

Novità dal sistema di TRAPPIST-1

Anche
ExTrA
entra in
azione

- Per la prima volta il VLT dell'ESO funziona come un telescopio di 16 metri
- Il Keck Observatory ottiene la prima luce con NIRES
- Bolle giganti sulla superficie di una gigante rossa
- Fusi con successo i primi segmenti dello specchio dell'ELT
- Co-evoluzione di SMBHs e galassie approfondita da ALMA

Una Wolf-Rayet all'origine del sistema solare

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.





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.
Via San Clemente, 53
24036 Ponte San Pietro - BG

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

Novità dal sistema di TRAPPIST-1

Nell'ultimo anno sono stati realizzati e pubblicati numerosi studi dedicati allo straordinario sistema planetario della nana rossa TRAPPIST-1. Qualche volta, lavori pubblicati a breve distanza gli uni dagli altri hanno descritto scenari antitetici, ma nel loro insieme gli sforzi compiuti dai ricercatori hanno reso...

14

Per la prima volta il VLT dell'ESO funziona come un telescopio di 16 metri

Uno degli obiettivi originari del progetto del VLT (Very Large Telescope) dell'ESO era di riuscire a far funzionare insieme i quattro telescopi principali (UT) in modo da renderlo un unico, gigantesco telescopio. Con la prima luce dello spettrografo ESPRESSO nella modalità a quattro unità, questo traguardo...

20

Il Keck Observatory ottiene la prima luce con NIRES

Gli astronomi dell'Osservatorio W. M. Keck hanno raggiunto con successo una pietra miliare acquisendo i primi dati scientifici dal nuovo strumento dell'osservatorio, il Near-Infrared Echellette Spectrometer (NIRES), costruito dal Caltech. Il team NIRES del Keck Observatory-Caltech ha appena completato la...

22

Una Wolf-Rayet all'origine del sistema solare

Di molte strutture dell'universo conosciamo l'evoluzione a partire dalla loro origine, ma in molti casi non abbiamo ancora capito quale fenomeno abbia prodotto l'origine. È questo il caso del nostro sistema solare, che il pensiero dominante vuole essere nato a seguito della compressione di una nube di polveri...

32

Osservato un buco nero che ha "eruttato" due volte

Gli astronomi hanno catturato un buco nero supermassiccio in una galassia lontana che ha divorato gas e ha poi "eruttato" non una, ma due volte. La galassia in questione, denominata SDSS J1354+1327 (in breve J1354), si trova a circa 800 milioni di anni luce dalla Terra. Il team ha usato le osservazioni del...

34

Bolle giganti sulla superficie di una gigante rossa

A circa 530 anni luce dalla Terra, nella costellazione della Gru, $\pi 1$ Gruis è una gigante rossa fredda. Ha una massa pari a quella del nostro Sole, ma è 350 volte più grande e parecchie migliaia di volte più brillante. Il nostro Sole si gonfierà per diventare una gigante rossa simile a questa, tra circa cinque...

38

Anche ExTrA entra in azione

È diventato operativo uno strumento strategico nella ricerca di pianeti simili alla Terra, in orbita attorno a stelle nane rosse, collocate a distanze relativamente brevi da noi. Il suo nome è ExTrA, sarà in grado di scoprire dal suolo pianeti piccoli come quelli che altri telescopi scoprono direttamente dallo spazio, e...

46

L'archeologia del vecchio fulcro della Via Lattea sondata da Hubble

Per molti anni, gli astronomi hanno avuto una visione semplice del nucleo centrale, o rigonfiamento, della nostra Via Lattea: un luogo tranquillo composto di vecchie stelle, i primi proprietari della nostra galassia. Tuttavia, poiché la Via Lattea interna è un ambiente così affollato, è sempre stata una sfida riuscire a...

48

Fusi con successo i primi segmenti dello specchio dell'ELT

Lo specchio primario di 39 metri del telescopio ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO sarà di gran lunga il più ampio mai costruito per un telescopio ottico-infrarosso. Un tal gigante è troppo grande per essere costituito da un unico pezzo di vetro: sarà invece formato da 798 segmenti esagonali, ciascuno...

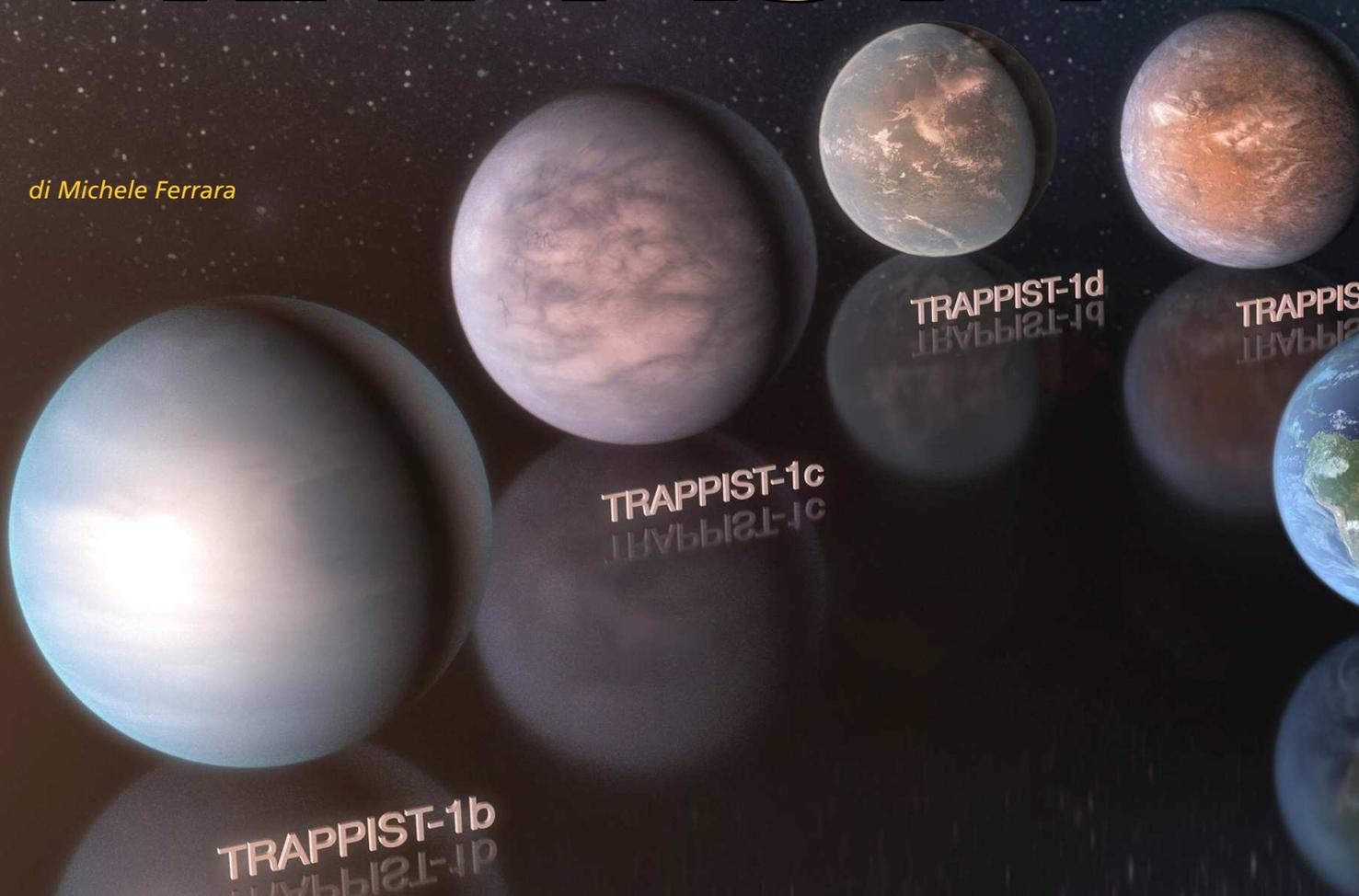
50

Co-evoluzione di SMBHs e galassie approfondita da ALMA

Utilizzando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) per osservare una galassia attiva con un forte flusso di gas ionizzato dal centro galattico, gli astronomi hanno avuto un risultato che li ha lasciati ancora più perplessi: una rilevazione non ambigua del monossido di carbonio (CO) associato al disco...

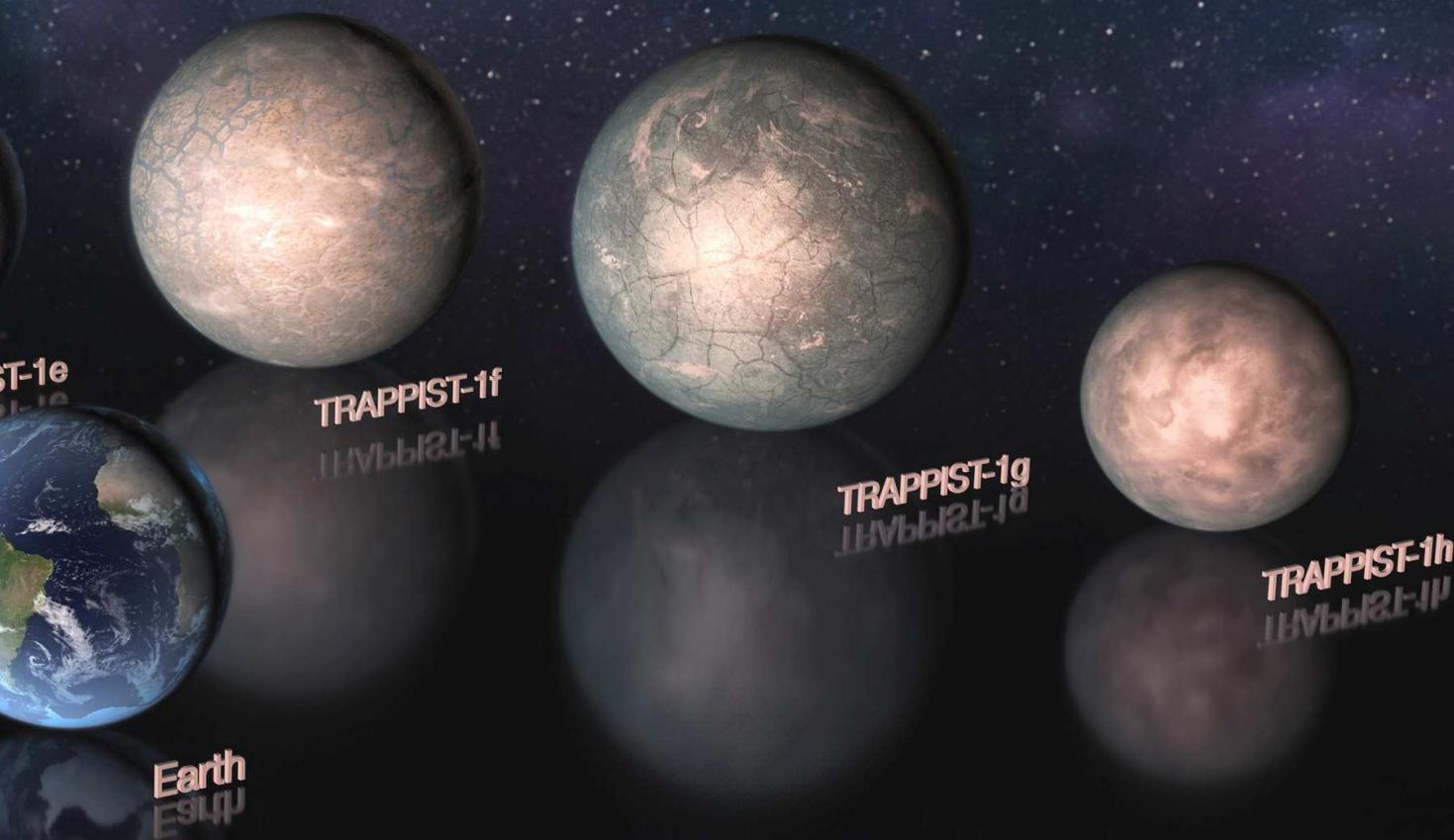
Novità dal sistema TRAPPIST-1

di Michele Ferrara



Nell'ultimo anno sono stati realizzati e pubblicati numerosi studi dedicati allo straordinario sistema planetario della nana rossa TRAPPIST-1. Qualche volta, lavori pubblicati a breve distanza gli uni dagli altri hanno descritto scenari antitetici, ma nel loro insieme gli sforzi compiuti dai ricercatori hanno reso ancor più interessante quel sistema.

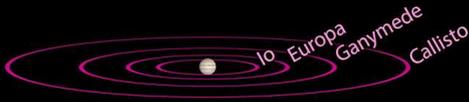
ema di



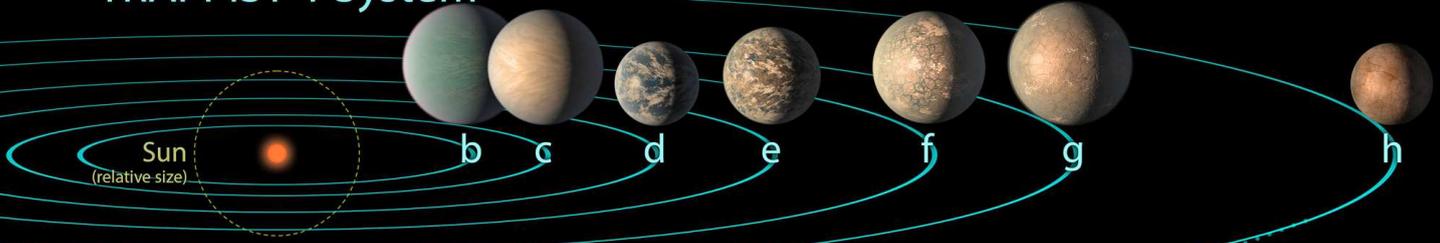
Rappresentazione grafica che mette a confronto i sette pianeti in orbita attorno alla stella nana rossa ultra fredda TRAPPIST-1 con la Terra alla stessa scala (ma non nelle posizioni relative corrette). Nuove osservazioni, combinate con analisi molto sofisticate, hanno fornito buone stime delle densità di tutti e sette i pianeti di dimensioni terrestri e suggeriscono che sono ricchi di materiali volatili, probabilmente acqua. [ESO/M. Kornmesser]

Di tanto in tanto è inevitabile ritornare a parlare di TRAPPIST-1, una stella decisamente nana e relativamente fredda, attorno alla quale orbitano ben 7 pianeti di dimensioni paragonabili a quelle della Terra. Di questo sistema avevamo già ampiamente parlato un paio di anni fa (2016; 4), in occasione

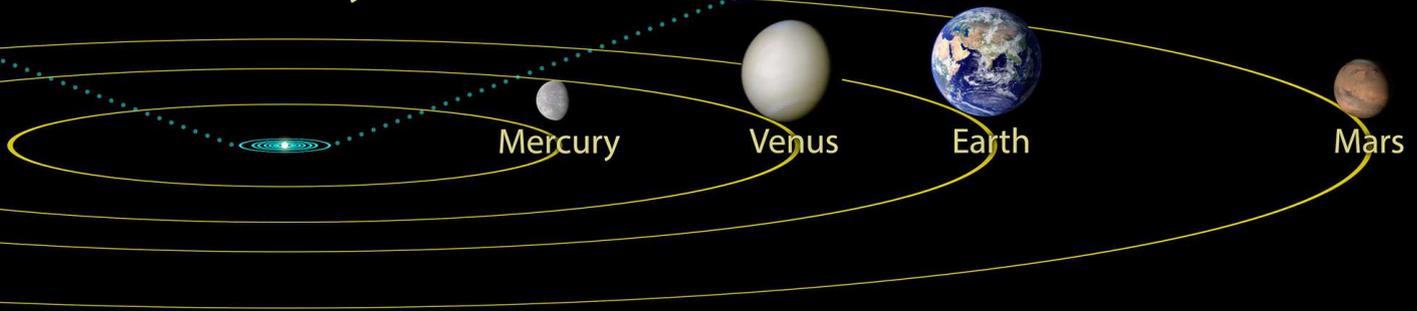
Jupiter & Major Moons



TRAPPIST-1 System



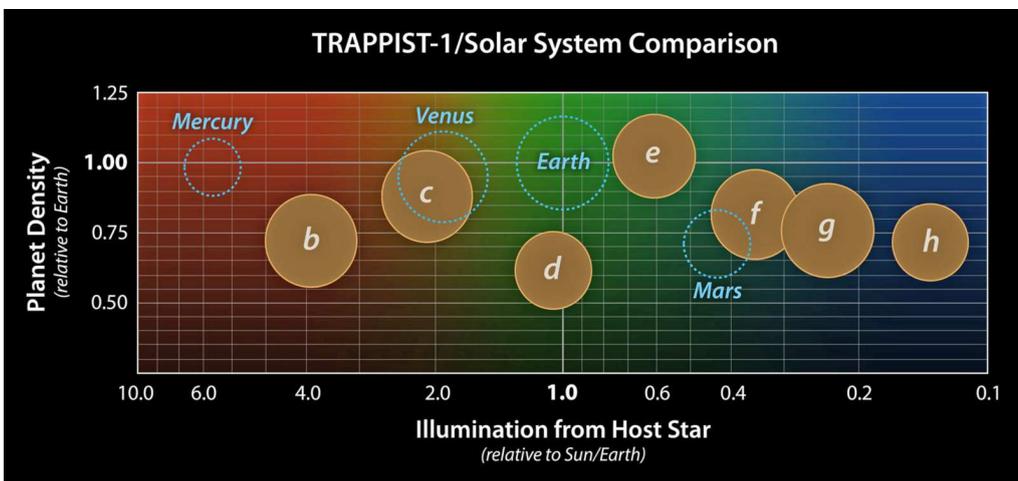
Inner Solar System

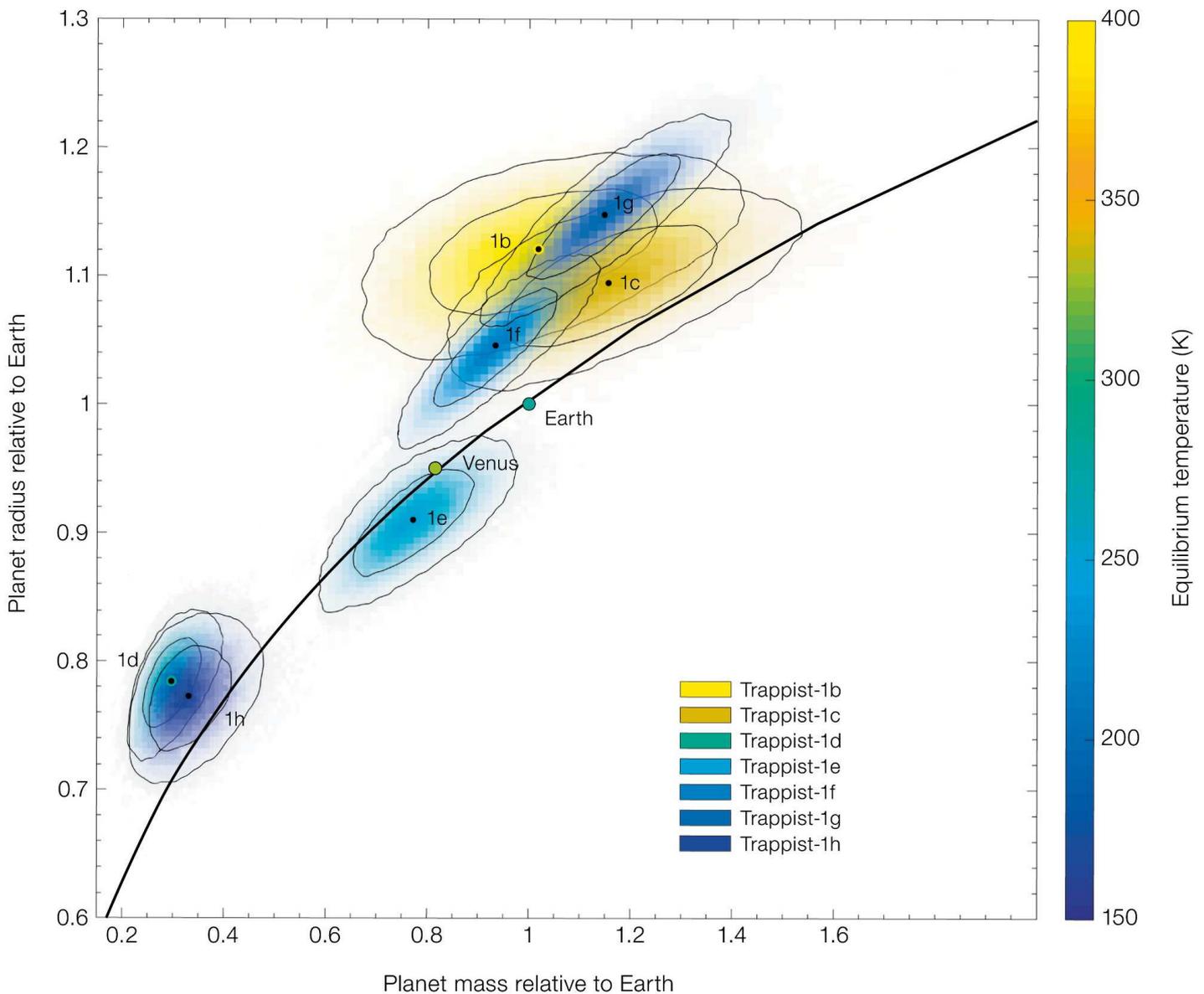


della scoperta dei primi tre pianeti, e poi ancora un anno fa (2017; 2), quando riferivamo della scoperta degli altri quattro, e della possibilità che su alcuni di essi potesse esistere l'acqua e quindi un ambiente forse favorevole alla vita come noi la conosciamo. Ora vogliamo fare un aggiornamento sulle principali novità che hanno riguardato quel

sistema nell'ultimo anno, includendo i più recenti e interessanti studi pubblicati sulle riviste specialistiche. Ci eravamo lasciati con delle incertezze che riguardavano la distanza dalla stella del pianeta più esterno, TRAPPIST-1h, parametro fondamentale per capire se su quel mondo può esistere o meno acqua allo stato liquido

