

## Gemello trascorre 340 giorni in orbita

## Bloostar, lo spazio a portata di mano

- Novità sui "mondi oceano" del nostro sistema solare
- Stelle nate nel vento dei buchi neri supermassicci
- La materia oscura è meno rilevante nell'universo primordiale
- Antica polvere stellare fa luce sulle prime stelle

## Una supernova che fa ancora notizia

# NortheK

Instruments - Composites - Optics

DALL KIRKHAM 350 MM

F/20 OSTRUZIONE 23%

OTTICA IN SUPREMAX 33 DI SCHOTT

STRUTTURA IN CARBONIO - CELLA A 18 PUNTI

FLOTTANTI - MESSA A FUOCO MOTORIZZATA DA 2,5"

FEATHER TOUCH - SISTEMA DI VENTILAZIONE E

ASPIRAZIONE DELLO STRATO LIMITE

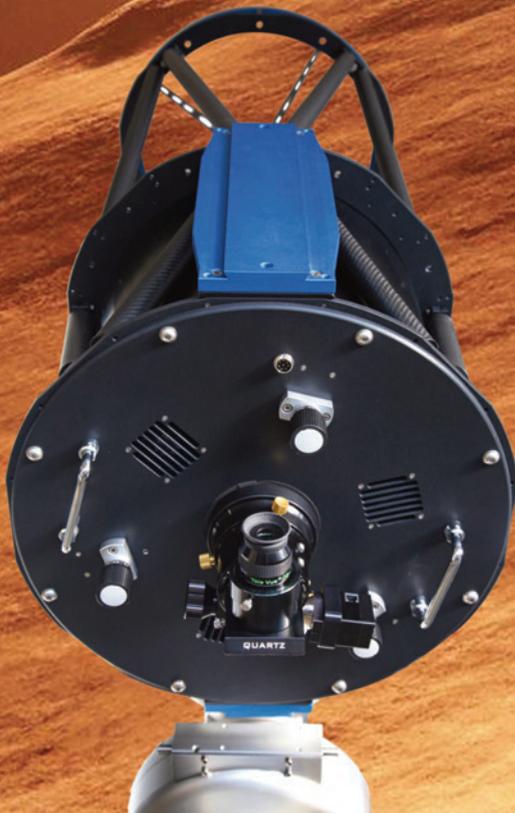
PESO 34 KG.

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

RITCHEY CHRÉTIEN F/9

CON CORRETTORE/RIDUTTORE

CASSEGRAIN CLASSICO F/15





**Direttore Responsabile**  
Michele Ferrara

**Consulente Scientifico**  
Prof. Enrico Maria Corsini

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

**Distribuzione**  
Gratuita a mezzo Internet

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

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

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

The publisher makes available itself with having rights for possible not characterized iconographic sources.

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

### 4 **Gemello trascorre 340 giorni in orbita**

Nel 1961, Yuri Gagarin fu il primo umano a viaggiare nello spazio; nel 1969 Neil Armstrong divenne il primo umano ad aver camminato sulla Luna; negli ultimi anni del XX secolo, con la costruzione delle stazioni spaziali gli umani divennero capaci di vivere nello spazio per giorni, settimane e anche mesi. Ora che sognano...

### 12 **Novità sui "mondi oceano" del nostro sistema solare**

Due missioni veterane della NA-SA stanno fornendo nuovi dettagli sulle lune ghiacciate di Giove e Saturno che ospitano oceani, accrescendo ulteriormente l'interesse scientifico verso questi e altri "mondi oceano" nel nostro sistema solare e oltre. Le scoperte sono state presentate in recentissimi articoli pubblicati da...

### 16 **Antica polvere stellare fa luce sulle prime stelle**

Un'equipe internazionale di astronomi, guidati da Nicolas Laporte dell'University College di Londra, ha usato il telescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) per osservare A2744\_YD4, la galassia più giovane e più distante mai osservata da ALMA. Sorprendentemente gli astronomi hanno...

### 24 **Bloostar, lo spazio a portata di mano**

La corsa allo spazio da parte di compagnie private è sempre più incalzante e ormai se ne contano già una trentina con programmi aerospaziali avviati o in fase di sviluppo. Una di queste, la Zero 2 Infinity, sta perfezionando un curioso sistema di messa in orbita di piccoli satelliti che prevede l'impiego di un vettore...

### 32 **Stelle nate nel vento dei buchi neri supermassicci**

Un gruppo di astronomi europei ha utilizzato gli strumenti MUSE e X-shooter installati sul VLT (Very Large Telescope) all'Osservatorio dell'ESO, al Paranal, in Cile, per studiare la collisione in corso tra due galassie, note con il nome collettivo di IRAS F23128-5919, a circa 600 milioni di anni luce dalla Terra. Il gruppo ha...

### 36 **In cerca di una stella sopravvissuta a una supernova**

Un gruppo di astronomi ha utilizzato Hubble per studiare il residuo di supernova Tipo Ia SNR 0509-68.7, noto anche come N103B. Questo residuo è situato nella Grande Nube di Magellano, a poco più di 160000 anni luce dalla Terra. A differenza di molti altri residui di supernovae, N103B non sembra avere una forma...

### 38 **La materia oscura è meno rilevante nell'universo primordiale**

Vediamo la materia ordinaria sotto forma di stelle brillanti, gas incandescente e nubi di polvere. Ma la materia oscura, più sfuggente, non emette, assorbe o riflette la luce e si può osservare solo per mezzo dei suoi effetti gravitazionali. La presenza di materia oscura può spiegare perché le zone esterne delle...

### 40 **Una supernova che fa ancora notizia**

Per celebrare i 30 anni della SN 1987A sono state rilasciate nuove immagini, un video time-lapse, un'animazione basata su un lavoro di Salvatore Orlando (INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo) e un modello tridimensionale. Combinando dati del telescopio spaziale Hubble, di Chandra e di...

### 46 **Protostella s'infiamma, rimodellando il suo vivaio stellare**

Una massiccia protostella, profondamente annidata nel suo vivaio stellare pieno di polveri, ha recentemente ruggito alla vita, risplendendo circa 100 volte più che in precedenza. Questa fiammata, apparentemente innescata da una valanga di gas precipitato sulla superficie della stella, supporta la teoria secondo la quale le...

### 50 **Stella in fuga fornisce prove sulla rottura dei sistemi multipli**

Così come le famiglie reali britanniche combatterono la Guerra delle Rose nel Millequattrocento, per controllare il trono d'Inghilterra, un raggruppamento di stelle è stato in subbuglio per una schermaglia interna, una lontana guerra stellare, nella Nebulosa di Orione. Le stelle stavano combattendo una contro l'altra...

# Gemello trasc 340 giorni in

di Gonçalo Magalhães

***Nel 1961, Yuri Gagarin fu il primo umano a viaggiare nello spazio; nel 1969 Neil Armstrong divenne il primo umano ad aver camminato sulla Luna; negli ultimi anni del XX secolo, con la costruzione delle stazioni spaziali gli umani divennero capaci di vivere nello spazio per giorni, settimane e anche mesi. Ora che sognano il nostro prossimo grande passo nell'esplorazione spaziale, il viaggio verso Marte, dobbiamo capire appieno come il corpo e la mente sono influenzati dall'ambiente spaziale. Gli astronauti della NASA Scott e Mark Kelly sono gemelli geneticamente identici e possono darci alcune risposte.***

# Corre orbita

**R**ipresa notturna del Giappone, fatta da Scott Kelly, membro della Expedition 44. Sono visibili la navicella Soyuz collegata al Mini Research Module 1 (MRM1) e la navicella Progress. [NASA]

**L**o spazio esterno è uno degli ambienti più severi per la vita umana. Sebbene la stazione spaziale internazionale si prenda cura dei problemi più evidenti (come l'adeguata pressione dell'aria, la temperatura e l'assenza di ossigeno), ci sono anche i problemi rappresentati dalla microgravità e dalla radiazione cosmica, che, come vedremo, danno non poche preoccupazioni.

Si potrebbe pensare che affrontare questi problemi non è una questione impellente, tuttavia il progresso umano ci porta a ritenere che l'esplorazione spaziale sia il futuro. Il sempre più probabile viaggio verso Marte è

un notevole esempio di quel progresso. Ma c'è altro oltre alla tecnologia. Per lungo tempo USA e Russia sono state le uniche nazioni con rilevanti programmi spaziali, seguite dall'agenzia spaziale europea, fondata nel 1975. ma ora altre nazioni, come India e Cina, hanno pianificato i loro programmi spaziali e l'industria aerospaziale ha attratto compagnie del settore privato, come SpaceX, Orbital Sciences e SpaceDev. Ciò ha accelerato la corsa per la supremazia spaziale.

Il principale problema che devono affrontare questi grandi piani esplorativi è dato dal corpo umano. Il nostro corpo è progettato speci-



ficamente per l'attrazione gravitazionale terrestre. Quando gli astronauti volano nello spazio, sperimentano una quasi totale assenza di gravità, nota come microgravità. In un ambiente a gravità ridotta, sia esso nello spazio, sulla Luna o alla fine su Marte, il corpo umano patisce diversi cambiamenti gradualmente: le ossa iniziano a diventare fragili; i bulbi oculari perdono la loro normale forma; il cuore batte meno efficientemente; le gambe perdono tono muscolare; e probabilmente altri effetti che ancora non conosciamo. Per contrastare questi cambiamenti fisici, gli astronauti devono sottoporsi a un regime di

esercizi fisici e dietetico molto rigido. Fare ginnastica nello spazio, comunque, non è così facile. Il nostro normale allenamento usa la gravità, sia per fare flessioni, sollevare pesi e correre. Un modo che gli astronauti hanno per fare ginnastica a bordo della stazione spaziale è correre su un tapis roulant con stringhe che li trattengono su di esso. È questo un piccolo di come sia difficile vivere nello spazio; ma ci sono ben altre difficoltà, come mangiare, lavarsi e dormire. Non è esattamente quella meravigliosa esperienza che siamo abituati a immaginare. Sia esso un elegante palazzo o la stazione spaziale, stare in qualunque abita-

***gemelli geneticamente identici Scott e Mark Kelly sono il soggetto di uno studio della NASA. Scott (sinistra) ha trascorso un anno nello spazio, mentre Mark (destra) è rimasto sulla Terra come soggetto di controllo. I ricercatori stanno cercando gli effetti del viaggio spaziale nel corpo umano. Sulla sinistra, gli investigatori del Twin Study. [NASA]***





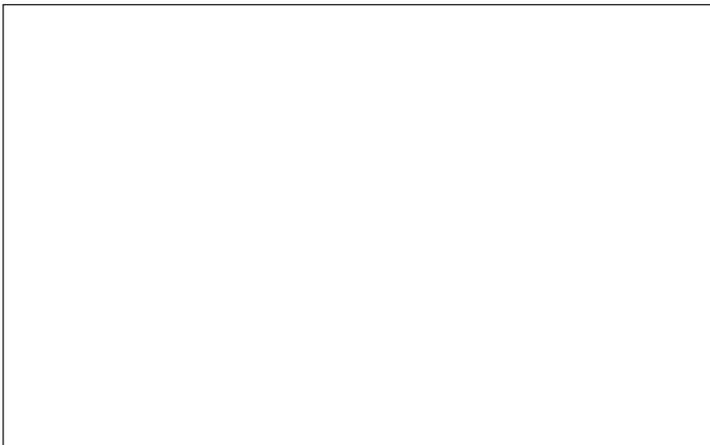
**I**n alto, un'immagine presa da Scott Kelly, a bordo della stazione spaziale internazionale, il 27 giugno 2015. [NASA] Sotto, un video che riassume la One-Year Mission e il Twin Study. [CNN, NASA]

zione per un anno intero è difficile e presto diventa una noia.

Oltre ai cambiamenti fisici e alle difficoltà che il nostro corpo manifesta, gli astronauti nello spazio sono molto più esposti alla dannosa radiazione solare, dal momento che non hanno l'atmosfera a proteggerli da questo importante rischio. Si tratta di un pericolo tanto rilevante che la NASA ha stabilito un periodo di tempo limite che un astronauta può trascorrere nello spazio, principalmente a causa di quell'esposizione. Nondimeno, dobbiamo essere pronti ad affrontare le sfide dell'ambiente spaziale; e non solo; dobbiamo anche sapere se viaggi di quel tipo sono possibili per gli esseri umani. Più importante, dovremmo sapere quali effetti sulla salute gli astronauti si troveranno a fronteggiare quando passeranno un un lungo e ininterrotto periodo nello spazio. Per esplorare questi problemi, anni fa la NASA aveva annunciato un rivoluzionario studio che coinvolgeva due astronauti ge-

melli, Mark e Scott Kelly. Lo studio comportava il lancio di uno dei due gemelli verso la stazione spaziale internazionale e di lasciarlo là per circa un anno, mentre l'altro gemello rimaneva sulla Terra. Dal momento che sono gemelli geneticamente identici, questo esperimento ci avrebbe mostrato i mutamenti genetici causati dall'ambiente spaziale, gettando luce su come gli umani cambiano quando lasciano il nostro pianeta.

Così, il 27 marzo 2015, l'astronauta della NASA Scott Kelly e il suo collega russo Mikhail Kornienko, a bordo di una Soyuz russa si sono





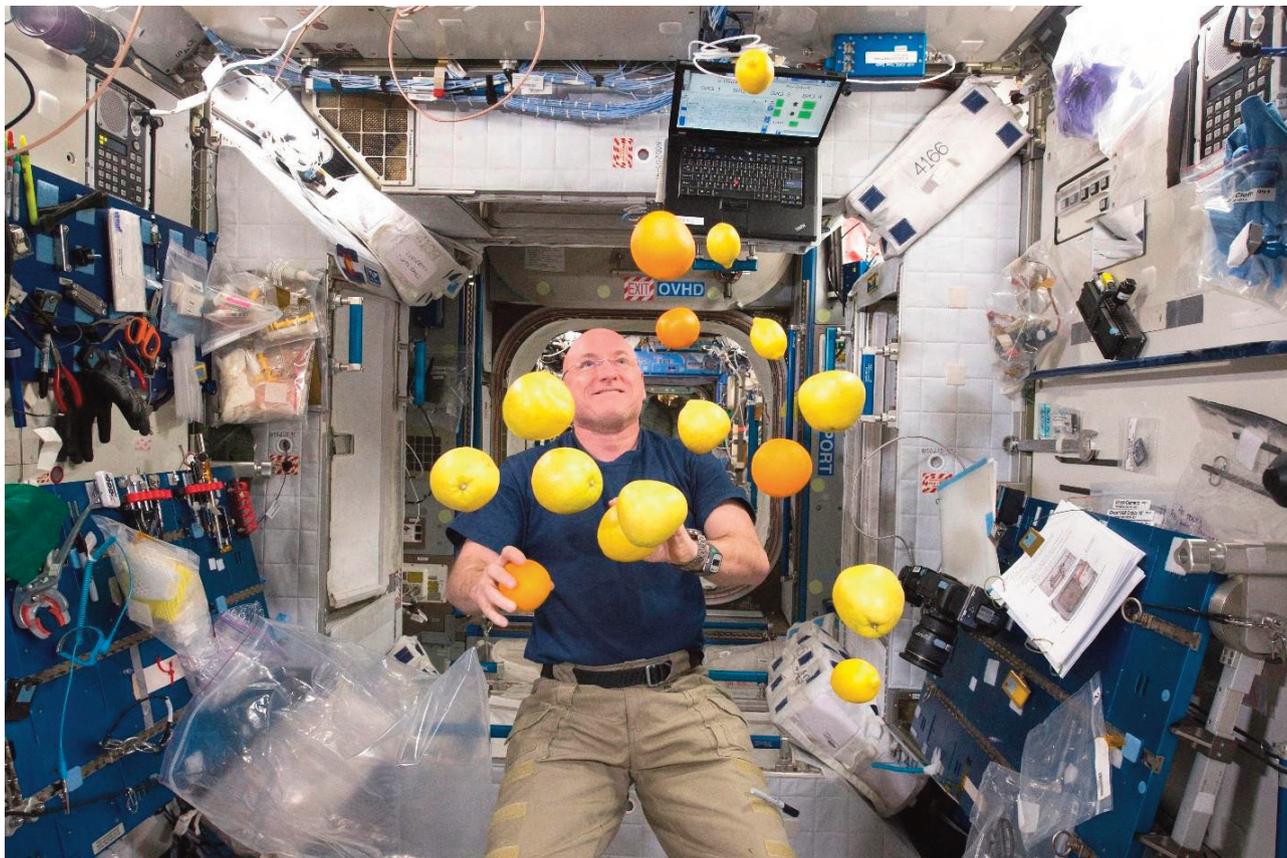
**S**cott Kelly ha postato su Twitter, il 17 luglio 2015, questa foto della Luna che sorge, vista dalla stazione spaziale. In basso, il famoso astronauta parla della sua storica missione durante un evento al United States Capitol Visitor Center di Washington. [NASA/Bill Ingalls]

trasferiti sulla stazione spaziale, dove Kelly avrebbe vissuto per i successivi 340 giorni, battendo il record di permanenza consecutiva per un astronauta statunitense. Questa missione non avrebbe rappresentato una rilevante minaccia per il benessere di Scott Kelly, poiché, ad esempio, l'astronauta russo Valery Polyakov aveva già trascorso 437 giorni a bordo della Mir negli anni '90. Da allora, la medicina ha comunque reso più facile misurare cambiamenti genetici. Sebbene questa singolare impresa sia nota come la "missione di un anno", contando la fase di preparazione e l'esame dei risultati, la sua durata effettiva è almeno il triplo. Per un anno intero prima del lancio, Scott Kelly e Mikhail Kornienko hanno partecipato a vari studi volti a una migliore comprensione di come il corpo umano risponde a lunghe

restrizioni nello spazio, e molti campioni dei loro fluidi corporei sono stati raccolti dagli scienziati per i loro studi.

I fratelli Kelly sono l'unica coppia di astronauti gemelli che abbia volato nello spazio,





**G**li investigatori del Twin Study della NASA stanno cercando cambiamenti metabolici nell'astronauta Scott Kelly e studiano come ciò sia correlato al cibo che ha mangiato durante la missione. Qui è fotografato con arance, limoni e pompelmi che gli fluttuano attorno nella stazione spaziale internazionale. [NASA]

ed entrambi erano stati selezionati dalla NASA nel 1996. Mark Kelly era più noto per aver comandato la penultima missione shuttle, quella dell'Endeavour, sebbene avesse già comandato il Discovery nel 2008.

Anche Scott Kelly era già un esperto astronauta della NASA, ma la missione di un anno lo ha reso famoso nel mondo, non solo per il suo eccezionale viaggio, ma anche per il suo account Twitter, @StationCDRKelly, dove ha postato numerose e impressionanti immagini del nostro pianeta visto dallo spazio, e di strani e divertenti momenti a bordo della stazione spaziale. Durante il viaggio di Scott Kelly, sono stati realizzati almeno 400 studi scientifici, con lui che ha operato sia come soggetto sia come scienziato. Uno di quegli studi era l'esperimento Veg-01, nel quale gli astronauti per la prima crescevano piante nello spazio, principalmente lattuga, che è un importante passo nell'esplorazione spaziale, poiché le piante saranno una necessità

se gli umani vivranno mai su altri pianeti. Molti campioni del sangue, delle urine e della saliva di Kelly sono stati prelevati durante i 340 giorni nello spazio, unitamente a campioni di Kornienko. Ciò aiuterà a stabilire se i cambiamenti menzionati più sopra continuano ad avvenire e peggiorano o se alla fine cessano raggiungendo un qualche tipo di equilibrio. "Abbiamo dati per i primi sei mesi in orbita" ha detto Mike Suffredini, program manager della stazione spaziale. "Ma al sesto mese abbiamo raggiunto un equilibrio, oppure le cose cambiano arrivando a un anno? C'è nella curva un'inversione che non abbiamo ancora raggiunto?"

Un aspetto molto importante di ogni aspetto scientifico è avere un campione di controllo. È questo il motivo per cui, trattandosi di esperimenti sugli umani, avere l'opportunità di condurli su gemelli geneticamente identici è un vantaggio incredibile. In quella missione di un anno, è stato molto importante avere

Mark Kelly sulla Terra come soggetto di controllo. *"I gemelli non sono stati menzionati quando selezionavamo l'equipaggio per la missione", dice Suffredini. "È accaduto più tardi quando abbiamo capito di avere in Mark un termine di paragone".*

Scott Kelly e Mikhail Kornienko sono tornati a casa l'1 marzo 2016. Da allora, un team di ricercatori sta confrontando campioni biologici presi da ciascun gemello prima, durante e dopo la missione di un anno, derivando un'enorme serie di dati. Con i risultati di diverse investigazioni e comparazioni è stato creato un database integrato. Lo studio dei gemelli è sensibilmente diverso dai soliti studi che hanno portato a pubblicazioni. I risultati sono generalmente pubblicati su riviste scientifiche che avviano discussioni sulle scoperte, ma i risultati di questo studio sono già stati integrati prima della pubblicazione, e i dati vengono condivisi anziché fare una ricerca individuale. *"Il bello di questo studio è che integrando ricche serie di dati fisiologici, neuro-comportamentali e informazioni molecolari è possibile tracciare correlazioni e ve-*

*dere schemi", ha detto Tejaswini Mishra, ricercatore della Stanford University School of Medicine, che ha creato il database integrato. "Nessuno ha mai guardato così in profondità in un soggetto umano e lo ha profilato in tale dettaglio. La maggior parte dei ricercatori combina forse due o tre tipi di dati, ma questo studio è uno dei pochi che sta raccogliendo numerosi tipi di dati diversi e una quantità di informazioni senza precedenti."* Mentre i singoli ricercatori integrano i dati e giungono a conclusioni sui vari aspetti, la raccolta nel suo insieme sta prendendo forma e siamo sempre più vicini a una visione molto accurata e completa di come il corpo umano cambia durante il volo spaziale. Una pubblicazione sommaria congiunta dei risultati è pianificata per il tardo 2017 e sarà seguita dagli articoli di ricerca degli investigatori, tuttavia, diverse conclusioni sono già state anticipate all'ultimo workshop di Galveston, Texas, lo scorso gennaio, dove sono stati presentati i risultati preliminari della ricerca.

