

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

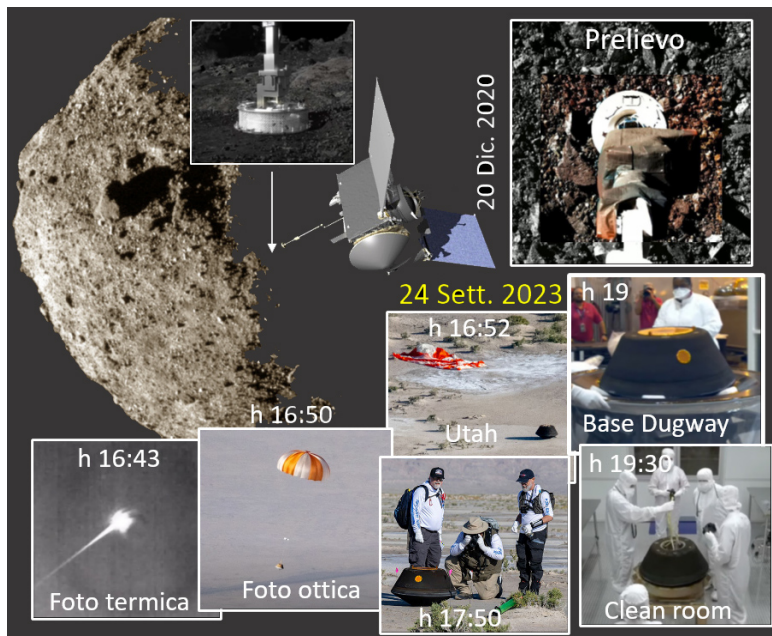
LETTERA N. 172

49° anno

Ottobre-Dicembre 2023

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



Alle 16:52 del 24 Settembre 2023 la sonda Osiris-REx ha rilasciato a terra la capsula SRC (Sample Return Capsule) contenente almeno 250 gr di materiale che venne prelevato il 20 Dic. 2020, con una manovra mozzafiato, dal NEO carbonioso Bennu.

E' stata un' estate funestata da eventi climatici estremi e distruttivi in tutto il bacino del Mediterraneo. Inevitabile che tornassimo a parlare di clima con una serata dedicata (quella del 23 Ottobre), anche perché stanno succedendo cose 'strane' anche lontano dalla Terra (dalle parti di Saturno e Nettuno). Spiace che Media e politica sia spesso fuori sintonia al riguardo, dando troppa corda ai cosiddetti 'negazionisti' (uno di questi è stato addirittura nominato coordinatore dei lavori per la costruzione del futuro Ponte di Messina !!). Il tragico terremoto dell' 8 Settembre in Marocco ci offrirà poi l'occasione di una nuova serata (quella del 6 Novembre) dedicata ai rischi sismici presenti e passati.

Dal punto di vista spaziale l'evento più importante è stata certamente la conclusione della missione Osiris-REx che nel pomeriggio del 24 Settembre ha riportato a Terra un preziosissimo campione dell'asteroide carbonioso Bennu: obbligatorio che vi dedicassimo la nostra prima serata pubblica autunnale.

L' 1 Luglio 2023 è stata poi felicemente lanciata la grande missione europea EUCLID che con un telescopio da 1,2 metri a grande campo osserverà per 6 anni l'universo lontanissimo per capirci di più su materia ed energia oscura. Dopo un mese EUCLID si è portato in orbita attorno al punto L2 (1,7x1,2 milioni di km), a 1,5 km dalla Terra, con inizio ufficiale della raccolta di dati scientifici in Ottobre 2023.

Sempre in Ottobre (finestra 5-25) verrà lanciata la missione Psyche che nell' Agosto 2029 entrerà in orbita attorno a 16 Psyche, primo misterioso asteroide totalmente metallico. Intanto la sonda Lucy lanciata il 18 Ottobre 2021 verso sei asteroidi troiani di Giove, transiterà l' 1 Novembre prossimo a soli 435 km dall'asteroide 152830 Dinkinesh: grande interesse per le spettacolari immagini che sono attese.

Splendide anche le notizie che il rover Perseverance ci sta mandando da Marte: quasi obbligatorio che vi dedicassimo gran parte di questa lettera.

Per quanto riguarda i fenomeni celesti godiamoci per tutto l'autunno Giove (in opposizione in Ariete il 3 Novembre) e Saturno (in opposizione nel Capricorno dal 27 Agosto).

C'è infine l'imperdibile appuntamento annuale con l' International Moon Watch 2023: quest' anno la data scelta dalla NASA per osservare la Luna è quella di Sabato 21 Ottobre: dopo i due anni passati alle elementari Dante e Cesare Battisti, saremo quest'anno con tutti i nostri telescopi alla scuola elementare 'Rosmini' del rione Ceppine.

Nell' autunno 2023, siamo 'obbligati' ad approfondire alcuni eventi di grande interesse ed attualità, come gli eventi climatici estremi divenuti ...normalità, gli ultimi grandi terremoti, la storica cattura con ritorno a Terra di un campione da un asteroide pericoloso.

Lunedì 9 Ottobre 2023 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>ASTEROIDI: PRIMI CAMPIONI CATTURATI E PORTATI A TERRA !</u> Lo scorso 24 Settembre Osiris-REx ha riportato a Terra un campione prelevato dal misterioso asteroide Bennu. Nel Dicembre 2020 la sonda giapponese Hayabusa-2 aveva scoperto ammino-acidi e basi nucleiche in un campione sull' asteroide Ryugu. Da qui l'enorme attesa per le prime analisi su Bennu.
Lunedì 23 Ottobre 2023 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>CONSEGUENZE PLANETARIE DEL CLIMA IMPAZZITO.</u> L' innalzamento della temperatura media del bacino del Mediterraneo ha già raggiunto il valore di NON ritorno di 2,5°C. Con conseguenze catastrofiche sul clima, che ormai sta producendo fenomeni meteorologici estremi di stampo...caraibico. Eppure c'è ancora chi nega il fenomeno spesso per ignoranza, a volte per malcelati interessi politici momentanei.
Lunedì 6 Novembre 2023 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del dott. Luigi BIGNAMI sul tema <u>TURCHIA E MAROCCO: APOCALITTICI TERREMOTI ANNUNCIATI.</u> Una disamina delle cause geologiche (e non...) dei catastrofici terremoti del 6 Febbraio 2023 in Turchia e dell' 8 Settembre 2023 in Marocco. Con l'avvertenza che ci sono altre zone del bacino del Mediterraneo ugualmente a rischio, per la spinta costante della zolla africana contro l' Europa.
Lunedì 20 Novembre 2023 h 21 Cine GRASSI	Conferenza di Luigi FONTANA ed Emmanuele SORDINI sul tema <u>NAMIBIA 3.0: UN INCREDIBILE VIAGGIO NEL CIELO AUSTRALE.</u> I relatori sono stati per la terza volta alla sperduta Tivoli Farm e utilizzando una attrezzatura sempre più performante e sofisticata hanno raccolto risultati di grande rispetto. Condivideranno con noi non solo belle esperienze astronomiche, ma anche curiosità e bellezze naturali di questo paese così diverso.
Lunedì 11 Dicembre 2023 h 21 Cine GRASSI	Serata a cura del dott. Giuseppe PALUMBO sul tema <u>QUANDO L'ASTRONAUTA DONNA E' ANCHE MAMMA !</u> 60 anni dopo il volo nello spazio di Valentina Tereskova, vedremo come oggi, per un'astronauta donna, il ruolo e gli impegni di madre possano coesistere e trovare un equilibrio con gli impegni professionali di astronauta.

