


# ASTROFILO

2  
PUNTO  
0

rivista mensile di informazione scientifica e tecnica • gennaio 2013 • numero 1 • € 0,00



## Tau Ceti, una realtà da fantascienza

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



- Pianeti rocciosi attorno alle nane brune?
- Toutatis e la mancata fine del mondo
- La misteriosa materia oscura di Abell 520

- Ghiaccio d'acqua su Mercurio!
- Il super mostro di NGC 1277
- Un nuovo modello per le pallasiti

# NortheK

Instruments - Composites - Optics

## NortheK Dall Kirkham

**350 mm f/20**

**ostruzione 23%**

**ottica in Supremax 33 di Schott**

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

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

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

 **01599521**

website





**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



### Tau Ceti, una realtà da fantascienza

È stato scoperto il sistema planetario nel quale Isaac Asimov collocò il pianeta Aurora del suo racconto "Le grotte d'acciaio" e dove Harve Bennett e Jack B. Sowards ambientarono "Star Trek II: l'ira di Khan". Un pianeta di quel sistema potrebbe essere davvero abitabile, ma prima di averne la...

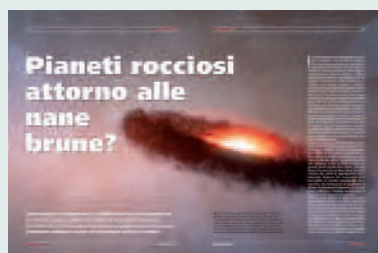
a pagina 6



### Toutatis e la mancata fine del mondo

Ogni quattro anni l'asteroide Toutatis torna a far visita alla Terra e nel corso dell'ultimo passaggio ravvicinato di dicembre gli astronomi hanno raccolto una quantità di informazioni e immagini grazie alle quali è stato possibile scongiurare una collisione con il nostro pianeta per diversi secoli a venire.

a pagina 14



### Pianeti rocciosi attorno alle nane brune?

Stelle mancate con pianeti veri. I modelli teorici non lo prevedono ma un recente studio condotto con ALMA sul disco della nana bruna Rho-Oph 102 conferma che anche attorno a quegli oscuri astri possono presentarsi condizioni adatte alla formazione di pianeti rocciosi.

a pagina 24



### Un nuovo modello per le pallasiti

Una ricerca pubblicata su Science propone un nuovo processo per la formazione di una classe di meteoriti particolarmente rare e affascinanti: le pallasiti. La vecchia ipotesi che le vedeva prendere forma alla periferia dei nuclei di grandi planetoidi primordiali è stata soppiantata da uno scenario...

a pagina 30



### Il super mostro di NGC 127

Prendete 17 miliardi di stelle uguali al Sole e pressatele in una sfera con raggio di circa 350 unità astronomiche. Lo spaventoso oggetto che uscirà dalla pressione di tutta quella massa sarà uno dei più grandi buchi neri esistenti nell'universo contemporaneo. Come è potuto nascere quel mostro?

a pagina 36



### Ghiaccio d'acqua su Mercurio!

L'ipotesi dell'esistenza di ghiaccio d'acqua su Mercurio stava attendendo una conferma definitiva da oltre vent'anni. Ora grazie alla sonda MESSENGER quella conferma è arrivata ed è stata anche scoperta la presenza assieme all'acqua di composti organici, provenienti anch'essi da comete e asteroidi...

a pagina 42

# **l'Astrofilo**

## **versione 2.0**

**C**on buona pace di Gutenberg, l'editoria ha ormai preso una direzione molto chiara e abbiamo deciso di anticipare ciò che sarà inevitabile, cedendo subito alle lusinghe delle nuove tecnologie che permettono di offrire ai propri lettori riviste multimediali, molto più adeguate ai tempi e più ricche di contenuti di quanto non siano quelle stesse riviste su carta o su formati digitali ormai ampiamente superati. Ma non ci siamo accontentati di creare un prodotto innovativo, abbiamo infatti anche voluto azzerarne il prezzo, e quindi da questo numero *l'Astrofilo* è un mensile gratuito. Mantenendo il layout dei numeri precedenti, abbiamo integrato nelle pagine video, animazioni varie e audio, compresa l'autolettura di alcuni articoli. I contenuti sono ora gestibili con facilità praticamente da chiunque e nella massima libertà. Senza dubbio, ci saranno molte cose da migliorare e le miglioreremo. Certo è che non ci fermeremo qui, anzi, abbiamo appena iniziato e l'intenzione è quella di offrirvi un prodotto sempre più fruibile. L'unico limite è la fantasia.

Michele Ferrara



**EZPRESS**

LE TUE RIVISTE IN FORMATO DIGITALE  
[WWW.EZPRESS.IT](http://WWW.EZPRESS.IT)





# Tau Ceti, una realtà da fantascienza

***È stato scoperto il sistema planetario nel quale Isaac Asimov collocò il pianeta Aurora del suo racconto "Le grotte d'acciaio" e dove Harve Bennett e Jack B. Sowards ambientarono "Star Trek II: l'ira di Khan". Un pianeta di quel sistema potrebbe essere davvero abitabile, ma prima di averne la certezza sarà necessario osservarlo direttamente.***

**I**l genere letterario fantascientifico è irrimediabilmente in crisi da diversi decenni, ovvero da quando la scienza ha iniziato a mostrare scenari così sorprendenti da far impallidire quelli prima solo immaginati. L'astronomia, in particolare, ha penetrato così in profondità molti misteri dell'universo, che ormai per costruire racconti fantascientifici privi di clamorose ingenuità è richiesta non solo una fervida immaginazione, ma anche importanti conoscenze della materia trattata. Non di rado chi le possiede preferisce dedicarsi a tempo pieno alla



*In un celebre episodio della saga di Star Trek, al quale si riferisce l'immagine di sfondo, troviamo vicende ambientate nel sistema planetario di Tau Ceti. Ora quel sistema è stato individuato e un giorno lontano potrebbe divenire una delle prime mete interstellari dell'umanità.*

# STAR TREK II

## THE WRATH OF KHAN

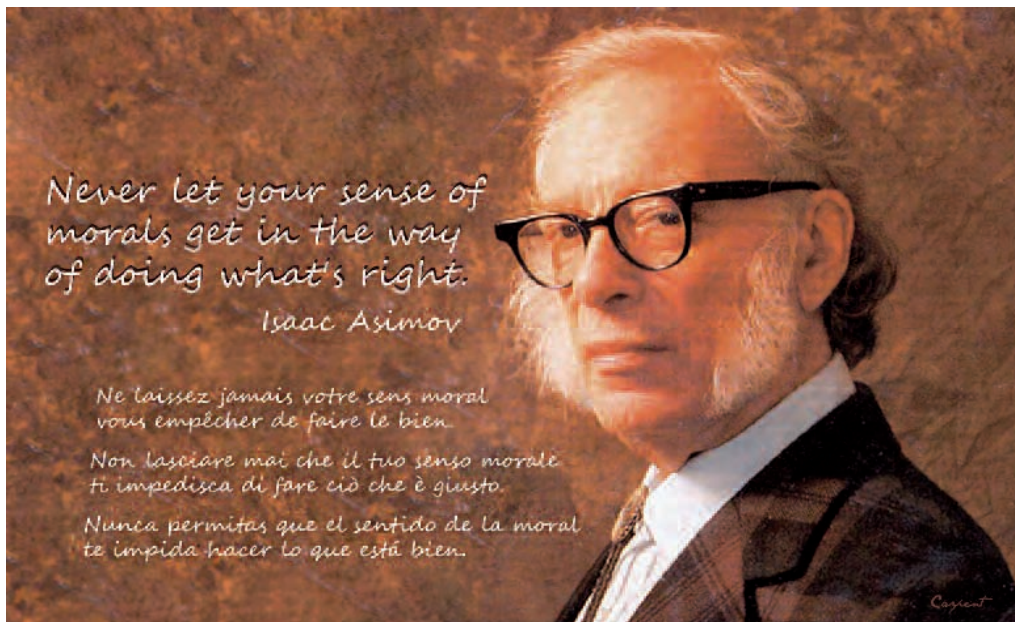
ricerca, raccontando situazioni reali, peraltro oggi non meno avvincenti di quelle inventate.

Quando decenni addietro gli autori di SF si resero conto che si poteva andare oltre Marte e che esistevano stelle molto simili al Sole a distanze tutto sommato "non proibitive", alcuni dei essi posarono l'attenzione sulla vicina Alfa Centauri, scelta ovvia, mentre i più raffinati guardarono qualche anno luce più in là, arrivando fino a Tau Ceti, astro di magnitudine 3,45 posto nelle regioni meridionali della Balena. Uno dei primi a scegliere quella stella e i suoi ipotetici pianeti come set nel quale ambientare le proprie narrazioni fu l'inimitabile Isaac Asimov, nel suo racconto "Le grotte d'acciaio", pubblicato in due versioni nel 1953-54. La trama si sviluppa sul pianeta più interno di Tau Ceti, Aurora, abitato da 200 milioni di



coloni terrestri, coadiuvati nelle loro attività da 10 miliardi di robot. Anche all'interno della saga di Star Trek ci sono riferimenti ai pianeti di Tau Ceti, come ad esempio nel film "Star Trek II: l'ira di Khan", del 1982, e complessivamente fra carta stampata, televisione e cinema di riferimenti a quella stella e al suo sistema planetario ve ne sono a decine.

**S**opra, un'ambientazione fantastica de "Le grotte d'acciaio" di Isaac Asimov. In quel romanzo l'autore immagina l'esistenza di un sistema planetario attorno alla stella Tau Ceti. Il pianeta più interno, inizialmente chiamato "Nuova Terra" e poi "Aurora", ospita una folta colonia di terrestri e numerosissimi robot. Una ricerca di recentissima pubblicazione rivela che quel sistema planetario ha forti probabilità di esistere realmente, ma che l'unico pianeta potenzialmente abitabile è il quarto. A sinistra Asimov e una sua massima.





**A** destra una semplice rappresentazione grafica del sistema planetario di Tau Ceti. Il pianeta in primo piano è HD 10700 f, il più esterno e massiccio presente nel sistema. Il pianeta più vicino al centro dell'immagine è invece HD 10700 e, l'unico inserito nella zona abitabile della sua stella e quindi teoricamente adatto a ospitare forme di vita. [J. Pinfield for the RoPACS network at the University of Hertfordshire]

Come spesso accade, le trovate fantascientifiche anticipano ciò che poi accade nella realtà, e anche se attorno a Tau Ceti non si svolgono (ancora) vicende che vedono coinvolti nel bene o nel male gli esseri umani, ci sono forti indizi per ritenere che quel sistema planetario esista davvero. Poco prima di Natale è stata infatti pubblicata su *Astronomy & Astrophysics* la possibile scoperta attorno a Tau Ceti di una manciata di pianeti, il quarto dei quali in ordine di distanza dalla stella avrebbe qualche probabilità di ospitare acqua liquida (ed eventualmente forme di vita) sulla sua superficie. Il motivo per cui gli scrittori di SF prima e gli astronomi poi hanno pensato a un sistema planetario per Tau Ceti è presto detto: la stella dista solo 11,9 anni luce ed è la più vicina fra quelle singole e simili al Sole per classe spettrale. Essendo anche più povera di metalli rispetto al Sole, è un target ideale per la ricerca di pianeti di piccola massa, stante il loro più frequente ricorrere proprio attorno a stelle dal basso contenuto metallico. A dispetto dei favorevoli presupposti, e nonostante migliaia di osservazioni spettroscopiche ad alta risoluzione effettuate con i



migliori strumenti a disposizione degli astronomi, nulla aveva mai lasciato intendere che Tau Ceti potesse ospitare pianeti di taglia sufficiente affinché il loro segnale (sotto forma di variazione di velocità radiale della stella) potesse emergere dal rumore di fondo. Con "rumore" si intende quella mescolanza di segnali dall'origine e dalle proprietà sconosciute, che derivano da un'imprecisa conoscenza della fisica stellare o da una possibile sottostima degli errori strumentali.

**L**a scoperta del possibile sistema planetario di Tau Ceti ha scatenato vari autori di video, che hanno creato atmosfere suggestive, come nel caso di quello qui proposto, realizzato da Magnus Højmosø Appel, che vede in quel sistema una possibile meta dei futuri viaggi interstellari.



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

Il rumore ha una sua soglia e i segnali che non la superano, anche se prodotti dal ciclico orbitare di pianeti, rimangono dispersi nel suo interno. Per fare un esempio, una stella può manifestare minime variazioni di velocità radiale dovute alla presenza di un pianeta (quindi si allontana e si avvicina di poco rispetto all'osservatore), ma quel movimento può essere facilmente coperto da moti della superficie stellare, legati a un'attività di tipo solare.

Allo stato attuale della ricerca di pianeti più o meno grandi come la Terra, attorno a stelle simili al Sole, quel rumore ha un peso determinante perché è dello stesso ordine di grandezza del segnale utile che si va cercando. Problema irrisolvibile? Possibile che non esista un modo per estrarre un segnale coerente dal caotico fondo rumoroso che lo sovrasta?

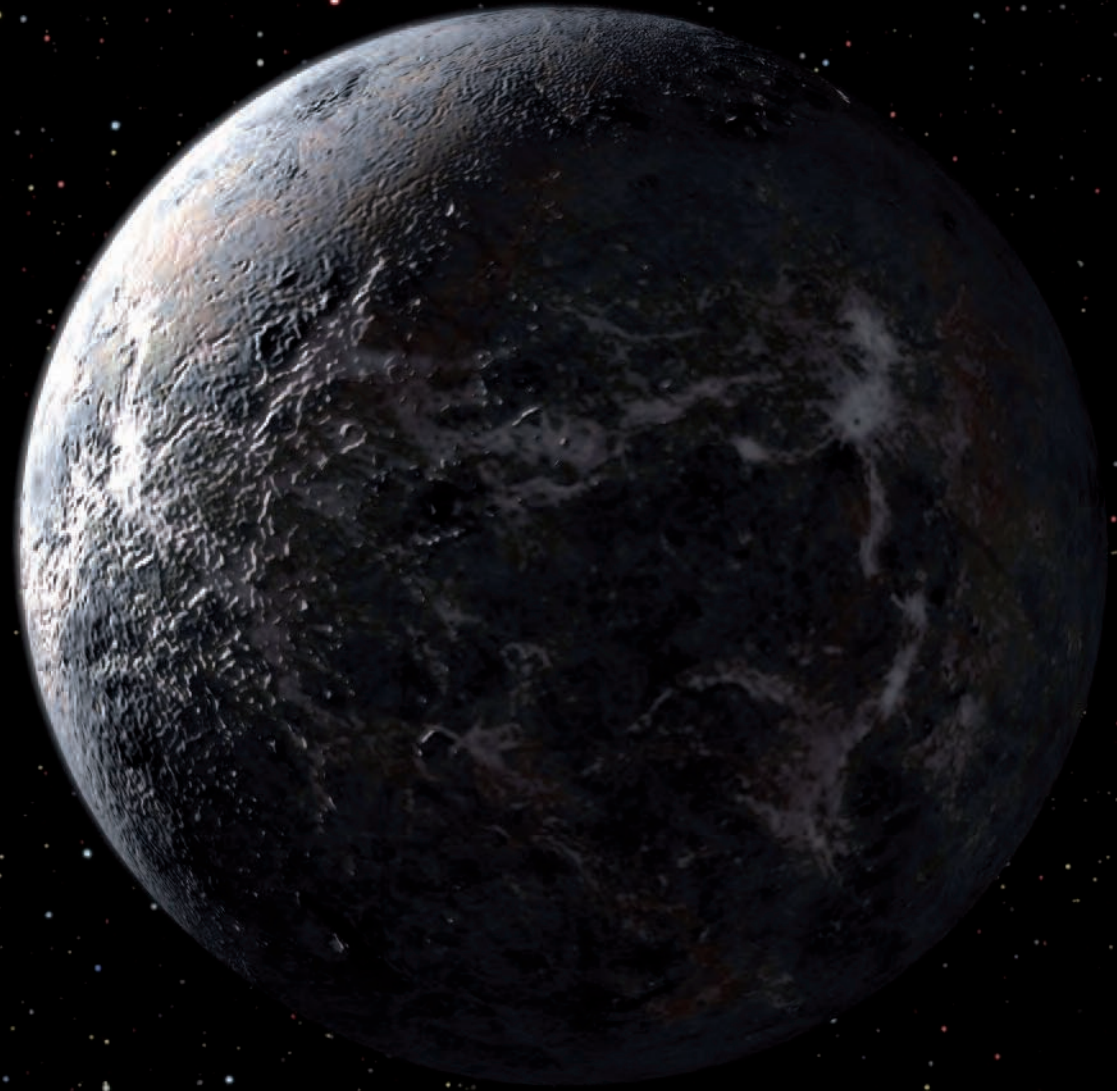
Poiché nella fattispecie l'unica cosa certa è il rumore, è attraverso una più approfondita conoscenza delle sue proprietà che si può tentare di isolarlo ed è in quella direzione che si è mosso un team internazionale di astronomi, coordinato da Mikko Tuomi (University of Hertfordshire).