Nell'investigazione del profilo biochimico sembra esserci un declino nella formazione

**S**cott e Mark Kelly hanno fatto parte di un coraggioso esperimento volto a stabilire come si è comportato il corpo umano dopo un anno nello spazio. [NASA]



**S**ophia George, studentessa della Galveston Odyssey Academy, ha vinto il "Best in Show" con la sua rappresentazione di "Omics in artwork". Sotto, Perla Zuniga ha vinto il secondo posto con la sua rappresentazione dei gemelli Kelly, visti come due in uno: l'astronauta e il terrestre. [NASA]



delle ossa durante la seconda metà della missione di Scott Kelly. Nell'investigazione del sequenziamento genomico, i ricercatori stanno osservando nel dettaglio per vedere se un qualche tipo di "gene spaziale" possa essersi attivato mentre Kelly era nello spazio. Inoltre, risultati di Andy Feinberg, che studia come l'ambiente regola l'espressione genica, potrebbero indicare geni che sono più sensibili al cambiamento di ambiente, sia sulla Terra che nello spazio.

I risultati complessivi di questo studio, ampiamente preannunciati, sono attesi come molto illuminanti. *"Sia l'universo sia il corpo umano sono sistemi complicati e noi stiamo studiando qualcosa difficile da vedere"*, ha detto Chris Mason, professore associato al Department of Physiology and Biophysics Weill Cornell Medicine. *"È come avere un nuovo flash che illumina i meccanismi di interazioni molecolari prima oscuri. È un modo più completo di fare ricerca."*



Questo studio sarà un fattore chiave nello sforzo internazionale di raggiungere Marte. *"Non c'è dubbio che l'apprendimento derivante dall'integrazione dei nostri dati sarà inestimabile"*, ha detto Emmanuel Mignot, direttore del Center for Sleep Science and Medicine, della Stanford University School of Medicine. Come affermato da funzionari NASA, l'orchestra si sta solo riscaldando. Molti dati devono ancora essere analizzati e una quantità di risultati attendono pubblicazione e discussione. Infatti, mentre l'umanità si avvicina alla conquista di nuovi mondi, le nostre limitazioni continuano a essere superate. Possiamo solo immaginare quali sorprendenti misteri saranno svelati grazie a questo singolare studio. ■

# Novità sui “mondi oceanici” del nostro sistema solare

by NASA

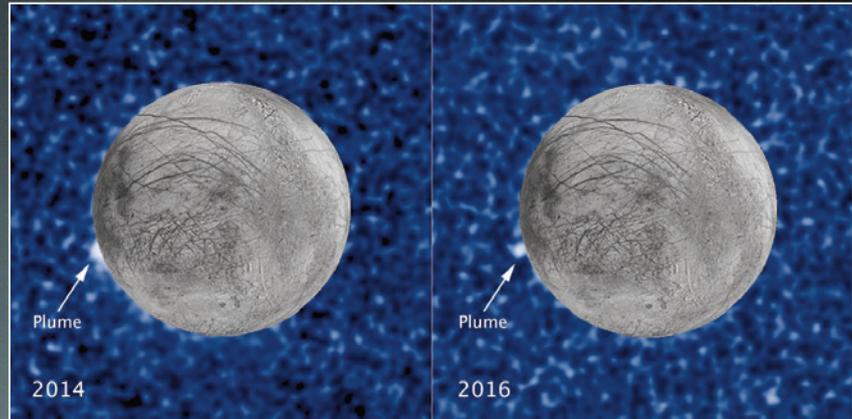
Questa illustrazione mostra il tuffo della Cassini attraverso il pennacchio di Encelado nel 2015. Nuove scoperte della Cassini e di Hubble su questo “mondo oceanico” aiuteranno a pianificare future esplorazioni e la più ampia ricerca della vita oltre la Terra. [NASA/JPL-Caltech]

Due missioni veterane della NASA stanno fornendo nuovi dettagli sulle lune ghiacciate di Giove e Saturno che ospitano oceani, accrescendo ulteriormente l'interesse scientifico verso questi e altri “mondi oceanici” nel nostro sistema solare e oltre. Le scoperte sono state presentate in recentissimi articoli pubblicati da ricercatori della missione Cassini a Saturno e del telescopio spaziale Hubble. Negli articoli, gli scienziati della Cassini annunciano che sulla luna Encelado di Saturno sembra esistere una forma di energia chimica di cui la vita potrebbe alimentarsi, mentre i ricercatori di Hubble riportano ulteriori prove di pen-

nacchi in eruzione sul satellite Europa di Giove. *“Non siamo mai arrivati così vicini all'identificazione di un luogo con alcuni degli ingredienti richiesti per un ambiente abitabile”,* ha detto Thomas Zurbuchen, amministratore associato del NASA's Science Mission Directorate at Headquarters in Washington. *“Questi risultati dimostrano la natura interconnessa delle missioni scientifiche della NASA, che ci stanno portando più vicini a poter rispondere se siamo davvero soli oppure no.”*

L'articolo dei ricercatori della Cassini, pubblicato su *Science*, indica che l'idrogeno, che potenzialmente potrebbe fornire alla vita una fonte di

energia chimica, si sta riversando nell'oceano sotterraneo di Encelado per un'attività idrotermale sul fondo marino. La presenza di abbondante idrogeno nell'oceano della luna comporta che eventuali microbi potrebbero usarlo per ottenere energia, combinando idrogeno con l'anidride carbonica disciolta nell'acqua. Questa reazione chimica, nota come “metanogenesi”, avendo come sottoprodotto il metano è alla base dell'albero della vita sulla Terra, e potrebbe anche essere stata cruciale per l'origine della vita sul nostro pianeta. La vita, come la conosciamo, richiede tre ingredienti primari: acqua liquida, una sorgente di



Queste immagini composite mostrano un sospetto pennacchio di materiale che erutta a due anni di distanza dallo stesso sito della luna ghiacciata gioviana Europa. Entrambi i pennacchi, fotografati in luce ultravioletta da Hubble, erano stati visti in controluce al passaggio della lune di fronte a Giove. [NASA/ESA/STScI/USGS]

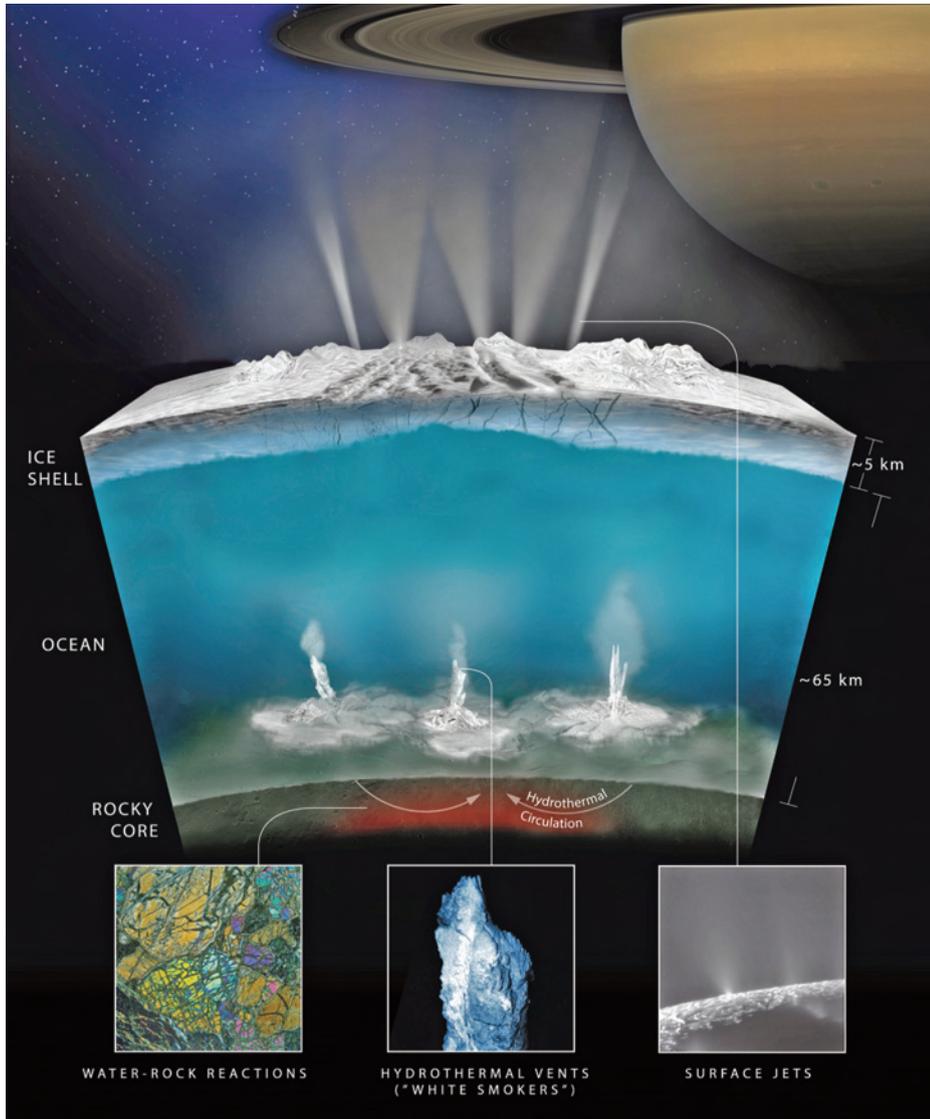
energia per il metabolismo, e i giusti elementi chimici, principalmente carbonio, idrogeno, azoto, ossigeno, fosforo e zolfo.

Con questa scoperta, Cassini ha dimostrato che Encelado (una piccola luna ghiacciata, distante dal Sole un miliardo e mezzo di chilometri) ha quasi tutti gli ingredienti per l'abitabilità. Cassini non ha ancora mostrato che il fosforo e lo zolfo sono presenti nell'oceano, ma gli scienziati sospettano che ci siano, poiché il nucleo roccioso di Encelado è ritenuto chimicamente simile ai meteoriti che contengono i due elementi. *"La conferma che l'energia chimica per la vita esiste nell'oceano di una*

*piccola luna di Saturno è un importante traguardo nella ricerca di mondi abitabili oltre la Terra"*, ha detto Linda Spilker, Cassini project scientist del Jet Propulsion Laboratory (JPL) della NASA, Pasadena, California. La sonda Cassini ha rilevato l'idrogeno in un pennacchio di gas e nel materiale ghiacciato spruzzato da Encelado durante il suo ultimo e più profondo tuffo del 28 ottobre 2015 attraverso il pennacchio stesso. Cassini ne aveva campionato la composizione anche durante flybys precedenti. Da queste osservazioni gli scienziati hanno stabilito che circa il 98% del gas del pennacchio è acqua, circa l'1% è idrogeno e il re-

sto è un miscuglio di altre molecole, che includono anidride carbonica, metano e ammoniaca. La misurazione era stata fatta usando il Neutral Mass Spectrometer (INMS), che "fiuta" i gas per determinare la loro composizione. INMS era stato progettato per campionare l'alta atmosfera di Titano, luna di Saturno. Dopo la sorprendente scoperta del torreggiante pennacchio di ghiaccio spruzzato nel 2005, profuso da fessure calde vicino al polo sud, gli scienziati avevano girato il suo rilevatore verso la piccola luna.

Cassini non era stata progettata per rilevare segni di vita nel pennacchio di Encelado, infatti gli scienziati non



**Q**uesta grafica illustra come gli scienziati della Cassini pensano che l'acqua interagisca con la roccia sul fondo dell'oceano della luna ghiacciata Encelado di Saturno, producendo idrogeno. [NASA/JPL-Caltech]

era visto in eruzione dalla superficie della luna, nello stesso luogo in cui Hubble vide tracce di un pennacchio nel 2014. Queste immagini rafforzano la prova che i pennacchi di Europa sarebbero un fenomeno reale, manifestandosi a intermittenza nella medesima regione della superficie della luna. Il pennacchio fotografato di recente sale per circa 100 km sopra la superficie di Europa, mentre quello osservato nel 2014 fu stimato essere alto circa 50 km. La collocazione di entrambi coincide con una regione insolitamente calda, la quale contiene strutture che sembrano essere crepe nella crosta ghiacciata della luna, già viste nei tardi anni '90 dalla sonda Galileo della NASA. I ricercatori ipotizzano che, come per Encelado, ciò possa essere l'evidenza che dell'acqua sta eruttando dall'interno della luna.

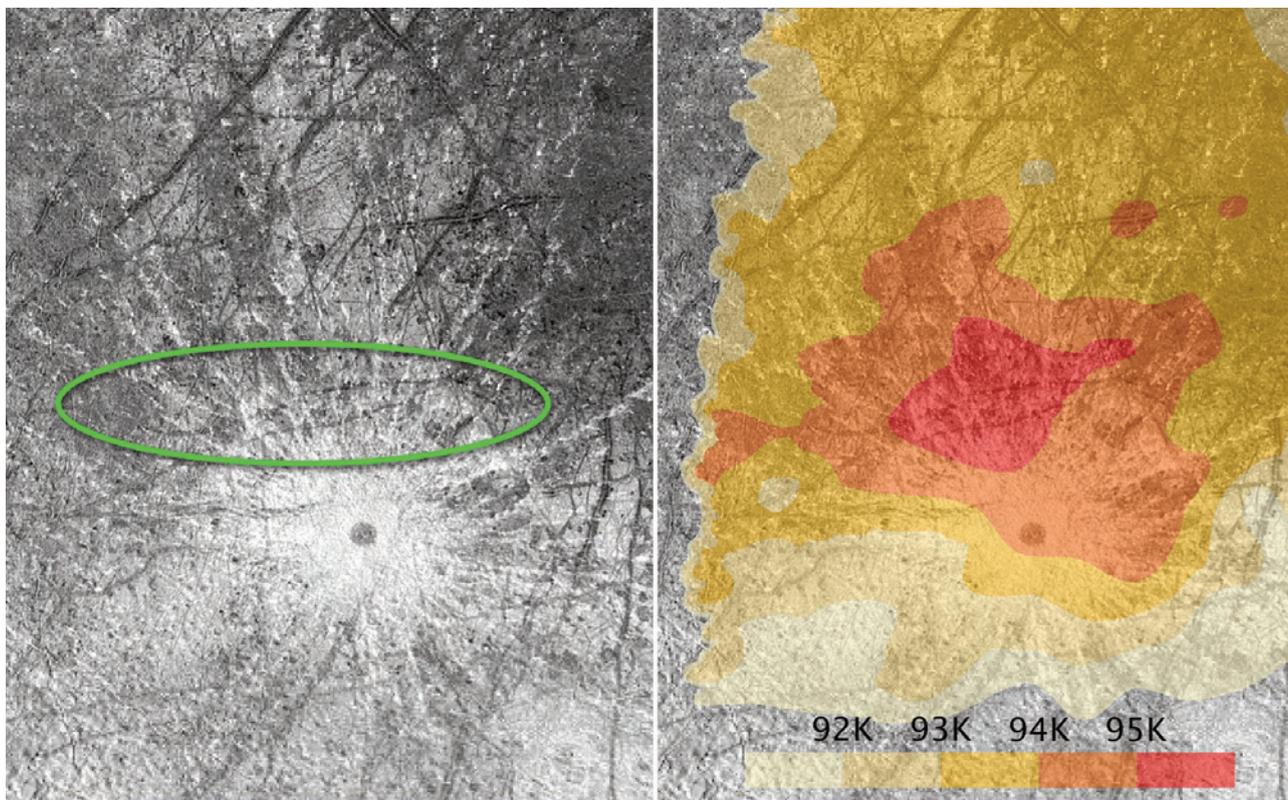
*"I pennacchi di Encelado sono associati a regioni più calde,*

*per tanto dopo che Hubble ha ripreso questa nuova struttura simile a un pennacchio su Europa, abbiamo guardato la sua collocazione sulla mappa termica della Galileo, scoprendo che il candidato pennacchio di Europa è collocato proprio su un'anomalia termica",* ha detto William Sparks, dello Space Telescope Science Institute in Baltimore, Maryland. Sparks ha guidato gli studi sul pennacchio con Hubble sia nel 2014 che nel 2016.

hanno saputo dell'esistenza del pennacchio fino all'arrivo della sonda a Saturno. *"Sebbene non possiamo rilevare la vita, abbiamo scoperto che là c'è una fonte di cibo per essa. È un po' come un negozio di caramelle per i microbi",* ha detto Hunter Waite, primo autore dello studio della Cassini. I nuovi risultati sono una linea indipendente di prove che l'attività idrotermale sta avvenendo nell'oceano di Encelado. Risultati precedenti, pubblicati nel marzo 2015,

avevano suggerito che dell'acqua calda stava interagendo con la roccia al di sotto del mare; le nuove scoperte supportano quella conclusione e aggiungono che la roccia sembra reagire chimicamente producendo idrogeno.

L'articolo che dettaglia le nuove scoperte del telescopio spaziale Hubble, pubblicato su *The Astrophysical Journal Letters*, riferisce di osservazioni di Europa del 2016, in cui un probabile pennacchio di materiale



L'ovale verde delimita il pennacchio osservato da Hubble su Europa. L'area corrisponde anche a una regione calda sulla superficie di Europa. La mappa è basata su osservazioni della sonda Galileo. [NASA/ESA/STScI/USGS]

I ricercatori dicono che se i pennacchi e le macchie calde sono collegati, potrebbe significare che l'acqua che viene espulsa dal disotto della crosta ghiacciata riscalda la superficie circostante. Un'altra idea è che l'acqua eiettata dal pennacchio ricade sulla superficie sotto forma di nebbiolina, cambiando la struttura dei grani superficiali, permettendo loro di trattenere del calore più a lungo del paesaggio circostante.

Sia per le osservazioni del 2014 sia per quelle del 2016, il team ha utilizzato lo Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS) di Hubble per riprendere i pennacchi in luce ultravioletta. Poiché Europa transita di fronte a Giove, qualunque struttura atmosferica attorno al bordo della luna blocca una parte della luce di

Giove, consentendo a STIS di vedere le strutture in controluce. Sparks e il suo team stanno continuando a usare Hubble per monitorare Europa in cerca di ulteriori esempi di candidati pennacchi, e sperano di stabilire la frequenza con cui appaiono.

Future esplorazioni della NASA di "mondi oceano" saranno rese possibili dal monitoraggio di Hubble dell'attività del presunto pennacchio di Europa e dall'investigazione a lungo termine di Cassini del pennacchio di Encelado. In particolare, entrambe le investigazioni stanno ponendo le basi per la missione Europa Clipper della NASA, il cui lancio è programmato per gli anni '20. "Se ci sono pennacchi su Europa, come noi fortemente sospettiamo, con Europa Clipper saremo pronti a

studiarli", ha detto Jim Green, Director of Planetary Science, NASA Headquarters. L'identificazione da parte di Hubble di un sito che sembra avere un'attività a pennacchio intermittente persistente fornisce alla missione un target allettante da investigare con la sua potente dotazione di strumenti scientifici. In aggiunta, alcuni coautori di Sparks negli studi di Europa con Hubble stanno approntando una potente camera ultravioletta, da far volare su Europa Clipper, che fornirà misurazioni simili a quelle di Hubble, ma da migliaia di volte più vicino.

E numerosi membri del team Cassini INMS stanno sviluppando una squisitamente sensibile, futuristica versione del loro strumento da far volare con Europa Clipper. ■

# Antica polvere stellare fa luce sulle prime stelle

by ESO / Anna Wolter

**U**n'equipe internazionale di astronomi, guidati da Nicolas Laporte dell'University College di Londra, ha usato il telescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) per osservare A2744\_YD4, la galassia più giovane e più distante mai osservata da ALMA. Sorprendentemente gli astronomi hanno trovato che questa giovane galassia contiene molta polvere interstellare, polvere formata dalla morte di una generazione precedente di stelle. Osservazioni successive con lo strumento X-shooter sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO hanno confermato l'enorme distanza di A2744\_YD4. La galassia ci appare com'era quando l'Universo aveva solo 600 milioni di anni, durante il periodo in cui si stavano formando le prime stelle e le prime galassie. Questo periodo corrisponde a un redshift di  $z=8,38$ , durante l'epoca di reionizzazione. *"Non solo A2744\_YD4 è la galassia più distante mai osservata da ALMA,"* commenta Nicolas Laporte, *"ma trovare così tanta polvere indica che una generazione precedente di supernove deve aver 'inquinato' questa galassia."*



La polvere cosmica è composta per la maggior parte da silicio, carbonio e alluminio, in grani piccolissimi, fino a un milionesimo di centimetro. Gli elementi chimici presenti nei grani sono formati all'interno delle stelle e vengono sparsi nel cosmo quando le stelle muoiono, nel modo più spettacolare attraverso un'esplosione di supernova, l'atto finale della vita breve e intensa delle stelle più massicce.

