:55 con il volo Ethiopian Airlines. Arrivo all'aeroporto ugandese alle ore 13:05. Partenza con i fuoristrada per Kampala lungo la strada che costeggia il Lago Vittoria. Breve visita della città. Proseguimento per Jinja e sistemazione al Kingfisher Safari Resort (cottage in muratura con servizi interni). Cena e pernottamento.

3° giorno sabato 2/11 JINJA - DOVE IL NILO INIZIA IL SUO CORSO - PARCO NAZIONALE CASCADE MURCHISON (tragitto di circa 6 ore su strada asfaltata)

Prima colazione e giro panoramico della città, situata sulle sponde del lago Vittoria. Sosta nel punto dove il Nilo inizia il suo corso. Visita alla scuola organizzata dall'associazione italiana "L'Arte del Vivere con Lentezza". Proseguimento in direzione nord verso la più grande delle riserve protette nel Paese, il Parco Nazionale delle Cascate Murchison. Sosta presso la piccola riserva di Ziwa, dove è in atto un progetto per il ripopolamento dei rinoceronti, da tempo estinti in Uganda. Sarà un'opportunità per fare una "camminata" a fianco di questi rarissimi animali. Pranzo in ristorante nella riserva. Arrivo nel tardo pomeriggio al Parco Nazionale delle Cascate Murchison e sistemazione al Red Chilli Rest Camp (cottage in legno, solo alcuni con i servizi interni, la cui disponibilità verrà data all'atto dell'iscrizione. Il campo si trova proprio nel bel mezzo del Parco nelle vicinanze del fiume Nilo). Cena e pernottamento. Dopo cena osservazione notturna del cielo.

4° giorno domenica 3/11 OSSERVAZIONE DELL'ECLISSE TOTALE DI SOLE

Dopo la prima colazione, tempo a disposizione permettendo, possibile safari fotografico nel Parco Murchison Falls: si parte a bordo dei veicoli fuoristrada 4x4 per osservare animali e volatili. Si potranno incontrare leoni, giraffe, elefanti, bufali, varie famiglie di antilopi. La savana si estende fino al Lago Alberto, all'uscita del Nilo, nelle cui zone acquitrinose si può talvolta scorgere "l'uccello dal becco a scarpa". Spostamento nel luogo stabilito per l'osservazione dell'eclisse. Pranzo al sacco. Nel pomeriggio osservazione dell'eclisse. Cena e pernottamento al campo. Dopo cena osservazione notturna del cielo.

5° giorno lunedì 4/11 PARCO NAZIONALE CASCADE MURCHISON - FORESTA DI BUDONGO

Prima colazione e partenza presto al mattino per un safari fotografico nel parco di Murchison Falls. Pranzo al sacco. Nel primo pomeriggio si effettuerà un'escursione in battello lungo il corso del Nilo fino alla base delle cascate Murchison. Gli avvistamenti di volatili d'acqua oltre a ippopotami e cocco-drilli sono qui notevolissimi. Proseguimento a piedi e soste nei punti panoramici delle cascate fino ad arrivare alla "cima delle cascate". Qui il fiume Nilo restringe il proprio corso passando lungo un canyon roccioso di poche centinaia di metri, irrompendo così nella grande Rift Valley di Occidente: uno spettacolo eccezionale. Continuazione verso la foresta di Budongo. Sistemazione al Budongo Eco-Lodge (cottage in legno a due letti e con tre/quattro letti, nel cuore della foresta, solo alcuni con i servizi interni, la cui disponibilità verrà data all'atto dell'iscrizione). Cena e pernottamento. Dopo cena osservazione notturna del cielo.

6° giorno martedì 5/11 FORESTA DI BUDONGO - TREKKING FINO AL LUOGO DEGLI SCIMPANZÉ - HOIMA

Dopo la prima colazione, di buon mattino, ritrovo presso il sito ecoturistico Kaniyo-Pabidi, da dove si inizierà il trekking nella foresta tropicale per osservare gli scimpanzé. La zona che visiteremo è l'ambiente naturale degli scimpanzé e di altri primati come le scimmie colobo di color bianco e nero, le scimmie dalla coda rossa, le scimmie blu, vervet e babuini. Pranzo al lodge. Nel pomeriggio visita ad un villaggio di pescatori per entrare in diretto contatto con la realtà sociale degli abitanti del luogo. Proseguimento per Hoima e sistemazione al Kontiki Hotel (cottage in muratura con servizi interni). Cena e pernottamento. Dopo cena osservazione notturna del cielo.

7° giorno mercoledì 6/11 HOIMA - ENTEBBE - PARTENZA PER L'ITALIA

Richiedete il programma completo, con i costi e i dettagli dell'estensione facoltativa a CIVATURS ROMA Via Nizza, 152 00198 ROMA
Tel. 068840504 Fax 0664220524 roma@civaturs.com www.stellaerrante.it





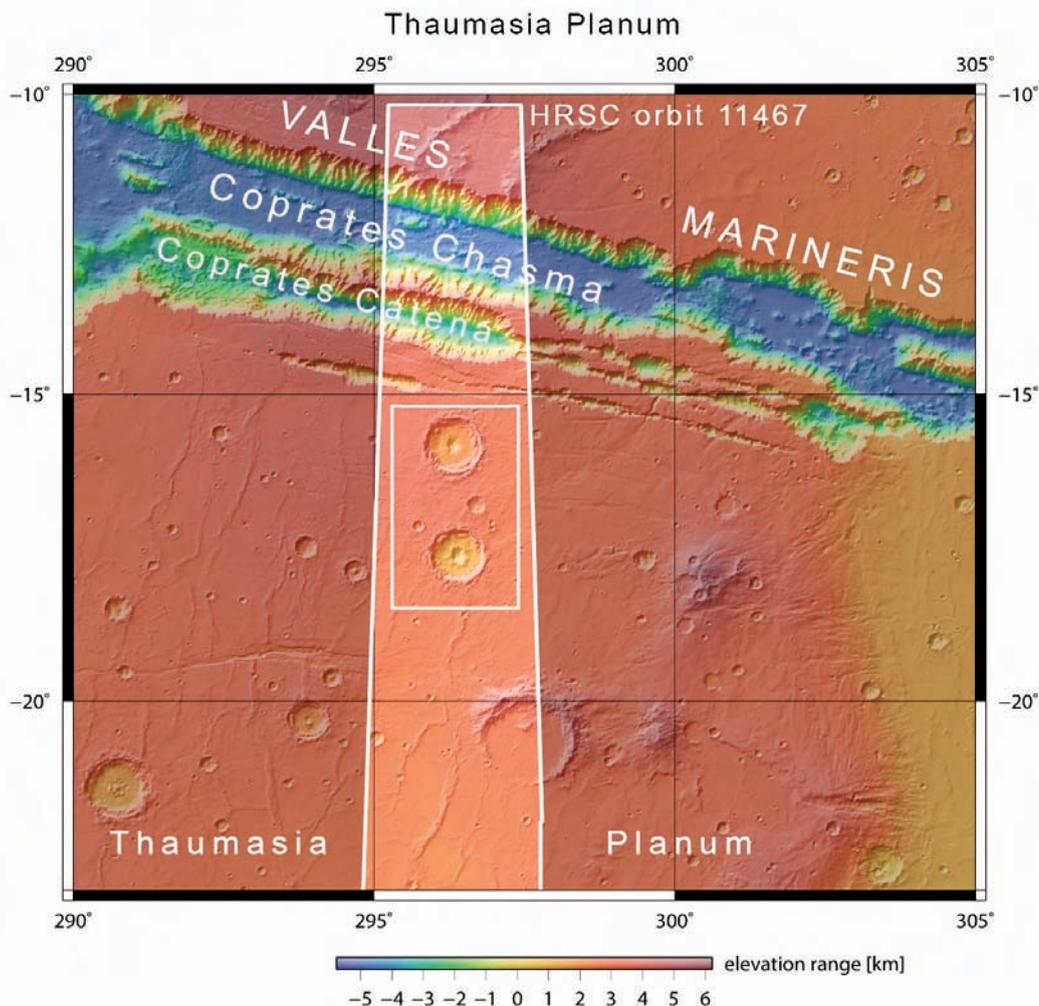
Esplosioni di marziana

Uno dei "twin craters" visto sotto una particolare prospettiva, ottenuta elaborando immagini prese dal Mars Express tramite modelli digitali della superficie marziana. Il centro del cratere mostra chiaramente i segni di una grande esplosione. [ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)]

acqua

L'acqua su Marte viene solitamente immaginata sotto forma di ghiaccio e anche liquida, ma ci sono state situazioni in cui era allo stato di vapore e con una pressione tale da far esplodere il centro di alcuni crateri, trasformando quello che sarebbe potuto divenire un picco in una profonda buca.

Che su Marte vi sia stata abbondanza di acqua in passato è una certezza e il rover Curiosity ce ne ha data ampia conferma diretta l'anno scorso fotografando ciò che resta di antichissimi torrenti (si veda *Astrofilo* del novembre 2012). Già da almeno un decennio a questa parte sapevamo comunque che per spiegare determinate caratteristiche del suolo e del sottosuolo marziano era inevitabile chiamare in causa l'intervento di grandi masse d'acqua. Le immagini inviate sulla Terra da vari orbiter erano eloquenti a quel riguardo, così come lo sono quelle raccolte negli ultimi mesi dall'High Resolution Stereo Camera del Mars Express, sonda dell'ESA che orbita attorno al pianeta rosso da



La regione di Thaumasia Planum è posta a sud di un tratto dell'immensa Valles Marineris, il più grande canyon del sistema solare. Questa immagine, ripresa con la High-Resolution Stereo Camera del Mars Express, mostra con una scala colore le diverse profondità raggiunte dalle varie conformazioni. Si intuisce già come il centro dei "twin craters" sia più basso del fondo dei crateri. L'immagine è stata ottenuta il 4 gennaio scorso, durante l'orbita 11467. Il cratere Arima è quello più a nord. [ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)]

quasi dieci anni. Tra le immagini più recenti ci sono quelle che ritraggono i "twin craters", una coppia di crateri quasi gemelli formati su un altipiano chiamato Thaumasia Planum, poco a sud della Valles Marineris, il più grande canyon del sistema solare. I due crateri hanno un diametro di poco superiore ai 50 km, sono disposti esattamente uno a nord dell'altro e i loro centri sono separati di un centinaio di chilometri. A differenza della quasi totalità degli altri crateri da impatto presenti su Marte, questi due sono caratterizzati da una curiosa peculiarità: anziché essere dotati di picco centrale, hanno in quella posizione una gigantesca buca di 10-15 km di diametro, che già a prima vista sembra scavata da un'esplosione.

Le immagini di quei soggetti raccolte dal Mars Express hanno contribuito a rafforzare l'ipotesi che possa realmente trattarsi di strutture prodotte da potenti esplosioni, avvenute nel corso dell'evento che ha dato origine a ciascun cratere, contestualmente alla decompressione dei terreni seguita all'istante dell'impatto. Quando un asteroide si schianta contro la superficie di un pianeta, la gran parte dell'energia cinetica di cui è dotato si trasforma in energia termica, ovvero calore. Quel calore, oltre a vaporizzare o liquefare gli elementi che compongono i terreni direttamente colpiti, si trasmette rapidamente anche nel sottosuolo, dove surriscalda l'acqua in esso contenuta (se ve n'è), la quale trasformandosi in vapore crea una pressione

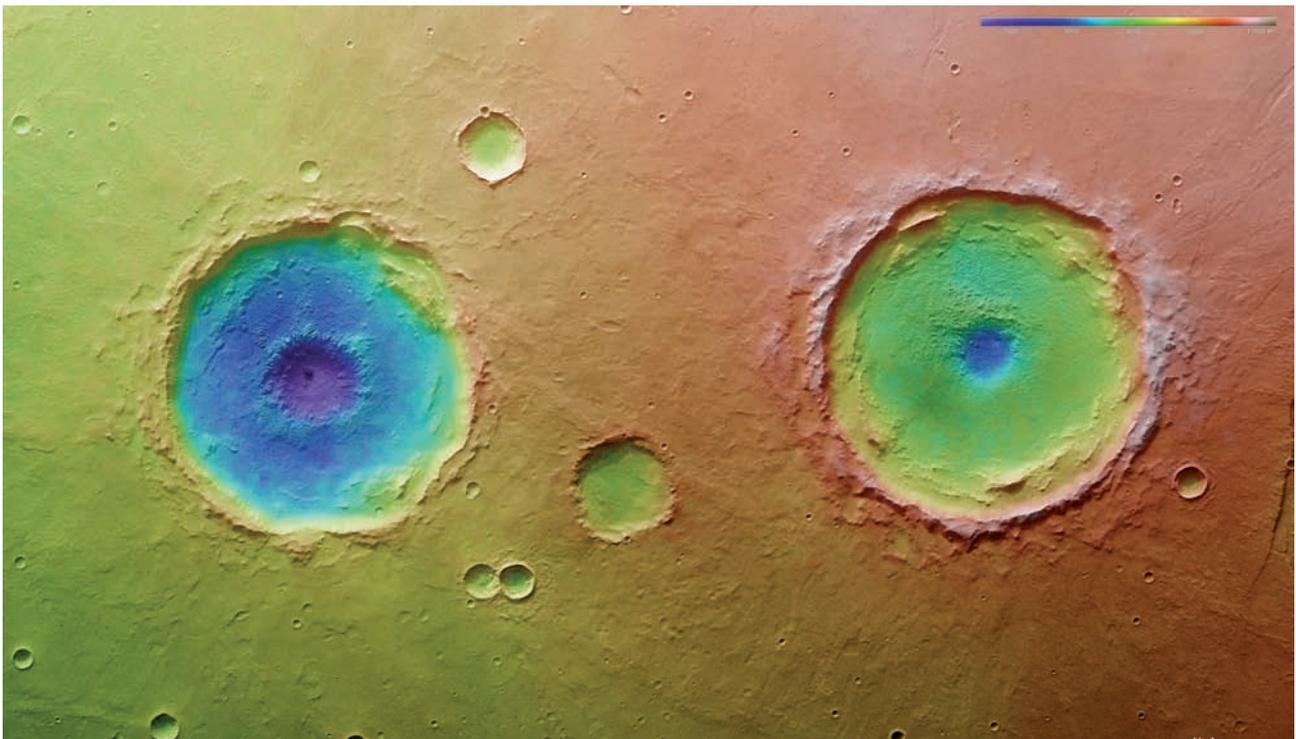
L'immagine in basso mostra in maggiore dettaglio le diverse profondità raggiunte all'interno dei "twin craters". L'anonimo cratere di sinistra (nella realtà a sud) ha una buca decisamente più ampia e profonda, indice del fatto che l'esplosione da cui ha tratto origine ha coinvolto molta più acqua di quanto accaduto al vicino cratere Arima. La posizione areografica dei "twin craters" è prossima a 17°S; 296°E. [ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)]

proporzionata alla quantità di acqua interessata dal fenomeno. A quel punto il vapore irrompe nelle fratture appena generate dall'impatto e si sfoga producendo un'esplosione tanto più potente quanto maggiore è la resistenza opposta dallo strato di terreno sovrastante. Quest'ultimo viene generalmente eiettato tutto attorno, ma può anche semplicemente collassare nella cavità lasciata dall'acqua evaporata, nel caso che non vi sia una vera e propria esplosione, riducendosi la pressione del vapore attraverso un semplice e graduale sfiatamento.