Per creare un modello attendibile in grado di interpretare il comportamento del rumore nel suo insieme è indispensabile valutare il peso di ogni sua componente sulla velocità radiale di Tau Ceti entro un periodo ragionevolmente lungo, il che significa avere a disposizione una sequenza di osservazioni sufficiente a coprire almeno alcuni anni. Le cose sarebbero agevolate se la stella oggetto di studio fosse anche molto poco attiva a livello fotosferico e possibilmente non variabile, oppure moderatamente variabile ma con un periodo ben noto e con un comportamento prevedibile. Per Tuomi e colleghi, Tau Ceti era il candidato ideale al quale applicare una nuova tecnica capace di portare i ricercatori a un'accettabile modellizzazione del rumore. Dopo aver esaminato circa 6000 velocità radiali della stella, spalmate su un periodo di 13,5 anni e registrate con alcuni dei migliori strumenti al mondo in questo ambito, come HARPS (ESO, Cile) e HIRES (Keck Observatory, Hawaii), il team di Tuomi ha prodotto numerose varianti di un modello previsio-

nale delle diverse componenti del rumore. Per capire quale di esse meglio interpretava la realtà, sono stati aggiunti al rumore complessivo alcuni segnali periodici artificiali dalle proprietà note. La variante più adatta all'interpretazione delle proprietà del rumore presente nella velocità radiale di Tau Ceti (e delle stelle ad essa simili) avrebbe lasciato come residuo "inspiegabile" i segnali

**O**ltre ad avere pianeti di tipo roccioso, come quello idealmente sopra raffigurato, il sistema di Tau Ceti ha anche un altro elemento in comune con il nostro sistema solare





*ed è la presenza di un anello di detriti di varie dimensioni (nel riquadro), paragonabile alla fascia di Edgeworth-Kuiper, rimasuglio della formazione dei pianeti. [NASA]*

periodici introdotti a bella posta. Come auspicato, l'esperimento ha avuto successo, se non che i ricercatori si sono ritrovati fra le mani 5 segnali imprevisti, con periodi di 13,9, 35,4, 94, 168 e 640 giorni, non attribuibili a nulla di conosciuto.

Dal momento che la nuova tecnica adottata permette a conti fatti di apprezzare scarti nella velocità radiale due volte più piccoli ri-

spetto al passato, da ~0,6 a ~0,3 m/s, si intuisce perché nonostante migliaia di misurazioni non si erano finora trovati pianeti attorno a quella stella. Tutto stava nell'adottare la soluzione giusta per abbattere il rumore. Si tenga presente che poter apprezzare differenze nelle velocità radiali di appena 0,3 m/s (per periodi vicini ai 200 giorni) significa poter scoprire un'altra Terra at-



torno a un altro Sole! Non a caso il nuovo sistema planetario è il più leggero finora scoperto, con i singoli componenti che, dal più interno al più esterno, hanno masse minime pari a 2.0, 3.1, 3.6, 4.3 e 6.6 masse terrestri. Sebbene sia ancora tutto da verificare, le argomentazioni prodotte dai ricercatori sono piuttosto convincenti e il sistema planetario di Tau Ceti ha non solo concrete possibilità di essere reale, ma anche di essere molto stabile nel tempo, come dimostrerebbe il rapporto di risonanza 5:2 che caratterizza i periodi orbitali dei due pianeti più interni. Anche il fatto che attorno alla stella esista un'ampia struttura esterna alle orbite planetarie, paragonabile alla nostra fascia di Edgeworth-Kuiper, depone a favore della presenza di pianeti. Se esistono, il più interessante è sicuramente il quarto, HD 10700 e, o Tau Ceti e, quello di circa 5 masse terrestri, con periodo di 168 giorni. L'interesse sta nel fatto che si trova nella zona abitabile di Tau Ceti e questo perché la stella è sì simile al Sole dal punto di vista spettrale, ma ha una massa inferiore del 12% ed è meno luminosa, quindi meno calda, il che avvicina

sensibilmente la zona abitabile alla stella, rispetto alla sua posizione nel nostro sistema solare. In breve, quel pianeta potrebbe avere acqua liquida in superficie ed essere adatto ad ospitare la vita. Data la massa non trascurabile (sebbene sia il più leggero fra quelli sinora scoperti nella zona abitabile di una stella di tipo solare), per noi terrestri camminarci sopra risulterebbe alquanto faticoso, ci obbligherebbe a stare un po' più "con i piedi per terra", il che forse, almeno metaforicamente, non guasterebbe.

Per quanto scomodo, un giorno lontano HD 10700 e potrebbe diventare la meta del primo viaggio interstellare dell'umanità. È infatti probabilmente il più vicino fra quelli promettenti, visto che viene dopo il pianeta di Alfa Centauri B, che ha temperature infernali, e dopo il pianeta di Epsilon Eridani, che forse nemmeno esiste. In attesa di conferme e di poter studiare direttamente l'atmosfera di HD 10700 e con i telescopi della prossima generazione, accontentiamoci per ora di guardare ad occhio nudo Tau Ceti, e almeno con la fantasia di arrivare là dove nessuno è mai giunto prima. ■

**T**au Ceti è allo stato attuale delle conoscenze l'unica stella oltre al Sole ad avere un sistema planetario e ad essere facilmente visibile a occhio nudo. In questa mappa celeste, prodotta con il freeware Stellarium, la posizione di Tau Ceti è indicata dal cerchietto posizionato sulla parte meridionale della costellazione della Balena. Il cielo è quello serale di metà gennaio.

# CAELUM



## STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA

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

Tel/Fax 011 500213 - Mob. 328 2120505

VISITE SU APPUNTAMENTO



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

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

**Tra gli accessori sono disponibili:**

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

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



[www.caelum.it](http://www.caelum.it)  
[info@caelum.it](mailto:info@caelum.it)

vastissima gamma di  
telescopi, accessori e  
ora anche cupole

ampio assortimento di  
materiale d'occasione

pagamenti agevolati

vendita anche per  
corrispondenza

contattaci!



# Toutatis e la fine del mon

*Ogni quattro anni l'asteroide Toutatis torna a far visita alla Terra e nel corso dell'ultimo passaggio ravvicinato di dicembre gli astronomi hanno raccolto una quantità di informazioni e immagini grazie alle quali è stato possibile scongiurare una collisione con il nostro pianeta per diversi secoli a venire.*



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

**A** destra una sequenza di primi piani di Toutatis presi dalla sonda cinese Chang'e-2, durante il flyby con l'asteroide effettuato il 13 dicembre 2012, a una distanza dalla Terra di circa 7 milioni di km. La sonda è sfrecciata ad appena 3,2 km da Toutatis, riuscendo ad ottenere immagini della superficie con una risoluzione massima di 10 metri/pixel. [China National Space Administration].

Sopra un'animazione realizzata con le migliori immagini radar raccolte dall'antenna di 70 metri del radiotelescopio di Goldstone. [NASA]

# mancata do

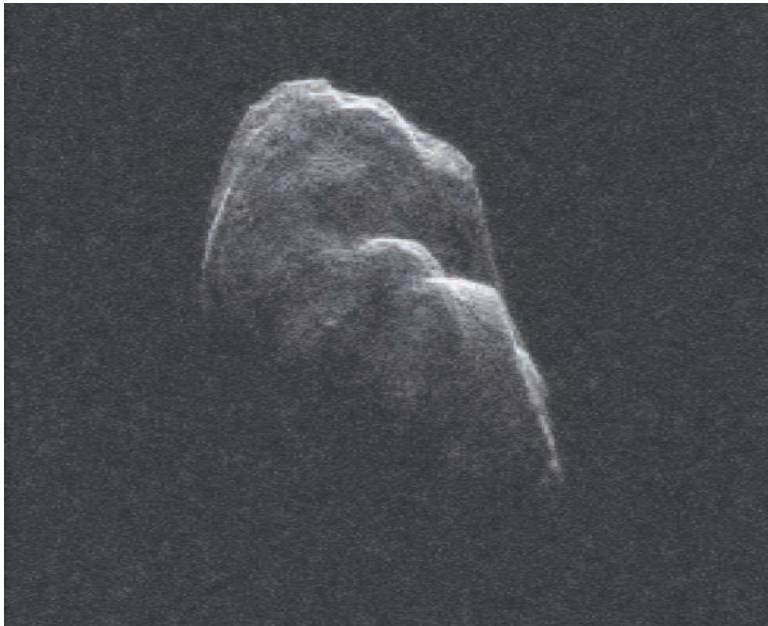


Verso metà dicembre è tornato ancora una volta a far parlare di sé l'asteroide (4179) Toutatis, che ogni 4 anni si ripresenta dalle nostre parti e puntualmente spinge i media generalisti più spregiudicati a riproporre l'usurato tema del rischio di impatto contro la Terra, con annessa estinzione di massa. La concomitanza dell'evento con la presunta fine del mondo prevista dai Maya proprio per dicembre ha reso il peraltro tranquillo passaggio di Toutatis ancora più allarmante del solito.

Il motivo per cui al nome di Toutatis (nome derivante da quello di una divinità celtica) viene associato un certo allarmismo va ricercato nel fatto che l'asteroide rientra nel lungo elenco dei Potentially Hazardous Asteroids (PHAs, asteroidi potenzialmente pericolosi), che include oggetti da tenere sotto controllo in quanto percorrono orbite rese piuttosto caotiche da incontri ravvicinati con i pianeti, soprattutto quelli del sistema solare interno. Sono dunque asteroidi in grado di transitare periodicamente in

prossimità della Terra e di arrivare anche a distanze inferiori a quelle della Luna, cosa preoccupante soprattutto se si tratta di oggetti di qualche chilometro di diametro.

Toutatis è uno dei PHAs più grandi, ma è in realtà anche uno dei meno pericolosi, infatti i suoi passaggi nelle vicinanze del nostro pianeta non sono mai particolarmente rapidi, mantenendosi l'oggetto sempre ben al di là dell'orbita lunare, con una distanza minima possibile negli ultimi secoli di circa 900 000 km. L'esigua inclinazione della sua orbita rispetto all'eclittica, solo 0,47°, e quindi la quasi perfetta complanarità con l'orbita terrestre, lo mantiene a tiro degli astronomi per un periodo sufficientemente lungo da effettuare delle osservazioni approfondite tramite l'uso di tecniche radar applicate a radiotelescopi. Ciò ha permesso di determinare i parametri orbitali di Toutatis con un elevato livello di precisione, tanto da poter esser certi che nei prossimi 4 e forse 6 secoli le probabilità di uno scontro con la Terra sono uguali a zero.



fatto, compresa l'ultima dello scorso dicembre, con il massimo avvicinamento che si è verificato la mattina del giorno 12, quando l'asteroide si trovava a 6,9 milioni di chilometri, equivalenti a 18 volte la distanza Terra-Luna.

Come già accaduto nel corso delle cinque occasioni precedenti (dal 1992 al 2008), anche questa volta Toutatis è stato fatto oggetto di una campagna di osservazioni radar con-

**Immagine radar di Toutatis costruita sulla base delle osservazioni compiute con il Goldstone Solar System Radar della NASA, fra il 12 e il 13 dicembre 2012. Dal confronto con la sequenza delle pagine precedenti si intuiscono le diverse direzioni di puntamento della Chang'e-2 e del radiotelescopio. [NASA/JPL-Caltech]**

Sebbene l'orbita dell'asteroide non sia un esempio di rigidità dinamica, l'auspicabile stabilità nel tempo è garantita anche dalle risonanze che vincolano Toutatis alla Terra (1:4) e a Giove (1:3), il che non significa comunque che l'attuale situazione durerà all'infinito, è infatti molto probabile che non appena i delicati equilibri imposti dalle risonanze verranno meno, forse entro pochi milioni di anni, Toutatis finirà sbalzato fuori dal sistema solare e si perderà negli spazi interstellari.

Nel frattempo avremo numerose occasioni per studiarlo ad ogni avvicinamento quadriennale. Da quando fu riscoperto nel 1989 (dopo essere stato scoperto e subito perso nel 1934) gli astronomi lo hanno seguito con interesse in ognuna delle sei visite che ci ha

te con il radiotelescopio di 70 metri di diametro del Goldstone Observatory, sito nel deserto del Mojave, in California. Sfruttando la potenza dell'antenna abbinata a un nuovo sistema di imaging digitale in dotazione allo strumento, dal 4 al 22 dicembre un team di ricercatori di NASA/JPL/Caltech ha mappato l'asteroide con una ricchezza di dettagli mai raggiunta prima, ottenendo una risoluzione migliore di 4 metri/pixel. Il quadro d'insieme vede confermata la singo-

**A fianco troviamo un filmato del passaggio di Toutatis in prossimità della Terra, realizzato da Mauro Broggi, di Cucciago (Como). Il movimento dell'asteroide sul fondo stellato è stato ottenuto componendo 260 scatti di 30 secondi l'uno. L'asteroide ha compiuto in sole 2 ore un tratto di cielo ampio il doppio della Luna Piena. [Mauro Broggi]**





**A**nimazione dell'orbita di Toutatis, confrontata con le orbite dei quattro pianeti più interni del sistema solare, nei mesi precedenti e seguenti il massimo avvicinamento dello scorso dicembre.

lare forma di Toutatis, che si presenta come una gigantesca arachide lunga 4,5 km e larga fino a 2,4 km. Dei due lobi dell'"arachide", quello più piccolo manifesta una densità media superiore (del 15%-20%) a quella del lobo maggiore, la qual cosa lascia sospettare che si tratti di due diversi asteroidi un tempo separati e successivamente saldati in un unico corpo per auto-gravitazione, probabilmente a seguito di un impatto a bassa velocità; i frammenti minori e la regolite prodottasi in epoche successive avrebbero definitivamente nascosto la dualità dell'oggetto.

