

\* NOVA \*

N. 1237 - 1 DICEMBRE 2017

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

## MUSE SCANDAGLIA LE PROFONDITÀ INESPLORATE DEL CAMPO ULTRA-PROFONDO DI HUBBLE

*Riprendiamo dal sito dell'European Southern Observatory (ESO) il Comunicato stampa del 29 novembre 2017 sulla più profonda survey spettroscopica di sempre.*



Questa immagine a colori mostra l'*Hubble Ultra Deep Field region*, una regione minuscola ma molto studiata nella costellazione della Fornace, osservata con lo strumento MUSE sul Very Large Telescope dell'ESO. Ma questa immagine fornisce solo una visione molto parziale della ricchezza dei dati MUSE, che forniscono anche uno spettro per ogni pixel dell'immagine. Questo set di dati ha permesso agli astronomi non solo di misurare le distanze per molto più di queste galassie rispetto a prima – per un totale di 1600 – ma anche di scoprire molto di più su ciascuna di esse. Sorprendentemente sono state trovate 72 nuove galassie che avevano eluso l'imaging profondo con il Telescopio Spaziale Hubble (NASA / ESO). Crediti: ESO / MUSE HUDF collaboration

Alcuni astronomi hanno realizzato la più profonda survey spettroscopica di sempre con lo strumento MUSE installato sul VLT dell'ESO in Cile. Si sono focalizzati sul Campo Ultra-profondo di Hubble, misurando distanza e proprietà di 1600 galassie molto deboli, tra cui 72 galassie che non erano mai state viste prima, neppure dal telescopio Hubble. Questa base dati rivoluzionaria ha già portato a 10 articoli scientifici pubblicati in un numero speciale di *Astronomy & Astrophysics*. L'abbondanza di informazioni permette agli astronomi uno sguardo nuovo sulla formazione stellare nell'Universo primordiale e consente loro di studiare i

moti e altre proprietà delle prime galassie, studio reso possibile dalle capacità spettroscopiche uniche di MUSE.

Il gruppo che si occupa della survey dell'Hubble Ultra Deep Field (il Campo Ultra-profondo di Hubble o HUDF), sotto la guida di Roland Bacon dell'Università di Lione (CRAL, CNRS) Francia, ha usato MUSE (Multi Unit Spectroscopic Explorer) per osservare appunto il Campo Ultra-Profondo di Hubble (heic0406), una zona molto studiata nella costellazione australe della Fornace. Lo sforzo ha prodotto le osservazioni spettroscopiche più profonde mai realizzate finora: sono state misurate informazioni spettroscopiche accurate per 1600 galassie, dieci volte più di quanto fosse stato ottenuto a gran fatica nel precedente decennio da vari telescopi da terra.

Le immagini originali dell'HUDF erano osservazioni pionieristiche realizzate dal telescopio spaziale Hubble della NASA/ESA e pubblicate nel 2004: sono le osservazioni più profonde di sempre e hanno rivelato uno zoo di galassie che risalgono a meno di miliardo di anni dopo il Big Bang. L'area è stata successivamente osservata molte volte da Hubble e da altri telescopi, producendo la veduta più profonda dell'Universo fino a oggi [1]. Ora, nonostante la profondità delle osservazioni di Hubble, MUSE ha – tra gli altri numerosi risultati – rivelato 72 galassie che non erano mai state viste prima in questa minuscola area di cielo.

Roland Bacon continua il racconto: "*MUSE può fare qualcosa che Hubble non può fare: suddivide la luce di ogni punto dell'immagine nei suoi colori componenti per creare uno spettro. Questo ci permette di misurare la distanza, il colore e altre proprietà di tutte le galassie che possiamo vedere, tra cui alcune invisibili anche a Hubble.*"

I dati di MUSE forniscono una nuova visione di galassie fioche e molto distanti, osservate com'erano poco dopo l'inizio dell'Universo, circa 13 miliardi di anni fa. Hanno rivelato galassie 100 volte più deboli che nelle survey precedenti, aggiungendole a un campo già riccamente osservato e approfondendo la nostra comprensione delle galassie nelle epoche cosmiche.

La survey ha scovato 72 candidati galassie note come emettitrici di Lyman-alfa, la cui luce è concentrata nella riga Lyman-alfa [2]. La nostra comprensione attuale della formazione stellare non spiega pienamente queste galassie, che sembrano brillare luminosamente in questo singolo colore. Poiché MUSE disperde la luce nei suoi colori componenti, questi oggetti diventano subito evidenti, mentre sono invisibili nelle immagini dirette profonde come quelle di Hubble.