Questa infografica confronta il sistema planetario TRAPPIST-1 con il sistema solare interno e le quattro lune galileiane del pianeta Giove. A sinistra, diagramma che mette a confronto le masse e l'energia assorbita dai sette pianeti di TRAPPIST-1, insieme alle proprietà dei quattro pianeti più interni del sistema solare. [NASA/JPL-Caltech]



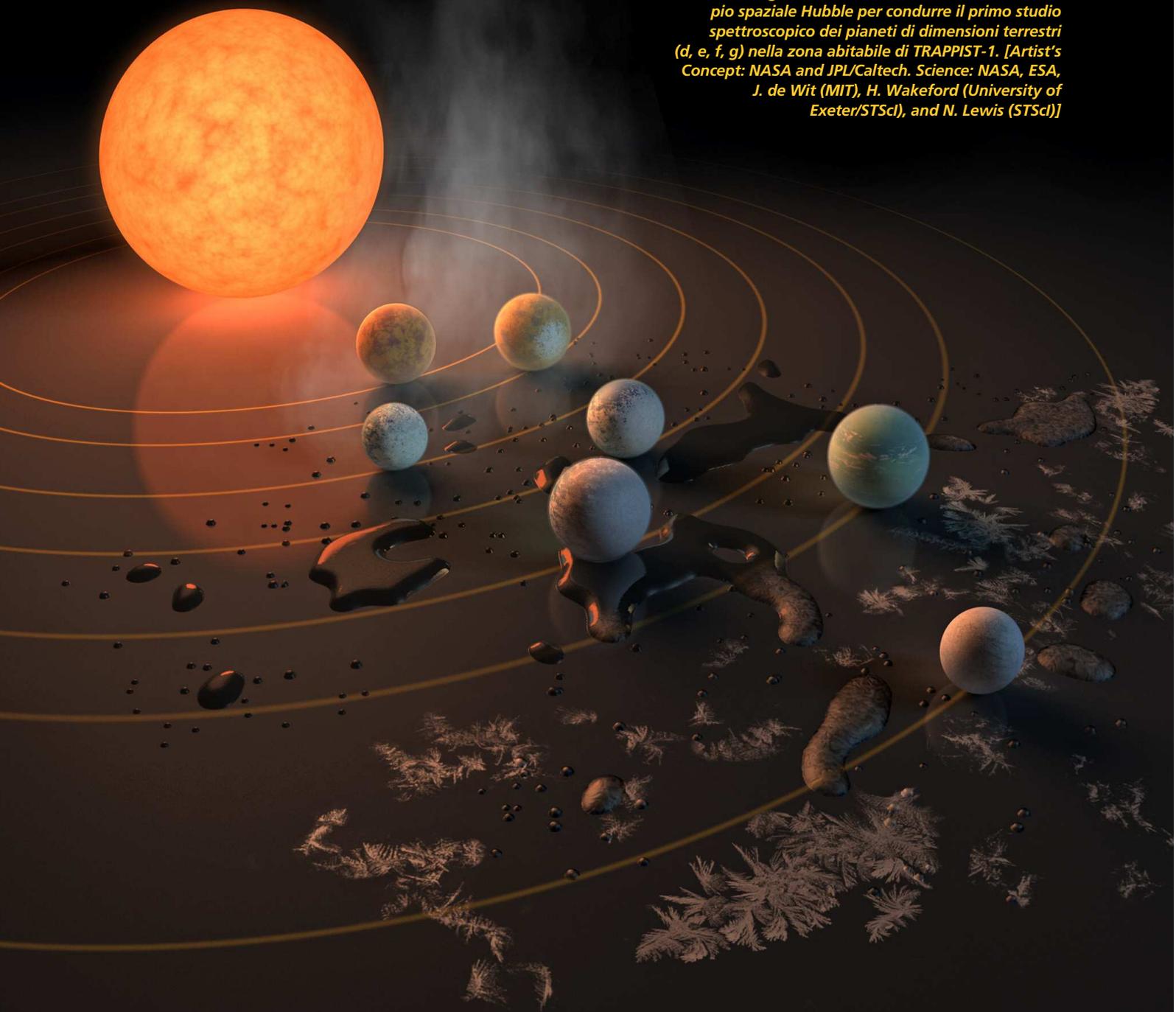


Questo diagramma confronta le dimensioni, le masse e le temperature stimate dei pianeti di TRAPPIST-1 con i pianeti del sistema solare. I colori indicano le temperature e la linea nera corrisponde alle densità e alla composizione dei pianeti terrestri nel sistema solare. I pianeti sopra la linea sono meno densi e i pianeti sottostanti sono più densi. [ESO/S. Grimm et al.]

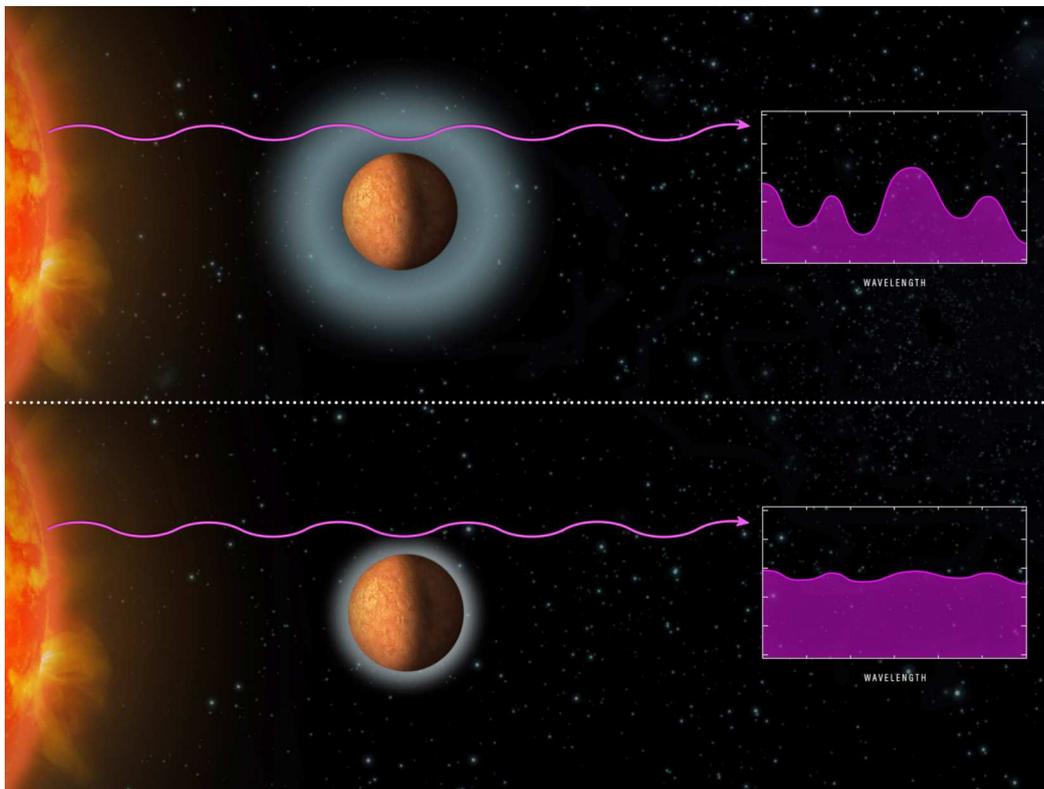
(ammesso e non concesso che vi sia acqua). A risolvere la questione ci ha pensato un team di ricercatori guidato da Rodrigo Luger, della University of Washington, che in un articolo apparso lo scorso maggio su *Nature Astronomy* riporta i risultati di un'elaborazione dei dati fotometrici di TRAPPIST-1 raccolti dal telescopio spaziale Kepler fra il dicembre 2016 e il marzo 2017. In questo periodo, noto come K2 Campaign 12, Kepler ha monitorato la piccola stella per 74 giorni, formando la più completa serie di osservazioni quasi continua di TRAPPIST-1. Quei dati hanno permesso ai ricercatori di studiare le reciproche interazioni gravitazionali fra i pianeti e di caratterizzare meglio le singole orbite. Il periodo orbitale di TRAPPIST-1h è risultato essere di 18,76 giorni, che corrisponde a una distanza media dalla stella di 9,27 milioni di

km, eccessiva per supporre che sul quel pianeta possa esistere acqua liquida. Il team di Luger ha così escluso dalla zona abitabile di TRAPPIST-1 il pianeta più lontano, dopo che già i due più vicini, TRAPPIST-1b e TRAPPIST-1c, erano già stati considerati inabitabili, non solo per le temperature massime alla superficie (superiori ai 100°C), ma anche perché i loro periodi di rotazione sono sicuramente sincronizzati con quelli di rivoluzione, il che li porta a esporre sempre lo stesso emisfero alla radiazione stellare, con conseguenze sicuramente non positive. A quel punto, molti specialisti di esopianeti hanno concentrato la loro attenzione sui quattro pianeti quasi certamente orbitanti nella zona abitabile, ovvero TRAPPIST-1d, TRAPPIST-1e, TRAPPIST-1f e TRAPPIST-1g, distanti dalla stella da 3 a 7 milioni di km circa. L'entusiasmo generato da questi pianeti po-

Render apparso il 23 febbraio 2017 sulla copertina della rivista *Nature* che annunciava che la vicina stella TRAPPIST-1, una nana ultra fredda, ha sette pianeti di dimensioni terrestri che le orbitano attorno. Ora, gli astronomi hanno utilizzato il telescopio spaziale Hubble per condurre il primo studio spettroscopico dei pianeti di dimensioni terrestri (d, e, f, g) nella zona abitabile di TRAPPIST-1. [Artist's Concept: NASA and JPL/Caltech. Science: NASA, ESA, J. de Wit (MIT), H. Wakeford (University of Exeter/STScI), and N. Lewis (STScI)]



Gli astronomi hanno usato Hubble per analizzare la luce dalla vicina stella TRAPPIST-1, dopo che ha attraversato le atmosfere di quattro pianeti di dimensioni terrestri nella zona abitabile della stella. Questa zona è una regione distante dalla stella dove l'acqua liquida, la chiave della vita come la conosciamo, potrebbe esistere sulle superfici dei pianeti. Gli astronomi stavano cercando le impronte di alcuni gas nelle atmosfere (incluso l'idrogeno), impresse nella luce stellare. La grafica in alto mostra un modello di spettro contenente le impronte di gas che gli astronomi si aspetterebbero di vedere, se



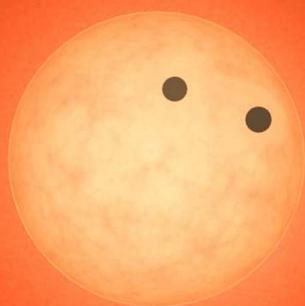
le atmosfere degli esopianeti fossero gonfie e dominate dall'idrogeno primordiale, risalente alla formazione di quei mondi lontani. Le osservazioni del telescopio spaziale Hubble, tuttavia, hanno rivelato che i pianeti non hanno atmosfere dominate dall'idrogeno. Lo spettro piatto mostrato nell'illustrazione in basso indica che Hubble non ha rilevato tracce di acqua o di metano, che sono abbondanti in atmosfere ricche di idrogeno. I ricercatori hanno concluso che le atmosfere sono composte da elementi più pesanti che si trovano a quote molto più basse di quelle che potrebbero essere misurate dalle osservazioni di Hubble. [NASA, ESA, and Z. Levy (STScI)]

tenzialmente simili alla Terra si è però un po' spento nei mesi successivi, quando, in giugno e luglio, due gruppi di ricercatori dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) hanno reso noti i risultati di due studi indipendenti sugli effetti dell'attività stellare della nana sull'ambiente circostante e quindi sui pianeti. Uno dei due gruppi di ricercatori, guidato da Manasvi Lingam, ha focalizzato l'attenzione sulle conseguenze che può avere la radiazione ultravioletta di TRAPPIST-1 sul sistema planetario. Poiché quella radiazione è molto più intensa di quella solare che colpisce la Terra, i ricercatori sono giunti alla conclusione che le atmosfere di quei mondi potrebbero essere distrutte in tempi brevi, astronomicamente parlando. Questo scenario, descritto sull'*International Journal of Astrobiology*, si scontra ovviamente con la possibilità che il sistema planetario di quella stella nana possa ospitare la vita. E infatti i ricercatori del CfA stimano che in quelle condizioni la vita abbia meno dell'1% di probabilità di apparire rispetto alla Terra.

Il secondo team del CfA, guidato da Cecilia Garraffo e partecipato anche dalla University of Massachusetts, ha evidenziato un'altra, micidiale minaccia per quei pianeti. Al pari del Sole, anche TRAPPIST-1 riversa nello spazio circostante grandi quantità di particelle ad alta energia, ma poiché la nana è molto più vicina ai suoi pianeti, la pressione del vento stellare che li investe è da 1000 a 100 000 volte maggiore di quella esercitata sulla Terra dal vento solare.

Dal momento che il vento stellare trasporta con sé anche il campo magnetico associato alle particelle, i ricercatori sostengono (in un articolo apparso su *The Astrophysical Journal Letters*) che quel campo magnetico può essere direttamente connesso con i campi magnetici dei singoli pianeti.

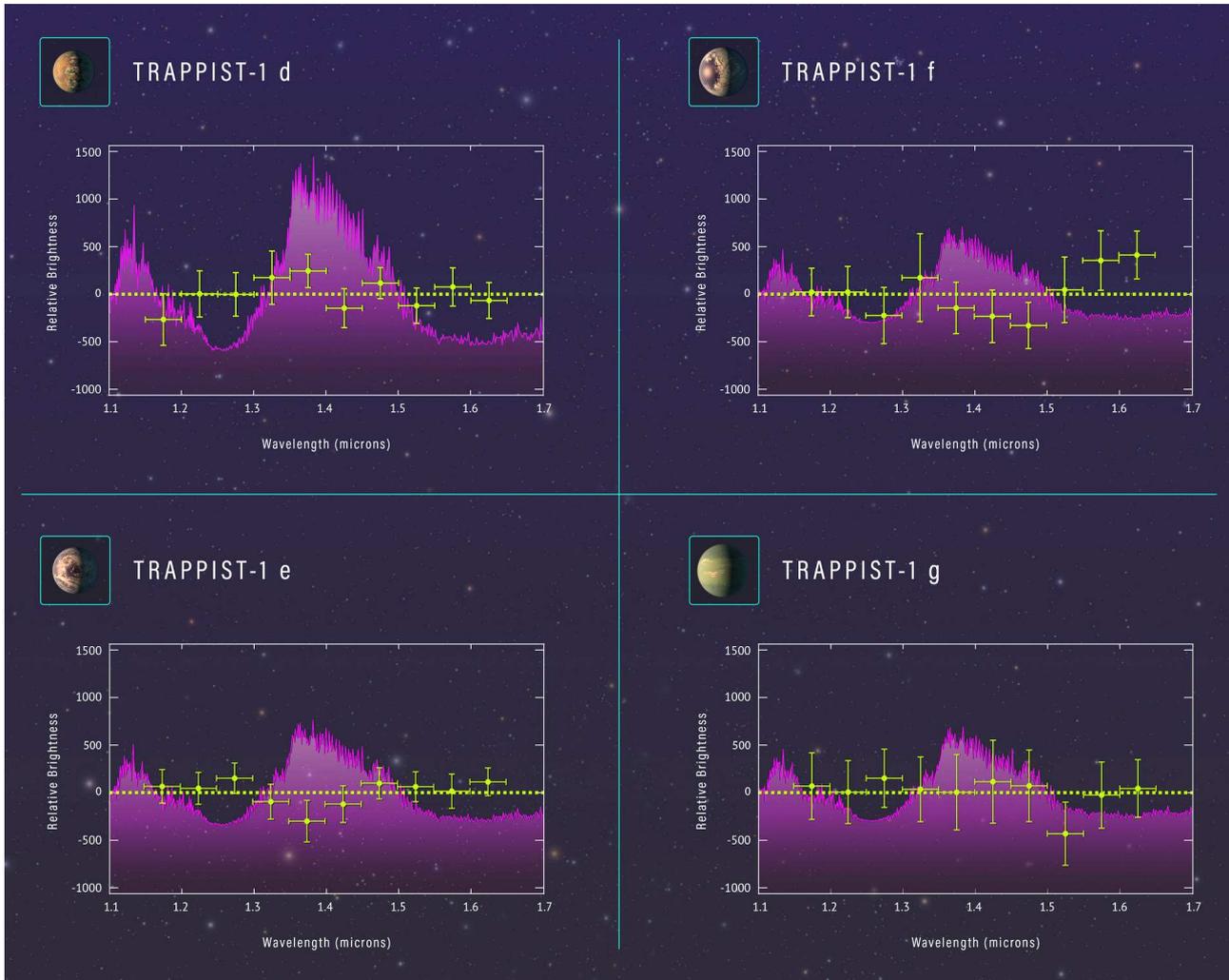
Se così fosse, il flusso di particelle emesso tutto attorno da TRAPPIST-1 colpirebbe continuamente le atmosfere, che verrebbero gradualmente erose fino alla completa evaporazione.



Insomma, i due studi del CfA mettono in guardia da facili entusiasmi, anche se, come sottolineano gli stessi ricercatori, le loro conclusioni non escludono del tutto la possibilità che attorno a TRAPPIST-1 o ad altre nane rosse possano esistere forme di vita. A breve distanza dalla pubblicazione di quei lavori, verso la metà di agosto dell'anno scorso, escono su *The Astrophysical Journal* i risultati di un altro studio condotto da Adam Burgasser (University of California, San Diego) e da Eric Mamajek (NASA/JPL), il cui obiettivo era quello di stabilire l'età di TRAPPIST-1, un dato fondamentale per capire fino a che punto il suo sistema planetario può essere ostile o favorevole alla vita.

Per ottenere una stima attendibile, i due ricercatori hanno preso in considerazione alcuni parametri chiave, come ad esempio la velocità con cui la nana orbita attorno al centro galattico (una velocità che cresce con l'età), la sua composizione atmosferica (anche la quantità di metalli cresce con l'età), il numero di brillamenti violenti verificatisi nei periodi di osservazione. Tutti i parametri considerati indicano che l'età di TRAPPIST-1 è sensibilmente superiore a quella del Sole ed è verosimilmente compresa fra 5,4 e 9,8 miliardi di anni. Un'età così avanzata si riflette sia negativamente sia positivamente sulla possibile abitabilità di quei mondi. Di negativo c'è che in un

Rappresentazione grafica del sistema di TRAPPIST-1, che mostra tutti e sette i pianeti in varie fasi. Quando un pianeta transita sul disco della nana rossa, come mostrano i due pianeti qui presenti, produce un calo nella luce della stella che può essere rilevato dalla Terra. [NASA]



Questi spettri mostrano la composizione chimica delle atmosfere di quattro pianeti di dimensioni terrestri che orbitano all'interno o vicino alla zona abitabile della stella TRAPPIST-1. La zona abitabile è una regione a una distanza dalla stella in cui l'acqua liquida potrebbe esistere sulle superfici dei pianeti. Per ottenere gli spettri, gli astronomi hanno raccolto con Hubble la luce di TRAPPIST-1 dopo che ha attraversato le atmosfere degli esopianeti mentre questi attraversavano il disco della stella. Le curve viola mostrano le impronte previste di gas come l'acqua e il metano che assorbono determinate lunghezze d'onda della luce. Questi gas esisterebbero in un'atmosfera gonfia, dominata dall'idrogeno, simile a quella dei pianeti gassosi come Nettuno. I risultati, indicati dalle croci verdi, non rivelano alcuna prova di un'atmosfera estesa in tre dei pianeti extrasolari (TRAPPIST-1d, f ed e). Sono necessarie ulteriori osservazioni per escludere un'atmosfera dominata dall'idrogeno per il quarto pianeta (TRAPPIST-1g). Le prove indicano che le atmosfere sono più compatte di quelle che potrebbero essere misurate dalle osservazioni di Hubble. [NASA, ESA, and Z. Levy (STScI)]

tempo così lungo la massa della stella è sicuramente riuscita a sincronizzare i tempi di rotazione di tutti i pianeti con i rispettivi tempi di rivoluzione, rendendo gli emisferi rivolti alla stella troppo caldi e quelli in ombra troppo freddi (senza considerare i poderosi venti atmosferici che quella situazione può generare). Di positivo c'è invece che una nana rossa vecchia produce meno

brillamenti di una sua simile molto più giovane, ed è quindi meno devastante per eventuali forme di vita presenti nel sistema. Inoltre, se i pianeti sono ancora dove li vediamo dopo miliardi di anni (sono migrati lì in tempi remoti da orbite più esterne), significa che il sistema è stabile, e sappiamo bene quanto la stabilità sia necessaria alla vita per apparire ed evolvere.