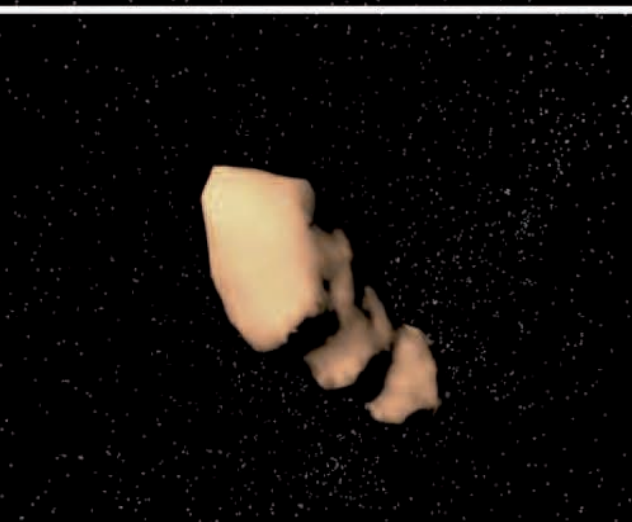
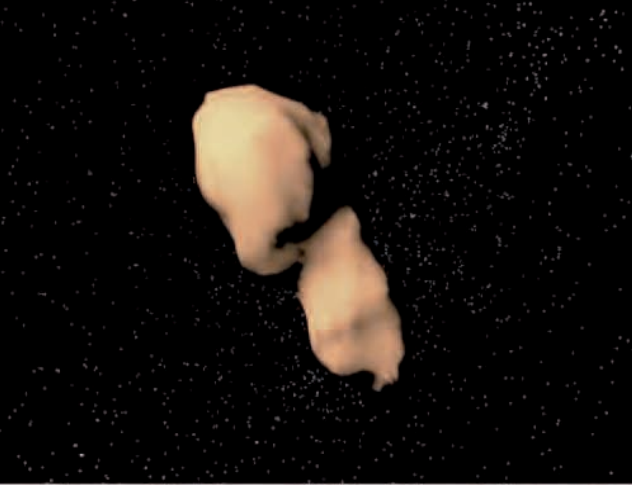


La superficie dell'asteroide ha rivelato con sufficiente chiarezza strutture solo accennate in osservazioni precedenti, come rilievi collinari e crateri, ma anche punti brillanti sparpagliati qua e là, assai mutevoli al minimo variare delle condizioni di illuminazione, interpretati dai ricercatori come massi liberamente rotolati sulla superficie a seguito di impatti meteoritici. La corposa sequenza di immagini raccolte con la parabola di Goldstone ha permesso di realizzare un'animazione che evidenzia parte della rotazione dell'asteroide, notoriamente caotica. A differenza della stragrande maggioranza degli altri corpi del sistema solare, l'asse di rotazione di Toutatis è infatti caratterizzato da una precessione molto accentuata, che introduce vistose oscillazioni sul puntamento dell'asse stesso. A fronte di una rotazione che

si compie in 5,38 giorni, la precessione completa un ciclo in appena 7,38 giorni (contro i quasi 26000 anni della Terra), dando la sensazione che l'asteroide ruoti in modo scomposto lungo la sua orbita attorno al Sole (un po' come un ovale da football americano lanciato malamente). All'origine di tale comportamento c'è sicuramente l'evoluzione collisionale attraversata da Toutatis, che ha prodotto l'attuale asimmetria strutturale, ma possono essere intervenuti anche altri fattori in grado di rallentare gradualmente il periodo di rotazione, effettivamente molto lento per un

oggetto così piccolo. Uno di quei fattori può essere ad esempio l'effetto YORP (da Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack), che provoca un rallentamento della rotazione a seguito dell'irraggiamento nell'emisfero in ombra del calore accumulato durante l'esposizione ai raggi solari.

Tutte le osservazioni condotte su Toutatis hanno trovato riscontro in un approccio ancor più spettacolare messo in campo dall'agenzia spaziale cinese, la China National Space Administration, che è riuscita un po' a sorpresa a far giungere nei pressi dell'asteroide la sonda Chang'e-2. Quella navicella era stata lanciata verso la Luna nel 2010, all'inizio di ottobre, e rappresentava la seconda di tre tappe di un programma che ha come obiettivo finale lo sbarco di un rover sulla superficie lunare. Il compito della Chang'e-2 era quello di individuare un luogo adatto all'atterraggio del rover, che sarà trasportato quest'anno sulla Luna dalla Chang'e-3, attualmente in fase di messa a punto. Completata la parte ufficiale della missione, la Chang'e-2 è stata poi inviata nel giugno 2011 verso il punto lagrangiano L2 del sistema Terra-Sole, dove è arrivata nell'ago-



***Prima dell'ultimo passaggio di Toutatis in prossimità della Terra, i ricercatori avevano già un'idea abbastanza precisa della sua stravagante forma. Lo dimostra questa modellizzazione al computer, ricavata dai rilievi radar effettuati nel periodo 1992-2008. Dal confronto con le reali immagini dell'asteroide prese dalla sonda Chang'e-2 durante il flyby del 13 dicembre scorso si evidenziano numerose analogie, non solo nella morfologia d'insieme, ma anche relativamente a strutture superficiali. [Scott Hudson, Washington State University]***

sto successivo e dove è stata parcheggiata. Dopo averla utilizzata per mettere a punto operazioni di tracciamento e controllo remoto, i cinesi hanno deciso a metà aprile di quest'anno di svincolarla dal punto lagrangiano e di avviarla su un'orbita interplanetaria che le avrebbe permesso un rendezvous con Toutatis, a una distanza inizialmente stimata in circa 300 km. Strada facendo, i tecnici di volo hanno affinato la traiettoria, riuscendo a far transitare la mattina dello scorso 13 dicembre la Chang'e-2 ad appena 3,2 chilometri dall'asteroide, il che ha permesso di riprendere immagini molto dettagliate, visivamente più apprezzabili di quelle ottenute via radar, ma ovviamente limitate a una sola parte della superficie, data la tipica rapidità dei flyby di quel tipo (la sonda viaggiava a 10,73 km/s).

Da notare che con questa impresa la Cina entra nella ristretta élite dei Paesi che sono stati in grado di effettuare missioni interplanetarie.

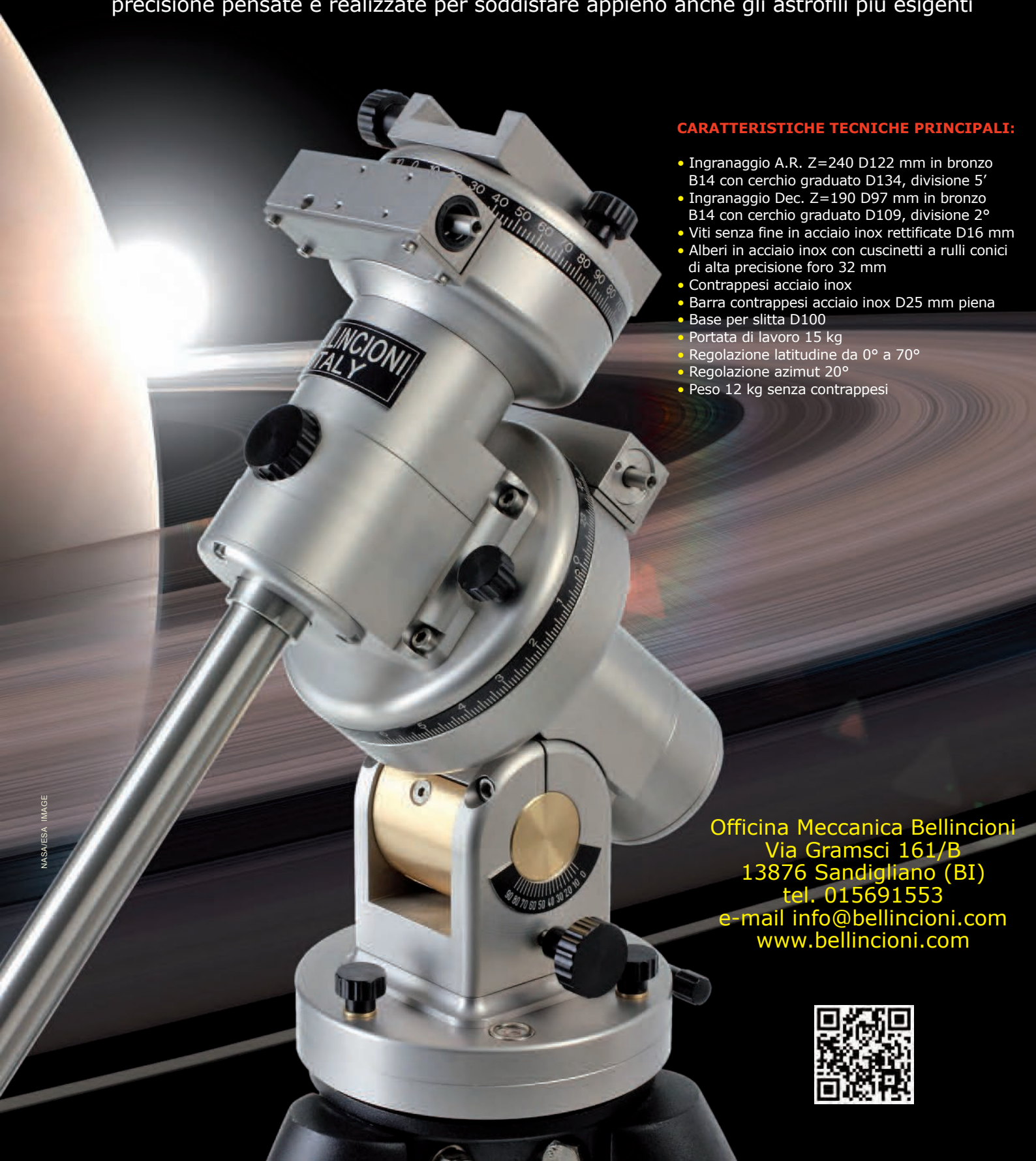
Dalla somma di tutte le osservazioni compiute dalla Terra e dallo spazio esce un quadro molto accurato di Toutatis, tanto che ormai questo asteroide può essere considerato uno dei meglio conosciuti e sicuramente il meno temibile dei PHAs.

Il prossimo appuntamento con Toutatis è fissato tra la fine del 2016 e l'inizio del 2017, ma in quell'occasione l'avvicinamento alla Terra non sarà dei più favorevoli per l'osservazione, trovandosi l'oggetto a 37,4 milioni di km di distanza. Per assistere a un nuovo passaggio "radente" bisognerà attendere il 5 novembre del 2069, quando Toutatis tornerà a quasi 3 milioni di chilometri dalla Terra. Purtroppo, per molti di noi quel giorno la fine del mondo sarà già arrivata... ■



montature equatoriali di alta qualità, adattabili a qualsiasi motorizzazione, costruite in alluminio da barra, bronzo e acciaio inox  
niente materiali ferrosi e plastici, lunga durata, garanzia di 5 anni, ogni esemplare ha il certificato dell'errore periodico controllato in laboratorio

Bellincioni presenta il suo **Modello B230**, il più piccolo della serie di montature ad alta precisione pensate e realizzate per soddisfare appieno anche gli astrofili più esigenti



**CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI:**

- Ingranaggio A.R. Z=240 D122 mm in bronzo B14 con cerchio graduato D134, divisione 5'
- Ingranaggio Dec. Z=190 D97 mm in bronzo B14 con cerchio graduato D109, divisione 2°
- Viti senza fine in acciaio inox rettificate D16 mm
- Alberi in acciaio inox con cuscinetti a rulli conici di alta precisione foro 32 mm
- Contrappesi acciaio inox
- Barra contrappesi acciaio inox D25 mm piena
- Base per slitta D100
- Portata di lavoro 15 kg
- Regolazione latitudine da 0° a 70°
- Regolazione azimut 20°
- Peso 12 kg senza contrappesi

Officina Meccanica Bellincioni  
Via Gramsci 161/B  
13876 Sandigliano (BI)  
tel. 015691553  
e-mail [info@bellincioni.com](mailto:info@bellincioni.com)  
[www.bellincioni.com](http://www.bellincioni.com)





# La misteriosa oscura di Abe

*In questa spettacolare immagine dell'ammasso di galassie Abell 520 sono evidenziate con diversi colori le sue componenti fondamentali. Il giallo rappresenta la distribuzione della luminosità nel visibile e vicino infrarosso emessa dalle galassie; il verde la radiazione X emessa dal gas libero; il blu la presunta distribuzione della materia oscura sulla scorta del lensing gravitazionale evidenziato dalla Wide Field Planetary Camera 2 dell'HST. [NASA, ESA, CFHT, CXO, M.J. Jee, A. Mahdavi]*

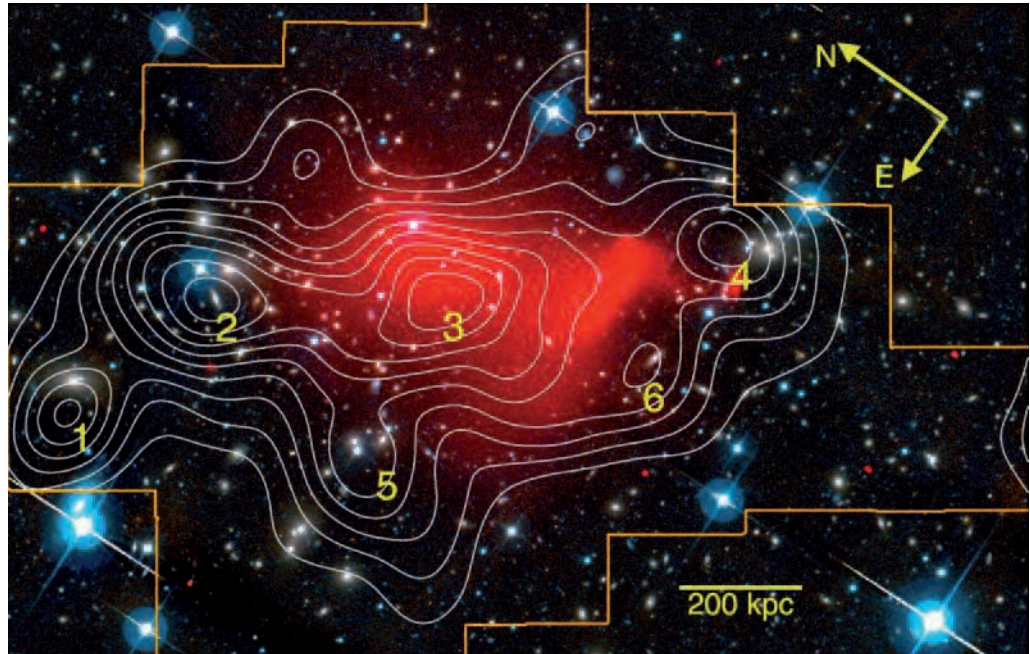
# materia

## Il 520

*Prima c'era, ora non c'è più. Un'anomalia nella distribuzione della materia oscura in un grande ammasso di galassie aveva creato un certo sconcerto fra gli addetti ai lavori. È stato sufficiente esaminare con maggiore attenzione gli effetti del lensing gravitazionale prodotto dall'ammasso stesso per concludere che non esiste alcuna anomalia.*

**A**bell 520 è una gigantesca struttura nata dallo scontro fra almeno tre ammassi di galassie e per tale motivo rappresenta un laboratorio ideale nel quale studiare il comportamento della materia oscura. Circa un anno fa era uscita una notizia in base alla quale un gruppo di ricercatori coordinati da James Jee (University of California), utilizzando dati raccolti con l'Hubble Space Telescope, aveva scoperto che nelle regioni centrali di Abell 520 il rapporto fra materia visibile e materia oscura era eccessivamente sbilanciato a favore di quest'ultima. Il fatto appariva inspiegabile, perché in tutte le precedenti occasioni in cui era stato possibile determinare la distribuzione della materia oscura all'interno degli ammassi di galassie, la si era sempre trovata associata alla componente galattica, così come i teorici si aspettano che sia.

**A** questa immagine di Abell 520 è stata sovrapposta una grafica che indica in bianco i contorni della distribuzione della materia oscura nello scenario proposto dal team di Jee. I numeri indicano le regioni di maggiore densità. La regione 3 è quella inizialmente considerata anomala ma poi risultata del tutto normale nella successiva ricerca del team di Clowe.



Eppure non sembrava esserci alcun dubbio sulla bontà dei risultati: nel bel mezzo di Abell 520 c'era una forte concentrazione di materia oscura, non giustificata da un

adeguato numero di galassie. La procedura impiegata per giungere a quei risultati era basata sul lensing gravitazionale, come sempre in questi casi. In sintesi funziona così: la luce (e quindi l'immagine) di lontanissime galassie incontra nel suo tragitto verso la Terra un ammasso di galassie, il quale incurvando lo spazio in ragione della sua massa devia quella luce su percorsi tanto più ampi e contorti quanto più elevata è la massa e quanto più complessa è la sua distribuzione spaziale. Dal nostro punto di osservazione, l'immagine delle lontanissime galassie (riconoscibile dal redshift) appare in tal modo sparpagliata all'esterno e all'interno del campo celeste occupato dall'ammasso che funge da lente, e appare sotto forma di brevi archi, di piccoli tratti e di punti più o meno irregolari. Tramite opportuni modelli matematici è possibile trasformare tutte quelle strutture luminose in informazioni sulla distribuzione della massa totale all'interno dell'ammasso. Sottraendo ad essa la massa attribuibile alla materia visibile si ricava la massa della materia oscura e la sua distribuzione.

