

ASTROFILO

2
PUNTO
0

rivista mensile di informazione scientifica e tecnica • dicembre 2013 • numero 12 • € 0,00

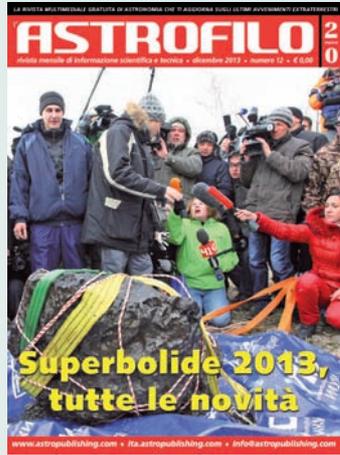


Superbolide 2013, tutte le novità

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



Superbolide 2013, tutte le novità

Lo straordinario evento accaduto sopra gli Urali meridionali lo scorso 15 febbraio ha riservato numerose sorprese nei mesi successivi, dalla scoperta del probabile progenitore della grossa meteorite responsabile del superbolide, fino all'individuazione e al recupero del suo più massiccio frammento...

a pagina 4



Kepler-78b, un inferno terrestre

Il pianeta extrasolare più simile alla Terra per quanto riguarda diametro, massa e densità fra quelli finora scoperti è in realtà un mondo infernale, con una temperatura alla superficie di almeno 2000°C. Ciò si deve al fatto che quel pianeta orbita ad appena 1,5 milioni di km dalla sua stella, una distanza che...

a pagina 16



Iniziata la missione MAVEN

Un'altra importante sonda è partita alla volta di Marte, si chiama Mars Atmosphere and Volatile Evolution e il suo principale obiettivo è capire per quanto tempo il pianeta rosso ha offerto condizioni ambientali potenzialmente adatte alla vita. Per fare ciò, studierà con un'accuratezza senza precedenti il tasso...

a pagina 24



La vita apparve nei bacini da impatto

L'ultimo studio di un discusso paleontologo indiano colloca la comparsa della vita all'interno dei grandi bacini da impatto che si formarono sul nostro pianeta circa 4 miliardi di anni fa. Riempiti di acqua cometaria e riscaldati da fonti geotermiche, quei bacini favorirono il graduale passaggio dalla materia...

a pagina 30



Via Lattea, un tuffo nel passato

Un team di astronomi americani ed europei ha proposto una sequenza evolutiva fotografica della Via Lattea, basata su uno studio morfologico di 400 "controfigure" del sistema stellare che ci ospita. Non potendo viaggiare nel tempo, è per ora il modo migliore di illustrarne l'evoluzione con immagini reali.

a pagina 36



Grande Macchia Rossa, mistero risolto?

Dopo gli anelli di Saturno è la struttura planetaria più famosa, ma per lungo tempo la sua continua presenza nell'atmosfera di Giove ha rappresentato un problema senza soluzioni soddisfacenti. Ci riferiamo ovviamente alla Grande Macchia Rossa, per la quale due ricercatori hanno probabilmente scoperto la...

a pagina 42

Superbolide tutte le nov



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

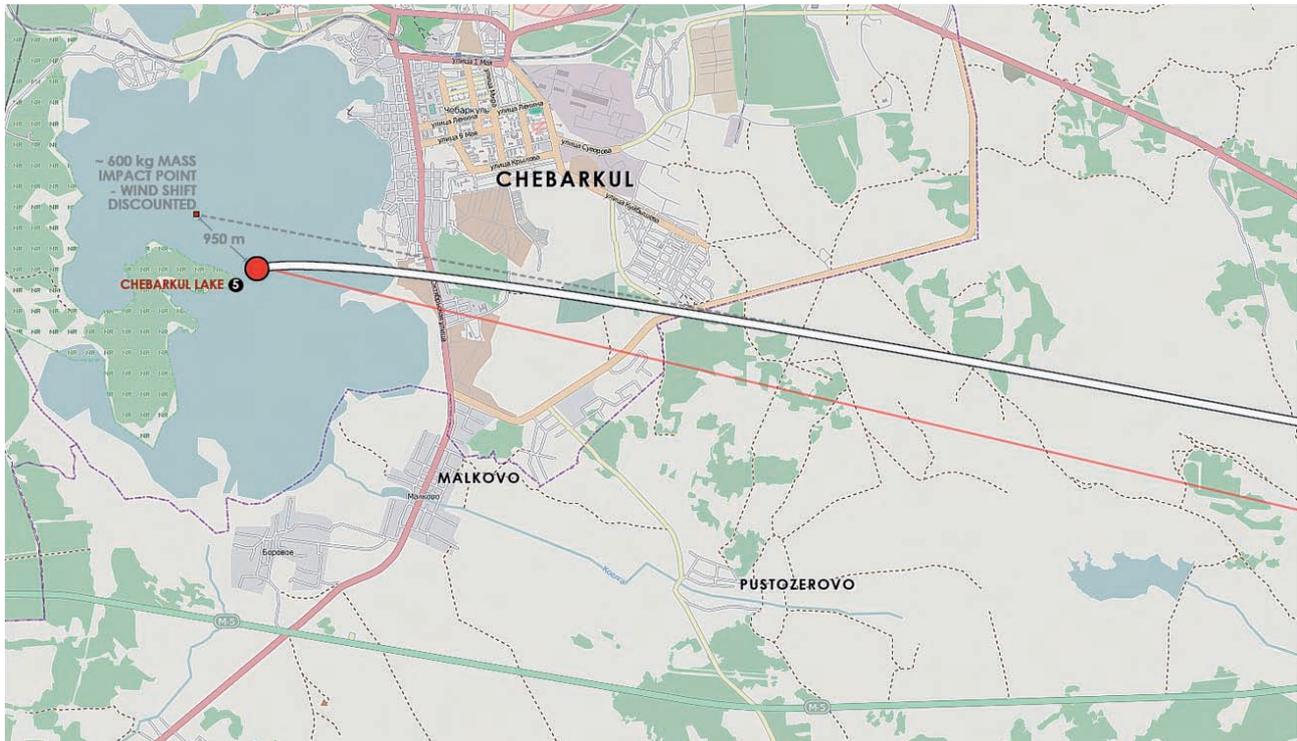
*L*ago Chebarkul, è qui che si sono concentrate le ricerche dei più grossi frammenti del meteorite esploso nei cieli della provincia di Chelyabinsk. Il video a fianco riassume alcune scene significative del recupero del più massiccio fra tutti i frammenti sinora individuati. [News Daily Planet]

2013, ità

Lo straordinario evento accaduto sopra gli Urali meridionali lo scorso 15 febbraio ha riservato numerose sorprese nei mesi successivi, dalla scoperta del probabile progenitore della grossa meteorite responsabile del superbolide, fino all'individuazione e al recupero del suo più massiccio frammento, pesante oltre 600 kg e affondato nelle acque del lago Chebarkul.

Da quando, il 15 febbraio scorso, il superbolide di Chelyabinsk è esploso, il clamore sollevato da quell'evento non si è ancora del tutto sopito e varie novità al riguardo sono emerse (anche letteralmente) negli ultimi mesi, con la più rilevante che riguarda il recupero del più grosso frammento del meteorite precipitato. Aggiorniamo quindi la situazione, a completamento dell'ampio reportage a suo tempo pubblicato sul numero di marzo.

Già dal giorno stesso dell'evento c'è stata una notevole mobilitazione per capire esattamente la dinamica con cui si è verificato, la natura dell'oggetto entrato in atmosfera, la sua provenienza e la probabilità del ripetersi di un simile accadimento. Il fatto che l'esplosione abbia interessato un centro abitato che amministra 3,5 milioni di persone, causando danni a oltre 7000 edifici e a circa 1600 residenti, ha messo l'opinione pubblica dinanzi a un problema sempre esistito ma finora affrontato seriamente solo da una ristretta cerchia di addetti ai lavori.



Le ricerche sull'accaduto si sono svolte essenzialmente in due direzioni: quella sul campo, con autorità, militari e civili impegnati in operazioni di ritrovamento e recupero dei frammenti della meteorite, e quella a tavolino, con gli scienziati impegnati a calcolare la traiettoria dell'oggetto e la sua possibile associazione ad asteroidi di orbita conosciuta. Sul fronte delle ricerche al suolo, i primi risultati erano stati deludenti, infatti nelle settimane subito successive all'evento i gelidi territori della provincia di Chelyabinsk avevano premiato l'impegno dei ricercatori solo con piccoli frammenti di meteorite, larghi da qualche millimetro a pochi centimetri. Complessivamente era già evidente la tendenza, poi mantenuta, di una massa

totale inferiore al previsto di frammenti più pesanti di 100 grammi. Nei mesi successivi i ritrovamenti sono stati comunque occasionalmente più generosi, con diversi esemplari superiori al chilogrammo.

Nel frattempo gli astronomi avevano raccolto e analizzato una mole di filmati che ritraevano l'evento da ogni direzione, e ciò grazie alle numerosissime videocamere di sicurezza installate sugli edifici e sulle auto-



Su questa mappa della cittadina di Chebarkul e del relativo lago sono stati tracciati il percorso in cielo del superbolide (linea bianca larga), la direzione media lungo la quale sono stati trovati i frammenti (linea rossa) il punto teorico di caduta dei frammenti maggiori (dischetto rosso) e il punto in cui è stato trovato il frammento di circa 600 kg (quadrato rosso). Qui a fianco il presunto buco di 6 metri di diametro scavato da quel frammento.

Immagine fish-eye dell'ormai celebre buco scavato da un frammento di meteorite caduto nel lago Chebarkul. Non è del tutto certo che il responsabile di questa struttura sia il grosso frammento recuperato a metà ottobre. Sotto, la fase finale delle operazioni di recupero del frammento di circa 6 quintali. [Ap Photo/Alexander Firsov]



mobili di chi vive e si sposta in quella regione (uno di quei video ha avuto oltre 38 milioni di visualizzazioni sul web). Tutte le

immagini utili sono state poi combinate con altre immagini e dati acquisiti dai satelliti che puntavano quell'area geografica al momento giusto, e con informazioni raccolte dalla



Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, il network mondiale che "ascolta" gli infrasuoni prodotti da eventuali esplosioni di bombe nucleari ed eventi in grado di produrre energie simili, come appunto gli impatti di grosse meteoriti contro l'atmosfera.

Dati alla mano, diversi team di ricercatori hanno iniziato a calcolare la traiettoria del superbolide, estrapolando una possibile orbita per il corpo progenitore. Uno dei primi lavori realizzati in questo ambito è stato quello dei fratelli Carlos e Raúl de la Fuente Marcos, pubblicato la scorsa estate sul



Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. I due ricercatori della Universidad Complutense de Madrid hanno proposto una serie di orbite compatibili con quelle di alcuni piccoli asteroidi del gruppo Apollo, fra i quali i due di maggiori dimensioni, poche centinaia di metri di diametro, sono 2007 DB, e 2011 EO₄₀.

L'oggetto esplose nei cieli di Chelyabinsk potrebbe essersi staccato da uno di quei piccoli asteroidi a seguito di un impatto con un altro asteroide avvenuto fra 20000 e 40000 anni fa. La peculiarità di quei corpi minori è quella di avere orbite perturbate da incontri ravvicinati con Terra-Luna, Venere, Marte e Ceres, e di conseguenza sono soggetti a variazioni di traiettoria che possono portarli a reciproci e violenti urti. Secondo i de la Fuente Marcos, il miglior candidato progenitore del superbolide di Che-

lyabinsk è 2011 EO₄₀, un enorme macigno di forma irregolare con dimensioni comprese fra 150 e 330 metri. Di altro parere è invece Jiří Borovička (Astronomical Institute, Czech

In questa pagina e in quella successiva vediamo alcune scene del recupero del grosso frammento, trascinato sulla riva del lago Chebarkul. La concitazione del momento è piuttosto evidente, soprattutto nella scena dell'avventata pesatura, con la bilancia volante agganciata a un traliccio improvvisato. Il tentativo finisce male, con la bilancia che si rompe, procurando una frattura marginale nella meteorite. [Ap Photo/Alexander Firsov]





Academy of Sciences), che ha calcolato un'orbita per il superbolide quasi coincidente con quella dell'asteroide 1999 NC₄₃ (numero di catalogo 86039, senza nome), un ragguardevole oggetto di 2,2 km di diametro, anch'esso come i precedenti inserito nella lista degli asteroidi potenzialmente pericolosi.

Borovička e alcuni suoi collaboratori hanno sostenuto questa ipotesi in un recentissimo numero di *Nature* (14 novembre), aggiungendo fra l'altro che il grado di resistenza opposto dalla meteorite all'attrito con l'atmosfera è compatibile con quello di un singolo corpo roccioso profondamente fratturato. La fratturazione interna, determinante al contenimen-



to dei danni che un simile oggetto può causare, sarebbe diretta conseguenza della collisione che produsse il distacco del frammento dall'asteroide progenitore (qualunque esso sia).

Ma torniamo sul campo, dove 8 mesi esatti dopo l'esplosione del superbolide, la squadra di sommozzatori a lungo impegnata nelle gelide acque del lago Chebarkul (posto 60 km a ovest di Chelyabinsk) individua a 13 metri di profondità quello che si presenta come il più grande frammento di meteorite fino a quel momento

ritrovato. Le ricerche si erano concentrate in quel bacino sin dall'inizio, a causa di un

buco circolare di 6 metri di diametro, presente sulla superficie ghiacciata e segnalato da alcuni pescatori locali. Che fosse il risultato della caduta di un grosso frammento era quanto mai probabile, anche considerando il recupero di alcuni minuscoli frammenti attorno al buco.

Mesi di ricerche sui fondali del poco profondo ma melmoso lago, facilitate dalla stagione calda, avevano fino a quel momento portato al recupero di una dozzina di rocce sospette, soltanto cinque delle quali sono state poi riconosciute come meteoriti, per la precisione condriti ordinarie di tipo LL5, co-



stituite prevalentemente di silicati, composti del cobalto e nichel, con scarsa presenza di ferro (non più del 10%).

Ma ecco che a metà ottobre i sommozzatori imbragano l'ultimo reperto individuato e a fatica lo trascinano con un sistema di corde fuori dall'acqua, sulla riva del lago. Il lugubre macigno risulta lungo 1 metro e mezzo a appare ricoperto da uno scuro strato di materiale vitreo, ovvero da una crosta da fu-

sione, primo forte indizio della sua natura meteoritica. Altro indizio, le numerosissime e multiformi depressioni superficiali, note col nome di regmaglipti. Nonostante la robusta imbragatura "personalizzata", non appena i sommozzatori hanno iniziato il traino, il notevole macigno si è spaccato in tre pezzi (con uno decisamente più grosso degli altri), segno del fatto che era già percorso da profonde fratture.