TRAPPIST-1 System

Feb. 2018



	b	c	d	e	f	g	h
<i>Orbital Period</i>	1.51 days	2.42 days	4.05 days	6.10 days	9.21 days	12.36 days	18.76 days
<i>Distance to Star</i>	0.0115 AU	0.0158 AU	0.0223 AU	0.0293 AU	0.0385 AU	0.0469 AU	0.0619 AU
<i>Planet Radius</i>	1.12 R_{earth}	1.10 R_{earth}	0.78 R_{earth}	0.91 R_{earth}	1.05 R_{earth}	1.15 R_{earth}	0.77 R_{earth}
<i>Planet Mass</i>	1.02 M_{earth}	1.16 M_{earth}	0.30 M_{earth}	0.77 M_{earth}	0.93 M_{earth}	1.15 M_{earth}	0.33 M_{earth}
<i>Planet Density</i>	0.73 ρ_{earth}	0.88 ρ_{earth}	0.62 ρ_{earth}	1.02 ρ_{earth}	0.82 ρ_{earth}	0.76 ρ_{earth}	0.72 ρ_{earth}
<i>Surface Gravity</i>	0.81 g	0.96 g	0.48 g	0.93 g	0.85 g	0.87 g	0.55 g

Solar System
 Rocky Planets


	Mercury	Venus	Earth	Mars
<i>Orbital Period</i>	87.97 days	224.70 days	365.26 days	686.98 days
<i>Distance to Star</i>	0.387 AU	0.723 AU	1.000 AU	1.524 AU
<i>Planet Radius</i>	0.38 R_{earth}	0.95 R_{earth}	1.00 R_{earth}	0.53 R_{earth}
<i>Planet Mass</i>	0.06 M_{earth}	0.82 M_{earth}	1.00 M_{earth}	0.11 M_{earth}
<i>Planet Density</i>	0.98 ρ_{earth}	0.95 ρ_{earth}	1.00 ρ_{earth}	0.71 ρ_{earth}
<i>Surface Gravity</i>	0.38 g	0.90 g	1.00 g	0.38 g

L'avanzata età di TRAPPIST-1 fa però sorgere qualche dubbio sull'effettiva esistenza di atmosfere attorno ai suoi pianeti. Infatti, anche tralasciando lo scenario nefasto dei campi magnetici, l'estrema vicinanza dell'intero sistema alla stella e l'esposizione per diversi miliardi di anni alla sua radiazione potrebbero aver portato all'ebollizione delle atmosfere. I ricercatori hanno calcolato che ciascuno dei cinque pianeti più interni potrebbe aver perso per evaporazione una quantità media di acqua (se presente) equivalente a un oceano terrestre. Solamente i due pianeti più esterni sarebbero scampati a quel destino, ma per altri motivi non risultano comunque meno ostili. In realtà, non ci sono evidenze a conferma dell'evaporazione delle atmosfere, anzi, sembra vero il contrario, e questo perché pur avendo quei pianeti dimensioni paragonabili a quelle della Terra, hanno densità mediamente inferiori, il che significa che una parte rilevante della loro mas-

sa potrebbe trovarsi allo stato gassoso. In altre parole, è più che probabile che quei pianeti siano circondati da un'atmosfera piuttosto spessa.

Ipotizzando che questo scenario sia realistico, avremmo almeno un paio di conseguenze molto positive: le atmosfere dense sarebbero in grado di schermare una buona parte della radiazione stellare nociva; inoltre favorirebbero la redistribuzione a livello globale del calore accumulato negli emisferi perennemente rivolti verso la stella. Per contro, però, atmosfere molto dense potrebbero facilmente innescare un effetto serra

Questa infografica elenca le principali proprietà dei sette pianeti di TRAPPIST-1, insieme ai quattro pianeti più interni del sistema solare alla stessa scala. [NASA/JPL-Caltech/R. Hurt, T. Pyle (IPAC)]
 A sinistra, questo video porta lo spettatore in un breve viaggio dalla Terra a TRAPPIST-1 e ai suoi sette pianeti. Le stelle nell'animazione sono posizionate esattamente come nella realtà. Il video si basa sui parametri fisici noti per i pianeti e le stelle visibili e utilizza un vasto database di oggetti dell'universo. [ESO/L. Calçada/ spaceengine.org]

Questo video mostra il sistema di TRAPPIST-1 dal pianeta più distante (TRAPPIST-1h). Nel video, i transiti di due pianeti interni possono essere visti, con il grande disco di TRAPPIST-1g che transita per ultimo. La visione d'artista in questo video si basa sui parametri fisici noti per i pianeti e le stelle visibili e utilizza un vasto database di oggetti dell'universo. [ESO/L. Calçada/spaceengine.org. Music: Johan B. Monell]

irreversibile, simile a quello presente su Venere. Una corretta caratterizzazione delle atmosfere è dunque indispensabile per capire quanto quei pianeti possono somigliare al nostro, piuttosto che a Venere o, all'opposto, a Marte.

A questo riguardo, il 5 febbraio scorso sono stati pubblicati su *Nature Astronomy* i risultati della prima analisi spettroscopica sui pianeti "d", "e", "f" e "g", ovvero quelli che orbitano nella zona abitabile di TRAPPIST-1. Questo nuovo studio, condotto da un team di astronomi dello Space Telescope Science Institute (STScI), ha rivelato che almeno i primi tre di quei quattro pianeti non sono circondati da un'atmosfera gonfia e particolarmente ricca di idrogeno, come quelle dei mini-Nettuno. Ciò è un buon segno, perché l'idrogeno è un gas serra che rende inospitali i pianeti.

Se in quelle atmosfere ce n'è così poco da non essere facilmente rilevabile, aumentano le probabilità che siano invece preponderanti altri atomi e molecole più pesanti e più interessanti per i ricercatori, come alcuni potenziali biomarcatori, che potrebbero rivelare la presenza di vita su quei pianeti. Ma per averne conferma dovremo attendere quanto meno l'anno prossimo, quando diverrà operativo il James Webb Space Telescope della NASA.

Nel frattempo possiamo tentare di capire quale dei pianeti è meno ostile alla vita. In questa direzione è andato un folto team di

ricercatori, guidato da Simon Grimm (Universität Bern), che ha applicato modelli molto complessi a tutti i dati disponibili dei pianeti di TRAPPIST-1, per determinare le loro densità con una precisione mai raggiunta prima. I risultati di questo studio, recentemente pubblicati su *Astrophysics & Astrophysics*, suggeriscono che tutti quei pianeti potrebbero aver conservato riserve di acqua pari al

5% della loro massa, una quantità enorme se consideriamo che nel caso della Terra solamente lo 0,02% della massa si presenta sotto forma di acqua.

Nello scenario che prende forma dallo studio del team di Grimm, se TRAPPIST-1b e TRAPPIST-1c hanno ancora un'atmosfera, l'acqua dovrebbe essere presente allo stato di vapore, cosa che contribuirebbe a rendere quei mondi inospitali. I pianeti più esterni, "f", "g" e "h", sono forse un po' troppo lontani dalla stella per garantire acqua liquida in superficie. Più interessanti sono invece i pianeti "d" ed "e". Il primo dei due è il più leggero del sistema, ha infatti solo il 30% della massa della Terra e non sappiamo in quale stato possa trovarsi l'acqua eventualmente presente su di esso. TRAPPIST-1e è invece il pianeta più promettente: è grande poco meno della Terra, ma è leggermente più denso, caratteristiche compatibili con la presenza di un nucleo ferroso, di una superficie rocciosa alternata a distese di acqua, e di un'atmosfera non necessariamente spessa.

Oltre che per le dimensioni, per la densità e, forse, per la consistenza dell'atmosfera, TRAPPIST-1e è paragonabile alla Terra anche per la quantità di radiazioni che riceve dalla sua stella. Tutto ciò, ovviamente, non significa né abitabilità certa, né, tantomeno, presenza di vita, ma possiamo scommettere che questo pianeta sarà uno dei primi target del telescopio spaziale Webb. ■

Per la prima volta il VLT funziona come un telescopio

by ESO / Anna Wolter

Uno degli obiettivi originali del progetto del VLT (Very Large Telescope) dell'ESO era di riuscire a far funzionare insieme i quattro telescopi principali (UT) in modo da renderlo un unico, gigantesco telescopio. Con la prima luce dello spettrografo ESPRESSO nella modalità a quattro unità, questo traguardo fondamentale è stato raggiunto.

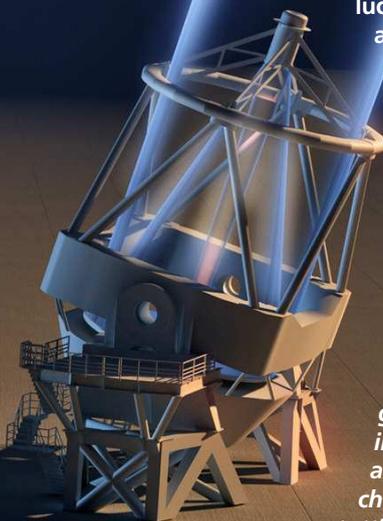
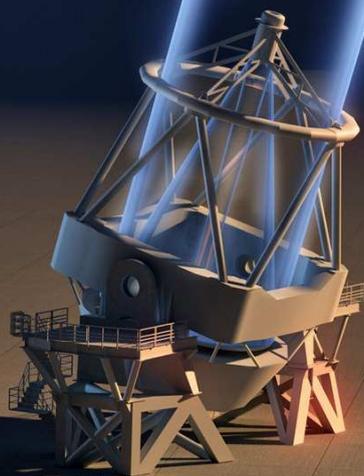
Dopo una lunga preparazione da parte del consorzio di ESPRESSO (guidato dall'Osservatorio Astronomico dell'Università di Ginevra, con la partecipazione di centri di ricerca in Italia, Portogallo, Spagna e Svizzera) e del personale dell'ESO, il Direttore Generale dell'ESO, Xavier Barcons, ha dato avvio a questa storica osservazione astronomica, premendo il fatidico bottone nella sala di controllo. Il responsabile scientifico dello strumento ESPRESSO all'ESO, Gaspare Lo Curto, spiega il significato storico di questo evento: "L'ESO ha realizzato un sogno che risale all'epoca in cui fu concepito il VLT negli anni Ottanta del secolo scorso: combinare la luce dei quattro UT sul Cerro

Paranal per alimentare un singolo strumento!"

Quanto tutti e quattro gli UT di 8,2 m di diametro combinano il loro potere di raccolta della luce per illuminare un singolo strumento, il VLT diventa in pratica il più grande telescopio ottico al mondo in termini di area di raccolta. Due dei principali obiettivi scientifici di ESPRESSO sono la scoperta e la caratterizzazione di pianeti simili alla Terra e la ricerca di possibili variazioni nel valore delle costanti fondamentali della fisica. Misurare queste ultime, in particolare,

richiede l'osservazione di quasar distanti e deboli: sarà forse l'area scientifica che beneficerà maggiormente dalla combinazione della luce di tutti e quattro gli UT in ESPRESSO. Entrambi gli obiettivi si basano sulla stabilità eccezionale dello strumento e su una sorgente di luce di riferimento estremamente stabile. A causa della complessità del sistema,

dell'ESO pio di 16 metri



ESPRESSO può raccogliere la luce di più telescopi principali insieme, fino a tutti e quattro gli UT, aumentando la sua capacità di raccolta di luce, o, in alternativa, può ricevere la luce di ciascuno dei quattro UT indipendentemente, per un uso più flessibile del tempo di osservazione. ESPRESSO è stato progettato proprio per sfruttare questa infrastruttura. La luce dei quattro UT viene abitualmente raccolta dall'interferometro del VLT (VLTi) per lo studio di dettagli minuti in oggetti relativamente brillanti. Il Responsabile Scientifico del Progetto, Paolo Molaro, commenta: "Questo traguardo straordinario è il culmine del lavoro di un grande gruppo di scienziati e ingegneri, durato molti anni. È magnifico vedere che ESPRESSO funziona con tutti e quattro gli UT e non vedo l'ora che arrivino i primi, entusiasmanti risultati scientifici."

Alimentare un singolo strumento con la luce combinata darà agli astronomi l'accesso a informazioni che prima non erano disponibili. Il nuovo strumento è rivoluzionario per l'astronomia con spettrografi di alta risoluzione. Utilizza concetti innovativi, come la calibrazione in lunghezza d'onda assistita da un "pettine di frequenza" laser, che fornisce precisione e ripetibilità senza precedenti, e ora anche la possibilità di unire la potenza di raccolta della luce dei quattro singoli UT. "ESPRESSO con tutti e quattro i telescopi principali ci darà un'anteprima allettante di quello che la prossima generazione di telescopi, come l'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO, offrirà tra qualche anno," conclude il Direttore Generale dell'ESO, Xavier Barcons. ■

la combinazione della luce da tutti e quattro i telescopi principali, in quello che viene chiamato "fuoco non coerente", non era mai stata implementata finora. In ogni caso, sia i telescopi che la struttura sotterranea sulla cima della montagna erano predisposti all'evenienza fin dall'inizio. Un sistema di specchi, prismi e lenti trasmette la luce da ogni UT del VLT fino allo spettrografo ESPRESSO, a una distanza che arriva fino a 69 metri. Grazie a queste ottiche complesse,

Questa immagine mostra in forma estremamente semplificata come la luce raccolta dalle 4 unità VLT è combinata nello strumento ESPRESSO, situato sotto la piattaforma. [ESO/L. Calçada]

Le galassie più antiche ruotavano come la nostra

by ALMA Observatory

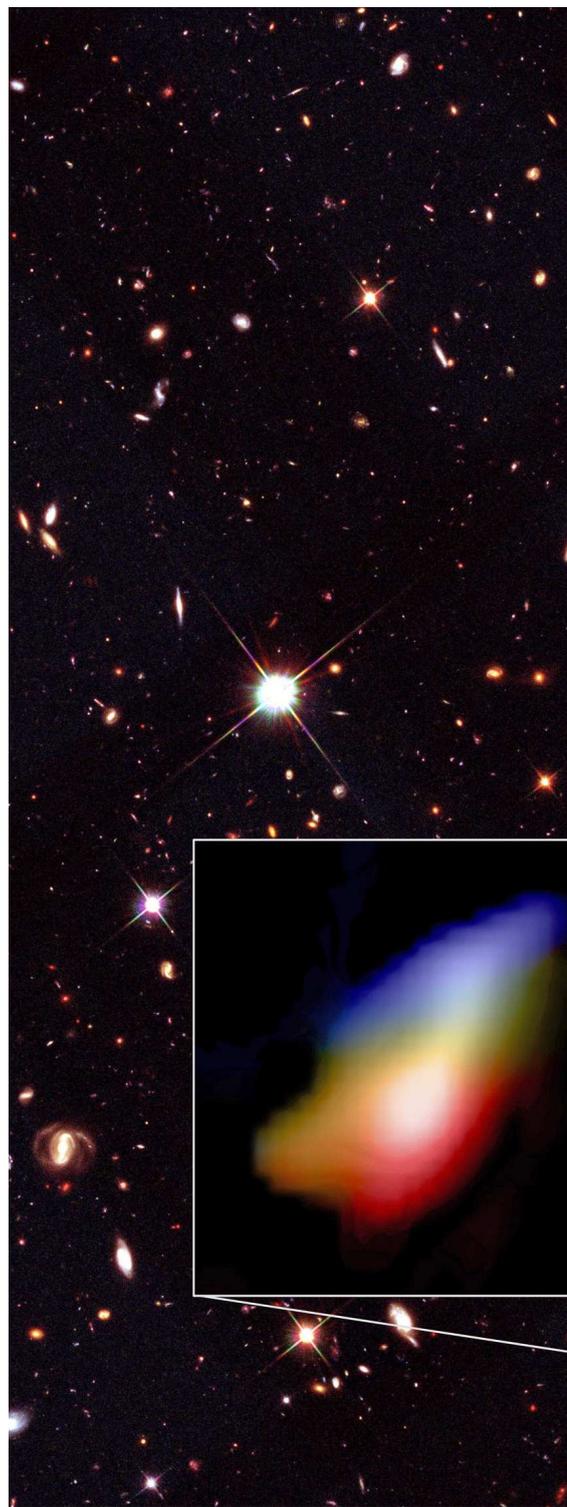
Un gruppo internazionale di ricercatori guidato da Renske Smit, del Kavli Institute of Cosmology, presso l'Università di Cambridge, ha utilizzato ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), in Cile, per aprire una nuova finestra sull'universo distante, e per la prima volta sono stati in grado di identificare con questo telescopio le galassie normali che formano stelle in una primissima fase della storia cosmica. I risultati sono riportati nella rivista *Nature* e sono stati presentati al 231° meeting dell'American Astronomical Society.

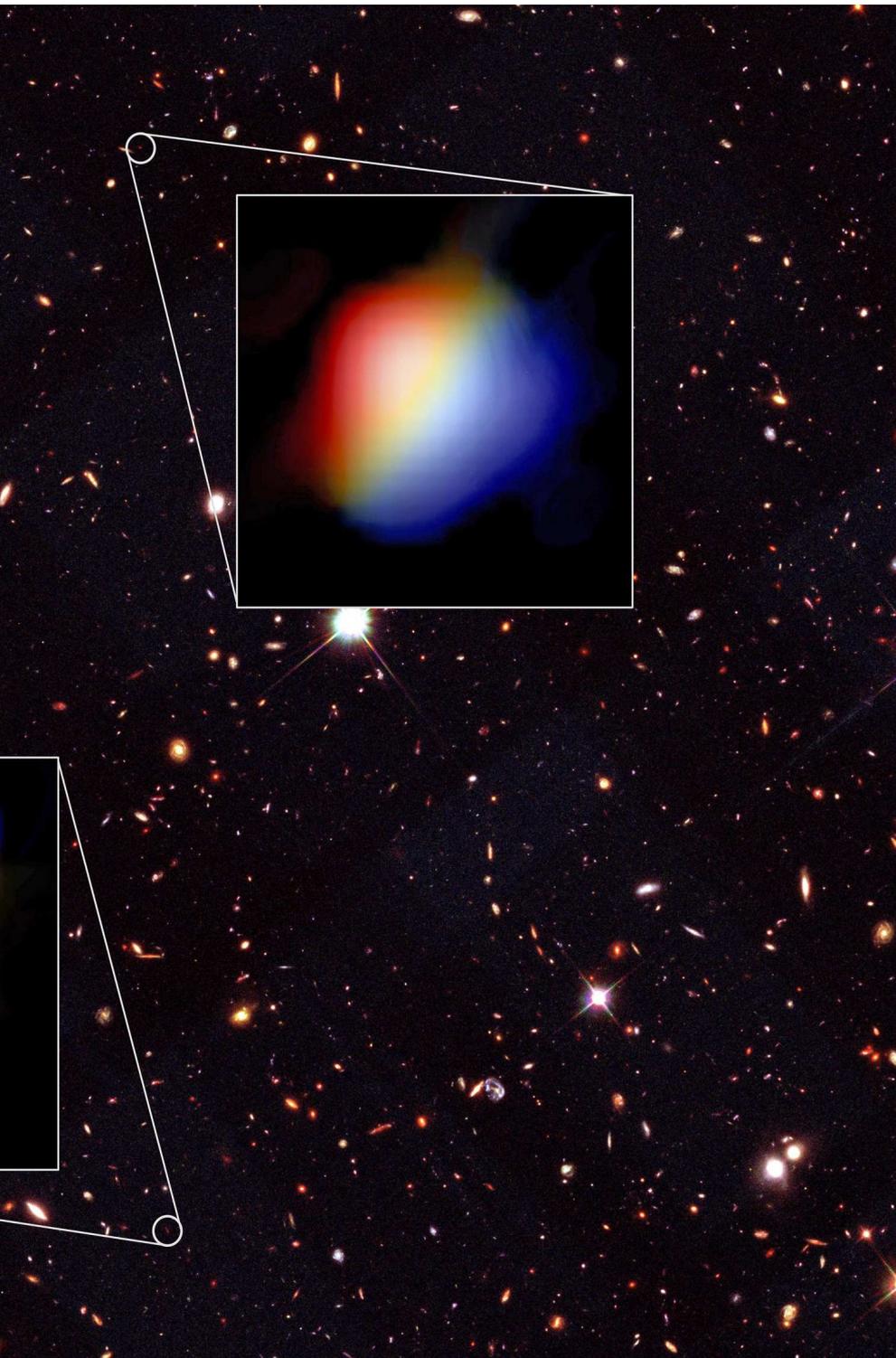
La luce di oggetti lontani richiede tempo per raggiungere la Terra, quindi osservare oggetti distanti miliardi di anni luce ci permette di guardare indietro nel tempo e osservare direttamente la formazione delle prime galassie.