*"MUSE ha la capacità unica di estrarre informazioni su alcune delle più vecchie galassie dell'Universo, anche in una zona del cielo che è già ampiamente studiata"*, spiega Jarle Brinchmann, dell'Università di Leida nei Paesi Bassi e dell'Istituto di Astrofisica e Scienze Spaziali al CAUP a Porto, Portogallo e primo autore di uno degli articoli che descrive i risultati di questa survey. *"Impariamo cose su queste galassie che è possibile capire solo con la spettroscopia, come il contenuto chimico e i moti interni, e non una galassia per volta ma tutto in una volta sola per tutte le galassie!"*

Un altro risultato importante di questo studio è stato la detezione sistematica di aloni luminosi di idrogeno intorno alle galassie dell'Universo primordiale, che ha fornito agli astronomi una nuova e promettente strada per studiare il modo in cui la materia fluisce dentro e fuori le galassie primordiali.

Molte altre potenziali applicazioni di questo insieme di dati, tra cui il ruolo delle galassie deboli durante la re-ionizzazione cosmica (che è iniziata appena 380 000 anni dopo il Big Bang), il tasso di fusione tra galassie quando l'Universo era giovane, i venti galattici, la formazione stellare e la mappatura del moto delle stelle nell'Universo primordiale, vengono esplorate nella serie di articoli pubblicata.

*"È giusto sottolineare che questi dati sono stati presi senza l'uso dell'ottica adattiva (AOF da Adaptive Optics Facility), recentemente aggiuta a MUSE. L'attivazione dell'AOF dopo un decennio di lavoro intenso di astronomi e ingegneri dell'ESO promette dati ancora più rivoluzionari in futuro,"* conclude Roland Bacon [3].

## Note

[1] Il Campo Ultra-profondo di Hubble è una delle zone più studiate del cielo. Finora, 13 strumenti montati su otto telescopi, tra cui ALMA, di cui ESO è un partner (eso1633), hanno osservato il campo dai raggi X alle onde radio.

[2] Gli elettroni carichi negativamente che orbitano intorno al nucleo dell'atomo carico positivamente hanno livelli di energia quantizzati. Possono cioè esistere solo a specifici livelli di energia e possono passare dall'uno all'altro guadagnando o perdendo precise quantità di energia. La radiazione Lyman-alfa viene prodotta quando gli elettroni dell'atomo di idrogeno cadono dal penultimo livello al più basso. La quantità di energia perduta viene rilasciata sotto forma di luce di una lunghezza d'onda particolare, nella zona ultravioletta dello spettro, che gli astronomi possono rilevare con i telescopi spaziali, o da terra nel caso di oggetti spostati verso il rosso (redshift). Per questi dati, galassie a redshift  $z \sim 3,0 - 6,6$ , la luce Lyman-alfa viene vista nella banda della luce visibile o nel vicino infrarosso.

[3] La struttura AOF (Adaptive Optics Facility, strumento per l'ottica adattiva) montata su MUSE ha già rivelato anelli prima sconosciuti intorno alla nebulosa planetaria IC 4406 (eso1724).

## Ulteriori Informazioni

Queste ricerche sono state presentate in 10 articoli scientifici che verranno pubblicati della rivista *Astronomy & Astrophysics*.