La Segreteria del G.A.T

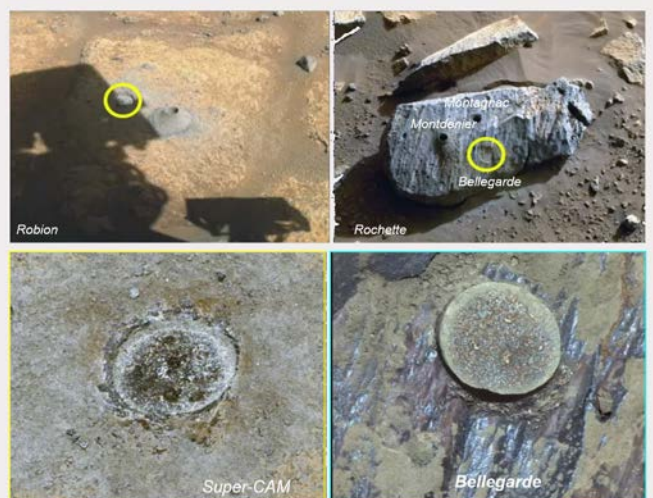
1) LE TRE CAMPAGNE DI PERSEVERANCE.

Il lungo lavoro programmato per Perseverance all'interno del cratere Jezero, un antico lago con all'interno il delta del fiume che gli portava acqua, si sta svolgendo in tre campagne ben distinte: *Crater Floor* (primi 400 sol sul fondo del cratere), *Delta Front* (18 Aprile-22 Dicembre 2022, alla base del delta), *Delta Top* (dal 30 Marzo 2023 sopra il delta). Nell'intervallo tra la seconda e terza campagna sono stati depositati sul terreno della regione di Three Forks una decina di tubi di Titanio riempiti di materiali marziani prelevati durante le prime due campagne, concepiti come campioni di 'riserva' per il futuro trasporto a Terra.

La *Crater Floor campaign* (campagna sul fondo del cratere) si è espletata su due terreni separati circa 200 metri: il già menzionato M^{aa}z e S^{ei}tah, entrambi sostanzialmente caratterizzati dalla presenza di rocce ignee (ossia vulcaniche):

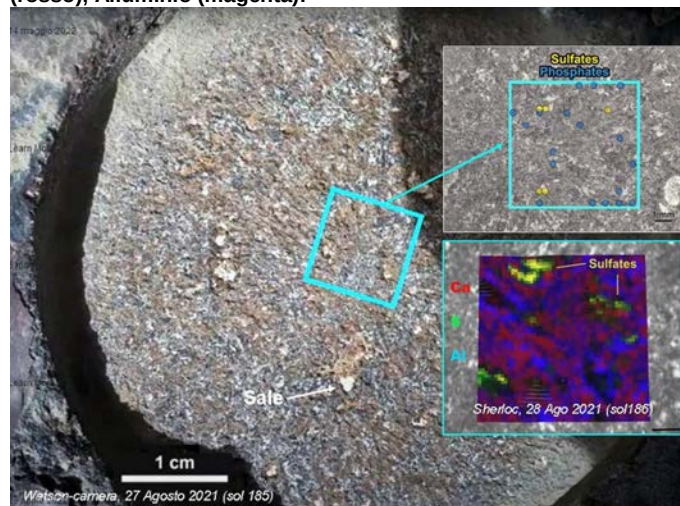


Qui Perseverance ha raccolto ed immagazzinato in tubi ermetici di Titanio, 8 campioni di rocce, un campione di atmosfera ed aperto e richiuso il primo tubo contenente materiali di riferimento (sol 160, 22 Giugno 2021). Vennero anche abrase superficialmente 7 rocce. L'acquisizione del primo campione di materiale marziano è stata molto laboriosa. Venne raccolto il 1° Settembre 2021 dal braccio meccanico di 2,1 metri e racchiuso 5 giorni dopo in uno dei 43 contenitori di Titanio di 6x1,3 cm (quello siglato 266), in attesa di un trasferimento a Terra da parte di una futura missione dedicata:



Il campione (denominato 'Montagnac') è stato estratto da una roccia di 50 cm, denominata Rochette, facente parte di un gruppo di rocce abbastanza disordinate ('Cittadelle') e situata ad una decina di metri di altezza su una cresta lunga 900 m denominata Arctbugy (Fig.1), dove la sonda orbitale MRO aveva notato delle stratificazioni e dove aveva già dato un'occhiata anche il drone Infinity durante il suo 11° volo del 4 Agosto 2021. Il successivo 7 Settembre 2021, dalla stessa roccia Rochette è stato fatto un secondo prelievo a sinistra del primo ('Montdenier'), secondo una strategia ben precisa: uno dei campioni veniva immagazzinato a bordo mentre il secondo doveva essere depositato sulla superficie (di Three Fork) come riserva. Un primo tentativo di prelievo era in