Ecco il più massiccio frammento della meteorite di Chelyabinsk, esposto nel locale museo di studi regionali, dopo una ripulitura della superficie. Già a prima vista si notano



Un volta tirato a riva il frammento più rilevante, gli addetti ai lavori l'hanno aggan- ciato a una bilancia dalla portata evidente- mente sopravvalutata, visto che al raggiun- gimento dei 570 kg si è rotta.

Testimoni dell'evento hanno riferito che in quell'operazione il grosso reperto si è ulter- iormente fratturato in due parti, mentre altre fonti affermano che ciò è accaduto poco prima dell'avventata pesatura.

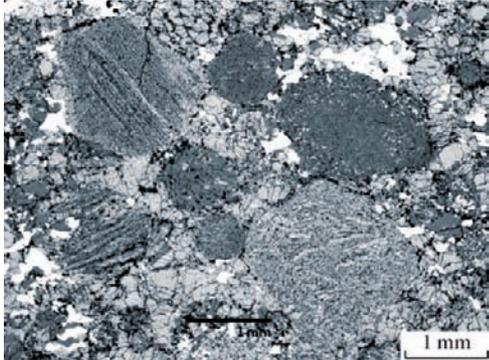
Comunque siano andate le cose, tutti con- cordano sul riconoscere al notevole esem- plare un peso superiore ai 600 kg, il che ne fa una delle 10 più massicce meteoriti fi- nora ritrovate sulla Terra.

Le analisi preliminari hanno confermato che di meteorite trattasi e proprio recentis- samente il frammento principale è stato messo in bella mostra al Chelyabinsk Mu- seum of Regional Studies, museo del quale è ora la principale attrazione. Altri 6 fram- menti minori sono invece stati esposti al Musée d'Histoire Naturelle di Parigi, e altri campioni ancora sono stati consegnati a vari istituti scientifici sparsi per il mondo. È

difficile stimare la mas- sa complessivamente recuperata fino ad og- gi, dal momento che non è dato sapere quanti frammenti so- no stati "imboscati" dagli abitanti della re- gione e dai curiosi ac- corsi da ogni parte. Si stima comunque che fra 100 e 500 kg di me- teoriti abbiano preso strade "alternative", non a caso molti esem- plari sono in vendita

con facilità le reg- maglipti, quelle infossature che sembrano pres- sioni delle dita su un blocco d'argil- la. Sono uno degli elementi contradd- distintivi delle condriti e non solo. [Photoshot]





sul web, difficilmente distinguibili tra innumerevoli falsi. Il caso più famoso è quello di un frammento di oltre 3 kg, trovato da tale Alexei Usenkov nel corso di una spedizione "ufficiale" e certificato come originale dalla Chelyabinsk State University. Lo si può acquistare (se non è già stato venduto) alla



che si è verificata fra i 45 e i 30 km di altezza, liberando un'energia mediamente stimabile (tra varie fonti) in circa 500 kiloton, equivalenti a oltre 30 bombe atomiche come quella sganciata su Hiroshima.

Tutti questi preoccupanti numeri sono stati più che sufficienti ad attivare un discreto numero di iniziative internazionali, volte a salva-

Sopra, due campioni sezionati della meteorite di Chelyabinsk, uno visto al microscopio, che rivela le tipiche condrule, l'altro più completo (largo 4 cm) che mostra le venature di cui si dice nel testo. A sinistra e sotto, la ricercatrice Karen

"modica" cifra di 48000 euro, circa 14 euro al grammo, la metà dell'oro!

Se non è noto con certezza il peso dei campioni finora recuperati (verosimilmente meno i 1 tonnellata), è invece ormai stato appurato, dai vari team di scienziati che si sono occupati dell'evento, che all'entrata in atmosfera la grossa meteorite aveva una massa di 12000-13000 tonnellate, distribuite in un volume dalla forma irregolare ma assimilabile a uno sferoide di 18-19 metri di diametro (come una grossa mongolfiera, ma di pietra piena). Le nuove ricerche hanno anche stabilito che l'ingresso in atmosfera è avvenuto a una velocità di quasi 19 km/s (Mach 54), con l'esplosione



Ziegler, che con alcuni colleghi ha effettuato approfondite analisi su vari frammenti di meteoriti ritrovate nella regione di Chelyabinsk e nel lago Chebarkul. A destra, un'animazione che dimostra come ricorrendo alla tomografia a raggi X sia stato possibile osservare la struttura interna di un campione della meteorite in que-

guardare il nostro pianeta da futuri eventi simili a quello di Chelyabinsk, fra i quali il Grand Challenge della NASA e l'International Asteroid Warning Group delle Nazioni Unite, un primo passo verso una strategia di difesa globale dalle minacce provenienti dallo spazio. Sottovalutare quel tipo di eventi solo perché lo scorso 15 febbraio ci sono stati solo feriti lievi e vetri infranti o poco più (come un tetto di un'abitazione bucato da un frammento a Depuatskiy), sarebbe un grave errore, perché i

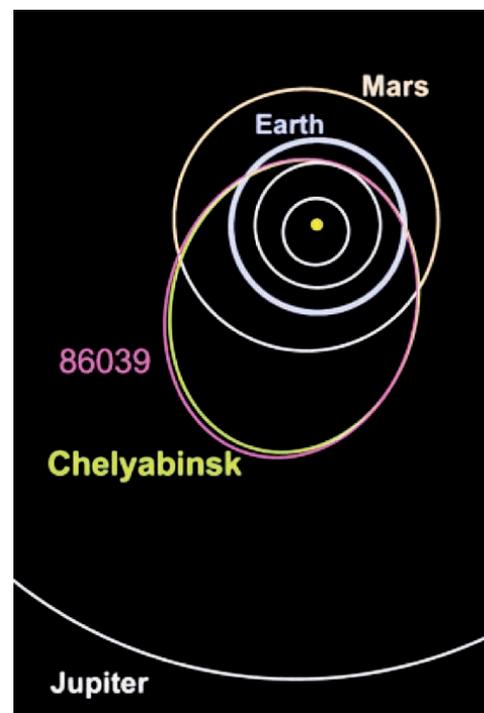


non particolarmente compatta, il che ne ha agevolato l'esplosione a una quota di relativa sicurezza. È infatti risultato, da analisi condotte nell'ambito del Chelyabinsk Airburst Consortium, sotto la guida di Olga Popova (Accademia Russa delle Scienze), che il corpo progenitore subì una violenta collisione 4,45 miliardi di anni fa (appena 115 milioni di anni dopo la formazione del sistema solare), a seguito della quale l'asteroide si ritrovò completamente pervaso da una rete di fratture, che nel corso dell'evento stesso si



stione (di 53 g) senza doverla sezionare. Evidenti le venature, così come nel campione qui sopra (il cubo di riferimento misura 1 cm di lato). L'ultima immagine a destra mostra la notevole similarità fra l'orbita del progenitore del superbolide e quella dell'asteroide 86039. [Science/AAAS, Steve Carr]

modesti danni a cose e persone vanno attribuiti unicamente a una serie di fortunate circostanze. Due su tutte. La prima: l'oggetto è entrato in atmosfera con un angolo poco incidente, solo 17°, il che ha permesso alla terribile onda d'urto generata dal moto del superbolide e dalla sua esplosione di espandersi con una forma a cilindro e di essere in massima parte assorbita dall'atmosfera, piuttosto che concentrarsi verso un singolo punto della superficie terrestre, nel quale caso l'esplosione sarebbe stata ben più devastante, pur avvenendo ad alta quota (anche la caduta dei frammenti sarebbe risultata molto più concentrata). La seconda: come già accennato, il meteorite di Chelyabinsk aveva una struttura interna



riempiono di materiale vetroso fuso, ricco di metalli. Questa preesistente rete di fratture era ovviamente presente anche nel meteorite di Chelyabinsk quando si staccò dal progenitore (a seguito di un'ulteriore collisione) e quel "tallone d'Achille" ha reso meno resistente l'oggetto all'attrito esercitato dall'atmosfera. La frammentazione è sicuramente iniziata lungo quell'intricata rete di venature colme di materiale vetroso. Non necessariamente le fortunate circostanze di cui sopra si ripeteranno alla prossima occasione e per meglio valutare i rischi derivanti da futuri, inevitabili impatti, sono stati condotti negli ultimi mesi alcuni interessanti studi. Uno di questi, firmato da Peter Brown e altri (University of West Ontario), evidenzia come la probabilità di nuovi impatti sia decisamente maggiore di quanto stimato e verificato finora, e ciò per almeno un paio di buoni motivi: dei milioni di oggetti con



diametro di 10-20 metri che si suppone incrocino occasionalmente l'orbita della Terra, solo mezzo migliaio sono stati catalogati (si sa quindi sempre dove sono); inoltre, un accurato censimento degli impatti contro l'at-

Frammento di quasi 2 kg della meteorite di Chelyabinsk, fotografato ancora infossato nel terreno prima del recupero (sopra) e in esposizione dopo il recupero (a sinistra). La pietra spaziale è penetrata nel suolo ghiacciato per 12 cm prima di fermarsi. [P. Murov, S. Buhl]



Un altro esempio di frammento della meteorite di Chelyabinsk fotografato prima e dopo il recupero. Il campione in questo caso è più piccolo (il cubo ha sempre 1 cm di lato), pesa solo 49 grammi e la sua crosta di fusione si è parzialmente rotta, mostrando la mescola interna di silicati e altri composti. [P. Muromov, S. Buhl]

mosfera che negli ultimi 20 anni hanno prodotto un'energia superiore a 1 kiloton indica che il loro numero è da 4 a 7 volte maggiore di quanto i modelli avevano stabilito sulla base del conteggio telescopico di asteroidi potenzialmente pericolosi. In sostanza, la loro popolazione è stata finora ampiamente sottovalutata e a conti fatti anziché aspettarci un impatto rischioso ogni 120-150 anni, possiamo più ragionevolmente aspettarcelo ogni 30-40 anni, come afferma Peter Jenniskens, del NASA's Ames Research Center. Di qui l'importanza di studiare approfonditamente ogni aspetto di ciò che è accaduto lo scorso



15 febbraio. Fino a quando non saranno note tutte le orbite di tutti gli oggetti potenzialmente pericolosi il cui diametro eccede i 5 metri, esisterà sempre il pericolo di eventi ad alto rischio. Purtroppo non basta una rete di sorveglianza in grado di prevedere con qualche giorno di anticipo la caduta di una grossa meteorite (o piccolo asteroide, se si preferisce), perché non sempre quel tipo di minaccia si muove nel cielo notturno. Se la meteorite si muove verso la Terra provenendo da una direzione abbagliata dal Sole, o comunque pervasa dalla luce diurna, non c'è modo di avvistarla, rimane del tutto invisibile per qualunque telescopio ottico. È esattamente ciò che è accaduto in occasione dell'evento di Chelyabinsk, con la meteorite che nelle 6 settimane precedenti l'impatto si è mossa sempre nel cielo illuminato, piombando a sorpresa sul nostro pianeta di prima mattina. A quando il prossimo impatto? Ma soprattutto, sulla testa di chi? ■





Kepler-78b, un inferno terrestre

Sullo sfondo, una rappresentazione della stella Kepler-78 e del suo vicinissimo pianeta, il primo di taglia terrestre per il quale è stato possibile calcolare diametro, massa e composizione di massima. [David A. Aguilar (CfA)] Sotto a destra, un video che riassume i risultati della recente ricerca condotta su Kepler-78b dal team che ha utilizzato lo spettrografo HARPS-N [ASI]

Il pianeta extrasolare più simile alla Terra per quanto riguarda diametro, massa e densità fra quelli finora scoperti è in realtà un mondo infernale, con una temperatura alla superficie di almeno 2000°C. Ciò si deve al fatto che quel pianeta orbita ad appena 1,5 milioni di km dalla sua stella, una distanza che mette in crisi ogni previsione teorica.

Lo scorso agosto veniva confermata, da ricercatori del Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'esistenza di un pianeta extrasolare piuttosto insolito per via della sua piccola orbita, così piccola da rendere inspiegabile la presenza stessa del pianeta. L'oggetto era stato segnalato dal telescopio spaziale Kepler prima che la sua missione iniziasse ad essere compromessa dal noto malfunzionamento al sistema di puntamento. Fra le circa 156000 stelle che lo strumento ha monitorato per 4 anni, misurandone la luminosità ogni mezz'ora, c'era la stella di tipo solare Kepler-78 (di magnitudine 11,72, distante circa 400 anni luce e denominata anche TYC 3147-188-1 e KIC 8435766), che ogni 8,5 ore mostrava (e continua a mostrare) un lievissimo calo di luminosità, 0,02%, compatibile col periodico transito sul disco stellare di un pianeta. Sulla base delle proprietà fisiche della stella