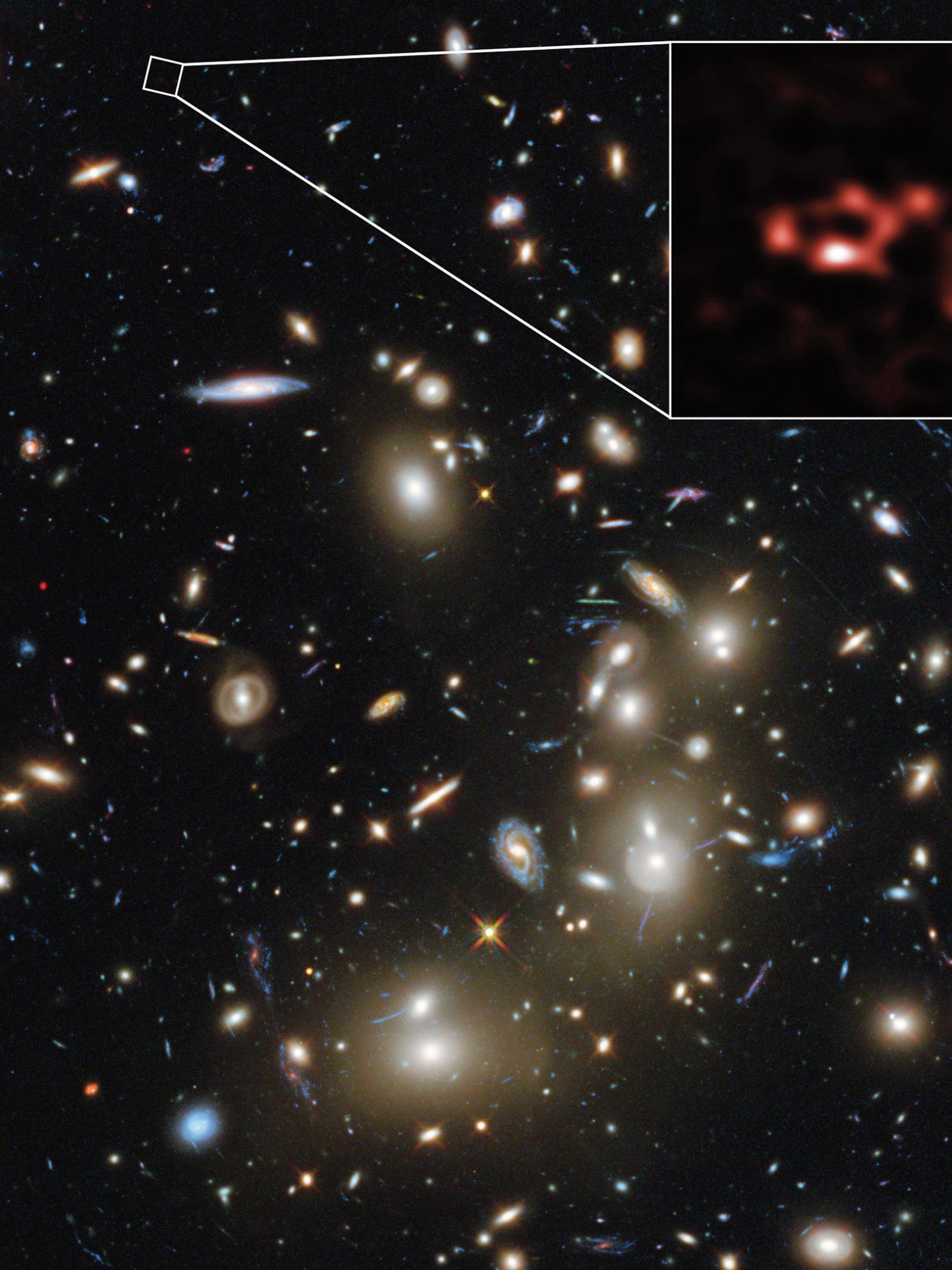
Oggi la polvere è abbondante e rappresenta un elemento chiave nella formazione di stelle, pianeti e molecole complesse; nell'Universo primordiale, invece, prima che le prime generazioni di stelle terminassero la propria vita, era molto scarsa.

Le osservazioni della galassia polverosa A2744\_YD4 sono state possibili perché questa galassia si trova dietro a un ammasso di galassie massiccio chiamato Abell 2744. Grazie a un fenomeno noto come lente gravitazionale, l'ammasso agisce come un gigantesco 'telescopio' cosmico e intensifica la galassia più distante, A2744\_YD4, circa 1,8 volte, permettendo così all'equipe di osservare una zona più lontana dell'Universo.

Le osservazioni di ALMA hanno anche trovato emissione di ossigeno ionizzato proveniente da A2744\_YD4. È la più distante, e cioè la più antica nel tempo, rilevazione di ossigeno nell'Universo, e batte un precedente risultato di ALMA risalente al 2016.

L'osservazione di polvere nell'Universo primordiale fornisce nuove

**Q**uesta rappresentazione artistica mostra il possibile aspetto della giovane galassia distante A2744\_YD4. Osservazioni con ALMA hanno dimostrato che questa galassia, osservata quando l'Universo aveva solo il 4% della sua età attuale, contiene molta polvere. La polvere è stata prodotta da una precedente generazione di stelle e queste osservazioni forniscono nuove conoscenze sulla nascita e sulla morte esplosiva delle primissime stelle dell'Universo. [ESO/M. Kornmesser]



**Q**uesta immagine è dominata da una veduta spettacolare del ricco ammasso di galassie Abell 2744, ottenuta dal telescopio spaziale Hubble della NASA/ESA. Ma al di là dell'ammasso, osservata quando l'Universo aveva solo 600 milioni di anni, si vede una debole galassia chiamata A2744\_YD4. Le nuove osservazioni di questa galassia con ALMA, mostrate in rosso, hanno dimostrato che è molto ricca di polvere. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), NASA, ESA, ESO and D. Coe (STScI)/J. Merten (Heidelberg/Bologna)]

informazioni sull'epoca in cui esplosero le prime supernove e perciò il momento in cui le prime stelle caldissime inondarono l'Universo di luce. Determinare l'epoca di questa "alba cosmica" è un "sacro graal" dell'astronomia moderna e può essere sonda-

ta indirettamente attraverso lo studio della polvere interstellare primordiale. L'equipe stima che A2744\_YD4 contenesse una quantità di polvere equivalente a 6 milioni di volte la massa del Sole, mentre la massa totale delle stelle della galassia (o massa stellare) era di 2 miliardi di volte la massa del Sole. L'equipe ha misurato anche il tasso di formazione stellare di A2744\_YD4 e ha trovato che le stelle si stanno formando a un tasso pari a 20 masse solari per anno (da confrontare con una massa solare all'anno

nella Via Lattea). Questo tasso implica che la massa totale delle stelle formate ogni anno è equivalente a 20 volte la massa del Sole.

*"Questo tasso non è insolito per una galassia così distante, ma ci mostra come la polvere di A2744\_YD4 si sia formata velocemente,"* spiega Richard Ellis (ESO e University College di Londra), coautore del lavoro. *"È sorprendente verificare che il tempo richiesto è di soli 200 milioni di anni; stiamo osservando questa galassia poco dopo la sua formazione."*

Ciò significa che un episodio di formazione stellare significativo è iniziato circa 200 milioni di anni prima del-

l'epoca in cui si osserva la galassia. È una grande opportunità che ALMA aiuti a studiare l'era in cui le prime stelle e le prime galassie si sono letteralmente "accese"; le epoche più antiche mai sondate. Il nostro Sole, il nostro pianeta e la nostra esistenza

**Q**uesto video mostra una rappresentazione artistica di come potrebbe apparire la galassia giovane e distante A2744\_YD4 e di come le esplosioni di supernova, la morte di stelle molto massicce e molto brillanti, l'abbiano inquinata con la polvere. Le osservazioni con ALMA di questa galassia, osservata quando l'Universo aveva solo il 4% della sua età attuale, forniscono nuove conoscenze sulla nascita e sulla morte esplosiva delle primissime stelle dell'Universo. [ESO/M. Kornmesser]

sono il prodotto, 13 miliardi di anni dopo, di queste prime generazioni di stelle. Studiando la loro formazione, la loro vita e la loro morte stiamo esplorando le nostre origini.

*"Con ALMA, le prospettive per osservazioni più profonde e più estese di galassie simili a questa in quelle epoche così lontane sono molto promettenti",* commenta Ellis.

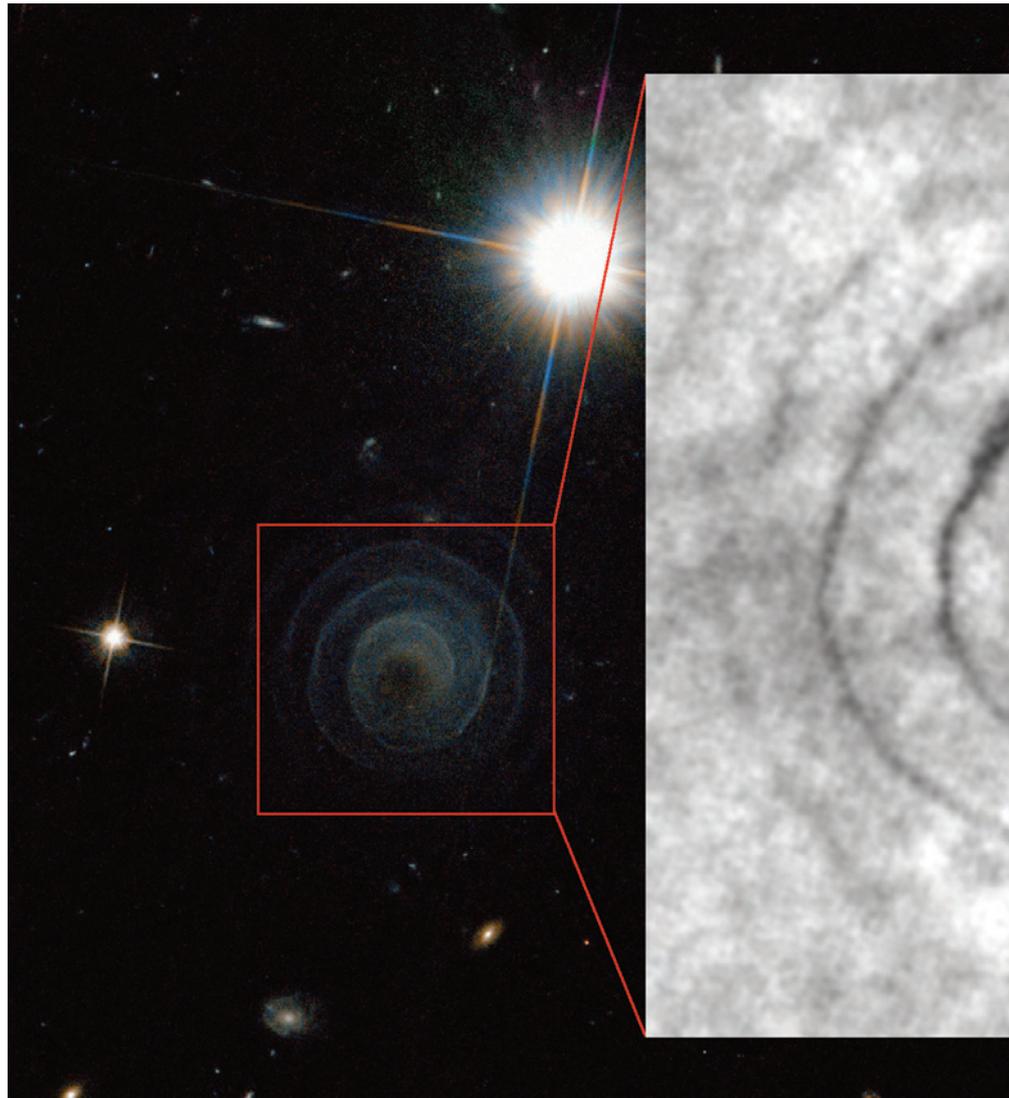
E Laporte conclude: *"Ulteriori misure di questo tipo ci danno una prospettiva esaltante di poter tracciare la formazione stellare precoce e la creazione di elementi chimici più pesanti anche più all'indietro, verso l'Universo primordiale".* ■

# ALMA aggiunge una nuova dimensione a un risultato dell'HST

by *ALMA Observatory*

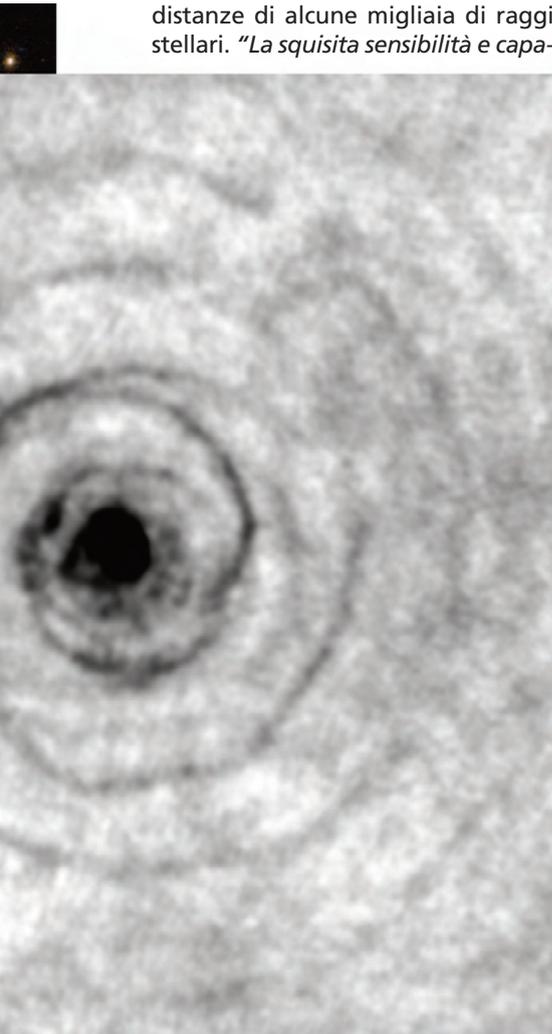
Un team internazionale di astronomi, guidato da Hyosun Kim, dell'Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA, Taiwan), ha scoperto un modo per determinare la forma orbitale delle stelle binarie con periodo orbitale troppo lungo per essere misurato direttamente. Questa nuova tecnica è stata possibile grazie a una osservazione della vecchia stella LL Pegasi (nota anche come AFGL 3068) usando un telescopio all'avanguardia, l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). *"È talmente entusiasmante vedere una così bella struttura simile a un guscio a spirale nel cielo. Le nostre osservazioni hanno rivelato la geometria tridimensionale squisitamente ordinata di questo guscio a spirale e abbiamo prodotto una teoria molto soddisfacente per da conto dei suoi dettagli"*, ha detto Hyosun Kim.

La nuova immagine di ALMA rivela le strutture dettagliate del guscio a spirale impresse nel materiale gassoso continuamente espulso da LL Pegasi. Un confronto di questa immagine con



*Immagine HST del 2010 di LL Pegasi (sinistra). [ESA/NASA & R. Sahai]  
A destra, immagine ALMA di LL Pegasi. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / Hyosun Kim et al.]*

simulazioni al computer ha portato il team, per la prima volta, alla conclusione che un sistema binario con un'orbita altamente ellittica è responsabile di questa morfologia della distribuzione del gas. In particolare, la biforcazione del guscio a spirale, che è chiaramente visibile nelle immagini di ALMA, è una caratteristica unica delle binarie ellittiche. Questo oggetto per eccellenza apre una nuova finestra sulla natura delle binarie centrali, attraverso le strutture ripetitive che risiedono lontano dalle stelle, a distanze di alcune migliaia di raggi stellari. "La squisita sensibilità e capa-



cità di ALMA di ritrarre con elevata precisione tali complesse strutture a

spirale era indispensabile per questo studio. Ci siamo entusiasmati nel vedere le nuove immagini trasformate in ricchi risultati, e le implicazioni di questi nella ricerca delle binarie", ha detto Alfonso Trejo (ASIAA, Taiwan), coautore dello studio. Le binarie in orbite ellittiche, per stelle in tarde fasi evolutive, possono essere presenti in

un vasto intervallo di periodi. Molte nebulose planetarie (stelle che sono al successivo stadio evolutivo) consistono di strutture quasi sferiche nelle parti esterne e di strutture altamente asimmetriche nelle parti interne. Le strutture quasi sferiche includono quelle che appaiono come spirali, gusci e archi, mentre le strutture altamente non sferiche appaiono bipolari o multipolari. La coesistenza di tali strutture geometricamente distinte è enigmatica perché suggerisce la simultanea presenza sia di ampie sia di strette interazioni fra binarie. Questo fenomeno è stato attribuito alle stelle binarie con orbite ellittiche. Come indicato da questa ricerca, i parametri orbitali delle binarie centrali possono



Visualizzazione 3D dell'immagine ALMA di LL Pegasi. Ogni frame del video mostra il gas molecolare che circonda LL Pegasi per una diversa velocità lungo la linea di vista. Tale velocità, che avanza di 1 km/s per frame, è indicata nell'angolo in alto a destra. La dimensione del campo è 20000 volte la distanza fra Sole e Terra. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / Hyosun Kim et al.]

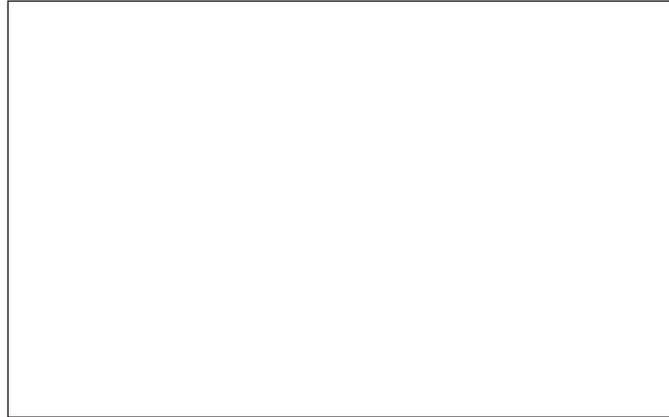
essere ottenuti attraverso un'accurata ispezione delle strutture ricorrenti più esterne, che evidenziano l'origine della transizione da strutture quasi sferiche a strutture asimmetriche. LL Pegasi è una gigante rossa che sta perdendo massa e ha una dimensione oltre 200 volte quella del Sole. Tra le fasi dell'evoluzione stellare, si trova attualmente sul



Visualizzazione 3D del gas molecolare che circonda LL Pegasi. Prima come appare all'HST e poi come appare dall'emissione molecolare vista da ALMA. Il modello numerico appare a fianco della nebulosa, e sia il modello sia l'immagine sono ruotate per mostrare l'eccellente corrispondenza tridimensionale. [Hyosun Kim et al. / I-Ta Hsieh (ASIAA)]

ramo asintotico delle giganti, che riflette il futuro del Sole fra alcuni miliardi di anni. Questa stella si era distinta una decina di anni fa per una foto di una spirale quasi perfetta, ottenuta con il telescopio spaziale Hubble. La presenza di una spirale attorno a una vecchia stella non era mai stata riferita prima della scoperta di questo oggetto.

*“Questo insolitamente ordinato sistema offre un modo per capire come le orbite di sistemi simili evolvono nel tempo, poiché ogni sinuosità della spirale campiona una diversa orbita in un differente periodo”,* ha detto Mark Morris (UCLA, USA), coautore dello studio.

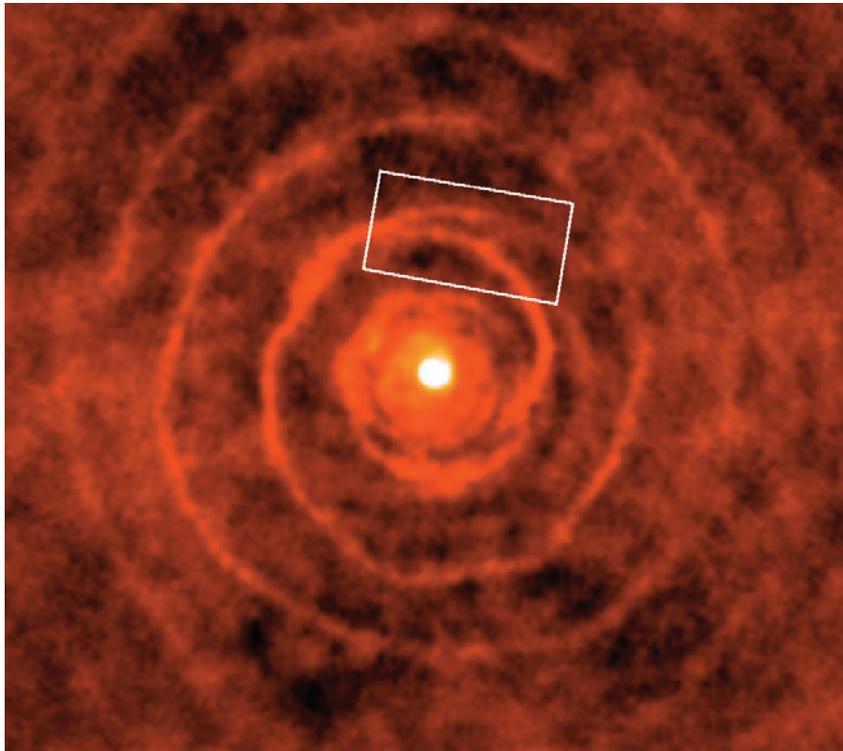


La regolarità della struttura era piuttosto sorprendente, portandola a essere considerata come risulta-

questa meglio caratterizzata, inequivocabile e completa spirale appaia influenzata da un sistema con orbita ellittica.