In entrambi i casi rimane una buca, che a seconda della larghezza, della profondità e dell'eventuale presenza di ejecta (il materiale sparpagliato tutto attorno), potrà fornire qualche indicazione sul quantitativo di acqua coinvolta. Qualunque sia la sequenza di eventi attraverso la quale la pressione si libera, ciò avviene al centro del cratere, perché è in quella posizione che si concentra la maggior parte dell'energia termica derivante dall'impatto. I "twin craters" sono una dimostrazione lampante di tutto ciò e la buca centrale rivela che al tempo della loro

formazione in quel tratto del sottosuolo marziano era sicuramente presente una discreta quantità di acqua.

Come si può facilmente constatare dalle immagini qui presentate, le buche dei due crateri non sono identiche, differiscono infatti per larghezza e profondità, suggerendo che uno dei due impatti fu più energetico dell'altro e/o che fu coinvolta una maggiore quantità di acqua. Sia in un caso che nell'altro, i corpi impattanti avevano presumibilmente un diametro non lontano dai 5 km e data la disposizione dei due crateri non si può escludere che siano stati originati contemporaneamente da un asteroide doppio. Il cratere più meridionale, anonimo, presenta una buca più ampia e profonda, cosa che traspare chiaramente dalla mappa topografica, sulla quale con una scala colore altimetrica convenzionale sono indicati in rosso scuro i terreni più elevati e in viola quelli più profondi. L'ipotesi di una maggior concentrazione di acqua al di sotto del cratere anonimo è suffragata anche dal fatto che esso si è formato in un'area meno elevata di quella dove vediamo l'altro, denominato Arima, e poiché





l'acqua tende ad accumularsi in basso ecco una possibile via per spiegare le differenze macroscopiche fra le due strutture. Ma non sono solo i due grandi crateri gemelli a dirci che in tempi remoti quell'area era ricca di acqua sotterranea. Nei loro dintorni vi sono infatti alcune formazioni minori che nondimeno rivelano la presenza di acqua subsuperficiale al momento dell'impatto, ma

lo fanno in un modo diverso. Non accumulandosi abbastanza energia al centro del cratere non si ha una consistente evaporazione e quindi l'esplosione che scava la buca, ma l'impatto fa emergere comunque una certa quantità di acqua che si mischia ai detriti espulsi dal na-



In questa spettacolare ripresa dei "twin craters" le frecce indicano le ondate di fango prodottesi a seguito di alcuni impatti minori. [ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)]

scente cratere. Quella mescolanza fa sì che le masse di ejecta distribuite a raggiera attorno al bordo del cratere assumano forme lobate, quasi a petalo. Pertanto, nel corso di quegli impatti minori i detriti più che volare via fluiscono verso l'esterno sotto forma di gigantesche ondate di fango, che poi ghiacciano per le basse temperature. In queste pagine, i crateri che mostrano più chiaramente quel

tipo di ejecta sono indicati da frecce. Concludendo è quasi superfluo rimarcare come un accurato studio di tutti i crateri marziani da impatto dotati di buca centrale e di quelli con ejecta lobati potrà fornire importanti informazioni sull'evoluzione dell'idrologia del pianeta rosso, che potranno essere facilmente integrate con quelle raccolte attraverso altri metodi di indagine. ■

Risolte le galassie submillimetriche

Per oltre un decennio gli astronomi hanno provato a indagare a fondo la natura di una classe di galassie estremamente polverose, ma le basse risoluzioni offerte dagli strumenti che operavano alle lunghezze d'onda dove esse sono più brillanti hanno reso vano ogni tentativo. Ora, grazie ad ALMA, l'obiettivo è stato raggiunto.

Un'immagine parziale della schiera di antenne paraboliche che compongono il sistema ALMA, presa lo scorso marzo in occasione dell'inaugurazione ufficiale di questo

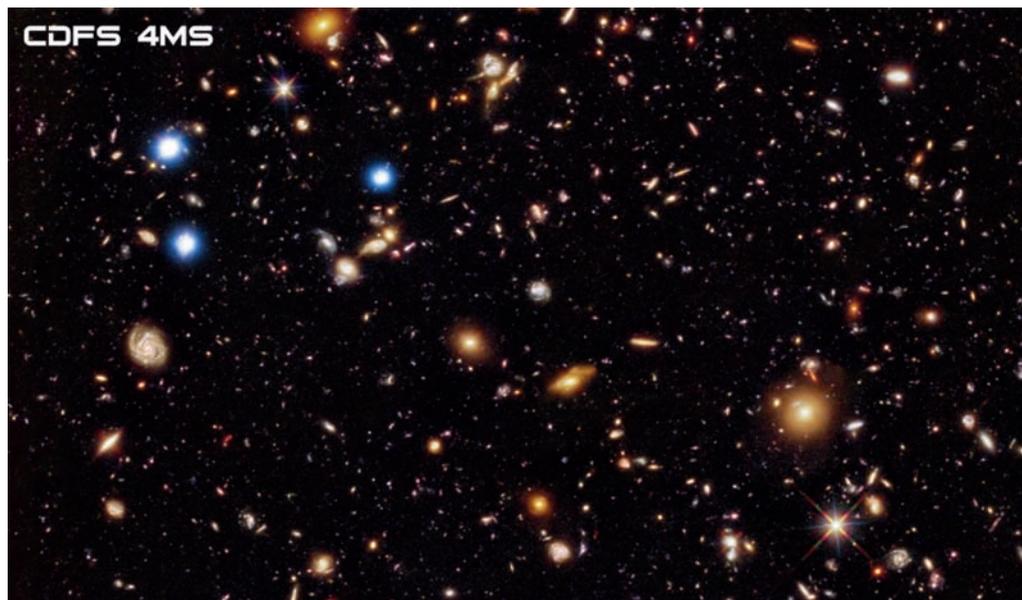
Galassie



nuovo, grande strumento dell'European Southern Observatory. Ancora prima di essere completata aveva reso possibili già diverse importanti scoperte. [ESO/C. Malin]

Verso la fine degli anni '90 venivano scoperte le galassie submillimetriche, un tipo di galassie collocate nel giovane universo e caratterizzate da un'emissione luminosa talmente arrossata da avere il suo picco oltre le lunghezze d'onda infrarosse. Purtroppo, nell'ultima quindicina di anni nessuno strumento per osservazioni submillimetriche è stato in grado di osser-

vare quelle galassie con una risoluzione sufficiente a localizzarle con precisione, e questo ha sempre rappresentato un problema, perché non riuscire a capire esattamente quali fossero le controparti infrarosse (e anche in altri domini dello spettro) di quelle sorgenti submillimetriche ha impedito di approfondire oltre un certo limite le nostre conoscenze su una fase cruciale della storia

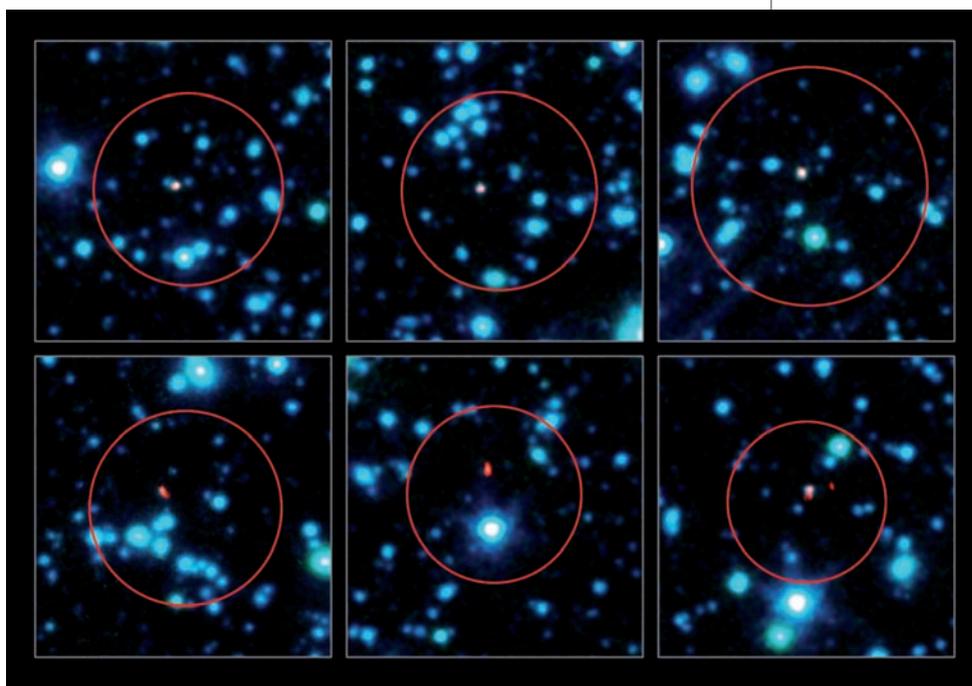


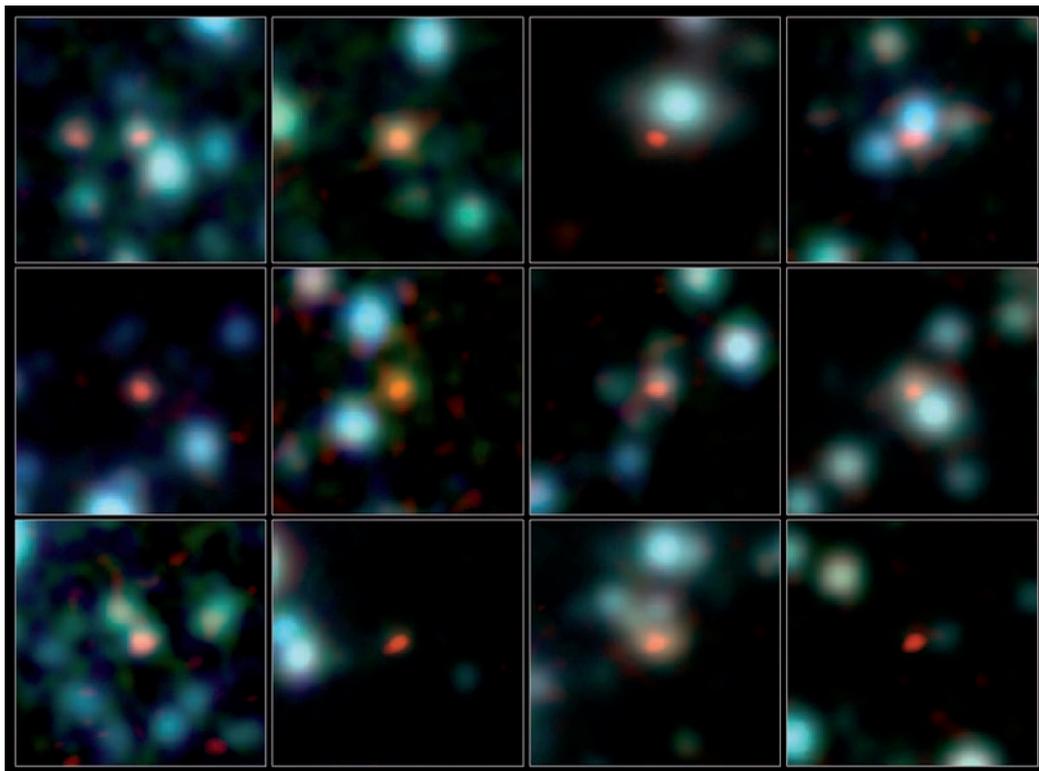
dell'universo, quella in cui ci fu un'iperproduzione di stelle, innescata da un sostenuto tasso di fusioni fra galassie primordiali, quelle stesse fusioni che avrebbero poi dato forma all'universo a noi contemporaneo.

