

GRUPPO ASTRONOMICOTRADATESE

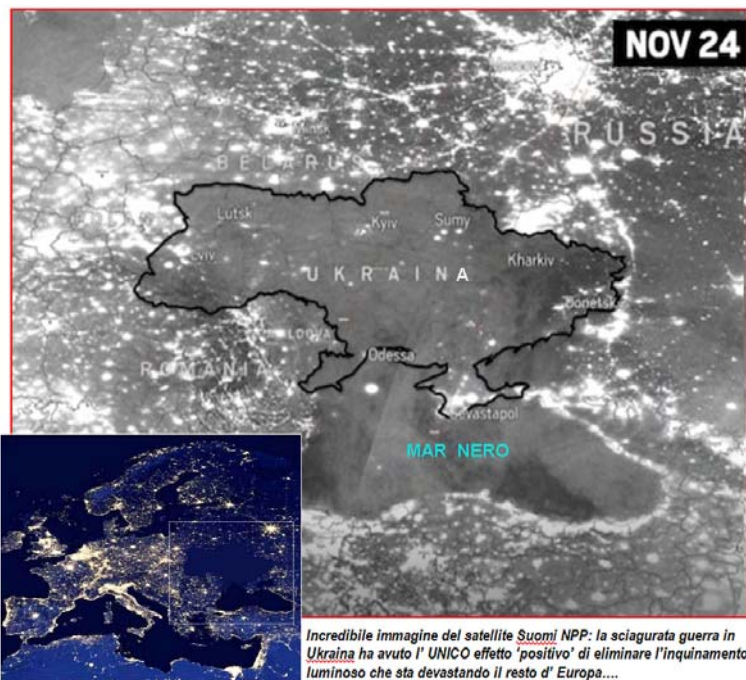
LETTERA N. 170

49° anno

Gennaio-Marzo 2023

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



Incredibile immagine del satellite Suomi NPP: la sciagurata guerra in Ucraina ha avuto l'UNICO effetto 'positivo' di eliminare l'inquinamento luminoso che sta devastando il resto d'Europa....

L'assurda guerra in Ucraina ha dominato i media del 2022 facendo purtroppo passare in secondo piano il problema climatico (COP27 in Egitto del 7-18 Nov. fallita prima di cominciare), causando l'annullamento della missione marziana europea Rosalind Franklin (2 miliardi buttati al vento), facendo sprecare centinaia di miliardi con lo scopo primario di distruggere il più possibile. Fortunatamente, però, ci sono almeno 3 eventi che 'riabilitano' alla grande il 2022: 1) L'annuncio della [prima reazione di Fusione](#) con guadagno di energia (USA, 15 Dic. Livermore Lab) 2) Il successo del lancio verso la Luna della [capsula ARTEMIS 1](#) (16 Nov. Kennedy Space Center) 3) la conferenza di Baltimora (12-15 Dic.) sui [primi risultati del super-telescopio JWST](#) che dopo 6 mesi sta già rivoluzionando le conoscenze astronomiche che l'Umanità aveva raccolto in tutti i secoli passati. Senza dimenticare i continui progressi di Curiosity e Perseverance su Marte e di JUNO attorno a Giove. Inevitabile che JWST ed ARTEMIS 1 siano i protagonisti di questa lettera, così come è inevitabile che il GAT abbia voluto fare il punto sugli ultimi 20 anni di ricerche planetarie con una mostra ([Pianeti 2023](#)) pensata in modo nuovo e geniale per qualunque tipo di scuola.

Per quanto riguarda [lo spazio 2023](#), Agosto vedrà il lancio (dalla Guyana con un Ariane 5) della sonda JUICE per l'esplorazione delle lune di Giove. Sempre in estate (Luglio?) la Luna sarà raggiunta dalla sonda indiana Chandrayaan-3 e (forse) sulla Luna atterrerà Luna-26 della Russia. In autunno verrà lanciato (da un missile Falcon 9 di Space X) il satellite EUCLID dell'ESA, per un accurato studio delle distanze cosmiche.

Per quanto riguarda [i fenomeni celesti 2023](#), ci saranno due eclissi solari ANULARI invisibili in Italia (Australia, 20 Aprile, Messico-Brasile, 14 Ottobre). Il 28 Ottobre ci sarà un'eclisse parziale di Luna visibile in tutta Europa. Venere sarà ben visibile di sera ad Ovest raggiungendo la massima distanza dal Sole di 45° l'8 Giugno, per andare in congiunzione elica in Agosto, quindi diventando mattutino a Settembre, con max elongazione dal Sole di 37° il 23 Ottobre. [Opposizioni](#): Giove (3 Novembre, Ariete), Saturno (27 Agosto, Acquario, anelli inclinati 10°), Urano (12 Novembre). Transiti in M44 in Giugno da non perdere: Marte (1-5), Venere (11-15 Giugno)

Nei primi mesi del 2023, oltre alle consuete serate dedicate alla grossa attualità, abbiamo allestito per tutto Febbraio e dopo due anni di lavoro, una mostra di originale impostazione didattica, adatta a tutte le scuole, cui il Comune ha promesso una concreta collaborazione.