Prima dell'annuncio dato dal team di Jee non erano mai state osservate significative separazioni fra materia visibile e materia

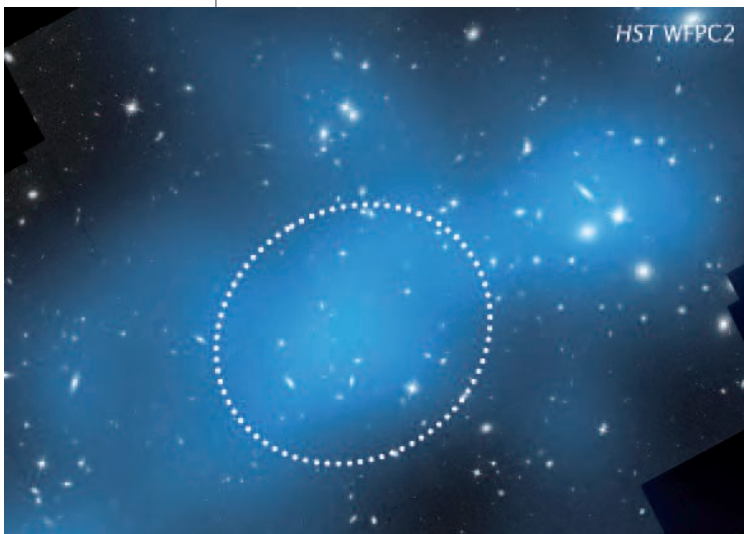
oscura, nemmeno negli ammassi in evidente fase di compenetrazione. La componente galattica di un ammasso che si scontra con un altro ammasso passa da parte a parte quasi senza interagire con l'altra componente galattica, e ci si aspetta che la materia oscura vincolata alle galassie faccia altrettanto, non essendo in grado di interagire nemmeno con sé stessa. Solo le componenti gassose ad altissima temperatura che avvolgono gli ammassi risentono degli effetti della collisione, proprio perché per le loro caratteristiche occupano lo spazio in modo molto più uniforme. Il risultato è che mentre le galassie continuano indisturbate la loro corsa come in una giostra medievale, le più omogenee componenti gassose diffuse, scontrandosi frontalmente, si frenano rimanendo pertanto attardate nel moto e finendo col raccogliersi prevalentemente al centro della nuova struttura nata dalla fusione. Stando ai risultati ottenuti dal team di Jee, nel caso di Abell 520 la materia oscura si comporterebbe alla stregua della componente gassosa e quindi interagirebbe con sé stessa, cosa non prevista da nessun modello e non riscontrata altrove nell'universo. Nel tentativo di mettere una pezza si è cominciato a ipotizzare che le misteriose

**due diversi scenari contrapposti usciti dalle ricerche sulla distribuzione della materia oscura all'interno di Abell 520: a destra, mappa del team di Clowe; sotto, mappa del team di Jee. Come si nota facilmente dal confronto, all'interno della regione centrale (delimitata dai puntini) della mappa di Clowe c'è molta meno materia oscura (rappresentata dal chiarore azzurro) di quanta non ve ne sia nella mappa di Jee, che viene così confutata, risolvendo le delicate questioni che aveva sollevato. [NASA, ESA, and D. Clowe, (Ohio University)] [NASA, ESA, and J. Jee (University of California, Davis)]**

particelle che costituiscono la materia oscura possano effettivamente interagire non solo gravitazionalmente, sebbene non si sappia come. C'è anche chi ha proposto che l'anomala massa di materia oscura al centro dell'ammasso in questione sia in realtà un semplice effetto prospettico dovuto alla dinamica della fusione. Fatto sta che per diversi mesi gli specialisti del settore sono rimasti perplessi, finché

Douglas Clowe (Ohio University) e il suo team si sono convinti che andava fatta la cosa più ovvia, verificare.

A differenza di Jee, che per individuare gli effetti del lensing gravitazionale aveva utilizzato immagini prese con la Wide Field Planetary Camera 2 (WFPC2) dell'Hubble, Clowe ha preferito optare per quelle ottenute dall'Advanced Camera for Survey (ACS), anch'essa in dotazione all'Hubble, integrandole con una serie di immagini registrate dal Magellan Telescope (6,5 metri di diametro) del Las Campanas Observatory. Aver preferito l'ACS alla WFPC2 è stato l'ini-



zio della soluzione del problema, perché con i filtri in tre bande della prima è stato possibile riconoscere con maggiore precisione le galassie realmente appartenenti all'ammasso da quelle più vicine e più lontane (questa operazione non è semplicissima, visto che Abell 520 dista circa 2,4 miliardi di anni luce dalla Terra). Una più precisa conoscenza della distribuzione delle galassie nell'ammasso ha fornito indicazioni su dove attendersi le maggiori concentrazioni di materia oscura. Il resto l'ha fatto la notevole risoluzione delle immagini utilizzate, che hanno fornito una mappa dettagliata come non mai delle tracce del lensing gravitazionale, il che ha permesso di ricalcolare la quantità e la distribuzione della materia oscura corresponsabile con le galassie e il gas libero di quel fenomeno.

I nuovi risultati ottenuti dal team di Clowe parlano chiaro: il rapporto fra materia oscura e materia visibile non è di 6 a 1 come sostenuto da Jee e colleghi, bensì di 2,5 a 1, e soprattutto non c'è alcuna anomala concentrazione di materia oscura nelle regioni più interne dell'ammasso. Secondo Clowe, la macroscopica differenza ottenuta dai due team è da attribuire ai diversi strumenti utilizzati nell'imaging. La WFPC2 introdurrebbe delle anomalie nelle tracce del lensing gravitazionale, portando a una sovrastima delle masse e a una loro errata distribuzione. Anche questo è però da verificare. ■

# Pianeti rocciosi attorno alle nane brune?

*Stelle mancate con pianeti veri. I modelli teorici non lo prevedono ma un recente studio condotto con ALMA sul disco della nana bruna Rho-Oph 102 conferma che anche attorno a quegli oscuri astri possono presentarsi condizioni adatte alla formazione di pianeti rocciosi.*



# osi

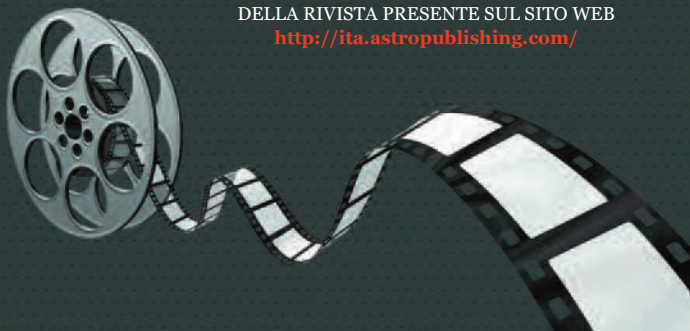
**I**l settore dei pianeti extrasolari non finisce mai di stupire e non di rado le scoperte che vi avvengono riescono a sconvolgere le certezze dei ricercatori. Ora non solo conosciamo sistemi planetari di varia foggia e configurazione orbitale attorno a stelle di classi spettrali diverse, ma iniziano a esserci sospetti che persino le stelle mancante, le cosiddette nane brune (o grigie, o marroni, come si preferisce) possano ospitare pianeti rocciosi, simili a quelli del nostro sistema solare interno. Che attorno a quel tipo di nane esistano pianeti giganti gassosi (pochissimi per la verità) è cosa praticamente certa, ma li si ritiene nati direttamente dalla frammentazione della nube protostellare, se non addirittura per scissione del nucleo della nana, quando questa già si trovava in avanzato stato di formazione, scenari comunque in linea con i modelli che descrivono quel tipo di sistemi. Ben più sorprendente sarebbe scoprire che attorno alle nane brune si muovono anche pianeti di dimensioni molto più piccole, dalla struttura essenzialmente rocciosa. Vediamo perché.

I pianeti nascono (prevalentemente) all'interno di dischi di gas e polveri disposti (solitamente) attorno a stelle giovanissime. Tutto inizia da urti casuali fra particelle microscopiche, le quali si incollano le une alle altre formando prima qualcosa di simile alla fuliggine e poi granelli sempre più grandi, simili a quelli della sabbia, che urto dopo urto crescono di dimensioni fino a diventare dei centri di aggregazione per il materiale disperso che incontrano sulla loro orbita. La crescita esponenziale continua fino alla formazione di planetoidi di decine di chilometri di diametro, la cui reciproca collisione e fusione termina con la formazione di pianeti veri e propri.

Affinché tutto ciò possa realizzarsi è indispensabile che la densità delle polveri nel disco protoplanetario superi un determinato livello, in modo tale che i granelli che vengono a formarsi non si ritrovino troppo isolati gli uni dagli altri, in caso contrario gli urti aggregativi sarebbero numericamente insufficienti a creare oggetti in grado di catalizzare il materiale disperso nel disco. Inoltre, al crescere della dispersione dei granelli cresce anche la loro velocità orbitale, cosa

*Sullo sfondo una rappresentazione di un disco di polveri simile a quello che circonda la nana bruna Rho-Oph 102. Contrariamente a quanto previsto dalla teoria, all'interno di quella struttura sono stati scoperti agglomerati solidi con diametri sensibilmente superiori al millimetro, indice del fatto che anche attorno alle stelle mancante potrebbero nascere pianeti rocciosi. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/M. Kornmesser (ESO)]*

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



**S**ullo sfondo, una presa ad ampio campo e in luce visibile della regione di formazione stellare Rho Ophiuchi, posta circa  $1^\circ$  a sud dell'omonima stella. Questo complesso nebulare si trova a circa 430 anni luce di distanza dalla Terra e contiene una massa equivalente a quella di 3000 soli. [ESO/Digitized Sky Survey 2]

Sopra, uno spettacolare video che porta l'osservatore del cielo notturno fin dentro il disco che circonda la nana bruna Rho-Oph 102, dove i granelli di silicati hanno raggiunto dimensioni impreviste. [ESO]

che finisce col trasformare gli incontri costruttivi in scontri distruttivi, dove anziché crescere di dimensioni i granelli si frammentano, favorendo il moltiplicarsi di piccoli proiettili posti su orbite caotiche con parametri molto sfavorevoli per i successivi avvicinamenti.

I modelli sulla prima evoluzione dei corpi solidi nei dischi circumstellari prevedono che la densità sia favorevole all'accrescimento di pianeti solo nel caso in cui l'astro centrale sia sufficientemente massiccio da innescare nel nucleo la fusione dell'idrogeno. In linea di massima, più è massiccia la stella nascente, più denso è il disco di gas e polveri che la circonda e più facilmente le polveri possono aggregarsi in oggetti planetari (in realtà, oltre una certa massa le cose si complicano a causa dei venti stellari).

Non è dunque previsto che le nane, le stelle mancate per eccellenza, siano circondate da un disco sufficientemente massiccio e denso da evolvere costruttivamente in un sistema planetario. Dimostrare il contrario vorrebbe dire mettere in discussione una non trascurabile parte di quello che sappiamo sulla nascita dei pianeti, cosa tutt'altro che auspicabile. Ma proprio il contrario è stato invece dimostrato da un gruppo di ricercatori, in prevalenza italiani (e operanti all'estero), i quali utilizzando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) dell'ESO hanno individuato nel disco di polveri che circonda una nana bruna segni inequivocabili di un'aggregazione costruttiva del materiale che lo costituisce.

La nana in questione è Rho-Oph 102, un oggetto di circa 60 masse gioviane (0,06 masse solari) collocato nella regione di formazione stellare dominata dalla stella Rho della costellazione di Ofioco. Da precedenti osservazioni si sapeva che la nana è circondata da un disco polveroso visibile nell'infrarosso, ma i limiti di risoluzione degli strumenti utilizzati non avevano permesso di andare oltre quella semplice constatazione. La più recente indagine condotta con ALMA ha invece consentito una più precisa caratterizzazione di quella struttura, benché i ricercatori abbiano avuto a disposizione solo 1/4 delle antenne che saranno complessivamente operative nel 2013 (l'inaugurazione

è prevista per il 13 marzo). Come dice il nome stesso dello strumento, ALMA raccoglie luce emessa a lunghezze d'onda prossime al millimetro, nella fattispecie emesse dalle polveri del disco riscaldato dalla nana bruna. Quest'ultima, infatti, per quanto sia priva di reazioni termonucleari, emette nondimeno calore come conseguenza della sua lenta contrazione gravitazionale e irradia lo spazio circostante di luce infrarossa. I granelli del disco la assorbono, si riscaldano e la riemettono sia in un infrarosso più lontano sia a lunghezze d'onda submillimetriche e millimetriche, quindi nel dominio di ALMA. Un'importante proprietà di quei granelli è

quella di non emettere molta radiazione a lunghezze d'onda che superano le loro stesse dimensioni, il che comporta una caduta di luce abbastanza netta una volta superate quelle dimensioni (se per ipotesi i granelli avessero tutti dimensioni di 0,5 mm, il disco sarebbe quasi invisibile nel dominio millimetrico). ALMA è pertanto lo strumento ideale per individuare il punto in cui la luce cade e quindi misurare le dimensioni massime dei granelli.

Sfruttando questa preziosa opportunità, il gruppo di ricercatori coordinato da Luca Ricci (Department of Astronomy, California Institute of Technology) ha osservato il disco

**L'**immagine in basso è una zoomata ad alta risoluzione della zona più interna del complesso nebulare Rho Ophiuchi. Il campo è centrato sulla posizione della nana bruna Rho-Oph 102, indicata dai tratti bianchi. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/Digitized Sky Survey 2]





**E**cco come potrebbe apparire il disco di Rho-Oph 102 visto dal suo interno con una lente di ingrandimento: un'interminabile distesa di granelli simili a sabbia, che crescono di dimensioni aggregandosi gli uni agli altri. Questo scenario era ritenuto possibile solo attorno a stelle vere e proprie, mentre ora è certo che può presentarsi anche attorno alle nane brune. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) /L. Calçada (ESO)]

di Rho-Oph 102 alle lunghezze d'onda di circa 0,89 mm e 3,2 mm, riscontrando nel passaggio alla lunghezza d'onda maggiore una caduta di luce decisamente inferiore alle aspettative teoriche, indice del fatto che almeno una parte non irrilevante dei granelli ha dimensioni superiori al millimetro. Già questo è in contraddizione con i modelli correnti. Se poi si considera che quegli stessi modelli prevedono che i granelli più grandi e veloci dovrebbero popolare esclusivamente le regioni più interne del disco ed essere pertanto inosservabili, ecco che non si può escludere l'esistenza attorno alla nana di discrete quantità di granelli con diametri misurabili in centimetri.

Il disco di Rho-Oph 102 ha in definitiva caratteristiche proporzionalmente simili a quelle dei dischi ospitati da normali stelle di pre-sequenza principale, con la giusta densità e la giusta distribuzione delle velocità orbitali, affinché gas e polveri possano evolvere verso la formazione di pianeti.