realtà già stato effettuato il 5 Agosto precedente, su una roccia denominata Roubion, situata a 455 m di distanza, nel sito di Polygon Valley. Il prelievo però è fallito per la friabilità della roccia, che non è riuscita a rimanere nella testa del prelevatore. Il tubo di Titanio dove non era entrato il campione di Roubion è stato comunque 'ricuperato' e richiuso ermeticamente come campione atmosferico. Abbiamo visto che analisi accurate effettuate dalla Super-Cam con il sistema LIBS avevano mostrato che sia Roubion che Rochette sono antiche rocce vulcaniche, disseminate di cristalli (utili, nelle future analisi terrestri per risalire all'età): vien da pensare che Rochette sia rimasta più compatta perché (data la sua posizione elevata) è stata forse meno degradata dal contatto con acqua (se Jezero era un lago, la cresta di Arctbugy potrebbe essere stata un'isola!). La natura più intima di entrambe queste rocce è stata definita praticandone una abrasione circolare di 5 cm di diametro, mediante un sistema di abrasione speciale situato presso la testa preleva-campioni. Dopo l'operazione di abrasione superficiale, la zona è stata ripulita dalla polvere con un getto di azoto (utilizzando il "Gaseous Dust Removal Tool" o GDRT). In questo modo lo strumento SHERLOC/WHATSON ha potuto analizzare in dettaglio la vera struttura interna della roccia. Nel caso specifico di Rochette, la camera Watson ha individuato una matrice disseminata di SALI, che lo spettrometro SHERLOC ha poi identificato come solfati e Fosfati di Calcio ed Alluminio + almeno altri 20 elementi diversi. Davvero bellissima è la 'mappatura' della porzione centrale del disco di abrasione, dove, tramite falsi colori, viene in ogni punto indicata la presenza di Zolfo (giallo), Calcio (rosso), Alluminio (magenta):



La scoperta di sali è interessantissima perché è altamente probabile che siano stati rilasciati da acqua che è percolata attraverso la roccia ed è poi evaporata. In questo caso micro-gocce di acqua potrebbero essere state trattenute (e ritrovate nelle future indagini a Terra!) all'interno dei vari sali.

Dopo la congiunzione elica dell' 8 Ottobre 2021, Perseverance ha iniziato l'esplorazione di un' area chiamata South Seitah, situata a soli 200 metri di distanza da Rochette e caratterizzata da una serie di creste coperte da dune di sabbia e frammenti di roccia, ritenuta molto più antica.

Dal 15 Novembre 2021 (sol 262) al 31 Gennaio 2022 (sol 337) il rover ha prelevato 4 campioni in doppio a Seitah, quindi all'inizio di Marzo 2022 il rover è tornato dalle parti del sito di atterraggio per raccogliere (sempre in doppio) l'ultima e forse più antica roccia ignea (Atsah, sol 377) della campagna Crater Floor.

2) MOLECOLE ORGANICHE DAPPERTUTTO !

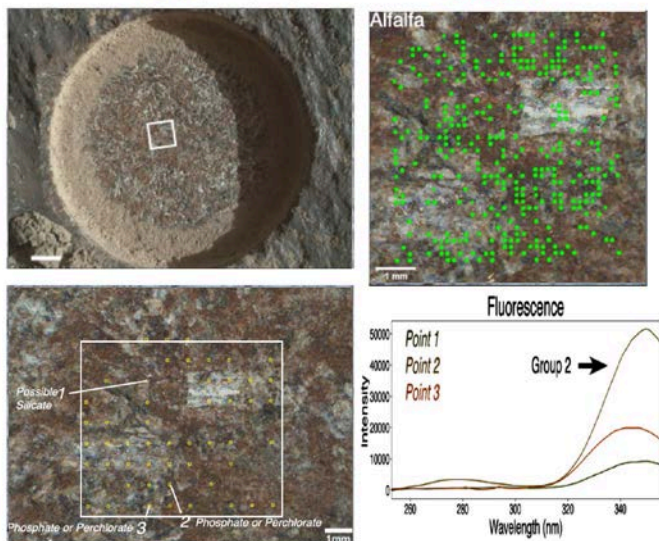
Lo strumento SHERLOC ha ricercato molecole organiche in dieci rocce delle regioni di M^{aa}z e S^{ei}tah con risultati eclatanti. Va ricordato che SHERLOC è un analizzatore della fluorescenza (da 253 a 355 nm) che varie tipologie di organici emettono quando vengono investiti da un laser DUV (lontano ultravioletto a 248,6 nm).

Ebbene, sono stati individuati quattro gruppi differenti di curve di fluorescenza, ovvero (probabilmente) quattro categorie differenti di composti carboniosi.

Il gruppo 1, che presenta due massimi di fluorescenza a 303 e 325 nm, è relativo al prelievo Bellegarde dalla roccia Rochette, in M^{aa}z, ed al prelievo Quartier dalla roccia Issole, in S^{ei}tah. Si tratta

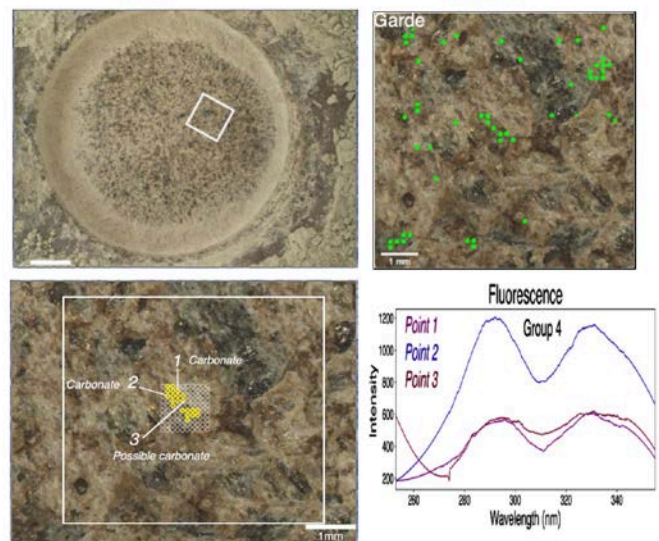
probabilmente di sostanza(e) aromatiche forse contenente Zolfo (il benzotiofene da laboratorio ha un andamento molto simile). Molto interessante il fatto (documentato dallo spettro Raman) della presenza vicinale di Sali solfati idrati di Mg e Ca (metalli individuati da PIXIL, altro strumento in cima al braccio robotico). Il gruppo 2, che presenta un singolo max di fluorescenza tra 325 e 350 nm, è presente in tutti i campioni esaminati (esempio Alfalfa in Fig) ed è anche il più intenso (su Mâaz è quasi 10 volte più intenso che su Seitah). Probabilmente si tratta di uno o più composti aromatici a doppio anello (il naftalene da laboratorio ha un andamento simile). Anche in questo caso è netto il collegamento con Sali tipo carbonati, solfato o Fosfati:

SHERLOC su *Alfalfa* (Mâaz): organici fluorescenti (Gruppo 2) + sali



Il gruppo 3, che presenta un singolo max di fluorescenza a 270-295 nm, è relativo al solo sito di Mâaz (tre campioni abrasi, Guillaumes, Bellegarde, Alfalfa ed un campione naturale, Foux) e non mostra chiare associazioni con Sali. Probabilmente si tratta di uno o più composti aromatici a singolo anello (tipo benzene e derivati o anche amminoacidi aromatici tipo Tirosina, Fenil-alanina). Il gruppo 4 (esempio Garde in fig), che presenta due max di fluorescenza a 290 e 330 nm, è stato osservato in due campioni: Guillaumes (su Mâaz) e Garde (su Seitah) e mostra una possibile associazione con Sali carbonatici. Dovrebbe trattarsi ancora una volta di uno o più composti aromatici a singolo o doppio anello (l'acido benzoico da laboratorio ha uno spettro abbastanza simile):

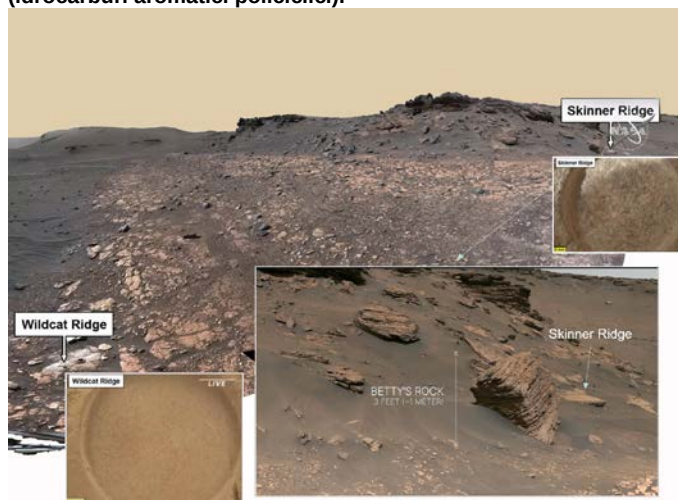
SHERLOC su *Garde* (Seitah): organici fluorescenti (Gruppo 4) + sali



In assoluto, la quantità stimata di composti organici è importante su Mâaz (circa 20 ppm, parti per milione) e dieci volte inferiore su Seitah (circa 2 ppm). Si può anche dire che questo materiale carbonioso è presente un po' dovunque, anche se è impossibile (con la strumentazione di Perseverance) darne un nome e cognome precisi e definirne la provenienza (naturale

locale/spaziale o biologica). Per questo sarà necessario che la maggior parte dei campioni stessi venga trasferita a Terra, come già programmato entro la fine di questo decennio. Di sicuro i vari gruppi di sostanze organiche individuate da SHERLOC sono stati rintracciati anche in molte meteoriti marziane (ALH84001, Tissint, Nakhla) e questo è un indizio molto importante a favore di un'origine endogena marziana.

Terminata la Crater Floor Campaign, il rover si è portato velocemente ('Rapid Traverse' di 5 km in 31 sol) verso la base del Delta (21 Aprile 2022, sol 411) per iniziare la [Campagna Delta Front](#). Questa volta le rocce erano tutte di tipo sedimentario ! Andando un po' su e un po' giù dalla base del Delta, il rover ha prelevato in doppio 4 campioni di rocce. Tra queste particolarmente interessante la roccia Wildcat Ridge (7-12 Luglio 2022, sol 490-495), che mostrava (all'abrasione) una granulometria molto fine ed il massimo contenuto di materiale carbonioso (idrocarburi aromatici policiclici):



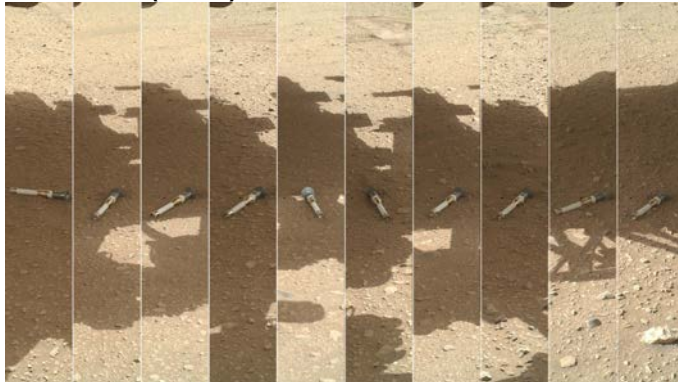
Venne anche prelevato un campione di regolite (Crosswind Lake, il 7 Dicembre 2022, sol 639), probabile miscela di sabbia ignea e sedimentaria.

In totale le due campagne Crater Floor e Delta Front hanno fornito 8 campioni di rocce (in doppio) + uno atmosferico (Roubion) + uno di riferimento aperto e chiuso (Amalik WT). Il tutto inizialmente archiviato a bordo di Perseverance. Da programma il rover doveva depositare i 10 tubi chiusi di Titanio di questi 10 campioni sulla superficie marziana, come 'riserva' della futura operazione di trasporto a Terra. Venne scelto il sito denominato Three Forks, caratterizzato da una facile accessibilità (pianeggiante e privo di massi). Questa importante fase della missione iniziò il 21 Dicembre 2022, con la deposizione del primo campione, denominato Malay, una roccia basaltica raccolta il 31 Gennaio 2022 (sol 337) dal sito South Seith:

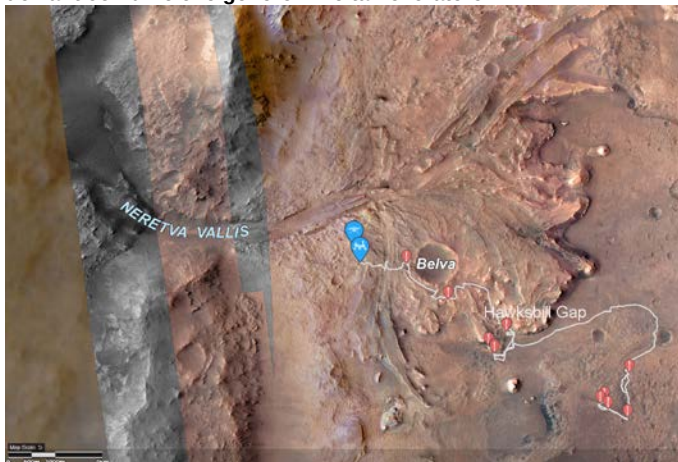


C'è voluto quasi un'ora per recuperare il tubo di titanio contenente il campione archiviato all'interno del rover. Dopo averlo inquadrato con la CacheCam (la camera in cima al braccio adibita al controllo dei prelievi), il rover ha lasciato cadere il campione da un'altezza di 89 centimetri. Successivamente, la fotocamera dello strumento