*“Per quanto l’immagine dell’HST ci mostri la bella struttura a spirale, è comunque una proiezione 2D di una forma 3D, che si rivela completamente nei dati di ALMA”,* ha detto Raghvendra Sahai (JPL, USA), un coautore dello studio. Le nuove immagini di ALMA rivelano informazioni sulla cinematica spaziale di gas molecolare denso nella struttura del guscio a spirale, svelando la dinamica della perdita di massa della stella gigante, modulata dal suo moto orbitale. *“L’intervallo fra i bracci di spirale fornisce per LL Pegasi un periodo orbitale di circa 800 anni, corrispondente a un moto della binaria che può forse essere rilevato con osservazioni continue per diverse generazioni.*

*Decodificare la struttura del guscio a spirale è un modo ingegnoso per tracciare a ritroso la storia del moto orbitale”,* ha aggiunto Sheng-Yuan Liu (ASIAA, Taiwan), un coautore dello studio. *“Mettendo questo sorprendente guscio a spirale in mostra, la Natura ci ha lasciato alcuni chiari messaggi. Decifrare questi messaggi per determinare la dinamica delle stelle centrali è la sfida che gli astronomi stanno affrontando”,* ha concluso Hyosun Kim. ■



**U**n team internazionale di astronomi ha scoperto, usando ALMA, la natura ellittica dell’orbita binaria della vecchia stella LL Pegasi e della sua compagna. Questa figura mostra l’immagine composita del gas molecolare attorno a LL Pegasi. Confrontando la distribuzione del gas rivelata in grande dettaglio da ALMA con le simulazioni teoriche, il team ha concluso che la biforcazione della struttura a spirale (nel rettangolo bianco) è il risultato di un sistema binario altamente ellittico. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / Hyosun Kim et al.]

**Z**oomata verso la vecchia stella LL Pegasi, nella costellazione di Pegaso. [Hyosun Kim (ASIAA)]

# BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

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

## nuovo modello OMEGA FORK

### PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE:

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

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

Viti senza fine in acciaio inox rettificate D19mm

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

Contrappeso acciaio inox, uno da 4 kg

Barra contrappesi acciaio inox D30mm piena

Portata ideale 18 kg

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

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

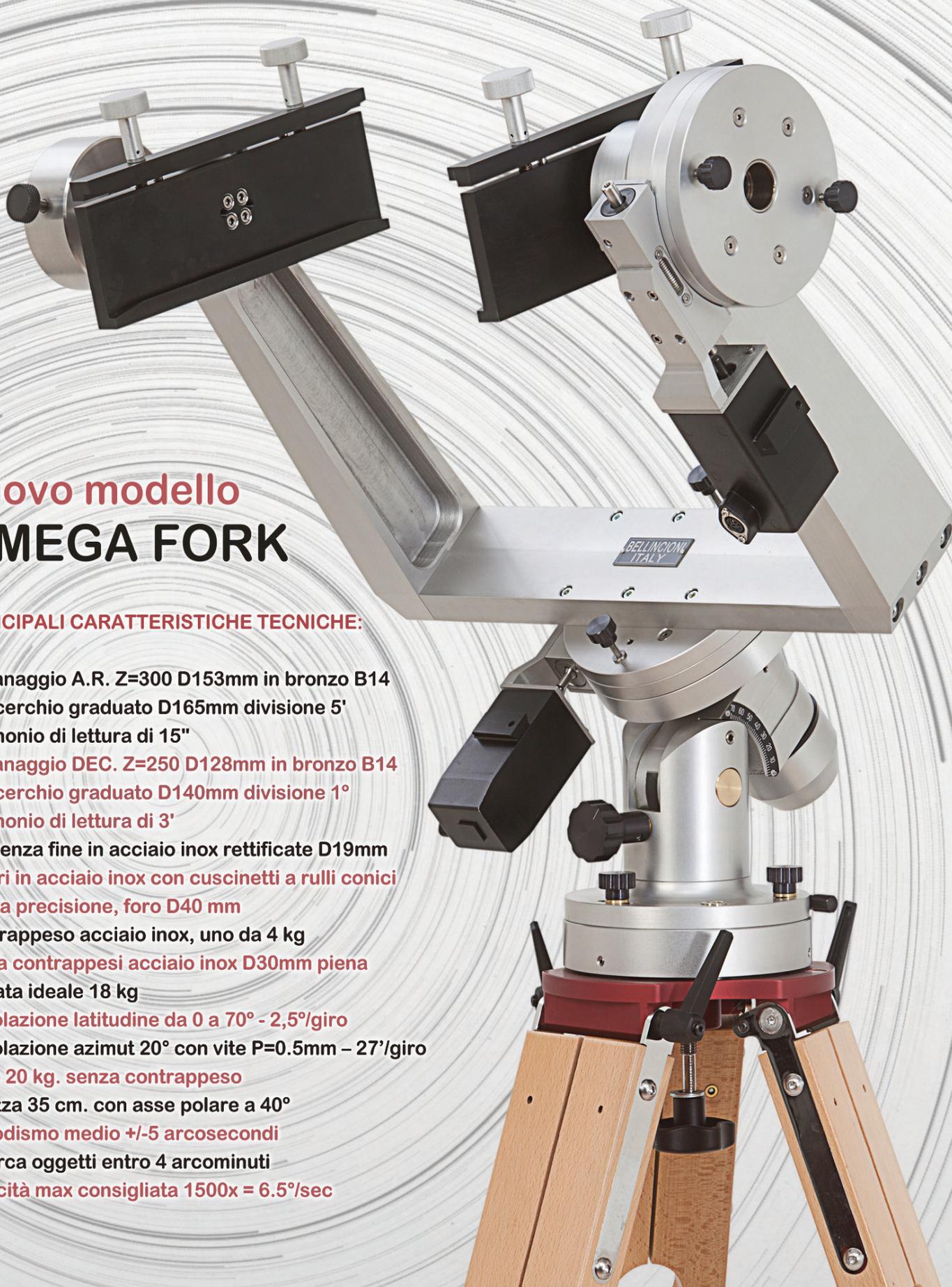
Peso 20 kg. senza contrappeso

Altezza 35 cm. con asse polare a 40°

Periodismo medio +/-5 arcosecondi

Ricerca oggetti entro 4 arcominuti

Velocità max consigliata 1500x = 6.5°/sec



# Bloostar, lo spazio a portata di mano

di Michele Ferrara

*La corsa allo spazio da parte di compagnie private è sempre più incalzante e ormai se ne contano già una trentina con programmi aerospaziali avviati o in fase di sviluppo. Una di queste, la Zero 2 Infinity, sta perfezionando un curioso sistema di messa in orbita di piccoli satelliti che prevede l'impiego di un vettore ibrido formato da un pallone stratosferico e da un piccolo razzo a tre stadi.*

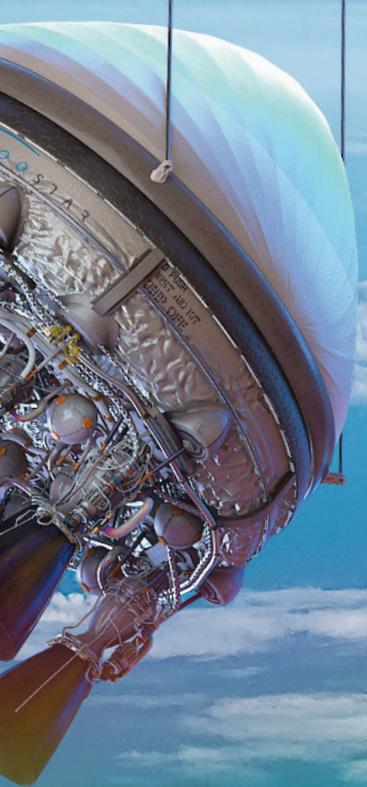




L'ostacolo principale che deve superare chi vuole inviare un oggetto nello spazio è indubbiamente la forza gravitazionale della Terra. Non fa molta differenza se quell'oggetto fuggirà dall'attrazione del nostro pianeta, se resterà in orbita attorno ad esso, o se più semplicemente compirà un volo suborbitale di breve durata. In ogni caso l'oggetto va portato abbastanza in alto da permettergli di svolgere la sua missione. E il problema sta proprio qui, perché lanciare dalla superficie terrestre un carico verso lo spazio è un'operazione

estremamente dispendiosa: il costo del trasporto può arrivare ad alcune decine di migliaia di dollari per chilogrammo.

Mediamente, circa il 90% della massa che decolla da una rampa di lancio al suolo viene dilapidata nei primi minuti di missione: il carburante bruciato, il razzo vettore disperso, la troposfera inquinata, e tutto ciò per portare il restante 10% (se non meno) a destinazione. È vero che esistono da tempo soluzioni sempre più efficaci per recuperare almeno in parte gli stadi dei razzi vettori al fine di riutilizzarli



**R**appresentazione grafica di Bloostar, come appare alcuni istanti prima che si accendano i motori a razzo. [Zero 2 Infinity]



(è il cosiddetto Reusable Launch System), ma si tratta di soluzioni ancora da perfezionare e per lo più applicabili a carichi utili (payloads) leggeri, ovvero piccoli satelliti, da inserire in orbite basse. Se l'obiettivo è essenzialmente quello di trasportare satelliti di massa e dimensioni modeste, a dire il vero esisterebbe un'altra via già tracciata attorno alla metà del secolo scorso e che consente di lanciare il payload con un razzo vettore di potenza e dimensioni molto ridotte, trasferito ad alta quota con un pallone stratosferico. Insomma, una sorta di rampa di lancio volante.

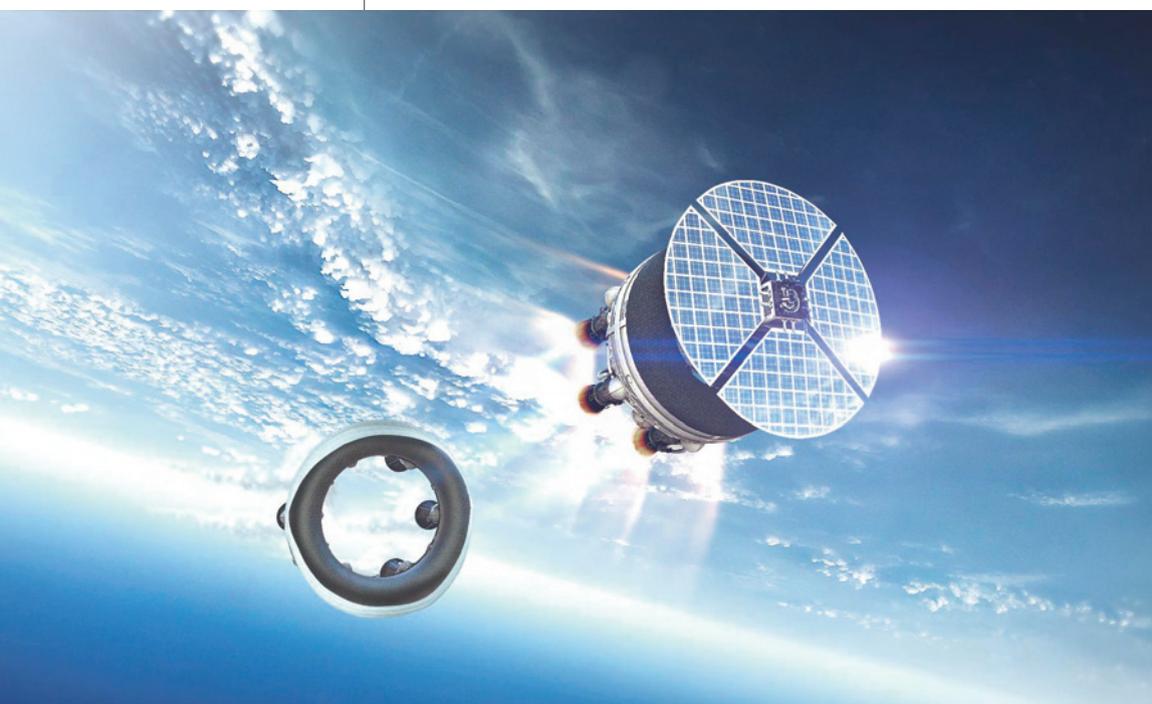
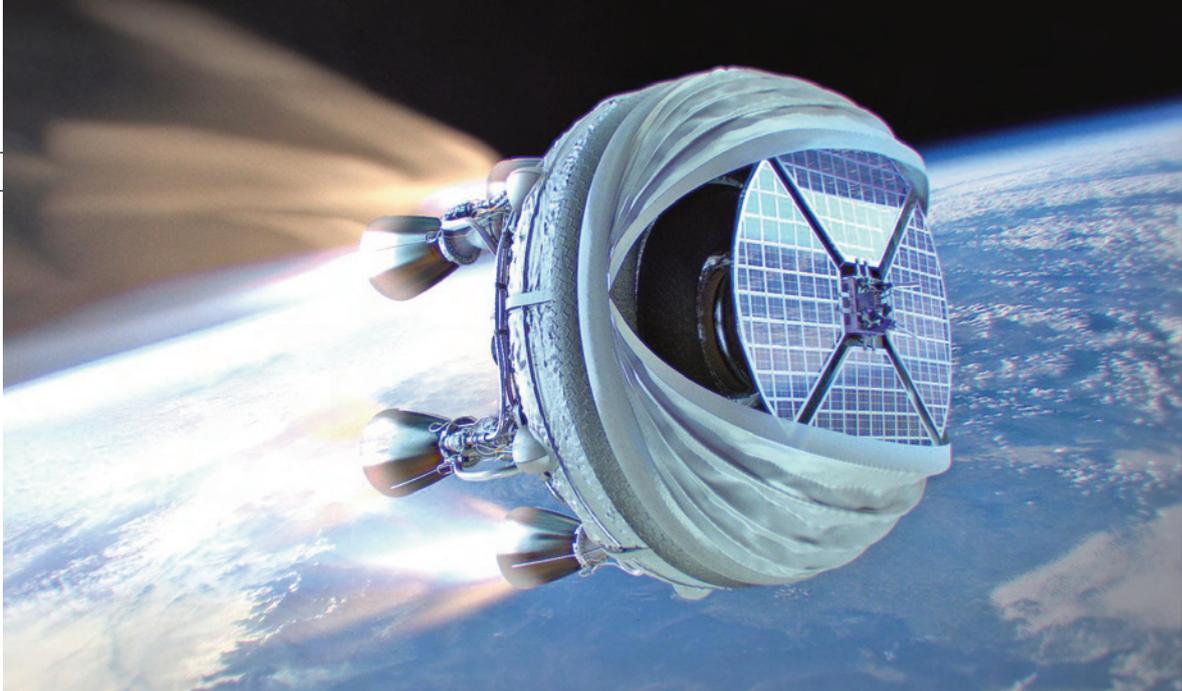
Questa soluzione fu sperimentata nel decennio che portò alla prima vera missione spaziale (quella dello Sputnik), con i lanci di una sonda denominata Deacon, destinata a voli suborbitali. Da quei primi tentativi sono passati circa 60 anni e oggi il concetto di "rockoon" (sincroni di "rocket" e "balloon") è tornato alla ribalta grazie alla compagnia aerospaziale spagnola Zero 2 Infinity. Fondata nel 2009 da Jose Mariano Lopez-Urdiales (attuale CEO), questa compagnia, con sede in Barcellona, è specializzata nel trasporto ad alta quota di strumentazioni scientifiche a mezzo di palloni stratosferici e nella raccolta dei dati da esse prodotti. Attraverso un sistema denominato "Near Space balloon platform", nel maggio del 2016 la Zero 2 Infinity aveva trasportato con successo nella stratosfera, a 28 km di quota, il primo satellite della compagnia Aistech (anch'essa con sede nei pressi di Barcellona).

Quella missione era stata essenzialmente un test per verificare sia le soluzioni sia le strumentazioni adottate dalle due compagnie; ma per la Zero 2 Infinity era stato anche un passo importante verso la realizzazione del progetto Bloostar.

**A sinistra, veduta laterale di Bloostar con la stiva chiusa. Sotto, i tre stadi del razzo e la piattaforma che ospiterà il payload. [Zero 2 Infinity]**



**A** destra, l'apertura della stiva di Bloostar prima della separazione del primo stadio. [Zero 2 Infinity]



Definito "la scorciatoia per l'orbita", Bloostar è un vettore ibrido per il lancio di satelliti pesanti fino a circa 100 kg, formato da un pallone stratosferico in grado di trasportare fino a un massimo di 40 km di altezza un particolare tipo di razzo a 3 stadi, che ha il compito di spingere il payload verso la sua orbita.

A parità di peso trasportato, questo sistema di lancio ha evidenti vantaggi rispetto al tradizionale razzo che parte da una rampa di lancio al suolo: consente di risparmiare una gran quantità di propellente; le dimensioni degli

**S**opra, la separazione del primo stadio di Bloostar. A lato, l'ultimo stadio con il satellite. [Zero 2 Infinity]





**S**chema del profilo di ascensione del sistema Bloostar. [Zero 2 Infinity]

stadi del razzo si riducono notevolmente; non è più necessaria la costruzione e la gestione di una classica rampa di lancio; gran parte delle componenti del vettore ibrido sono riutilizzabili entro tempi rapidi; l'inquinamento dell'aria che respiriamo è ridotto pressoché a zero.

Il razzo di Bloostar è formato da una serie di motori a propellente liquido, disposti in una conformazione a tori concentrici, aganciati centralmente al payload. Ciascun toro lavora come uno stadio di un razzo tradizionale, ma la spinta richiesta è di gran lunga inferiore, trovandosi il vettore a un'al-

**P**rototipo di Bloostar portato a 25 km di quota. [Zero 2 Infinity]

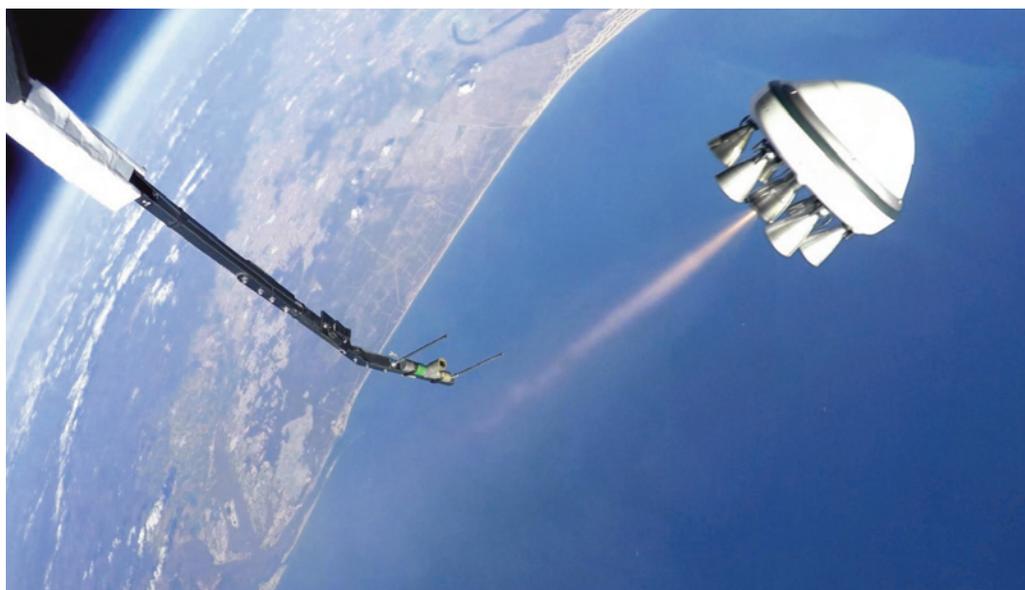




**S**opra, Bloostar sta raggiungendo i 25 km. Sotto, primo piano dell'accensione. [Zero 2 Infinity]

titudine in cui ha già oltrepassato il 95% della massa atmosferica. Le ridotte dimensioni degli stadi del razzo sono un vantaggio anche dal punto di vista del loro recupero e riutilizzo, infatti la loro massa contenuta riduce i danni causati dall'attrito con

l'atmosfera durante il rientro. Inoltre, poter accendere i motori in un ambiente con aria molto rarefatta, dove non esistono perturbazioni, consente di direzionare con precisione il payload verso l'orbita di destinazione, fino a un'altezza massima di 600 km.





**A sinistra e sotto, il distacco di Bloostar a 25 km di altezza. [Zero 2 Infinity]**

L'1 marzo scorso, Zero 2 Infinity ha testato con successo un prototipo di Bloostar, lanciando il primo razzo dall'alta atmosfera, a circa 25 km di quota. Come dichiarato dai responsabili della compagnia, gli obiettivi di questo test erano la validazione dei sistemi di telemetria in condizioni simili a quelle dello spazio, l'accensione controllata e la stabilizzazione del razzo, il monitoraggio della sequenza di lancio, l'apertura del paracadute e il recupero in mare del vettore. Tutti questi obiettivi sono stati pienamente raggiunti e Zero 2 Infinity si conferma essere l'unica compagnia aerospaziale in grado di offrire nel prossimo futuro



un sistema rockoon affidabile per la messa in orbita di piccoli satelliti. Il primo lancio commerciale di Bloostar è previsto nel 2019. Già nel 2018 inizieranno invece i test orbitali veri e propri.