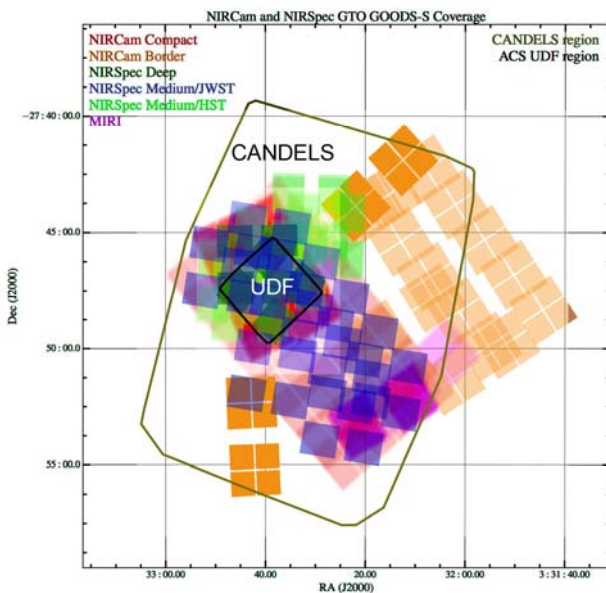
Lunedì 23 Gennaio 2023 h 21 Cine GRASSI	Serata a cura del dott. Giuseppe PALUMBO sul tema <u>IL RITIRO DEI GHIACCIAI. TESTIMONIANZA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO.</u> Tutti i ghiacciai della Terra stanno subendo una drammatica ed apparentemente irreversibile riduzione. Lo dimostrano ricerche, studi, immagini e filmati. Dedicheremo la serata anche ai diplomi di benemerita per numerosi soci fedeli da 25 anni
Sabato 4 Febbraio 2023 h 16 Villa TRUFFINI	Inaugurazione della mostra (che proseguirà fino al 26 Febbraio 2023) <u>PIANETI 2023.</u> Una rassegna aggiornata di tutte le novità in campo planetario, che sono state acquisite negli ultimi 20 anni e che vengono presentate con una tecnica assolutamente appetibile dal punto di vista didattico, quindi ideale per qualunque tipo di scuola . Prenotazioni: c.quaita@libero.it 0331-841150
Lunedì 6 Febbraio 2023 h 21 Villa TRUFFINI	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>IL NUOVO SISTEMA SOLARE.</u> Negli anni 2000 i pianeti del Sole sono stati rivisitati sia da Terra che dallo Spazio con strumenti talmente innovativi da produrre una autentica rivoluzione sia conoscitiva che esobiologia.
Lunedì 20 Febbraio 2023 h 21 Villa TRUFFINI	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>MARTE VERSO LA CONQUISTA UMANA.</u> La scoperta di molecole organiche (Curiosity), la raccolta di campioni da portare a Terra (Perseverance) e viaggi simulati in lab., potrebbero favorire il primo viaggio umano verso Marte entro i prossimi 20 anni.
Lunedì 6 Marzo 2023 h 21 Cine GRASSI	Conferenza di PierMario ARDIZIO sul tema <u>COLUMBIA: CRONACA DI UN DISASTRO ANNUNCIATO.</u> 20 anni fa (era il 1° Febbraio 2003) la Shuttle Columbia si disintegrò in fase di atterraggio, con la perdita di 7 astronauti. Questo, come altri incidenti, furono causati da imperdonabili superficialità organizzative.
Lunedì 20 Marzo 2023 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del dott. Giuseppe BONACINA sul tema <u>IL SOLE, STELLA BENEVOLO MA A VOLTE MOLTO PERICOLOSA.</u> Gli ultimi studi mostrano che grandi eruzioni di materiale dalla nostra stella, già avvenute più volte in passato, potrebbero avere effetti catastrofici per la nostra civiltà tecnologica.

1) DA JWST PRIME GALASSIE PRIMORDIALI !

Uno dei target principali del super-telescopio JWST è la ricerca di galassie giovanissime (quindi anche lontanissime) nate 2-300 milioni di anni dopo il Big Bang (avvenuto 13,8 miliardi di anni fa). Questo per capire dalla forma e dalle caratteristiche spettrali di queste galassie, il meccanismo che ha dato loro origine.

Si tratta di una ricerca di importanza fondamentale per la scienza di questo secolo che ha cominciato ad essere ampiamente sviluppata in uno dei 10 progetti JWST del programmi GTO (Guaranteed Time Observations) relativi al Ciclo 1 di osservazioni: si tratta del progetto *Deep Field*, a sua volta suddiviso in 10 tematiche relative alla ricerca di oggetti lontanissimi, preferenzialmente in regioni di cielo già esplorate con pose prolungate dal Telescopio Spaziale Hubble (HST).

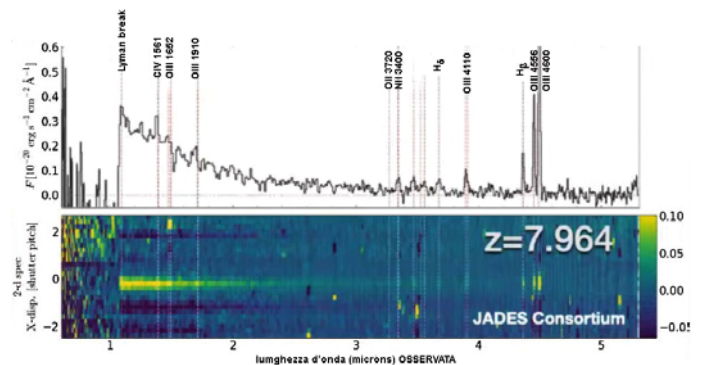
Durante il recente convegno **'First Science Results from JWST' (Baltimora, 12-14 Dic. 2022)** sono stati in particolare presentati i primi risultati della **collaborazione JADES** (Jwst Advanced Deep Extragalactic Survey) che ha 'vivisezionato' una regione attorno al famoso HDF (Ultra Deep Field) di HST e che in gran parte coincide con il campo GOODS-Sud (Great Observatories Origins Deep Survey all'interno della costellazione australe della Fornace):



Nell'ambito del progetto GTO-*Deep Field* la collaborazione JADES ha presentato 5 proposte rappresentate rispettivamente dai numeri GTO-1180, 1181, 1180, 1210, 1286, 1287. A Baltimora, il 12 Dicembre 2022, sono stati Brant Robertson (Calif. Univ. di Santa Cruz) ed Emma Curtis-Lake (Univ. inglese dell'Hertfordshire) a presentare i primi risultati della proposta 1180 relativa all'emisfero Sud e condotta dal 29 Settembre al 20 Ottobre 2022. Nel 2023 lo studio di questa regione Sud verrà completato con altre tre proposte (1210, 1286, 1287) mentre la proposta 1181 verrà riservata alla parte Nord; i dettagli si possono trovare qui <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2212/2212.04480.pdf>

