

2.0 SELENOCROMATICA

UN NUOVO APPROCCIO ALLA FOTOGRAFIA LUNARE
PER SCOPRIRE COMPOSIZIONE ED EVOLUZIONE
DEL NOSTRO SATELLITE NATURALE

La **selenocromatica** è un particolare approccio alla fotografia lunare che sposta l'attenzione dall'estetica all'approfondimento scientifico.

Lo scopo della sua versione più avanzata, la 2.0, è permettere una lettura immediata delle immagini a colori della Luna. A questo fine un apposito team ha sviluppato specifiche metodiche di acquisizione ed elaborazione delle immagini, un linguaggio apposito e una particolare cronologia lunare, oltre a nuovi metodi analitici.

IL CALEIDOSCOPIO LUNARE

L'obiettivo della selenocromatica è la conoscenza del nostro satellite naturale e in questo si differenzia dalla tecnica della *Mineral Moon*, il cui fine è puramente estetico (vedi la rubrica *Cosmo kid* su *Cosmo* n. 34). Infatti, dalla sua nascita, nei primi mesi del 2021, la selenocromatica ha cercato di **mettere in correlazione i colori della Luna con i minerali di cui è composta**: il nostro satellite è solo apparentemente sbiadito e il suo grigiore non deriva dall'assenza di colore, ma dalla somma di tutti i colori dello spettro. Ogni singolo minerale lunare riflette a modo suo la luce solare, selezionando un colore che dipende dalla sua composizione chimica. Così, se **sovra-saturiamo** opportunamente le immagini lunari, è possibile ottenere informazioni abbastanza precise sulla composizione delle rocce e sull'evoluzione della Luna stessa. Non stupisce quindi che fin dall'inizio si sia ricercata

l'affidabilità dei dati raccolti, nonostante la variabilità della risposta della crosta lunare: la radiazione solare interagisce con l'estrema varietà dei suoli, producendo un gran ventaglio di tinte, anche a causa della curvatura della superficie. Questo genera variazioni cromatiche nelle zone in ombra, nei pressi del terminatore e in aree di elevata albedo (per effetto prospettico) nei pressi dell'orizzonte del disco lunare e delle cuspidi. Si deve tenere conto poi della "**maturazione**" del suolo lunare, che deriva dalla sua duratura esposizione agli impatti, al vento solare e all'ambiente spaziale riducente, tre elementi che modificano il cromatismo della crosta, rendendola più scura. Anche la **craterizzazione** influisce notevolmente sul colore della superficie lunare, grazie alla contaminazione dei suoli di tipo orizzontale (materiali espulsi a distanza) e verticale (materiali riportati in superficie dalla profondità).

IL PROBLEMA DELL'AFFIDABILITÀ

In base a tutti questi criteri, un team del **Gruppo Astrofili William Herschel** (Gawh) di Torino ha individuato e codificato le tecniche di acquisizione più adatte a garantire la maggiore quantità d'informazione. Per evitare che la forte variabilità cromatica fornisca dei colori *fake*, ci si è affidati al metodo dell'**esaltazione cromatica controllata** (Cce): le riprese vengono elaborate in maniera rigorosa (coerenza interna) e devono fornire risultati in accordo con dei riferimenti cromatici della crosta lunare (coerenza



» La Luna in versione selenocromatica.

LE LEGGI SELENOCROMATICHE

- > **I** Le tinte nette provengono da evento recente e tutte le raggere colorate devono essere considerate neo-cromatiche; lo stesso vale per i DHC (*Dark Halo Craters*).
- II** Le tinte sbiadite sono dovute a strati piatti meso-cromatici ("pianure chiare") che coprono lo strato di criptomare più scuro (mescolando dal basso).
- III** Le tinte anortositiche ocra sono tipiche di aree dal forte rimaneggiamento, altopiani degradati e craterizzati (paleo-cromatiche).
- IV** I colori guida sono il grigio/ocra dell'anortosite, il blu, il rosso/marrone e l'azzurro; gli altri colori derivano dal mescolamento di colori guida in zone di contaminazione o per diversa incidenza della luce: terminatore e orizzonte talora rivelano materiali sottostanti.
- V** Nelle zone PKT (*Procellarum Kreep Terrane*), nei *Mari Nubium*, *Serenitatis* e *Frigoris orientale* possiamo considerare il blu dei basalti esposti come neo-cromatico e il rosso come meso-cromatico.
- VI** Basalti marini al di fuori delle aree PKT possono essere ritenuti nel complesso come meso-cromatici, soprattutto se coperti dai raggi di crateri eratosteniani; particolarmente complessa è la valutazione di *Mare Humorum* e *Mare Tranquillitatis* (verifica geo-cromatica obbligatoria); considerare meso-cromatici (tipicamente imbriani) tutti gli strati ripescati da livelli sottostanti a quelli esposti, normalmente apprezzabili negli *ejecta* dei crateri medio-grandi o per modifica cromatica dal basso per micro-craterizzazione
- VII** Gli strati vulcanici e piroclastici vanno dal giallo/arancione/rosso scuro alle sfumature bluastre/violacee.