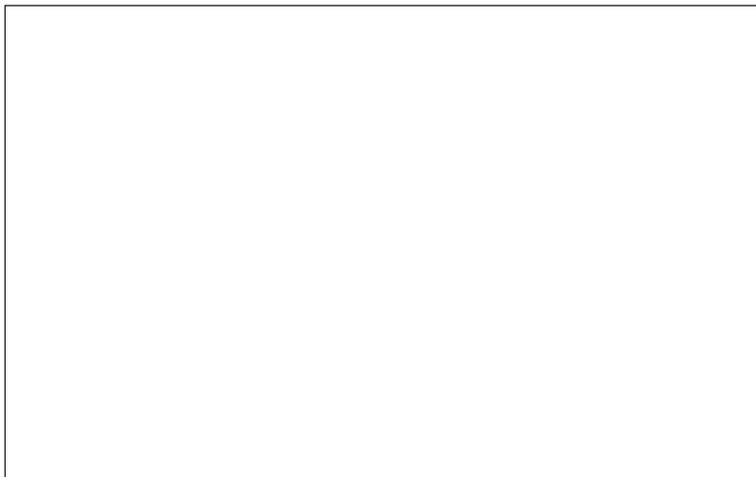
Mentre per il volo di verifica dello scorso marzo la salita del rockoon è iniziata al largo delle coste della Spagna continentale, per i lanci con payload le missioni Bloostar inizieranno nel mare delle Canarie, la cui collocazione geografica è più vantaggiosa al successivo

**Spettacolare video che illustra il concetto Bloostar. [Zero 2 Infinity]**



**R**ight, video of the first flight test of Bloostar. Below, Jose Mariano Lopez-Urdiales, the CEO and founder of Zero 2 Infinity, stands near the Bloon module. [Zero 2 Infinity]

**A** destra, video del primo volo di test di Bloostar. Sotto, Jose Mariano Lopez-Urdiales, fondatore e amministratore delegato di Zero 2 Infinity, posa a fianco del modulo Bloon. [Zero 2 Infinity]



inserimento in orbita dei satelliti trasportati. Le operazioni di accensione dei razzi, rilascio dei payloads, loro immissione in orbita e recupero del vettore saranno gestite direttamente da Zero 2 Infinity.

L'industria dei satelliti artificiali ha accolto favorevolmente la sperimentazione di Bloostar, tanto che Zero 2 Infinity ha già raccolto oltre 250 milioni di dollari in lettere d'intenti per i lanci futuri.

Con questi presupposti è molto probabile che la compagnia aerospaziale di Barcellona riuscirà a inserirsi stabilmente nel mercato dei piccoli lanciatori, perché se è vero che Bloostar ha un limite nella massa del

payload, è anche vero che la miniaturizzazione dei satelliti è crescente, e oggi con payload di piccole dimensioni e peso minimo è possibile produrre dati e immagini accessibili finora solo a satelliti di stazza rilevante.

Oltre a costi estremamente ridotti rispetto ai vettori tradizionali, il sistema Bloostar garantirà anche una maggiore frequenza di lanci e tempi di prenotazione molto più brevi. Per di più, i satelliti possono essere trasportati senza la necessità di ripiegare alcune loro componenti, al fine di ottimizzare la capienza della stiva. Con i vettori tradizionali è capitato non di rado in passato che l'attività di alcuni satelliti sia stata più o meno compromessa dal mancato dispiegamento dei pannelli solari o di determinati strumenti scientifici. Con Bloostar questo rischio è scongiurato, perché i satelliti possono essere rilasciati già nella loro configurazione finale.

In attesa di conoscere gli sviluppi futuri del rockoon di Zero 2 Infinity, può essere utile ricordare che questo non è l'unico settore commerciale in cui opera questa compagnia. Zero 2 Infinity offre anche servizi per testare l'affidabilità di satelliti e strumenti scientifici vari in diverse condizioni ambientali, e sta anche sviluppando un programma di turismo spaziale che prevede il trasporto di persone a bordo di palloni stratosferici a 36 km di quota, a un passo dal cielo nero, dove è già possibile percepire la Terra nella sua interezza e intuirne la fragilità e unicità rispetto alle profondità cosmiche. I turisti spaziali alloggeranno in un apposito abitacolo, denominato Bloon, che è già stato testato lo scorso gennaio con risultati molto soddisfacenti. ■



# Stelle nate nel vento dei buchi neri supermassicci

by ESO / Anna Wolter

**U**n gruppo di astronomi europei ha utilizzato gli strumenti MUSE e X-shooter installati sul VLT (Very Large Telescope) all'Osservatorio dell'ESO, al Paranal, in Cile, per studiare la collisione in corso tra due galassie, note con il nome collettivo di IRAS F23128-5919, a circa 600 milioni di anni luce dalla Terra. Il gruppo ha osservato il colossale vento o flusso di materia che si forma nei dintorni del buco nero supermassiccio, nel cuore della coppia di galassie, e ha trovato la prima prova evidente che all'interno di questi venti si stanno formando delle stelle.

Le stelle si formano nei flussi di materia a un tasso molto elevato; gli astronomi dicono che ogni anno vengono create stelle per un totale di circa 30 volte la massa del Sole. Ciò rappresenta oltre un quarto del totale delle stelle formate in tutto il sistema di galassie in fusione. Questi flussi galattici sono spinti dall'enorme produzione energetica dei nuclei attivi e turbolenti delle galassie. I buchi neri supermassicci si annidano all'interno della maggior parte delle galassie, e mentre divorano materia riscaldano allo stesso tempo il gas circostante e lo espellono dalla galassia ospite per mezzo di venti densi e potenti. L'espulsione di gas per mezzo di flussi galattici produce un ambiente povero di gas all'interno della galassia, che potrebbe essere il motivo per cui alcune galassie cessa-

no di formare nuove stelle a mano a mano che invecchiano. Anche se questi flussi hanno più probabilità di essere spinti dai buchi neri centrali massicci, è anche possibile che i venti siano alimentati da supernovae in un nucleo starburst in cui è presente una vigorosa formazione stellare.

*"Gli astronomi pensano da tempo che le condizioni ambientali di questi flussi possano essere adatte alla formazione di stelle, ma nessuno finora li aveva visti direttamente perché è un'osservazione molto difficile da realizzare",* commenta il capo dell'equipe, Roberto Maiolino, dell'Università di Cambridge. *"I nostri risultati sono esaltanti perché mostrano in modo inequivocabile che le stelle vengono create all'interno di questi flussi di materia".*

Il gruppo si proponeva di studiare direttamente le stelle nel flusso di materia e il gas che le circonda. Usando due degli spettroscopi più all'avanguardia nel mondo, montati sul VLT: MUSE e X-shooter, hanno svolto uno studio dettagliato delle proprietà della luce emessa, per determinarne la sorgente.

La radiazione delle stelle giovani fa risplendere il gas circostante in modo particolare. L'estrema sensibilità di X-shooter ha permesso all'equipe di eliminare ogni altra causa per questa luce, tra cui onde d'urto dovute al gas o il nucleo attivo della galassia. Il gruppo ha poi fatto una misura diretta e

inconfondibile della presenza di una popolazione stellare appena nata nel flusso di materia. Ciò è stato possibile attraverso l'individuazione di impronte caratteristiche delle giovani popolazioni stellari e con una distribuzione di velocità consistente con quanto ci si aspetta dalle stelle che si formano ad alta velocità all'interno del flusso. Le stelle dovrebbero avere meno di poche decine di milioni di anni e l'analisi preliminare suggerisce che sono più calde e più brillanti delle stelle formate in ambienti meno estremi, come il disco galattico.

Come ulteriore prova, gli astronomi hanno anche determinato il moto e la velocità delle stelle. La luce della maggior parte di esse in questa regione indica che stanno viaggiando a velocità elevate allontanandosi dal centro della galassia, come è ragionevole aspettarsi per oggetti che si trovano nella corrente di un materiale in rapido movimento.

La coautrice Helen Russel (Institute of Astronomy, Cambridge, Regno Unito) aggiunge: "Le stelle che si formano nel vento vicino al centro della galassia potrebbero rallentare e anche ritornare verso l'interno, ma le stelle che si formano più all'esterno nel flusso risentono meno della decelerazione e potrebbero anche sfuggire completamente alla galassia".

La scoperta fornisce nuove ed entusiasmanti informazioni che potrebbero migliorare la nostra comprensione di alcuni fenomeni astrofisici, tra cui il modo in cui alcune galassie assumono la propria forma, come lo spazio intergalattico si arricchisce di elementi pesanti, e anche da dove proviene la radiazione cosmica di fondo infrarossa ancora non spiegata. Maiolino è entusiasta sul futuro: "Se la formazione stellare avviene veramente nella maggior parte dei flussi galattici, come alcune teorie prevedono, fornirebbe uno scenario completamente nuovo alla nostra comprensione dell'evoluzione delle galassie". ■

**R**appresentazione artistica di una galassia che forma stelle all'interno di potenti flussi di materia espulsi dal buco nero supermassiccio nel nucleo. I risultati del VLT (Very Large Telescope) sono le prime osservazioni che confermano che alcune stelle si stanno formando in questo tipo di ambienti così estremi. La scoperta avrà molte ricadute sulla nostra comprensione delle proprietà delle galassie e della loro evoluzione. [ESO/M. Kornmesser]

# ALMA conferma la capacità di vedere un "buco cosmico"

by *ALMA Observatory*

**U**tilizzando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), alcuni ricercatori sono

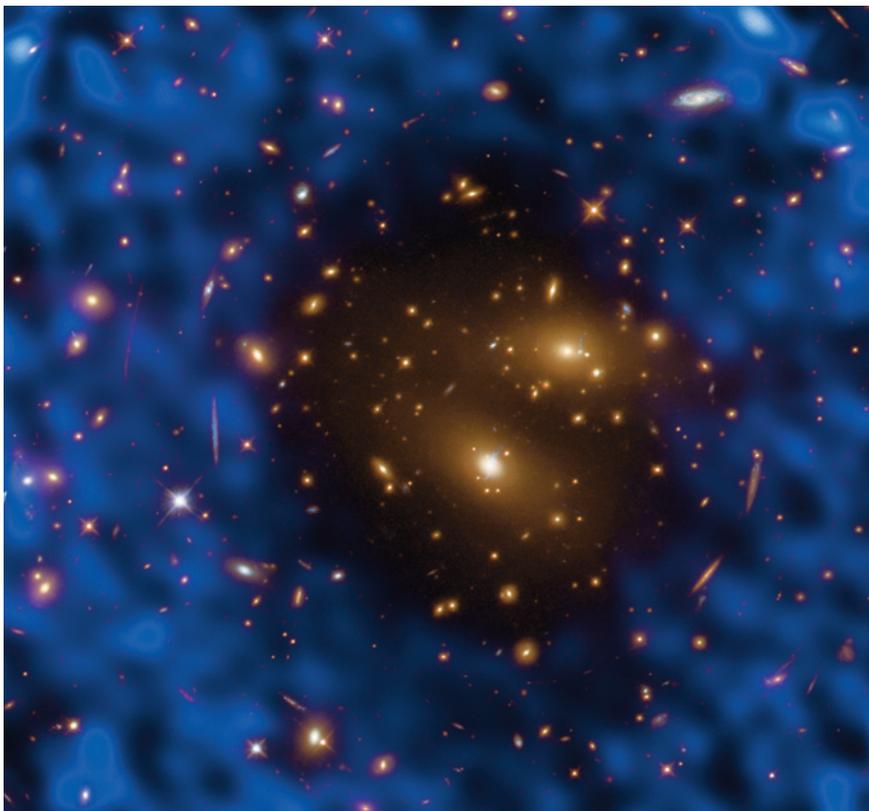
riusciti a fotografare un "buco" radio attorno a un ammasso di galassie distante dalla Terra 4,8 miliardi di anni luce. È questa l'immagine a più alta risoluzione mai presa di un simile buco, provocato dall'effetto Sunyaev-Zel'dovich

(effetto SZ). L'immagine dimostra l'elevata capacità di ALMA di investigare la distribuzione e la temperatura del gas attorno agli ammassi di galassie attraverso l'effetto SZ. Un team di ricerca guidato da Tetsu Kitayama, un



**Q**uesto ammasso di galassie, RX J1347.5-1145, è stato osservato dal telescopio spaziale Hubble come parte del Cluster Lensing and Supernova survey with Hubble (CLASH). L'ammasso è uno dei più massicci dell'universo conosciuto. [ESA/Hubble, NASA]

professore della Toho University (Giappone), ha impiegato ALMA per investigare gas rovente in un ammasso di galassie. Il gas rovente è un componente essenziale per capire natura ed evoluzione degli ammassi di galassie. Sebbene il gas rovente non emetta onde radio rilevabili con ALMA, diffonde comunque le onde radio della radiazione cosmica di fondo (CMB) e produce un "buco" attorno all'ammasso di galassie. Le onde radio della CMB provengono da ogni direzione. Quando passano attraverso il gas rovente di un ammasso di galassie, esse interagiscono



**L'**immagine mostra le misurazioni dell'effetto SZ nell'ammasso di galassie RX J1347.5-1145 prese con ALMA (blu). L'immagine di sfondo era stata presa dal telescopio spaziale Hubble. Un "buco" provocato dall'effetto SZ è visibile nelle osservazioni di ALMA. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Kitayama et al., NASA/ESA Hubble Space Telescope]

con elettroni ad alta energia del gas e guadagnano ulteriore energia. Come risultato, le onde radio CMB si spostano a energie maggiori. Osservando dalla Terra, la CMB nell'originale intervallo di energie presenta un'intensità minore vicino all'ammasso di galassie. È questo l'effetto Sunyaev-Zel'dovich, così chiamato perché proposto da Rashid Sunyaev e Yakov Zel'dovich nel 1970. Il team ha osservato l'ammasso di galassie RX J1347.5-1145, noto fra gli astronomi per il suo forte effetto SZ e per il quale è stato osservato molte volte con radiotelescopi. Ad esempio, il radiotelescopio Nobeyama, di 45 metri, gestito dal National Astro-

nomical Observatory of Japan, ha rivelato una distribuzione irregolare del gas rovente in questo ammasso di galassie, che non era visibile nelle osservazioni nei raggi X.

Per meglio capire la differenza, gli astronomi necessitano di osservazioni a più elevata risoluzione. Ma oggetti relativamente uniformi e ampiamente distribuiti, come il gas rovente degli ammassi di galassie, sono difficili da riprendere con radiointerferometri ad alta risoluzione. Per superare questa difficoltà, ALMA ha usato l'Atacama Compact Array, noto anche come Morita Array, il maggior contributo giapponese al progetto. Il più contenuto diametro delle antenne

del Morita Array e la loro configurazione più compatta forniscono un più ampio campo di vista. Impiegando i dati del Morita Array, gli astronomi possono misurare con precisione le onde radio provenienti da oggetti che sottendono un ampio angolo in cielo.

Con ALMA, il team ha ottenuto un'immagine dell'effetto SZ di RX J1347.5-1145 con il doppio della risoluzione e una sensibilità dieci volte maggiore rispetto a osservazioni precedenti.

È questa la prima immagine dell'effetto SZ presa con ALMA. Essa è consistente

con le osservazioni precedenti e illustra meglio la distribuzione della pressione del gas rovente.

L'immagine dimostra che ALMA è assolutamente in grado di osservare l'effetto SZ e mostrare chiaramente che una gigantesca collisione è in corso in questo ammasso di galassie. "Sono passati quasi 50 anni da quando l'effetto SZ fu proposto per la prima volta", spiega Kitayama. "L'effetto è piuttosto debole e ci si aspettava di fotografarlo con alte risoluzioni. Grazie ad ALMA, questa volta abbiamo fatto un passo avanti a lungo atteso, per aprire una nuova via nell'esplorazione dell'evoluzione cosmica." ■

# In cerca di una stella sopravvissuta a una supernova

by ESA/NASA

Un gruppo di astronomi ha utilizzato Hubble per studiare il residuo di supernova Tipo Ia SNR 0509-68.7, noto anche come N103B. Questo residuo è situato nella Grande Nube di Magellano, a poco più di 160000 anni luce dalla Terra. A differenza di molti altri residui di supernovae, N103B non sembra avere una forma sferica, ma anzi è fortemente ellittico. Gli astronomi ritengono che parte del materiale eiettato dall'esplosione ha colpito una più densa nube di materiale interstellare, che ne ha rallentato la velocità. Questa idea è supportata dal fatto che il guscio di materiale in espansione è aperto su un lato. La relativa vicinanza di N103B consente agli astronomi di studiare i cicli vitali delle stelle in un'altra galassia con grande dettaglio, e probabil-

mente anche di svelare questioni che circondano questo tipo di supernovae. La prevedibile luminosità delle supernovae Tipo Ia comporta che gli astronomi possano usarle come candele cosmiche standard per misurare la loro distanza, rendendole utili strumenti nello studio del cosmo. La loro precisa natura, tuttavia, è ancora materia di dibattito. Gli astronomi sospettano che le supernovae Tipo Ia si verificano in sistemi binari in cui almeno una delle stelle della coppia è una nana bianca.

Ci sono attualmente due principali teorie che descrivono come questi sistemi binari diventano supernovae. Studi come quello che ha fornito la nuova immagine di N103B, che implica la ricerca di residui di passate esplosioni, può aiutare gli astronomi a confermare finalmente una delle due teorie. La prima teoria presuppone che entrambe le stelle della binaria siano nane bianche. Se le stelle

si fondono una nell'altra, ciò porterebbe alla fine a un'esplosione di supernova Tipo Ia. La seconda teoria propone che solamente una stella del sistema sia una nana bianca, mentre la compagna è una stella normale. In questa teoria, materiale proveniente dalla stella compagna viene accresciuto sulla nana bianca, finché la sua massa raggiunge un limite, portando a una drammatica esplosione. In questo scenario, la teoria indica che la stella normale dovrebbe sopravvivere allo scoppio almeno in qualche forma. Tuttavia, finora non è stato trovato nessun residuo di compagno attorno a nessuna supernova Tipo Ia. Gli astronomi hanno osservato il residuo della supernova N103B alla ricerca di un tale compagno. Hanno guardato quella regione in H-alfa (che evidenzia ambienti di gas ionizzato dalla radiazione di stelle vicine), per individuare i fronti d'urto della supernova. Speravano di trovare una

stella al centro dell'esplosione, che è demarcato dai fronti d'urto incurvati. La scoperta di un compagno superstite avrebbe posto fine alla discussione in corso circa l'origine delle supernovae Tipo Ia. E infatti hanno tro-

**Q**uesto video inizia con un ampio campo del cielo stellato, come visto dal suolo, mostrando le due Nubi di Magellano. Poi zomma sulla Grande Nube di Magellano, una galassia satellite della Via Lattea, e sull'ammasso stellare NGC 1850. Proprio accanto al luminoso ammasso, Hubble ha osservato il residuo di supernova N103B, dove gli astronomi sperano di trovare la stella sopravvissuta all'esplosione di una supernova. [ESA/Hubble, Nick Risinger (skysurvey.org), R. Gendler & ESO]



**Q**uesta immagine, presa con il telescopio spaziale Hubble, mostra il residuo di supernova SNR 0509-68.7, noto anche come N103B. I filamenti rosso-arancio visibili nell'immagine mostrano i fronti d'urto dell'esplosione di supernova. Tali filamenti permettono agli astronomi di calcolare il centro originario dell'esplosione. I filamenti mostrano anche che l'esplosione non si sta più espandendo come una sfera, bensì con una forma ellittica. Gli astronomi ritengono che parte del materiale eiettato dall'esplosione abbia impattato una più densa nube di materiale interstellare. Il gas della metà inferiore dell'immagine e la densa concentrazione di stelle in basso a sinistra sono le propaggini dell'ammasso stellare NGC 1850. [ESA/Hubble, NASA]

vato un candidato che risponde ai criteri (tipo stellare, temperatura, lu-

minosità e distanza dal centro originario dell'esplosione di supernova.