A quel tempo, tuttavia, l'universo era pieno di una "foschia" oscurante di gas idrogeno neutro, che rende difficile vedere la formazione delle primissime galassie con i telescopi ottici. Smit e i suoi colleghi hanno usato ALMA per osservare due piccole galassie neonate, che esistevano solo 800 milioni di anni dopo il Big Bang. Analizzando le

"impronte digitali" spettrali della luce del lontano infrarosso raccolte da ALMA, sono stati in grado di stabilire la distanza dalle galassie e, per la prima volta, vedere il movimento interno del gas che ha alimentato la loro crescita. *"Fino ad ALMA non siamo mai stati in grado di vedere la formazione delle galassie in modo così dettagliato,*

Una simulazione video del disco rotante. [R. Crain (LJMU) and J. Geach (U.Herts)]





Visualizzazione dei dati - Immagine del cielo notturno di Hubble Telescope in cui sono state trovate le galassie e due pannelli ingranditi dei dati ALMA. [Hubble (NASA/ESA), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), P. Oesch (University of Geneva) and R. Smit (University of Cambridge)]

e non siamo mai stati in grado di misurare il movimento del gas al loro interno così presto nella storia dell'universo", ha detto il co-autore Stefano Carniani, dal Cambridge's Cavendish Laboratory e del Kavli Institute of Cosmology. I ricercatori hanno scoperto che il gas in queste galassie neonate turbinava e ruotava in un moto a mulinello, simile alla nostra galassia e ad altre galassie più mature, presenti molto più tardi nella storia dell'universo. Nonostante le loro dimensioni relativamente piccole (circa cinque volte più piccole della Via Lattea), queste galassie stavano formando stelle a un tasso più alto di altre giovani galassie, e i ricercatori si sono sorpresi nello scoprire che le galassie non erano così caotiche come previsto. "Nell'universo primordiale, la gravità ha fatto sì che il gas fluisse rapidamente nelle galassie, mescolandosi e formando molte nuove stelle; poi violente esplosioni di supernova di queste stelle hanno reso il gas turbolento", ha detto Smit, che è Rubicon Fellow a Cambridge, sponsorizzato dal Netherlands Organization for Scientific Research. "Ci aspettavamo che le giovani galassie sarebbero state dinamicamente 'disordinate', per il caos provocato dall'esplosione di giovani stelle, ma queste mini galassie mostrano la capacità di mantenere l'ordine e apparire ben regolate. Nonostante le loro piccole dimensioni, stanno già rapidamente crescendo fino a diventare quelle galassie 'adulte' che vediamo oggi". I dati di questo progetto su piccole galassie aprono la strada a studi più ampi sulle galassie durante il primo miliardo di anni del tempo cosmico. ■

Viaggio in 3D nella Nebulosa di Orione

by NASA/ESA

Gli astronomi e gli specialisti della visualizzazione del programma Universe of Learning della NASA hanno combinato le visioni visibile e infrarossa dei telescopi spaziali Hubble e Spitzer per creare una visione tridimensionale senza precedenti della pittoresca Nebulosa di Orione, una vicina regione di formazione stellare. Gli spettatori sperimentano questo asilo stellare "da vicino e personalmente" mentre la nuova visualizzazione digitale li traghetta fra stelle appena nate, nuvole incandescenti riscaldate da intense radiazioni e involucri gassosi a forma di girino che circondano i dischi protoplanetari. Utilizzando immagini scientifiche reali e altri dati, combinati con le tecniche hollywoodiane, un team allo Space Telescope Science Institute di Baltimora, nel Maryland, e il Caltech/IPAC di Pasadena, in California, hanno creato la migliore e più dettagliata visualizzazione multi-lunghezza d'onda di questa fotogenica nebulosa. Il fly-through consente alle persone di sperimentare e conoscere l'universo in un modo nuovo ed eccitante.

Questa immagine mostra sia la visualizzazione della luce visibile sia quella a infrarossi della Nebulosa di Orione. Questo frame della sequenza del film guarda verso il basso della "valle" che porta al gruppo di stelle all'estremità. Il lato sinistro dell'immagine mostra la visualizzazione della luce visibile, che sfuma alla visualizzazione a infrarossi sulla destra. Questi due modelli contrastanti derivano dalle osservazioni dei telescopi spaziali Hubble e Spitzer. [NASA, ESA, F. Summers, G. Bacon, Z. Levay, J. DePasquale, L. Frattare, M. Robberto and M. Gennaro (STScI), and R. Hurt (Caltech/IPAC)]

Il film di tre minuti, che mostra la Nebulosa di Orione sia in luce visibile che nell'infrarosso, è stato rilasciato al pubblico lo scorso gennaio. È disponibile per i planetari e altri centri di apprendimento informale in tutto il mondo, per aiutare il pubblico a esplorare questioni fondamentali in ambito scientifico, del tipo "Come siamo arrivati qui?"

"Essere in grado di volare attraverso la struttura della nebulosa in tre dimensioni dà alle persone un senso molto migliore di ciò che è realmente l'universo", ha spiegato lo scienziato di visualizzazione dello Space Telescope Science Institute Frank Summers, che ha guidato il team che ha sviluppato il film. "Aggiungendo profondità e struttura alle immagini già straordinarie, questo fly-through aiuta a chiarire l'universo al pubblico, sia educando che

ispirando", ha aggiunto Summers. "Guardare l'universo nella luce infrarossa offre un contesto sorprendente rispetto alle più familiari visioni in luce visibile. Questo film offre un'opportunità unica e coinvolgente di vedere come appaiono le nuove caratteristiche mentre ci spostiamo verso lunghezze d'onda di luce normalmente invisibili ai nostri occhi", ha detto Robert Hurt, lead visualization scientist di IPAC. Una delle nebulose più luminose del cielo, la Nebulosa di Orione, è visibile ad occhio nudo. Appare come la "stella" centrale nella spada della costellazione di Orione, e si trova a circa 1350 anni luce di distanza. A soli 2 milioni di anni, la nebulosa è un laboratorio ideale per studiare giovani stelle e stelle che si stanno ancora formando. Offre uno spaccato di ciò che sarebbe potuto accadere quando



Questa visualizzazione è un estratto di una sequenza più lunga che esplora la nebulosa di Orione usando sia la luce visibile che quella a infrarossi. Sono stati creati due modelli di

computer correlati basati su osservazioni di luce visibile del Telescopio Spaziale Hubble e osservazioni a raggi infrarossi dal telescopio spaziale Spitzer.. [NASA, ESA, F. Summers, G. Bacon, Z. Levay, J. DePasquale, L. Hustak, L. Frattare, M. Robberto and M. Gennaro (STScI), and R. Hürt (Caltech/IPAC) - Acknowledgement: R. Gendler]

il Sole nacque 4,6 miliardi di anni fa. Il video tridimensionale fornisce uno sguardo della fantastica topografia della nebulosa. Un torrente di radiazioni ultraviolette e venti stellari provenienti dalle massicce stelle centrali del grappolo di stelle del Trapezio hanno scavato una cavità cavernosa, simile a un recipiente, nella parete di una gigantesca nuvola di idrogeno molecolare freddo rivestito di polvere. Astronomi e visualizzatori hanno lavorato insieme per creare un modello tridimensionale delle profondità di questa regione cavernosa, come tracciare montagne e valli sul fondo dell'oceano. Le immagini colorate di Hubble e Spitzer sono state poi sovrapposte al tutto.

Il video di visualizzazione scientifica porta lo spettatore in un volo mozzafiato attraverso la nebulosa, seguendo i contorni del gas e della polvere. Passando tra le visioni di Hubble e Spitzer, il film mostra dettagli sorprendentemente diversi della Nebulosa di Orione. Hubble vede oggetti che brillano nella luce visibile, che sono tipicamente di migliaia di gradi. Spitzer è sensibile agli

oggetti più freddi con temperature di appena centinaia di gradi. La visione a infrarossi di Spitzer penetra attraverso la polvere oscurante per vedere le stelle incassate nella nebulosa, così come le stelle più deboli e meno massicce, che sono più luminose nell'infrarosso che non nella luce visibile. La nuova visualizzazione aiuta le persone a sperimentare come i due telescopi forniscano un'immagine più complessa e completa della nebulosa.

La visualizzazione è una nuova generazione di prodotti ed esperienze sviluppati dal programma Universe of Learning della NASA. Lo sforzo combina una connessione diretta alla scienza e agli scienziati delle missioni di astrofisica della NASA, con attenzione alle esigenze del pubblico, per consentire ai giovani, alle famiglie e agli studenti di esplorare questioni fondamentali della scienza, sperimentare come la scienza è fatta e scoprire in prima persona l'universo. L'interpretazione tridimensionale è guidata dalla conoscenza scientifica e dall'intuizione scientifica. A partire dalle immagini bidimensionali di

Hubble e Spitzer, Summers e Hurt hanno lavorato con esperti per analizzare la struttura all'interno della nebulosa. Inizialmente hanno creato una superficie a luce visibile e quindi una struttura sottostante delle caratteristiche a infrarossi. Per dare alla nebulosa il suo aspetto etereo, Summers ha scritto uno speciale codice di rendering per combinare in modo efficiente le decine di milioni di elementi semitrasparenti del gas.

Il codice personalizzato consente a Summers di eseguire questa e altre visualizzazioni su workstation desktop, piuttosto che su un cluster di supercalcolo. Gli altri componenti della nebulosa sono stati isolati in strati di immagini e modellati separatamente. Questi elementi includevano stelle, dischi protoplanetari, archi da onda d'urto e il gas sottile di fronte alla nebulosa chiamata "il velo". Dopo il rendering, questi strati e la nebulosa gassosa sono stati riuniti per creare la visualizzazione.

Le strutture tridimensionali servono come approssimazioni scientificamente ragionevoli per immaginare la nebulosa. "La cosa principale è dare agli spettatori una comprensione esperienziale, in modo che abbiano modo di interpretare le immagini dei telescopi", ha spiegato Summers. "È davvero meraviglioso quando possono costruire un modello mentale nella loro testa per trasformare l'immagine bidimensionale in una scena tridimensionale." Questo film dimostra la potenza dell'astronomia a più lunghezze d'onda. Aiuta il pubblico a capire come viene fatta la scienza, come e perché gli astronomi utilizzano più regioni dello spettro elettromagnetico per esplorare e conoscere il nostro universo. Stimola anche l'appetito degli astronomi per ciò che vedranno con il James Webb Space Telescope della NASA, che mostrerà dettagli molto più fini delle più profonde strutture infrarosse. ■

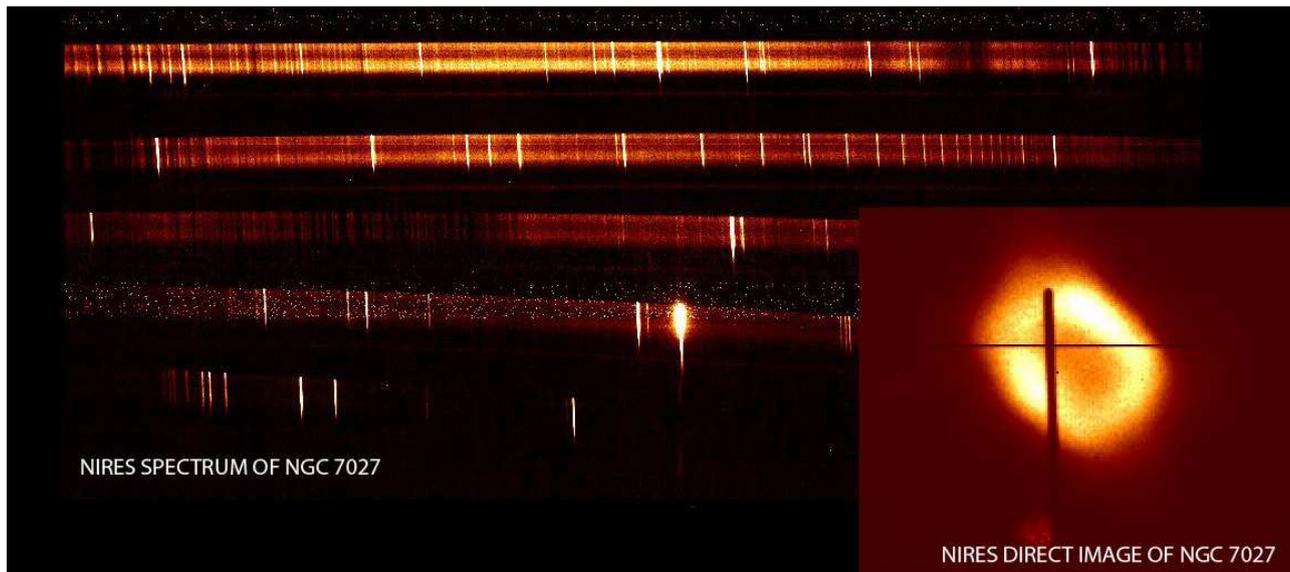
Il Keck Observatory ottiene la prima luce con NIRES

by Keck Observatory

Gli astronomi dell'Osservatorio W. M. Keck hanno raggiunto con successo una pietra miliare acquisendo i primi dati scientifici dal nuovo strumento dell'osservatorio, il Near-Infrared Echellette Spectrometer (NIRES), costruito dal Caltech. Il team NIRES del Keck Observatory-Caltech ha appena completato la prima serie

di osservazioni di messa in servizio dello strumento e ottenuto una "prima luce" con un'immagine spettrale della nebulosa planetaria NGC 7027. "L'Osservatorio Keck si sforza continuamente di fornire strumenti che soddisfino le alte aspirazioni della nostra comunità scientifica e che rispondano alle mutevoli esigenze del-

la ricerca", ha dichiarato il direttore dell'osservatorio, Hilton Lewis. "NIRES dovrebbe essere uno dei più efficienti spettrografi a oggetto singolo e nel vicino infrarosso su un telescopio da otto a dieci metri, progettato per studiare fenomeni esplosivi del cielo profondo, come supernove e gamma ray bursts, una capacità che è molto richiesta."



L'immagine della "prima luce" di NIRES è di NGC 7027, una nebulosa planetaria. Lo spettro NIRES mostra lo spettro nel vicino IR di questa nebulosa dominata dalle linee di emissione di idrogeno ed elio. L'immagine diretta mostra NGC 7027 nei filtri K' a 2,2 micron. [W. M. Keck Observatory]

"La potenza di NIRES sta nel poter coprire un'intera gamma spettrale simultaneamente con un'osservazione", ha affermato Keith Matthews, principal



NIRES è arrivato all'osservatorio Keck dal Caltech il 17 aprile ed è stato installato sul Keck II il 28 settembre. Questo strumento tanto atteso è perfettamente adatto per osservazioni astronomiche di follow-up di astronomia di target identificati dalle nuove survey progettate per trovare transienti e oggetti esotici. [W. M. Keck Observatory]

investigator dello strumento e chief instrument scientist presso il Caltech. "È uno spettrografo a dispersione incrociata che funziona nell'infrarosso, dove l'immagine visuale si estingue, fino a 2,4 micron dove lo sfondo dall'emissione termica diventa forte." Matthews ha sviluppato lo strumento con l'aiuto di Tom Soifer, Harold Brown Professor of Physics emerito al Caltech, del membro del Consiglio di amministrazione dell'osservatorio Jason Melbourne, un ex studioso post-dottorato del Caltech, e del professor Dae-Sik Moon, dell'Università di Toronto, Dipartimento di Astronomia e Astrofisica, anche associato all'Istituto Dunlap, e ha iniziato lavorando su NIRES con Matthews e Soifer quando Millikan postdoc-

toral fellow al Caltech, circa un decennio fa. Poiché NIRES sarà sempre al telescopio, la sua specialità sarà catturare Target of Opportunity (ToO),



NIRES Principal Investigator Keith Matthews of Caltech (left) with W. M. Keck Observatory Director Hilton Lewis (right) after successfully achieving "first light" with a spectral image of planetary nebula NGC 7027.

oggetti astronomici che fanno inaspettatamente "boom". Questa capacità è ora più importante che mai, specialmente con la recente scoperta, annunciata il 16 ottobre, di onde gravitazionali causate dalla collisione di due stelle di neutroni. Per la prima volta nella storia, gli astronomi di tutto il mondo hanno rilevato le onde luminose e gravitazionali di questo evento, innescando una nuova era dell'astronomia. "NIRES sarà molto utile in questo nuovo campo dell'astronomia 'multi-messenger'", ha affermato Soifer. "NIRES non deve essere tolto dal telescopio, quindi può rispondere molto rapidamente ai fenomeni transitori. Gli astronomi possono facilmente girare NIRES verso l'evento e letteralmente usarlo entro un breve preavviso." Con la sua alta sensibilità, NIRES consentirà inoltre agli astronomi di osservare oggetti estremamente deboli, trovati con i telescopi spaziali a infrarossi Spitzer e WISE. Tali oggetti antichi, come galassie e quasar ad alto redshift, possono fornire indizi su quello che è successo subito dopo il Big Bang.

"NIRES è l'ennesimo strumento rivoluzionario del Keck Observatory sviluppato da Keith e Tom; hanno costruito il nostro primo strumento, il NIRC, che era così sensibile da poter rilevare l'equivalente di una singola fiamma di candela sulla Luna", ha detto Lewis.

"Keith e Tom hanno anche sviluppato il suo successore, NIRC2, e Keith è stata la chiave del successo di MOSFIRE. Sono pionieri della strumentazione e siamo grati a loro e all'intero team NIRES per aver aiutato il Keck Observatory a continuare a migliorare le nostre capacità tecnologiche". ■

Una Wolf-Ray del sistema so

di Michele Ferrara

Di molte strutture dell'universo conosciamo l'evoluzione a partire dalla loro origine, ma in molti casi non abbiamo ancora capito quale fenomeno abbia prodotto l'origine. È questo il caso del nostro sistema solare, che il pensiero dominante vuole essere nato a seguito della compressione di una nube di polveri e gas ad opera dell'onda d'urto di una supernova. Un recente studio ha però dimostrato che la causa scatenante potrebbe essere un'altra.

et all'origine lare

La Bubble Nebula (NGC 7635) dista circa 8000 anni luce dalla Terra ed è stata originata dalla brillante stella Wolf-Rayet visibile a sinistra del suo centro. [NASA, ESA, Hubble Heritage Team]

Sull'evoluzione del sistema solare, dalla sua nascita ad oggi, sappiamo molte cose, alcune in dettaglio, altre a grandi linee, ma tutto sommato possiamo affermare di avere un quadro sufficientemente chiaro. Ben poco sappiamo invece sul tipo di meccanismo che ha innescato la formazione del Sole e di tutti i corpi che gli orbitano attorno. L'ipotesi predominante vuole che una nube interstellare di polveri e gas sia stata investita dall'onda d'urto di una

supernova, con conseguente compressione del materiale. Le regioni a maggiore densità hanno quindi iniziato ad attrarre gravitazionalmente altro materiale, fino a raggiungere in più punti livelli di concentrazione e temperatura sufficienti a innescare reazioni termonucleari. È nato così un ammasso di stelle, una delle quali era il Sole. I differenti moti propri delle singole stelle hanno poi contribuito a disperdere l'ammasso in tempi relativamente brevi, e il

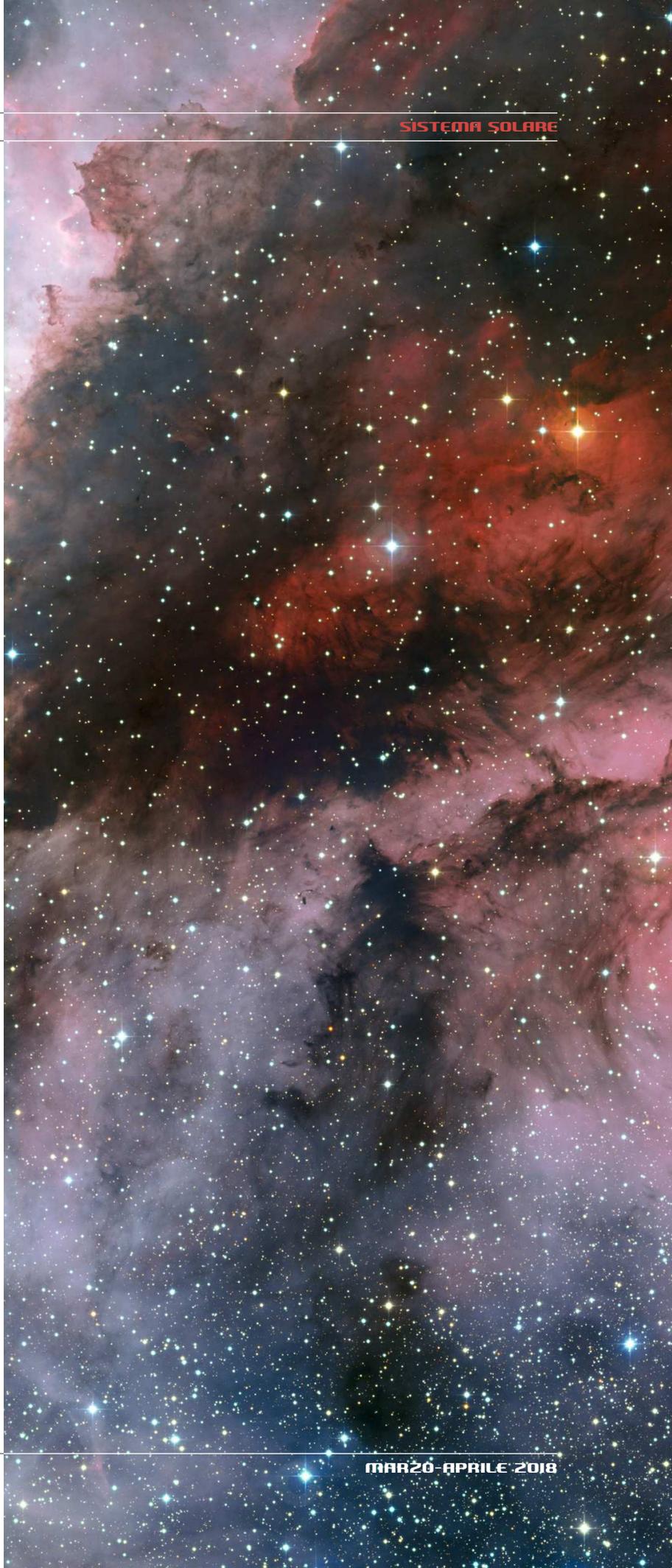
Sole ha così continuato in solitudine il suo percorso attorno al centro della galassia.