La correlazione fra galassie submillimetriche e galassie caratterizzate da iperproduzione stellare si deve al fatto che dove nascono tantissime stelle, incluse quelle di enormi dimensioni dalla vita breve, si forma anche tantissima polvere, la quale assorbe la radiazione ultravioletta e visibile irradiata dalle stelle, reirradiandola complessivamente a lunghezze d'onda di gran lunga maggiori: infrarosso, onde submillimetriche e millimetriche, fino alle onde radio. Ciò comporta che per capire che cosa avviene in quelle prolifiche galassie è indispensabile osservarle anche oltre l'infrarosso. Se però gli strumenti utilizzati a quel fine non garantiscono una adeguata risoluzione, ogni sorgente appare come una

indistinta macchia sfocata, di dimensioni angolari notevolmente superiori a quelle della sorgente vera e propria, e può ingenerare confusione nell'attribuzione delle controparti in domini diversi dello spettro, soprattutto in presenza di campi densamente popolati di galassie. Questa situazione aveva

A sinistra abbiamo una piccola sezione del Chandra Deep Field South, ricavata sommando immagini profonde ottenute con i telescopi spaziali Chandra e Hubble in oltre 1100 ore di posa. Se sfocassimo l'immagine, molte galassie si confonderebbero le une nelle altre, esattamente ciò che è avvenuto in banda submillimetrica prima di ALMA. [NASA] Sotto, una selezione delle galassie viste in alta risoluzione con ALMA, sovrapposte a immagini IR di Spitzer. [ESO]





Sopra, un altro campione delle oltre 120 galassie submillimetriche osservate prima con APEX e poi con ALMA. Le sorgenti in questione sono qui di colore rosso-arancio, mentre quelle di tonalità verde-azzurra sono state fotografate in IR da Spitzer. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), J. Hodge et al., A. Weiss et al., NASA]. Il video a destra evidenzia il grande miglioramento portato da ALMA nel posizionamento delle sorgenti submillimetriche. [ESO]

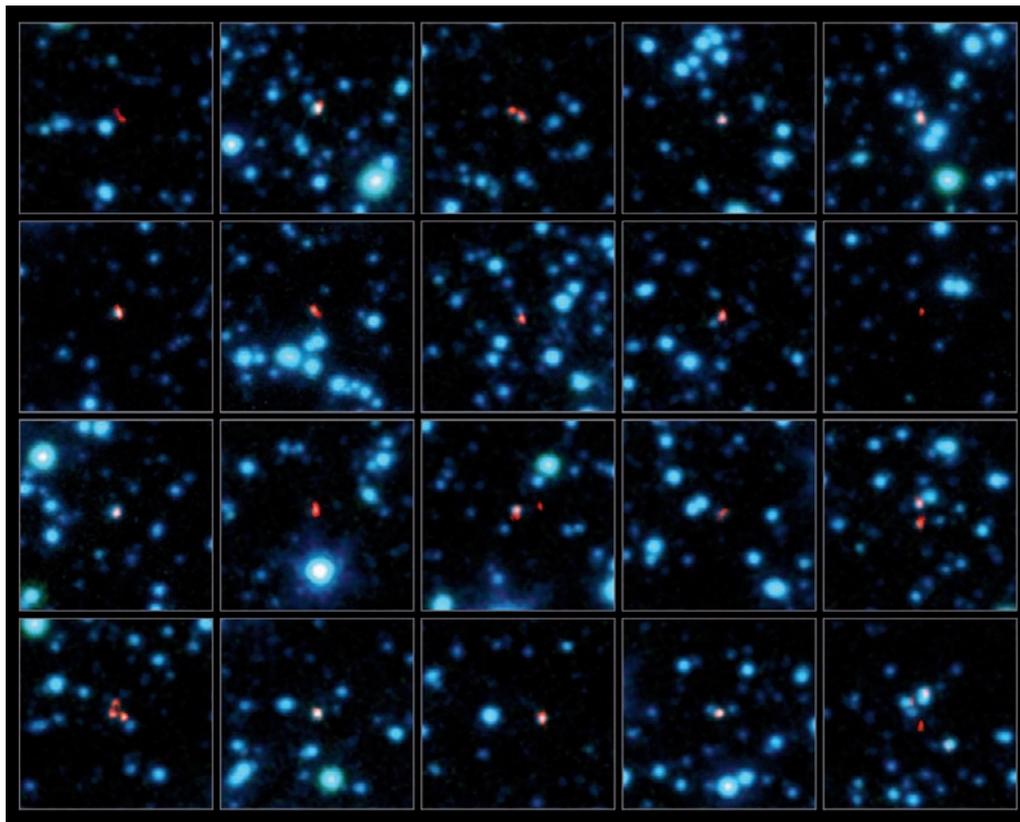
portato anni addietro a una paradossale constatazione: alcune galassie submillimetriche risultavano produrre così tante stelle (migliaia di volte più della Via Lattea) da mettere a rischio la loro stabilità strutturale. In altre parole, la pressione della radiazione emessa dalle giovani stelle avrebbe potuto smembrare quelle galassie. Il primo, importante tentativo di capire come stavano realmente le cose era stato fatto qualche anno fa con l'Atacama Pathfinder Experiment telescope (APEX), una parabola di 12 metri di diametro collocata sull'altopiano di Chajnantor, in Cile, il cui compito principale era quello di fare da apripista ad uno strumento ben più potente, ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array).

In quell'occasione APEX era stato puntato su una regione di cielo nota col nome di Chandra Deep Field South, ben nota per essere stata indagata a varie lunghezze d'onda, inclusi i raggi X attraverso il telescopio spaziale Chandra (di qui il nome). Le sorgenti evidenziate da APEX erano state oltre 120, ma nessuna di esse con una risoluzione sufficiente a identificarle nelle immagini prese da altri strumenti. In sostanza, quella survey di APEX non aveva aggiunto granché a quel poco che già si sapeva circa quelle sorgenti.

Tutto è però cambiato non appena ALMA è divenuto parzialmente operativo, sono infatti bastate 15 delle 66 antenne oggi disponibili per permettere a un team internazionale di ricercatori, guidato da Jacqueline A. Hodge (Max-Planck-Institut für Astronomie, Germania), di localizzare con elevata precisione e con una nitidezza senza precedenti le galassie responsabili dell'emissione



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



Quest'ultima selezione di galassie submillimetriche sottolinea ancora una volta l'eccezionale risoluzione raggiunta da ALMA, anche solo utilizzando $\frac{1}{4}$ delle antenne oggi disponibili. Le galassie di campo (bluastre anche in questo caso) fotografate da Spitzer sono visibilmente meno nitide, pur essendo state prese dallo spazio e in infrarosso, dominio ben più collaudato di quello submillimetrico. [ESO]

submillimetrica registrata da APEX. Il salto di qualità compiuto con il passaggio ad ALMA è presto riassunto: la profondità delle sue immagini è 3 volte superiore a quella offerta dai migliori strumenti dello stesso tipo precedentemente utilizzati; la risoluzione angolare è migliore di un fattore superiore a 10, raggiungendo ora 1,5 arcosecondi contro i 19 arcosecondi di APEX; quest'ultimo sparpagliava l'emissione delle sorgenti su un'area circa 200 volte più ampia di quella registrata con ALMA; in poche ore di osservazione, con solo $\frac{1}{4}$ di ALMA il team di Hodge ha prodotto più materiale sulle galassie submillimetriche di quanto ne abbiano prodotto tutti gli altri telescopi simili negli ultimi 15 anni. Dai risultati del nuovo lavoro, che sarà pubblicato prossimamente su *The Astrophysical Journal*, è emerso, fra l'altro, che i tentativi precedenti di identificare le controparti infrarosse e radio di sorgenti submillimetriche erano sbagliati in almeno $\frac{1}{3}$ dei casi e che una metà delle oltre 120

sorgenti esaminate si sono rivelate essere in realtà gruppetti di galassie confuse in un'unica struttura dalle basse risoluzioni pre-ALMA. Riuscendo a distinguere le singole galassie e a stimare così i tassi di formazione stellare per ciascuna di esse, i ricercatori hanno trovato valori più ragionevoli e scongiurato la possibilità che la loro struttura sia a rischio smembramento. In pratica, l'aver precedentemente accorpato più galassie di piccole dimensioni in singole e più grandi galassie aveva portato a sovrastimare il già elevato tasso di formazione stellare che caratterizza quella classe di oggetti.

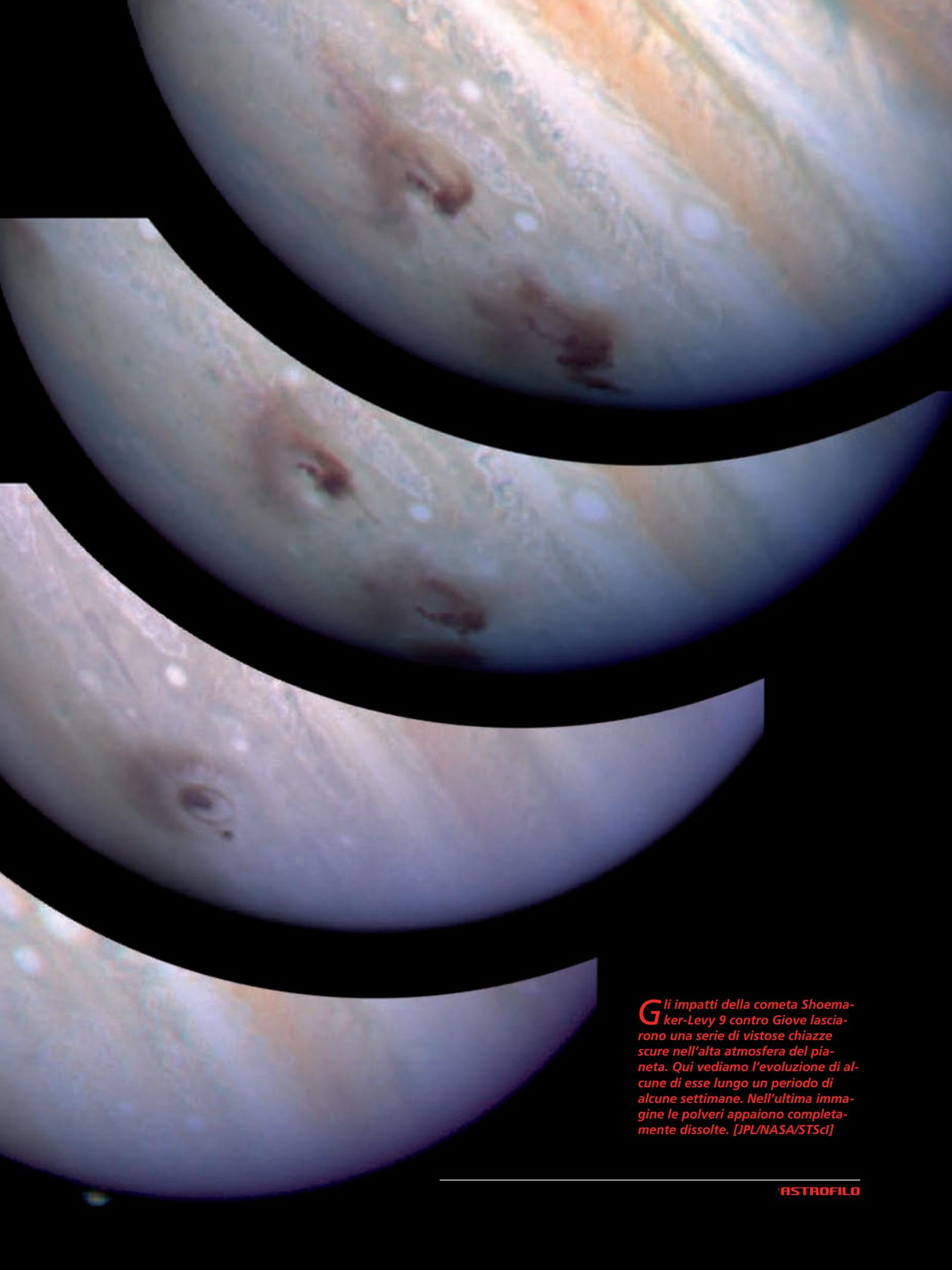
Il lavoro del team di Hodge ha dunque gettato le basi per futuri studi sulle proprietà delle galassie submillimetriche, che saranno condotti principalmente con la schiera di antenne di ALMA al gran completo. Ciò permetterà di mostrare anche la forma delle singole galassie e forse di ricostruire la dinamica delle fusioni che hanno dato origine alle loro peculiarità. ■



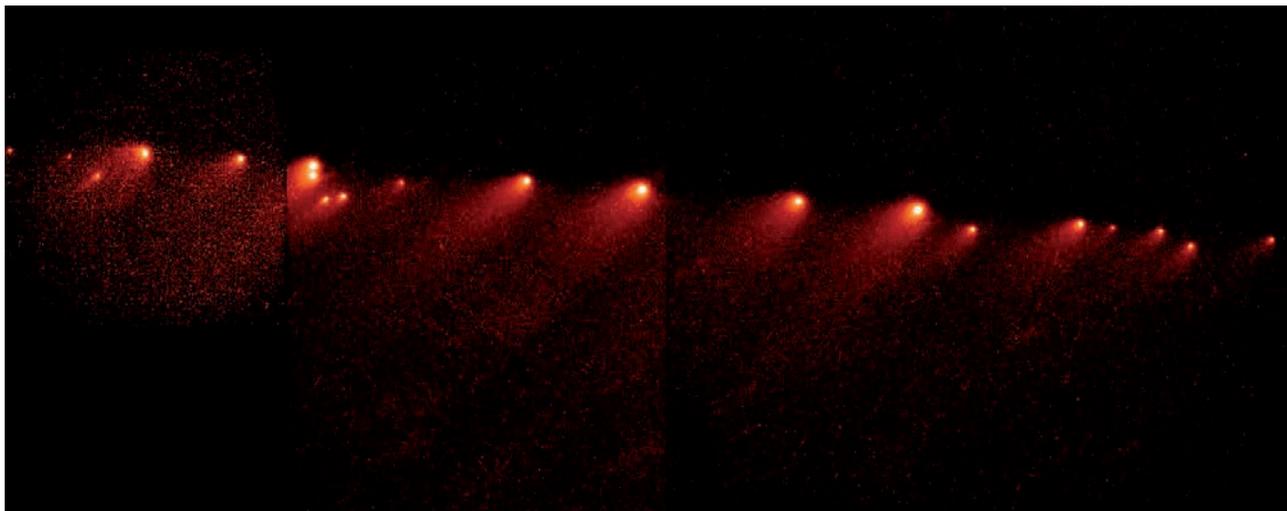
L'acqua della cometa SL9 su Giove

Che le comete abbiano portato grandi quantità di acqua sui pianeti del sistema solare è sempre stata più una certezza che un'ipotesi, mai però suffragata da prove. Ora, grazie al telescopio spaziale Herschel, le prove sono state trovate e riportano di attualità l'impatto della Shoemaker-Levy 9 contro Giove.