Questa stella ha approssimativamente la stessa massa del Sole, ma è circondata da un involucro di materiale caldissimo, che era stato probabilmente eiettato dal sistema pre-supernova. Sebbene questa stella sia un concorrente ragionevole come compagno superstite di N103B, il suo status non può essere ancora confermato senza ulteriori investigazioni e una conferma spettroscopica. La ricerca continua. ■

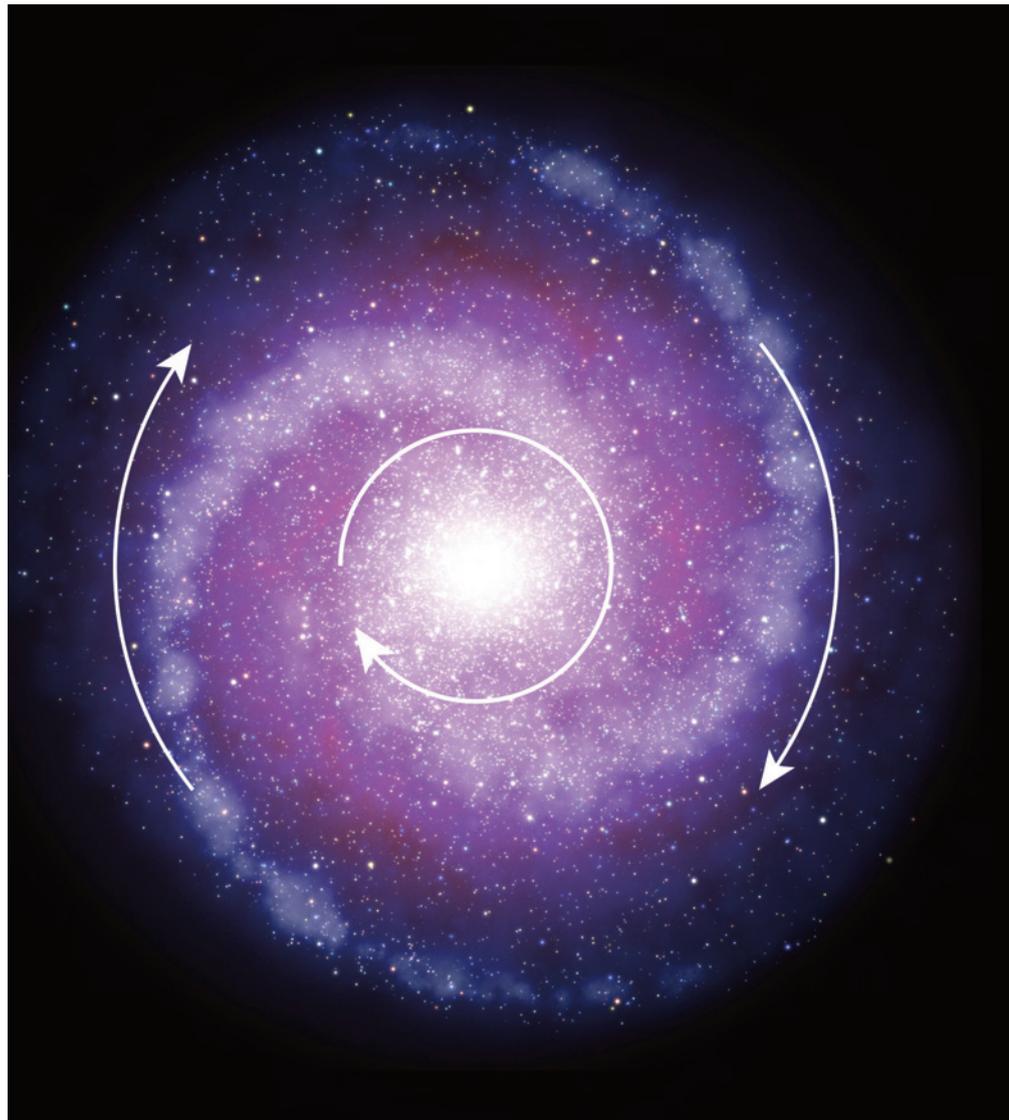
# La materia oscura è meno rilevante nell'universo primordiale

by ESO / Anna Wolter

Vediamo la materia ordinaria sotto forma di stelle brillanti, gas incandescente e nubi di polvere. Ma la materia oscura, più sfuggente, non emette, assorbe o riflette la luce e si può osservare solo per mezzo dei suoi effetti gravitazionali. La presenza di materia oscura può spiegare perché le zone esterne delle galassie a spirale ruotano più velocemente di quello che ci aspetterebbe se fosse presente solo la materia ordinaria che possiamo vedere direttamente.

Ora un'equipe internazionale di astronomi, guidati da Reinhard Genzel del Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching, Germania, ha usato gli strumenti KMOS e SINFONI montati sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO, in Cile, per misurare la rotazione di sei galassie massicce, con alta formazione stellare, nell'universo distante, al picco della formazione delle galassie, 10 miliardi di anni fa.

Ciò che hanno trovato è molto interessante: diversamente dalle galassie a spirale dell'universo attuale, le regioni esterne di quelle galassie distanti sembrano ruotare più lentamente delle regioni centrali, suggerendo che ci sia meno materia oscura di quanto previsto. *"Sorprensamente, le velocità di ro-*



**R**appresentazione schematica di galassie a disco in rotazione nell'universo primordiale (a destra) e al giorno d'oggi (a sinistra). Osservazioni con il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO suggeriscono che questi dischi di galassie con formazione stellare massiccia nell'universo primordiale erano meno influenzati dalla materia oscura (mostrata in rosso), che era meno concentrata. Di conseguenza, le parti esterne delle galassie distanti ruotano più lentamente delle zone corrispondenti nelle galassie dell'universo locale. [ESO/L. Calçada]

tazione non sono costanti, ma diminuiscono a mano a mano che ci si allontana dal centro della galassia", commenta Reinhard Genzel, primo autore dell'articolo su *Nature*. "Ci sono probabilmente due cause. La prima: la maggior parte di queste galassie sono fortemente dominate da materia ordinaria, mentre la materia oscura gioca un ruolo molto inferiore

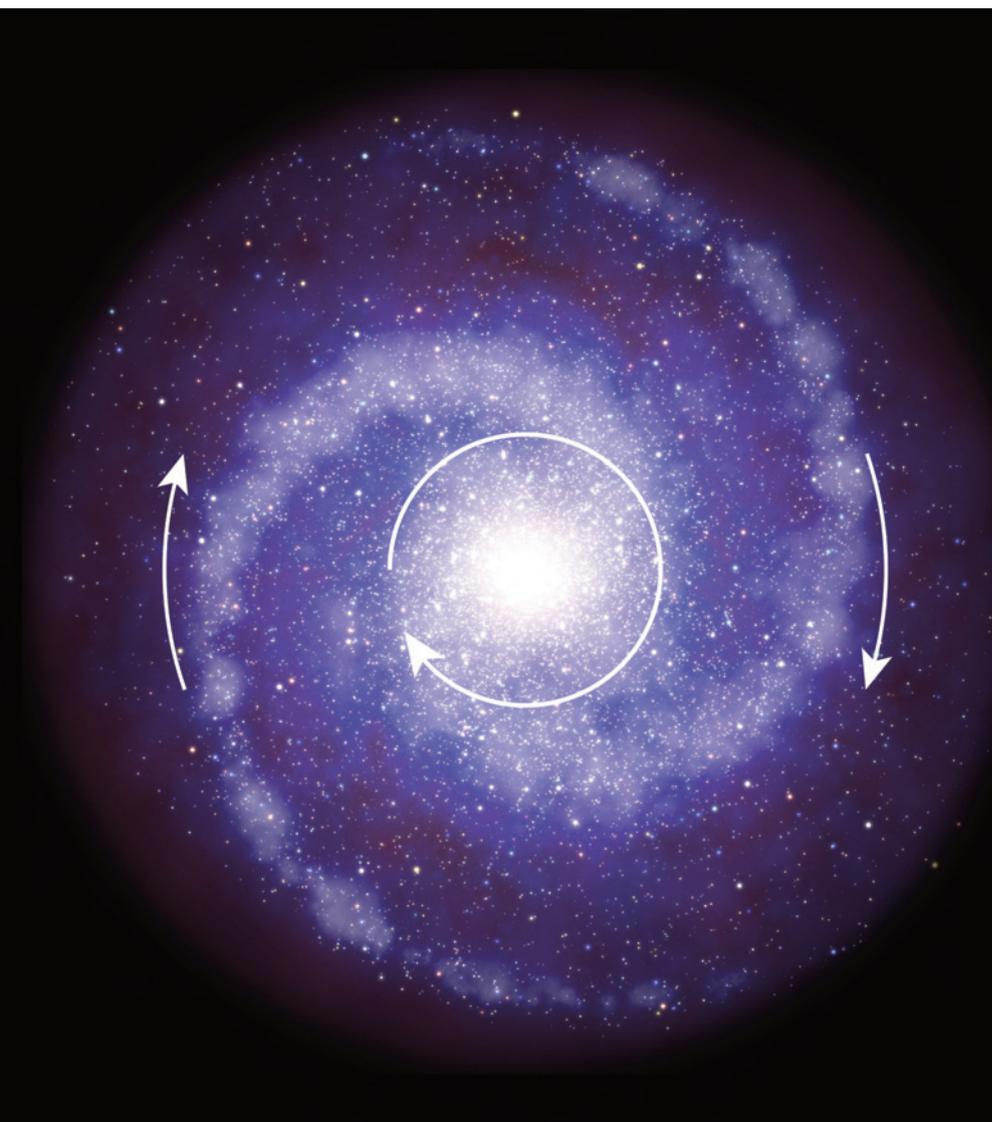
rispetto all'universo locale. La seconda: questi dischi primordiali erano molto più turbolenti delle galassie a spirale che vediamo nei nostri dintorni cosmici".

Entrambi gli effetti sembrano diventare più evidenti a mano a mano che gli astronomi guardano più indietro nel tempo, nell'universo primordiale. Ne consegue che 3 o 4 miliardi di anni dopo il Big Bang, il gas nelle galassie si era già condensato in un disco piatto e rotante, mentre l'alone di materia oscura che le circonda rimaneva molto più grande e più diffuso. Apparentemente, sono occorsi molti più miliardi di anni perché anche la materia oscura si condensasse, così il suo effetto dominante sulla velocità di rotazione del disco galattico viene visto solo oggi.

Questa spiegazione è consistente con le osservazioni che mostrano che le galassie primordiali avevano molto più gas ed erano più compatte delle galassie di oggi.

Le sei galassie descritte in questo studio appartengono a un campione più ampio di un centinaio di galassie a disco distanti e con alta formazione stellare, osservate dagli strumenti KMOS e SINFONI sul VLT dell'ESO, all'Osservatorio del Paranal, in Cile.

Oltre alle misure individuali citate prima, è stata creata una curva di rotazione media combinando i segnali più deboli delle altre galassie. La curva composita mostra la stessa tendenza: la velocità diminuisce allontanandosi dal centro della galassia. Inoltre, altri due studi di 240 dischi con alta formazione stellare ottengono risultati consistenti con questi. Modelli dettagliati mostrano che mentre la materia ordinaria di solito costituisce in media metà della massa totale di tutte le galassie, domina invece completamente la dinamica delle galassie ai redshift più alti. ■



# Una supernova che fa ancora notizia

di Krishna Bharadwaj

***Per celebrare i 30 anni della SN 1987A sono state rilasciate nuove immagini, un video time-lapse, un'animazione basata su un lavoro di Salvatore Orlando (INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo) e un modello tridimensionale. Combinando dati del telescopio spaziale Hubble, di Chandra e di ALMA, gli astronomi (e il pubblico) possono esplorare quella supernova come mai prima d'ora. [NASA]***

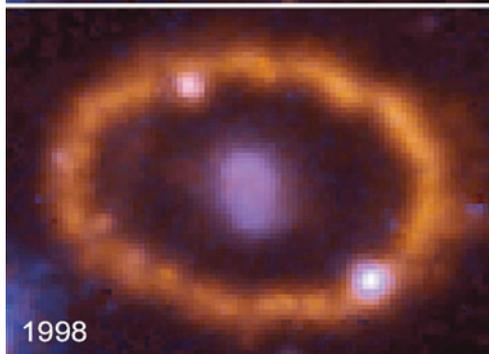
**3** decenni fa, nel febbraio del 1987, gli astronomi Ian Shelton e Oscar Duhalde scoprirono una delle più brillanti supernovae mai registrate dagli umani. La supernova 1987A, con una magnitudine apparente di +2,9, è stata osservata a circa 163 000 anni luce di distanza dalla Terra, nella Grande Nube di Magellano, alla periferia della Nebulosa Tarantola. La SN 1987A ha brillato con la potenza di 100 milioni di soli, divenendo visibile all'occhio nudo, il che ne ha fatto un'attrattiva planetaria, stimo-



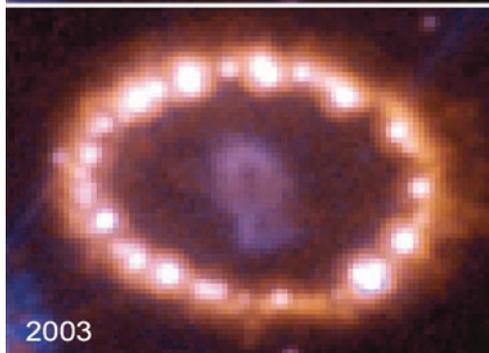
Questa immagine del telescopio spaziale Hubble mostra la supernova 1987A all'interno della Grande Nube di Magellano, una galassia vicina alla Via Lattea. [NASA, ESA, R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics and Gordon and Betty Moore Foundation), and M. Mutchler and R. Avila (STScI)]



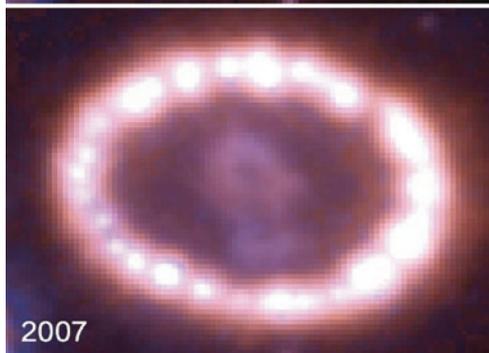
1994



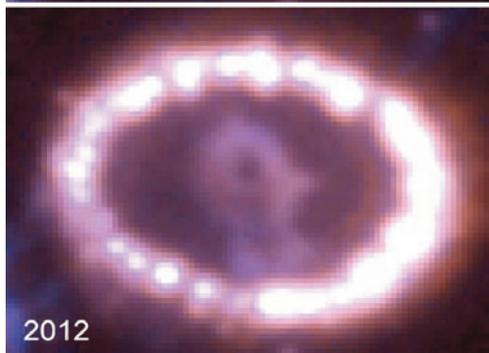
1998



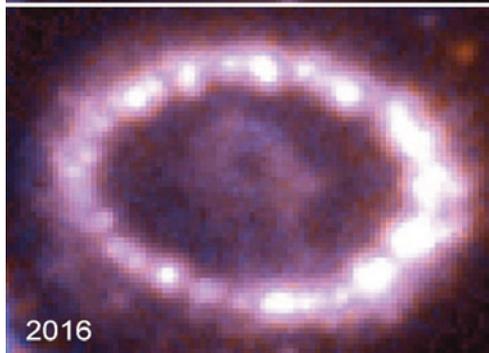
2003



2007



2012

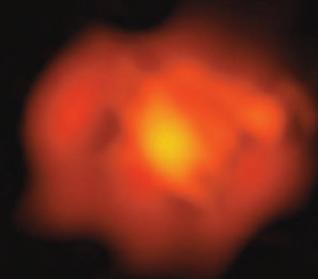
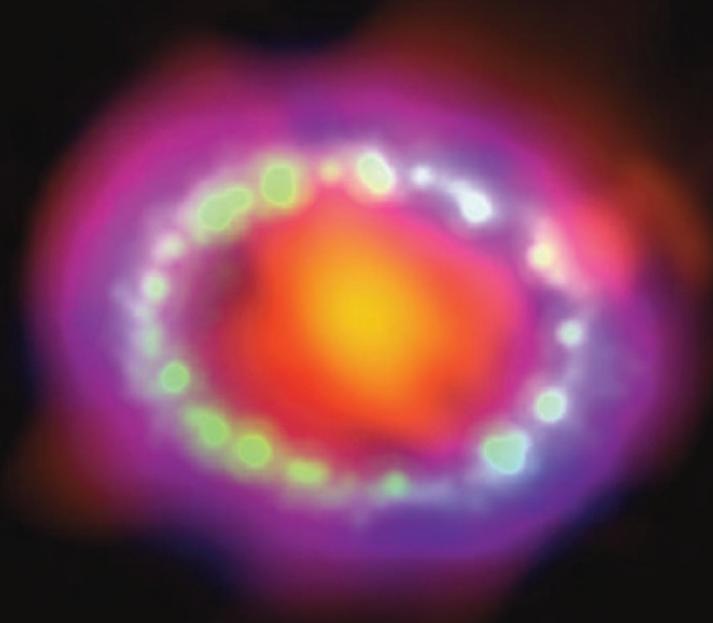


2016

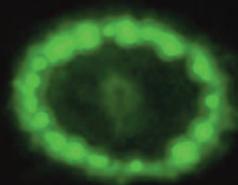
lando l'interesse di ricercatori e astrofili. Essendo una delle più vicine supernovae registrate, la SN 1987A è stata ed è ancora la migliore opportunità per gli astronomi di studiare le fasi precedenti e seguenti la morte della stella. "I 30 anni di valide osservazioni della SN 1987A sono importanti perché forniscono una visione degli ultimi stadi dell'evoluzione stellare", ha detto Robert Kirshner, dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics di Cambridge, Massachusetts, e della Gordon and Betty Moore Foundation di Palo Alto, California. Hubble sta osservando la supernova dal 1990, e ha prodotto centinaia di immagini assieme al telescopio spaziale Chandra, lanciato nel 1999, mentre il telescopio ALMA sta raccogliendo dati millimetrici e submillimetrici ad alta risoluzione dalla sua inaugurazione del 2013. oltre ad Hubble e Chandra, che osservano i detriti relativamente caldi, un altro telescopio spaziale, Herschel, ha rivolto la sua attenzione sulle polveri fredde diffuse dalla supernova. Come sottolineato dalla NASA: "Gli ultimi dati di questi potenti telescopi indicano

**L**a sequenza sulla sinistra, presa fra il 1994 e il 2016 dal telescopio spaziale Hubble, fa la cronistoria dell'accensione del disco di gas attorno alla stella esplosa. [NASA, ESA, and R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics and Gordon and Betty Moore Foundation), and P. Challis (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)]

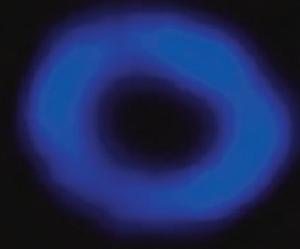
**Q**uesto video inizia con una veduta notturna delle Nubi di Magellano, due galassie satelliti della Via Lattea, poi zomma in una ricca regione di formazione stellare della Grande Nube di Magellano. Annidata fra montagne di gas rossastro c'è la struttura dall'aspetto bizzarro della supernova 1987A, il residuo di una stella esplosa, osservata per la prima volta nel febbraio del 1987. Il sito della supernova è circondato da un anello di materiale illuminato da un'onda di energia creata dall'esplosione. Sono anche visibili due deboli anelli più esterni. Tutti e tre gli anelli esistevano già prima dell'esplosione, come reliquie fossili dell'attività finale della stella condannata. [NASA, ESA, and G. Bacon (STScI)]



Millimeter • ALMA



Visible • Hubble



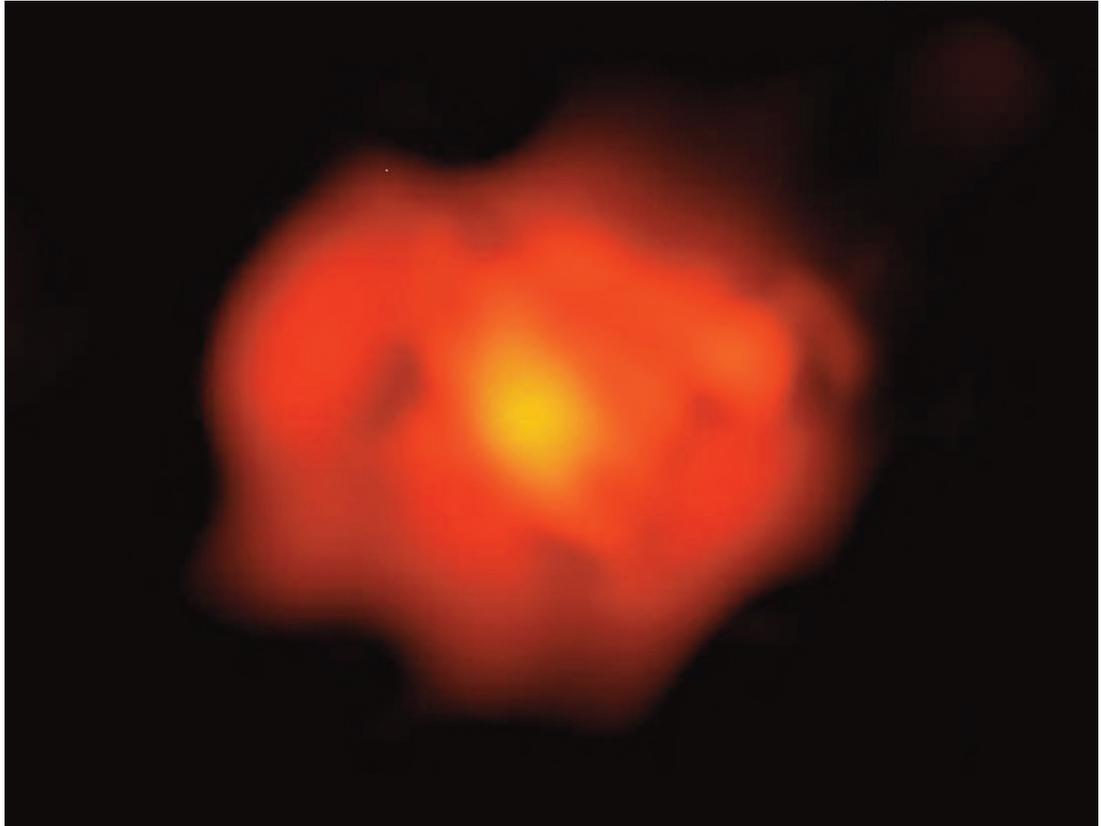
X-ray • Chandra

**G**li astronomi hanno combinato le osservazioni di tre diversi osservatori per produrre questa colorata immagine multifrequenza dell'intricato residuo della SN 1987A. Il colore rosso mostra la polvere appena formata al centro del residuo di supernova, ripresa a lunghezze d'onda submillimetriche dall'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) telescope, in Cile. Le tonalità verdi e blu rivelano invece dove l'onda d'urto in espansione dalla stella esplosa sta collidendo con l'anello di materiale attorno alla supernova: il verde rappresenta il bagliore della luce visibile, catturata dal telescopio spaziale Hubble; il blu rivela il gas più caldo e si basa su dati dell'osservatorio per raggi X Chandra. L'anello era stato inizialmente fatto brillare dal flash di luce dell'esplosione. Negli anni successivi l'anello di materiale si è illuminato notevolmente, man mano che l'onda d'urto dell'esplosione impattava contro di esso. La SN 1987A è posta a 163 000 anni luce di distanza, nella Grande Nube di Magellano, dove una tempesta di nascita stellare sta avendo luogo. Le immagini di ALMA, Hubble e Chandra nella parte bassa della grafica sono state usate per comporre la veduta multifrequenza. [NASA, ESA, and A. Angelich (NRAO)]

che la SN 1987A ha superato una soglia importante. L'onda d'urto si sta muovendo oltre il denso anello di gas prodotto in tarda età dalla progenitrice della supernova, quando un veloce flusso o vento stellare ha impattato un più lento vento generato nella precedente fase di gigante rossa della stella. Ciò che si trova oltre l'anello è attualmente poco noto e dipende dai dettagli dell'evoluzione della stella quando era una gigante rossa".