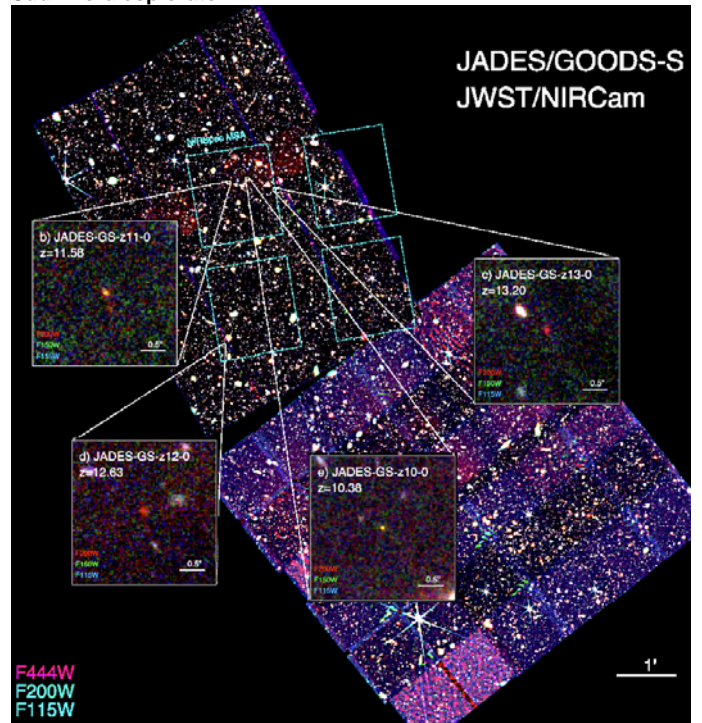
La NIRCcam ha lavorato a 1,15 micron (filtro F115W, falso colore blu), a 2,0 micron (F200W, falso colore verde), e a 4,44 micron (F444W, falso colore rosso). Su circa 250 candidati, sono state individuate 4 galassie con $z > 10$. Per due di queste galassie (Jades-GS-z10 e Jades GS-z11), inizialmente osservate da HST, sono stati confermati spostamenti verso il rosso di 10,38 e 11,58. Altre due galassie (GS-z12 e **GS-z13**) sono invece una grossa novità perché mostrano uno $z > 12$, rispettivamente $z=12,63$ e $z=13,20$. Quest'ultima, in particolare rappresenta l'attuale record assoluto dal momento che la sua età calcolata di 13,5 miliardi di anni la colloca solo a 300 anni dal Big Bang (verificatosi 13,8 miliardi di anni fa). Anzi, dal momento che questa galassia ci manda luce da 13,5 miliardi di anni luce, DEVE essere nata ovviamente prima, diciamo attorno a 200 milioni di anni dopo il Big Bang: siamo al limite della cosiddetta 'era oscura' quando (forse..) si formarono i primi misteriosi oggetti (buchi neri ?) che innescarono la formazione delle galassie E' assolutamente importante ricordare

che i valori di z sono stati calcolati utilizzando il cosiddetto 'Lyman break'. In sostanza le linee di emissione dell'idrogeno della serie Lyman (emissione di energia per un elettrone che da un livello + elevato scende al livello fondamentale 1) si trovano tutte nell' UV e la più energetica cade a 91,2 nanometri. E' noto che l'idrogeno intergalattico assorbe tutte le radiazioni a lunghezza d'onda più bassa (ossia più energetiche) di questa: quindi la luminosità (ovvero lo spettro) di una galassia si interrompe bruscamente a partire da 91,2 nanometri (Lyman break). Per galassie con $z > 6$ questo break si verifica a 1215 nm (0,1215 micron) (Lyman ALFA). Se una galassia possiede un certo z , questo limite Lyman ne sente ovviamente la presenza, spostandosi a lunghezze d'onda maggiori, che possono raggiungere l' infrarosso, nel caso delle galassie lontanissime scrutate dal JWST: in altre parole l'entità dell'eventuale spostamento a lunghezze d'onda maggiori del Lyman break è un' OTTIMA indicazione del valore di z secondo questa semplice formula $(1+z) \times 0,1215$: così nel caso della galassia **GS-z13 il Lyman break passa da 0,1215 micron a 1,75 microns** ! Fermo restando che una disamina spettroscopica su linee spettrali classiche è comunque auspicabile (anche se molto difficoltosa su oggetti lontanissimi) per una conferma definitiva. Ecco, per esempio lo spettro di una galassia nata circa 1 miliardo di anni dopo il Big Bang, presentata a Baltimora da Emma Curtis-Lake durante il convegno JWST:



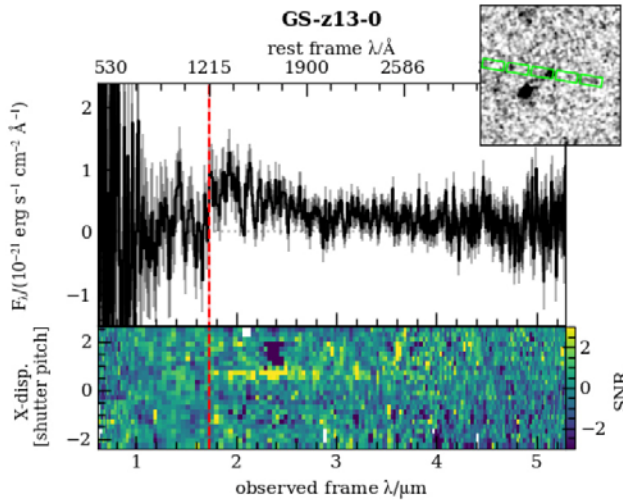
Come si vede, in conseguenza del valore di $z=7.964$, la linea Lyman break è spostata da 0,01215 micron a poco più di 1 micron. In questo caso la conferma della bontà del valore di z è supportata anche dallo spostamento verso il rosso di alcune classiche linee spettrali.

Ecco invece le 4 galassie con $z > 10$ scoperte nel campo JADES Sud finora esplorato:



Queste lontanissime galassie sono piccole (da 10 a 100 milioni di

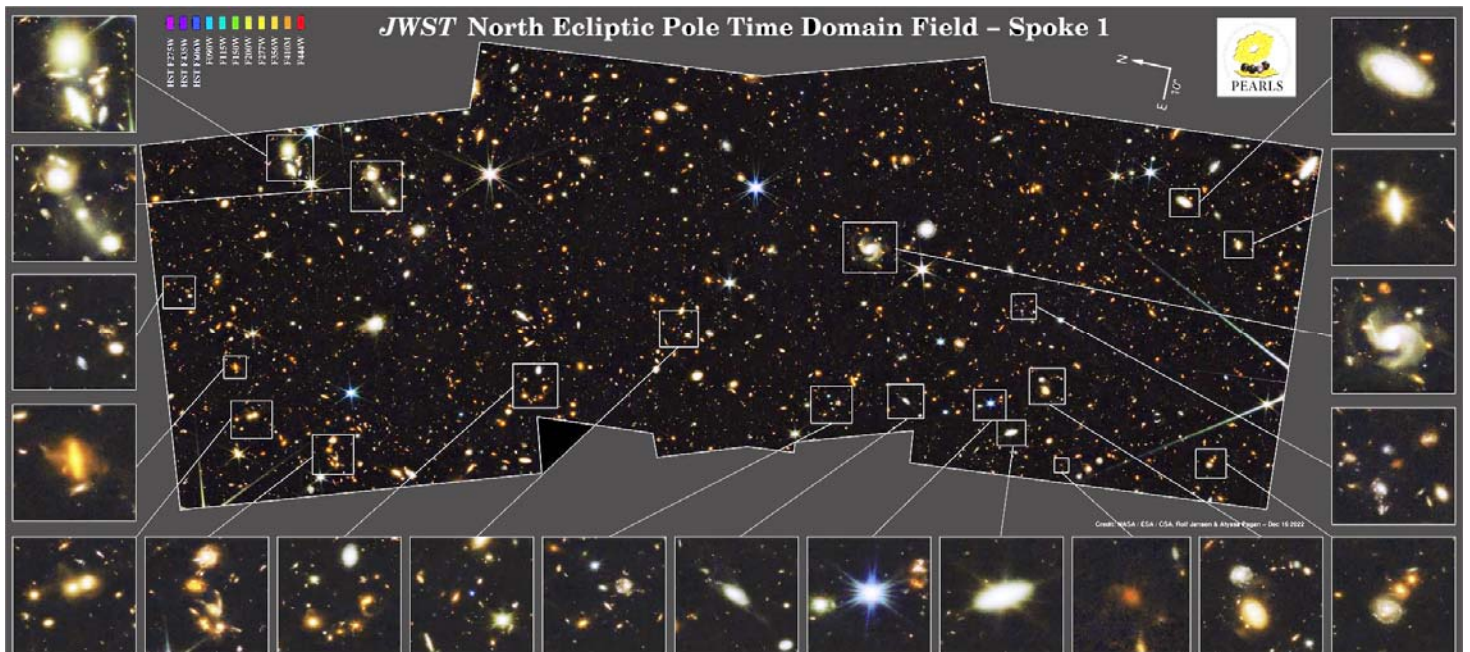
stelle), poco produttive (max 1stella/anno) e (quindi) assai povere di elementi diversi da Idrogeno ed Elio (metallicità del 5-10% rispetto alle galassie vicine). Più in dettaglio, ecco lo spettro della galassia GS-z13;



Come si intravede nell'insero in alto a destra, lo spettro è stato ottenuto dallo spettrometro NIRSpec aprendo, in corrispondenza della debolissima immagine NIRCcam della galassia, uno dei suoi 250.000 otturatori magnetici (in totale ne sono stati attivati 253 attraverso tutto il campo esaminato). Tratteggiata in rosso è stata riportata la posizione della linea Lyman ALFA che, in condizioni statiche (scala SUPERIORE in nm) si trova a 1215 nm=0,01215 micron, mentre nella galassia osservata (scala INFERIORE) si presenta come Lyman break a 1,72 micron !

2) SEMPRE PIU' LONTANO...

Appena dopo la conclusione della grande conferenza di Baltimora sono stati pubblicati i primi risultati della collaborazione PEARs (Prime Extragalactic Areas for Reionization and Lensing Science), un gruppo di una ottantina di ricercatori guidati da Rogier A. Windhorst (Univ. Arizona) che ha deciso di scrutare in profondità (fino a m=29) alcuni campi particolarmente adatti a studiare le galassie più lontane, per capirne origine ed evoluzione. Il primo di questi campi è una piccola regione (2% della Luna piena) attorno al polo dell'eclittica (field NEP, North Ecliptic Pole) dove JWST ha visibilità continua per tutto l'anno (CVZ, continuous viewing zone): <https://iopscience.iop.org/10.3847/1538-3881/aca163/pdf> In realtà la porzione finora esaminata è solo 1/4 dell'intero NEP field (vedi immagine qui sotto) ed è frutto della sovrapposizione di immagini raccolte con nove filtri:



Nei prossimi mesi verranno esaminati allo stesso modo molti altri campi (Ciclo1-GTO 1176-Targeted galaxies): sette ammassi con lenti gravitazionali, due proto-ammassi ad alto z, il sistema VV 191 di due galassie prospetticamente sovrapposte (per valutare la reciproca attenuazione della polvere). Quattro di queste regioni verranno anche scrutate più volte alla ricerca di fenomeni transienti (tipo Supernovae, AGN-Nuclei galattici attivi).

La scelta di sette ammassi con lenti gravitazionali NON è casuale, in quanto l'effetto lente di un ammasso 'vicino' permette di osservare, seppur in forma deformata, anche galassie lontanissime. Da questo punto di vista sono ideali i dintorni dell'ammasso Abell 2744, che dalla sua posizione a 3,5 miliardi di a.l. (z=0,308), riesce ad evidenziare archi di galassie situate a z= 7-10. Tanto è vero che l'aveva già scrutato intensamente HST nell'ambito del progetto Frontier Field e che, oltre che per PEARs, è un target privilegiato di molti altri progetti JWST.

Uno di questi è UNCOVER (Ultra-deep NIRSpec and NIRCcam Observations before the Epoch of Reionization):

<https://arxiv.org/pdf/2212.04026.pdf>

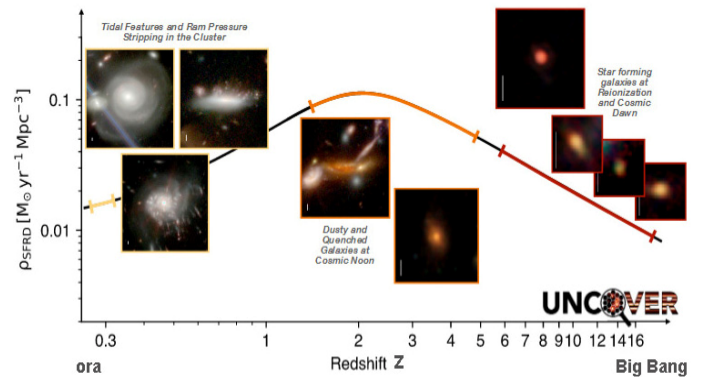
Un altro è GLASS-JWST (Grism Lens-Amplified Survey from Space): che fa parte di uno dei 6 cosiddetti progetti ERS-Early Release Science (Galaxies and Intergalactic Medium-ID 1324) da realizzarsi entro la fine del 2022:

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ac94d0/pdf>

36 ore di osservazione NIRCcam-NIRSpec-NIRISS hanno portato alla scoperta di almeno 5 candidati con z>9 ed un paio di sospetti candidati con z>12.