Tutti gli astrofili che una ventina di anni fa avevano l'uso della ragione ricorderanno ancora chiaramente lo straordinario evento cosmico che si verificò nel luglio del '94: la cometa Shoemaker-Levy 9 (SL9), già sbriciolata nei mesi precedenti in numerosi frammenti, andò a sbattere contro la superficie gassosa di Giove, disintegrandosi e creando ampie chiazze scure visibili anche con piccoli telescopi. Quella cometa era stata scoperta nel marzo del '93 da Carolyn ed Eugene Shoemaker con David Levy, e da quando con ampio anticipo fu previsto che 16 mesi dopo sarebbe andata a sbattere contro Giove a una velocità di circa 60 km/s catalizzò l'attenzione dei planetologi e non solo.



Gli impatti della cometa Shoemaker-Levy 9 contro Giove lasciarono una serie di vistose chiazze scure nell'alta atmosfera del pianeta. Qui vediamo l'evoluzione di alcune di esse lungo un periodo di alcune settimane. Nell'ultima immagine le polveri appaiono completamente dissolte. [JPL/NASA/STScI]



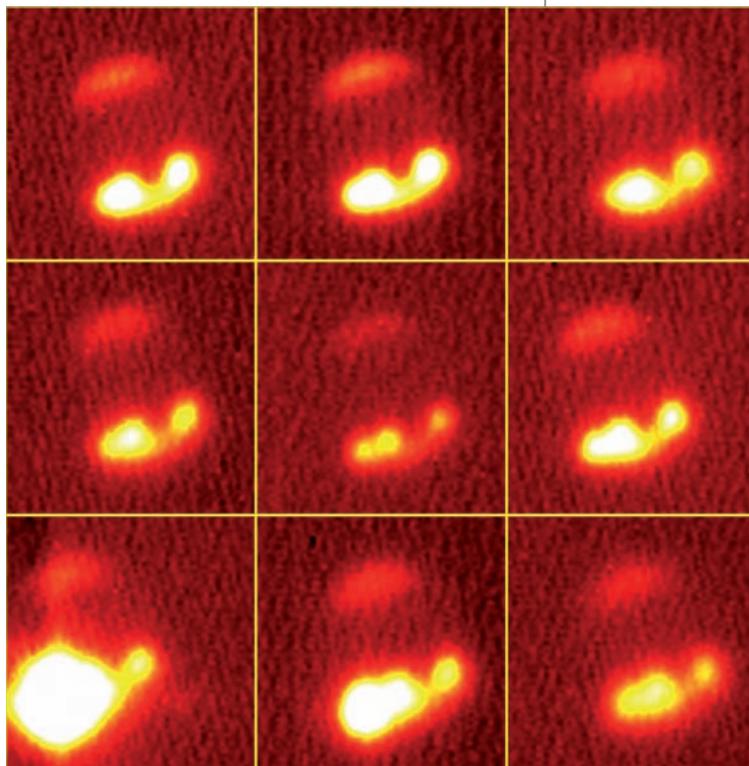
Il diametro del nucleo cometario non era noto con precisione, ma probabilmente non superava i 10 km, e di conseguenza dopo la sua frammentazione non si conoscevano con precisione nemmeno le dimensioni dei frammenti maggiori, il cui diametro veniva comunque dato inferiore a 2 km. Ma una cosa certa c'era: a seguito dell'impatto, la cometa avrebbe rilasciato (fra l'altro) rilevanti quantità di acqua nell'alta atmosfera gioviana, e puntualmente le analisi spettrali condotte sui siti degli impatti ne evidenziarono la presenza, convalidando l'ipotesi che furono le comete a portare almeno in parte quel prezioso elemento sul nostro pianeta. Le chiazze scure prodotte dagli impatti svanirono nel giro di alcune settimane e il sipario calò sull'evento, almeno per il grande pubblico. Gli astronomi continuarono nondimeno ad occuparsi delle conseguenze di quegli impatti e nell'ultima quindicina di anni numerose ricerche aventi come soggetto l'atmosfera di Giove hanno suggerito che l'acqua in essa rilevabile poteva ancora essere quella portata

Sviluppando l'esplosione dei frammenti della SL9 nella stratosfera gioviana un enorme quantitativo di calore, l'osservazione di quell'evento nel dominio infrarosso produsse risultati spettacolari. Qui vediamo i siti di impatto denominati Q1 e Q2, sotto forma di intensi bagliori, di gran lunga più brillanti del disco del pianeta, la cui silhouette è distinguibile con difficoltà. Queste immagini furono ottenute con il South Pole Infrared Explorer (SPIREX). [CARA]

dalla Shoemaker-Levy 9, ma non c'era verso di raccogliere prove dirette a sostegno di quell'ipotesi.

Nel '97, gli astronomi scoprirono, grazie all'Infrared Space Observatory dell'ESA, che Giove, Saturno, Urano e Nettuno mostravano presenza di acqua (allo stato gassoso)

Sopra, la ventina di frammenti in cui le maree gravitazionali di Giove suddivisero il nucleo della SL9. [Hal Weaver and T. Ed Smith, NASA]

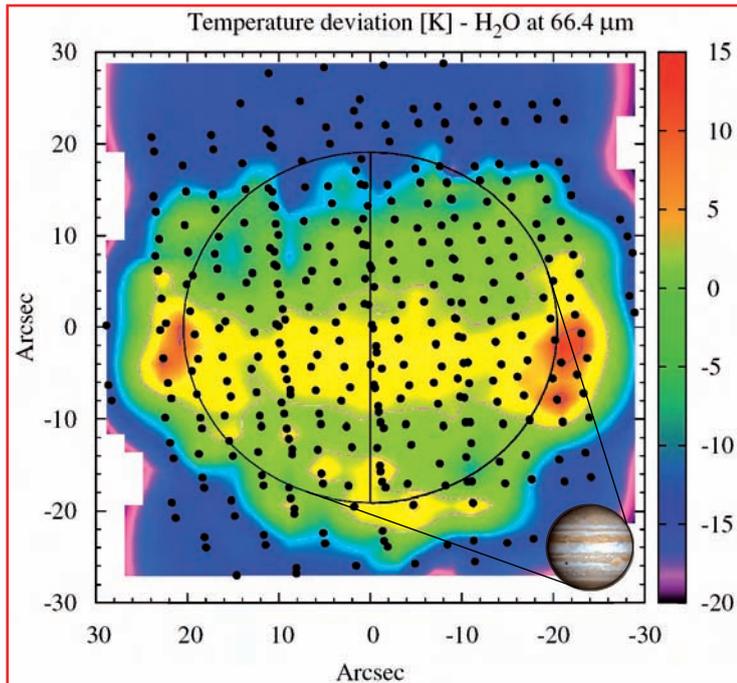


Le più belle immagini delle chiazze scure lasciate nell'atmosfera di Giove dall'impatto dei frammenti della SL9 furono senza dubbio ottenute dal telescopio spaziale Hubble, all'inizio del quinto anno della sua interminabile missione. Qui ne vediamo una in colori reali, che mostra come l'occhio umano avrebbe visto la scena. Le due macchiette più compatte e tondeggianti corrispondono ai siti di impatto dei frammenti D e G. [H. Hammel, MIT and NASA/ESA] Sotto, un primo piano dello specchio di 3,5 metri di diametro del telescopio spaziale Herschel, che ha permesso di mappare la distribuzione dell'acqua portata su Giove dalla SL9. [EADS Astrium/P. Dumas]

nella stratosfera, quello strato intermedio dell'atmosfera posto fra la più bassa troposfera (che corrisponde alla "superficie" visibile dei pianeti giganti) e la più alta ionosfera (quella direttamente a contatto con la radiazione cosmica). La conclusione fu che quell'acqua non poteva che essere giunta dall'esterno, e ciò a causa dell'azione di uno strato di condensazione troposferico, chiamato "cold trap" (trappola fredda), che impedisce al vapore acqueo prodotto dal pianeta di salire nella più fredda stratosfera. Inoltre, per via della virtuale assenza di ossigeno nelle parti più esterne dei pianeti in questione, non era pensabile che l'acqua si fosse formata in loco e pertanto in tutti i casi quelle molecole dovevano necessariamente essere giunte da fuori. Ma da dove? Per avere una risposta esauriente, almeno per quanto riguarda Giove e Saturno, è stato necessario attendere l'entrata in funzione del telescopio spaziale Herschel, anch'esso dell'ESA, specializzato in osservazioni nel lontano infrarosso e capace di una risoluzione mai raggiunta prima (13 arcosecondi), grazie al suo specchio con diametro di 3,5 metri, il più grande finora in-

viato nello spazio. Era il 2009 e nel giro di un paio d'anni è apparso chiaro che nel caso di Saturno l'acqua giunge dal suo satellite Enceladus, che la rilascia attraverso le sue ben note eruzioni di ghiaccio. Nel 2012 veniva proposta la medesima soluzione per spiegare anche l'anomala presenza di acqua nell'atmosfera di Titano. Contemporaneamente, una decina di ricercatori, coordinati da Thibault Cavalié (Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux), si stavano occupando del caso di Giove, che si presentava più complesso, non avendo il pianeta satelliti con le stesse peculiarità di Enceladus e nemmeno anelli di ghiaccio particolarmente consistenti, dai quali sarebbero potute precipitare molecole d'acqua.



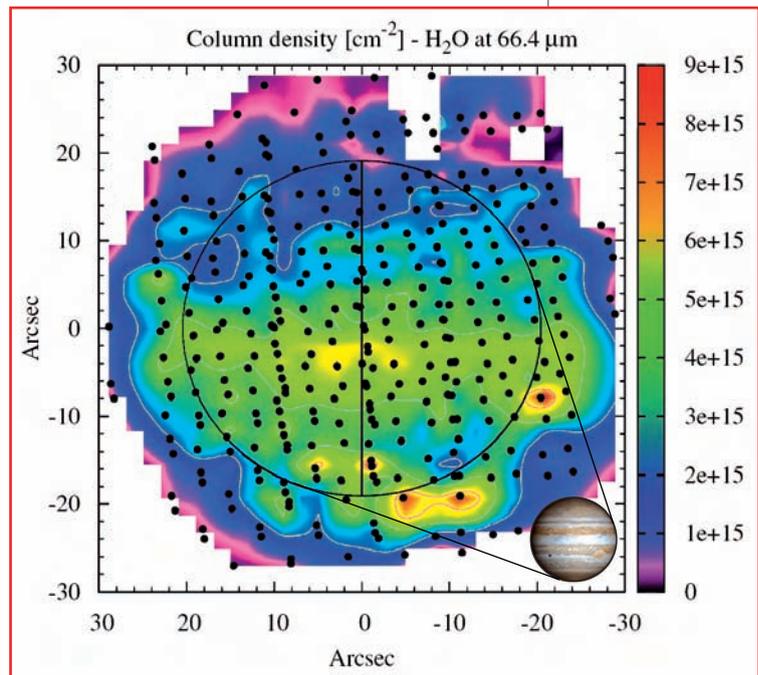


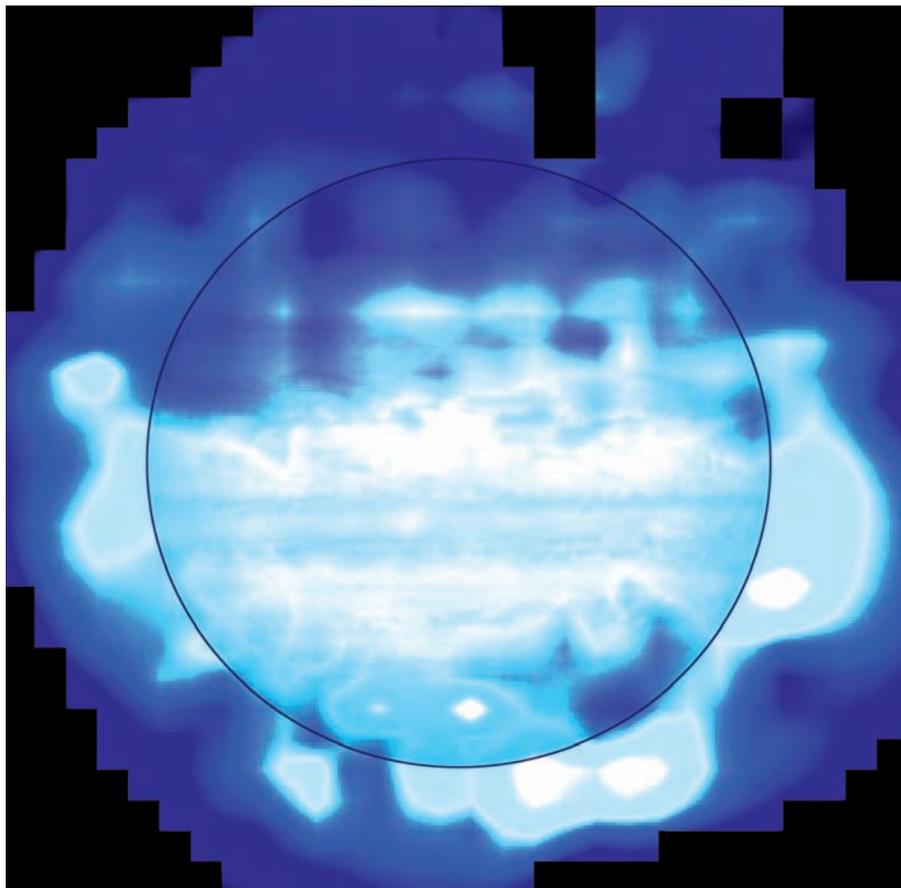
Il team ha raccolto le prime osservazioni della stratosfera gioviana quando Herschel si trovava ancora nella fase dimostrativa, tardo 2009. In particolare era stato utilizzato il Photodetector Array Camera and Spectrometer (PACS) per ottenere una serie di spettri di 25 punti del disco planetario. Sebbene quelle prime osservazioni non fossero ottimizzate per il tipo di ricerca che Cavalié si era prefissato, appariva già evidente un'asimmetria nord-sud nella distribuzione stratosferica dell'acqua, il che motivava ulteriori approfondimenti. Nel dicembre 2010, con Herschel pienamente operativo, vengono presi, sempre con PACS, nuovi spettri di un più ampio numero di punti del disco planetario, ben 400, centrati su uno dei picchi di emissione dell'acqua nel lontano infrarosso, quello a 66,4 micron. Tra le due performance di PACS era stato nel frattempo utilizzato (luglio 2010) un altro importante strumento di Herschel, l'Heterodyne Instrument for the Far Infrared (HIFI), che ha permesso una mappatura verticale della distribuzione dell'acqua stratosferica, prendendo anche in questo caso spettri in 25 punti del disco ma a una diversa lunghezza d'onda, 179,5 micron, anch'essa do-