WHATSON, posizionata alla fine del braccio robotico, ha permesso di verificare che il campione si era adagiato lontano dalle ruote del rover e in posizione orizzontale. Altrimenti, nel primo caso, una volta ripreso il suo cammino, il rover avrebbe potuto schiacciare e distruggere il prezioso campione. Nel secondo caso, invece, ne sarebbe stata compromessa la raccolta: ogni tubo porta-campioni ha un'estremità piatta chiamata glove (guanto) pensata appositamente per prelevare il campione, e la caduta della provetta su questa estremità ostacolerebbe questa fase. Nel caso in cui si fosse verificato uno dei due eventi (simulazioni a Terra danno un 5% di probabilità), il team poteva eseguire una serie di comandi per fare in modo che Perseverance, con l'estremità del braccio robotico, nel primo caso spostasse la provetta, nel secondo la rimettesse delicatamente in posizione orizzontale. Il decimo campione (Amalikh WT) venne correttamente deposto il 29 Gennaio 2023 (sol 690):



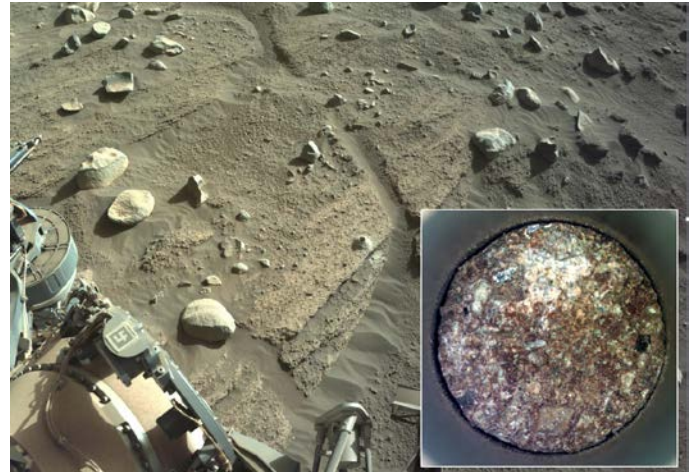
A questo punto iniziava la **Delta Top Campaign**, forse la fase più importante di tutta la missione, con la risalita del rover verso la cima del Delta (situata 40 metri più in alto) attraverso un'ampia apertura denominata Hawksbill Gap, lungo il bordo del cratere Belva (1 km), nell'intento di arrivare a Neretva Vallis, il tracciato dell'antico fiume che generò il Delta nel cratere:



Il 30 Marzo 2023 (sol 749) è stato raccolto un campione (Melyn) della roccia sedimentaria Berea, scelta perché ricca di carbonati ed anche di materiale che l'acqua trasportò lì da molto più lontano (i carbonati la rendono importantissima !):

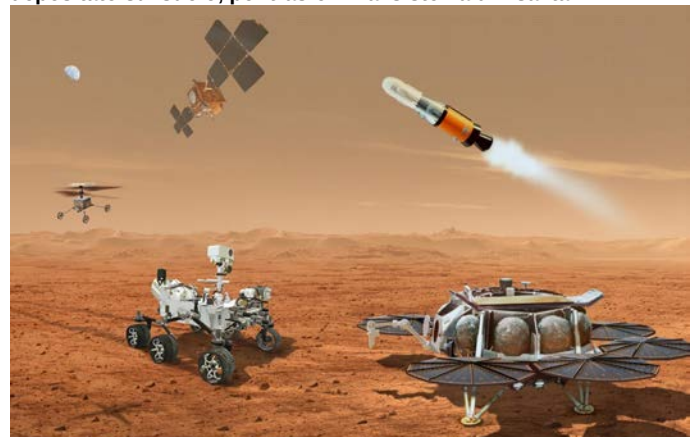


Il 23 Giugno 2023 (sol 832) venne raccolto (dopo due tentativi falliti) un campione (Otis Peak) da un meraviglioso conglomerato denominato Emerald Lake:



La campagna Delta Top proseguirà per circa un anno con l'intento primario di completare la raccolta di campioni da richiudere nei rimanenti cilindri di Titanio: attualmente (Settembre 2023) sono stati utilizzati 21 cilindri su 38 disponibili (55,26%). Va aggiunto che tre di questi tubi sono stati semplicemente chiusi a vuoto come riferimento: il 22 Giugno 2021 (sol 160), il 16 Luglio 2022 (sol 499) e il 14 Ottobre 2022 (sol 586).

Intanto, da Terra, proseguivano le discussioni sul cosiddetto MSR (Mars Sample Return), il metodo migliore per riportare a Terra i campioni prelevati da Perseverance. MSR si basa su tre componenti principali: SRL (Sample Return Lander) e MAV (Mars Ascent Vehicle) a carico della NASA, ERO (Earth Return Orbiter) a carico dell'ESA. In sostanza la NASA dovrà far scendere su Marte un Lander verso cui saranno portati i campioni raccolti da Perseverance. Da qui i campioni saranno lanciati in orbita marziana dove si congiungeranno ad un Orbiter dell'ESA che li porterà a Terra. Il grave problema, per la NASA, è un aumento vertiginoso dei costi, che all'inizio del 2023 superavano i 5 miliardi di \$. E' vero che il *Planetary Science Decadal Survey* dell'Aprile 2022 aveva inserito il MSR tra le missioni più strategiche in assoluto, ma proprio per il previsto aumento di costi la NASA ha voluto istituire per la prima volta un secondo IRB (*Independent Review Board*). A Settembre 2023 l'IRB ha confermato l'assoluta priorità del progetto MSR, sia nei finanziamenti sia nei tempi (ERO nel 2027 e SRL/MAV nel 2028). Soprattutto, data l'affidabilità del drone Ingenuity, NASA ed ESA hanno deciso che toccherà a due di questi droni prelevare i campioni che Perseverance ha depositato sul suolo, per trasferirli al sistema di risalita.