Tutto questo ha finora permesso di raccogliere un consistente numero di galassie o proto-galassie lungo un lasso di tempo di circa 13,5 miliardi di anni e di costruirne un verosimile andamento evolutivo, dove si osserva che le galassie hanno mostrato la massima produttività stellare (SFR, Stellar Formation Rate) ad un valore di z=2 (2,4 miliardi di anni dopo il Big Bang):

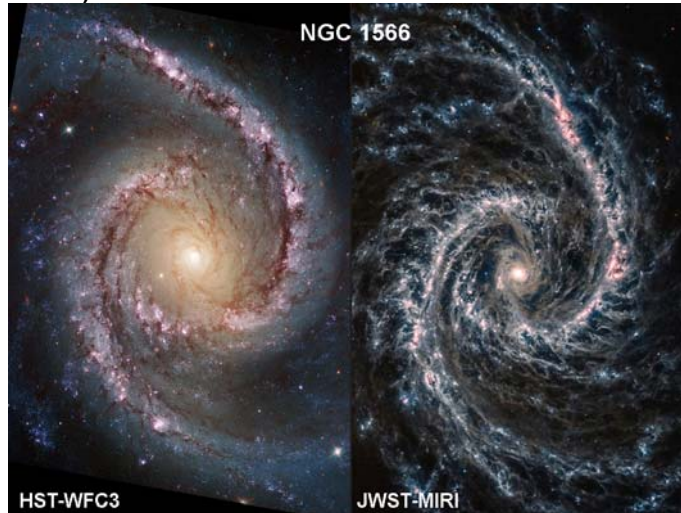
THE JWST UNCOVER TREASURY SURVEY



3) MISTERIOSE 'BOLLE' STELLARI.

Tra i programmi GO (General Observer) del Ciclo 1 di JWST c'è un capitolo dedicato a 'Stellar Population and Interstellar medium'. All'interno di questo capitolo c'è il progetto 2701 (A JWST-HST-VLT/MUSE-ALMA Treasury of Star Formation in Nearby Galaxies) che propone lo studio JWST (NIRCam e MIDI) di 19 galassie ad alta formazione stellare precedentemente indagate anche da HST (il Telescopio Spaziale Hubble), da VLA (H atomico), da ALMA (CO), dallo spettrometro MUSE (Nasmyth B-UT4) di Paranal (H alfa): (<https://www.stsci.edu/jwst/phase2-public/2107.pdf>):

Queste 19 galassie fanno parte della cosiddetta PHANGS-JWST Cycle 1 Treasury Survey (PHANGS=*Physics at High Angular resolution of Nearby Galaxies*) (<https://arxiv.org/pdf/2212.02667.pdf>). Le immagini JWST-MIRI (F770W-azzurro, F1130W-arancio, F2100W-rosso) mostrano incredibili dettagli, prima solo intravisti. Un esempio tra i tanti è quello della galassia NGC 1566 (a 40 a.l. in Dorado):



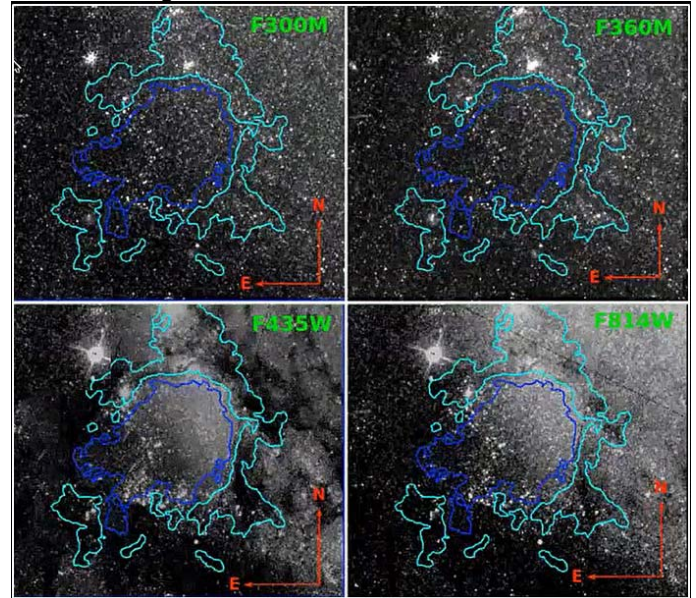
Come si vede, i bracci di spirale sono solcati da una moltitudine di misteriose 'bolle' di origine sconosciuta, che il filtro MIRI-F770W (7,7 microns tipico dei PAH, idrocarburi aromatici policiclici) evidenzia in maniera ottimale sia all'interno che in periferia (dove stazionano stelle prima invisibili).

Adirittura nella galassia NGC 628 (ossia la M74 situata a 32 milioni di anni luce nei Pesci) c'è una mega-bolla larga oltre 3000 anni luce. Uno studio di D.Mayya et al. (Ist. Nazionale messicano di Astrofisica) presentato al convegno 'First Science Results from JWST' (Baltimora, 12-14 Dic. 2022), dimostra che una bolla di simili dimensioni può essere stata prodotta solo dall'esplosione di parecchie supernovae:



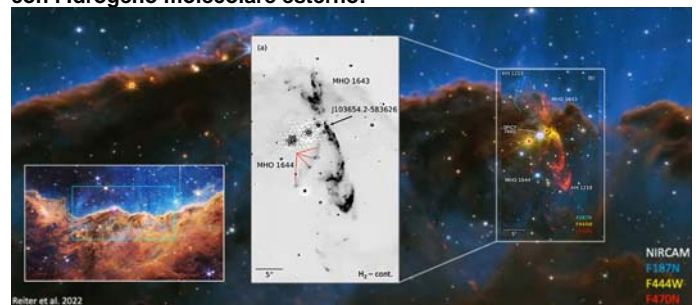
Con la conseguenza che la parte periferica della bolla, costituita soprattutto da Idrogeno (20 milioni di masse solari), si sta espandendo alla velocità di 12 km/sec. Le immagini MIRI mostrano anche una moltitudine di stelle giovani, che si localizzano sul bordo della bolla solo quando l'età è <20 Milioni di anni e sono situate un po' dovunque quando l'età è di 20-50 milioni di anni: in

altre parole sul bordo della bolla c'è una intensa formazione stellare ! I calcoli mostrano che l'energia delle giovani stelle presenti nella bolla è sufficiente per garantirgli una persistenza di almeno 40 milioni di anni. Le immagini MIRI della super-bolla mostrano sempre più stelle con più sono penetranti ossia con più aumenta la lunghezza d'onda infrarossa.