minata da una linea di emissione dell'acqua. Unendo i dati raccolti con PACS e HIFI, i ricercatori hanno potuto confermare che la distribuzione orizzontale dell'acqua nella stratosfera di Giove è nettamente asimmetrica a favore dell'emisfero meridionale, e che la sua concentrazione verticale è a pressioni inferiori ai 2 millibar, quindi nell'alta stratosfera, mentre a pressioni maggiori non è significativamente rilevabile.

Tutte queste peculiarità forniscono assieme la prova che correla la presenza di quell'eccesso di acqua alla caduta dei frammenti della Shoemaker-Levy 9. Tanto per cominciare, gli impatti, una ventina, sono avvenuti tutti nell'emisfero meridionale, dove si registra l'eccesso di

due diagrammi di questa pagina mostrano la concentrazione di acqua nella stratosfera di Giove, sulla base del residuo di temperatura ad essa attribuibile al netto di altri fattori (a sinistra) e in base alla densità riscontrata (sotto, in questo caso la massa per unità di area lungo la linea di vista). In entrambi i casi è evidente come le maggiori concentrazioni di acqua interessino direttamente l'emisfero meridionale, nel quale sono impattati i frammenti della Shoemaker-Levy 9. [Thibault Cavalié et al.]





Anche in questa mappa della distribuzione dell'acqua nella stratosfera gioviana è chiara la sua concentrazione a latitudini meridionali. La densità decresce dal bianco al blu. Come nel caso dei due diagrammi precedenti, l'immagine è stata ottenuta a partire dai dati raccolti da Herschel nell'infrarosso, attorno a 66,4 micron, lunghezza d'onda dove l'emissione della molecola d'acqua è particolarmente intensa. [Thibault Cavalie et al.]

molto marginale, visto che i modelli indicano che almeno il 95% dell'acqua stratosferica presente nell'emisfero sud di Giove non può che essere stata portata là dalla Shoemaker-Levy 9 e solo in minima parte derivare da processi fotochimici locali.

Nel caso l'acqua fosse stata trasportata in loco unicamente dalle polveri interplanetarie, oltre a penetrare più in profondità nella stratosfera (fino a pressioni di 20-30 millibar) sarebbe distribuita conformemente alla mappa termica del pianeta fornita dall'Infrared Telescope Facility della NASA (Mauna Kea Observatory, Hawaii)

e presa come riferimento da team di Cavalie. Quella mappa mostra che l'eccesso di riscaldamento della stratosfera (10-15°C), dovuto in teoria all'ingresso di polveri che reirra-

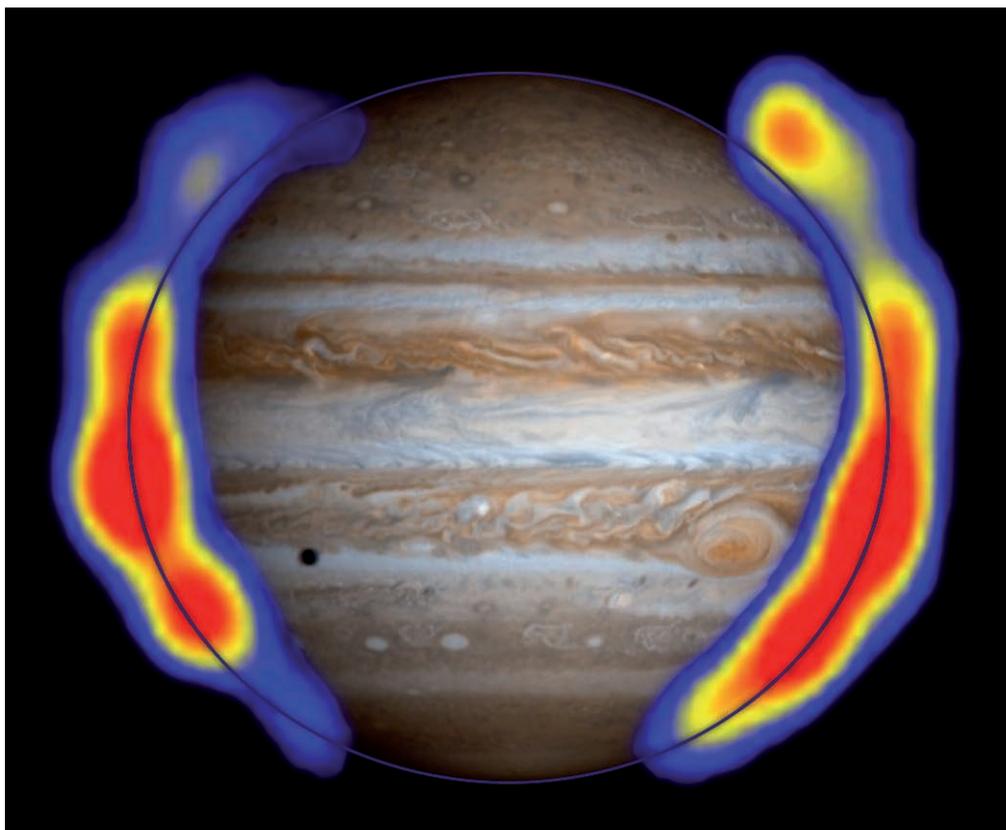
Nell'animazione a fianco è stata ricostruita la dinamica dell'impatto su Giove dei principali frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9. Tutte le collisioni si sono verificate una dopo l'altra nell'emisfero in ombra e i siti colpiti si sono resi visibili direttamente dalla Terra solo qualche ora dopo. [ESA]

acqua; inoltre, il fatto che questa si trovi ancora in sospensione ad alta quota indica che il suo ingresso in quell'ambiente è relativamente recente. Si aggiunga che le asimmetrie orizzontale e verticale nella distribuzione dell'acqua escludono di fatto altre possibili cause, come il trasferimento di ghiaccio da satelliti e anelli o tramite polvere interplanetaria, perché in quei casi sarebbe stato interessato l'intero globo e a maggiori profondità. Ciò non toglie che anche queste fonti alternative siano attive, ma che abbiano un ruolo



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

L'acqua non è l'unico elemento la cui distribuzione nell'atmosfera gioviana è stata direttamente collegata alla SL9. Vi sono infatti anche altre molecole chiaramente correlabili agli impatti del '94, come ad esempio quella dell'acido cianidrico, qui evidenziata ai bordi del disco del pianeta nella sua distribuzione verticale. Le massime concentrazioni (in rosso) sono anche in questo caso ascrivibili all'emisfero meridionale. [Mark Gurwell (CfA)]



diano il calore del Sole, è attribuibile solo in parte a queste ultime, mentre la restante parte è attribuibile all'eccesso di acqua, la cui distribuzione non coincide con quella delle polveri. Che alla base di quanto dimostrato con Herschel vi sia un sin-

golo evento ben localizzabile nello spazio e nel tempo, piuttosto che un meccanismo permanente, è dimostrato anche dal fatto che in quest'ultimo caso il trascorrere del tempo avrebbe uniformato la distribuzione nell'acqua nei due emisferi, e la stessa cosa sarebbe accaduta per altri elementi apportati dalla cometa e anch'essi risultati distribuiti disomogeneamente, come ad esempio l'acido cianidrico (HCN), osservato dal suolo nelle microonde e anch'esso presente in quantità anomale nell'emisfero sud del pianeta gigante. Si aggiunga che nel caso di un apporto costante nel tempo, gli elementi confluiti tendono sul lungo periodo a concentrarsi ai poli o all'equatore, a seconda che siano in una forma ionizzata piuttosto che in una forma neutra, mentre tutti gli eccessi riscontrati si manifestano attorno alla latitudine interessata dagli impatti, 44° sud.

I risultati della lunga ricerca condotta da Cavalié e colleghi, pubblicati su *Astronomy & Astrophysics* lo scorso 23 aprile, aprono la

strada a future verifiche di quanto scoperto, ci si aspetta infatti che il contenuto di acqua nella stratosfera gioviana diminuisca gradualmente negli anni e che quella variazione possa essere monitorata con futuri strumenti dedicati all'infrarosso, anche caricati a bordo di sonde che saranno protagoniste di importanti missioni interplanetarie, come la Jupiter Icy moons Explorer (JUICE) dell'ESA, che visiterà Giove nei futuri anni '30. Purtroppo, il lavoro di monitoraggio non avrà più tra i protagonisti il telescopio spaziale Herschel, la cui missione è definitivamente terminata a fine aprile, causa il previsto esaurimento dei liquidi refrigeranti che mantenevano i sensori da ripresa a una temperatura di -271°C.

Una spesa di 1100 milioni di euro per una missione di appena 4 anni è dura da digerire per i contribuenti, ma i risultati già conseguiti e il lavoro che ancora resta da fare sui dati raccolti probabilmente giustificano quella cifra. O almeno lo speriamo! ■

CAELUM



STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA

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

Tel/Fax 011 500213 - Mob. 328 2120508

VISITE SU APPUNTAMENTO



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

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

Tra gli accessori sono disponibili:

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

Tutto a prezzi assolutamente competitivi. Montaggio e trasporto su richiesta. Per maggiori informazioni: tel. 011500213

**www.caelum.it
info@caelum.it**

vastissima gamma di telescopi, accessori e ora anche cupole

ampio assortimento di materiale d'occasione

pagamenti agevolati

vendita anche per corrispondenza

contattaci!

La Relatività test estremo

La Relatività di Einstein ha superato anche il test degli intensissimi campi gravitazionali che nei sistemi binari stretti portano alla produzione delle onde gravitazionali a spese del momento angolare. Al contrario, le teorie antagoniste, che proprio in quell'ambiente estremo cercavano un'affermazione, sono uscite sconfitte.

I sistemi binari molto stretti che includono una stella di neutroni di grande massa e una nana bianca sono un laboratorio ideale per lo studio del meccanismo che produ-

supera un

ce le onde gravitazionali, qui rappresentate sotto forma di increspature su una griglia di riferimento. Le dimensioni dei due astri non sono rese in scala. [ESO/L. Calçada]

Fra un paio d'anni sarà celebrato il primo centenario della pubblicazione della teoria della Relatività Generale. Da quando Albert Einstein la formulò, i tentativi di confutarne almeno alcune parti sono stati innumerevoli e nonostante abbia superato ogni test e previsto correttamente fenomeni astrofisici inarrivabili fino a qualche decennio fa anche per i migliori tele-

scopi del mondo, la ricerca di soluzioni alternative a quelle proposte dalla Relatività è continua. Finora, però, a cadere una dopo l'altra è toccato a quelle teorie gravitazionali che ambivano a sostituirla più o meno integralmente e la sfida rimane a questo punto confinata a ristretti ambiti nei quali non si è presentata ancora l'occasione di verificare a fondo le previsioni einsteiniane.