Se qualcosa di più importante di semplici sassolini già esiste nel disco in questione non è dato sapere, perché attualmente non c'è modo di andare oltre i risultati appena ottenuti. Il disco può infatti solo essere osservato come insieme, senza una dettagliata risolu-

zione spaziale, il che impedisce tra l'altro di stimarne con precisione ampiezza e inclinazione, anche se per la prima Ricci e colleghi propongono un massimo di 80 UA, mentre la seconda può essere dedotta da deboli getti di materia che fuoriescono dal disco (visibili in luce bianca) e dalla quasi simmetrica morfologia di un flusso di monossido di carbonio che risulta anch'esso in uscita dal disco. Sia l'esistenza di tale flusso gassoso, sia la massa del disco, stimata in 0,3%-1% della massa della nana, sono anch'esse

caratteristiche tipiche di stelle giovanissime, come ad esempio le T Tauri, e il tutto complica ulteriormente la vita ai modelli in auge. Per completezza diremo che ci sono già ricercatori all'opera per tentare di salvare capra e cavoli. È il caso di un lavoro di prossima pubblicazione, a firma di Pinilla et al., nel quale verrà proposto uno scenario in cui un disco come quello di Rho-Oph 102 può ospitare granelli di dimensioni rilevanti in presenza di livelli di turbolenza molto bassi, in grado di calmierare le collisioni veloci, e dove la migrazione di quelli più grandi verso il centro del disco verrebbe ostacolata da complessi meccanismi innescati dal campo magnetico della nana. Con queste scappatoie teoriche si vorrebbe scongiurare la nascita di pianeti rocciosi attorno alle nane brune. Staremo a vedere...

Una risposta definitiva agli interrogativi sollevati dal team di Ricci verrà probabilmente da quello stesso team non appena avrà la possibilità di puntare su Rho-Oph 102 la schiera di antenne di ALMA al gran completo. Solo allora sarà possibile mappare la distribuzione di gas, polveri fini e granelli più o meno grandi all'interno del disco, verificare come interagiscono fra loro e se là in mezzo c'è qualcosa che somiglia a un pianeta. ■



# Un nuovo mo per le pallasiti

*Una ricerca pubblicata su Science propone un nuovo processo per la formazione di una classe di meteoriti particolarmente rare e affascinanti: le pallasiti. La vecchia ipotesi che le vedeva prendere forma alla periferia dei nuclei di grandi planetoidi primordiali è stata soppiantata da uno scenario molto più convincente.*

**U**no dei risultati più interessanti della missione Dawn attorno a Vesta è stato scoprire che quel grande asteroide era sicuramente dotato in un lontano passato di un campo magnetico, il che significa differenziazione della struttura interna, con un mantello solido che sovrasta un più denso nucleo, rimasto liquido per qualche decina o centinaia di milioni di anni. Sebbene ci fossero state avvisaglie in tal senso da ricerche precedenti, non era unanime la convinzione che un oggetto planetario tanto piccolo (solo 525 km di diametro medio) potesse mantenere attivo un campo magne-



# dello ti

*Nella foto a piena pagina vediamo una "fetta" di pallasite, con le sue caratteristiche gemme di olivina, che se viste contro luce offrono un notevole spettacolo. Alcuni ricercatori sono riusciti a individuare in quelle gemme tracce di magnetismo, aprendo così una nuova via nell'interpretazione dell'origine di queste rarissime meteoriti.*

tico. L'idea di massima era infatti che anche gli asteroidi più grandi non fossero in grado di accumulare abbastanza calore al loro interno da possedere un nucleo fuso, requisito essenziale allo sviluppo dell'effetto dinamo che sta alla base dei campi magnetici dei corpi planetari.

La nuova realtà evidenziata dalla sonda Dawn ha fornito ai ricercatori lo spunto per risolvere in modo originale un problema che si trascinarono dietro dalla fine del Millesettecento, quando dopo aver capito la vera natura delle meteoriti ne era stata notata una molto diversa dalle altre. Ritrovata in Siberia, appariva costituita da gemme vetrose traslucide incorporate in una matrice metallica brillante. Il primo scienziato che si prese la briga di esaminare con una certa attenzione alcuni frammenti di quell'insolita meteorite (pesante ben 680 kg) fu il naturalista tedesco Peter Pallas, dal cognome del quale derivò poi il termine "pallasite" attribuito a tutte le meteoriti simili rinvenute successivamente (nulla a che fare, dunque, con l'asteroide Pallas). Negli ultimi due secoli

sono state trovate solo una cinquantina di meteoriti sicuramente classificabili come pallasiti, e dalle proprietà chimico-fisiche dei singoli campioni è stato possibile capire che hanno come progenitori solo tre diversi oggetti protoplanetari o poco più.


Opportunamente sezionate, le pallasiti mostrano la loro straordinaria struttura semitrasparente, caratterizzata dalla presenza di cristalli più o meno puri di olivina, un composto dall'aspetto vitreo a base di silicio, ossigeno, magnesio, ferro e altro ancora, abbastanza comune sia sul nostro pianeta sia su altri corpi solidi del sistema solare.

I cristalli di olivina offrono un contrasto stridente con la matrice a prevalente base di ferro e nichel nella quale appaiono immersi. Piccole quantità di questi metalli sono visibili anche all'interno dei cristalli di pallasite sotto forma di minuscole impurità.

L'alternanza fra le due componenti vetrosa e metallica è così spiccata da conferire alle pallasiti sezionate un fascino tutto particolare, tanto che occasionalmente vengono utilizzate anche in gioielleria per la creazione di preziosi monili.

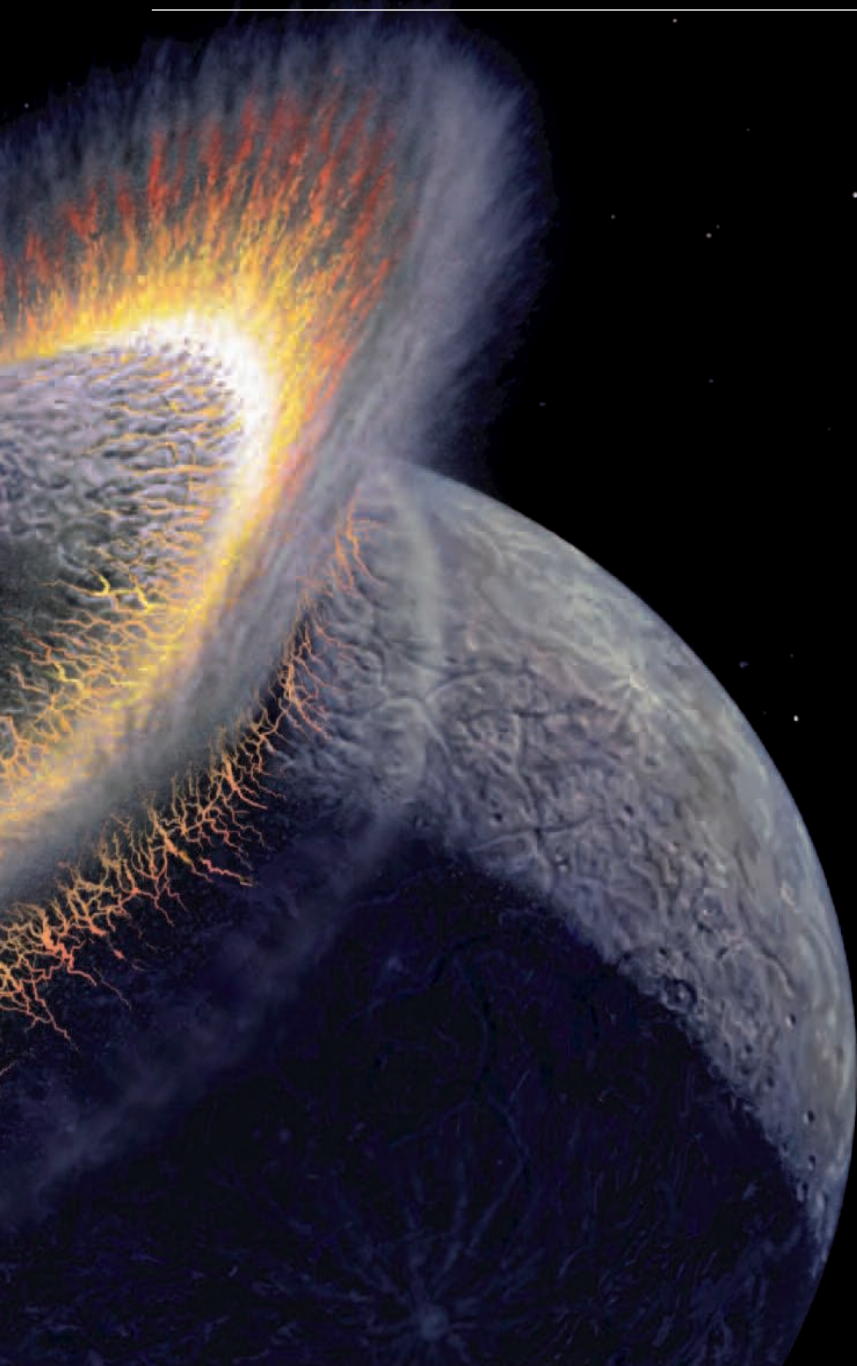
Ma perché quelle due componenti, tanto diverse fra loro, sono mescolate in tal guisa? Dopo un paio di secoli senza una risposta convincente, si è alla fine consolidata l'idea che le pallasiti fossero frammenti dello strato di transizione fra nucleo e mantello di planetoidi primordiali andati distrutti in epoche remote. Poiché il raffreddamento di un oggetto di quel tipo inizia negli strati più esterni per poi continuare verso il centro, dove si concentrano i metalli più pesanti, vi è sicuramente un periodo in cui il materiale fuso del nucleo preme contro la struttura già solidificata e parzialmente porosa del mantello, iniettando all'interno di essa metalli liquidi che vanno a riempire tutte le fessure che trovano. Una volta che le intrusioni si raffreddano verrebbe a crearsi la tipica struttura delle pallasiti, e la successiva distruzione dei planetoidi per reciproche collisioni spargerebbe il prezioso materiale nello spazio interplanetario.

L'idea nel suo insieme è buona, ma c'è un aspetto che dà adito a più di un dubbio: perché le pallasiti sono tanto rare se il meccanismo della loro formazione può aver in-



**Q**uesta impressionante illustrazione di Don Davis immortala efficacemente il meccanismo che nel lontano passato portò alla genesi delle pallasiti: un massiccio asteroide si schianta contro un ben più grande planetoido e l'immenso calore che si sviluppa fonde il nucleo metallico del primo, facendo infiltrare parte del materiale liquefatto nel sottosuolo del secondo, dove si meschia con le gemme di olivina.





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



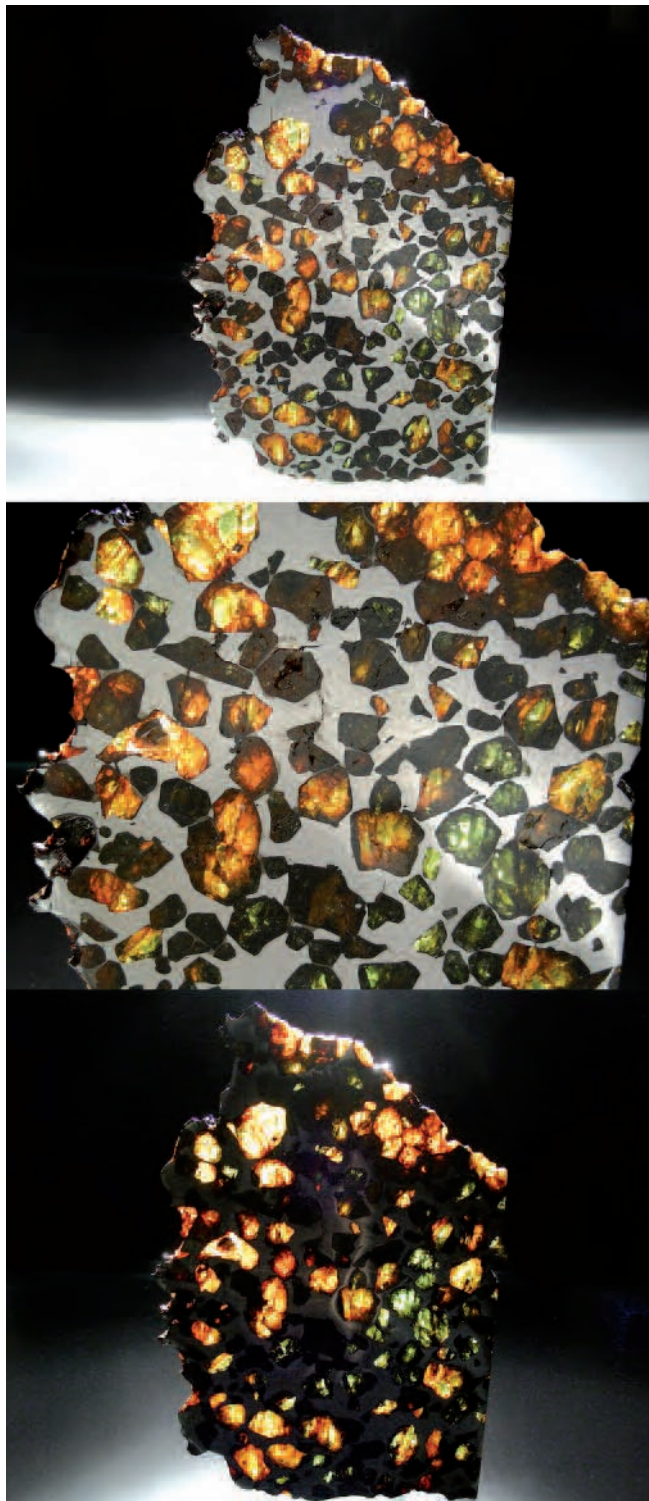
**D**ue animazioni che mettono a confronto l'aspetto esterno delle pallasiti ancora integre dopo la caduta al suolo, con il prodotto della loro riduzione in sottili sezioni. In ogni caso si tratta di oggetti di grande valore.

teressato la struttura interna di un gran numero di oggetti primordiali? e perché i potenziali progenitori delle pallasiti finora classificate sono solo tre o poco più?

Viene da pensare che forse il processo alla base della formazione delle pallasiti sia un altro e anche la loro collocazione all'interno dei progenitori sia diversa.

La scoperta che anche oggetti piccoli come Vesta possono aver ospitato campi magnetici durante le prime fasi della loro evoluzione ha creato i presupposti per spiegare diversamente l'origine di quelle meteoriti. Come noto, diversi minerali contengono elementi che hanno la capacità di registrare direzione e intensità dei campi magnetici che li permeano allorché si trovano allo stato liquido e di fissarne le proprietà nel momento in cui raggiungono lo stato solido. Per avere valori di magnetizzazione apprezzabili è però necessario che essi siano fissati con un certo anticipo rispetto al venir meno del campo magnetico stesso, quindi nella fattispecie prima del raffreddamento del nucleo del planetoidale. Se le pallasiti si fossero realmente formate nello strato di transizione fra nucleo e mantello di alcuni oggetti primordiali del sistema solare non dovrebbero contenere tracce significative di un campo magnetico, essendo il metallo di cui sono composte raffreddatosi pressoché contemporaneamente a quello sottostante. Non restava che verificare questa ipotesi, cosa della quale si è fatto carico un team di astrofisici e geofisici, coordinato da John A. Tarduno e Rory D. Cottrell, del Department of Earth and Environmental Sciences, University of Rochester.

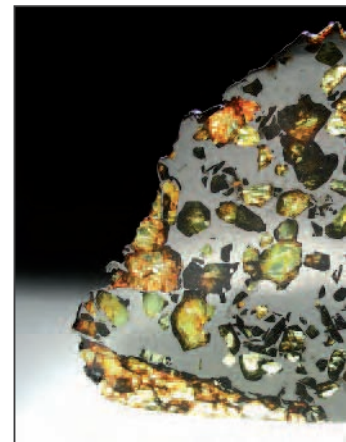
Per le loro analisi i ricercatori si sono procurati alcuni frammenti di due famose pallasiti, quella di Esquel, ritrovata in Patagonia nel 1951, e quella di Imilac, rinvenuta nel deserto di Atacama nel 1822, entrambe quasi certamente provenienti dal medesimo progenitore. A differenza di analisi simili effettuate in precedenza da altri ricercatori, Tarduno e colleghi non hanno indirizzato la propria attenzione verso la quasi indifferenziata matrice che avvolge i cristalli di olivina, bensì verso quest'ultima e verso le intrusioni che in essa si trovano isolate sotto forma di piccoli grani metallici.