5) ALLA CACCIA DI PROTO-STELLE NASCOSTE.

Nell'ambito del programma COM / ERO (Commissioning / Early Releases Observation) del JWST, al progetto 2731 (ERO JWST 5) vennero assegnate 19,8 ore per lo studio delle stelle in formazione all'interno della nebulosa NGC 3324 (nella Carena). La camera NIRCam fece osservazioni il 3 Giugno 2022 (da 0,9 a 4,7 micron), mentre la camera MIRI lavorò l'11 Giugno 2022 (da 11 a 18 micron). I primi risultati sono stati presentati da Megan Reiter (Rice University, Houston, Texas) durante il convegno 'First Science Results from JWST' (Baltimora, 12-14 Dic. 2022). All'interno della nebulosa sono stati individuati vari tipi di sorgenti proto-stellari differenti dalle classiche mini-proboscidi emergenti dalle nuvole di polvere. Innanzi tutto oggetti HH (Herbig-Haro) che sono regioni di idrogeno ionizzato (HII, in pratica protoni) prodotto dall'interazione di getti (outflows) proto-stellari contro nuvole esterne di H₂ (idrogeno molecolare): 7 nuovi oggetti HH sono stati individuati a 1,87 micron (filtro F187N) dalla emissione Paschen Alfa dell' Idrogeno. Gli HH dunque, NON sono dei getti prodotti dalle protostelle, ma sono il risultato della collisione di questi getti con l'Idrogeno molecolare esterno:



Sono stati poi individuati 24 nuovi getti (outflows) a base di H₂, sotto forma di MHO (Molecular Hydrogen Objects) in movimento: per questo è stato utilizzato il filtro F470N, che misura l'emissione dell' H₂ a 4,7 micron. Facendo un confronto con immagini delle stesse zone riprese in H Alfa da HST (7-21 Maggio 2006, camera ACS, filtro F658N) è stata stimata la velocità di 16 di questi flussi (getti): si va da 50 a 150 km/sec. Sia HH che MHO sono in genere collegati a YSO (Young Stellar Objects), ossia a stelle giovanissime, la cui individuazione è però resa difficoltosa in ottico dalla polvere; sono state direttamente rintracciate solo tre YSO precedentemente note (catalogo SPICY-The Spitzer/IRAC Candidate YSO). Altre 15 sono invece state rintracciate da questo nuovo studio grazie alla penetratività delle immagini infrarosse.

ARTEMIS 1: RITORNO ALLA LUNA.

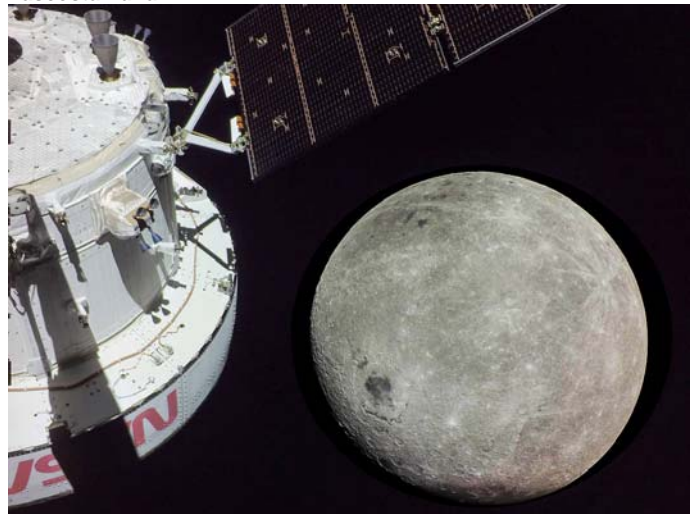
Da quando l'Apollo 17 è tornato dalla Luna nel Dicembre 1972 nessun essere umano è più stato lassù. Nel 2004 l'allora presidente americano George W. Bush annunciava la Vision for Space Exploration, un'iniziativa per rimandare gli esseri umani sulla Luna e oltre. Da allora, gli sforzi della NASA per esplorare lo spazio profondo hanno avuto alti e bassi (in quanto legati a finanziamenti e giochi politici) e diversi nomi: Constellation (2004-2010, Luna e Marte), Journey to Mars (2015-2018, in orbita lunare, asteroide e Marte) e Moon to Mars (dal 2018 ad oggi, sbarco sulla Luna e poi Marte). Il programma ARTEMIS sopravvissuto a tutto ciò è il risultato della Direttiva sulla Politica Spaziale dell'amministrazione Trump che ha visto il momento più importante nel discorso del 26 marzo 2019 dell'ex vicepresidente Mike Pence che ha chiesto alla NASA di raggiungere la Luna entro il 2024. Tanto è vero che adesso con il programma ARTEMIS, la NASA prevede di inviare astronauti al polo sud lunare entro il 2025, cercando infine di stabilire una presenza permanente sulla Luna stessa. Lo Space Launch System (SLS), elemento chiave di questo progetto, è un enorme razzo basato sulla tecnologia derivata dallo Space Shuttle, essenzialmente una versione più grande dello stack dello Shuttle che scambia l'orbiter alato con la capsula Orion che come logico, questa volta è posta in cima al razzo. Lo stadio centrale (Core Stage) del veicolo è simile ad un serbatoio di carburante esterno (il vecchio External Tank, ET) allungato dello Shuttle, che alimenta i quattro motori RS-25 per poi venire abbandonati nell'oceano. Ad assistere lo stadio centrale durante la fase iniziale del volo c'è una coppia di propulsori a razzo a combustibile solido (SRB sempre derivati dal programma Shuttle, ma a cinque segmenti). Orion è un veicolo in grado di ospitare fino a quattro astronauti nei viaggi per lo spazio profondo, è simile nel concetto alle capsule Apollo ma con un interno più grande e più tecnologico. A differenza delle capsule progettate esclusivamente per il trasporto nell'orbita terrestre bassa (LEO), lo scudo termico di Orion deve resistere al rientro ad alta velocità richiesto quando si proviene dallo spazio profondo.