» Mappa strati-cromatica dell'area di Teophilus con *mineral score* 24 su 10 reperi. Luminanza (IR pass) di Pier Giuseppe Barbero con ASI 120 MM; cromaticanza (IR cut) di Ottavio Zetta con ASI 385 MC; Cce di Aldo Ferruggia (PS).

esterna). Solo rispettandoli possiamo fidarci di ciò che vediamo. Questi “reperi” sono individuati grazie alla verifica statistico-comparativa di immagini amatoriali e professionali. *L'Atlante dei reperi selenocromatici*

derivato da questi studi elenca le formazioni cromatiche di cui siamo ragionevolmente sicuri ed è consultabile alla pagina selenocromatica nel sito del Gawh (www.gawh.it). Poste le basi di

affidabilità dei dati acquisiti, si è potuto standardizzare l'aspetto delle immagini e passare all'analisi dei colori, correlandoli alla storia della Luna ed entrando così nella versione 2.0 della selenocromatica.

In particolare, per le immagini ottenute si è pensato a un preciso *format*: una cornice nera di almeno 100 pixel e una Info-Bar, che comprende la sigla “Si” (*Selenochromatic image*), tre cerchi colorati che garantiscono la fedeltà dei colori nella trasmissione, una serie di dati che ne quantificano l'affidabilità (*Mineral Score*) e ne definiscono il procedimento di elaborazione (camera di acquisizione, filtri ecc.).

La scientificità dell'analisi di una Si è basata su due metodi analitici: il primo, detto **geo-cromatico**, è più complesso (tre fasi) ma anche più preciso: consiste nella correlazione dei colori della Si con le formazioni geologiche della **mappa Uggmm** (*Unified Global Geologic Map of the Moon*) della Nasa. Il secondo metodo, detto **strati-cromatico**, si basa sulla correlazione tra la stratigrafia lunare e una cronologia semplificata. L'applicazione di questo metodo ha il vantaggio di permettere a chi legge una Si la ricostruzione immediata degli eventi nel loro ordine corretto, senza utilizzare mappe geologiche.

COLORI E MINERALI

I più comuni minerali lunari sono cromaticamente suddivisibili in due tipologie maggiori: i minerali dei **Mari lunari** e quelli delle **highlands**, le terre. Queste ultime sono composte da soprattutto da anortosite e sono caratterizzate da una maggiore omogeneità minerale rispetto ai Mari: l'**anortosite** è costituita da un 95% di



» Mappa con reperi selenocromatici della regione di Theophilus (vedi box a pag. 80); riprese L(Mono)+C(IRcut) di Serafino Vinco eseguite con un Celestron C8 e Neptune CII (dal sito Gawh).

plagioclasio e da un 5% di pirosseni, olivina, rocce magnesiache, minerali dalla risultante colorazione grigio-ocra. I Mari sono le aree più scure della Luna, in quanto presentano livelli maggiori di biossido di titanio e di ossido ferroso rispetto alle terre. L'**ilmenite** è la causa dei tipici colori dei Mari lunari, con sfumature dovute alla diversa concentrazione relativa di

titanio e ferro. Tralasciando quindi i minerali sostanzialmente ubiquitari, saranno l'anortosite color ocra e l'ilmenite ricca di titanio (sfumature viola, blu, verdi) o di ferro (marrone, rosso, arancione) a creare quasi tutti i contrasti cromatici della superficie lunare.

Sulla scena selenocromatica recitano un ruolo importante i **Crateri con**

Aloni Azzurri (AHC), con raggere celesti (talora di colore verde acqua), sempre associate a un'elevata albedo: sono *ejecta*, fondi craterici e aloni d'impatto dei crateri più giovani. Si trovano anche aloni scuri, di colore caldo o freddo: sono i cosiddetti **DHC** (*Dark Halo Craters*), "buchi" relativamente piccoli (2-5 km) nel suolo lunare con intorno un anello scuro che spicca in un contesto più chiaro. Una parte minore origina da fenomeni vulcanici, mentre la maggioranza deriva da meteoriti che hanno "bucato" gli strati più superficiali, riportando in superficie materiali prelevati da strati profondi e scuri. Una particolare e più rara variante di crateri colorati sono i **RHC** (*Red Halo Craters*), dotati di piccole raggere e aloni rossastri.