"I dettagli di questa transizione forniranno agli astronomi una migliore comprensione della vita della stella condannata e di come è morta", ha detto Kari Frank, della Penn State University, che ha guidato l'ultimo studio di Chandra della SN 1987A. Gli studi di Hubble hanno rivelato che il gas che circonda la supernova risplende in luce visibile e ha un diametro di un anno luce. Gli astronomi stimano che il gas si trova lì attorno da almeno 20000 prima dell'esplosione della supernova.

**Immagine degli intricati resti della SN 1987A, presa a lunghezze d'onda submillimetriche da ALMA. Il colore rosso mostra la polvere di recente formazione nel centro del residuo di supernova. [NASA, ESA, and A. Angelich (NRAO)]**



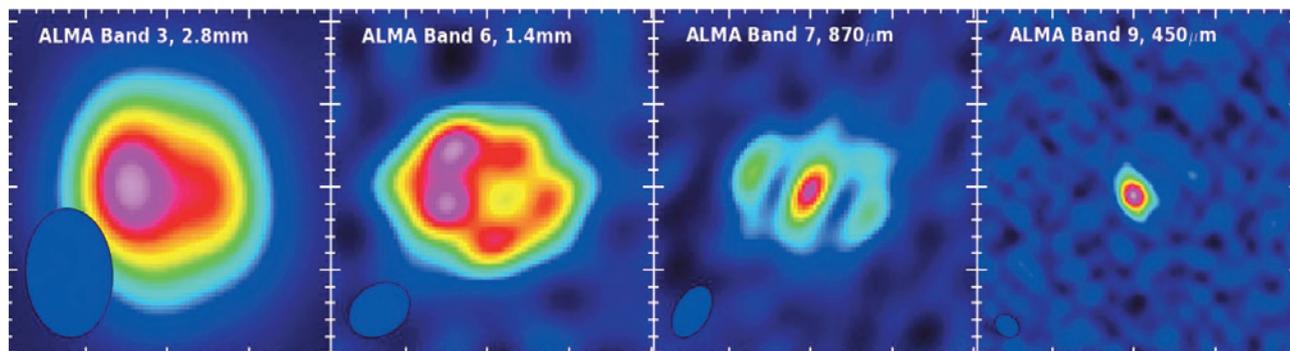
L'anello di gas è luminoso a causa di un lampo di radiazione ultravioletta emesso durante l'esplosione. Le supernovae potenti come la SN 1987A rimescolano i gas circostanti ricchi di elementi come il carbo-

nio, l'ossigeno, l'azoto e il ferro, portando alla formazione di nuove stelle e pianeti, che potrebbero col tempo sostenere la vita.

Le successive stelle forgiate con elementi pesanti, disperdono ulteriormente i gas nella fase di supernova in tutta la galassia.

Uno studio dettagliato della SN 1987A fornisce dunque informazioni sui primi stadi della dispersione, che sono cruciali nella comprensione del ciclo vitale della stella. "Un residuo di supernova raffredda rapidamente, così entro pochi anni gli elemen-

**Q**uesta sequenza video time-lapse del telescopio spaziale Hubble rivela drastici cambiamenti nell'anello di materiale attorno alla stella esplosa SN 1987A. Le immagini, prese fra il 1994 e il 2016, mostrano gli effetti dell'onda d'urto generata dalla supernova che sbatte contro l'anello. L'anello inizia a illuminarsi quando l'onda lo colpisce. L'anello è ampio circa un anno luce. [NASA, ESA, and R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics and Gordon and Betty Moore Foundation), and P. Challis (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)]



**L**e prime osservazioni nel continuo submillimetrico della SN 1987A spazialmente risolte, ottenute con ALMA. Riga in alto: immagini nelle bande 3, 6, 7 e 9 (2,8 mm, 1,4 mm, 870 μm and 450 μm rispettivamente). La risoluzione spaziale è indicata da ovali blu scuro. In banda 9 è 0,33x0,25", 15% del diametro dell'anello equatoriale. Nelle bande 7, 6 e 3 le risoluzioni sono 0,69x0,42", 0,83x0,61" e 1,56x1,12" rispettivamente. A lunghezze d'onda maggiori, l'emissione è un toro associato all'onda d'urto della supernova; le lunghezze d'onda minori sono invece dominate dalle eiezioni più interne della supernova. [R. Indebetouw et al.]

ti pesanti formati nella stella possono generare molecole e condensare in polvere, trasformando il residuo in una vera e propria fabbrica di polvere", ha detto Remy Indebetouw, del National Radio Astronomy Observatory di Charlottesville, Virginia. "ALMA è ora in grado di vedere direttamente questa polvere appena formata, e successivi studi ci aiuteranno a capire come si forma e come le supernovae disseminano lo spazio interstellare di materiale grezzo per nuovi sistemi planetari." La SN 1987A

come stella di tipo core-collapse e solitamente queste stelle muoiono trasformandosi in stelle di neutroni. Tuttavia, l'assenza di radiazione X e gamma suggerisce ai ricercatori di riconsiderare la teoria originale, secondo la quale la stella era di tipo core-collapse, considerando la possibilità dell'evoluzione della stella in buco nero.

SN 1987A è stata come una tempesta per il mondo scientifico e ci ha consegnato una più sofisticata conoscenza del ciclo vitale delle stelle. Sebbene SN 1987A sia esterna

alla nostra galassia, è celebrata come uno dei pochi eventi celesti di questo tipo visibili ad occhio nudo.

Il semplice fatto che stiamo osservando e studiando la supernova così com'era 163000 anni fa è sbalorditivo.

Noi umani siamo confinati e limitati nella nostra comprensione, eppure sembra che la nostra coscienza sia tutto ciò che l'universo può abbracciare con la sua bellezza. ■

**Q**uesta visualizzazione scientifica, che usa dati di una simulazione al computer, mostra la SN 1987A come l'anello di materiale luminoso che vediamo oggi. [NASA, ESA, and F. Summers and G. Bacon (STScI); Simulation Credit: S. Orlando (INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo)]

# Protostella s'infiamma, rimodellando il suo vivaio stellare

by ALMA Observatory

Una massiccia protostella, profondamente annidata nel suo vivaio stellare pieno di polveri, ha recentemente ruggito alla vita, risplendendo circa 100 volte più che in precedenza. Questa fiammata, apparentemente innescata da una valanga di gas precipitato sulla superficie della stella, supporta la teoria secondo la quale le giovani stelle possono andare soggette a intensi scatti di crescita che rimodellano i loro dintorni. Gli astronomi hanno fatto questa scoperta confrontando nuove osservazioni dell'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) con precedenti osservazioni del Submillimeter Array (SMA) della Hawaii. "Siamo stati sorprendentemente fortunati nel rilevare questa spettacolare trasformazione di una giovane stella massiccia", ha detto Todd Hunter, astronomo del National Radio Astronomy Observatory (NRAO), di Charlottesville, Virginia, e primo autore di un articolo

pubblicato su *The Astrophysical Journal Letters*. "Studiando una densa nube di formazione stellare, sia con ALMA che con SMA, avevamo visto che qualcosa di drammatico era accaduto, cambiando completamente un vivaio stellare in un periodo di tempo sorprendentemente breve."

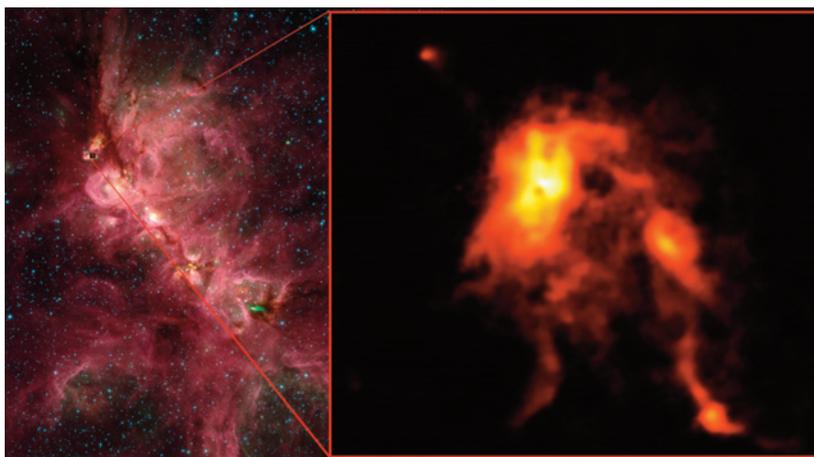
Nel 2008, prima dell'era di ALMA, Hunter e i suoi colleghi avevano usato SMA per osservare una piccola ma attiva porzione della Nebulosa Zampa di Gatto (conosciuta anche come NGC 6334), un complesso di formazione stellare situato a circa 5500 anni luce dalla Terra, nella direzione della costellazione meridionale

dello Scorpione. Questa nebulosa è simile per molti versi a una sua "cugina" settentrionale, la Nebulosa di Orione, altrettanto brulicante di giovani stelle, ammassi stellari e densi nuclei di gas che sono sul punto di divenire stelle. La Nebulosa Zampa di Gatto, tuttavia, sta formando stelle a un ritmo più veloce.

Le osservazioni iniziali di SMA di questa porzione della nebulosa, denominata NGC 6334I, hanno rivelato ciò che sembrava essere un tipico protoammasso: una densa nube di polveri e gas, ospitante numerose stelle ancora in crescita. Le giovani stelle si formano in queste regioni compresse,

dove le sacche di gas diventano così dense che iniziano a collassare sotto la loro stessa gravità. Col tempo, dischi di polveri e gas si formano attorno a quelle stelle nascenti e incanalano materiale sulle loro superfici, aiutandole a crescere. Questo processo, comunque, può non essere affatto lento e costante.

Gli astronomi ritengono che le giovani stelle possono anche sperimentare spettacolari scatti



Dentro la Nebulosa Zampa di Gatto, vista in un'immagine infrarossa del telescopio spaziale Spitzer della NASA (sinistra), ALMA ha scoperto che una stella in fasce sottoposta a un intenso scatto di crescita brilla circa 100 volte più di prima e sta rimodellando il suo vivaio stellare (destra). [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), T. Hunter; C. Brogan, B. Saxton (NRAO/AUI/NSF); NASA Spitzer]

di crescita, periodi in cui acquisiscono rapidamente massa, rimpinzandosi di gas.

Le nuove osservazioni di ALMA di questa regione, fatte nel 2015 e 2016, rivelano quei drammatici cambiamenti avvenuti per una porzione del protoammasso denominata NGC 6334I-MM1 negli anni trascorsi dalle prime osservazioni di SMA.

Questa regione è ora circa quattro volte più brillante a lunghezze d'onda millimetriche, il che significa che la protostella centrale è circa 100 volte più lumino-

sa di prima. Gli astronomi ipotizzano che a portare a quella vampa sia stata una massa insolitamente grande di materiale, spinto nel disco di accrescimento della stella, che ha creato un ingorgo di polveri e gas.

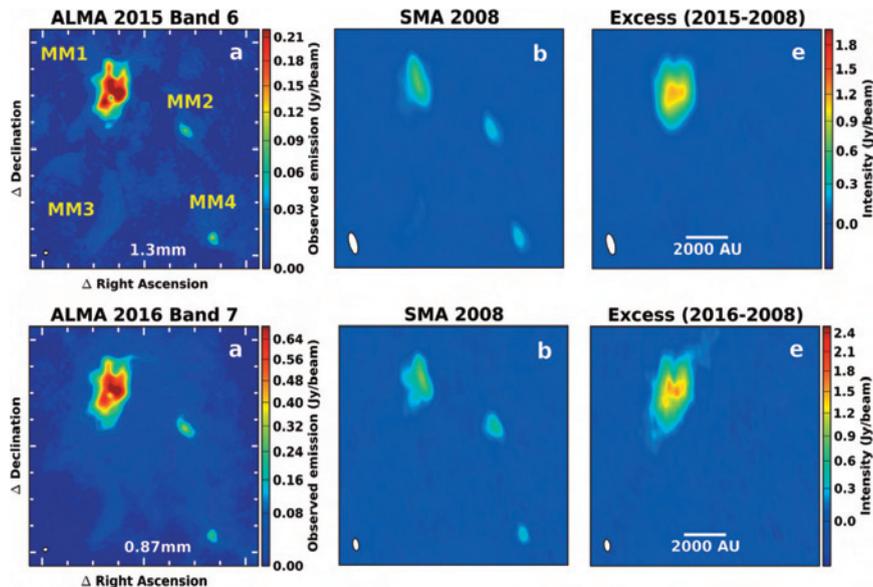
Una volta che si è accumulato abbastanza materiale, l'ingorgo è bruciato riversando una valanga di gas sulla stella in crescita. Questo evento di accrezione estrema ha aumentato enormemente la luminosità della stella, riscaldando le polveri circostanti. Sono queste roventi e splendenti polveri che gli astronomi hanno osservato con ALMA.

Sebbene eventi simili siano già stati osservati in luce infrarossa, questa è la prima volta che un tale evento è stato identificato a lunghezze d'onda millimetriche.

Per garantire che i mutamenti osservati non fossero il risultato di diffe-

renti telescopi utilizzati, o semplicemente di errori di processamento dei dati, Hunter e i suoi colleghi hanno adottato i dati di ALMA come modello per simulare accuratamente che cosa SMA (con le sue più modeste capacità) avrebbe visto se avesse condotto operazioni simili nel 2015 e 2016. Sottraendo digitalmente la reale immagine di SMA del 2008 dalle immagini simulate, gli astronomi hanno confermato che c'era infatti un significativo e coerente cambiamento di un membro del protoammasso. "Una volta certi di confrontare le due serie di osservazioni sullo stesso piano, sapevamo di assistere a un momento molto speciale nella crescita di una stella", ha detto Crystal Brogan, anch'ella del NRAO e coautrice dell'articolo. Un'ulteriore conferma di quell'evento proviene da dati complementari presi dal Har-

tebeesthoek Radio Astronomy Observatory, in Sudafrica. Questo telescopio a disco singolo stava monitorando i segnali radio provenienti da masers nella stessa regione. I masers sono l'equivalente radio naturale cosmico dei laser. Sono alimentati da una varietà di processi in tutto l'universo, incluse le impennate di luminosità delle stelle in rapida crescita. I dati dell'osservatorio Hartebeesthoek rivelano un imprevisto e drammatico picco nell'emissione maser da questa regione all'inizio del 2015, solo pochi mesi prima della prima osservazione di ALMA. Un simile picco è esattamente ciò che gli astronomi si aspetterebbero di vedere se una protostella stesse subendo un importante scatto nella crescita. "Queste osservazioni aggiungono una prova alla teoria secondo la quale la formazione stellare è punteggiata da una sequenza di eventi dinamici che accrescono una stella, piuttosto che da una crescita continua e tranquilla", ha concluso Hunter. "Ciò ci dice anche che è importante monitorare le giovani stelle a lunghezze d'onda radio e submillimetriche, poiché esse ci permettono di scrutare nelle più giovani e più profondamente immerse regioni di formazione stellare. Catturare simili eventi nei primi stadi può rivelare nuovi fenomeni del processo di formazione stellare." ■



Confrontando osservazioni di due diversi telescopi per lunghezze d'onda millimetriche, ALMA e SMA, gli astronomi hanno notato una massiccia fiammata in una nube di formazione stellare. Poiché le immagini di ALMA sono più sensibili e mostrano dettagli più fini, è stato possibile usarle per simulare ciò che SMA avrebbe potuto vedere nel 2015 e nel 2016. Sottraendo le prime immagini di SMA dalle immagini simulate, gli astronomi hanno potuto vedere che un significativo cambiamento è avvenuto in MM1, mentre le altre tre sorgenti millimetriche (MM2, MM3 e MM4) sono invariate. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO); SMA, Harvard/Smithsonian CfA]

# Buco nero buttato fuori da un nucleo galattico

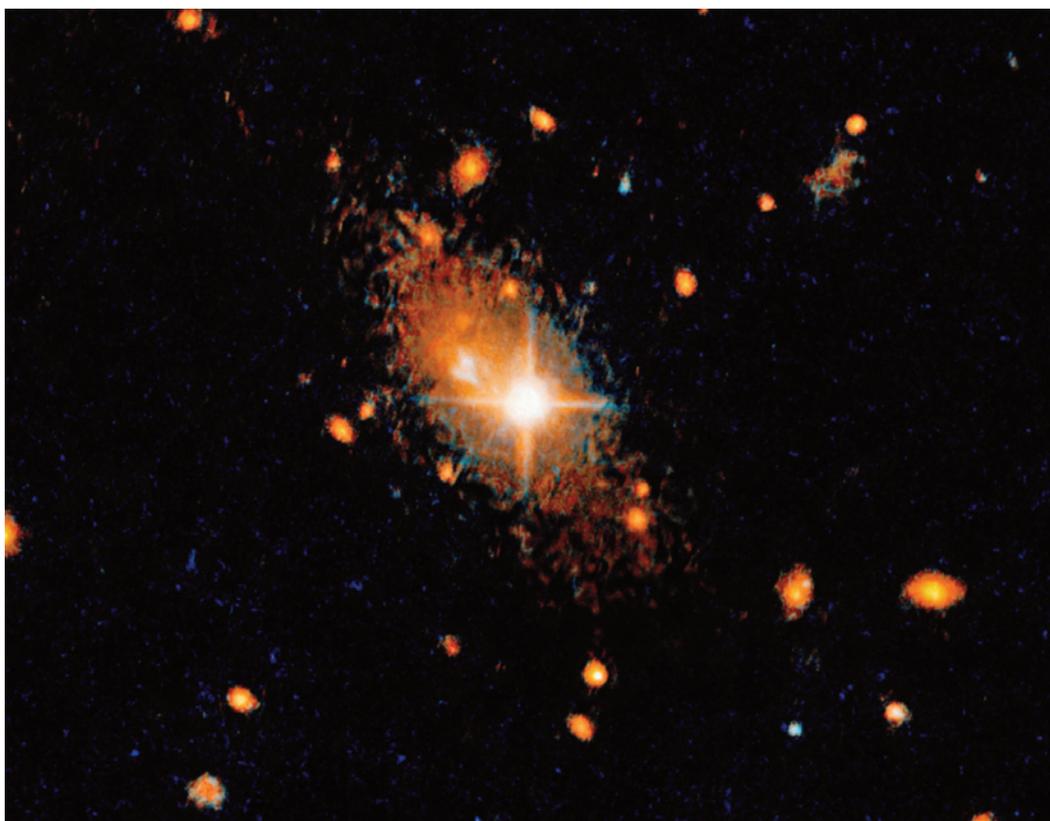
by ESA/NASA

**S**ebbene numerosi altri buchi neri fuggitivi siano stati visti altrove, nessuno è stato finora confermato. Utilizzando il telescopio spaziale Hubble, gli astronomi hanno ora individuato un buco nero supermassiccio, con una massa un milione di volte quella del Sole, che è stato buttato fuori dalla sua galassia madre. *“Stimiamo che sia servita una energia equivalente a 100 milioni di supernovae esplose simultaneamente per espellere il buco nero”*, spiega Stefano Bianchi, dell’Università Roma Tre e coautore dello studio.