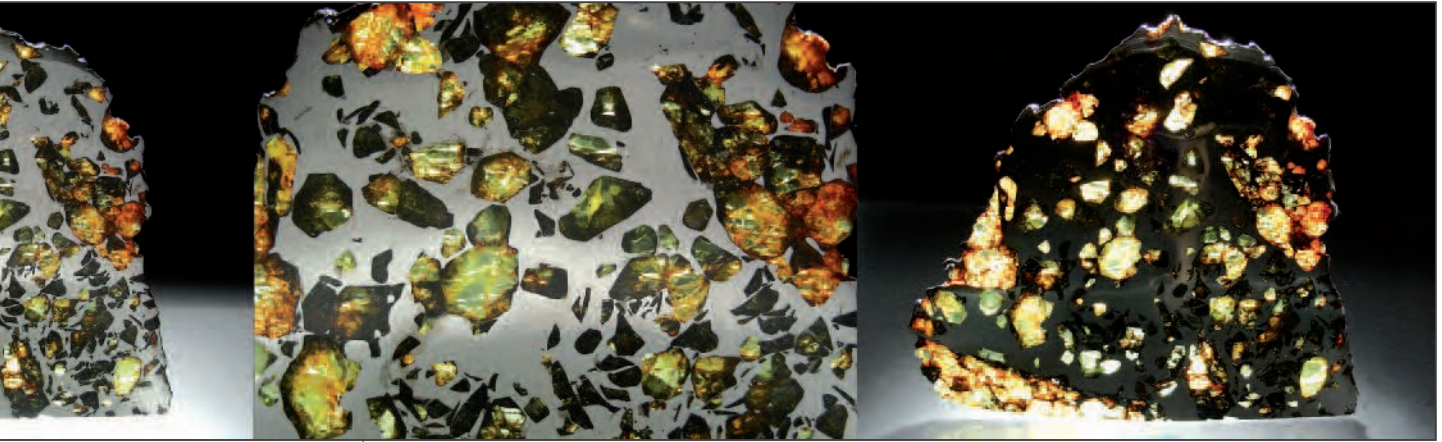
È infatti praticamente certo che l'assenza di chiare tracce di magnetismo finora riscontrata nelle pallasiti sia da attribuire al fatto che la diffusa componente a base di ferro-nichel, molto simile a quella delle classiche sideriti, non è in grado di conservare informazioni utili sul magnetismo che l'ha interessata e questa per la forte anisotropia che la contraddistingue. In sintesi, troppe interferenze fra elementi ferromagnetici.

L'idea vincente della nuova indagine è stata quella di cercare e isolare grani metallici microscopici all'interno dei cristalli di olivina, dove una maggiore libertà di movimento (all'epoca dello stato fuso), garantita da una minore densità del materiale circostante, avrebbe permesso loro di allinearsi più agevolmente e fedelmente nella direzione dei poli magnetici del planetario.

Per raccogliere le necessarie informazioni sull'intensità del campo magnetico e poter caratterizzare la dinamo posta alla sua origine, Tarduno e colleghi hanno utilizzato vari tipi di microscopi (da quelli a luce trasmessa a quelli a scansione elettronica) per esaminare su diversa scala il contenuto dei cristalli di olivina, individuando inclusioni metalliche con dimensioni anche inferiori ai 10 µm (1 centesimo di millimetro), composte essenzialmente di ferro-nichel. I ricercatori hanno quindi riscaldato i piccolissimi grani tramite un raggio laser, fino a raggiungere la temperatura di Curie, quella alla quale un elemento perde le sue proprietà magnetiche. Raffreddando poi i grani in presenza di un campo magnetico di intensità nota e monitorando il processo con strumenti estremamente sensi-



**A sinistra e sopra vediamo delle bellissime sezioni di pallasite con differenti condizioni di illuminazione. Il fascino di queste meteoriti viene accresciuto dalla loro estrema rarità, infatti sono classificate come pallasiti solo una cinquantina di meteoriti, mentre un'altra ventina sono in forse. Questo su un totale di circa 33.000 meteoriti diverse conosciute. La rarità delle pallasiti ne fa dei veri gioielli e infatti sul mercato è più facile trovarle sotto forma di monili piuttosto che di frammenti meteoritici. Ovviamente i prezzi sono adeguati e per avere uno di quei gioielli possono non bastare centinaia di euro. [Galerie Alain Caillon-Paris]**



**In basso, una sezione della meteorite di Esquel, la più famosa delle pallasiti. Questo esemplare è indicativo di come le componenti vetrosa e metallica si dividano circa a metà il volume a disposizione. [Field Museum, Chicago]**

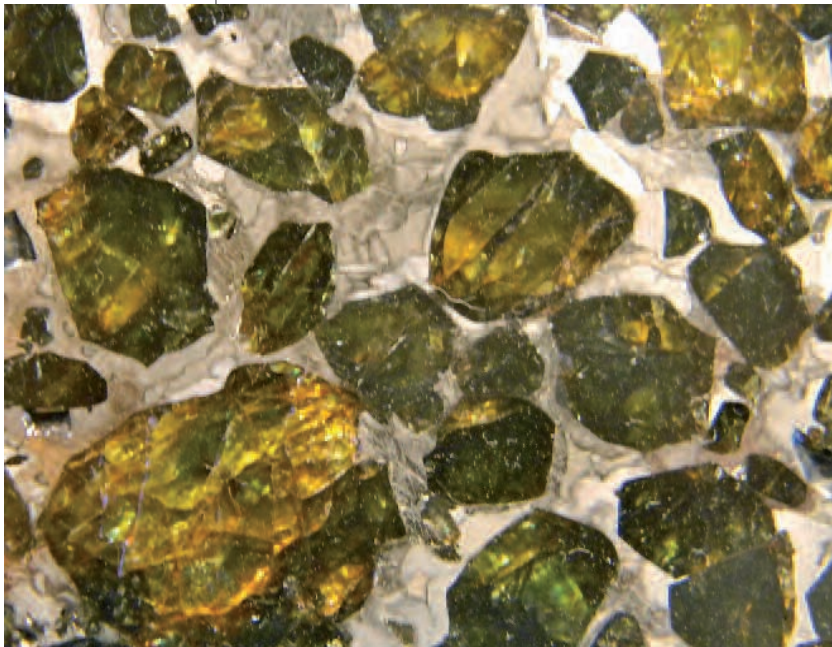
bili, gli stessi ricercatori hanno rimagnetizzato i grani fino ad ottenere una situazione come quella originaria, il che ha permesso di stimare l'energia del campo magnetico del progenitore e, attraverso opportuni modelli, di caratterizzare con sufficiente precisione il progenitore stesso. Questo era un planetoidale primordiale di circa 400 km di diametro, il cui nucleo è rimasto fuso per almeno 200 milioni di anni, in un'epoca collocabile fra 4,4 e 4,2 miliardi di anni fa. All'interno di quel lasso di tempo, un asteroide di qualche decina di chilometri di diametro è andato a

schiantarsi sul planetoidale con un'energia sufficiente a vaporizzare la componente rocciosa e a liquefare quella metallica del nucleo dell'oggetto più piccolo, che per l'enorme pressione sviluppatasi si è trasferita nel mantello del planetoidale, fino a diversi chilometri di profondità, infiltrandosi fra i cristalli di olivina e persino nei più piccoli anfratti dei singoli cristalli.

Nel corso del successivo raffreddamento del materiale iniettato, i composti metallici sensibili al campo magnetico del planetoidale hanno avuto il tempo di assestare le

linee di forza, registrandone direzione e intensità ben prima che svanisse a causa del raffreddamento del nucleo del planetoidale.

Essendo questo scenario sull'origine delle pallasiti molto più soddisfacente di quello proposto in precedenza, se ne deduce che quella speciale classe di meteoriti è verosimilmente il frutto della commistione di due progenitori diversi, il che spiegherebbe la loro rarità rispetto ad altre meteoriti, per la produzione delle quali basta un qualunque tipo di impatto anche fra oggetti di dimensioni molto sproporzionate e senza particolari vincoli di tempo e composizione chimica, mentre nel caso delle pallasiti è indispensabile una giusta combinazione fra tutti gli ingredienti. Non è dunque un caso che persino le meteoriti di origine marziana finora ritrovate sul nostro pianeta siano numericamente il doppio delle pallasiti. ■



# Il super mostro di NGC 1277

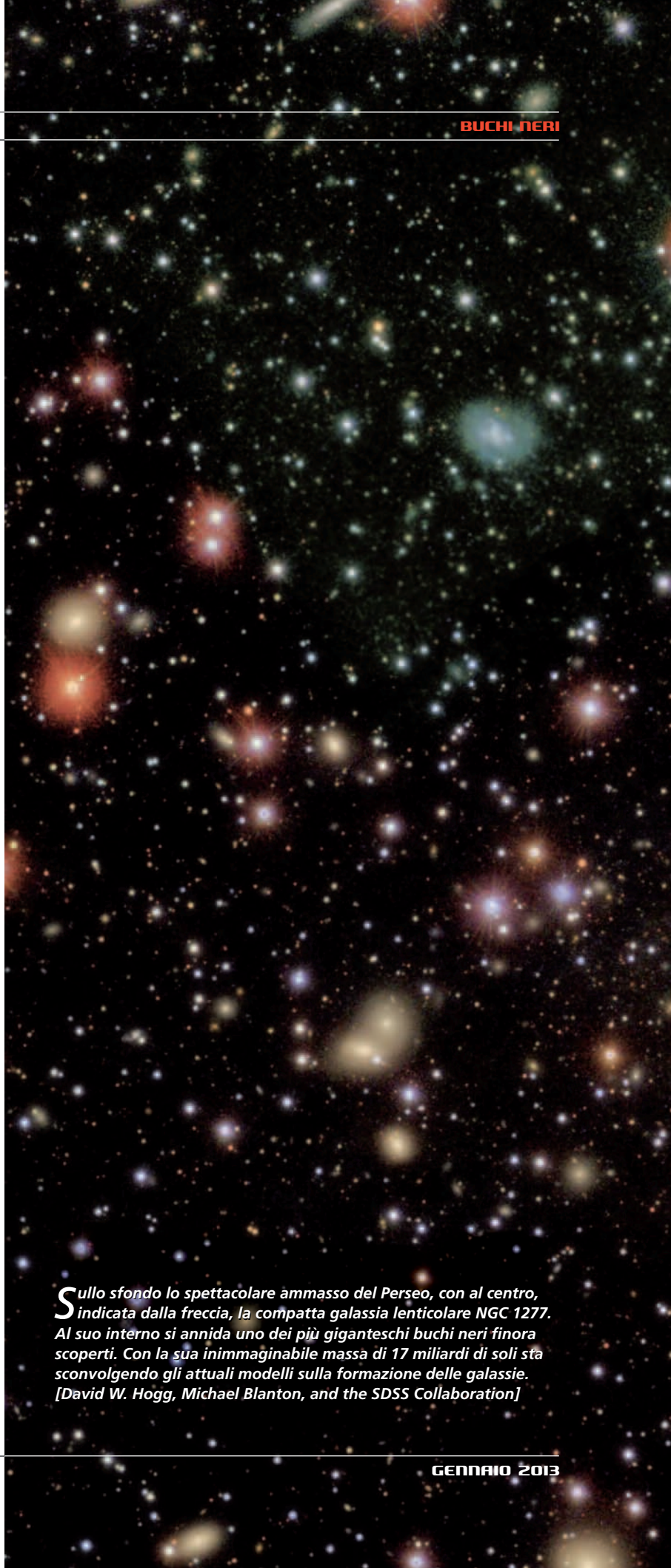
**Prendete 17 miliardi di stelle uguali al Sole e pressatele in una sfera con raggio di circa 350 unità astronomiche. Lo spaventoso oggetto che uscirà dalla pressione di tutta quella massa sarà uno dei più grandi buchi neri esistenti nell'universo contemporaneo. Come è potuto nascere quel mostro?**

**N**GC 1277 è una delle migliaia di galassie del gigantesco ammasso del Perseo e non ha apparentemente nulla di strano. Dista circa 230 milioni di anni luce, è di tipo lenticolare S0, quindi è a metà strada fra un'ellittica e una spirale, e non è nemmeno particolarmente grande, per quanto se confrontata con la Via Lattea risulti più compatta. Neanche dal punto di vista della produzione stellare è notevole, anzi, risulta praticamente inerte. Eppure, al centro di quella apparentemente normale struttura è stato appena scoperto qualcosa di totalmente inatteso, uno dei più titanici buchi neri supergiganti che si cono-

scano, forse il più grande in assoluto, un impressionante mostro di 17 miliardi di masse solari, che se fosse posto al centro del nostro sistema solare lo occuperebbe completamente, estendendosi fino a una distanza oltre 10 volte superiore all'orbita di Nettuno. Come spesso accade, lo sproorzionato buco nero non provoca alcun effetto vistoso sulla galassia che lo ospita, tanto da essere rimasto perfettamente nascosto fino a quando una ricerca sistematica di oggetti di quel genere, condotta negli ultimi due anni con l'Hobby-Eberly Telescope del McDonald Observatory, non l'ha stanato.

Autori della scoperta sono Remco van den Bosch (Max-Planck-Institut für Astronomie) e alcuni suoi collaboratori delle università del Texas e del Michigan. Il loro programma di ricerca prevedeva l'osservazione spettroscopica di circa 700 galassie abbastanza vicine (fino a qualche centinaio di milioni di anni luce) da consentire alla strumentazione utilizzata di risolvere la cinematica di stelle e gas nelle regioni più interne, dove domina il potenziale gravitazionale (la sfera d'influenza) del buco nero supermassiccio eventualmente presente. Le probabilità di avvertirne quanto meno la presenza sono generalmente elevate, perché la gran parte delle galassie di una certa taglia ne ospitano uno e questo altera sensibilmente i moti delle stelle ad esso più prossime. Per poter apprezzare quel tipo di alterazioni a centinaia di milioni di anni luce di distanza è però indispensabile un telescopio di grande diametro, come appunto l'Hobby-Eberly, che col suo specchio di 11,1×9,8 metri, composto di 91 tasselli esagonali, possiede una delle più ampie superfici riflettenti al mondo.