Che sia stata davvero l'esplosione di una supernova a innescare la nascita del sistema solare non è una realtà acclarata, infatti, per quanto quel meccanismo sia efficace nel destabilizzare una nube di materiale interstellare, e sia certamente il più diffuso nella nostra galassia, non è l'unico in grado di favorire la formazione di nuove stelle. Inoltre, nel caso specifico del nostro sistema solare, la sua nascita a seguito di una supernova è discutibile a causa di una peculiarità ben precisa: l'anomala abbondanza iniziale di due specifici radioisotopi, l'alluminio-26 (^{26}Al) e il ferro-60 (^{60}Fe). Questi due elementi sono diffusi nella galassia in rapporti mediamente costanti rispetto alle forme stabili ^{27}Al e ^{56}Fe , e a mantenere costanti quei rapporti contribuiscono le esplosioni delle supernovae, che riversano questi radioisotopi (assieme a molti altri elementi) nello spazio interstellare. Tali elementi, definiti genericamente metalli, finiscono con l'arricchire le nubi di idrogeno sparse prevalentemente nel disco galattico.

Quando sotto l'impulso di una supernova, in una nube arricchita di metalli nascono nuove stelle e nuovi sistemi planetari, questi ereditano dal mezzo interstellare i rapporti $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ e $^{60}\text{Fe}/^{56}\text{Fe}$ tipici della galassia.

Nel momento in cui i due radioisotopi si combinano ad altri elementi per formare strutture complesse, in quello specifico scenario i rapporti con gli isotopi stabili iniziano a variare a causa del decadimento, fino alla completa scomparsa dei radioisotopi. Il ^{26}Al ha un'emivita di circa 700 000 anni, mentre il ^{60}Fe ha un tempo di dimezzamento di circa 1,5 milioni di anni, pertanto l'unica possibilità che abbiamo per verificare la loro presenza e le loro abbondanze al tempo zero del sistema solare è studiare le variazioni isotopiche nei prodotti del loro decadimento. Le meteoriti sono i soggetti ideali sui quali compiere quel tipo

Questa immagine di parte della Carina Nebula mostra al centro una stella Wolf-Rayet (WR 22) che con i suoi poderosi venti sta diradando, fino a oltre 2 parsec di distanza, i gas che la circondano. In alcuni casi le WR riescono a spazzare regioni di spazio ampie oltre 10 parsec. [ESO]







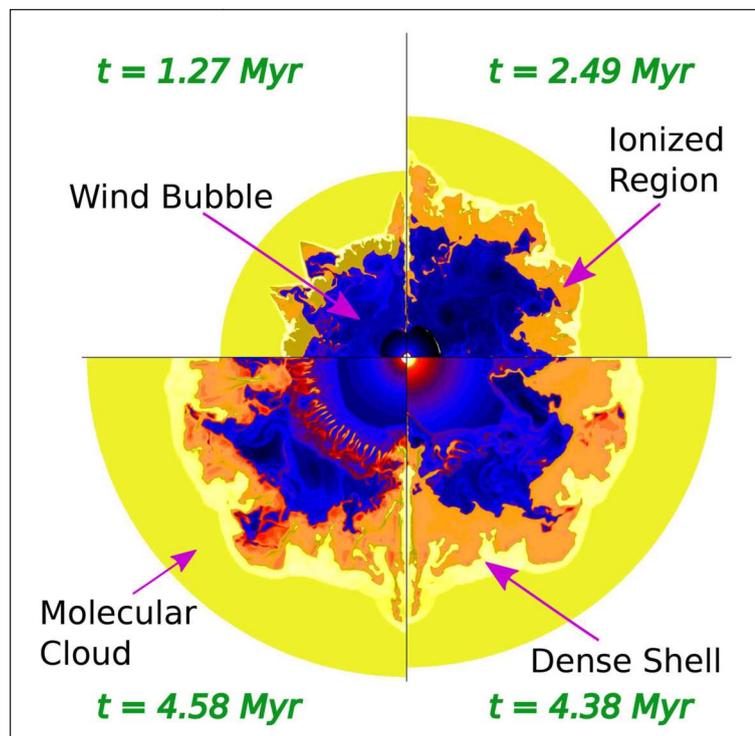
Una delicata nebulosa blu, formata dalla Wolf-Rayet visibile al suo centro (WR 31a) a partire da circa 20 000 anni fa. Il nostro sistema solare potrebbe essere nato in una concentrazione di massa simile a quelle distribuite nel guscio di questa bolla. [ESA/Hubble & NASA, Judy Schmidt]

di analisi, e questo perché la loro struttura mineralogica è rimasta sostanzialmente inalterata dalla formazione del sistema solare ad oggi. Ed è proprio grazie allo studio dei prodotti del decadimento dei due radioisotopi in questione che i ricercatori sono giunti in più occasioni a un'inattesa conclusione: il rapporto $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$, pari a 1 atomo del primo ogni 20 000 atomi del secondo, è 17 volte più alto del corrispondente valore medio della galassia; al contrario, il rapporto $^{60}\text{Fe}/^{56}\text{Fe}$ è di 1 atomo del primo ogni 50 milioni di atomi del secondo, un valore decisamente inferiore a quello medio galattico. Queste differenze mettono in crisi l'ipotesi della supernova come innesco della formazione del nostro sistema solare.

Il progenitore di una supernova, tipicamente una stella molto massiccia, produce ^{26}Al negli strati esterni e lo espelle nello spazio attraverso i poderosi venti sostenuti dalla pressione della radiazione. Il ^{60}Fe è invece prodotto nelle regioni più interne e viene rilasciato nella fase di supernova.

Sarebbe quindi lecito attendersi che, dopo l'esplosione di una supernova, un surplus localizzato di ^{26}Al dovrebbe coincidere con un surplus di ^{60}Fe (rispetto al valore medio galattico). Il ^{60}Fe sembra invece essere quasi assente al tempo zero del sistema solare.

E se non fosse stata una supernova a innescare la nascita del sistema solare? Esiste un altro scenario che porta allo stesso risultato ma che in aggiunta riesce a spiegare l'ano-



Simulazione grafica dell'evoluzione di una bolla di polveri e gas attorno a una WR di 40 masse solari, in epoche successive, partendo dal quadrante in alto a sinistra ($t = 1,27$ milioni di anni dall'inizio dell'attività stellare). In blu è rappresentata la bolla spinta dal vento stellare, in ocra la regione ionizzata dalla stella, e più all'esterno il guscio denso. [V. Dwarkadas et al.]

malia dei due radioisotopi? Forse sì. In un articolo apparso recentemente su *The Astrophysical Journal*, un team di ricercatori delle università di Chicago e Clemson, guidato da Vikram Dwarkadas, ha avanzato un'ipotesi alternativa, che vede il sistema solare nascere non più dall'impatto su una nube interstellare di un'onda d'urto scatenata da una supernova, bensì dal collasso gravitazionale di una parte di una bolla di materiale espulso da una stella Wolf-Rayet (WR).

Questo tipo di stelle sono assai rare, sono gigantesche (40-50 volte più massicce del Sole) e hanno una temperatura superficiale elevatissima, da 30 000°C a 200 000°C. Queste caratteristiche le collocano in cima alla classifica delle stelle più brillanti dell'universo. L'altissima temperatura genera fortissimi ven-

ti stellari (1000-2000 km/s) che, nel corso della breve vita delle WR, spazzano via gli strati più esterni, lasciando scoperti i roventi strati più interni, dove è abbondante l'elio.

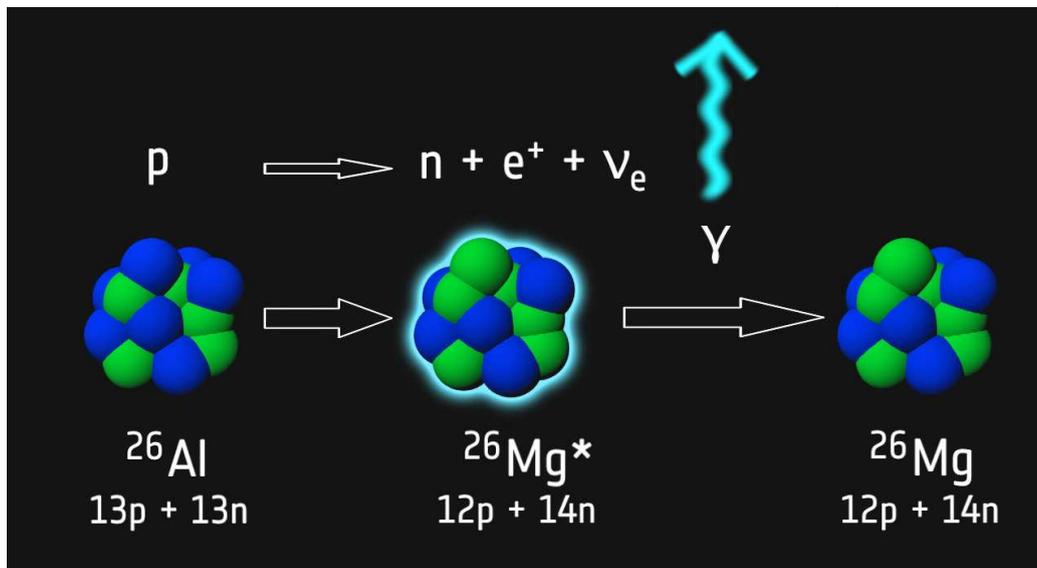
Il materiale soffiato via dal vento stellare va a formare una gigantesca bolla (estesa fino a decine di anni luce), che nel tempo si arricchisce di quegli elementi prodotti proprio negli strati stellari esterni, fra i quali il ^{26}Al . I ricercatori hanno calcolato che gli impetuosi venti stellari delle WR sono in grado di espellere fino alla metà della massa stellare, in un periodo di centinaia di migliaia di anni.

Elaborando osservazioni compiute da vari team di ricercatori, Dwarkadas e colleghi hanno calcolato che la quantità di ^{26}Al mediamente trasferito verso il guscio della bolla da una WR è pari alla massa di 3 Terre, e hanno anche determinato qual è il mezzo che trasporta il radioisotopo in quell'ambiente esterno. Se gli atomi di ^{26}Al sfrecciassero liberamente attraverso la bolla, non sarebbero catturati efficacemente dal materiale del guscio. Affinché ciò avvenga, è necessario che gli atomi si "aggrappino" a qualcosa di più voluminoso.

Già da alcuni decenni sappiamo che le WR possono mostrare un'emissione infrarossa attribuibile alla presenza di polvere collo-

Questa animazione mostra come i venti stellari possono produrre bolle all'interno dell'involucro di materiale che circonda una stella gigante nel corso di milioni di anni. Un team dell'Università di Chicago sostiene che il sistema solare avrebbe potuto formarsi all'interno di una di queste bolle. [V. Dwarkadas/D. Rosenberg]

Questo schema mostra il decadimento del ^{26}Al : un protone decade in un neutrone, rilasciando come sottoprodotto un positrone e un neutrino; il ^{26}Al si trasforma così in $^{26}\text{Mg}^*$, magnesio con un'energia superiore allo stato fondamentale; infine il magnesio si trasforma nella sua forma stabile ^{26}Mg , emettendo un fotone gamma con energia di 1.8 MeV, una frequenza che nella galassia risulta correlata alla presenza delle stelle più massicce. [ESA]



cata a distanza relativamente breve dalla fotosfera. Quella polvere è costituita di grani con dimensioni comprese fra circa 0,3 e 2 micron, e il team di Dwarkadas ha dimostrato che i grani di maggiori dimensioni sono in grado di superare le severe condizioni ambientali che circondano le WR e riescono pertanto a raggiungere indenni il guscio dell'enorme bolla.

Nel modello proposto dal team, gli atomi di ^{26}Al lanciati nello spazio si depositano sui grani di polvere che intercettano strada facendo, e assieme a questi, dopo un viaggio

medio di una decina di parsec percorsi in circa 20 000 anni, raggiungono le regioni più dense del guscio, dove la velocità rallenta fino ad azzerarsi. Poiché la durata del viaggio è nettamente inferiore all'emivita del ^{26}Al , ci si può aspettare che le velocità medie di quell'isotopo nello spazio dominato dalle WR siano molto più basse di quelle dei venti stellari, il che dimostrerebbe l'accumulo del metallo nel guscio, e infatti è così.

Quando, per instabilità gravitazionale, una parte del guscio collassa in un centro di massa capace di dare origine a un nuovo sistema solare, questo conterrà più ^{26}Al della media galattica, ma sicuramente non mostrerà un eccesso di ^{60}Fe , elemento permastato nel nucleo della WR e che non necessariamente sarà rilasciato al termine della vita della stella, che può trasformarsi istantaneamente in un buco nero senza attraversare la fase di supernova.

In conclusione, il Sole e il nostro intero sistema planetario (nonché noi stessi) potrebbero essere figli di una WR. Dwarkadas e colleghi stimano che dall'1% al 16% di tutte le stelle di tipo solare potrebbe essere nate grazie all'esistenza di quelle gigantesche stelle. ■



Vikram V. Dwarkadas, Professore Associato di Ricerca del Dipartimento di Astronomia e Astrofisica dell'Università di Chicago, è il primo autore del nuovo studio che propone una stella WR come innesco della nascita del nostro sistema solare. [The University of Chicago]

NEW

1000 photos without electricity - our first fully automatic mechanical mini-mount

For successful amazingly beautiful star field shots that anyone can take.



SPRING SYSTEM - For reliable tracking without the need of a counterweight

TRIPOD BALL HEAD - Takes any camera up to 2 kg in weight

POLAR FINDER SCOPE - For easily locating the pole star

MINI TRACK LX2 - The perfect companion for anywhere in the world, no matter where your journey takes you (northern hemisphere version shown)

1/4" CAMERA SCREW - Fits on any camera tripod

60 MINUTES OPERATION - No batteries required, wind up the mount like an analogue clock and it starts tracking immediately



Available in two versions:

55040 € 129*
Omegon MiniTrack LX2

56106 € 159*
Omegon MiniTrack LX2, set

*Camera and tripod not included!

Enter the product number in the search field.

> Learn more now at Astroshop.eu!



The Big Dipper & Galasien Rock - Photo: Cristian Pattinanzi

ISN'T THIS ASTRONOMY PHOTO AMAZING?

Using the Omegon MiniTrack LX2 mount, you too can successfully take such wide-field photos. This fully mechanical mount works using clockwork alone. No power, no charging and no batteries are required. Just put the mount onto a tripod, attach your camera, and wind it up. You are then free to take beautiful wide-field images of the night sky with your camera.

Contact



Address

Astroshop.eu · c/o nimax GmbH
Otto-Lilienthal-Straße 9 · 86899 Landsberg · Germany



Phone

+49 8191 94049-61



Mail

service@astroshop.eu



Astroshop.eu

Stella bizzarra rivela un buco nero solitario nascosto in un enorme ammasso stellare

by ESO / Anna Wolter

Gli ammassi globulari sono enormi sfere di decine di migliaia di stelle che orbitano nella maggior parte delle galassie. Sono tra i sistemi stellari più antichi dell'Universo e risalgono a un'epoca vicina all'inizio della crescita ed evoluzione delle galassie. Se ne conoscono più di 150 all'interno della Via Lattea. Un ammasso particolare, NGC 3201, che si trova nella costellazione australe della Vela, è stato

studiato con lo strumento MUSE installato sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO in Cile. Un gruppo internazionale di astronomi ha scoperto che una delle stelle in NGC 3201 si comporta in modo strano, viene lanciata avanti e indietro a velocità di parecchie centinaia di migliaia di chilometri all'ora, con un andamento che si ripete ogni 167 giorni. Il primo autore Benjamin Giesers (Georg-August-Universität

Göttingen, Germania) è rimasto colpito dal comportamento della stella: *"Era in orbita intorno a qualcosa di completamente invisibile, con una massa superiore a quattro volte quella del Sole, poteva essere solo un buco nero! Il primo trovato all'interno di un ammasso globulare direttamente osservando la sua attrazione gravitazionale."* La relazione tra i buchi neri e gli ammassi globulari è importante ma ancora

Sfondo e video: alcuni astronomi hanno scoperto, usando lo strumento MUSE dell'ESO installato sul telescopio VLT (Very Large Telescope) in Cile, una stella all'interno dell'ammasso stellare NGC 3201 che si comporta in modo bizzarro. Sembra che orbiti intorno a un buco nero invisibile che ha una massa pari a circa 4 volte la massa del Sole, il primo buco nero inattivo di massa stellare trovato all'interno di un ammasso globulare. Questa importante scoperta condiziona la nostra comprensione dei meccanismi di formazione di questi ammassi stellari, dei buchi neri e dell'origine degli eventi di onda gravitazionale. Questa rappresentazione artistica mostra come potrebbero apparire la stella e il suo compagno buco nero, massiccio ma invisibile, all'interno del ricco ammasso globulare. [ESO/L. Calçada/spaceengine.org]

misteriosa. A causa della grande massa e avanzata età, si pensa che questi ammassi abbiano prodotto un grande numero di buchi neri di massa stellare, creati quando le stelle massicce all'interno dell'ammasso esplodevano e collassavano, nel corso della lunga vita dell'ammasso. In mancanza di una formazione stellare continua, come nel caso degli ammassi globulari, i buchi

neri di massa stellare diventano rapidamente gli oggetti più massicci presenti nell'ammasso. Di solito, i buchi neri di massa stellare negli ammassi globulari sono circa quattro volte più massicci delle stelle di bassa massa circostanti. Teorie recenti hanno concluso che i buchi neri formano un denso nucleo all'interno dell'ammasso, che quindi si distacca dal resto del materiale. Moti

al centro dell'ammasso potrebbero quindi espellere la maggior parte dei buchi neri, con la conseguenza che solo pochi sopravviverebbero dopo un miliardo di anni. Lo strumento MUSE dell'ESO fornisce agli astronomi la possibilità unica di misurare il moto di migliaia di stelle lontane nello stesso momento. Con questi nuovi risultati, l'equipe ha avuto per la prima volta la possibilità di rivelare un buco nero inattivo nel cuore di un ammasso globulare, un buco nero che non sta inghiottendo materia e non è circondato da un disco di gas incandescente. Hanno potuto stimare la massa del buco nero dai moti di una stella catturata dalla sua enorme attrazione gravitazionale. Dalle proprietà osservate si è determinato che la stella ha una massa pari a circa 0,8 volte quella del Sole, mentre la massa della controparte misteriosa è circa 4,36 volte quella del Sole, quasi sicuramente un buco nero. Detezioni recenti di sorgenti di onde radio e di raggi X negli ammassi globulari, così come gli eventi di onde gravitazionali osservati a partire dal 2016, causati dalla fusione di due buchi neri di massa stellare, suggeriscono che questi buchi neri relativamente piccoli possano essere più comuni, negli ammassi globulari, di quanto si pensasse finora. Giesers conclude: *"Fino a poco tempo si supponeva che quasi tutti i buchi neri sarebbero scomparsi dopo breve tempo dagli ammassi globulari e che sistemi come questi non potessero neppure esistere! Ma chiaramente non è così, la nostra scoperta è la prima evidenza diretta dell'effetto gravitazionale di un buco nero di massa stellare in un ammasso globulare. Questa scoperta ci aiuta a capire la formazione degli ammassi globulari e l'evoluzione di buchi neri e sistemi binari. Ogni informazione in questa direzione è vitale per comprendere le sorgenti di onde gravitazionali."* ■