Uno dei più attuali di quegli ambiti è sicuramente quello delle onde gravitazionali, la cui esistenza è prevista dalla Relatività, ma che non sono ancora state scoperte. Quel tipo di onde si genera per trasformazione di energia gravitazionale all'interno di sistemi binari composti di astri collassati e degeneri. Più i due astri sono massicci e vicini fra loro, più la trasformazione di energia gravitazionale in onde gravitazionali, con conseguente perdita di momento angolare, è rilevante. Se ancora non possiamo osservare direttamente le onde gravitazionali possiamo tuttavia misurare quella perdita di momento angolare nei sistemi che le emettono, cosa che si manifesta attraverso un decadimento orbitale che porta a una lievissima accelerazione del periodo di rivoluzione attorno al comune baricentro degli astri che ne fanno parte, con conseguente avvicinamento fra i medesimi. Il requisito essenziale per rilevare la perdita di momento angolare è quello di trovare un sistema binario abbastanza stretto e massiccio da rendere misurabili le variazioni con gli strumenti attuali. Le due componenti del sistema devono inoltre essere localizzabili e caratterizzabili con precisione, avere orbite quanto più piccole possibile e disposte favorevolmente rispetto all'osservatore, e almeno una delle due componenti deve preferibilmente essere una stella di neutroni con massa superiore a 1,8 masse solari. Al di sotto di questa soglia le teorie

alternative alla Relatività non prevedono significative deviazioni nelle proprietà dello spazio-tempo attorno alle stelle di neutroni in un sistema molto stretto, mentre oltre 1,8 masse solari le previsioni sulla quantità di momento angolare trasformato in onde gravitazionali divergono sensibilmente e ci sarebbe dunque la possibilità di verificare se la Relatività funziona anche in presenza di campi gravitazionali eccezionalmente intensi, oppure se in quegli ambienti estremi sono più affidabili altre teorie. Che la teoria di Einstein funzioni al di sotto di quella soglia non c'è dubbio, era già stato dimostrato un paio di decenni fa dallo stu-

La pulsar PSR J0348+0432 è la più massiccia attualmente conosciuta, raggiungendo le 2 masse solari. La sua elevata vicinanza a una nana bianca di massa modesta la porta a muoversi ad alta velocità sull'orbita che descrive attorno al comune baricentro, e ciò ha

come conseguenza la trasformazione di momento angolare in onde gravitazionali, con decadimento dell'orbita e relativo accorciamento del periodo orbitale. L'entità della variazione è infinitesima ma misurabile dai migliori radiotelescopi del pianeta. In questa rappresentazione del sistema di PSR J0348+0432, le dimensioni della pulsar (a destra) sono sovradimensionate. [ESO/L. Calçada]

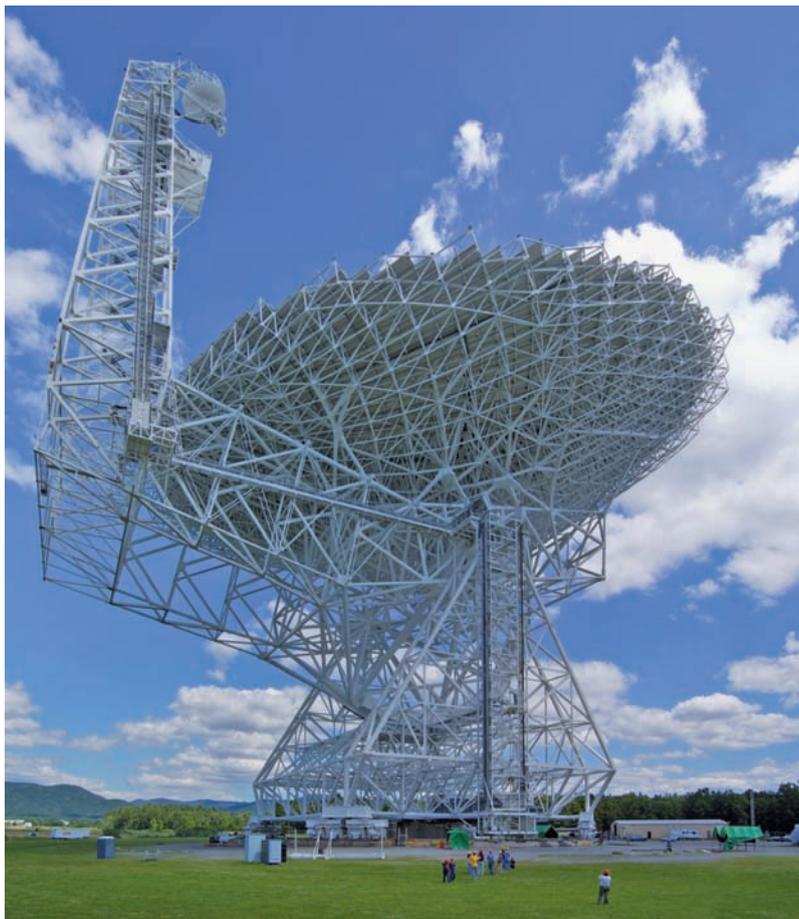
dio di un sistema binario formato da due stelle di neutroni di circa 1,4 masse solari ciascuna, studio che nel 1993 ha fruttato il premio Nobel per la Fisica a Russell A. Hulse e Joseph H. Taylor Jr (entrambi della Princeton University).

Le stelle di neutroni, astri collassati aventi un diametro di 20-30 km e una densità di miliardi di tonnellate per centimetro cubico, sarebbero virtualmente invisibili se non irradiassero il cosmo di onde radio, che emettono dai poli magnetici. Essendo questi sensibilmente disassati rispetto all'asse di rotazione, l'osservatore registra un segnale pulsato con periodo uguale al periodo di rotazione. Questa peculiarità ha valso alle stelle di neutroni che così si rivelano agli strumenti degli astronomi il nome di "pulsar" (PSR), contrazione di "pulsating star". Per poter caratterizzare un sistema binario che contiene una o due stelle di neutroni, almeno una di esse deve puntare il suo segnale radio verso la Terra, affinché si possa



seguirla lungo l'orbita sfruttando le variazioni della velocità radiale. La seconda stella può anche essere una nana bianca, eventuale che agevola il calcolo delle masse. Più il periodo orbitale è breve, più interessante è il sistema dal punto di vista relativistico.

Fra tutte le pulsar scoperte negli ultimi anni, la più indicata per effettuare l'ulteriore test della Relatività è PSR J0348+0432, individuata nel 2007 assieme a un'altra trentina di pulsar, durante una survey del cielo boreale condotta nelle onde radio con il Green Bank Telescope (West Virginia, USA). Posta a circa 6800 anni luce di distanza, gira su sé stessa in soli 39 millisecondi, ovvero oltre 25 volte al secondo, ma ciò che più di altro ne fa un target ideale è il fatto di trovarsi in un sistema molto stretto, con un periodo orbitale di appena



2,46 ore, sistema che condivide con una nana bianca di piccola massa. Insomma un ottimo laboratorio nel quale mettere a confronto diverse teorie gravitazionali, a patto di riuscire a determinare la massa dei due astri. (La sola conoscenza del periodo di rotazione sull'asse della pulsar non aiuta in tal senso, perché non sono note né la massa né il periodo rotazionale del progenitore esploso come supernova, né l'epoca dell'esplosione.)

E qui entra in scena John Antoniadis, dottorando presso il Max-Planck-Institut für Radioastronomie di Bonn, che coadiuvato da

Il video a fianco illustra con notevole efficacia il sistema PSR J0348+0432: dai fasci di onde radio che propagandosi lungo i poli magnetici della pulsar descrivono due coni attorno all'asse di rotazione, alle onde gravitazionali che increspano lo spazio-tempo. Anche in questo caso la pulsar è sovradimensionata. [ESO/L. Calçada]

un gruppo di collaboratori è riuscito a caratterizzare con precisione la nana bianca del sistema PSR J0348+0432.

Sulla base delle accurate posizioni astrometriche fornite dal Green Bank Telescope, il team di Antoniadis ha iniziato coll'identificare la controparte ottica della sorgente sulle immagini della Sloan Digital Sky Survey. Come previsto, il colore e il flusso luminoso erano consistenti con una nana bianca di modeste dimensioni e con un nucleo di elio. Grazie alla luminosità relativamente elevata dell'oggetto (magnitudine 20,7) i ricercatori hanno potuto esaminarne lo spettro con l'Apache Point Optical Telescope (New Mexico, USA), trovando profonde linee dell'idrogeno, tipiche

Il gigantesco Green Bank Telescope è, con i suoi 100 metri di diametro, la più grande struttura mobile del nostro pianeta. Con questo strumento venne scoperta nel 2007 la pulsar che il team di John Antoniadis ha ora utilizzato per confermare le previsioni della Relatività Generale sulla produzione di onde gravitazionali in ambienti estremi. [National Radio Astronomy Observatory]



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

Le onde gravitazionali si producono in tutti i sistemi in cui due o più oggetti celesti ruotano attorno a un comune baricentro, incluso il nostro sistema solare. Ma per sperare di riuscire a osservarle, cosa non ancora avvenuta, bisogna cercarle in questi sistemi dove almeno un oggetto di grande massa si muove su un'orbita molto piccola e lo fa ad altissima velocità, esattamente ciò che avviene nel caso di PSR J0348+0432, dove dovrebbero generarsi onde ampie come quelle sopra rappresentate. [ESO/L. Calçada]

proprio delle nane bianche di piccola massa. I modelli che descrivono la loro struttura sono spesso divergenti su determinate questioni, ma sostanzialmente convergono su un punto: l'involuppo di idrogeno che circonda quelle stelle degeneri inizia a disperdersi se la loro massa supera una soglia compresa fra circa 0,17 e 0,22 masse solari. Dal quantitativo di idrogeno riscontrato durante l'analisi spettrale della nana bianca in questione è stato quindi possibile stabilire (con una confidenza del 99,73%) che la sua massa è compresa fra 0,165 e 0,185 masse solari (per un diametro compreso fra 64000 e 128000 km). Una volta ottenuto quel range di valori e dopo aver aggiunto nuove osservazioni compiute col Very Large Telescope dell'ESO, con il William Herschel Telescope di La Palma e con i radiotelescopi di Arecibo ed Effelsberg, per Antoniadis e colleghi è stato relativamente semplice calcolare la massa della pulsar. I parametri orbitali del sistema avevano infatti evidenziato che il rapporto fra le masse dei due astri è circa 11,7, vale a dire che la pulsar pesa 11,7 volte più della nana bianca. La sua massa è dunque compresa fra 1,90 e 2,18 masse solari, il che fa di PSR J0348+0432 la più pesante stella di neutroni conosciuta, assieme a PSR J1614-2230 (quest'ultima è però

molto più distante dalla sua compagna nana bianca, essendo il periodo orbitale di 8,7 giorni, quindi 85 volte più lungo).

Note le masse dei due astri e noti con precisione i parametri orbitali (dedotti dalle velocità radiali speculari degli astri stessi), il team di Antoniadis ha potuto quantificare la variazione del periodo orbitale palesata dal sistema dall'epoca della scoperta, ottenendo il valore di 8 miliardesimi di secondo all'anno. Dunque, le onde gravitazionali generate dal decadimento delle orbite (essenzialmente di quella della pulsar) accorcia in quel sistema il periodo di 1 secondo ogni 125 milioni di anni!

Il valore trovato è perfettamente in linea con quanto previsto da Einstein un secolo fa, mentre non si adatta alle molto più recenti teorie antagoniste. La differenza dei valori indicati dal nuovo lavoro rispetto alla Relatività è attorno al 5%, un'inezia che può essere attribuita ai limiti strumentali. Ammettendo, e ad oggi non c'è motivo di credere che non sia così, che la Relatività fornisca il valore esatto, è possibile fare il percorso inverso e determinare con ancora maggiore precisione le masse della pulsar e della nana bianca: 2,07 masse solari la prima e 0,18 masse solari la seconda. Non resta che dire per l'ennesima volta: "Einstein aveva ragione". ■

[NASA, ESA, and C. Robert O'Dell (Vanderbilt University)]

Nuovo look per la Ring Ne

La più famosa nebulosa planetaria della Lira non è una semplice struttura ad anello come pensato finora, ma è piuttosto una grossa "ciambella" con incastonato nel centro un altrettanto grosso "pallone da rugby". È questa una delle ultime scoperte fatte con il telescopio spaziale Hubble.

Questa nuova immagine della nebulosa planetaria M57 della Lira, ottenuta elaborando riprese fatte nel 2011 dalla Wide Field Camera 3, fa impallidire tutte quelle realizzate in precedenza. Il familiare "anello di fumo" è ora diventato una sorta di ciambellone, al centro del quale è incastonata un'eterea struttura gassosa mai notata prima, avente la forma di un pallone da rugby. Se poi al nuovo scenario aggiungiamo i filamenti più esterni fotografati dal Large Binocular Telescope con una risoluzione senza precedenti, otteniamo una nebulosa praticamente mai vista prima (pag. 41). A creare il nuovo look di M57 è stato Robert O'Dell, della Vanderbilt University di Nashville (Tennessee), aiutato da alcuni colleghi. Il risultato finale, presentato in questo articolo, evidenzia come non solo la struttura, ma anche l'evoluzione, le condizioni fisiche e i moti interni della nebulosa si presentino sensibilmente diversi da quanto creduto finora.

bula

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



La distanza di M57 non è nota con precisione, ma viene comunemente accettato il valore di 2000 anni luce. Se questa distanza è esatta, l'espansione dei gas che formano l'anello più brillante avviene a una velocità di circa 70 000 km/h, valore dedotto dal confronto fra le immagini più recenti e quelle prese sempre da Hubble nel 1998. Noto