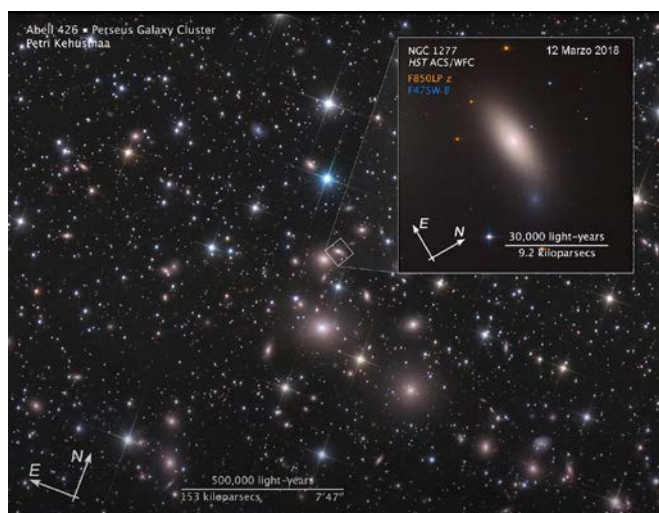


Per il trasferimento dei campioni raccolti a bordo di Perseverance si è convenuto che la soluzione migliore (e più semplice !) è quella di far scendere il Lander SRL vicino a Perseverance, in modo che sia lo stesso Perseverance a trasferire al SRL i preziosi campioni immagazzinati a bordo. In fondo il suo generatore termoelettrico di energia MMRTG (Multi-Mission Radioisotope Thermoelectric Generator) a base di 4,8 kg di Ossido di Plutonio (110 Watt al lancio) garantisce per Perseverance una vita 'attiva' molto lunga, come dimostrato da generatori simili a bordo di Curiosity o New Horizons.

Cosmologia last news

NGC1277, ANCORA UNA GALASSIA SENZA MATERIA OSCURA....

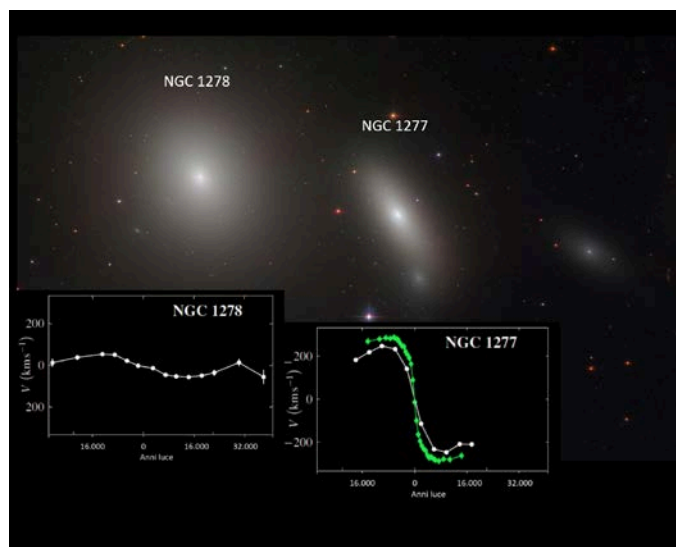
Al centro del grosso ammasso di Perseo (circa 1000 galassie) si trova, a 220 milioni di anni luce, una strana galassia, NGC1277, massiccia come la Via Lattea (150 miliardi di masse solari) ma molto più compatta (circa 1/4 della Via Lattea). Al centro c'è un buco nero 'anomalo': circa 17 miliardi di masse solari, ossia il 14% della massa della galassia, laddove i normali buchi neri al centro delle galassie hanno una massa non superiore allo 0,1% della massa totale. Soprattutto NGC 1277 sembra una galassia rimasta invariata dalla sua nascita ('*relic galaxy*'), avendo un'apparenza simile a quella di galassie nate a $z > 2$, ossia nate in tempi molto più antichi, ovvero più vicino al Big Bang:



Le *galassie relics*, quindi, sembra che siano evolute passivamente attraverso il tempo cosmico senza mergersi con altre galassie, fino a trovarsi nell'universo locale compatte così come erano quando si sono formate, e popolate solo da stelle vecchie primordiali. Ma la caratteristica più eclatante di NGC1277 è un'altra: essa manca totalmente di materia oscura! Le misure sono state inizialmente fatte dallo spettrografo GMCS del telescopio da 2,7 m dell'Osservatorio McDonald, alla fine di Dicembre 2019 e recentemente elaborate e pubblicate in un lungo articolo di *Astronomy & Astrophysics* (vol.675, A143, luglio 2023). È stata misurata la velocità di rotazione delle stelle della NGC1277 fino ad una distanza di 5 volte il raggio medio con un risultato chiaro: la velocità diminuisce progressivamente con la distanza secondo un andamento perfettamente kepleriano. Nel caso invece della presenza di materia oscura (per la maggior parte delle galassie è necessario ammetterne almeno il 60%), la rotazione rimane praticamente costante con l'allontanamento dal nucleo. È il caso della 'vicina' (230 milioni di anni luce) NGC1278 che ha una massa simile a quella di NGC1277, ma una

dimensione di 130.000 anni luce (simile quindi a quella della Via Lattea).

NGC12178, presa in considerazione come riferimento, mostra una rotazione assolutamente costante con la distanza dal nucleo, quindi tradizionalmente NON kepleriana:



Una delle spiegazioni proposte dagli autori per la mancanza di materia oscura in NGC1277 è legata al suo elevato spostamento all'interno dell'ammasso di Perseo (circa 2 milioni di km/h), a causa del quale la materia oscura gli sarebbe stata strappata per attrito cosmico. Si tratta di una spiegazione spesso adottata nel caso di (molte ormai...) altre galassie prive di materia oscura. Ma si tratta di una spiegazione poco convincente: non si capisce infatti perché, nel passaggio veloce tra galassie vicine, una galassia debba perdere SOLO la materia oscura e non anche la materia ordinaria con inevitabili deformazioni gravitazionali nella forma della galassia stessa (deformazioni assolutamente inesistenti in NGC1277).

E neanche a farlo apposta, assieme al caso della galassia NGC1277, è uscito di recente sulla rivista *Physics Review* (D107, 112013, fine Giugno 2023) un lungo ed emblematico articolo dal titolo:

Search for low-mass dark matter via bremsstrahlung radiation and the Migdal effect in SuperCDMS.

In questo lavoro si annuncia che uno dei più raffinati esperimenti di ricerca di materia oscura ha dato risultati totalmente negativi.

Si tratta del Super Cryogenic Dark Matter Search (SuperDMCS) allestito dal 2011 al 2015 in una miniera a 800 metri di profondità nel Minnesota. Qui è stato utilizzato un sensore super-raffreddato costituito da 15 cristalli purissimi di Germanio, che non hanno raccolto nessun segnale ottico da effetti di diffusione anelastica di ipotetiche particelle di materia oscura (tipo WIMP) contro nuclei pesanti come quelli di Germanio.