Fra tutte le galassie esaminate dal team di van den Bosch, 6 hanno mostrato un'elevata dispersione delle velocità nelle regioni centrali, indice di una forte "agitazione" delle stelle, provocata dalla forza gravitazionale di un'importante massa invisibile. Più veloce è il moto delle stelle e alta la dispersione, più è grande la massa perturbatrice. Per stimare il suo valore è però indispensabile determinare con elevata risoluzione spaziale il contributo della massa stellare attraverso un'accurata fotometria, ovvero tramite immagini estremamente dettagliate. Poiché l'unico



**S**ullo sfondo lo spettacolare ammasso del Perseo, con al centro, indicata dalla freccia, la compatta galassia lenticolare NGC 1277. Al suo interno si annida uno dei più giganteschi buchi neri finora scoperti. Con la sua inimmaginabile massa di 17 miliardi di soli sta sconvolgendo gli attuali modelli sulla formazione delle galassie. [David W. Hogg, Michael Blanton, and the SDSS Collaboration]



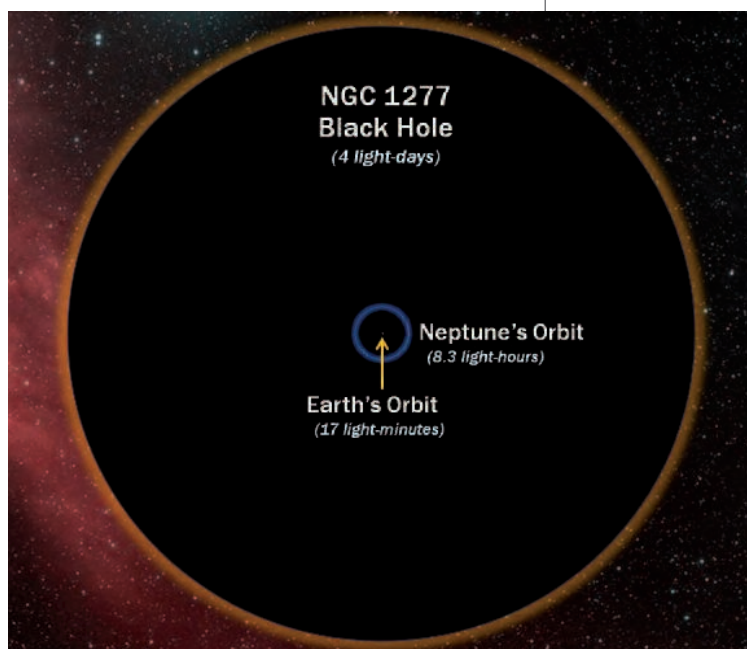
strumento in grado di fornirle è il telescopio spaziale Hubble, van den Bosch e colleghi hanno attinto dal suo database, trovando immagini di NGC 1277 adatte agli scopi perseguiti. A quel punto i ricercatori hanno prodotto un modello dinamico della galassia, contenente tutte le possibili orbite stellari (circa 600000), cercando fra tutti gli scenari possibili quello che meglio si adattava alla realtà osservativa. I primi risultati usciti dalla riduzione dei dati sono apparsi tanto incredibili che il team di van den Bosch ha dedicato un anno alla loro verifica, ma alla fine non si è potuto che accettare

**Nel diagramma a fianco è rappresentata la dimensione del buco nero supermassiccio di NGC 1277 rispetto all'orbita di Nettuno, che viene superata di oltre dieci volte. L'orbita della Terra, indicata dalla freccia, è su questa scala indistinguibile, mentre il Sole non è neppure rappresentabile. [D. Benningfield/K.Gebhardt/StarDate]**

l'evidenza: il buco nero presente al centro di NGC 1277 ha una massa di circa 17 miliardi di masse solari, a fronte di una galassia di 120 miliardi di masse solari. Da questi valori si evince che l'oggetto collassato pesa come il 14% dell'intera galassia, una percentuale che diventa ancor più spropositata se si prende come termine di riferimento la regione galattica più importante dal punto di vista evolutivo, il bulge, del quale il buco nero rappresenta circa il 60% della massa. È un valore spaventoso, se si considera che in media nel bulge delle galassie quel valore si aggira attorno allo 0,1%!

Questo fatto è di fondamentale importanza, perché il rapporto di 1 a 1000 fra massa del buco nero supermassiccio e massa del bulge galattico (o dell'intera galassia nel caso delle ellittiche) era finora considerato una sorta di costante, tanto da venir utilizzato per misurare le masse dei primi dalla semplice valutazione delle masse dei secondi. Le certezze sulla bontà di quel metro non erano state minate nemmeno dalla scoperta di qualche eccezione, come NGC 4486B, il cui buco nero rappresenta l'11% del bulge (in qualche modo una spiegazione sarebbe saltata fuori, senza dover mettere tutto in discussione). Ora però le eccezioni cominciano a essere troppe e ciò pone seri dubbi sull'universalità della forte correlazione di cui sopra. E questo

è un problema, perché non sembravano esserci dubbi sul fatto che l'evoluzione delle due componenti procedesse di pari passo, con buco nero e bulge (e quindi galassia) che si influenzano vicendevolmente. Ciò presuppone l'esistenza di un equilibrio innato, che in NGC 1277 e nelle altre galassie con le medesime caratteristiche viene decisamente meno. Molti dei più recenti modelli dedicati all'interpretazione delle proprietà delle galassie fanno affidamento su quella correlazione, che ora non solo è messa in discussione dai casi accertati di buchi neri ipermassicci, ma anche da quelli altrettanto accertati



di buchi neri eccezionalmente leggeri (sono noti almeno 3 casi). Si potrebbe a questo punto ipotizzare che almeno nel caso più eclatante, quello di NGC 1277, il buco nero sia così massiccio semplicemente perché, per qualche oscuro motivo, ha divorato la gran parte delle stelle del bulge. È però un'ipotesi che non sta in piedi e per almeno due validi motivi. Il primo è legato all'evoluzione gerarchica delle galassie, che crescono di dimensioni attraverso la fusione con altre galassie. NGC 1277 quindi non è sempre stata come la vediamo e il suo buco nero non ha potuto agire sempre nelle stesse condizioni. Il meccanismo dell'accrescimento per fu-



**L'**effetto provocato dalla titanica massa del buco nero di NGC 1277 sulle stelle ad esso più prossime è ben evidenziato (e graficamente esagerato) nell'animazione qui a fianco. [NASA/ESA/Andrew C. Fabian/Remco C. van den Bosch (MPIA)]



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

sione è ormai ampiamente acclarato e prevede che a partire da circa mezzo miliardo di anni dopo il Big Bang tutte le galassie abbiano iniziato a scontrarsi e a fondersi fra loro, generando strutture sempre più grandi. Le prime fusioni avrebbero generato (o quanto meno iniziato ad alimentare seriamente) i primi buchi neri supermassicci, che sarebbero via via cresciuti fusione dopo fusione, così come di pari passo sarebbero cresciuti i bulge. Poiché sembra ragionevole ammettere condizioni di partenza uguali per tutte le galassie, perché un buco nero dovrebbe crescere centinaia di volte più dei suoi simili?

Il secondo motivo per cui non è possibile liquidare l'anomalia adducendo un semplice eccesso di voracità lo fornisce l'età avanzata delle stelle che popolano NGC 1277. Tutte hanno infatti almeno 8 miliardi di anni, il che significa che in quella galassia negli ultimi 8 miliardi di anni non si sono verificati episodi significativi di geni stellare, cosa impossibile se il titanico buco nero centrale avesse nel frattempo continuato a "banchettare" al ritmo forsennato richiesto per dar conto della situazione attuale. Gli effetti derivanti dall'attività di un buco nero di quella taglia, a cominciare dall'immane energia rilasciata dalle stelle in caduta al suo interno, non passerebbero inosservati. E sebbene quella stes-

sa attività possa inibire (non sempre) la nascita di nuove stelle nelle immediate vicinanze del mostruoso oggetto per l'eccessivo riscaldamento e per il caos gravitazionale prodotti sull'ambiente, l'esatto contrario avviene invece a distanze galattiche maggiori, dove il riflesso dell'attività del buco nero agisce positivamente sulla formazione stellare. L'unica alternativa in grado di giustificare la lunghissima inattività della galassia è che il buco nero abbia ingurgitato quei 17 miliardi di masse solari nei primi 4-5 miliardi di anni di vita dell'universo, cosa inverosimile.

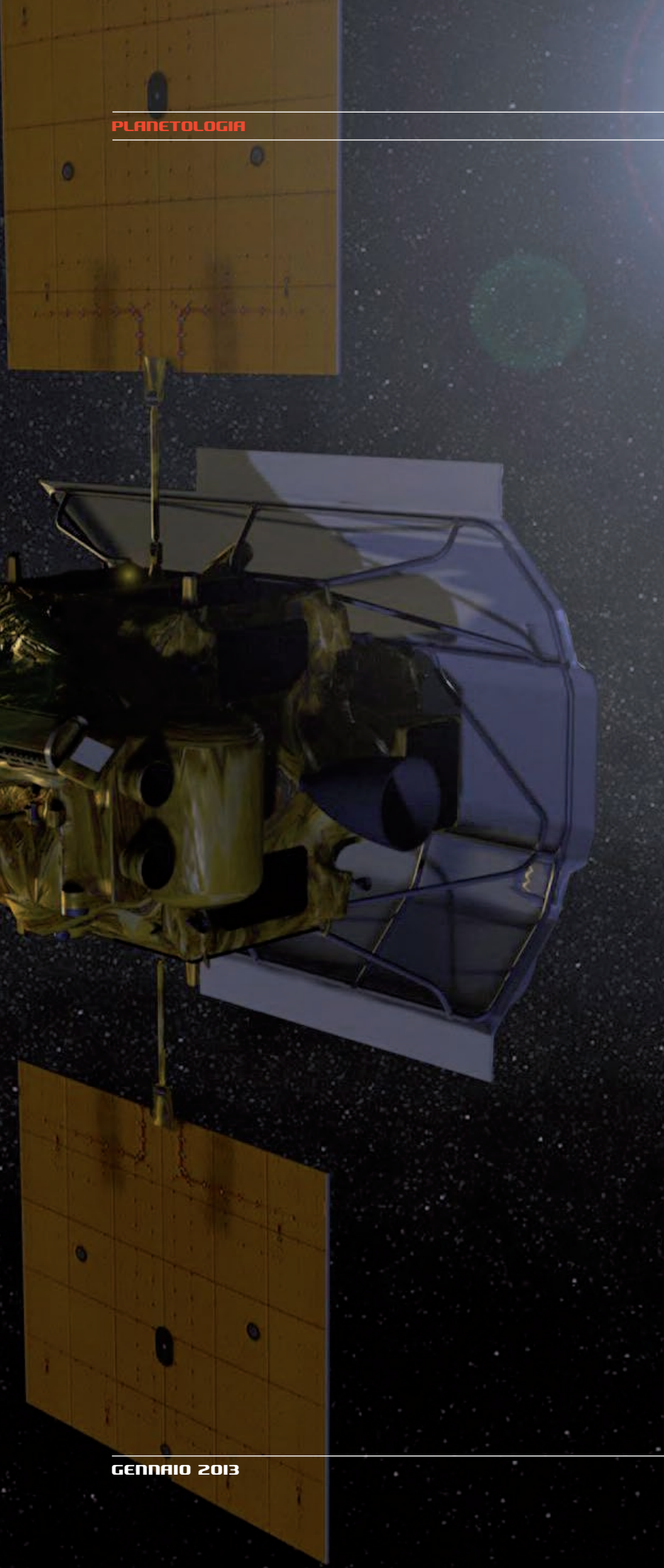
Secondo van den Bosch, NGC 1277 potrebbe aver avuto "problemi di crescita", non riuscendo a trattenere durante le fusioni le stelle necessarie a far quadrare i conti, oppure si potrebbe ipotizzare che la correlazione fra masse di buchi neri e bulge sia meno rigida di quanto constatato finora e che galassie come NGC 1277 rappresentino l'apice della distribuzione dei rapporti.

Qualunque sia la giusta interpretazione, resta il fatto che d'ora innanzi pesare i buchi neri supermassicci sulla sola base delle proprietà fotometriche del bulge potrebbe essere discutibile. Forse bisognerà ripensare i modelli sull'evoluzione delle galassie concentrando l'attenzione sul giovane universo, dove il buco nero di NGC 1277 si formò e dove ancora si nasconde la verità. ■



# Ghiaccio d'acqua su Mercurio!

*L'ipotesi dell'esistenza di ghiaccio d'acqua su Mercurio stava attendendo una conferma definitiva da oltre vent'anni. Ora grazie alla sonda MESSENGER quella conferma è arrivata ed è stata anche scoperta la presenza assieme all'acqua di composti organici, provenienti anch'essi da comete e asteroidi caduti sul pianeta.*



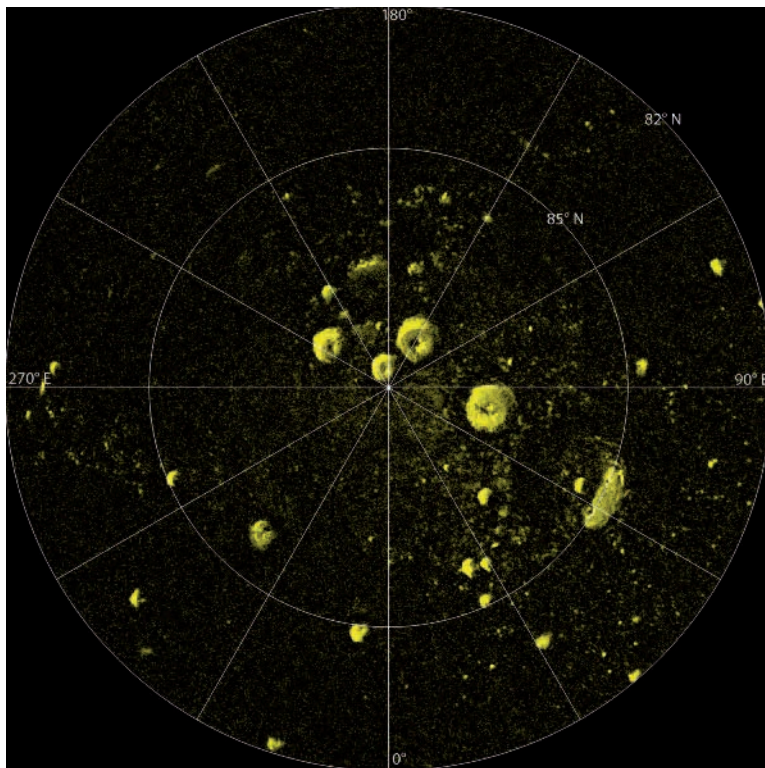
Sembra paradossale che su un pianeta roccioso la cui superficie ha una temperatura che all'equatore raggiunge i  $420^{\circ}\text{C}$  possa esistere del ghiaccio. Eppure non ci sono più dubbi, su Mercurio il ghiaccio c'è e la notizia è resa ancora più interessante dal fatto che si tratta di ghiaccio d'acqua.

Come ben sappiamo, Mercurio è il più piccolo e interno pianeta del nostro sistema solare, quello che più di altri ha subito le "ingerenze" gravitazionali del Sole (distante circa 58 milioni di km), tanto da ritrovarsi con i tempi di rivoluzione (88 giorni) e rotazione (59 giorni) inchiodati nella risonanza 2:3. La lunghezza del giorno su Mercurio è tale che la parte di superficie esposta al Sole diventa una fornace in grado di sciogliere il piombo e non sembra quindi il posto ideale dove andare a cercare elementi volatili come l'acqua, per di più sotto forma di ghiaccio. Mercurio ha però una particolarità: l'inclinazione del suo asse di rotazione è inferiore a  $1^{\circ}$  e ciò fa sì che i territori più prossimi ai poli ricevano sempre un'insolazione estremamente radente. Di conseguenza qualunque rilievo, scabrosità e depressione della superficie può presentare zone d'ombra permanente, nelle quali la radiazione solare non giunge mai direttamente. Su un pianeta dotato di atmosfera il calore del Sole giungerebbe ugualmente per diffusione anche nei punti più nascosti, ma Mercurio non ha un'atmosfera significativa e la superficie solida non è altrettanto

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



*In questo video viene illustrata la manovra di inserimento della sonda MESSENGER nella sua orbita polare attorno a Mercurio. Sebbene i pianeti interni del sistema solare siano tutto sommato relativamente vicini alla Terra, portare le sonde a orbitare attorno ad essi richiede delle manovre decisamente complesse. [NASA]*



efficiente in quel senso. Di conseguenza, in prossimità dei poli del pianeta potrebbero esistere siti adatti alla conservazione di ghiacci, pensiamo ad esempio a rilievi montuosi con pendii esposti al polo, oppure a crateri da impatto con parte del bordo e con il pavimento in perenne oscurità.

Questa possibilità iniziò ad essere valutata dagli astronomi già decenni addietro, ma rimase una mera ipotesi fino al 1991, quando a seguito di una campagna di osservazioni radar condotta con il radiotelescopio di Arecibo (isola di Puerto Rico) furono registrate delle zone insolitamente brillanti presso i poli del pianeta, in corrispondenza delle quali l'impulso radar veniva riflesso con una modalità compatibile con la presenza di ghiaccio d'acqua.