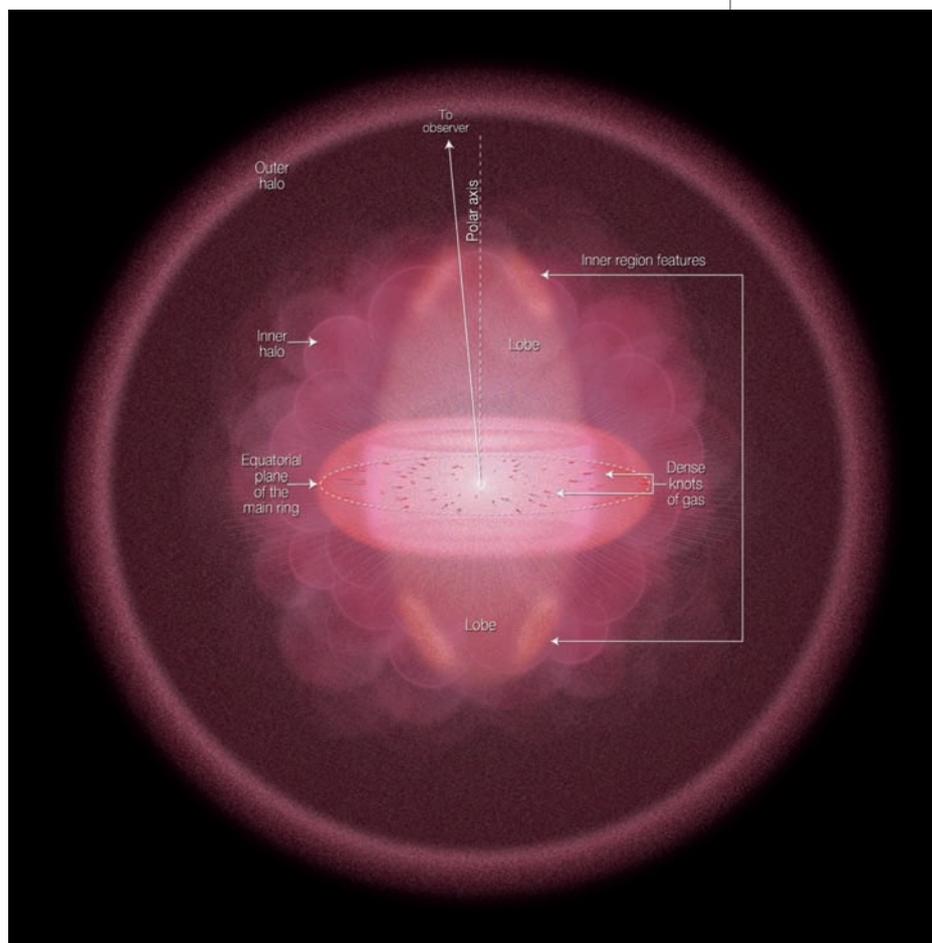
quel valore, O'Dell e colleghi hanno stimato che il gas nebulare iniziò la sua espansione circa 4000 anni fa. Ad espellerlo fu una stella non molto più massiccia del Sole, durante la fase di gigante rossa. In quella fase le stelle di tipo solare soffiano via gli strati più esterni, mettendo a nudo il caldissimo nucleo, che al termine del processo evolutivo diventa un astro degenero, una nana bianca, il cui destino è quello di raffreddarsi lentamente e di spegnersi, se non intervengono prima fattori esterni. La nana rimasta al centro della Ring Nebula è ben visibile nelle immagini di queste pagine, come stellina di magnitudine 15,7.

Curiosamente, il gas molto rarefatto posto fra la nana bianca e la parte interna dell'anel-

Geometria e struttura della Ring Nebula in visualizzazione quasi equatoriale. Come si nota facilmente, siamo molto lontani da quella semplicistica interpretazione della forma ad anello adottata per oltre due secoli. [NASA, ESA, and A. Feild (STScI)]

lo si muove a una velocità maggiore di quella dell'anello stesso e favorisce così la formazione di quelle piccole strutture opache che si stagliano nettamente sul fondo brillante della nebulosa e che sono simili, seppur in scala minore, ad alcune condensazioni presenti nelle nebulose diffuse che producono nuove stelle. Nel caso di M57 non si tratta ovviamente di bozzoli stellari, ma più semplicemente di nubi di gas più dense della media, che offrono una maggiore resistenza all'azione dispersiva della radiazione ultravioletta proveniente dalla nana bianca. Un "effetto ombra" prodotto da quelle stesse nubi sull'anello gli conferiscono un caratteristico aspetto raggiato. Oltre che a fornire una precisa morfologia tridimensionale di M57, il lavoro del team di O'Dell sulle immagini di Hubble ha per-

A sinistra viene mostrata la struttura tridimensionale della Ring Nebula attraverso un video che ne evidenzia ogni peculiarità, ricostruendo al computer tutte quelle parti e prospettive non direttamente apprezzabili dal nostro punto di osservazione. [NASA, ESA; G. Bacon, F. Summers and M. Estacion (STScI)]



Sommando alla nuova immagine dell'Hubble un'altra straordinaria immagine dei filamenti lobati più esterni, presa con il Large Binocular Telescope, si ottiene una visione di M57 che lascia stupefatti. [NASA, ESA, C. Robert O'Dell and David Thompson, LBTO]

messo di evidenziare con maggiore dettaglio anche la distribuzione dei principali elementi chimici, presenti sotto forma di gas ionizzato. Le concentrazioni dell'idrogeno (in rosso nelle immagini di Hubble), dell'ossigeno (in verde) e dell'elio (in blu) sono ora meglio localizzate che in passato e raccontano la progressione con cui furono espulsi gli strati esterni della stella originaria e la loro prevalente composizione. In questo contesto la distribuzione dell'elio è anomala, nel senso che si distingue dalla struttura equatoriale principale per via dei suoi moti prevalentemente polari, allineati

con la nostra linea di vista, tanto che quel gas ci appare in avvicinamento o in allontanamento a seconda di quale metà del "pallone da rugby" osserviamo. L'elio risulta inoltre muoversi a velocità medie maggiori di quelle dei gas dell'anello (che ricordiamo essere in realtà una ciambella), una situazione ancora da interpretare. Densità e velocità della Ring Nebula indicano che continuerà ad espandersi oltre l'attuale estensione di 1 anno luce, fino a quando fra circa 10000 anni sarà così rarefatta da non risultare più distinguibile dal mezzo interstellare. ■

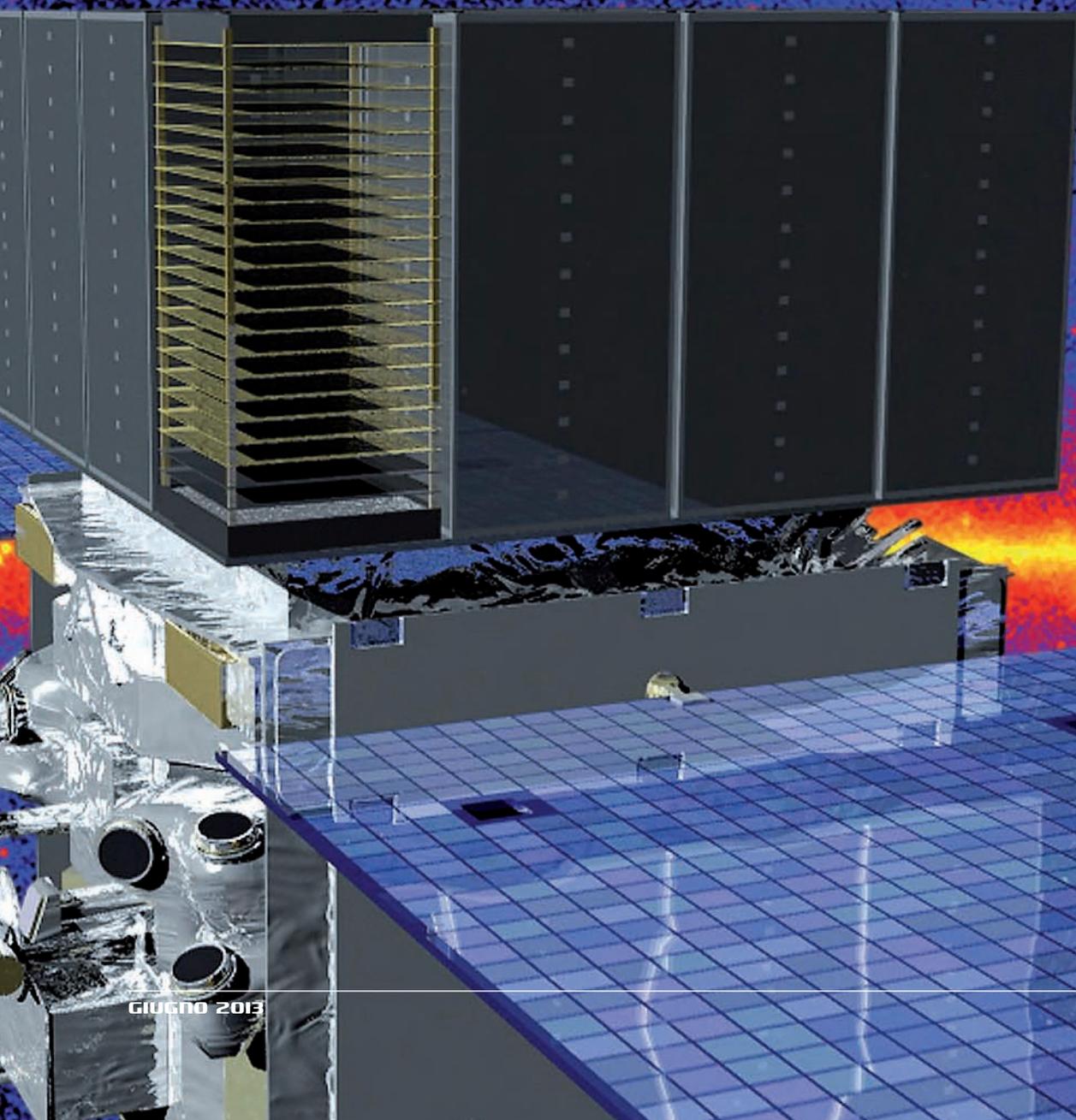


Astrofilo foto da record

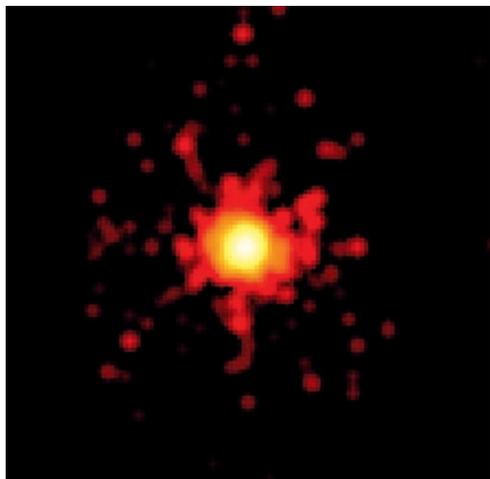
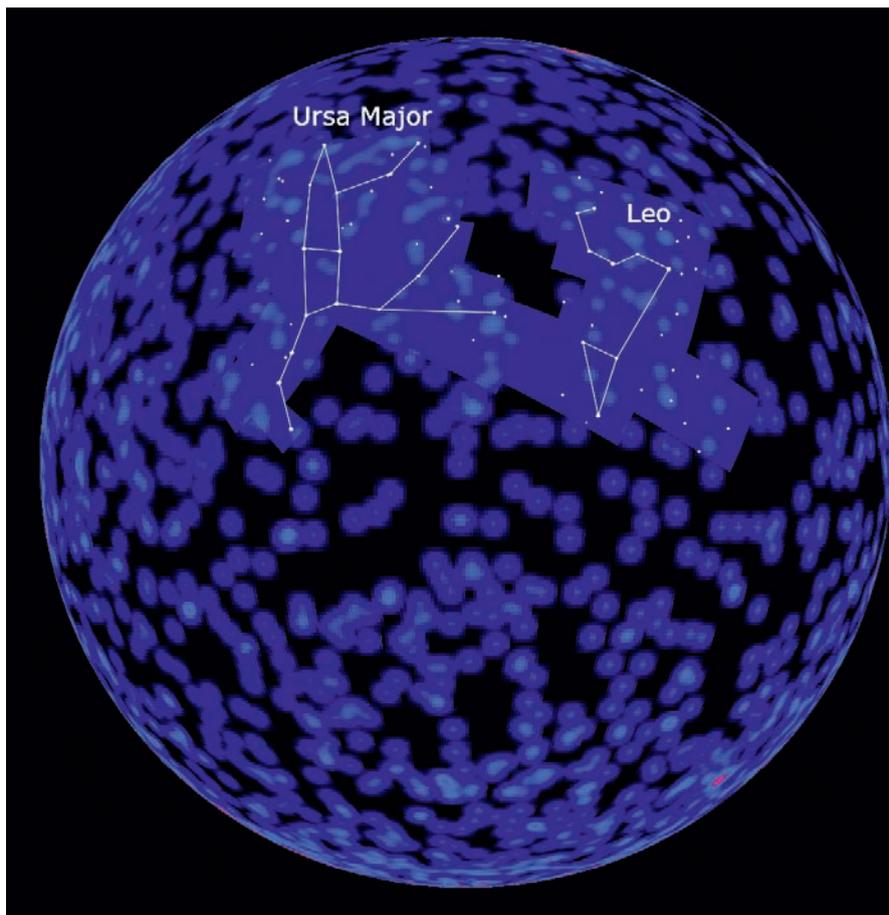
Il 27 aprile scorso è apparso nella costellazione del Leone un lampo gamma eccezionalmente brillante e persistente, la cui controparte ottica è stata fotografata anche da un esperto astrofilo dello Utah. Quel giorno festeggiava il suo compleanno... non male come regalo!