Chandrayaan-3 lanciata il 14 luglio 2023 è la terza missione lunare dell'agenzia spaziale indiana ISRO. Atterrava nella regione polare meridionale della Luna il successivo 23 agosto 2023, rendendo l'**India** il quarto paese ad aver completato una simile missione. La missione comprende un lander (**Vikram**) e un rover lunare (**Pragyan** che pesa solo 26 Kg), dotati di strumenti scientifici progettati per approfondire la nostra comprensione sulla Luna raccogliendo dati durante un intero giorno lunare (14 giorni terrestri). Dal decollo all'atterraggio per posizionare Chandrayaan-3 sulla superficie lunare ci sono voluti circa 40 giorni. La missione è iniziata lo scorso 14 luglio con il lancio a bordo del razzo indiano **LVM3**, il veicolo più potente del paese, in grado di posizionare circa 8 ton nell'orbita bassa (LEO). (Per fare un confronto, il razzo **SpaceX Falcon 9** può sollevare in LEO quasi 23 t.) L'LVM3 ha posizionato navicella e modulo di propulsione in orbita terrestre con un apogeo (o punto più alto) di circa 36.500 Km sopra il nostro pianeta. Il modulo di propulsione ha poi innalzato l'orbita più volte prima di raggiungere l'orbita lunare e stabilizzarla in una circolare a 100 Km dalla superficie. Successivamente sono iniziate le manovre per la discesa sulla Luna. Cosa deve fare Chandrayaan-3 sulla Luna? La missione vuole essere un apripista per testare una serie di nuove tecnologie, ma grazie ai suoi strumenti può effettuare anche una serie di ricerche sul nostro satellite. Poco dopo l'atterraggio, un pannello laterale del lander si è aperto, creando una rampa che ha permesso al rover di scendere e iniziare a esplorare l'ambiente lunare per circa due settimane: infatti usando energia solare il rover può operare solo durante il giorno, e non è progettato per sopravvivere alla fredda notte lunare. Il rover può comunicare solo con il lander, che trasmette direttamente alla Terra. Il lander e il rover di Chandrayaan-3 sono simili nel design a quelli di **Chandrayaan-2**, la sfortunata missione che nel settembre 2019, per un problema tecnico nel software, fallì l'atterraggio sulla Luna dopo essere arrivata a soli 5 Km dalla superficie, il **Lunar Reconnaissance Orbiter** della NASA ha successivamente trovato detriti del veicolo sparsi a circa 750 metri dall'area di atterraggio prevista. La missione Chandrayaan-2 non è stata una perdita totale in quanto comprendeva anche un orbiter che continua a studiare la Luna dall'alto e tra le altre funzioni scientifiche è attrezzato per la scansione del ghiaccio d'acqua e può essere usato anche come ponte radio per comunicazioni di emergenza. Chandrayaan-3 non include un *orbiter*, sebbene il *modulo di propulsione* che lo ha trasportato in orbita lunare sia dotato di uno strumento scientifico che osserverà la Terra come se fosse un **esopianeta**, fornendo dati per futuri studi sugli esopianeti stessi. Il rover ha due carichi utili. Uno è il **Laser Induced Breakdown Spectroscopy** (LIBS) che determina la composizione chimica e mineralogica della superficie. L'altro è **Alpha Particle X-ray Spectrometer** (APXS), che determina i singoli elementi chimici della superficie: nello specifico cercherà magnesio, alluminio, silicio, potassio, calcio, titanio e ferro. Il lander ha quattro carichi utili. Uno è **Radio Anatomy of Moon Bound Hypersensitive Ionosphere and Atmosphere** (RAMBHA), che misura come l'ambiente locale di gas e plasma cambia nel tempo. Un altro è **Chandra's Surface Thermophysical Experiment** (ChaSTE), che studia le proprietà termiche della superficie. C'è poi **Instrument for Lunar Seismic Activity** (ILSA), che misura l'attività sismica nel sito di atterraggio per delinearne la struttura geologica. Infine c'è **Laser Retroreflector Array** (LRA), un retro-riflettore laser fornito dalla NASA che consente studi sulla distanza lunare, dalla misura del tempo di andata e ritorno del segnale laser. Da notare che la NASA misura ancora tale distanza utilizzando i retro-riflettori lasciati durante il programma **Apollo**. Dopo un mese di successi storici per il paese, l'India ha lanciato il suo primo veicolo spaziale dedicato allo studio del **sole**. La navicella spaziale, chiamata **Aditya-L1**, lanciata da **Sriharikota**, un'isola al largo del Golfo del Bengala, alle 11:50 (ora locale di Sabato 2 settembre 2023), è diretta verso uno dei punti lagrangiani (**L1**) a 1,5 milioni di chilometri dalla Terra. I suoi dati si aggiungeranno alle informazioni raccolte da altre missioni progettate per studiare il Sole, inclusa la **Parker Solar Probe** della NASA, attualmente in corso, che nel 2021 è diventata la prima navicella spaziale a "toccare" il Sole. La missione russa **Luna-25** si è invece conclusa con un fallimento: l'agenzia spaziale **Roscosmos** ha confermato uno schianto sulla superficie lunare a causa di un'anomalia avvenuta lo scorso 19 Agosto 2023 durante una manovra per abbassare l'orbita della sonda. La navicella spaziale avrebbe dovuto tentare un atterraggio lunare morbido il 21 agosto, vicino al cratere **Boguslawsky**, situato a circa 70 gradi di latitudine sud, in prossimità della regione polare sud della Luna. L'agenzia ha chiarito che il contatto con la navicella spaziale è stato perso 47 minuti dopo il ricevimento del comando di accendere i suoi motori per inviare la navicella spaziale in un'orbita adatta ad iniziare la discesa. Le misure adottate il 19 e 20 agosto per ristabilire il contatto con Luna-25 non hanno avuto successo. La missione Luna-25 è stata lanciata con un razzo **Soyuz-2.1b** dal cosmodromo di **Vostochny**, nell'Estremo Oriente russo, il 10 agosto. La missione ha subito lunghi ritardi derivanti da problemi tecnici e limitazioni delle risorse. *Trasportava una serie di carichi scientifici, ma era principalmente un dimostratore tecnologico per i futuri atterraggi lunari, e a seguito all'invasione russa dell'Ucraina nel febbraio 2022 non dispone di una telecamera di navigazione europea.* Il precedente atterraggio lunare russo fu quello di **Luna-24**, una missione dell'era sovietica che ha riportato a terra dei campioni di rocce lunari, nel 1976. La perdita di Luna-25 è un duro colpo per i