Le immagini prese da Hubble avevano fornito la prima prova che la galassia, denominata 3C186, era anomala. Le immagini di questa

galassia distante 8 miliardi di anni luce rivelavano un brillante quasar, la firma energetica di un buco nero at-

tivo, situato lontano dal nucleo galattico. *“I buchi neri risiedono al centro delle galassie, pertanto è inusua-*

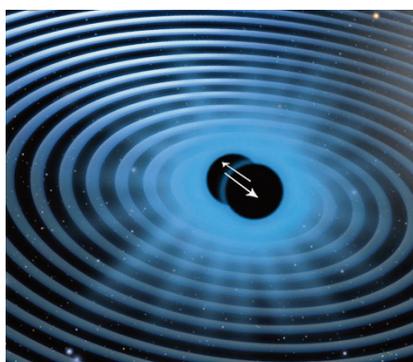
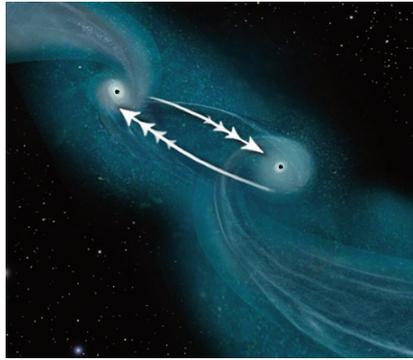


**L**a galassia 3C186, situata a circa 8 miliardi di km dalla Terra, è molto probabilmente il risultato della fusione di due galassie. Ciò è supportato da code mareali a forma di arco, tipicamente prodotte dalla trazione gravitazionale fra due galassie in collisione, identificate dagli scienziati. La fusione delle galassie porta anche alla fusione dei buchi neri supermassicci presenti nei loro centri, e il buco nero risultante è, in questo caso, stato calciato fuori dalla galassia madre dalle onde gravitazionali create dalla fusione. Il brillante quasar, dall’aspetto stellare, è visibile al centro dell’immagine. La sua precedente galassia ospite è il debole ed esteso oggetto che sta dietro. [NASA, ESA, and M. Chiaberge (STScI/ESA)]

le vedere un quasar non al centro”, ha rammentato il team-leader Marco Chiaberge, ricercatore ESA-AURA presso lo Space Telescope Science Institute, USA.

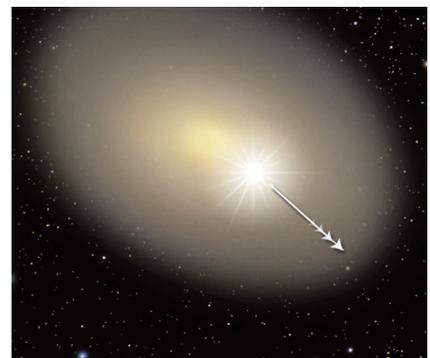
Il team ha calcolato che il buco nero ha già viaggiato per 35000 anni luce dal centro, che è più della distanza fra il Sole e il centro della Via Lattea. E continua il suo volo alla velocità di 7,5 milioni di km/h. A questo ritmo, il buco nero potrebbe viaggiare dalla Terra alla Luna in 3 minuti. Poiché il buco nero non può essere osservato direttamente, la sua massa e la sua velocità sono state determinate attraverso l'analisi spettroscopica del gas che lo circonda. Benché non possano essere esclusi altri scenari per spiegare le osservazioni, la più probabile sorgente dell'energia propulsiva è un "calcio" dato dalle onde gravitazionali rilasciate dalla fusione di due buchi neri meno massicci al centro della galassia ospite. Questa teoria è supportata da code mareali a forma di arco identificate dagli scienziati e prodotte da una trazione gravitazionale fra due galassie in collisione.

Secondo la teoria presentata dai ricercatori, 1-2 miliardi di anni fa due galassie, ciascuna con un massiccio buco nero centrale, si sono fuse. I buchi neri hanno vorticato uno attorno all'altro al centro della neonata galassia ellittica, creando onde gravitazionali che si sono propagate all'esterno come uno spruzzatore da giardino. Via via che irradiavano energia gravitazionale, i buchi neri hanno continuato ad avvicinarsi. Dal momento che i buchi neri non avevano la stessa massa e il medesimo periodo di rotazione, emettevano onde gravitazionale con maggiore forza lungo una direzione. Quando alla fine i due buchi neri si sono fusi, l'emissione anisotropica di onde gravitazionali ha generato una spinta che ha scagliato il buco nero risul-



tante fuori dal centro della galassia. *“Se la nostra teoria è corretta, le osservazioni forniscono una forte evidenza del fatto che i buchi neri supermassicci possono realmente fondersi”,* ha spiegato Stefano Bianchi, a riguardo dell'importanza della scoperta. *“C'è già traccia di collisioni di buchi neri per oggetti di taglia stellare, ma il processo che regola i buchi neri supermassicci è più complesso e non ancora del tutto compreso.”* I ricercatori sono stati fortunati ad aver catturato questo e-

Queste illustrazioni mostrano come due buchi neri supermassicci si fondono a formare un singolo buco nero, che viene poi espulso dalla galassia madre. Scena 1, due galassie interagiscono e alla fine si fondono una nell'altra. I buchi neri nei loro centri si attraggono. Scena 2, non appena i buchi neri si avvicinano iniziano a orbitare uno attorno all'altro, creando nel processo forti onde gravitazionali. Scena 3, irradiando energia gravitazionale, col tempo i buchi neri si avvicinano l'uno all'altro e alla fine si fondono. Scena 4, se i due buchi neri non hanno stessa massa e stesso periodo di rotazione, emettono onde gravitazionali con maggiore forza lungo una direzione. Quando alla fine i buchi neri collidono, smettono di produrre onde gravitazionali e il neonato buco nero rimbalza nella direzione opposta a quella delle onde gravitazionali più forti e viene scagliato fuori dalla galassia madre. [NASA, ESA/Hubble, and A. Feild/STScI]



vento unico, perché non tutte le fusioni di buchi neri producono onde gravitazionali sbilanciate che spingono un buco nero fuori da una galassia. Il team vuole ora procurarsi nuovo tempo telescopico con Hubble, in combinazione con l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) e altri strumenti, per misurare più accuratamente la velocità del buco nero e del circostante disco di gas, così da fornire ulteriori approfondimenti sulla natura di questo raro oggetto. ■

# Stella in fuga fornisce prove sulla rottura dei sistemi multipli

by NASA

Così come le famiglie reali britanniche combatterono la Guerra delle Rose nel Millequattrocento, per controllare il trono d'Inghilterra, un raggruppamento di stelle è stato in subbuglio per una schermaglia interna, una lontana guerra stellare, nella Nebulosa di Orione. Le stelle stavano combattendo una contro l'altra in una "rissa gravitazionale", terminata con il sistema spaccato e almeno tre stelle espulse in differenti direzioni. Le veloci e ribelli stelle sono passate inosservate per centinaia di anni, fino a quando, negli ultimi decenni, due di esse sono state catturate con osservazioni nell'infrarosso e nel radio, che possono penetrare le spesse polveri della Nebulosa di Orione.

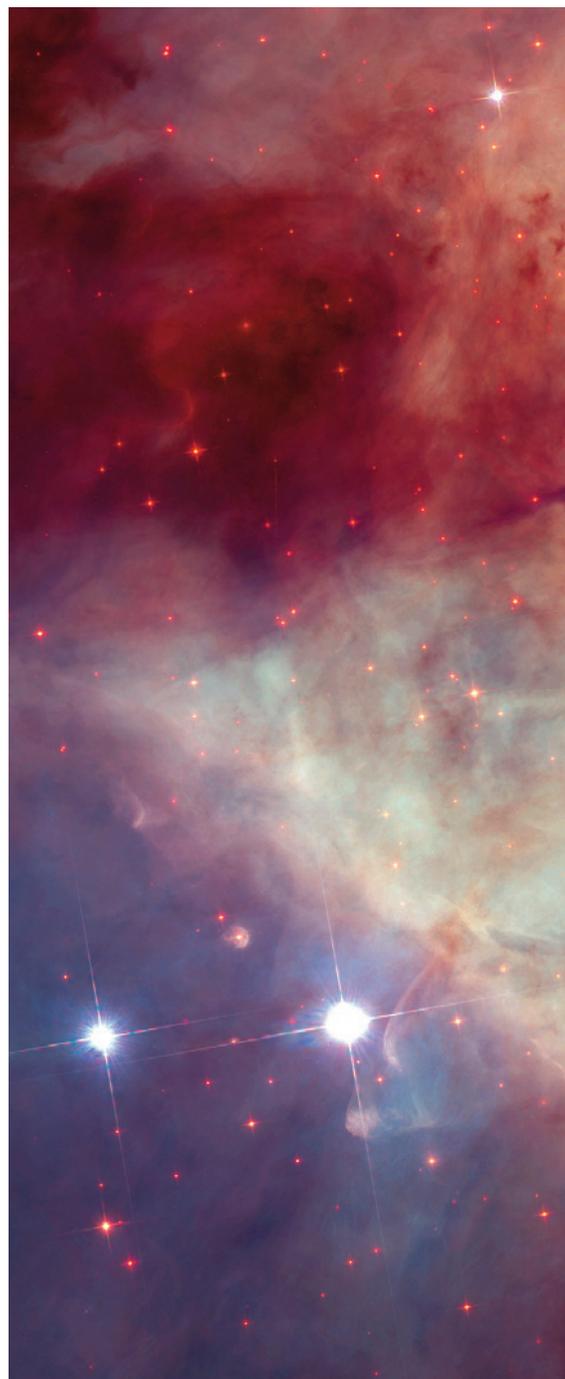
Le osservazioni hanno dimostrato che le due stelle stavano viaggiando ad alte velocità in direzioni opposte una all'altra. Il punto di origine delle stelle, tuttavia, era un mistero. Gli astronomi hanno tracciato entrambe le stelle a ritroso di 540 anni, trovando la stessa collocazione e suggerendo

che erano parte di un sistema stellare multiplo ora estinto. Ma l'energia combinata del duo, che le sta spingendo verso l'esterno, non quadrava. I ricercatori hanno calcolato che doveva esserci almeno un altro colpevole che aveva rubato energia nel subbuglio stellare.

Ora il telescopio spaziale Hubble ha aiutato gli astronomi a trovare la tessera finale del puzzle, agguantando una terza stella fuggitiva. Gli astronomi hanno seguito a ritroso il percorso della stella appena scoperta, fino a raggiungere la medesima posizione in cui si trovavano 540 anni fa le due stelle già note. Il trio risiede in una piccola regione di giovani stelle denominato Kleinmann-Low Nebula, vicino al centro del vasto complesso nebulare di Orione, posto a circa 1300 anni luce di distanza.

*"Le nuove osservazioni di Hubble forniscono una prova molto robusta del fatto che le tre stelle sono state espulse da un sistema stellare multiplo",* ha detto il primo ricercatore Kevin Luhman, della Penn State University, Pennsylvania. *"Gli astronomi in precedenza avevano scoperto alcuni altri esempi di stelle in rapido*

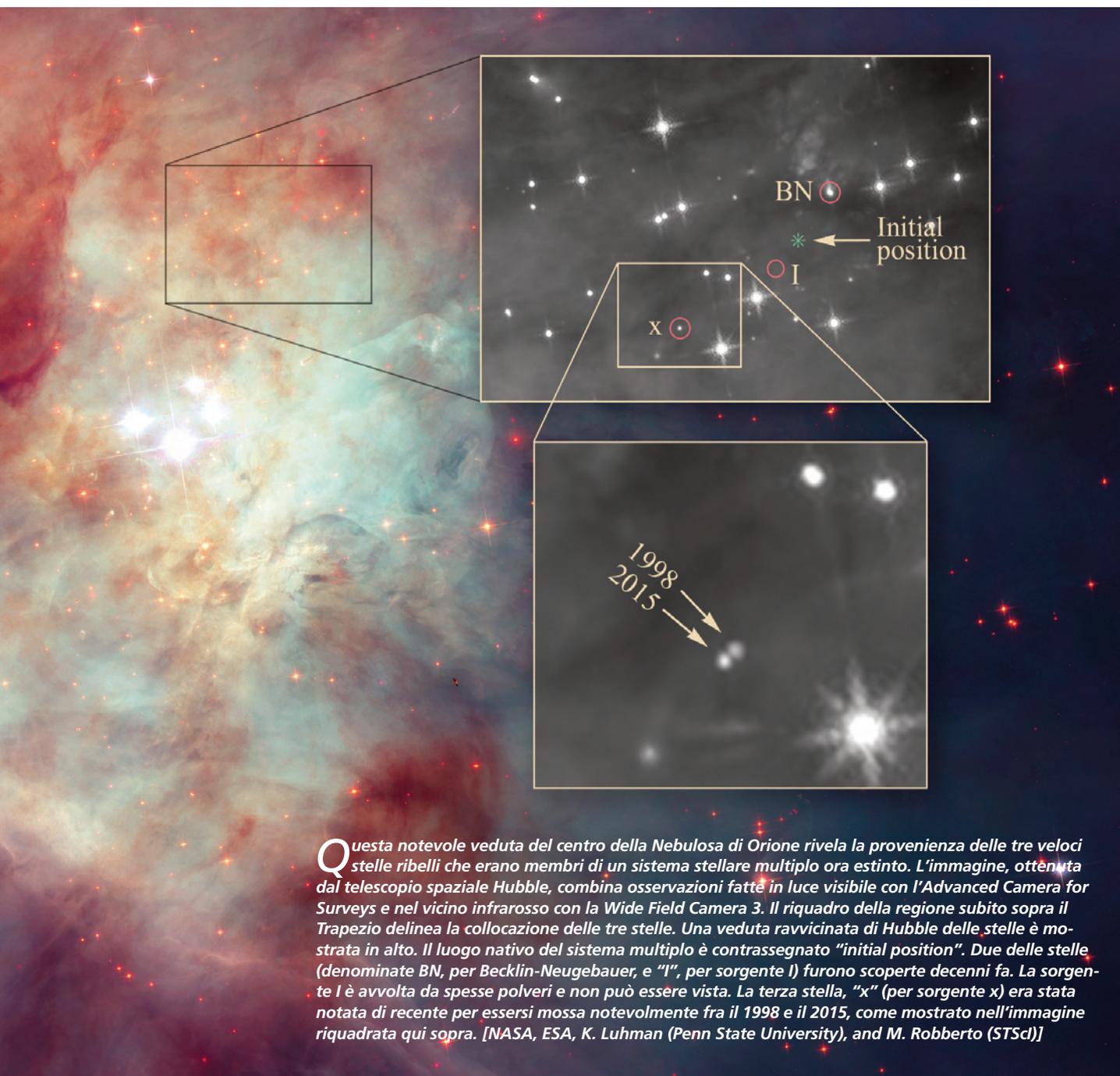
*movimento, riconducibili a sistemi stellari multipli e che pertanto erano state presumibilmente espulse. Ma queste tre stelle sono gli esempi più*



giovani di tali stelle espulse. Probabilmente, hanno un'età di poche centinaia di migliaia di anni. Infatti, in immagini infrarosse, quelle stelle ap-

paiono ancora abbastanza giovani da possedere dischi di materiale avanzato dalla loro formazione." Tutte e tre le stelle si stanno muovendo molto

velocemente lungo il loro percorso al di fuori della Kleinmann-Low Nebula, fino a quasi 30 volte la velocità della maggior parte degli abitanti stellari



Questa notevole veduta del centro della Nebulosa di Orione rivela la provenienza delle tre veloci stelle ribelli che erano membri di un sistema stellare multiplo ora estinto. L'immagine, ottenuta dal telescopio spaziale Hubble, combina osservazioni fatte in luce visibile con l'Advanced Camera for Surveys e nel vicino infrarosso con la Wide Field Camera 3. Il riquadro della regione subito sopra il Trapezio delinea la collocazione delle tre stelle. Una veduta ravvicinata di Hubble delle stelle è mostrata in alto. Il luogo nativo del sistema multiplo è contrassegnato "initial position". Due delle stelle (denominate BN, per Becklin-Neugebauer, e "I", per sorgente I) furono scoperte decenni fa. La sorgente I è avvolta da spesse polveri e non può essere vista. La terza stella, "x" (per sorgente x) era stata notata di recente per essersi mossa notevolmente fra il 1998 e il 2015, come mostrato nell'immagine riquadrata qui sopra. [NASA, ESA, K. Luhman (Penn State University), and M. Robberto (STScI)]



**Q**uesta sequenza mostra come un raggruppamento di stelle può spezzarsi, facendo volare i membri nello spazio. Il primo riquadro mostra quattro membri di un sistema multiplo, in orbita uno attorno all'altro. Nel secondo riquadro, due stelle si avvicinano nelle loro orbite. Nel terzo riquadro, le due stelle finiscono col fondersi o col formare una binaria stretta. Questo evento rilascia abbastanza energia gravitazionale da spingere tutte le stelle fuori dal sistema. [NASA, ESA, and Z. Levy (STScI)]

della nebulosa. Sulla base di simulazioni al computer, gli astronomi avevano già previsto che questi "tiri alla fune" gravitazionali avvenissero nei giovani ammassi, dove le neonate stelle sono ammassate assieme. "Però non ne abbiamo osservati molti esempi, specialmente in ammassi molto giovani", ha detto Luhman. "La Nebulosa di Orione potrebbe essere circondata da ulteriori stelle novelle, eiettate da essa nel passato e che stanno ora correndo via nello spazio."

I risultati del team sono stati pubblicati nell'edizione del 20 marzo 2017 di *The Astrophysical Journal Letters*. Luhman si è imbattuto nella terza stella veloce, chiamata "sorgente-x", mentre stava dando la caccia a pianeti vagabondi nella Nebulosa di Orione, in qualità di membro di un team internazionale guidato da Massimo Robberto, dello Space Telescope Science Institute, di Baltimora, Maryland. Il team aveva usato vedute infrarosse della Wide Field Camera 3 di Hubble per condurre la ricerca. Durante l'analisi, Luhman stava confrontando immagini infrarosse prese nel

2015 con osservazioni infrarosse fatte nel 1998 con il Near-Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer (NICMOS). Egli notò che la sorgente x aveva cambiato considerevolmente la sua posizione rispetto alle stelle vicine, nell'intervallo di 17 anni fra le immagini di Hubble. Ciò indicava che la stella si stava muovendo velocemente, circa 208000 km/h.

L'astronomo ha quindi guardato alle precedenti posizioni della stella, proiettando a ritroso nel tempo il suo percorso e realizzando così che nel decennio del 1470 la sorgente x fu prossima alla medesima posizione di partenza delle altre due stelle fuggitive (denominate Becklin-Neugebauer, o BN, e sorgente I), nella Kleinmann-Low Nebula.

BN era stata scoperta nel 1967 su immagini infrarosse, ma il suo rapido movimento non fu rilevato fino al 1995, quando osservazioni radio misurarono in quasi 100000 km/h la velocità della stella. Sorgente I sta invece viaggiando approssimativamente a 35000 km/h. Questa stella è stata rilevata solamente nelle osservazioni radio, perché è così pesantemente av-

volta da polveri, che la sua luce visibile e infrarossa è in gran parte bloccata. "Le tre stelle sono state verosimilmente buttate fuori di casa quando erano impegnate in un gioco di biliardo gravitazionale", ha aggiunto Luhman. Ciò che spesso accade quando un sistema multiplo cade a pezzi è che due dei membri stellari si avvicinano abbastanza uno all'altro da fondersi o formare un sistema binario strettissimo. In entrambi i casi, l'evento rilascia abbastanza energia gravitazionale da spingere tutte le stelle del sistema all'esterno. L'energetico episodio produce anche un massiccio flusso di materiale, che è visibile nelle immagini di NICMOS come dita di materia che scendono via dalla posizione della nascosta sorgente I.

Futuri telescopi, come il James Webb Space Telescope, saranno in grado di osservare ampie zone della Nebulosa di Orione. Confrontando immagini della nebulosa prese dal telescopio Webb con quelle fatte da Hubble anni prima, gli astronomi sperano di identificare altre stelle fuggitive di altri sistemi stellari multipli che si sono infranti. ■

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



### Cassegrain Ø 250 mm, focale 5000 mm

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



### TecnoSky Flat Field 70 Lantano

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



### Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 90/600 mm

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



### TecnoSky 100 Flat Field Apo

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

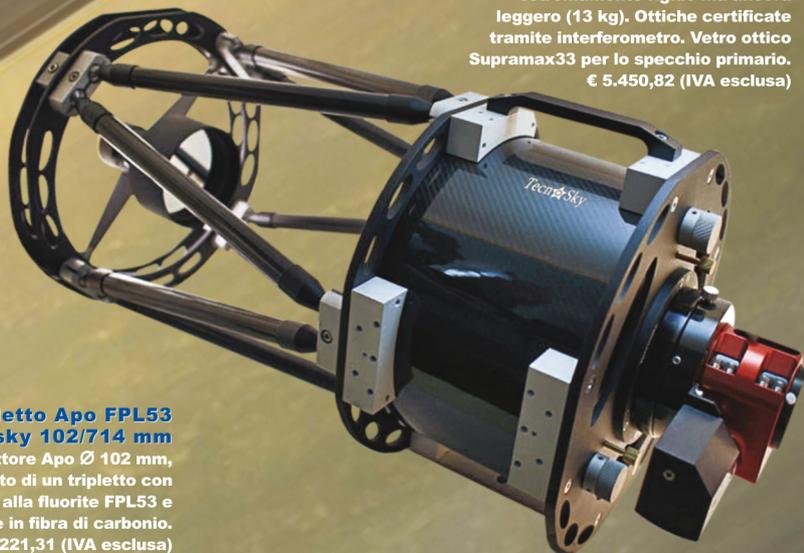


### Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 80/480 mm

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

### TecnoSky RC10 Ø 250 mm, focale 2000 mm

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



### Tripletto Apo FPL53 TecnoSky 102/714 mm

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

# NortheK

Instruments - Composites - Optics



## RITCHEY-CHRÉTIEN 250 MM

F/8.5 OTTICA IN SUPRAX DI SCHOTT

STRUTTURA IN CARBONIO

CELLA NORTHEK STABILOBLOK 25

MESSA A FUOCO FEATHER TOUCH FTF 2000 2"

PESO 15 KG.