Sullo sfondo, il cielo visto dal Fermi Large Area Telescope. Le più intense sorgenti gamma, indicate con tonalità rosso-gialle, coincidono con il piano della nostra galassia. Sulla destra lo strumento, con il suo grande dispositivo rivelatore di raggi gamma. [NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration]

grafia GRB



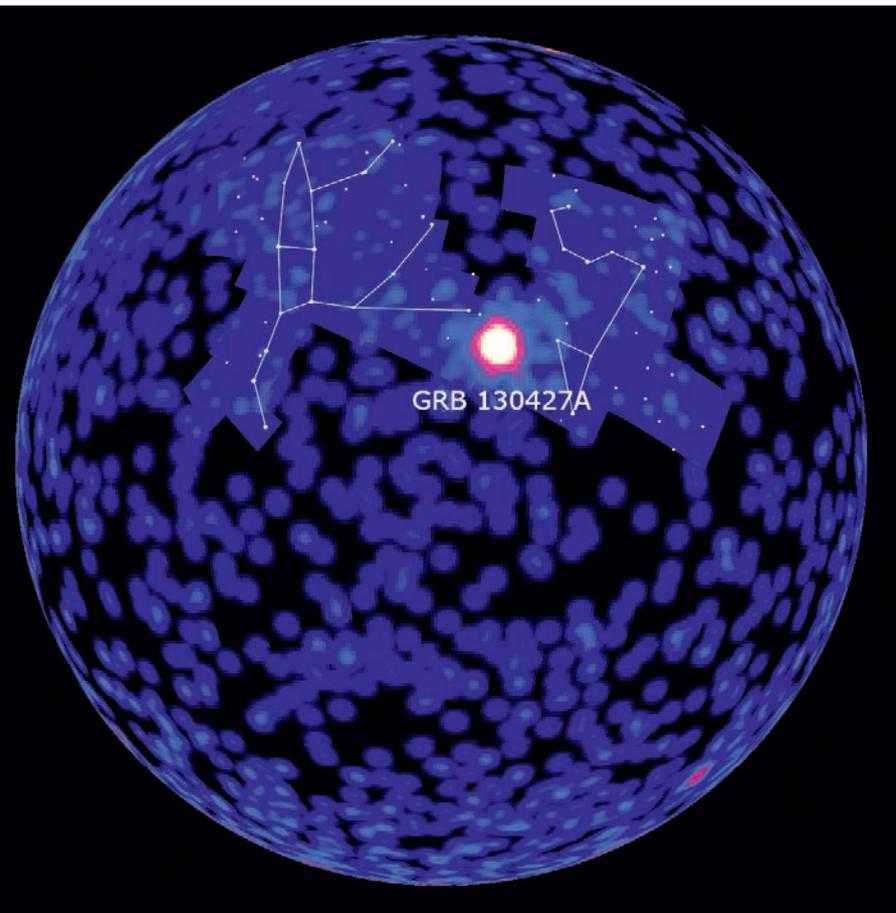
Patrick Wiggins, astrofilo di Tooele, nello Utah, si è fatto un bel regalo di compleanno: è stato il primo amatore a fotografare il potentissimo lampo gamma (o GRB, da gamma-ray burst) esploso alle 7:47 di tempo universale del 27 aprile scorso. Wiggins era impegnato in osservazioni di routine con il suo Celestron 14, quando ha deciso di fare uno spuntino notturno; in quel mentre gli sono arrivati due "alert" (servizio al quale chiunque può aderire) che lo informavano del rilevamento di un GRB da parte del satellite Swift. Fin qui nulla di eccezionale, negli ultimi decenni sono stati avvistati migliaia di lampi gamma, molti dei quali negli ultimi anni, grazie allo stesso Swift e ad altri strumenti orbitanti specialisti di quelle energie, come ad esempio il Fermi Gamma-ray Space Telescope. Quando Wiggins si accorge degli alert pensa che sia ormai troppo tardi per sperare di riuscire a fotografare la controparte del fenomeno in luce bianca, che talvolta quando si manifesta è alla portata di strumenti amatoriali. Di solito si hanno 1-2 minuti di tempo per puntare il telescopio e procedere alle riprese, ma in questo caso di minuti ne erano passati ben 10. Dal momento che il suo C14 era già puntato non lontano da quel punto della costellazione del Leone in



I GRB 130427A immortalato dall'X-Ray Telescope del satellite Swift, pochi secondi dopo l'avvistamento iniziale nella banda gamma. La dimensione dell'immagine è 6,5 minuti d'arco sulla diagonale. [NASA/Swift/Stefan Immler]

cui il GRB era apparso, Wiggins ci prova ugualmente, sposta il telescopio sul target e con il suo CCD SBIG ST-10XME prende una serie di immagini di 60 secondi ciascuna e le elabora. Al centro del campo nota subito una stellina di 13^a magnitudine non riportata sul suo atlante di riferimento, la Palomar Observatory Sky Survey. Wiggins pensa che l'oggetto sia troppo brillante per essere la traccia lasciata dal GRB e sospetta possa piuttosto trattarsi di un artefatto introdotto dalla strumentazione. Per verificare questa ipotesi sposta di poco il telescopio e ripete le esposizioni. La stellina c'è ancora e ciò spinge l'astrofilo a continuare le riprese fino all'alba, il che gli permette di costruire una curva di luce la cui forma risulta poi essere compatibile con quelle prese da strumenti professionali al suolo. Sebbene l'alert a Wiggins fosse giunto dal circuito di Swift, ad av-

Comparazione dell'aspetto del cielo nei raggi gamma, visto dal Large Area Telescope del satellite Fermi, prima e durante il parossismo del lampo gamma. Per ciascuna delle due riprese l'esposizione è stata di 3 ore. [NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration]



vistare per primo il lampo gamma (catalogato con la sigla GRB 130427A) era stato il satellite Fermi, infatti nell'istante dell'apparizione Swift si stava spostando fra due target e si è accorto del lampo con quasi un minuto di ritardo, un ritardo che solitamente è "fatale" in presenza di un tipico GRB, ma che fortunatamente nel caso specifico non è stato deleterio, avendo il fenomeno mostrato delle caratteristiche tutt'altro che tipiche. Vediamo quelle salienti. L'energia dei fotoni gamma, misurata dal team di Fermi, ha raggiunto

Sequenza dell'insorgenza del GRB 130427A, da 3 minuti prima dell'inizio del lampo a 14 ore dopo. Nei primi frame, relativi ai 15 secondi iniziali, si nota una spiccata variabilità. [NASA/DOE/ Fermi LAT Collaboration]

i 94 GeV, come dire 35 miliardi di volte superiore all'energia media dei fotoni visibili all'occhio umano. Fermi è riuscito a registrare fotoni con energie nel range dei GeV per addirittura 4 ore e a seguire l'intero fenomeno per quasi una giornata, un record assoluto per i GRB. Anche la quantità di fotoni altamente energetici intercettati dal satellite è stata da record: 1000 fotoni al secondo per centimetro quadrato nell'intervallo 10-1000 keV e 14 fotoni al secondo per metro quadrato nell'intervallo 100MeV-10GeV. Il cosiddetto "afterglow", ovvero il flusso di fotoni a energie via via minori che seguono con crescente ritardo i fotoni gamma, è durato anch'esso a lungo e ha interessato tutti i domini dello spettro elettromagnetico, fino alle onde radio.

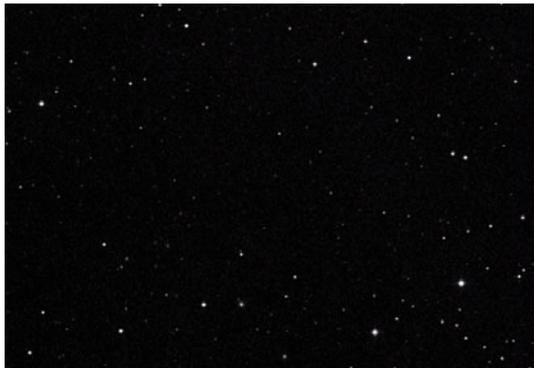
Dall'analisi delle varie osservazioni gli astronomi hanno potuto calcolare anche la distanza del GRB, risultata pari a 3,6 miliardi di anni luce, quindi relativamente breve se si considera che il 95% dei lampi gamma finora registrati sono apparsi a distanze maggiori. Questo spiega perché il fenomeno sia risultato particolarmente energetico e luminoso, soprattutto nei raggi gamma, mentre nel visibile, dove ha raggiunto all'apice una magnitudine di 7,4 (misurata dal RAPid Telescopes for Optical Response, Fenton Hill Observatory, New Mexico), è secondo solo all'eccezionale GRB 080319B, che nel marzo del 2008 era arrivato alla magnitudine visuale 5,3.

Come si può immaginare, una volta segnalata da Fermi e Swift, la sorgente del GRB 130427A è stata puntata da numerosi strumenti al suolo e si è potuto così constatare

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



che dalla magnitudine visuale 7,4 misurata dal RAPTOR si è passati nel giro di appena un minuto alla 10^a e pochi minuti più tardi alla 11^a, fino alla 13^a misurata da Wiggins a circa un quarto d'ora dall'inizio dell'e-



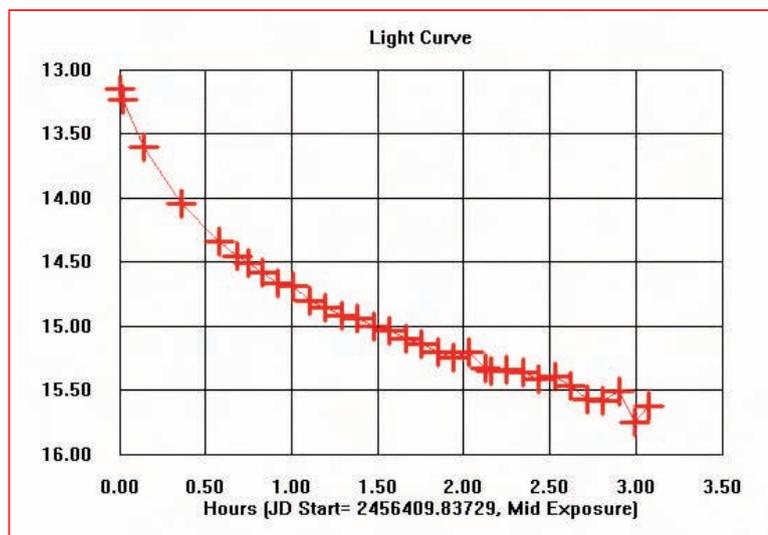
vento e così via a scendere di luminosità. Il motivo per cui i GRB finora osservati sono apparsi pressoché tutti nell'universo lontano, inclusi quelli meno remoti (anche il GRB 130427A non è esattamente dietro l'angolo), è riconducibile in prima approssimazione al fatto che le epoche dalle quali quei lampi giungono sono interessate da ondate molto intense di formazione stellare, innescate da fusioni fra galassie. Più stelle vengono prodotte, più è alto il numero di quelle di grande massa, che vivono poche decine o centinaia di milioni di anni prima di esplodere come supernovae. È durante il collasso gravitazionale che dal nucleo di quelle stelle morenti si irradiano due poderosissimi getti antipodali di materia che si muovono a velocità prossime a quelle della luce. Dopo aver perforato gli strati stellari in caduta verso il nucleo, i getti schizzano

nello spazio investendo i gusci di materia precedentemente espulsi nel corso delle tumultuose fasi terminali pre-collasso. L'impatto che ne deriva genera le più potenti esplosioni dell'universo, con conseguente abbondante produzione di raggi gamma. Più il fascio di raggi gamma è collimato ed energetico, più intenso appare all'osservatore e più vistoso sarà l'afterglow.

Il GRB 130427A appartiene alla categoria dei cosiddetti GRB lunghi, il cui picco di luminosità dura più di 2 secondi e la cui origine è correlata, come dicevamo, all'esplosione di una supernova (di tipo II). Ma se è così, non dovremmo vederne una nella posizione in cui è stato osservato l'evento del 27 aprile scorso? La risposta è affermativa e in questi casi i ricercatori si aspettano infatti di veder emergere la luce della supernova da giorni a diverse settimane dopo il lampo gamma.

Quando scriviamo (circa un mese dopo l'evento) la supernova si sta facendo ancora attendere. Qualora non dovesse mai palesarsi, potrebbe voler dire che il collasso del progenitore ha dato origine a un buco nero talmente massiccio che nemmeno la luce dell'esplosione è riuscita a sfuggirgli. Per avere una risposta definitiva al riguardo non resta che attendere... ■

Una delle prime immagini ottenute da Patrick Wiggins, messa a confronto con l'omologa immagine tratta dalla Palomar Observatory Sky Survey. Il GRB è indicato dalla freccia. Sotto a sinistra vediamo invece la curva di luce del lampo gamma (le crocette rosse corrispondono alle effettive misurazioni) e la sua evoluzione nelle 3 ore e mezza successive all'istante del primo avvistamento da parte dell'astrofilo. Le riprese non hanno risentito molto della presenza della Luna piena in cielo. [P. Wiggins]



SVALBARD 2015

Il viaggio che eclissa l'eclisse

Stiamo organizzando un tour indimenticabile ed esclusivo alle isole **SVALBARD** in occasione della

ECLISSE TOTALE DI SOLE DEL 20 MARZO 2015

Alloggeremo per quasi una settimana nelle più attrezzate guest houses dello Spitsbergen, totalmente immersi nell'ineguagliabile natura selvaggia dell'Artico, a poco più di 1000 km dal Polo Nord.

Effettueremo straordinarie escursioni in motoslitta (oltre 500 km) sul mare ghiacciato, sulle coste e nell'entroterra per vivere appieno uno degli ultimi paradisi che possiamo visitare sul nostro pianeta.

Massima sicurezza sul posto, esperta guida locale parlante italiano, organizzazione accurata, assistenza scientifica e tecnica per l'osservazione dell'eclisse.

La nostra iniziativa è una delle ultime attualmente in grado di garantire **UNA DECINA DI POSTI** in un tour organizzato. Il fai da te sarà praticamente impossibile per chi vorrà trascorrere una vacanza serena in un ambiente molto severo e soprattutto avere un letto in cui dormire (fuori da -10°C a -30°C).

Prezzo indicativo: € 2500 per persona + voli A/R e spese annesse. Chi ritiene di essere interessato a questo tipo di esperienza ci contatti per avere maggiori informazioni: info@astropublishing.com



NortheK

Instruments - Composites - Optics



NortheK Dall Kirkham

350 mm f/20

ostruzione 23%

ottica in Supremax 33 di Schott

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

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

 **01599521**

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

website