piani della Russia e per gli sforzi di cooperazione più ampi, in particolare per la collaborazione alla Stazione internazionale di ricerca lunare (**ILRS**) guidata dalla Cina. Una tabella di marcia dell'ILRS presentata a San Pietroburgo, in Russia, nel giugno 2021 rilevava come i veicoli di lancio super pesanti russi avrebbero condiviso l'onere del lancio delle principali infrastrutture per la stazione previsti intorno al 2030. Attualmente vi sono seri dubbi sulla capacità della Russia di contribuire in modo significativo al progetto dopo l'occupazione dell'Ucraina (*ricordiamo Apollo e Vietnam*). La Cina afferma che diversi paesi si sono impegnati ad aderire all'iniziativa della base lunare e della Stazione internazionale di ricerca lunare: *Russia, Pakistan, Emirati Arabi Uniti e Organizzazione per la Cooperazione Spaziale Asia-Pacifico (APSCO)* hanno firmato accordi per impegnarsi nell'ILRS, altri dieci paesi e organizzazioni stanno attualmente negoziando accordi. La *Malesia* è uno dei paesi che sta discutendo i termini del progetto, anche il *Venezuela* si è espresso positivamente all'invito ad aderire all'ILRS. Il progetto ILRS mira a costruire una base lunare permanente negli anni '30 con una serie di missioni introduttive entro la fine di questo decennio. La Cina ha annunciato ad aprile che sta istituendo l'Organizzazione internazionale per la cooperazione sulla stazione di ricerca lunare (ILRSCO) per coordinare e gestire il progetto. Un professore associato presso l'Università di Leicester, afferma che come nel caso del programma Artemis degli Stati Uniti, il diavolo sta nei dettagli degli accordi tra la Cina e i partner più piccoli partecipanti ai rispettivi progetti lunari *"Si tratta di gesti simbolici oggi, mentre restano da vedere i contributi concreti e i ritorni in termini materiali, finanziari, politici e umani"*. Sia che si tratti di **ILRS** o di **Artemis**, per la futura governance della Luna nel quadro del **Trattato sullo spazio extra-atmosferico** (OST), diventa sempre più attraente per molti stati più piccoli o potenze spaziali emergenti firmare uno o entrambi i progetti lunari e avere voce in capitolo nel futuro politico della Luna (ho già paura...). Pare come al solito che la scienza sia di nuovo messa in secondo piano. Del resto l'orbita lunare in questo periodo sembra molto affollata. Anche l'agenzia spaziale giapponese **JAXA** ha lanciato **SLIM**, una piccola navicella spaziale, che misura solo 2,4 metri di altezza, 2,7 m di lunghezza e 1,7 m di larghezza e punta a provare una tecnologia di atterraggio che mira a rendere l'esplorazione più precisa ed economica. Un razzo giapponese **H-2A** che trasportava il lander lunare SLIM e il telescopio spaziale **XRISM** è decollato dal Centro spaziale di **Tanegashima** lo scorso 6 settembre alle 23:42 GMT. IL tutto con un ritardo di 10 giorni a causa dei ritardi per problemi meteorologici. SLIM si avventurerà su un lungo percorso, raggiungendo l'*orbita lunare* tra tre o quattro mesi con notevole risparmio di carburante. Da quella posizione privilegiata osserverà la superficie lunare per un mese circa prima di tentare un atterraggio all'interno del cratere **Shioli**, una struttura d'impatto larga 300 metri che si trova a 13 gradi di latitudine sud, sul lato visibile della Luna. La sonda vuole atterrare entro 100 m da un punto target all'interno del cratere Shioli: un touchdown più preciso rispetto a quanto tentato dai precedenti lander lunari. L'obiettivo è dimostrare una nuova tecnologia chiamata **pinpoint landing technology** che potrebbe aprire a un'esplorazione più diffusa della Luna e di altri corpi celesti. Secondo i funzionari della JAXA, con questa missione pionieristica si avrà un cambiamento qualitativo verso la possibilità di atterrare dove vogliamo e non solo dove è facile atterrare, come era avvenuto prima. SLIM trasporta anche due minisonde, che verranno espulse sulla superficie lunare dopo l'atterraggio. Queste aiuteranno a monitorare lo stato del lander e a scattare foto del sito di atterraggio, oltre a fornire un sistema di comunicazione indipendente per la comunicazione diretta con la Terra. Il prossimo passo della **Cina** nei suoi piani di esplorazione lunare sarà il lancio del satellite lunare **Queqiao-2** all'inizio del prossimo anno. Seguirà una missione di ritorno di un campione prelevato sul lato nascosto da **Chang'e-6**, il cui lancio è previsto per maggio 2024. Seguirà **Chang'e-7** nel 2026, composto da un orbiter, un lander, un rover e un veicolo spaziale saltellante progettato per cercare il ghiaccio d'acqua, forse presente nei crateri in ombra permanente: avrà come obiettivo il cratere **Shackleton**. Tra due anni verrà lanciato **Chang'e-8** che atterrerà vicino a Chang'e-7, trasportando un robot progettato per testare la stampa 3D di *mattoni ricavati dalla regolite lunare*. Queste missioni serviranno come base per l'intero progetto **ILRS** che seguirà negli anni '30. Il progetto ILRS e ILRSCO sono in qualche modo analoghi al programma **Artemis** guidato dagli Stati Uniti a cui hanno aderito 25 paesi (da ultima di recente si è aggiunta la Spagna). I paesi finora attratti dalla Cina sono quelli che hanno legami consolidati con Pechino e le sue imprese spaziali. L'emergere di due progetti lunari separati e nascenti in un contesto geopolitico teso suggerisce potenziali problemi e attriti man mano che i due progetti prenderanno forma. Tuttavia, entrambi possono svilupparsi insieme, alcuni stati infatti partecipano ad entrambi i progetti che sono apparentemente di natura esplorativa e scientifica. Non abbiamo bisogno di adottare una mentalità a somma zero per la situazione Artemis – ILRS sulla Luna, ma le restrizioni alle esportazioni di tecnologia si sono già fatti sentire: gli *Emirati Arabi Uniti* avevano firmato un protocollo d'intesa per partecipare a Chang'e-7 attraverso un piccolo rover, ma è stato riferito che i componenti necessari per il veicolo spaziale non potevano essere utilizzati, portando al ritiro degli Emirati Arabi Uniti dal progetto. Per finire una buona notizia dallo spazio profondo: dopo due settimane di silenzio la NASA il 4 Agosto ha ripreso i contatti col **Voyager 2**.