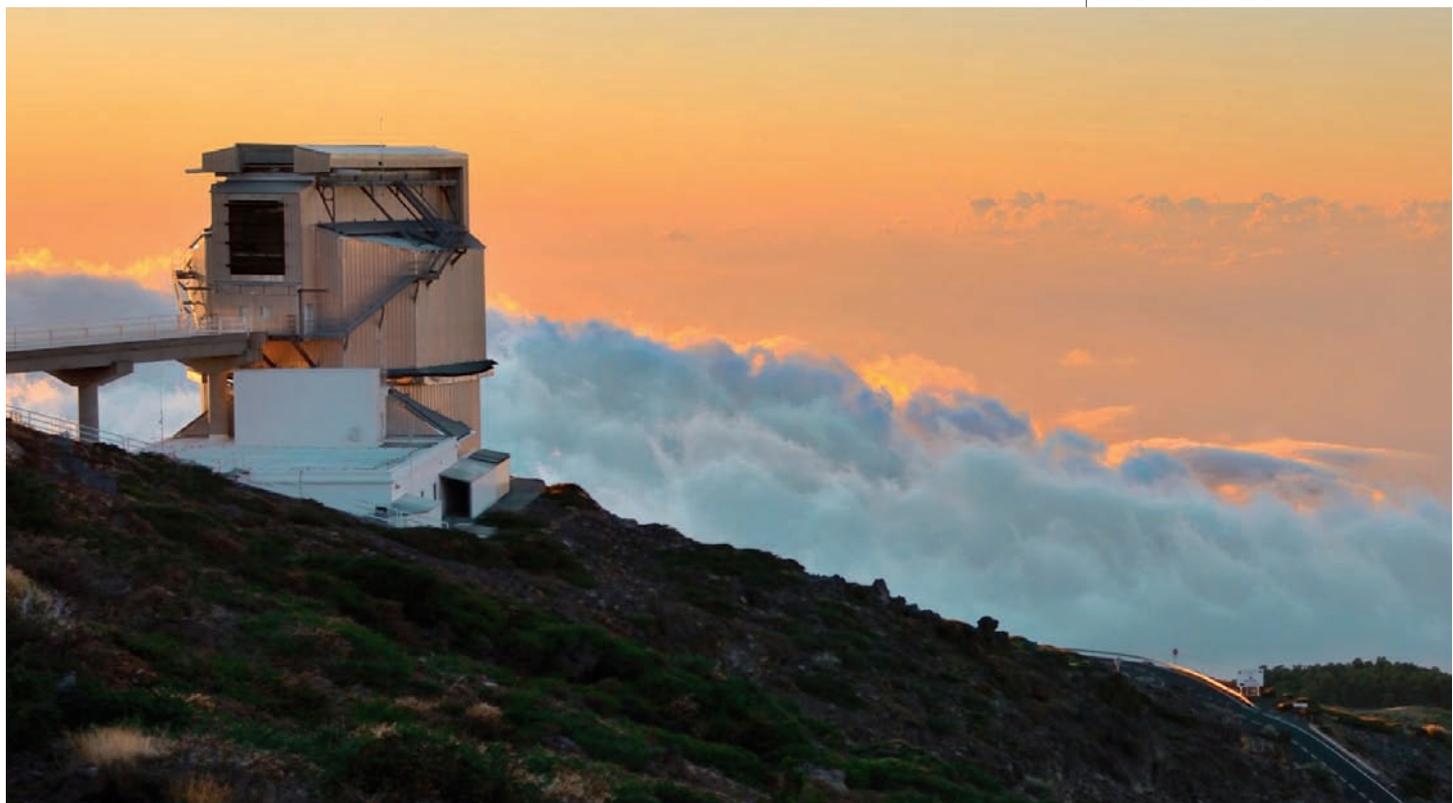
PER VIDEO E ANIMAZIONI SI RIMANDA ALLA
VERSIONE MULTIMEDIALE
DELLA RIVISTA PRESENTE SUL SITO WEB
<http://ita.astropublishing.com/>



e dell'entità della variazione fotometrica, i ricercatori avevano stimato per quel pianeta, denominato Kepler-78b, un diametro non lontano dai 15000 km, mentre dalla veloce rivoluzione hanno dedotto una distanza dalla stella di appena 1,5 milioni di km, che comporta una temperatura della superficie planetaria di circa 2000°C. Una temperatura tanto alta è di per sé già indicativa del fatto che molto probabilmente siamo in presenza di un corpo piuttosto denso, infatti se Kepler-78b fosse costituito di elementi più leggeri di quelli che compongono la crosta terrestre sarebbe evaporato da tempo o, nel migliore dei casi, starebbe evaporando ancora oggi, fenomeno che ad esempio interessa un altro pianeta extrasolare, KIC 12557548b. Ma una densità sufficientemente alta da mantenere in esistenza Kepler-78b non spiega come quel pianeta sia giunto dove lo vediamo. Di certo non può essere nato lì, perché quando quel sistema si formò, la giovane Kepler-78 era più espansa di quanto non sia oggi, al punto



che l'attuale orbita del suo pianeta si sarebbe trovata dentro la stella, ambiente nel quale un pianeta non può formarsi, per intuibili motivi. E per le stesse ragioni non può nemmeno essere migrato su quell'orbita, vuoi perché quando quell'operazione po-





Sopra, i due telescopio Keck delle Hawaii, ben visibili dentro le loro cupole. Utilizzando uno di questi grandi strumenti abbinato allo spettrografo HIRES, un team di astronomi statunitensi ha calcolato la massa di Kepler-78b. [Laurie Hatch] Contemporaneamente, un secondo gruppo di ricercatori effettuava la stessa misurazione con lo spettrografo HARPS-N (foto a destra), abbinato al Telescopio Nazionale Galileo delle Canarie, contenuto nell'edificio visibile nella pagina a fronte. [NG/A. Harutyunyan]

teva realizzarsi Kepler-78 era ancora gonfia, vuoi per l'impossibilità di collocarsi stabilmente su un'orbita così piccola senza finire col cadere rapidamente sulla stella. Insomma, un bel mistero. Le teorie sulla formazione dei sistemi planetari dicono che

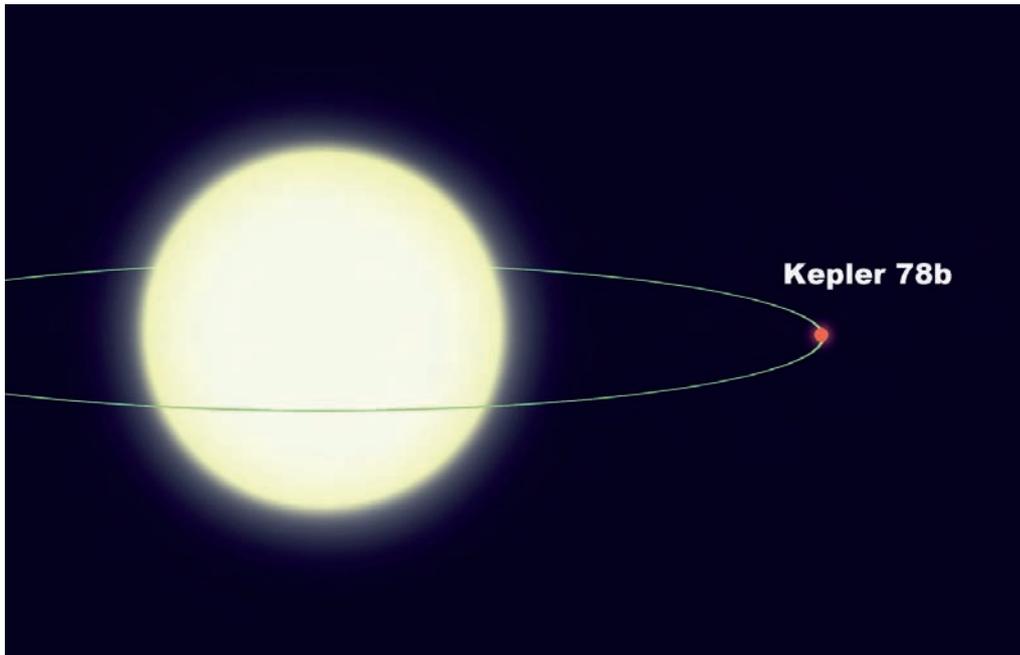
quel pianeta non dovrebbe esistere, eppure c'è, anche se non durerà in eterno, dal momento che i ricercatori stimano possa cadere sulla stella entro 3 miliardi di anni.

Secondo David Latham, astronomo dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Kepler-78b potrebbe essere uno dei pochi rappresentanti noti di una nuova classe di pianeti, che si differenziano dagli altri per avere un periodo di rivoluzione inferiore alle 12 ore e, cosa ancora più interessante, per avere dimensioni paragonabili a quelle della Terra. Il nostro stesso sistema solare potrebbe aver avuto in un passato più o meno lontano un pianeta di quel tipo, poi scomparso nella fornace solare.

I cortissimi periodi di rivoluzione fanno di quei pianeti dei soggetti ideali sui quali tentare il calcolo della massa, operazione decisamente complessa per corpi di taglia terrestre, ma che diventa tanto più agevole quanto più spesso il pianeta ci appare in transito sul disco stellare, e questo perché un ciclo breve aiuta a distinguere l'effetto



Photo: A. Harutyunyan



Schema dell'orbita di Kepler-78b attorno alla stella Kepler-78. Il pianeta impiega appena 8,5 ore a completare una rivoluzione. Il semiasse maggiore dell'orbita misura solamente 0,01 unità astronomiche. [David A. Aguilar (CfA)] Sotto, Roberto Sanchis-Ojeda, un giovane ricercatore del Massachusetts Institute of Technology che ha risolto brillantemente il problema delle false variazioni di velocità radiale introdotte negli spettri stellari dalle macchie solari presenti nelle fotosfere. [MIT]

del pianeta sulla stella da altri fenomeni che simulano effetti simili, non necessariamente reali.

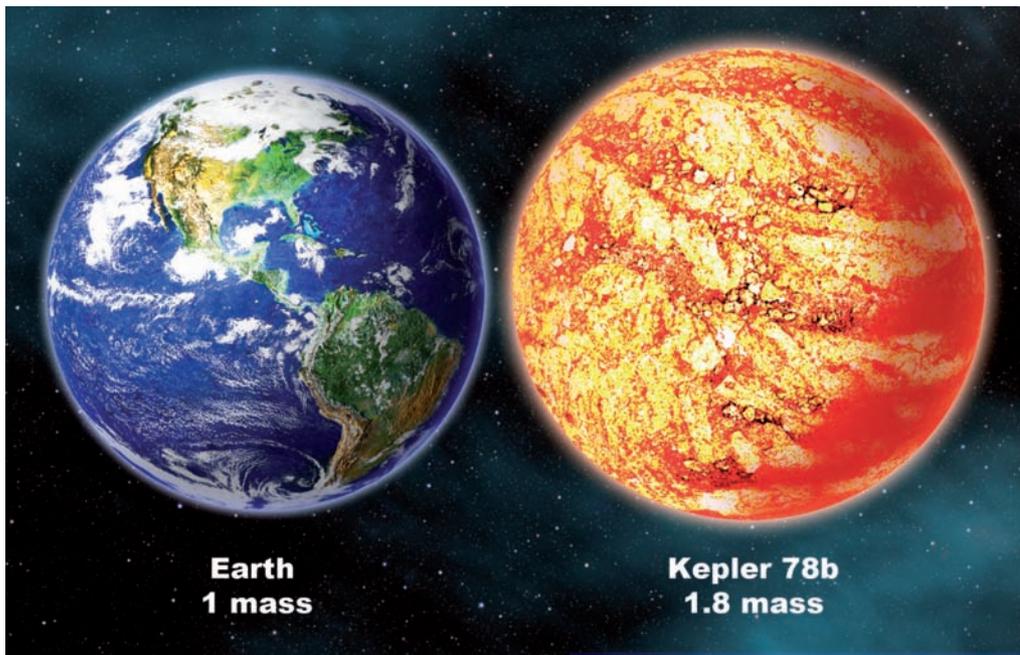
Essendo per vari motivi importante saperne di più sull'enigmatico Kepler-78b, due diversi gruppi di ricercatori decidono di impegnarsi nel calcolo della sua massa, dato fondamentale per una corretta caratterizzazione di un pianeta (e più in generale di un qualunque corpo celeste). Il primo dei due gruppi è statunitense e raccoglie una decina di astrofisici, fra i quali Andrew W. Howard (Institute for Astronomy, University of Hawaii, Manoa) e Roberto Sanchis-Ojeda (Kavli Institute for Astrophysics and Space Research, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge), ed è in sostanza il medesimo team che aveva confermato l'esistenza del pianeta. Il secondo team è invece quasi totalmente europeo e formato da una quarantina di componenti coordinati da Francesco Pepe (Observatoire Astronomique de l'Université de Genève).

Nota con buona approssimazione l'orbita del pianeta (supposta per comodità circolare), il solo modo per ricavare la massa di quest'ultimo era quello di misurare lo spostamento lungo la linea visuale che la sua presenza provoca nella posizione della

stella. Ciò che andava cercata era dunque una variazione ciclica nella velocità radiale della stella, compatibile con il periodo orbitale del pianeta. Di suo la stella può apparire in avvicinamento o in allontanamento rispetto all'osservatore (più raramente "ferma") e il fatto che il pianeta le ruoti attorno introduce lievissime variazioni nella velocità radiale. Più massiccio e vicino (alla stella) è il pianeta, maggiore è la variazione.

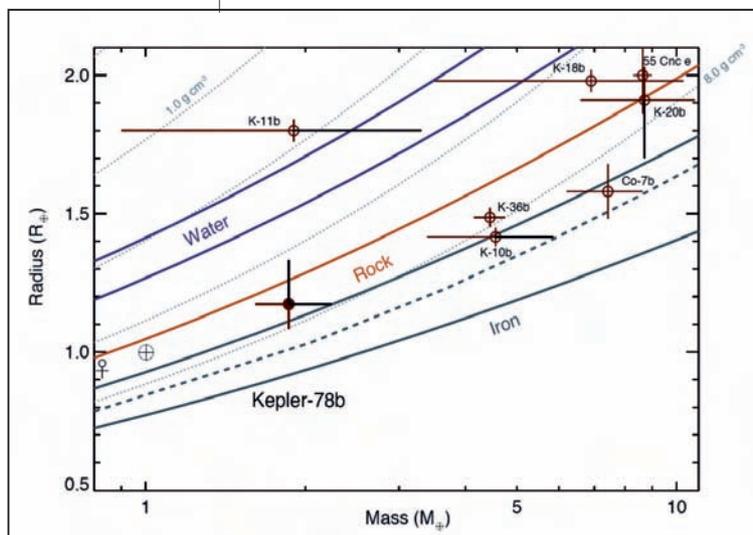


Confronto fra le dimensioni della Terra e di Kepler-78b. Oltre che nel diametro, i due pianeti sono quasi identici anche per quanto riguarda, massa, densità e composizione. Purtroppo, l'enorme differenza di temperatura fa della Terra un paradiso e di Kepler-78b un inferno. [David A. Aguilar (CfA)] Sotto, diagramma che include Terra, Venere e alcuni fra i pianeti extrasolari meglio caratterizzati, disposti in base al rapporto fra massa e raggio (la lunghezza dei segmenti è proporzionata all'incertezza delle misurazioni). Kepler-78b risulta avere una composizione molto simile a quella della Terra. [Francesco Pepe et al.]