Osservato un buco nero che ha "eruttato" due volte

by NASA/ESA

Gli astronomi hanno catturato un buco nero supermassiccio in una galassia lontana che ha divorato gas e ha poi "eruttato" non una, ma due volte. La galassia in questione, denominata SDSS J1354+1327 (in breve J1354), si trova a circa 800 milioni di anni luce dalla Terra. Il team ha usato le osservazioni del telescopio spaziale Hubble della NASA, dell'Osservatorio a raggi X Chandra, del W.M. Keck Observatory del Mauna Kea, Hawaii, e dell'Apache Point Observatory (APO), vicino a Sunspot, New Mexico. Chandra ha rilevato una brillante sorgente puntiforme di emissione di raggi X da J1354, un segno rivelatore della presenza di un buco nero supermassiccio, milioni o miliardi di volte più massiccio del nostro Sole. I raggi X sono prodotti da gas riscaldati a milioni di gradi dalle enormi forze gravitazionali e magnetiche vicino al buco nero. Parte di questo gas cadrà nel buco nero, mentre una parte verrà espulsa in un potente flusso di particelle ad alta energia. Confrontando le immagini a raggi X di Chandra e le immagini in luce visibile di Hubble, il team ha determinato che il buco nero si trova nel centro della galassia, il luogo previsto per un

simile oggetto. I dati nei raggi X forniscono anche la prova che il buco nero supermassiccio è incorporato in un pesante velo di polvere e gas. I risultati indicano che, in passato, il buco nero supermassiccio in J1354 sembra aver consumato, o accresciuto, grandi quantità di gas, facendo esplodere un flusso di particelle ad alta energia. Alla fine il flusso si spense e poi si riaccese circa 100.000 anni dopo. Questa è una prova evidente che l'accrescimento dei buchi neri può spegnere e riaccendere la loro potenza su scale temporali brevi rispetto all'età di 13,8 miliardi di anni dell'universo. "Stiamo vedendo questo oggetto banchettare, ruttare e fare un sonnellino, e poi banchettare e ruttare ancora una volta, cosa che la teoria aveva previsto", ha detto Julie Comerford, dell'Università del Colorado (CU), presso il Boulder's Department of Astrophysical and Space Science, che ha guidato lo studio. "Fortunatamente, ci è capitato di osservare questa galassia nel momento in cui potevamo vedere chiaramente le prove di entrambi gli eventi." Dunque, perché il buco nero ha fatto due pasti separati? La risposta sta in una galassia compagna che è colle-

Questa è un'immagine della galassia SDSS J1354+1327 (centro inferiore) e della sua galassia compagna SDSS J1354+1328 (in alto a destra). Il riquadro interno a destra è un'immagine a quattro colori che combina le esposizioni filtrate di rosso, verde e blu di Hubble con le osservazioni a raggi X di Chandra, di colore viola. L'immagine di Hubble mostra la bolla settentrionale di gas ionizzato caldo nelle vicinanze di un buco nero supermassiccio. Sembra che il buco nero abbia espulso getti di luce intensa dal gas che si sta accumulando dalla galassia compagna. Questo è successo due volte negli ultimi 100.000 anni. Mentre gli astronomi hanno previsto che tali oggetti possono infiammarsi e spegnersi a causa di eventi di alimentazione del gas, questa è la prima volta che uno è stato catturato in modo convincente. La coppia di galassie si trova a 800 milioni di anni luce dalla Terra. [NASA, ESA, and J. Comerford (University of Colorado-Boulder)]

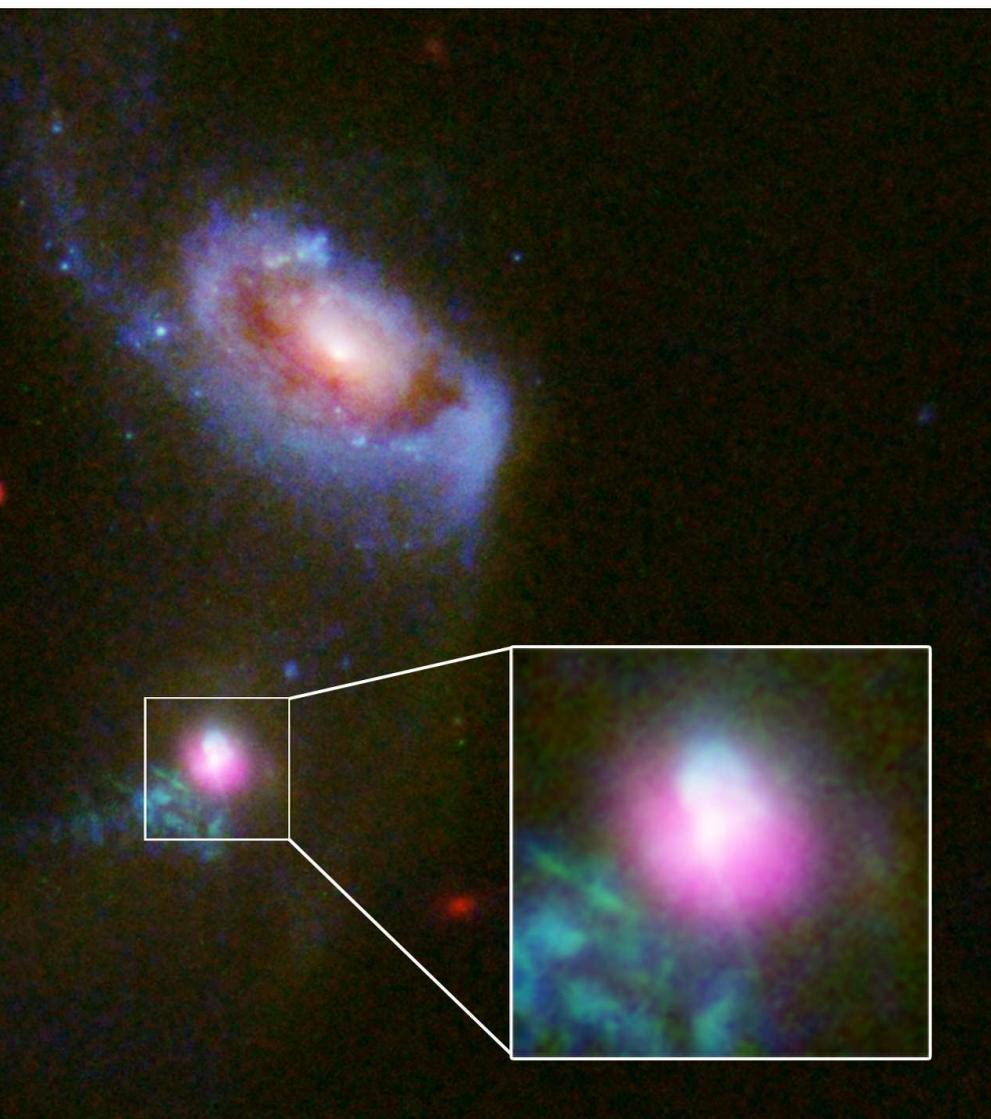
gata a J1354 da flussi di stelle e gas prodotti da una collisione tra le due galassie. Il team ha concluso che blocchi di materiale provenienti dalla galassia compagna si sono spostati verso il centro di J1354 e sono poi stati mangiati dal buco nero supermassiccio. Il team ha utilizzato i dati ottici di Hubble, Keck e APO per dimostrare che gli elettroni erano stati strappati dagli atomi in un cono di gas che si estendeva a circa 30000 anni luce a sud dal centro della galas-

sia. Questo fenomeno è stato probabilmente causato da un'ondata di radiazioni proveniente dalle vicinanze del buco nero, a indicare che si era verificato un "banchetto".

Verso nord, i ricercatori hanno trovato prove di un'onda d'urto, simile a un boom sonico, posta a circa 3000 anni luce dal buco nero. Ciò suggerisce che un "rutto" si è verificato dopo che un diverso blocco di gas era stato consumato circa 100000 anni più tardi. *"Questa galassia ci ha davvero colti*

alla sprovvista", ha detto la dottoressa CU Boulder, Rebecca Nevin, una coautrice di studi che ha utilizzato i dati dell'APO per osservare le velocità e l'intensità della luce del gas e delle stelle in J1354. *"Siamo stati in grado di dimostrare che il gas proveniente dalla parte settentrionale della galassia era coerente col fronte di avanzamento di un'onda d'urto, e il gas proveniente da sud era coerente con un flusso più vecchio dal buco nero."*

Il buco nero supermassiccio della nostra galassia ha avuto almeno un'eruzione. Nel 2010, un altro gruppo di ricercatori aveva scoperto un'eruzione della Via Lattea usando il Fermi Gamma-ray Observatory per osservare il bordo della galassia. Gli astronomi hanno visto flussi di gas soprannominati "bolle di Fermi" che brillano nei raggi gamma, nei raggi X e nelle onde radio dello spettro elettromagnetico. *"Questi sono i tipi di bolle che vediamo dopo un evento di alimentazione del buco nero"*, ha detto il collega post-dottorato CU Scott Barrows. *"Il buco nero supermassiccio della nostra galassia sta ora sonnecchiando dopo un grande pasto, proprio come il buco nero del J1354 ha fatto in passato. Quindi ci aspettiamo che anche il nostro enorme buco nero torni a banchettare di nuovo, proprio come ha fatto J1354"*. Altri coautori del nuovo studio includono il collega post-doctor Francisco Muller-Sanchez di CU Boulder, Jenny Greene della Princeton University, David Pooley della Trinity University, Daniel Stern del Jet Propulsion Laboratory della NASA a Pasadena, in California, e Fiona Harrison del California Institute of Technology. Un articolo sull'argomento è stato pubblicato in un recente numero di *The Astrophysical Journal* ed è disponibile online. Comerford ha presentato i risultati del gruppo in una conferenza stampa del gennaio scorso al 231° meeting dell'American Astronomical Society, tenutosi a Washington, DC. ■



Bolle giganti sulla superficie di una gigante rossa

by ESO / Anna Wolter

A circa 530 anni luce dalla Terra, nella costellazione della Gru, $\pi 1$ Gruis è una gigante rossa fredda. Ha una massa pari a quella del nostro Sole, ma è 350 volte più grande e parecchie migliaia di volte più brillante. Il nostro Sole si gonfierà per diventare una gigante rossa simile a questa, tra circa cinque miliardi di anni. Un'equipe internazionale di astronomi, con a capo Claudia Paladini (ESO) ha usato lo strumento PIONIER sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO per osservare $\pi 1$ Gruis con un dettaglio mai raggiunto prima. Hanno scoperto che la superficie di questa gigante rossa ha poche celle convettive, o granuli, ciascuna di circa 120 milioni di chilometri di dimensione, circa un quarto del diametro della stella. Uno solo di questi granuli si estenderebbe dal Sole fino a oltre Venere. La superficie, nota come fo-



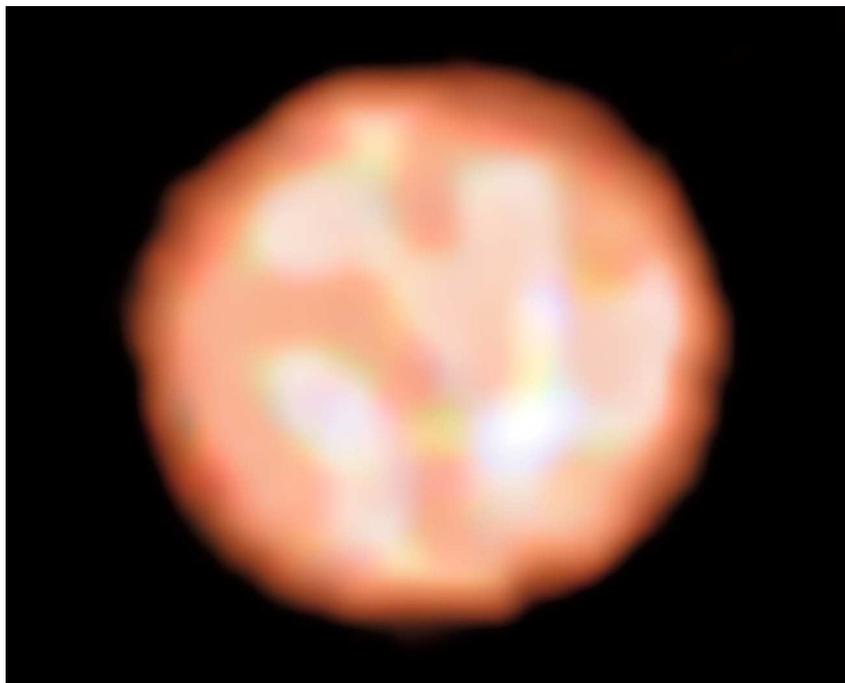
Questa immagine coloratissima mostra il cielo intorno alla coppia di stelle brillanti $\pi 1$ Gruis (al centro, sulla destra, molto rossa) e $\pi 2$ Gruis (al centro, sulla sinistra, bianco-blu). È ben visibile la galassia a spirale IC 5201, a destra del centro, così come altre galassie più deboli sparse in questa panoramica costruita a partire dai dati della DSS2. [ESO/Digitized Sky Survey 2]

tosfera, di molte stelle giganti è oscurata dalla polvere, che ostacola le osservazioni. Ma nel caso di $\pi 1$ Gruis, la polvere, anche se è presente, si trova lontana dalla stella e non ha un effetto importante sulle nuove osservazioni infrarosse.

Quando l'idrogeno che alimenta la fusione nucleare in $\pi 1$ Gruis è finito, molto tempo fa, il primo stadio di produzione energetica di questa anziana stella è terminato. La stella, rimanendo senza energia, si è rimpicciolita, facendo così salire la temperatura fino a oltre 100 milioni di gradi.

Le estreme temperature hanno quindi dato inizio alla fase successiva di fusione, in cui l'elio si fonde e produce atomi più pesanti come carbonio e ossigeno. Il nucleo caldissimo ha quindi iniziato a espellere gli strati esterni della stella, facendola gonfiare fino a centinaia di volte la dimensione originale. La stella che vediamo oggi è una gigante rossa variabile. Finora, la superficie di nessuna di queste stelle è stata fotografata in dettaglio.

Per confronto, la fotosfera del Sole contiene circa due milioni di celle con-



vettive, con diametri tipici di appena 1500 chilometri. L'ampia differenza di dimensioni nelle celle di convezione di queste due stelle si può spiegare in parte con la loro diversa gravità superficiale. $\pi 1$ Gruis ha una massa pari ad appena 1,5 volte la massa del Sole, ma è molto più grande: di conseguenza la gravità superficiale è molto più bassa e i granuli sono pochi e molto grandi.

Contrariamente alle stelle più massicce di otto masse solari che terminano la loro vita con esplosioni drammatiche di supernova, le stelle meno massicce come questa espellono gradualmente gli strati esterni, producendo bellissime nebulose planetarie. Studi precedenti di $\pi 1$ Gruis hanno trovato gusci di materia a circa 0,9 anni luce dalla stella centrale, gusci espulsi probabilmente circa 20000 anni fa. Questo periodo, relativamente breve rispetto alla vita della stella, dura poche decine di migliaia di anni, confrontato con l'intera durata di qualche miliardo - e queste osservazioni rivelano un nuovo metodo per sondare questa fugace fase di gigante rossa. ■

Alcuni astronomi, usando il VLT dell'ESO, hanno osservato per la prima volta in modo diretto la granulazione sulla superficie di una stella al di fuori del Sistema Solare - l'anziana gigante rossa $\pi 1$ Gruis. Questa nuova straordinaria immagine ottenuta dallo strumento PIONIER rivela le celle convettive che formano la superficie dell'enorme stella. Ogni cella, grande circa 120 milioni di chilometri, copre più di un quarto del diametro della stella. [ESO]

Questa sequenza porta l'osservatore verso la costellazione australe della Gru, ingrandendo l'immagine verso la coppia di stelle formata da $\pi 1$ Gruis (rossa) e $\pi 2$ Gruis (bianca-blu). È ben visibile anche la galassia a spirale IC 5201. L'ultima fotografia mostra una veduta dettagliata della superficie della gigante rossa $\pi 1$ Gruis ottenuta con lo strumento PIONIER sull'Interferometro del VLT (VLTi). [ESO/Digitized Sky Survey 2/N. Risinger (skysurvey.org) Music: Astral Electronic]

Osservati getti in una galassia infrarossa ultraluminosa

by **ALMA**
Observatory

Utilizzando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), alcuni astronomi hanno osservato per la prima volta un flusso emergente da uno dei nuclei di Arp 220, la galassia infrarossa ultraluminosa più vicina sulla Terra, risultante dalla collisione di due galassie che sono ora in procinto di fondersi. Sebbene questo oggetto sia stato ampiamente studiato, la sua compattezza e il suo oscuramento sono stati una sfida per gli astronomi fino ad ora: ALMA ha osservato il flusso da uno dei suoi nuclei in tre dimensioni (velocità e informazioni spaziali 2D). I risultati di questa ricerca sono apparsi su *The Astrophysical Journal Letters*.

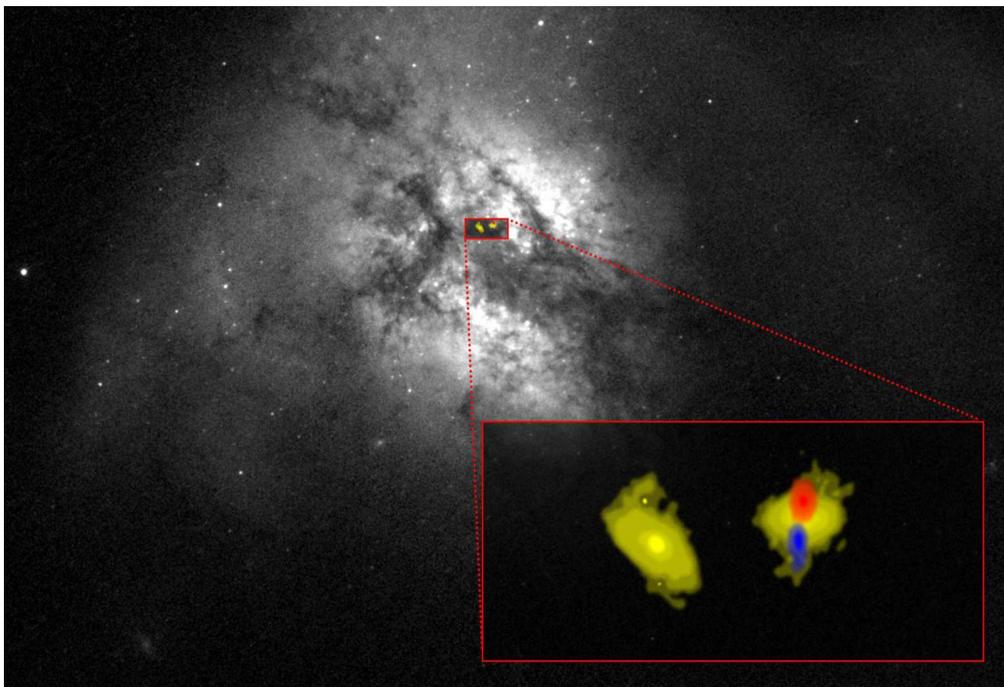
La presenza di un flusso era già stata precedentemente rilevata in Arp 220. Tuttavia, questa è la prima volta che è stata "fotografata" e che la sua cinematica e le sue caratteristiche morfologiche sono state determinate.