Vi sono poi i **Red Spot**, formazioni cromatiche e geologiche di origine vulcanica. Quelli strutturati in "domi" sono caratterizzati da un colore che va dal rosato al rosso mattone, passando per l'arancione, talora confusi per contaminazione con i basalti marini circostanti.

Il vulcanesimo lunare si manifesta anche in numerose **zone piroclastiche**, aree scure dalle sfumature composite (viola, blu, verde e granata scuro), intriganti dal punto di vista mineralografico.

L'EVOLUZIONE DEL COLORE

La relazione tra i colori e il tempo è stata riassunta in sette **leggi selenocromatiche** (vedi il riquadro). La prima tiene conto dell'immane rimescolamento a cui è sottoposta la crosta lunare: le strutture geologiche più antiche sono anche quelle completamente sbiadite. Quando

risultano colorate, lo sono grazie alla contaminazione da formazioni più recenti. Per converso avremo colori nitidi da eventi recenti.

Guidati dai colori, piuttosto che seguire il *timing* lunare ufficiale diviso in **cinque periodi** (pre-Nectariano, Nectariano, Imbriano, Eratosteniano e Copernicano) si preferisce dividere la storia della Luna in **tre eoni**, in base alla comparsa dei vari colori e della loro "purezza" o contaminazione. L'ene **Paleo-cromatico** (da 3,85 a 4,3 miliardi di anni fa) fornisce, seppure contaminati, i più antichi colori che possiamo apprezzare sulla crosta lunare, i basalti di antichissimi Mari ormai sepolti. Nell'ene **Meso-cromatico** (da 2,3 a 3,85 miliardi di anni fa) compare la maggior parte dei basalti marini e quindi la maggior parte dei colori della Luna, con un certo grado di contaminazione. L'ene **Neo-cromatico** (da 2,3 miliardi di anni fa a oggi) è caratterizzato dall'azzurro dei cristalli generati dal calore degli impatti. Altre volte sono visibili strati diversamente colorati,



» Immagine selenocromatica della regione di Tycho realizzata da di Aldo Ferruggia (Asi 224 MC) e Serafino Vinco (Canon Eos 750D) con la tecnica L(DVF)+C.

sollevati da strati profondi dall'impatto o generati dalla distruzione del meteorite coinvolto, ma si tratta in ogni caso di tinte nitide, correlate all'evento della formazione del cratere (colori propri).

La nostra analisi si trasferisce su mappe (geo-cromatiche o strati-cromatiche) con una specifica simbologia. Per i metodi e i fini selenocromatici abbiamo dovuto elaborare specifici criteri e linguaggi ma procediamo in modalità aperta, seppure coordinata dal Gawh per garantire coerenza. Siamo quindi disponibili a contributi e suggerimenti su ogni aspetto della nostra attività, dalle tecniche di acquisizione alla lettura delle immagini, fino agli originali progetti di catalogazione che stanno per iniziare. Invitiamo quindi ogni astrofilo interessato a contattarci all'indirizzo info@gawh.net, per partecipare a questo lavoro. 

LEGENDA DELLE MAPPE SELENCROMATICHE

- > **N** Strato neo-cromatico (da 2,3 Ga ad oggi)
- M** Strato meso-cromatico (da 2,3 a 3,85 Ga)
- P** Strato paleo-cromatico (da 3,85 a 4,3 Ga)
- X** livello di età composita o non definita; se in rosso indica un sito vulcanico/ piroclastico
- > copertura orizzontale di materiali (*ejecta*, raggi, materiali effusivi)
- ^ miscelazione prevalentemente verticale (contaminazione dal basso per microcraterizzazione) o trasparenza di materiali di livelli inferiori (terminatore, orizzonte)
- n:** una lettera minuscola seguita da due punti prima di una formula significa che l'evento causale ha una diversa età dei materiali esposti; sono consentite solo le lettere "n:" e "m:"
- 2** i numeri segnalano quanti livelli della stessa età e composizione sono sovrapposti.

*ALDO FERRUGGIA

È MEDICO DI MEDICINA GENERALE, SI INTERESSA DI ARCHEOLOGIA, STORIA ANTICA ED ASTRONOMIA.