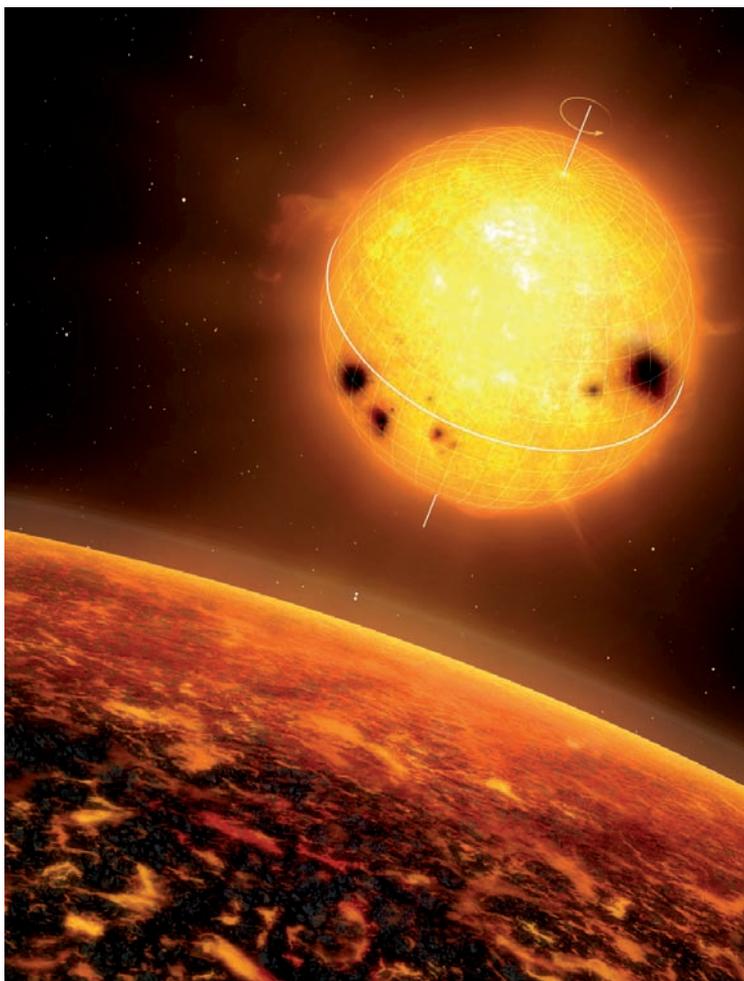


Per pianeti della stazza di Kepler-78b si tratta comunque di variazioni estremamente modeste, tanto che possono produrre un effetto inferiore a quello derivante dalla rotazione della fotosfera, soprattutto se popolata di macchie, in grado di produrre un falso segnale che può arrivare ad essere anche 50 volte superiore a quello reale prodotto dal pianeta. Per estrarre quest'ultimo dal rumore generato dalla stella, il team sta-

tunitense si è messo al lavoro sul potente spettrografo HIRES in dotazione a uno dei telescopi Keck di 10 metri delle Hawaii, mentre il team europeo si è affidato al non meno potente e più recente spettrografo HARPS-N, in funzione sul Telescopio Nazionale Galileo di 3,5 metri delle Canarie. Entrambi gli strumenti sono in grado di evidenziare variazioni nei moti radiali di appena 1-2 metri al secondo (equivalenti all'andatura di un pedone), più o meno ciò che i ricercatori si aspettavano di rilevare nelle righe spettrali di Kepler-78, accelerate e decelerate dalla massa del pianeta. Prima di quelle sofisticate misurazioni, vecchie di pochi mesi, l'unica cosa certa sulla massa di Kepler-78b era il suo limite superiore, ovvero 8 masse solari. Oltre quel limite la stella avrebbe infatti iniziato ad assumere una forma ellissoidale, rilevabile dalla sua curva di luce, che si sarebbe presentata con una tipica forma sinuosa. Indipendentemente dalle specifiche tecniche di osservazione e riduzione dati adottate dai due team (peraltro molto simili), il passo fondamentale per entrambi è stato quello di determinare il periodo di rotazione della stella e quindi di stimare l'entità del rumore che andava a coprire le varia-



zioni di velocità radiale attribuibili alla massa del pianeta. Per misurare quel periodo, risultato con buon accordo fra i team di 12 giorni e mezzo, i ricercatori hanno sfruttato la cospicua e insistente presenza sulla fotosfera stellare di ampie macchie (o gruppi di macchie), ripresentatesi per più rotazioni prima di dissolversi. Riconoscere l'esistenza di macchie sulla superficie delle stelle è fondamentale alla corretta determinazione delle masse planetarie di taglia terrestre, in quanto la loro presenza su un emisfero piuttosto che sull'altro ha dirette ripercussioni sulle variazioni delle velocità radiali. Se le macchie sono nell'emisfero che ruota verso la Terra, riducono il flusso complessivo di radiazione in avvicinamento, così che lo spettro indica



un leggero allontanamento, non reale, della stella. Viceversa nel caso opposto. Stimando ad ogni rotazione la componente spuria introdotta dalle macchie di Kepler-78 nella sua velocità radiale, i ricercatori hanno potuto dedurre le variazioni reali attribuibili al pianeta, risultate comprese nell'intervallo 1,5-2,0 metri al secondo, corrispondenti a una massa di 1,7-1,8 masse terrestri (con un margine di incertezza inferiore al 25%).

La conoscenza delle proprietà fisiche della stella, migliorata grazie al lavoro dei due team (pubblicato in due distinti articoli su *Nature* a fine ottobre), ha consentito di calcolare con rinnovata precisione il diametro di Kepler-78b, risultato 1,18 volte quello terrestre. A quel punto i ricercatori hanno potuto finalmente calcolare con facilità

l'agognato valore della densità planetaria, risultato compreso fra 5,3 e 5,5 g/cm³, quindi praticamente identico a quello del nostro pianeta, il che suggerisce per Kepler-78b una composizione rocciosa negli strati esterni e un ampio nucleo essenzialmente ferroso.

Kepler-78b diventa così il pianeta extrasolare più simile alla Terra per quanto concerne dimensioni, massa e composizione, e il primo ad essere completamente caratterizzato. Se fosse collocato nella zona abitabile della sua stella, avrebbe tutto il tempo di sviluppare un habitat adatto alla vita, dato che il sistema a cui appartiene ha un'età di appena 500-700 milioni di anni. Invece, la sua estrema vicinanza alla stella continuerà a renderlo un mondo infernale. ■

Kepler-78 è una stella di tipo solare, caratterizzata da una fotosfera molto attiva. Conoscere la posizione dei gruppi di macchie che si sviluppano su di essa è fondamentale per distinguere la componente planetaria nelle variazioni della velocità radiale. La rilevazione delle macchie di Kepler-78 ha permesso di scoprire il periodo di rotazione della stella e successivamente di calcolare la massa del suo pianeta.
[Mark A. Garlick/ESO/L. Calçada]



Iniziata la missione MAVEN





Un'altra importante sonda è partita alla volta di Marte, si chiama Mars Atmosphere and Volatile Evolution e il suo principale obiettivo è capire per quanto tempo il pianeta rosso ha offerto condizioni ambientali potenzialmente adatte alla vita. Per fare ciò, studierà con un'accuratezza senza precedenti il tasso attuale di dispersione dell'atmosfera marziana.

La prima finestra di lancio è stata quella buona. La sonda Mars Atmosphere and Volatile Evolution della NASA, più sinteticamente MAVEN, è partita con successo il 18 novembre dal complesso 41 di Cape Canaveral, spinta da un razzo Atlas V. Dopo il distacco dal vettore e l'apertura dei pannelli solari, lunghi complessivamente 12 metri, MAVEN ha preso come previsto la via di Marte, meta che raggiungerà il 22 settembre 2014, quasi contemporaneamente all'orbiter indiano della missione MOM. Una volta giunta in prossimità del pianeta rosso, MAVEN effettuerà una serie di manovre per immergersi su un'orbita fortemente ellittica, con periodo di 4,5 ore, che la porterà da una distanza massima dalla superficie di 6000 km, fino a una distanza minima di appena 150 km, bassa abbastanza da permetterle di tuffarsi ripetutamente nell'alta atmosfera marziana.

L'Atlas V con a bordo MAVEN arriva sulla rampa di lancio, 20 minuti dopo essere uscito dal Vertical Integration Facility. La ripresa grandangolare ha leggermente deformato il campo inquadrato. [NASA/Kim Shiflett]

Nell'anno di missione nominale, sono previsti anche 5 passaggi più radenti a una quota di 125 km, manovre che porteranno la sonda a immergersi nella più densa miscela di gas di cui è composta la bassa atmosfera. Come si può ben intuire da questa breve introduzione, lo scopo primario della sonda



MAVEN è quello di studiare la composizione dell'atmosfera di Marte a varie altezze, un'operazione mai realizzata prima, tanto che tutto ciò che sappiamo di quell'ambiente lo abbiamo capito attraverso osservazioni spettroscopiche da Terra e per mezzo dei rover scesi sulla superficie marziana, e pertanto si tratta di informazioni incomplete, limitate a determinate regioni areografiche e a determinati strati del tenue involucro gassoso.

Capire come varia il rapporto fra diversi isotopi dello stesso gas a diverse altezze dal suolo è fondamentale alla conoscenza dell'evoluzione presente e passata di quell'atmosfera. Misurando quel rapporto per diversi isotopi di idrogeno, argon e carbonio si è finora capito che Marte ha perso una quantità di atmosfera compresa fra il 25% e il 90%, con la percentuale che varia a seconda degli isotopi considerati (i valori alti sono quelli più verosimili).

Scene di tecnici e ingegneri indaffarati attorno alla sonda MAVEN, all'interno della Payload Hazardous Servicing Facility, presso il Kennedy Space Center, per le ultime verifiche prima dell'inserimento nell'ogiva del razzo vettore. [NASA/Kim Shiflett]

A destra, le operazioni di aggancio della sonda con MAVEN sulla sommità dell'Atlas V. Questa spettacolare inquadratura fornisce un'idea efficace di come vengano assemblati i veicoli spaziali all'interno della Vertical Integration Facility. [NASA/ Kim Shiflett]
 Sotto, il video completo del lancio di MAVEN. [NASA]

Per restringere la forbice è indispensabile conoscere l'attuale tasso di fuga dei gas atmosferici, cosa che dipende fortemente dalle dinamiche della parte più esterna dell'atmosfera, quella che interagisce direttamente con le particelle del vento solare. L'unico modo di conoscere quel tasso è misurarlo in situ ed ecco il perché della missione MAVEN. Per campionare nel modo più globale possibile i vari isotopi dei gas atmosferici è stato previsto che ogni orbita si sviluppi sopra differenti regioni e con differenti condizioni di illuminazione solare, il che permetterà di stabilire come le varie combinazioni influenzano le dinamiche atmosferiche. Dal ritmo con cui Marte sta ora perdendo la sua atmo-



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



sfera e dal peso dei singoli meccanismi che causano quella dispersione sarà possibile valutare il fenomeno a ritroso nel tempo, così da avere un quadro molto più preciso di quanto non si abbia oggi sull'evoluzione dell'ambiente marziano nei primi miliardi di anni di esistenza del sistema solare. Sebbene la missione nominale sia di appena 1 anno, alla NASA confidano in un suo prolungamento, tanto che hanno fornito la sonda di una quantità di carburante sufficiente per 10 anni. Riuscire a effettuare misurazioni per un decennio sarebbe di grande importanza, perché significherebbe capire se e come il ciclo undecennale



del Sole influisce sul processo di dispersione dell'atmosfera marziana. Poiché conosciamo con sufficiente precisione il comportamento della nostra stella sin dalla sua nascita, dal peso della sua attività storica e dai modelli evolutivi dovrebbe essere possibile trarre ulteriori informazioni sul passato di Marte.

Il fine ultimo della missione MAVEN è intuibile: capire per quanto tempo Marte fu simile alla Terra e quindi capire se quelle condizioni ambientali favorevoli si protrassero abbastanza a lungo da consentire la nascita di primordiali forme di vita. Una risposta definitiva a una questione di tale portata avrà ripercussioni non da poco: se

Suggestiva immagine del lancio di MAVEN, con in primo piano la natura che circonda la base spaziale di Cape Canaveral. [NASA/ Bill Ingalls]

Rappresentazione di MAVEN in orbita attorno a Marte. [NASA's Goddard Space Flight Center] Sotto, una magnifica ricostruzione video della trasformazione dell'ambiente marziano da 4 miliardi di anni fa ad oggi, fino all'arrivo della sonda MAVEN. [NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab]



il periodo favorevole non risulterà abbastanza lungo, sarà pressoché inutile mettere in cantiere missioni destinate a indagare l'eventuale presenza di microfossili nel sottosuolo marziano; inoltre tramonterà definitivamente l'audace ipotesi secondo la quale i marziani saremmo noi, nel senso che la vita potrebbe essere giunta sulla Terra trasportata da meteoriti prove-

nienti da Marte. Più in generale, un responso negativo da parte di MAVEN obbligherà a una maggiore prudenza sulla possibilità che piccoli pianeti rocciosi extrasolari, inseriti nella zona di abitabilità delle loro stelle, sappiano offrire per lungo tempo condizioni adatte alla vita.

MAVEN non si occuperà comunque solo di atmosfera in senso stretto, fra i suoi compiti ci sarà infatti anche quello di studiare dei campi magnetici localizzati in alcune regioni della superficie, caratterizzate da strutture da impatto.