Confrontando la posizione di quei siti ad alta riflettività con le strutture superficiali fotografate dalla sonda Mariner 10 nel corso dei suoi flyby con Mercurio negli anni '70, gli astronomi trovarono una netta corrispondenza con alcuni grandi crateri da impatto: il probabile ghiaccio sembrava na-

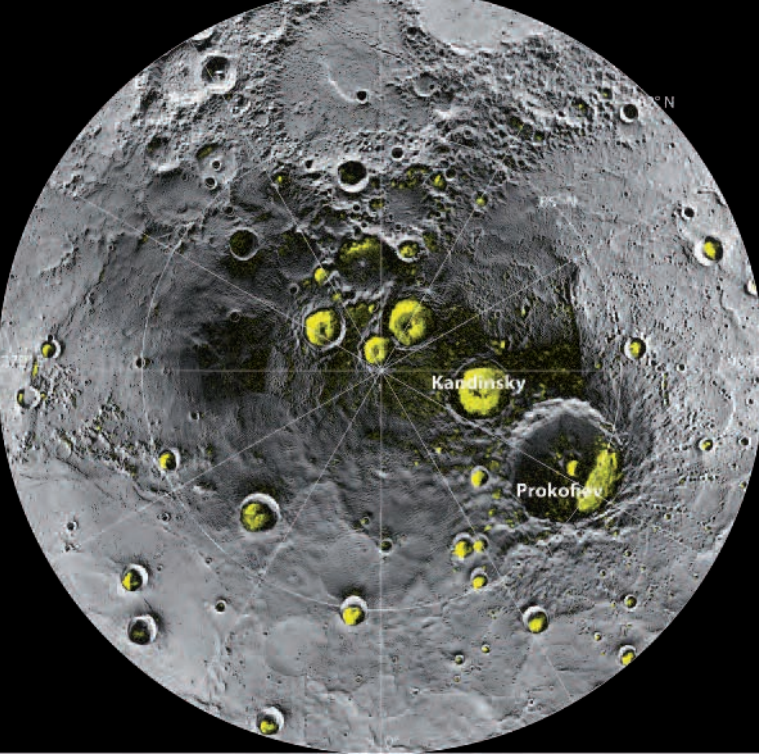
scondersi al loro interno. La mappatura della Mariner 10 era però incompleta, coprendo meno della metà della superficie di Mercurio e parte delle zone brillanti potevano essere interpretate anche diversamente; quindi non fu possibile giungere a una conclusione unanime e la questione rimase aperta.

Molto più recentemente, nell'aprile del 2011, lo studio di Mercurio ha fatto un balzo decisivo con l'entrata in orbita polare attorno al pianeta della sonda MESSENGER (MERcury Surface, Space ENVIRONMENT, GEOchemistry,

and Ranging), il cui compito principale è quello di produrre mappe topografiche, termiche e geologiche con la sua schiera di strumenti scientifici, primi fra tutti il Mercury Dual Imaging System (MDIS) e il Mercury Laser Altimeter (MLA). L'obiettivo è ovviamente quello di indagare le proprietà chimico-fisico-morfologiche della superficie e del sottosuolo, per ricavare un quadro evolutivo del pianeta quanto più completo possibile.

Grazie ai dati raccolti dalla MESSENGER sono già stati realizzati numerosi lavori che hanno prodotto pubblicazioni di indubbio interesse scientifico, incluse tre uscite su *Science Express* a fine novembre che risultano decisive circa la presenza di ghiaccio d'acqua su Mercurio. I team di Gregory A. Neumann (NASA Goddard Space Flight Center), David A. Paige (Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles) e David J. Lawrence (The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel), hanno affrontato il problema da diverse prospettive, giungendo a risul-

**L'**immagine a sinistra è la mappa radar della regione polare nord di Mercurio realizzata con il radiotelescopio di Arecibo. Le regioni più chiare, rappresentate con una tonalità di giallo, sono quelle a più alta riflettività. Fra queste si riconoscono facilmente le fattezze di alcuni grandi crateri. L'elevata luminosità di quelle strutture, così come quella di strutture analoghe presenti attorno al polo sud, indicavano già oltre vent'anni fa la possibile presenza di ghiaccio d'acqua sul rovente pianeta. [National Astronomy and Ionosphere Center, Arecibo Observatory]

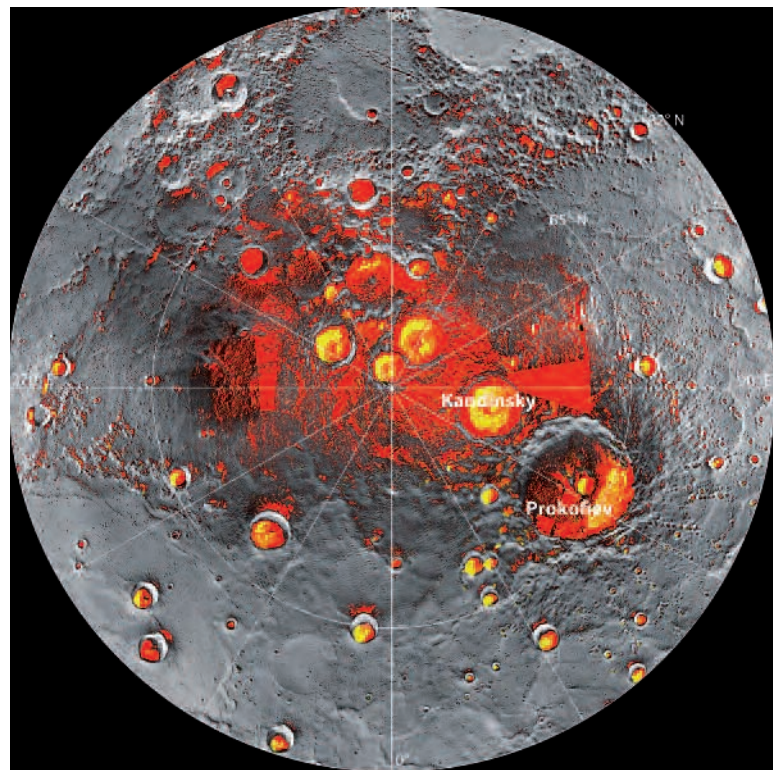


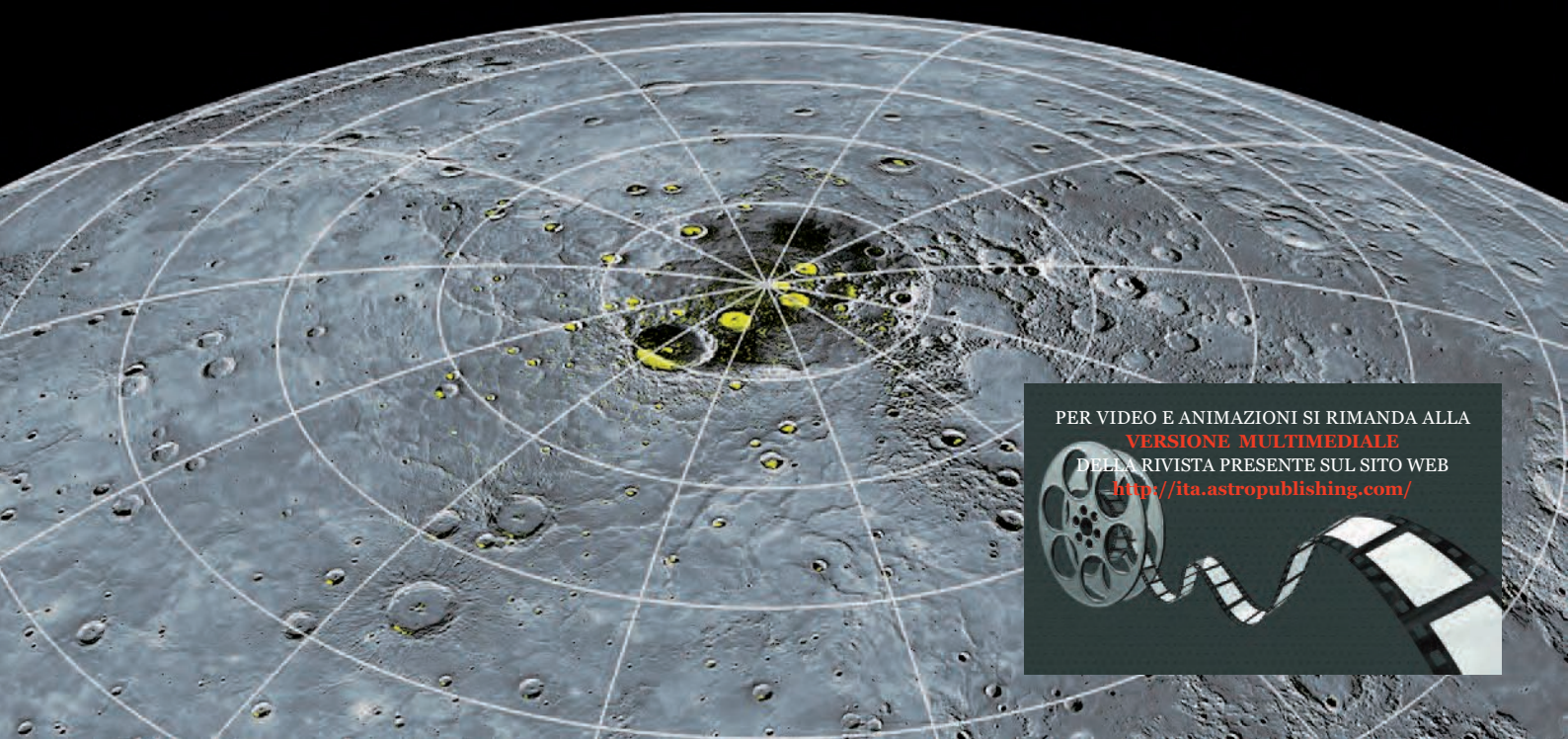
**A**ll'immagine precedente è stato qui sovrapposto un mosaico di immagini delle medesime aree realizzato con lo strumento MDIS. La corrispondenza fra le aree brillanti nelle onde radio e la posizione dei crateri è perfetta. Nell'immagine a destra sono state invece ulteriormente sovrapposte, con una tonalità di rosso, tutte le aree che agli strumenti di MESSENGER risultano essere permanentemente in ombra. È facile constatare come tutti i depositi di ghiaccio risiedano proprio entro quelle aree fredde. [NASA/ Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/National Astronomy and Ionosphere Center, Arecibo Observatory]

lari sono sovrapponibili alle latitudini più settentrionali con le precedenti mappature radar. Due crateri in particolare risultano molto brillanti in entrambe le bande elettromagnetiche impiegate dagli strumenti (radio per Arecibo, infrarosso per MLA), avvalorando l'ipotesi dell'esistenza al loro interno di ghiaccio. È però sufficiente scendere anche di poco in latitudine rispetto a quei crateri per notare un fatto curioso: strutture che appaiono brillanti sulla mappa radar diventano molto scure sulla mappa infrarossa. Il motivo di tale differenza andava probabilmente ricercato nella diversa capacità di penetrazione nel terreno dei due diversi impulsi luminosi e/o nella temperatura delle strutture osservate e/o nella loro composizione. I vari tasselli del puzzle si sono ulteriormente ricomposti grazie al team di Paige, che ha sviluppato un modello termico delle regioni polari nord di Mercurio, sulla base dei rilievi topografici, della riflettività superficiale e delle caratteristiche rotazionali del pianeta. Il modello simula l'illuminazione a latitu-

tati analoghi. I ricercatori del team di Neumann hanno scoperto che i valori massimi della riflettività superficiale delle regioni po-

dini diverse e in periodi diversi, fornendo precisi valori della temperatura superficiale e subsuperficiale, che suggeriscono dove il ghiaccio può essere stabile e più o meno esposto all'ambiente esterno. Dalle simulazioni realizzate attraverso il modello si è potuto appurare che le chiazze invariabilmente brillanti corrispondono a regioni in cui può esistere stabilmente ghiaccio d'acqua in superficie (ovviamente depositato sul fondo di crateri e altri siti perennemente in ombra), mentre nelle zone che risultano brillanti nelle onde radio ma oscure nell'infrarosso il ghiaccio può essere stabile solo se ricoperto da almeno 1 metro di materiale isolante, che nella fattispecie sembra essere una miscela di ghiaccio e molecole organiche complesse. La loro origine, così come quella dell'acqua, chiama in causa l'impatto contro Mercurio di comete e asteroidi ricchi di elementi volatili. Questi ultimi, dopo essere rimasti in sospensione allo stato gassoso per un certo lasso di tempo, formando una tenue atmosfera, sono stati lentamente intrappolati negli unici am-





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



bienti in cui potevano raggiungere lo stato solido, i crateri polari, il cui pavimento si è progressivamente ricoperto di vari elementi ghiacciati, fra i quali l'acqua sembra fare la parte del leone.

Ma quanta acqua c'è su Mercurio? La risposta la dà il team di Lawrence, attraverso i dati raccolti con il Gamma-Ray and Neutron Spectrometer (GRNS), grazie al quale è stato possibile misurare le concentrazioni medie di idrogeno, e quindi indirettamente di acqua, nelle aree che appaiono più brillanti nelle osservazioni radar. Sfruttando la sollecitazione degli elementi superficiali da parte dei raggi cosmici, questo particolare strumento misura i flussi di particelle rilasciate e sulla base della loro intensità ed energia consente di risalire alla quantità e alla natura del materiale sollecitato. Sulla base delle proprietà dei flussi di neutroni associabili alle zone oggetto degli altri lavori, Lawrence e colleghi sono stati in grado di confermare la presenza di strati subsuperficiali di ghiaccio d'acqua particolarmente puro, spessi alcune decine di centimetri, posti al di sotto di strati più superficiali, spessi 10-20 cm, di ghiaccio meno puro, verosimilmente "inquinato" dai composti organici concentratisi a seguito della sublimazione dello strato di ghiaccio più esposto all'ambiente esterno. Tre approcci completamente diversi all'argomento

hanno dunque fornito una risposta univoca e affermativa circa la presenza di ghiaccio d'acqua su Mercurio, il cui quantitativo complessivo viene ora stimato fra 20 e 100 miliardi di tonnellate, dunque una massa tutt'altro che trascurabile.

Le vecchie osservazioni di Arecibo hanno insomma trovato una definitiva conferma dalla combinazione degli attuali rilievi effettuati dalla MESSENGER, nonché dal nuovo modello termico di Mercurio.

Restano ora da chiarire solo alcuni aspetti secondari, per così dire, come ad esempio un apparente scurirsi nei decenni di alcuni dei siti che ospitano ghiaccio, cosa che risulterebbe dal confronto fra tutti i dati a disposizione dei ricercatori e che Paul Lucey (University of Hawaii) interpreta come una recessione o un assottigliamento del ghiaccio. Se così fosse, secoli o millenni fa Mercurio avrebbe potuto avere qualcosa di simile a delle calotte polari, ma ciò sembra davvero difficile da sostenere, meglio ipotizzare un altalenare dell'estensione dei ghiacci su periodi molto più contenuti per motivi ancora del tutto ignoti. Per quanto incerto, anche questo argomento contribuisce comunque a rendere sempre più intrigante lo studio di un pianeta ritenuto per lunghissimo tempo una semplice copia della Luna, solo un po' più grande e più calda. ■

**D**a questa panoramica dei territori a più elevata latitudine nord si evince come allontanandosi dal polo si riducano proporzionalmente i siti adatti ad ospitare ghiaccio d'acqua (rappresentato in giallo).

L'animazione nel riquadro, descrive il complesso percorso seguito dalla sonda MESSENGER prima di entrare in orbita attorno a Mercurio.



## CAMERE CCD QSI 500

### Scientific Medium Format Digital Cameras

- Scientific grade imaging performance
- Comprehensive range of CCD sensors up to 8.3mp
- Compact, refined design
- Excellent power efficiency
- Air and liquid cooling
- Available internal color filter wheel
- Available Integrated Guider Port
- Available MaxIm LE software
- Available CCDSoft and MaxIm DL Drivers
- ASCOM-compatible Windows API
- Linux drivers and API

PER MAGGIORI INFORMAZIONI CONTATTATECI!



# 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](http://www.northeK.it)

[info@northeK.it](mailto:info@northeK.it)

 **01599521**