Il flusso è collimato, anziché avere la morfologia grandangolare che si osserva di solito. Con questa scoperta, è ora possibile iniziare a studiare flussi extragalattici su scale di 100 parsec, cosa



Arp 220 sembra essere una galassia unica, dall'aspetto strano, ed è infatti un vicino esempio delle conseguenze di una collisione tra due galassie a spirale. È la più brillante delle tre fusioni galattiche più vicine alla Terra, si trova a circa 250 milioni di anni luce di distanza nella costellazione del Serpente. [NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration and A. Evans (University of Virginia, Charlottesville/NRAO/Stony Brook University)]

Immagine ALMA dei nuclei di Arp 220 su immagine HST di Arp 220. I due nuclei (giallo), oscurati dalla polvere a lunghezze d'onda visibili, sono invece visibili ad ALMA. Il gruppo di ricerca ha rilevato un flusso bipolare dal nucleo occidentale e ne ha misurato la velocità. In rosso, la sezione nord del flusso, dove le particelle si stanno allontanando dalla Terra. In blu, la sezione sud del flusso, dove le particelle si stanno muovendo verso la Terra. [L. Barcos-Muñoz, N. Lira, J. Pinto – ALMA (NRAO/NAOJ/ESO)/Hubble Space Telescope – (NASA/ESA)]



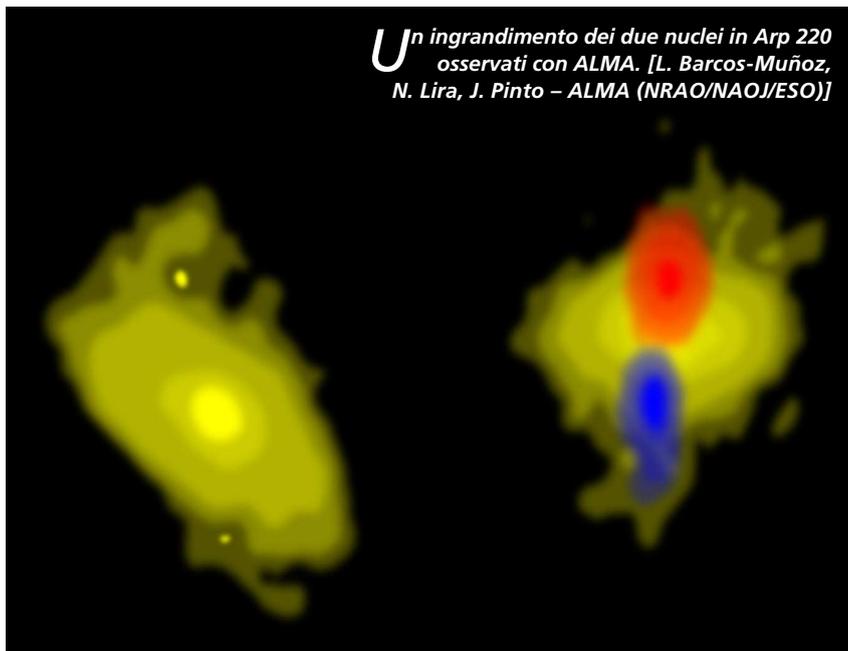
che dà l'opportunità di ricercare processi di feedback in questi nuclei di galassie pesantemente oscurati. "La lunghezza d'onda di osservazione di ALMA, combinata con la sua alta sensibilità e risoluzione, ci ha per-

meso di osservare all'interno di questo nucleo di galassia molto compatto e oscurato dalla polvere", ha spiegato Loreto Barcos-Muñoz, un post-dottorato NRAO presso l'osservatorio ALMA e investigatore princi-

pale di questa ricerca. "Abbiamo confermato la presenza di un flusso e ottenuto un'immagine dettagliata della sua morfologia e della sua velocità allo stesso tempo."

Le nuove osservazioni ALMA rivelano un flusso bipolare, veloce e collimato che emerge dal nucleo occidentale di Arp 220. Il materiale trasportato dal nucleo attraverso i flussi ha una velocità massima di 840 km/s. Secondo Loreto Barcos-Muñoz, le possibili spiegazioni di questo flusso potrebbero essere l'energia derivante da supernove e trasferimenti di quantità di moto, il feedback della pressione di radiazione e un AGN centrale. Un'altra scoperta che ha sorpreso il team di astronomi è che il flusso è più luminoso in HCN che in CO, mentre l'opposto è la norma per la maggior parte dei flussi extragalattici rilevati fino ad oggi. Saranno necessarie ulteriori osservazioni per determinare l'origine di quel comportamento, ma questa scoperta mette in discussione le attuali conoscenze sulle proprietà del gas di flusso extragalattico. ■

Un ingrandimento dei due nuclei in Arp 220 osservati con ALMA. [L. Barcos-Muñoz, N. Lira, J. Pinto – ALMA (NRAO/NAOJ/ESO)]



Anche ExTrA entra in azione

di Michele Ferrara

Questa veduta notturna mostra le tre cupole di ExTrA sotto un cielo spettacolare in cui spicca la costellazione di Orione, appena alla destra del centro, e dell'ammasso stellare delle Pleiadi, verso sinistra. [ESO/Petr Horálek]

È diventato operativo uno strumento strategico nella ricerca di pianeti simili alla Terra, in orbita attorno a stelle nane rosse, collocate a distanze relativamente brevi da noi. Il suo nome è ExTrA, sarà in grado di scoprire dal suolo pianeti piccoli come quelli che altri telescopi scoprono direttamente dallo spazio, e aiuterà a compilare una lista di atmosfere astrobiologicamente interessanti, da indagare a fondo con i super telescopi già in fase avanzata di costruzione.

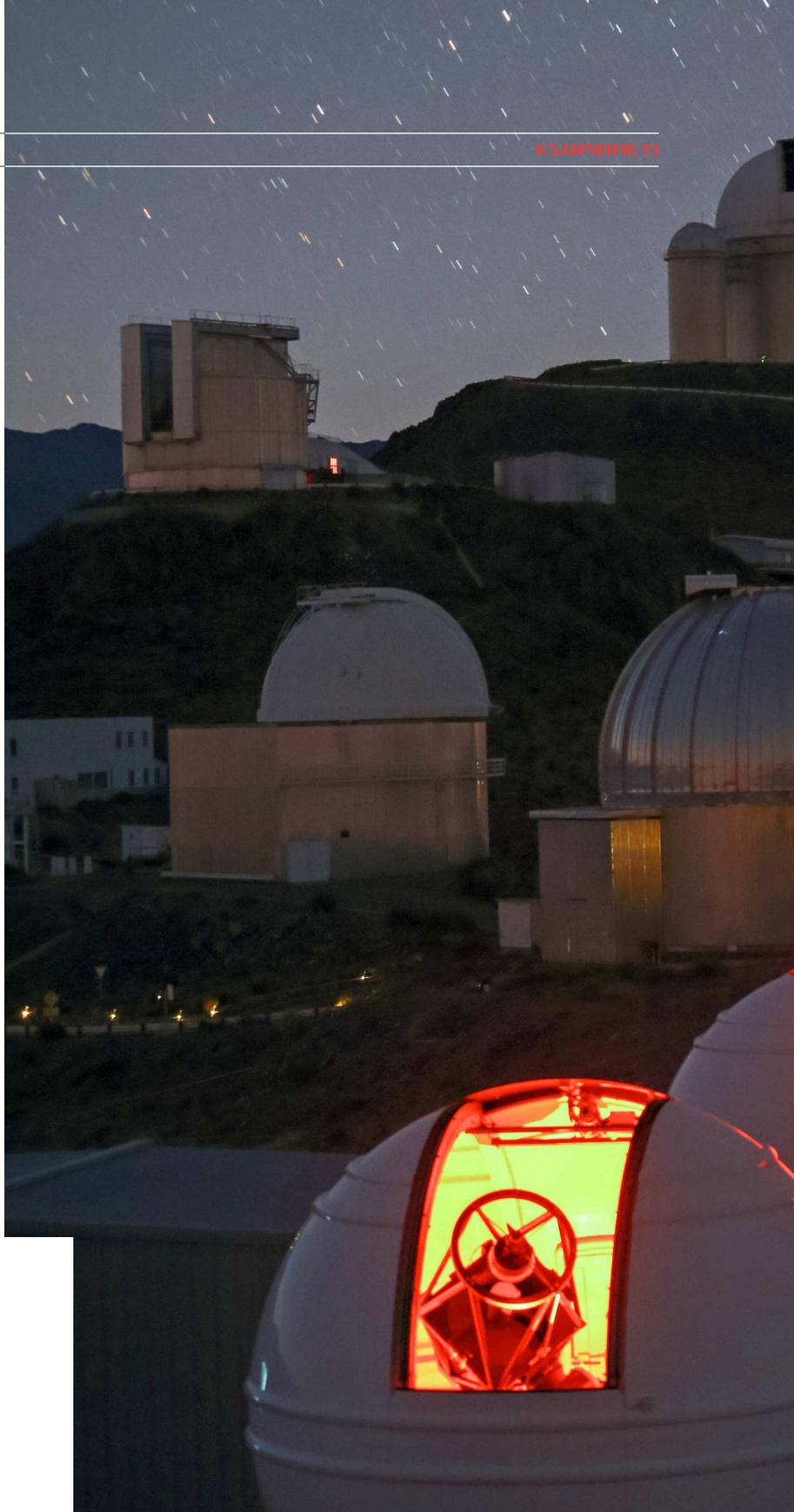
Uno degli elementi che dimostra la grande vitalità della ricerca astronomica è la quantità di nuovi strumenti che sono divenuti operativi in tempi recenti. L'ultimo in ordine cronologico ad aver prodotto la sua "prima luce" si chiama ExTrA, acronimo di Exoplanets in Transits and their Atmospheres, un nome che non lascia dub-

bi sul suo campo di applicazione. Questo strumento, progettato da ricercatori francesi dell'Université Grenoble Alpes e del CNRS, e finanziato dall'European Research Council e dall'Agence National de la Recherche, è composto di tre telescopi Ritchey-

Chrétien di 60 cm di diametro, aperti a $f/8$, con correttori di campo a due lenti. I telescopi sono ospitati in tre cupole indipendenti al La Silla Observatory dell'ESO, in Cile. La luce raccolta dagli specchi, anziché essere messa direttamente a fuoco in una camera CCD, viene trasferita tramite fasci di fibre ottiche verso uno spettrografo multi-oggetto a bassa risoluzione e solo successivamente registrata da un sensore.

I motivi che hanno spinto i ricercatori francesi ad adottare questa innovativa soluzione saranno più chiari dopo che avremo illustrato quali sono i target di ExTrA e le problematiche che il loro studio comporta. La missione del nuovo strumento è quella di monitorare centinaia di stelle nane rosse di tipo M, alla ricerca di temporanei e lievissimi cali di luminosità, tipici di transiti di pianeti sui dischi stellari.

Se le proprietà fisiche di una stella sono note con ottima approssimazione, un transito può fornire informazioni sulle dimensioni del pianeta, sulla sua orbita e, in caso abbia un'atmosfera, anche sulla composizione di quest'ultima. L'atmosfera filtra infatti una piccolissima porzione della luce stellare, aggiungendo l'impronta delle molecole che la compongono. In condizioni ottimali, tramite la spettroscopia è possibile riconoscere la natura di quelle impronte e caratterizzare così con buona approssimazione l'atmosfera del pianeta. Se lo spettro di una stella è conosciuto con precisione, l'atmosfera planetaria può in teoria essere stu-



Video di presentazione del progetto ExTrA. Gli astronomi ora hanno un nuovo strumento per la ricerca di mondi potenzialmente abitabili. [ESO]

diata sia quando transita davanti al disco stellare, sia quando vi transita dietro. In questo secondo caso il debolissimo spettro prodotto dal pianeta non si somma a quello del-



Le tre cupole illuminate di ExTrA in primo piano, con numerose altre strutture dell'osservatorio cileno di La Silla sullo sfondo. [ESO/Emmanuela Rimbaud]

la stella, come avviene in tutte le posizioni orbitali fuori transito. Tuttavia, con la strumentazione oggi a disposizione dei ricercatori, l'unica configurazione che nei casi più favorevoli può essere sfruttata per caratte-

rizzare l'atmosfera di un pianeta è il suo transito sul disco stellare. Ciò a causa dell'elevato rapporto segnale/rumore (S/N) richiesto dall'indagine spettroscopica. Per unità di tempo di osservazione e per una



determinata dimensione planetaria, il miglior rapporto S/N si ottiene con le stelle che appaiono più brillanti e che quindi sono generalmente più vicine. Questo implica che le atmosfere delle migliaia di pianeti extrasolari scoperti attorno a stelle molto distanti, come ad esempio tutti quelli monitorati dal telescopio spaziale Kepler, sono attualmente fuori portata per un'indagine spettroscopica dettagliata.

Ne consegue che se vogliamo scoprire atmosfere di tipo terrestre o addirittura potenziali biomarcatori al loro interno, dobbiamo cercarli attorno a pianeti in transito sui dischi di stelle possibilmente vicine.

Poiché il rapporto S/N migliora al decrescere delle dimensioni delle stelle, le maggiori probabilità di scoprire pianeti le hanno le survey nel cui database ci sono nane rosse di tipo M, le più comuni nella Galassia e quindi relativamente abbondanti anche nei dintorni del Sole. È stato calcolato che un pianeta di taglia terrestre che transita sul disco di una nana rossa con diametro un decimo di quello del Sole eclissa lo 0,8%

Telescopi di ExTrA all'osservatorio dell'ESO di La Silla cercheranno e studieranno pianeti di dimensioni terrestri in orbita attorno a nane rosse vicine. Il progetto innovativo di ExTrA offre una sensibilità superiore rispetto alle ricerche precedenti. Qui vediamo uno dei tre telescopi ExTrA all'interno della sua cupola. [ESO/Petr Horálek]

della superficie stellare. Un pianeta di pari diametro che si trova a transitare sul disco di una stella di tipo solare produce invece un'eclisse circa 100 volte meno evidente. È anche per questo motivo che non è possibile esaminare in dettaglio le atmosfere della gran parte degli esopianeti finora scoperti, infatti li si è cercati prevalentemente



Tre brevi sequenze video time-lapse del cercatore di pianeti ExTrA sotto il cielo di La Silla. [ESO/Petr Horálek]

attorno a stelle simili al Sole, ritenendole (per diversi buoni motivi) le più adatte a ospitare pianeti molto simili alla Terra. Nondimeno, in tempi recenti un numero crescente di pianeti rocciosi sono stati scoperti anche attorno a nane rosse vicine: i nostri lettori ricorderanno sicuramente il caso clamoroso di Proxima Centauri b (2016; 5).

A facilitare la loro individuazione non c'è solo il favorevole rapporto S/N, ma anche la frequenza con la quale i pianeti transitano. Infatti, meno massiccia è la stella, più piccole sono le orbite stabili, e quindi più elevate le probabilità di osservare transiti, inclusi quelli di pianeti che orbitano nella zona abitabile di quelle stelle nane. Si calcola che rispetto a una stella di tipo solare, i transiti planetari su una nana rossa sono da 4 a 10 volte più frequenti. A questo si aggiunga che a pari-

rità di distanza dalla stella, un pianeta di massa "x" produce variazioni decisamente più ampie nella velocità radiale di una nana rossa che non nella velocità radiale di una stella come il Sole, ed è dalla grandezza di quelle variazioni che dipende la possibilità di calcolare "x".

Nota la massa del pianeta, si può avere già un'idea vaga del tipo di atmosfera che lo circonda.

Con i più potenti telescopi al suolo, soprattutto quelli che diverranno operativi nell'imminente futuro, sarà infine possi-

bile caratterizzare con precisione quell'atmosfera.

Da quanto sin qui esposto risulta chiaro che se vogliamo riuscire a gettare entro pochi anni la prima occhiata in un'esoatmosfera potenzialmente favorevole alla vita come noi la conosciamo, dobbiamo necessariamente concentrarci sulle nane rosse più vicine, scoprire nuovi pianeti rocciosi di taglia terrestre e stilare una lista di possibili candidati per una successiva analisi dettagliata delle atmosfere. Questo è esattamente il compito affidato a ExTrA.

Sebbene ExTrA non sia certo il primo strumento a cimentarsi in questo specifico tipo di ricerca, è però il primo a farlo con soluzioni ottiche ed elettroniche che gli permettono di contrastare le principali limitazioni che affliggono i telescopi operanti al suolo. Come già accennato, le variazioni fotometriche prodotte da un transito planetario nella curva di luce di una nana rossa sono, nei casi più favorevoli, misurabili in frazioni di un centesimo di magnitudine.

Si può pertanto facilmente immaginare quanto deleteri possano essere sulle misurazioni i movimenti delle masse d'aria nella nostra atmosfera. Ma non è solo una questione di seeing, perché quando il segnale che si vuole evidenziare è così piccolo, qualunque imprecisione a carico della strumentazione può produrre un "rumore" superiore al segnale cercato. Non è un caso che finora nessuno strumento al suolo sia riuscito a scoprire esopianeti con diametro inferiore al doppio di quello della Terra.





Anche ipotizzando di disporre di una strumentazione che non introduce rumore nelle misurazioni e che non disperde nemmeno una minima parte del segnale utile, restano tutte le limitazioni imposte dall'atmosfera. Fra queste, le due più pesanti sono: l'efficienza con cui l'umidità dell'aria abbatte la radiazione infrarossa proveniente dalle nane rosse (che sono particolarmente brillanti in quel dominio dello spettro elettromagnetico); l'assorbimento cromatico dell'atmosfera, che sbilancia imprevedibilmente i colori delle stelle di riferimento rispetto alla stella target, falsando le misurazioni fotometriche.

I ricercatori hanno finora posto un argine a questi problemi osservando da luoghi particolarmente aridi e con ridotta umidità dell'aria, e ricorrendo a filtri a banda stretta. Se la prima soluzione in qualche modo aiuta, la seconda vanifica la prima, perché in questo specifico caso la qualità della fotometria migliora col ridursi della banda passante dei filtri. Ma più si stringe la banda, più il segnale luminoso si indebolisce e più grande deve essere il diametro del telescopio per ottenere un rapporto S/N leggibile. Per aggirare tutti questi ostacoli,

i progettisti di ExTrA hanno sviluppato un nuovo metodo che, in un certo senso, consiste nel far svolgere il compito dei filtri a banda stretta al già menzionato spettrografo multi-oggetto a bassa risoluzione (R~200), che copre il range 0.85-1.55 micron dell'infrarosso vicino, nel quale c'è il picco di sensibilità della camera CCD abbinata allo strumento. Questa soluzione offre il doppio vantaggio di raccogliere molta più radiazione entrante e di poter sintonizzare i colori delle stelle di riferimento e della stella target su specifici canali spettrali, risolvendo il problema del cromatismo stellare. Gestendo opportunamente i singoli canali, l'ampiezza della banda, la messa a fuoco delle stelle e la registrazione del segnale tramite CCD, il team francese è in grado di produrre curve di luce con una precisione fotometrica dello 0,02% per misurazione e con un elevato rapporto S/N. In teoria, ExTrA dovrebbe consentire la scoperta di pianeti con diametro minimo pari alla metà di quello terrestre. Per ora, di certo c'è che questo nuovo metodo di ricerca ha il grande vantaggio di essere molto economico rispetto ad altri metodi più classici. ■

In primo piano, una delle cupole che ospitano i telescopi del sistema ExTrA. Le dimensioni dell'ingresso sono indicative delle piccole dimensioni di queste strutture: il telescopio al suo interno occupa praticamente tutto lo spazio disponibile. [ESO/ Petr Horálek]

BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

Officina meccanica Bellincioni - Via Gramsci 161/B - Sandigliano BI

nuovo modello

Omega StarGO

per informazioni

Tel. 015691553

info@bellincioni.com





L'archeologia del vecchio fulcro della Via Lattea sondata da Hubble

by NASA/ESA

Per molti anni, gli astronomi hanno avuto una visione semplice del nucleo centrale, o rigonfiamento, della nostra Via Lattea: un luogo tranquillo composto di vecchie stelle, i primi proprietari della nostra galassia. Tuttavia, poiché la Via Lattea interna è un ambiente così affollato, è sempre stata

una sfida riuscire a districare i movimenti stellari per sondare il rigonfiamento in dettaglio. Ora, una nuova analisi di circa 10000 stelle normali simili al Sole nel rigonfiamento rivela che il centro della nostra galassia è un ambiente dinamico di stelle di varie età che sfrecciano a velocità diverse, come i viaggiatori che si

muovono in un aeroporto trafficato. Questa conclusione si basa su nove anni di dati di archivio provenienti dall'Hubble Space Telescope della NASA. Lo studio di Hubble su questo cuore complicato e caotico della Via Lattea potrebbe fornire nuovi indizi sull'evoluzione della galassia, hanno affermato i ricercatori.

Pagina precedente: un vasto tratto della nostra galassia, la Via Lattea, visto intersecare il cielo notturno sopra le Montagne Rocciose che si stagliano in questa fotografia. La Via Lattea si allarga notevolmente in basso a destra. Questa area più ampia è il nucleo centrale, o rigonfiamento, della nostra galassia. Sbirchiando in una regione molto stretta del nucleo, gli astronomi hanno usato il telescopio spaziale Hubble per studiare le composizioni e i moti di 10000 stelle simili al Sole, come mostrato nell'immagine di Hubble riquadrata. L'analisi rivela che il rigonfiamento della nostra galassia è un ambiente inaspettatamente dinamico di stelle di varie età che sfrecciano a velocità diverse, come i viaggiatori che si muovono in un aeroporto trafficato. Lo studio fornisce importanti nuovi indizi sulla complessità del rigonfiamento centrale e sull'evoluzione della nostra Via Lattea in miliardi di anni. L'immagine di Hubble è un composito di esposizioni prese nella luce del vicino infrarosso e visibile con la Wide Field Camera 3 di Hubble. Le osservazioni fanno parte di due survey di Hubble: il Galactic Bulge Treasury Program e la Sagittarius Window Eclipsing Extrasolar Planet Search. Il centro della nostra galassia si trova a 26000 anni luce di distanza. [NASA, ESA, and Z. Levay (STScI)]

Il team di ricerca, guidato da Will Clarkson, della University of Michigan-Dearborn, ha scoperto che i movimenti delle stelle del rigonfiamento sono diversi, a seconda della composizione chimica di una stella. Le stelle più ricche di elementi più pesanti dell'idrogeno e dell'elio hanno movimenti meno disordinati ma orbitano intorno al centro galattico più velocemente di quelle più vecchie che sono carenti di elementi più pesanti.