Marte oggi non ha un campo magnetico globale come la Terra, però un tempo lo aveva e le sue proprietà sono rimaste intrappolate in masse di roccia fusa che raffreddandosi lentamente ne hanno conservato traccia anche dopo la scomparsa del campo globale. Questa sorta di deboli "bolle magnetiche" sono ancora abbastanza grandi da raggiungere l'alta atmosfera e si prestano quindi ad essere parzialmente studiate da MAVEN. ■

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



La vita appar da impatto

L'ultimo studio di un discusso paleontologo indiano colloca la comparsa della vita all'interno dei grandi bacini da impatto che si formarono sul nostro pianeta circa 4 miliardi di anni fa. Riempiuti di acqua cometaria e riscaldati da fonti geotermiche, quei bacini favorirono il graduale passaggio dalla materia organica agli organismi unicellulari.

ve nei bacini

L'idea che gli ingredienti basilari della vita siano finiti sulla Terra dallo spazio è molto datata e ha un'infinità di varianti. E, tutto sommato, è anche un'idea piuttosto banale, dal momento che l'intera massa della Terra era nello spazio prima di trasformarsi lentamente nel pianeta che ci ospita e in noi stessi. Meno banale è invece capire come e quando quegli ingredienti si sono trasformati da semplici molecole organiche (appannaggio della chimica) in materia vivente (appannaggio della biologia). Si sente talvolta parlare di "brodo primordiale" raccolto in non meglio specificate nicchie



che si creano i presupposti per la comparsa della vita. Nello strepitoso video qui sopra, che in 10 minuti riassume la storia evolutiva dell'universo, dal Big Bang alla comparsa dei nostri antenati, quella fase è indicata con il termine Late Heavy Bombardment. [ASA/JPL-Caltech, UppruniTegundanna]

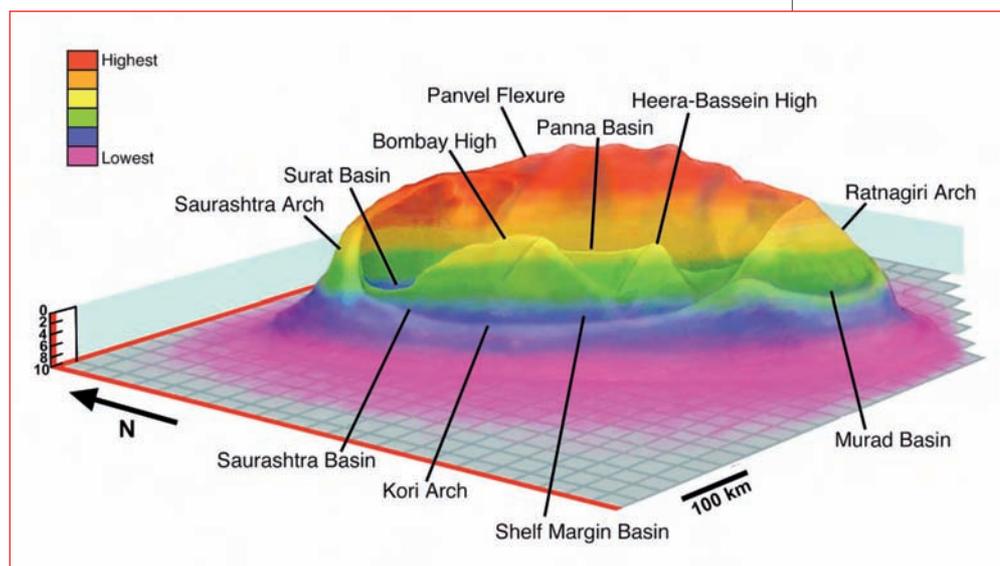
L'illustrazione sullo sfondo è rappresentativa di una fase cruciale del nostro e di altri sistemi solari, quella dell'intenso bombardamento asteroidale e cometario che avviene poco dopo la formazione dei pianeti. È in quella fase

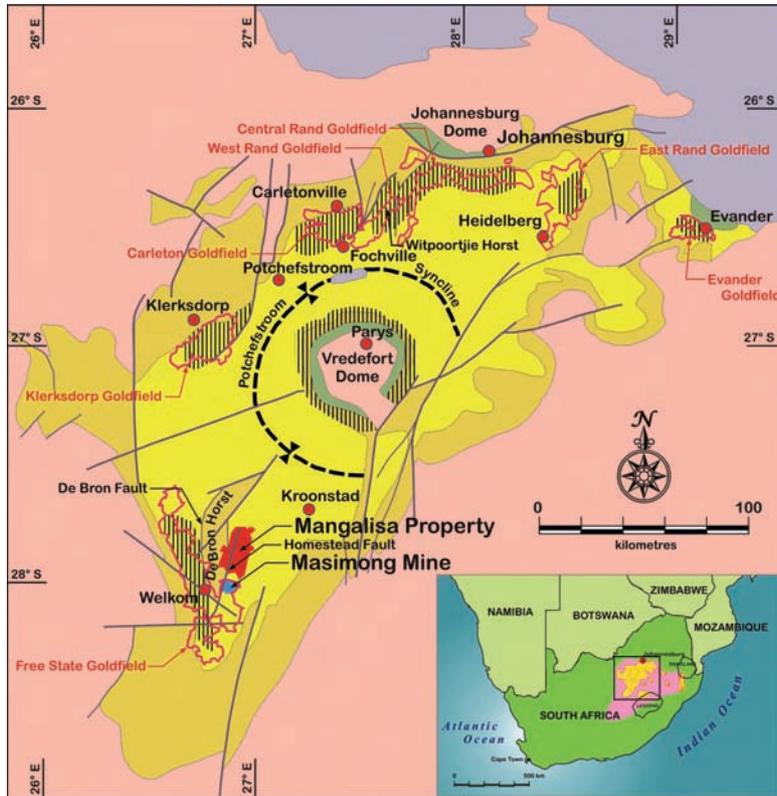


Sankar Chatterjee, il paleontologo indiano che ha migliorato le nostre conoscenze sull'habitat in cui la vita emerge. Dallo studio dei più antichi giacimenti fossiliferi del pianeta, ha concluso che tutto ebbe inizio nei bacini scavati da impatti di asteroidi e riempiti con l'acqua portata dalle comete. Sotto, una mappa altimetrica tridimensionale del discusso Shiva Crater, con indicate alcune delle sottostrutture più rilevanti. [Texas Tech University]

ambientali, dal quale sarebbero usciti i primi organismi unicellulari microscopici, ma trovare riscontri a quel tipo di scenario e alla sua evoluzione è sempre stato un problema complesso, a causa del fatto che l'evoluzione geologica della Terra ha cancellato le tracce dirette di quei remoti accadimenti. Un tentativo di rendere meno vago quello scenario è stato fatto a fine ottobre, con la presentazione, al meeting annuale della Geological Society of America, di un nuovo studio realizzato dal paleontologo indiano Sankar Chatterjee, professore di Scienze della Terra presso la Texas Tech University. Chatterjee è un personaggio a tratti controverso, essendo stato autore in passato di un paio di importanti scoperte che sollevarono parecchio clamore, ma che non sono state ancora ufficialmente rico-

nosciute. Una riguarda la comparsa dei primi uccelli, che stando ai fossili esaminati da Chatterjee andrebbe spostata indietro nel tempo di parecchio, dal Giurassico al Triassico. L'altra riguarda invece un gigantesco cratere sottomarino dalla forma oblunga (circa 600x400 km), collocato al largo delle coste occidentali dell'India.



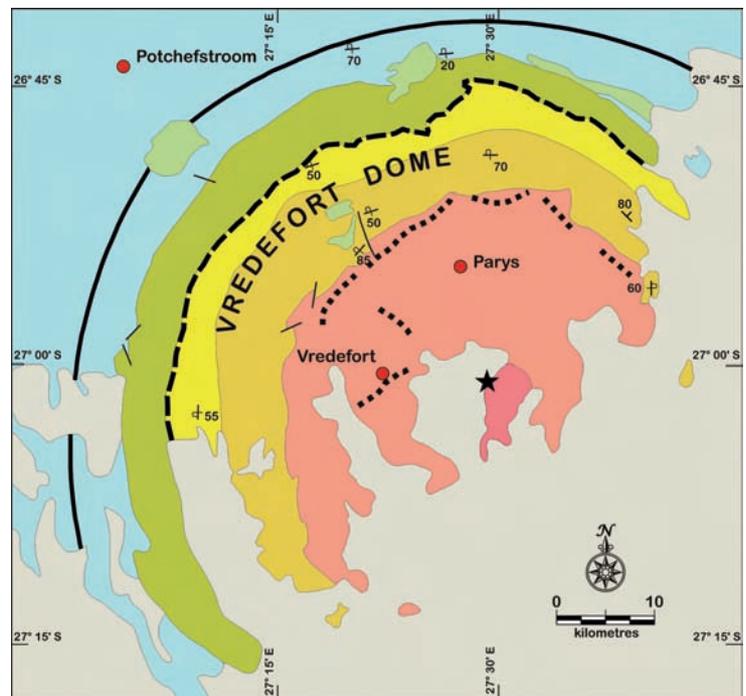


Queste mappe mostrano la collocazione del più grande bacino da impatto oggi riconoscibile sul nostro pianeta, il Vredefort Crater, che prende il nome dalla cittadina che occupa il suo centro. Il diametro di tale struttura supera di poco i 300 km, è dunque più piccola di quelle che secondo Chatterjee ospitarono le prime forme di vita. [Superior Mining International Corporation]

Questa struttura, denominata Shiva Crater, è a detta di Chatterjee ciò che resta di un impatto asteroidale avvenuto quasi contemporaneamente a quello di Chixulub, che già da solo contribuì pesantemente ad annientare i dinosauri. Se quelle due scoperte fanno ancora discutere gli scienziati, altrettanto sta facendo l'ultimo lavoro del paleontologo indiano, che lui stesso definisce come la soluzione finale alla questione della comparsa della vita sulla Terra. Probabilmente non lo sarà, ma di certo rende meno vago l'impianto generale finora adot-

tato per illustrare quella fondamentale epoca. Cercando un collegamento fra teorie sull'evoluzione chimica ed evidenze relative all'iniziale quadro geologico del pianeta, Chatterjee ha studiato in Groenlandia, in Sudafrica e in Australia i siti dei più antichi fossili esistenti, giungendo alla conclusione che quelle aree dovevano essere un tempo dei bacini ampi oltre 400 km, formati a seguito di titanici impatti asteroidali e che proprio in quei siti la vita potrebbe avere avuto inizio. Dopo un primo impatto, altri eventi minori possono aver interessato le medesime aree e aver avuto per protagoniste le comete, il cui carico di acqua avrebbe finito col confluire nei profondi bacini, mischiandosi alle molecole organiche già presenti e a quelle portate dai proiettili cosmici.

Grazie alla favorevole distanza della Terra dal Sole, terminato il periodo di intenso bombardamento e quindi raggiunto un equilibrio globale, l'acqua si sarebbe mantenuta liquida, venendo poi continuamente rimescolata assieme ad altri elementi da meccanismi geotermici innescati inizialmente dagli impatti e poi conservati attra-



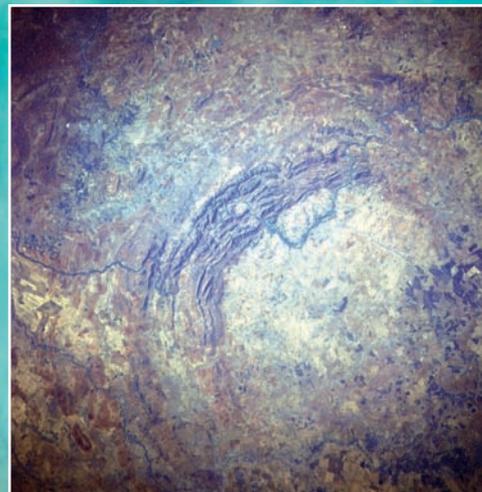


verso una regolare attività vulcanica. Moti convettivi interni al bacino avrebbero a quel punto favorito il ripetuto incontro fra molecole organiche che si sarebbero concentrate e polimerizzate, formando molecole via via più complesse, fino alla comparsa di proteine e RNA, che nello scenario proposto da Chatterjee emergono contemporaneamente, mentre le teorie più popolari ritengono che la formazione dell'RNA abbia preceduto quella delle proteine. Una comparsa contemporanea sarebbe stata più favorevole, dal momento che le relativamente elevate temperature della miscela acquosa, soprattutto in prossimità degli sfiati geotermici, avrebbero facilmente distrutto le molecole di RNA in assenza di catalizzatori, ruolo che le proteine assolvono egregiamente. Da uno sterminato numero di combinazioni possibili, quasi tutte fallimentari, l'interazione fra RNA e proteine alla fine portò alla comparsa del DNA, composto più stabile che grazie allo sviluppo del codice genetico introdusse la divisione degli organismi unicellulari e quindi la loro replicazione con trasmissione di informa-



Sullo sfondo e a sinistra, fumarole e sfiati gassosi sottomarini, prodotti da una pacata attività vulcanica. Furono quel tipo di formazioni a riscaldare e rimescolare le miscele acquose in cui oltre 3,5 miliardi di anni fa la materia organica si trasformò in vita. In alto a destra il Vredefort Crater. [Woods Hole Oceanographic Institution, NASA]

zioni genetiche. Il merito di Chatterjee a questo riguardo è forse unicamente quello di aver suggerito che RNA e proteine slegate sarebbero durate comunque un tempo insufficiente a creare qualcosa di stabile, se non fossero state protette da una membrana che per loro natura non avevano ma che possono aver acquisito dalla soluzione acquosa in cui si muovevano, nella quale erano sicuramente presenti delle vescicole di grasso acido, peraltro ritrovate anche nella meteorite di Murchison, caduta in Australia nel 1969. Provenute direttamente dallo spazio esterno o formatesi dei bacini da impatto, quelle strutture possono aver simulato le membrane cellulari, favorendo la sopravvivenza di RNA e proteine prima della loro combinazione. In sostanza Chatterjee ha descritto meglio di quanto fatto finora



quella che può essere la sequenza di eventi che portò alla comparsa della vita, identificando nei grandi bacini da impatto le probabili culle in cui si sviluppò.

Lo scenario è complessivamente verosimile, ma come per Shiva Crater bisognerà procedere a verifiche che potrebbero lasciare la questione in sospeso a tempo indeterminato: gli antichissimi giacimenti fossili esaminati dal paleontologo indiano sono realmente uno spaccato della vita apparsa nei bacini da impatto oppure no? Se lo sono si potrebbe affermare che senza il pesante bombardamento asteroidale e cometario avvenuto attorno ai 4 miliardi di anni fa, probabilmente innescato dalla migrazione orbitale di Giove, forse oggi sulla Terra non ci sarebbe vita o ci sarebbe sotto forme inimmaginabili. ■

Via Lattea, un passato

Un team di astronomi americani ed europei ha proposto una sequenza evolutiva fotografica della Via Lattea, basata su uno studio morfologico di 400 "controfigure" del sistema stellare che ci ospita. Non potendo viaggiare nel tempo, è per ora il modo migliore di illustrarne l'evoluzione con immagini reali.