ARTEMIS 1 è partita SENZA astronauti a bordo, dopo tre rinvii: il primo rinvio a causa di un sensore, il secondo per una perdita di idrogeno, il terzo a causa dell'uragano Jan (che ha costretto ARTEMIS a rientrare nel VAB). Finalmente alle 7:47 del 16 novembre 2022, grazie alla spinta dei suoi quattro motori RS 25 (i vecchi SSME del programma Shuttle) e dei due booster laterali a propellente solido, lo Space Launch System (SLS) ha lasciato la rampa di lancio 39B del Kennedy Space Center per una traiettoria lunare molto complicata:

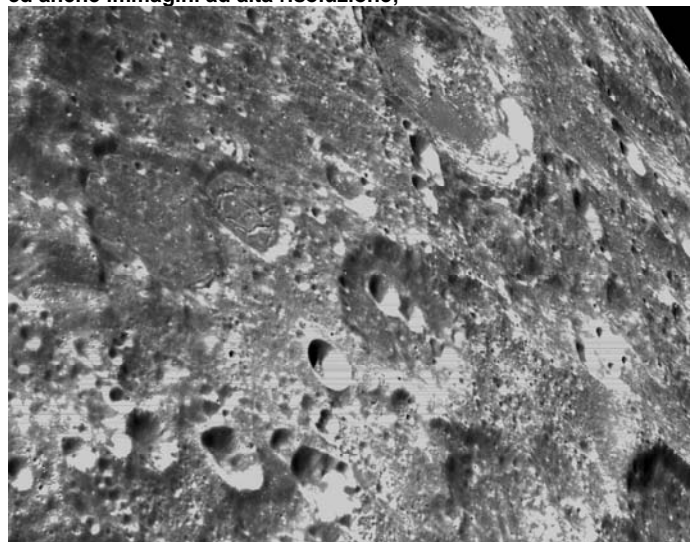


Ricordiamo che per lanciare SLS si devono rispettare tre criteri: 1) la posizione della Luna deve essere corretta per poter inserire la capsula nella TLI (Trans Lunar Injection), 2) la capsula Orion può sopportare una eclisse di Sole, cioè l'assenza di luce sui suoi pannelli solari, per un periodo massimo di 90 minuti, 3) le condizioni di luce per il rientro devono favorire il recupero della capsula in sicurezza: ovvero l' ammaraggio deve avvenire non prima di un'ora dopo l'alba e 30 minuti dal tramonto. Il sistema che in futuro porterà in orbita quattro astronauti, al decollo pesa 2608 ton ed è alto 98 m. Dopo 2 minuti e 12 secondi di volo si separano i Booster laterali e dopo 8 minuti e 16 secondi si separa la capsula Orion dal Core Stage dell'SLS. Dopo 18 minuti si dispiegano i 4 pannelli solari di Orion, ciascuno lungo sette metri e costruiti in Italia: forniscono in totale 11 kilowatt di energia elettrica ai sistemi di bordo. Orion in realtà è formata da 2 parti: la capsula vera e propria che ospita gli astronauti e il modulo di servizio che è quello preposto a fornire elettricità, propulsione, controllo termico, aria, acqua e viene chiamato ESM (European Services Module). Terminata la prima orbita, il 2° stadio inizia il suo compito

principale ovvero spingere Orion e il suo modulo di servizio lungo la traiettoria che lo porterà alla Luna (TLI): siamo ad 1h38min dalla partenza ed il motore rimane acceso per 18 minuti. Il 22 Novembre 2022 un primo sorvolo a 130 km dalla Luna ha permesso il lento inserimento in un'orbita lunare distante retrograda (DRO) che è stata mantenuta fino all' 1 Dicembre. Durante questo primo flyby lunare ARTEMIS 1 ha ripreso ottime immagini della faccia nascosta Luna :



ed anche immagini ad alta risoluzione;



Il 5 dicembre Orion ha eseguito un secondo flyby (130 km) della Luna riportandosi, grazie ad un'accensione del motore principale per 3min27sec, su una traiettoria verso la Terra. Anche durante questo secondo flyby sono state ottenute ottime immagini sia della faccia invisibile della Luna:



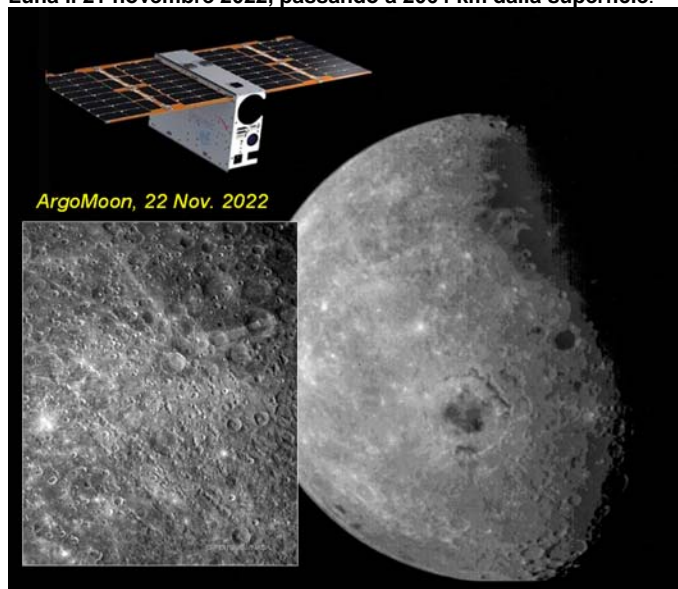
che della faccia visibile;