Le varie equipe sono composte da Roland Bacon (University of Lyon, Lyon, Francia), Hanae Inami (University of Lyon, Lyon, Francia), Jarle Brinchmann (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi; Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço, Porto, Portogallo), Michael Maseda (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi), Adrien Guerou (IRAP, Université de Toulouse, Francia; ESO, Garching, Germania), A. B. Drake (University of Lyon, Lyon, Francia), H. Finley (IRAP, Université de Toulouse, Toulouse, Francia), F. Leclercq (University of Lyon, Lyon, Francia), E. Ventou (IRAP, Université de Toulouse, Toulouse, Francia), T. Hashimoto (University of Lyon, Lyon, Francia), Simon Conseil (University of Lyon, Lyon, Francia), David Mary (Laboratoire Lagrange, Nice, Francia), Martin Shepherd (University of Lyon, Lyon, Francia), Mohammad Akhlaghi (University of Lyon, Lyon, Francia), Peter M. Weilbacher (Leibniz-Institut für Astrophysik Postdam, Postdam, Germania), Laure Piqueras (University of Lyon, Lyon, Francia), Lutz Wisotzki (Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, Potsdam, Germania), David Lagattuta (University of Lyon, Lyon, Francia), Benoit Epinat (IRAP, Université de Toulouse, Toulouse, Francia; Aix Marseille Université, Marseille, Francia), Sebastiano Cantalupo (ETH Zurich, Zurich, Svizzera), Jean Baptiste Courbot (University of Lyon, Lyon, Francia; ICube, Université de Strasbourg, Strasbourg, Francia), Thierry Contini (IRAP, Université de Toulouse, Toulouse, Francia), Johan Richard (University of Lyon, Lyon, Francia), Rychard Bouwens (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi), Nicolas Bouché (IRAP, Université de Toulouse, Toulouse, Francia), Wolfram Kollatschny (AIG, Universität Göttingen, Göttingen, Germania), Joop Schaye (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi), Raffaella Anna Marino (ETH Zurich, Zurich, Svizzera), Roser Pello (IRAP, Université de Toulouse, Toulouse, Francia), Christian Herenz (Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, Potsdam, Germania), Bruno Guiderdoni (University of Lyon, Lyon, Francia), Marcella Carollo (ETH Zurich, Zurich, Svizzera), S. Hamer (University of Lyon, Lyon, Francia), B. Clément (University of Lyon, Lyon, Francia), G. Desprez (University of Lyon, Lyon, Francia), L. Michel-Dansac (University of Lyon, Lyon, Francia), M. Paalvast (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi), L. Tresse (University of Lyon, Lyon, Francia), L. A. Boogaard (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi), J. Chevallard (Scientific Support Office, ESA/ESTEC, Noordwijk, Paesi Bassi), S. Charlot (Sorbonne University, Paris, Francia), J. Verhamme (University of Lyon, Lyon, Francia), Marijn Franx (Leiden Observatory, Leiden, Paesi Bassi), Kasper B. Schmidt (Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, Potsdam, Germania), Anna Feltre (University of Lyon, Lyon, Francia), Davor Krajnović (Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, Potsdam, Germania), Eric Emsellem (ESO, Garching, Germania; University of Lyon, Lyon, Francia), Mark den Brok (ETH Zurich, Zurich, Svizzera), Santiago Erroz-Ferrer (ETH Zurich, Zurich, Svizzera), Peter Mitchell (University of Lyon, Lyon, Francia), Thibault Garel (University of Lyon, Lyon, Francia), Jeremy Blaizot (University of Lyon, Lyon, Francia), Edmund Christian Herenz (Department of Astronomy, Stockholm University, Stockholm, Svezia), D. Lam (Leiden University, Leiden, Paesi Bassi), M. Steinmetz (Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, Potsdam, Germania) e J. Lewis (University of Lyon, Lyon, Francia).

## Links

- [Numero speciale su MUSE HUDF in A&A](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: I. Survey description, data reduction and source detection” di R. Bacon et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: II. Spectroscopic Redshift and Line Flux Catalog, and Comparisons to Color Selections of Galaxies at  \$3 < z < 7\$ ” di H. Inami et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: III. Testing photometric redshifts to 30th magnitude” di J. Brinchmann et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: IV. An Overview of C III\] Emitters” di M. V. Maseda et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: V. Spatially resolved stellar kinematics of galaxies at redshift  \$0.2 \lesssim z \lesssim 0.8\$ ” di A. Guérou](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: VI. The Faint-End of the Ly \$\alpha\$  Luminosity Function at  \$2.91 < z < 6.64\$  and Implications for Reionisation” di A. B. Drake et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: VII. Fe II\\* Emission in Star-Forming Galaxies” di H. Finley et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: VIII. Extended Lyman  \$\alpha\$  haloes” di F. Leclercq et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: IX. evolution of galaxy merger fraction up to  \$z \approx 6\$ ” di E. Ventou et al.](#)
- [“The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey: X. Ly \$\alpha\$  Equivalent Widths at  \$2.9 < z < 6.6\$ ” di T. Hashimoto et al.](#)
- [MUSE](#)
- [MUSE e l'ottica adattiva \(eso1724\)](#)

<http://www.eso.org/public/italy/news/eso1738/?lang>

<http://www.eso.org/public/news/eso1738/>

<http://www.eso.org/public/videos/eso1738a/>

<http://www.eso.org/public/videos/eso1738b/>