"Ci sono molte teorie che descrivono la formazione della nostra galassia e del rigonfiamento centrale", ha detto Annalisa Calamida dello Space Telescope Science Institute, di Baltimora, nel Maryland, membro del team di ricerca di Hubble. *"Alcuni affermano che il rigonfiamento si è formato con la galassia circa 13 miliardi di anni fa. In questo caso, tutte le stelle del rigonfiamento dovrebbero essere vecchie e condividere un movimento simile. Ma altri pensano che il rigonfiamento si sia formato più tardi nella vita della galassia, lentamente evolvendosi dopo la nascita delle prime generazioni di stelle. In questo scenario, alcune delle stelle nel rigonfiamento potrebbero essere più giovani, con la loro composizione chimica arricchita di elementi più pesanti espulsi dalla morte delle precedenti generazioni di stelle, e dovrebbero mostrare un movimento di-*

verso rispetto alle stelle più vecchie. Le stelle del nostro studio mostrano le caratteristiche di entrambi i modelli. Pertanto, questa analisi può aiutarci a capire l'origine del rigonfiamento."

Gli astronomi hanno diviso le stelle per le loro composizioni chimiche e poi hanno confrontato i movimenti di ciascun gruppo. Hanno determinato il contenuto chimico delle stelle studiando i loro colori e li hanno divisi in due gruppi principali, in base alla loro abbondanza di elementi pesanti (ferro). Le stelle arricchite chimicamente si muovono due volte più velocemente rispetto all'altra popolazione.

"Analizzando il valore di nove anni di dati nell'archivio e migliorando le nostre tecniche di analisi, abbiamo individuato in modo chiaro e solido le differenze nel movimento di stelle simili al Sole, chimicamente carenti e chimicamente arricchite", ha detto Clarkson. *"Speriamo di continuare la nostra analisi, che ci permetterà di creare un grafico tridimensionale della ricca complessità chimica e dinamica delle popolazioni del rigonfiamento"*. Gli astronomi hanno basato le loro analisi sui dati dell'Advanced Camera for Surveys e della Wide Field Camera 3 di due survey di Hubble: il Wide Field Camera 3 Galactic Bulge Treasury Program e la Sagittarius Window Eclipse Extrasolar Planet Search.

Per stimare le composizioni chimiche delle stelle sono stati usati set di spettri del Very Large Telescope dell'ESO, in Cile. Attualmente, solo Hubble ha una risoluzione abbastanza elevata da misurare simultaneamente i movimenti di migliaia di stelle simili al Sole alla distanza della galassia dalla Terra. Il centro della Via Lattea si trova a circa 26000 anni luce di distanza. *"Prima di questa analisi, i movimenti di quelle stelle non erano noti",* ha detto Kailash Sahu, membro del team dello Space Telescope Science Institute. *"Hai bisogno di una linea di base lunga per misurare con precisione le posizioni e i movimenti di queste deboli stelle"*. Il team ha studiato stelle simili al Sole perché sono così abbondanti e facilmente alla portata di Hubble. Le precedenti osservazioni hanno riguardato le stelle giganti rosse più luminose e invecchiate, che non sono così abbondanti perché rappresentano un breve episodio nella vita di una stella. *"Hubble ci ha dato una visione ristretta del nucleo della galassia, ma stiamo vedendo migliaia di stelle in più rispetto a quelle individuate in studi precedenti",* ha detto Calamida. Il rigonfiamento della Via Lattea è all'incirca un decimo del diametro della nostra galassia a forma di pancake. *"Abbiamo in programma di estendere la nostra analisi per fare ulteriori osservazioni lungo diverse linee di vista, che ci permetteranno di fare un'indagine tridimensionale della ricca complessità delle popolazioni nel rigonfiamento",* ha aggiunto Clarkson.

I ricercatori hanno detto che questo lavoro è anche un'importante apripista per il James Webb Space telescope della NASA per indagare l'archeologia della Via Lattea. Programmato per il lancio nel 2019, Webb dovrebbe sondare più profondamente le popolazioni stellari nel rigonfiamento della Via Lattea. Il team di ricerca ha presentato le sue scoperte in gennaio, al 231° meeting dell'American Astronomical Society, a Washington, DC. ■

Fusi con successo i primi segmenti dello specchio dell'ELT

by ESO / Anna Wolter

Lo specchio primario di 39 metri del telescopio ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO sarà di gran lunga il più ampio mai costruito per un telescopio ottico-infrarosso.

Un tal gigante è troppo grande per essere costituito da un unico pezzo di vetro: sarà invece formato da 798 segmenti esagonali, ciascuno largo 1,4 metri e spesso solo circa 5 centimetri.

I segmenti funzioneranno tutti insieme come un unico, enorme specchio per raccogliere decine di milioni di volte più luce di quanto possa fare l'occhio umano. Marc Cayrel, respon-



I primi segmenti esagonali per lo specchio principale dell'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO sono stati fusi con successo dalla ditta tedesca SCHOTT, presso il loro stabilimento di Mainz. Questi segmenti formeranno parti dello specchio principale di 39 metri di diametro dell'ELT, che avrà in totale 798 segmenti una volta completato. L'ELT sarà il più grande telescopio ottico al mondo quando vedrà la prima luce nel 2024. [SCHOTT/ESO]

Il team SCHOTT che ha fuso con successo i primi segmenti di specchi principali ELT. [SCHOTT/ESO]

sabile dell'optomeccanica dell'ELT all'ESO, era presente durante la prima fusione: "È stata una sensazione meravigliosa vedere i primi segmenti che venivano fusi. È veramente un traguardo importante per l'ELT!"

Analogamente allo specchio secondario, i segmenti dello specchio primario sono di Zerodur®, un mate-

riale ceramico a basso coefficiente di espansione, prodotto dalla SCHOTT. Lo Zerodur® è stato sviluppato originariamente per i telescopi astronomici alla fine degli anni 1960. Ha un coefficiente di espansione termica molto basso, il che significa che il materiale non si espande anche in caso di grandi variazioni della temperatura. Chimicamente, lo Zerodur® è molto resistente e può essere lucidato a un alto livello di finitura. Lo strato riflettente, di alluminio o argento, è solitamente deposto per vaporizzazione sulla superficie estremamente liscia poco prima di mettere in funzione il telescopio e successivamente a intervalli regolari. Molti ben noti telescopi con specchi di Zerodur®, tra cui il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO in Cile, lavorano affidabilmente da decenni.



L'ESO ha assegnato a questa ditta tedesca i contratti per la produzione dei blocchi grezzi per i primi quattro specchi dei ELT (noti come M1... M4, con M1 che indica lo specchio primario). La fusione dei primi segmenti è fondamentale perché permette ai tecnici della SCHOTT di verificare e

ottimizzare il processo di produzione, gli strumenti necessari e le procedure associate. Questo traguardo fondamentale è raggiunto, ma la strada è ancora lunga, in totale devono essere prodotti più di 900 segmenti (798 per lo specchio primario, oltre a un set di ricambio di 133) che andranno poi le-

vigati. A regime, il tasso di produzione sarà di circa un segmento al giorno.

Dopo la colata, i blocchi grezzi dei singoli segmenti subiranno un lento raffreddamento e quindi un nuovo riscaldamento, prima di essere fresati fino alla giusta forma e lucidati con una precisione di 15 nanometri su tutta la superficie ottica. La formatura e lucidatura verranno eseguite dalla ditta francese Safran Reosc, responsabile anche di ulteriori controlli. ■

Questo video mostra la fusione dei primi segmenti dello specchio principale swll'ELT. [SCHOTT AG]

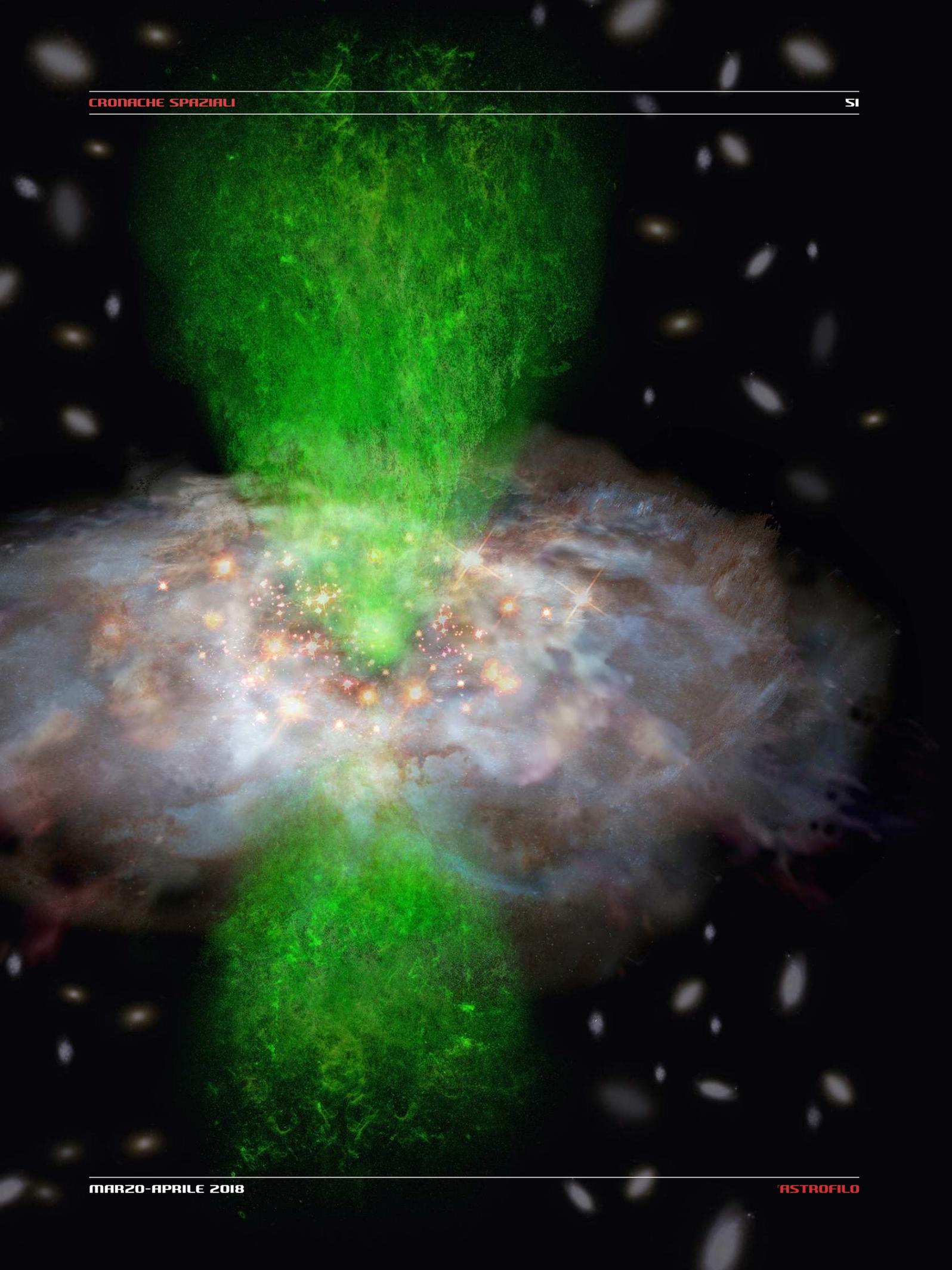
Co-evoluzione di SMBHs e galassie approfondita da ALMA

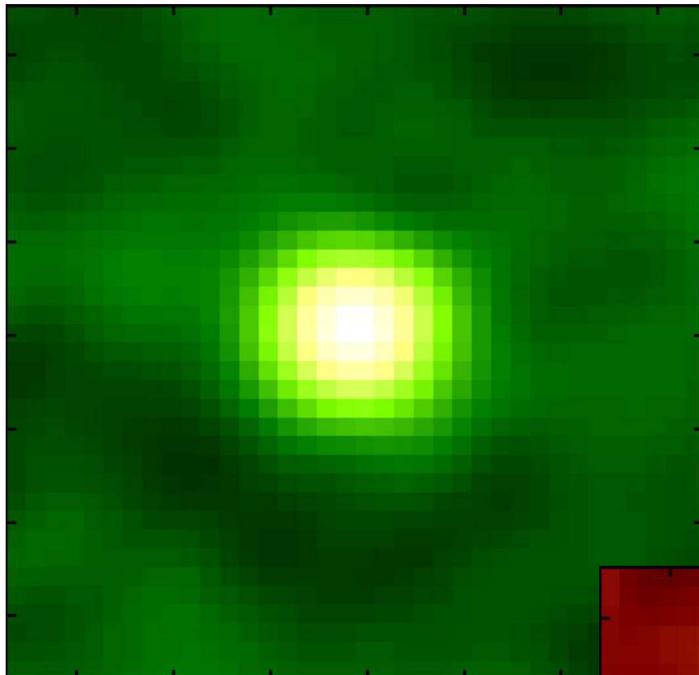
by ALMA Observatory

Utilizzando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) per osservare una galassia attiva con un forte flusso di gas ionizzato dal centro galattico, gli astronomi hanno avuto un risultato che li ha lasciati ancora più perplessi: una rilevazione non ambigua del monossido di carbonio (CO) associato al disco galattico. Hanno, però, anche scoperto che il CO che si deposita nella galassia non è influenzato dal forte flusso di gas ionizzato espulso dal centro galattico. Secondo uno scenario condiviso che spiega la formazione e l'evoluzione delle galassie e dei buchi neri supermassicci (SMBH), le radiazioni dai centri galattici, dove stanno i buchi neri supermassicci, possono influenzare significativamente il gas molecolare (come il CO) e le attività di formazione stellare delle galassie. Il risultato di ALMA mostra che l'uscita del gas ionizzato guidata dal buco nero supermassiccio non influisce necessariamente sulla sua galassia ospite. Questo risultato "ha reso più sconcertante la co-evoluzione delle galassie e dei buchi neri supermassicci", spiega il dott. Yoshiki Toba dell'Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA, Taiwan) e principale autore di questa ricerca. "Il prossimo passo è esaminare più dati di questo tipo di

galassie. Ciò è fondamentale per comprendere il quadro completo della formazione e dell'evoluzione delle galassie e dei buchi neri supermassicci". Rispondere alla domanda "In che modo le galassie si sono formate e si sono evolute durante la storia dell'universo da 13,8 miliardi di anni?" è stato uno dei problemi principali dell'astronomia moderna. Gli studi hanno già rivelato che quasi tutte le galassie massicce ospitano un buco nero supermassiccio nei loro centri. Recenti scoperte hanno ulteriormente dimostrato la stretta correlazione tra le masse dei buchi neri e quelle delle loro galassie ospiti. Questa correlazione suggerisce che i buchi neri supermassicci e le loro galassie ospiti sono evoluti assieme e hanno interagito strettamente man mano che crescevano, fenomeno noto come co-evoluzione di galassie e buchi neri supermassicci. Il flusso di gas guidato da un buco nero supermassiccio nel centro galattico è recentemente diventato il centro dell'attenzione in quanto potrebbe giocare un ruolo chiave nella co-evoluzione di galassie e buchi neri. Un'idea ampiamente accettata ha descritto questo fenomeno

Visione schematica del fatto che un flusso di gas ionizzato (verde) spinto da un buco nero supermassiccio centrale non influisce sulla formazione stellare della sua galassia ospite. Questa situazione può verificarsi se il gas ionizzato esce perpendicolarmente al gas molecolare. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)]



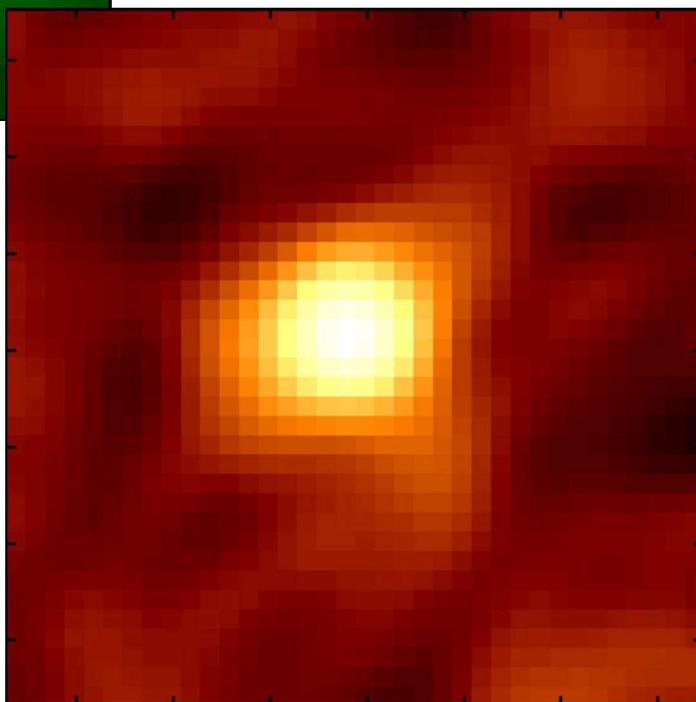


Emissione da monossido di carbonio (verde) e polvere fredda (rossa) in WISE1029 osservata da ALMA. La dimensione dell'immagine è di 3 secondi d'arco. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Toba et al.]

come l'intensa radiazione dal centro galattico in cui il buco nero supermassiccio ionizza il gas circostante, influenzando anche il gas molecolare che è l'ingrediente della formazione stellare. La forte radiazione attiva o sopprime la formazione stellare delle galassie. Tuttavia, *"noi astronomi non capiamo la reale relazione tra l'attività dei buchi neri supermassicci e la formazione delle stelle nelle galassie"*, dice Tohru Nagao, professore alla Ehime University. *"Pertanto, molti astronomi, inclusi noi, sono desiderosi di osservare la scena reale dell'interazione tra il flusso nucleare e le attività di formazione stellare, per rivelare il mistero della co-evoluzione."* Gli astronomi credono che i DOG ospitano attivamente i buchi neri supermassicci i loro nuclei. In particolare, un DOG (WISE1029+0501, qui di seguito WISE1029) emette gas ionizzato dall'intensa radiazione proveniente dal suo buco nero supermassiccio. WISE1029 è noto come un caso estremo di flusso di gas ionizzato, e questo particolare fattore ha motivato i ricercatori a vedere che cosa succede al suo gas molecolare. Facendo uso della straordinaria sensibilità di ALMA, che è eccellente nello studio delle proprietà del gas molecolare e delle attività di formazione stellare

nelle galassie, il team ha condotto le sue ricerche osservando il CO e la polvere fredda della galassia WISE1029. Dopo un'analisi dettagliata, hanno sorprendentemente trovato che non vi è alcun segno di un significativo flusso di gas molecolare. Inoltre, l'attività di formazione stellare non è né attivata né soppressa. Ciò indica che un forte flusso di gas ionizzato lanciato dal buco nero supermassiccio in WISE1029 non influisce in modo significativo sul gas molecolare circostante né sulla formazione stellare.

Ci sono state molte segnalazioni che dicono che il flusso di gas ionizzato guidato dal potere di accrescimento di un buco nero supermassiccio ha un impatto enorme sul gas molecolare circostante. Tuttavia, è raro che non ci sia una stretta interazione tra gas ionizzato e molecolare, come i ricercatori segnalano questa volta. Yoshiki e il risultato del suo team suggeriscono che la radiazione proveniente da un buco nero supermassiccio non influenza sempre il gas molecolare e la



formazione stellare della sua galassia ospite. Mentre il loro risultato rende più sconcertante la co-evoluzione delle galassie e dei buchi neri supermassicci, Yoshiki e il suo team sono entusiasti di rivelare il quadro completo dello scenario. Dice che *"comprendere questa co-evoluzione è cruciale per l'astronomia. Raccogliendo dati statistici di questo tipo di galassie e continuando con ulteriori osservazioni di follow-up con ALMA, speriamo di rivelare la verità"*. ■



Via Fubine, 79 - Felizzano AL - ITALY - Tel. +39 0131772241
info.oasifelizzano@gmail.com - info@tecnosky.it

astronomy instruments nature & didactics

www.astrobioparcofelizzano.it
www.facebook.com/LOasiDiFelizzano
<http://shop.tecnosky.it>
www.facebook.com/Tecnosky-146585525428890



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/4.7 CON CORRETTORE DA 3"

RITCHEY CHRÉTIEN F/9

CON CORRETTORE/RIDUTTORE

CASSEGRAIN CLASSICO F/15