Come è cambiata la nostra galassia nei miliardi di anni trascorsi dalla sua nascita? Difficile dirlo con precisione, dal momento che viviamo solo il suo presente. Tutt'al più possiamo affidarci alle simulazioni al computer, che sulla base di determinati modelli matematici ricostruiscono quella che allo stato attuale delle conoscenze è la più verosimile storia evolutiva della Via Lattea. Ma si tratta pur sempre di rappresentazioni artificiali che non rendono l'idea di ciò che si potrebbe vedere viaggiando a ritroso nel tempo di miliardi di anni. Se è vero che

tuffo nel

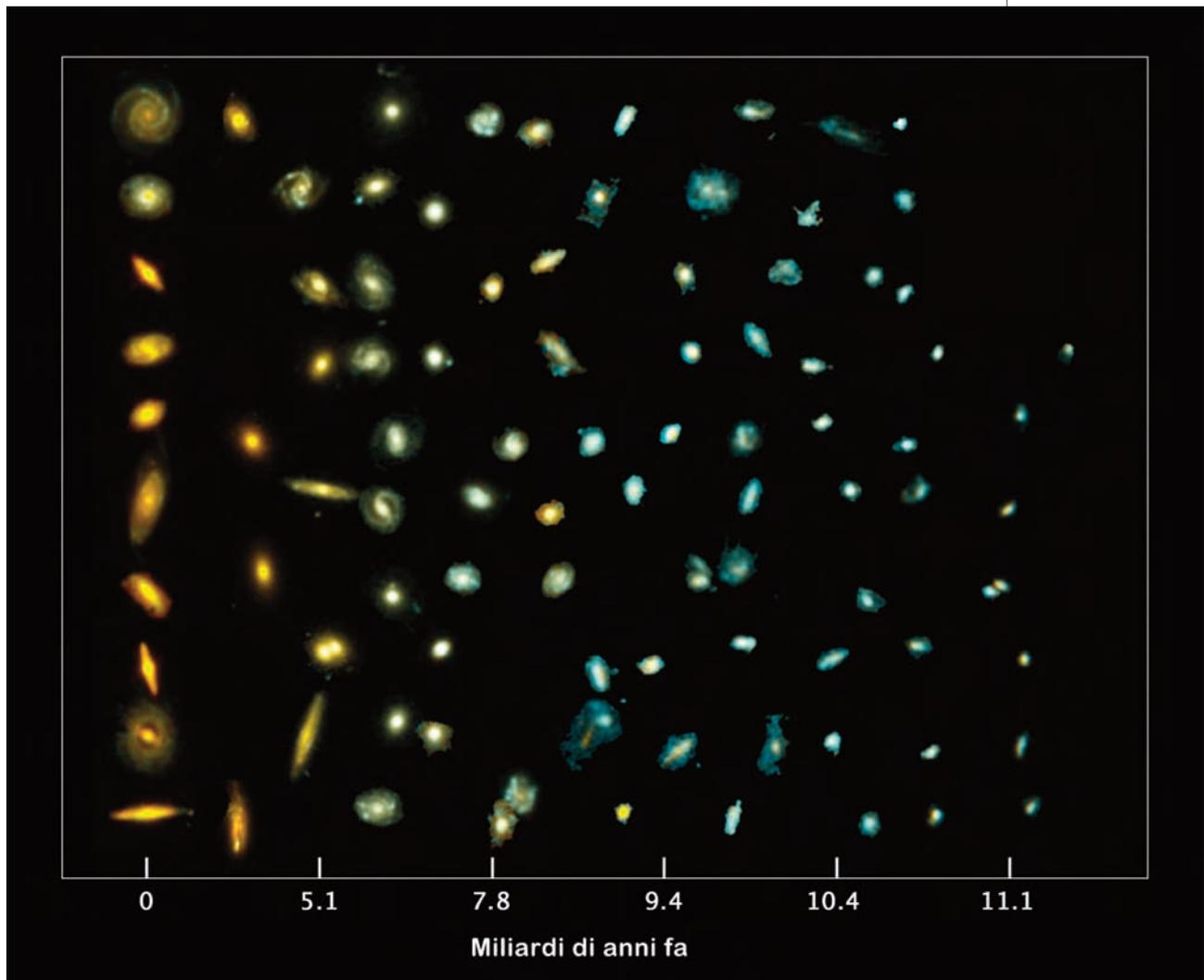
L'immagine di sfondo è un'elaborazione della galassia spirale M33 che simula l'aspetto della Via Lattea in un'epoca prossima a 11 miliardi di anni fa. [NASA, ESA, and Z. Levay (STScI/AURA)]

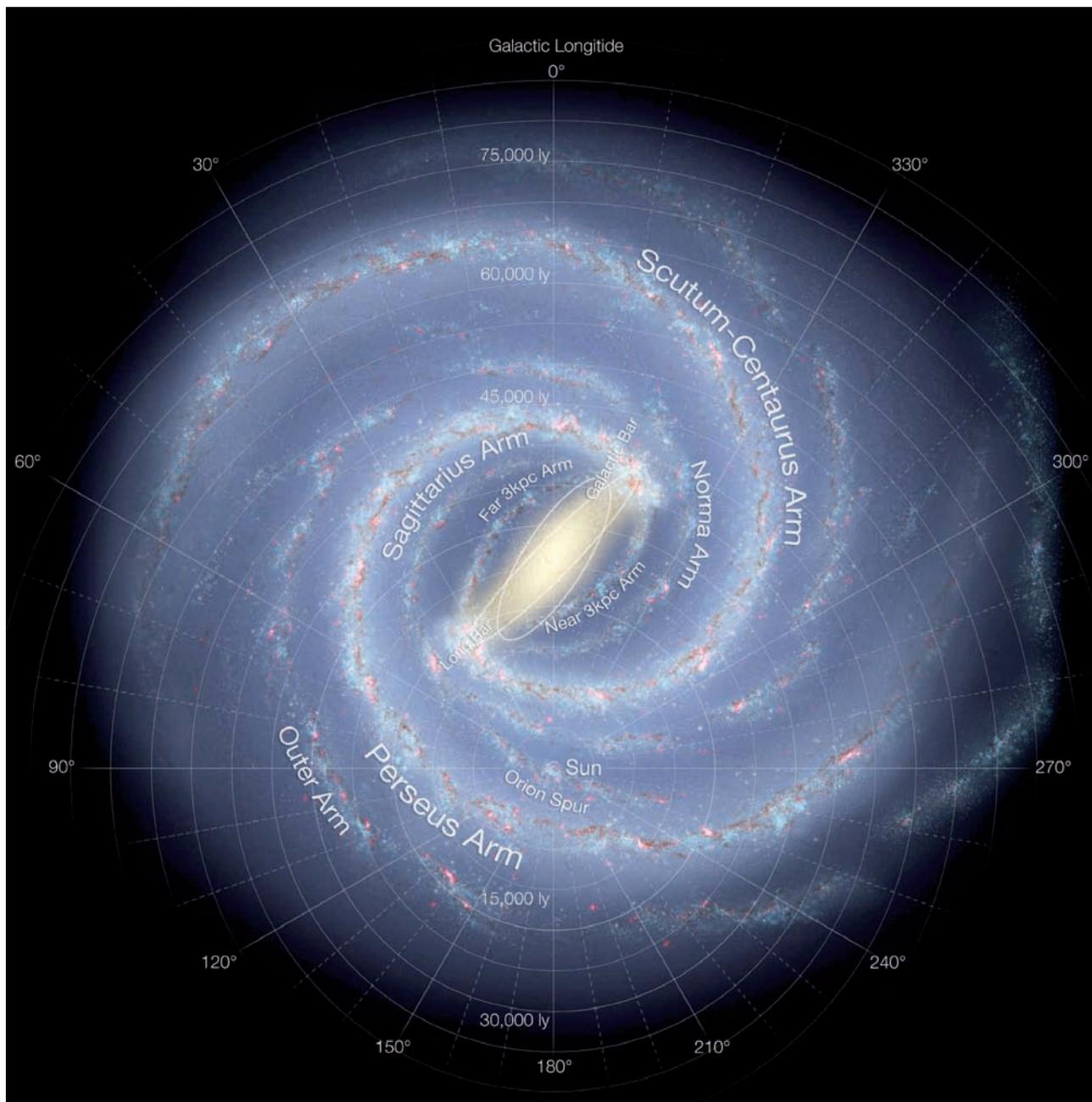
non possiamo viaggiare fisicamente nel tempo, possiamo comunque farlo con lo sguardo, dato che è sufficiente osservare galassie sempre più lontane per rendersi conto di come e quanto quelle strutture siano evolute. Approfittando di questa ben nota opportunità, una ventina di ricercatori americani ed europei, facenti capo alle università di Yale e Leiden, e coordinati da Shannon G. Patel e Pieter G. van Dokkum, hanno deciso di rappresentare l'evoluzione morfologica della nostra galassia negli ultimi 11 miliardi di anni, utilizzando le immagini di galassie ad essa variamente assimilabili, collocate in epoche sempre più

remote, fino appunto a raggiungere una distanza di 11 miliardi di anni luce.

Come invariabilmente accade per ricerche che richiedono ricchi database di oggetti celesti appartenenti al cosmo più profondo, i ricercatori si sono indirizzati verso immagini e dati raccolti nell'ambito di tre grandi campagne osservative condotte (solo o anche) con il telescopio spaziale Hubble: la 3D-HST survey, la Cosmic Assembly Near-infrared Deep Extragalactic Legacy Survey (CANDELS) e la Great Observatories Origins Deep Survey (GOODS). Attingendo a questi tre poderosi database, Patel, Dokkum e colleghi hanno compilato un catalogo di oltre

Lo schema qui sotto mostra un campionario di galassie rappresentative della Via Lattea a diversi stadi della sua evoluzione. Sono ordinate secondo il tempo e la complessità della struttura. [NASA, ESA, P. van Dokkum, S. Patel and the 3D-HST Team]

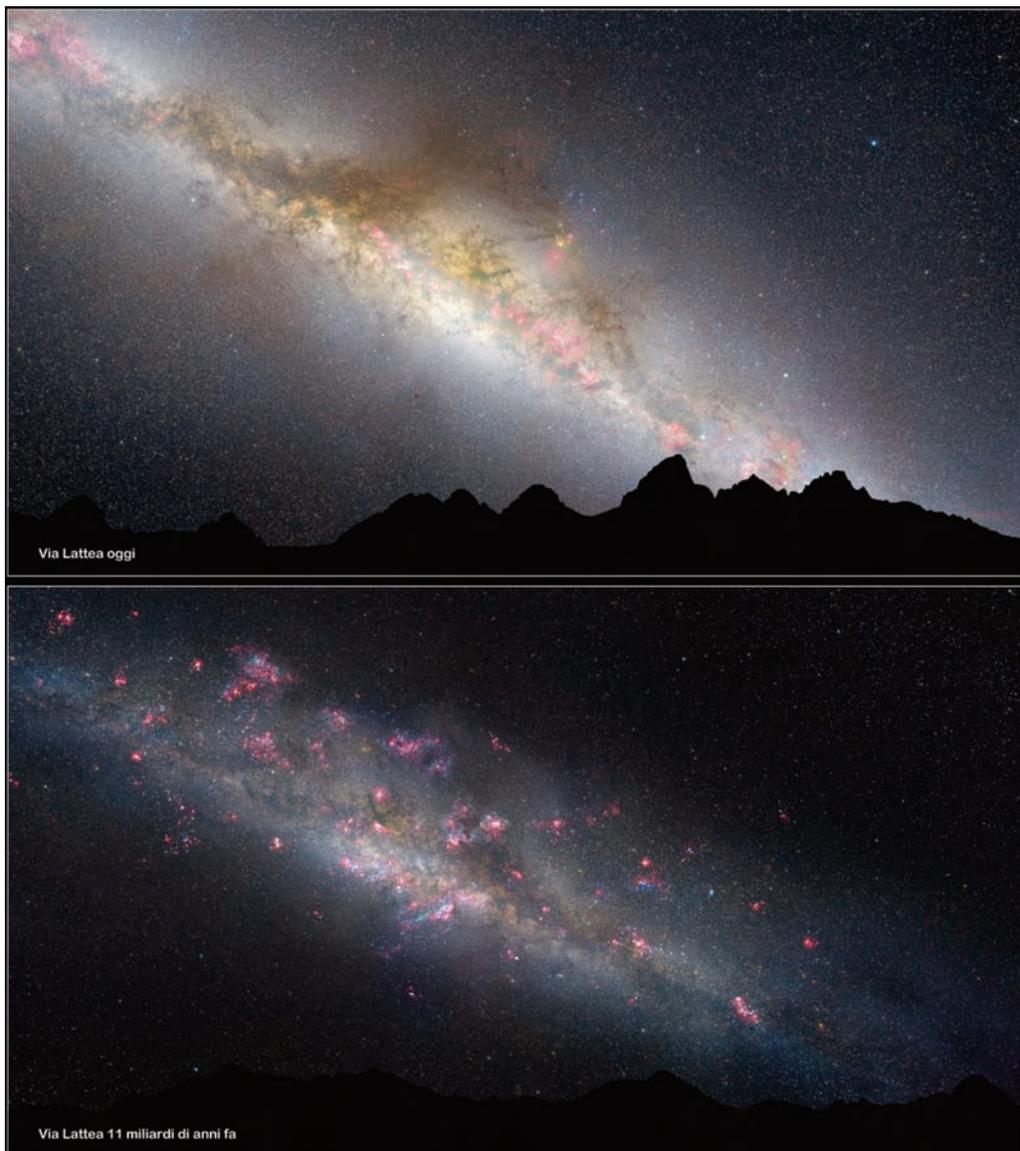




Ricostruzione della Via Lattea vista da una prospettiva polare. Sono indicate le principali strutture e la posizione del Sole. [R. Hurt]

100000 galassie, fra le quali ne hanno poi selezionate 400 che per varie caratteristiche risultano essere potenzialmente simili alla Via Lattea in diverse fasi della sua evoluzione. L'analisi delle informazioni disponibili per quelle galassie ha prodotto per ciascuna di esse valori particolarmente ac-