L'11 dicembre 2022, alle ore 17:40 UTC, Orion è ammarata nell'Oceano Pacifico, al largo della California, portando a termine con successo tutti gli obiettivi principali della missione, a 50 anni esatti dallo sbarco sulla Luna di Apollo 17. Prima di entrare nell'atmosfera terrestre, il modulo di comando si è separato dal suo modulo di servizio. Durante il rientro, Orion ha sopportato temperature di circa 2760°C gradi (quasi la metà della temperatura della fotosfera solare). In circa 20 minuti, Orion ha rallentato da quasi 39.800 Km/h a circa 32 Km/h per il suo ammaraggio assistito dai paracadute. Durante la missione, Orion si è portata molto al di là della Luna per stressare intenzionalmente i suoi sistemi di bordo e verificare che fosse poi in grado di ospitare un vero equipaggio: di fatto ha raggiunto una distanza di 432.000 Km dal nostro pianeta natale, 2.000 volte più lontano della Stazione Spaziale Internazionale in orbita attorno alla Terra. Durante il test di volo, Orion è rimasta nello spazio più a lungo di qualsiasi veicolo spaziale progettato per ospitare astronauti senza attraccare a una stazione spaziale ed ha superato con successo il record di distanza percorsa da un veicolo spaziale progettato per trasportare esseri umani, precedentemente stabilito da l'Apollo 13. Circa 4 ore dopo il lancio sono stati rilasciati 10 Cubesat (inizialmente erano 13, ma 3 non sono arrivati in tempo) custoditi nello speciale adattatore connesso all' ICPS (Interim Criogenic Propulsion Stage). Secondo l'idea iniziale della California State University e della Stanford University i Cubesat sono nati con l'intento di permettere agli studenti di progettare, realizzare e testare piccoli satelliti nello spazio che abbiano la stessa capacità del vecchio Sputnik. Purtroppo, in conseguenza dei vari rinvii che hanno fatto andare il missile avanti e indietro dal VAB, le batterie dei Cubesat di ARTEMIS non hanno potuto essere ricaricate, dal momento che non era possibile accedere al loro vano se non smontando di nuovo il missile. Tuttavia i tecnici confidavano nel fatto che una volta in orbita le batterie si sarebbero ricaricate grazie ai loro pannelli solari dopo il rilascio. Purtroppo, per alcuni, le cose non sono andate come sperato.

Il primo CubeSat a essere rilasciato è stato l'italiano ArgoMoon: malgrado pesi solo 14 kg è dotato di sistemi avanzati e miniaturizzati, grazie ad un software basato sull'intelligenza artificiale può riconoscere gli oggetti nel suo campo visivo ed effettuare manovre orbitali e di controllo di assetto in completa autonomia, catturare immagini, criptarle e inviarla a terra. ArgoMoon ha dovuto fare in pochi minuti quello che i satelliti fanno normalmente in parecchie ore ovvero: attivare i pannelli solari, capire la sua posizione, stabilizzare orbita ed assetto grazie all'uso degli Star Tracker. A questo punto ha potuto localizzare l'ICPS e iniziare a riprendere immagini: così alla NASA è arrivata la conferma visiva della corretta esecuzione di tutte le operazioni dell'ICPS, visto che in quel momento non erano possibili comunicazioni con la terra. Secondo quanto riportato dalla società italiana Argotec, dopo pochi minuti dalla separazione tra l'OSA (Orion Stage Adapter) e il Cubesat, è stato subito acquisito il segnale permettendo il controllo a distanza del satellite. Nella serata del 16 novembre ArgoMoon era in condizioni stabili, alle 00:15 del 17 novembre veniva catturata la prima immagine di calibrazione, alle 11:55 dello stesso giorno veniva scattata una fotografia alla Luna. Attualmente (Gennaio 2023) ArgoMoon sta

operando in maniera regolare, dopo aver completato un flyby della Luna il 21 novembre 2022, passando a 2064 km dalla superficie:



Il successivo obiettivo della missione è stato effettuare un flyby con la Terra, per poi inserirsi in un'orbita ad alta eccentricità e arrivare con l'apogeo molto vicino alla Luna per fotografarla: rimarrà in questa posizione finché non si concluderà la missione con il naturale deperimento dell'orbita. La missione Argo Moon è il seguito di LICIACube che ha fotografato l'impatto della sonda DART sulla luna dell'asteroide tipo Apollo Didymos. ArgoMoon si differenzia per la tipologia di fotocamere presenti a bordo, pensate per riprendere l'ICPS e il rilascio dei Cubesat dall'OSA, oltre a raccogliere dati telemetrici durante la seconda parte della missione. Ma cos'è successo agli altri 9 Cubesats? Biosentinel (NASA / Ames Research Center) ha avuto un inizio di missione complicato. E' l'unico dei 10 con una missione dedicata alla biologia, in particolare per valutare gli effetti della radiazione spaziale sulla vita una volta lasciata l'orbita terrestre. Per fare ciò si valuteranno le alterazione presenti in appositi campioni di lievito che si trovano a bordo. Dopo il distacco Biosentinel aveva comunicato con successo con la Terra, ma presentava un assetto instabile che poteva compromettere la missione. Il giorno stesso sono stati inviati dei comandi tramite la Deep Space Network (NASA) che in un paio d'ore hanno rimesso il satellite sotto controllo. Gli scienziati di Ames pianificano di iniziare gli esperimenti il prossimo mese. Equuleus realizzato dall'agenzia spaziale giapponese (JAXA, Equilibrium Luna Earth Point Spacecraft) impiegherà un anno per completare la sua missione: dovrà raggiungere il punto lagrangiano L2 e da questa posizione al di là della Luna osserverà i flash degli impatti lunari e studierà la parte interna della magnetosfera terrestre.

LunaH-Map: realizzato per la NASA dall'Arizona University, dovrebbe cercare il ghiaccio d'acqua nei crateri in ombra delle regioni polari lunari, grazie ad uno spettrometro a neutroni: in effetti lo spettrometro ha rilevato un aumento di neutroni e raggi gamma durante un flyby della Luna a circa 1300 km: proprio come previsto dalla presenza di Idrogeno, quindi di ghiaccio. Purtroppo LunaH-Map ha problemi con il sistema propulsivo, per cui sapremo solo nei prossimi mesi che cosa succederà. Lunar IceCube (Morehead State University) attualmente risulta alla ricerca dell'acqua ghiacciata lunare utilizzando uno spettrometro infrarosso. Risulta operativo anche CuSP (Cubesat Solar Particles) che è stato costruito dal Southwest Research Institute come dimostratore per realizzare una costellazione di satelliti per il monitoraggio dello Space Weather da mettere in orbita eliocentrica. Pure attivo risulta LunIR realizzato per la NASA dalla Lockheed Martin come dimostratore per flyby lunari e sperimentare tecnologie di telerilevamento (remote sensing). Attualmente sono invece considerate perse la missione giapponese OMOTENASHI, che doveva portare un Lander sulla Luna ma non ha mai stabilizzato il suo assetto, Team Miles un dimostratore per sistemi di propulsione ibridi e sistemi di comunicazione per lo spazio profondo, NEAScout una vela solare che nel 2023 avrebbe dovuto incontrare il piccolo asteroide 2020 GE ma che non si è mai riusciti a dispiegare.