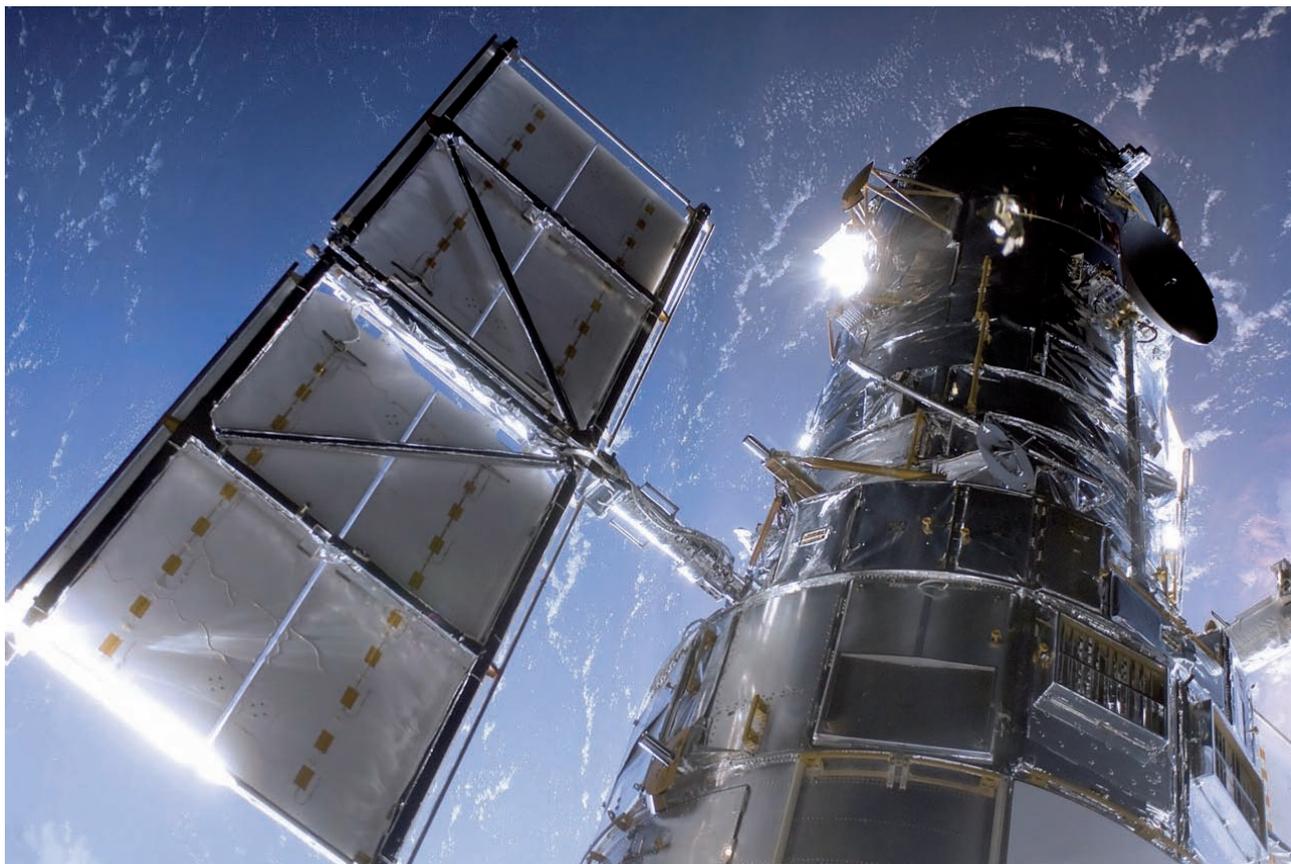
curati della distanza, delle dimensioni e della massa, con quest'ultima che è stata determinata sulla base della luminosità e del colore. Una volta ordinate per distanza tutte le "controfigure" trovate, si è potuto constatare che nella gran parte dei casi il rigonfiamento centrale, il cosiddetto bulge,



Confronto diretto fra l'aspetto della Via Lattea vista dalla Terra oggi e l'aspetto della Via Lattea vista da un ipotetico pianeta 11 miliardi di anni fa. Le differenze sono numerose e ben evidenti, ma quella che più balza all'occhio è la bassa luminosità della seconda, indice del fatto che la gran parte delle stelle non erano ancora nate. [NASA, ESA, and Z. Levay (STScI)]

crece contemporaneamente al disco, confermando precedenti ricerche in tal senso, che avevano suggerito un'interdipendenza fra quelle due distintive strutture delle galassie spirali. L'evoluzione per immagini proposta dal team euroamericano trova corrispondenze nelle simulazioni al computer e indica che la maggior produzione di stelle nella Via Lattea si ebbe fra 11 e 7 miliardi di anni fa, quando nacque il 90% delle sue stelle. All'inizio di quel lungo periodo la nostra galassia viene descritta come

piatta, quindi senza un evidente bulge, sostanzialmente oscura e pervasa da un tenue chiarore bluastrò emesso dalle prime grandi stelle giganti nate al suo interno. La gran parte della massa era sotto forma di idrogeno libero, che per sua natura non contribuiva in fatto di luminosità. Secondo gli astronomi impegnati nella lunga ricostruzione della storia evolutiva della Via Lattea, all'apice della produzione stellare le "controfigure" erano in grado di produrre una quindicina di stelle all'anno,



I glorioso telescopio spaziale Hubble. Allo sterminato elenco di scoperte realizzate con questo strumento, si è aggiunta ora quella relativa ai vari aspetti della Via Lattea lungo tutta la sua storia evolutiva. [NASA]

contro una sola stella prodotta ora in media ogni anno nel nostro sistema. Senza nulla togliere al valido impianto generale, questi ultimi valori si prestano a qualche perplessità, perché diversi altri ricercatori che si sono occupati, anche recentemente, di produzione stellare nelle varie epoche e all'interno di diverse tipologie di galassie, sostengono che nelle epoche di massima attività il tasso di produzione annuo poteva arrivare nelle spirali a diverse decine di stelle all'anno, mentre altre stime assegnano ancora oggi alla Via Lattea un tasso di produzione compreso fra 5 e 10 stelle all'anno. Un'altra curiosità (se così possiamo definirla) ravvisabile nel lavoro di Patel, Dokkum e colleghi, rispetto a innumerevoli altri lavori dedicati all'evoluzione galattica, è il quasi trascurabile peso che viene dato al fenomeno del merging, ossia alla fusione fra galassie, che secondo una quantità di ricercatori è il meccanismo fonda-

mentale attraverso il quale le galassie crescono e si diversificano, sia morfologicamente sia chimicamente. Non è quindi una cosa del tutto scontata che l'evoluzione della Via Lattea sia stata così lineare come l'ultima ricerca suggerirebbe (i risultati sono usciti su *The Astrophysical Journal* contemporaneamente all'uscita di questo numero de *l'Astrofilo*). Se invece le cose dovessero stare proprio come sostenuto dal team di Patel e Dokkum, diventa interessante il confronto fra un'immagine della Via Lattea attuale e un'immagine artefatta che vuole rappresentare la medesima Via Lattea come appariva 11 miliardi di anni fa, con quest'ultima più tenebrosa ma disseminata di fiammeggianti regioni di intensa formazione stellare. Per rendere più realistica la struttura della giovane Via Lattea, la sua immagine è stata prodotta elaborando opportunamente una fotografia della più piccola M33. ■



Grande Macchia mistero risolto

Dopo gli anelli di Saturno è la struttura planetaria più famosa, ma per lungo tempo la sua continua presenza nell'atmosfera di Giove ha rappresentato un problema senza soluzioni soddisfacenti. Ci riferiamo ovviamente alla Grande Macchia Rossa, per la quale due ricercatori hanno probabilmente scoperto la "fonte di eterna giovinezza".

Macchia Rossa, Ito?

Una delle prime strutture planetarie che gli astrofili scoprono avvicinandosi all'osservazione telescopica del cielo è sicuramente la Grande Macchia Rossa presente nell'atmosfera di Giove.

Come molti forse sapranno, si tratta di una gigantesca tempesta anticiclonica, posizionata 22° sotto l'equatore del pianeta, ad una longitudine che varia sul lungo periodo a causa della rotazione differenziale dell'atmosfera gioviana. La GMR ha una forma ovale, con dimensioni che oscillano lenta-

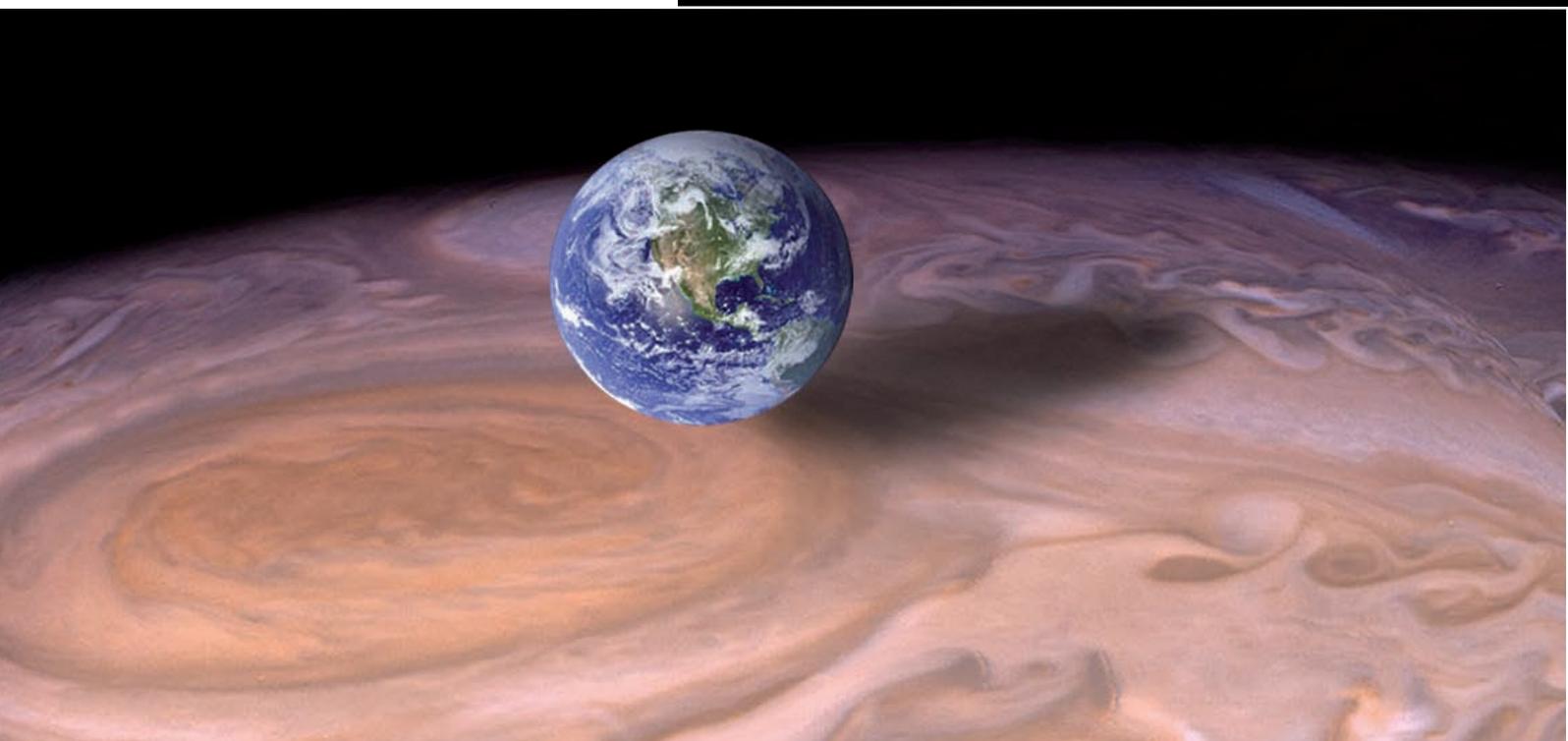
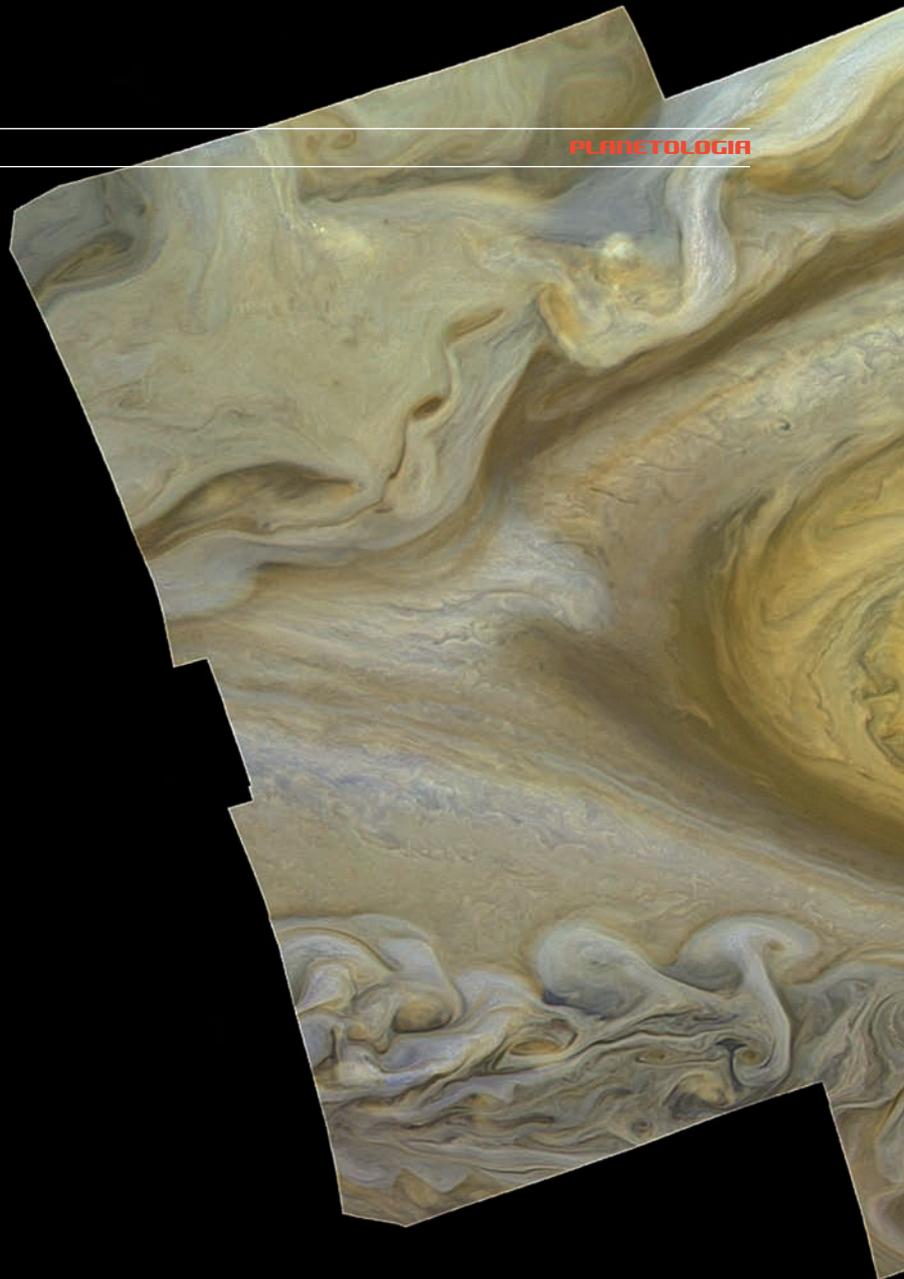
mente fra 40000 e 24000 km sul parallelo e fra 14000 e 12000 km sul meridiano, come dire che potrebbe contenere 2-3 volte la Terra. A dispetto delle sue mostruose dimensioni e dell'aspetto vorticoso, i venti che la interessano non sono poi così eccezionali, superando non di molto i 400 km/h sul perimetro, con la velocità che scende gradualmente via via che ci si avvicina al centro della struttura, dove praticamente c'è bonaccia. Chi ha avuto occasione di osservare la GMR più volte a distanza di anni saprà anche che

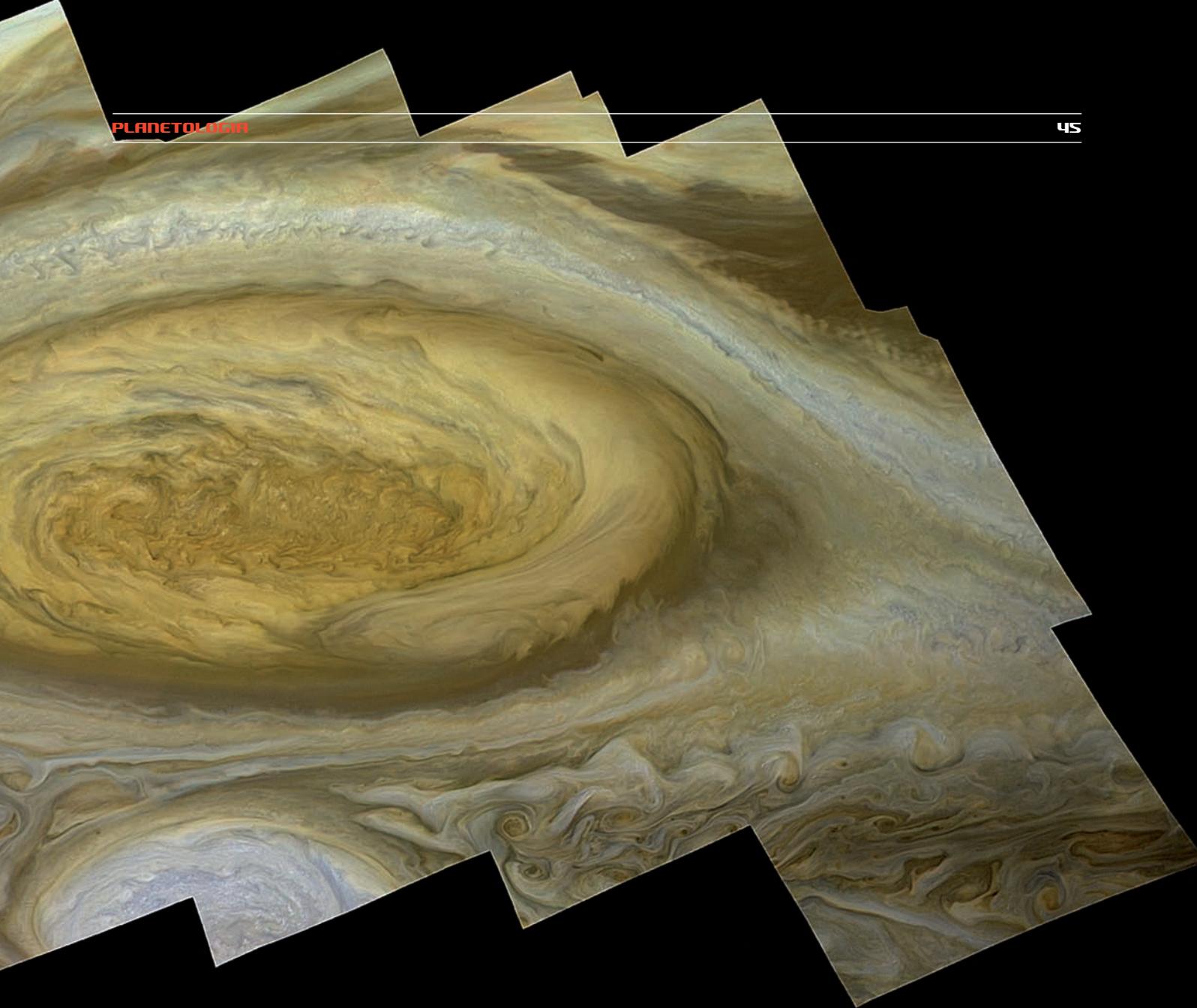
Qui sopra, la Grande Macchia Rossa, la più vistosa ed enigmatica struttura dell'atmosfera di Giove. Per lungo tempo ha nascosto il segreto della sua longevità.

[NASA]

il suo colore varia notevolmente sul lungo periodo, assumendo tonalità dominanti che vanno dal rosso mattone, al rosa salmone, al giallo pallido, fino a diventare pressoché bianca e a confondersi con le correnti che la circondano. Quello che invece non tutti sanno è che la persistenza nei secoli di quell'enorme tempesta è un vero mistero, infatti stando alle equazioni della fluidodinamica una siffatta formazione potrebbe al massimo durare alcuni decenni, dopodiché dovrebbe totalmente dissolversi. Al contrario, la GMR esiste da un minimo di 183 anni a un massimo di 348. L'incertezza sulla durata è da attribuire alle frammentarie, lacunose o assenti segnalazioni della macchia registrate fra il 1665, anno della sua scoperta ufficiale ad opera di Gian Domenico Cassini, e la seconda metà del XIX secolo, quando gli astronomi iniziarono a osservarla sistematicamente, certificando la continuità della sua presenza fino ai giorni nostri. Indipendentemente dal fatto che l'attuale GMR sia la medesima del 1665 oppure che negli ultimi 3-4 secoli si siano succedute due strutture simili, rimane il fatto che ciò che osserviamo oggi non dovrebbe esistere, ma siccome c'è significa che il modelli matematici in uso per descriverla difettano in qualcosa.

Sotto, un confronto in scala fra le dimensioni della Grande Macchia Rossa e della Terra. La prima può arrivare a contenere fino a tre volte la seconda. [Michael Carroll]

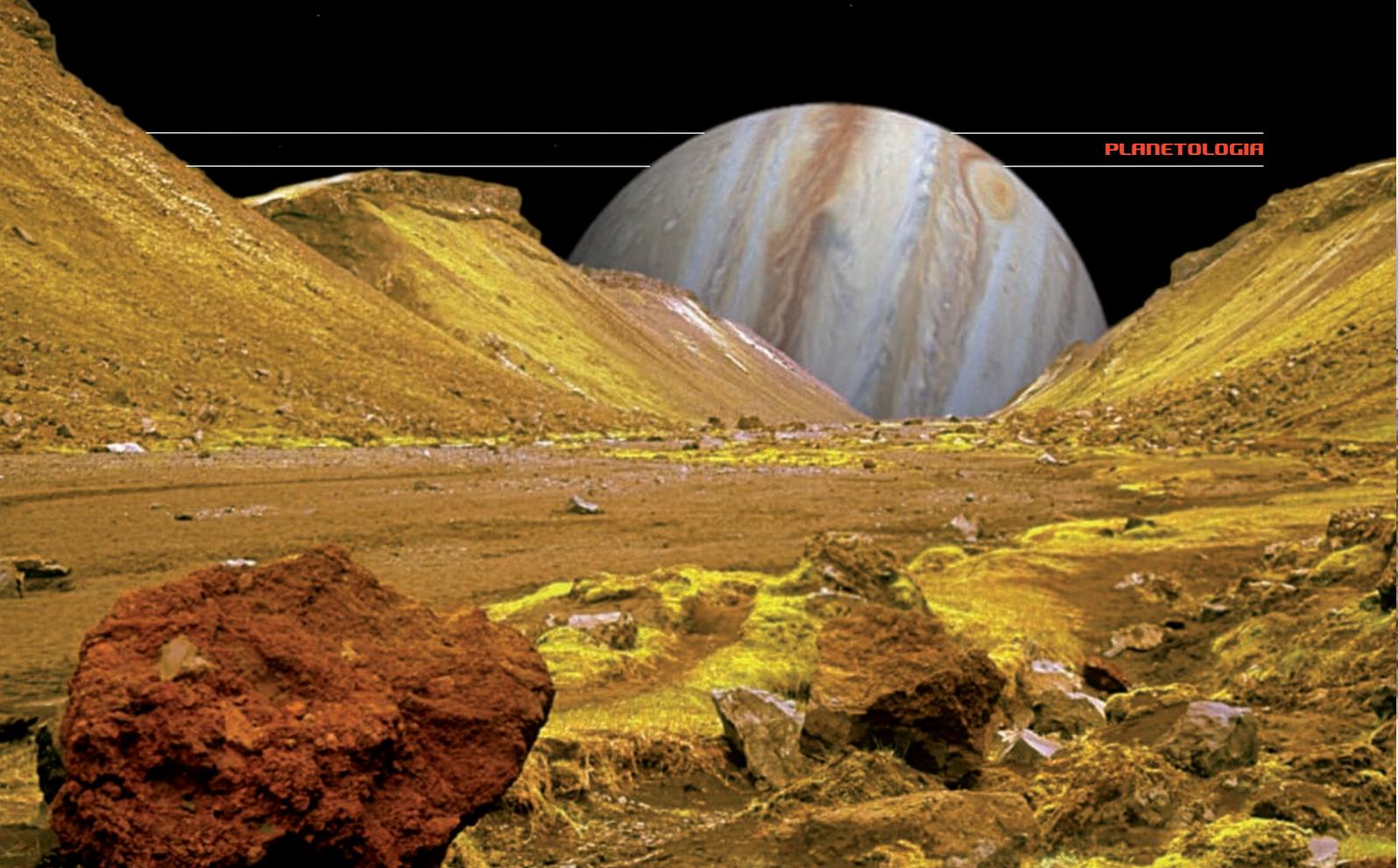




Sopra, un'immagine ad altissima risoluzione della GMR, realizzata unendo a mosaico 45 esposizioni ottenute dal Voyager 2 l'8 luglio 1979, con la sonda a 1,45 milioni di km da Giove. La tonalità dell'immagine è da imputare ai filtri utilizzati. [NASA]

I motivi per cui un vortice tempestoso come la GMR dovrebbe estinguersi dopo qualche decennio sono più d'uno: turbolenze interne ed esterne, radiazione termica, interazione con strutture minori animate da moti contrari e altro ancora, tutte realtà in grado di generare processi di dissipazione dell'energia che alimenta la grande struttura. Poiché questi meccanismi sono bene o male tutti attivi e la tempesta comunque non si estingue, se ne deduce che qualcosa la alimenta continuamente, compensando l'energia dispersa nell'ambiente. In passato i ricercatori erano propensi a credere che

l'assorbimento di vortici più piccoli e del loro potenziale energetico da parte della GMR fosse un meccanismo sufficiente a colmare il gap, ma negli ultimi tempi è stato appurato che quegli eventi sono troppo rari per giustificare la longevità della struttura in questione. Ora c'è però una novità, perché il 25 novembre, al meeting annuale dell'American Physical Society tenutosi a Pittsburgh (Pennsylvania), Pedram Hassanzadeh (Harvard University) e Philip Marcus (University of California, Berkeley) hanno proposto una nuova soluzione al problema. I due ricercatori sono partiti dalla constata-



zione che chi ha affrontato la questione in passato lo ha fatto o ignorando il flusso verticale del gas presente sotto la GMR, o adottando strumenti matematici troppo semplicistici per poterne intuire la vera portata. In poche parole, la GMR è sempre stata rappresentata come una struttura piatta anziché tridimensionale.

Hassanzadeh e Marcus hanno pertanto costruito un loro modello, che differisce da quelli preesistenti per essere completamente tridimensionale e per la sua capacità di produrre simulazioni a una risoluzione molto più elevata. Grazie a queste proprietà, essi sono stati in grado di descrivere il ruolo del flusso verticale nella GMR, scoprendo che il continuo rimescolamento fra

gas di diverse temperature e il loro convogliamento verso il centro del vortice sono sufficienti a stabilizzare quasi del tutto il bilancio energetico della struttura. Il modello prevede inoltre l'esistenza di flussi radiali, non ancora verificati dall'osservazione, capaci di sottrarre energia alle correnti a getto poste sopra e sotto la GMR e di trasferirla verso quest'ultima.

Il modello di Hassanzadeh e Marcus allunga notevolmente i tempi teorici di permanenza del gigantesco vortice gioviano, avvicinandoli molto a quelli riscontrati nella realtà. Rimane tuttavia ancora un residuo gap che i due ricercatori sono certi di poter colmare introducendo nel modello il già noto assorbimento occasionale di vortici minori da parte della GMR. Insomma, la soluzione definitiva a quell'annoso problema sembra a portata di mano; che possa essere quella giusta è dimostrato dal fatto che è già stata applicata con successo a uno scenario meno complesso, quello dei vortici oceanici, anch'essi più longevi di quanto previsto da precedenti impianti matematici. ■

Una suggestiva visione di Giove, che con la sua GMR sorge al termine di una stretta vallata del satellite Io, nella regione di Gish Bar Patera. Si tratta ovviamente di un artefatto, perché nessuna sonda è mai atterrata su nessun satellite gioviano. [Andreas Tillein, Jason Perry] Nel video a sinistra si possono apprezzare le dinamiche sul medio periodo della Grande Macchia Rossa, rispetto alle strutture atmosferiche che la circondano. [NASA]

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



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!



NortheK

Instruments - Composites - Optics

Cassegrain Classico 250 mm f/15



Il rapporto focale f/15 e l'ampio campo corretto, più ampio di quello del Dall Kirkham, consentono un vasto e proficuo impiego sia in uso visuale sia fotografico di questo telescopio, che rappresenta il punto di arrivo per l'astroimager esigente.

Il Cassegrain Classico NortheK 250 è un telescopio di alta qualità costruttiva, fatto per durare e per essere impiegato su montature con portata fotografica fino a 25 kg. Il rapporto focale nativo del primario (f/3) consente di mantenere l'intubazione corta e leggera.

Nel nostro sito troverete le schede tecniche e informazioni tecniche più specifiche.



Saturno fotografato da Andrea Maniero
con Cassegrain Classico 250 mm f/15

www.northeK.it

info@northeK.it

 01599521

