

Antonio Marino, antoniomarino@libero.it

Monitoraggio dei Fenomeni Lunari Temporanei (TLP) mediante spettroscopia

Sezione Luna - UAI

Abstract

A spectroscopic study of some Transient Lunar Phenomena (TLP) is suggested and the possible detection of gases released by the lunar underground is discussed. A simple home made spectrograph is described whose first light allowed the observation of Copernicus crater.

Introduzione

Quest'articolo, oltre a proporre l'uso di tecniche spettroscopiche nelle ricerche rivolte al nostro satellite naturale, vuole invitare a un maggiore coinvolgimento nel programma di osservazione e monitoraggio dei TLP (*Transient Lunar Phenomena*, cioè Fenomeni Lunari Temporanei). Con questo acronimo americano (in inglese LTP) si definiscono vari fenomeni che sono riconducibili a cause probabilmente diverse, che non sono ancora conosciute e che quindi vanno studiate e approfondite di volta in volta a ogni segnalazione.

I TLP non modificano la morfologia della superficie lunare, anzi, trascorso un certo intervallo di tempo, tutto ritorna nella più assoluta normalità. Visivamente essi si manifestano come lampi di luce o come variazioni temporanee di albedo o di colore, più o meno evidenti, di una determinata e limitata porzione della superficie lunare. Altri fenomeni sono stati segnalati come offuscamenti od ombreggiature di zone circoscritte, a volte anche con spostamenti di queste ombre lungo un breve tratto di percorrenza. Altri, ancora, si presentano come brevissimi *flash* luminosi.

Tra le ipotesi più accreditate circa le cause di alcuni dei TLP osservati vi sono:

- impatti di piccole meteore sulla superficie lunare;
- riflessione speculare della luce solare;
- sviluppo di nubi di polvere sul suolo di alcuni crateri;
- rilascio di gas da parte della crosta lunare.

I fenomeni scaturiti dalle prime tre cause sono di facile verifica, manifestandosi come eventi di durata che va dalla frazione di secondo, nel caso di *flash* dovuti a impatti meteorici, fino a qualche minuto o a qualche ora nel caso di diffusione della radiazione solare da parte di una nube di polvere. Va inteso che per "facile verifica" si intende: a patto che l'osservatore abbia la fortuna di osservare o inquadrare la zona interessata dal fenomeno, proprio nel momento in cui esso si verifica. La quarta causa citata, invece, è proprio lo scopo di questo articolo, cioè cogliere eventuali emissioni di gas lunari attraverso l'ausilio di uno spettroscopio a media dispersione opportunamente progettato e rigorosamente autocostruito.

Dei tanti fenomeni segnalati fino a oggi (ne sono stati catalogati oltre 1500), pochi hanno ricevuto una spiegazione convincente, soprattutto per la mancanza di adeguate

testimonianze fotografiche o filmate. Proprio per la loro breve durata, in media 20-30 minuti, essi sono fenomeni che l'osservatore occasionale scopre in modo casuale, tanto che non ha neanche il tempo di riprenderli con filmati o foto, dato che non è attrezzato per tali scopi. Di conseguenza, nel migliore dei casi si ricava una descrizione a memoria del fenomeno osservato, privando ogni interlocutore di mezzi appropriati per stabilirne l'autenticità e la causa. Il più delle volte si tratta di errori di interpretazione dell'osservatore, o di fenomeni dipendenti da effetti indesiderati delle ottiche degli strumenti di osservazione, quali i nostri telescopi, spesso non di impeccabile fattura. Per questi motivi la ricerca di TLP richiede un'attività osservativa intensa e sistematica, seguendo un programma che sarebbe meglio personalizzare secondo i propri mezzi.

Sulla teoria dei TLP si rimanda a una più specifica letteratura, per esempio a quella curata per l'Italia da Albino Carbognani [1], che è stato coordinatore del programma TLP della Sezione Luna - UAI.

Purtroppo, bisogna evidenziare che gli osservatori lunari che si dedicano al monitoraggio dei TLP sono sempre più rari, forse per la non facile riuscita nell'impresa. Infatti, per riuscire a registrare un qualsiasi fenomeno transitorio, oltre a un'opportuna preparazione e a una buona dose di fortuna, si richiede un'attività osservativa intensa e sistematica.

Attualmente il monitoraggio dei TLP viene effettuato tramite osservazioni visuali attraverso l'alternanza di filtri colorati (tecnica del *blink*), o registrando immagini CCD di particolari crateri già sedi di fenomeni TLP in passato, o anche con immagini a più ampio raggio, coprendo grandi aree del suolo lunare.

L'importanza di studiare i TLP

Il monitoraggio e lo studio dei TLP, spesso poco seguiti e sempre più trascurati soprattutto in Italia, nell'ambito delle osservazioni lunari rappresenta una delle più importanti e gratificanti attività di ricerca. Chi si è cimentato almeno una volta nella ricerca dei TLP, si è reso subito conto che non è facile osservarli. Si ha subito la sensazione di fare qualcosa di poco esaltante e di essere coinvolti in un'inutile perdita di tempo, cui spesso segue la drastica decisione di lasciar perdere dedicandosi invece a realizzare qualche bella foto di questo o di quel cratere. Bisogna invece entrare nell'idea che, sebbene i TLP siano molto rari, essi sono allo stesso tempo di possibile osservazione se si è tenaci e soprattutto armati di pazienza, senza trascurare una buona conoscenza della morfologia e della topografia lunare in modo da notare e valutare eventuali variazioni o anomalie di albedo e/o di colori. Gli osservatori abituali del nostro satellite naturale risulterebbero i più idonei a tale monitoraggio; basti pensare che indirettamente, ogni qualvol-

ta usiamo il telescopio per osservare la Luna, quella è pure una seduta utile per individuare un'eventuale anomalia, basta semplicemente dedicare parte del proprio tempo e dell'attenzione al programma osservativo dei TLP.

Ovviamente l'osservatore intenzionato al monitoraggio ha bisogno di avere delle indicazioni sui siti da studiare durante la lunazione. A tal proposito, il dott. Anthony Cook dell'Università di Nottingham e coordinatore del programma LTP della statunitense ALPO (*Association of Lunar & Planetary Observers*) e dell'inglese BAA (*British Astronomical Association*), pubblica mensilmente [2] una lista di siti da osservare in determinate finestre temporali nelle quali si presentano le stesse condizioni di illuminazione in cui sono stati segnalati TLP del passato. Seguire questa lista e dare informazioni su quanto si è visto è di estrema importanza, in quanto molti fenomeni segnalati spesso sono dovuti a riflessioni di luce in determinate condizioni di angolazione dei raggi solari, detti "TLP di albedo speculari" [3], e quindi riconfermare o meno lo stesso evento osservato tempo prima nelle stesse condizioni di illuminazione aiuta a capire la fisica del fenomeno.

Una cosa importante da sapere è che, se si osserva una certa zona dove per esempio in passato è stato visto un certo fenomeno in una determinata data e ora, e durante la nuova osservazione non si vede niente di particolare o nessuna anomalia rispetto alla consuetudine, si è già fatto un importante lavoro. È quindi opportuno stilare un resoconto osservativo riportando anche solo che non si è osservato nulla di anomalo, e inviarlo al coordinatore del programma TLP della Sezione Luna - UAI (lo scrivente). Quindi, nel caso in cui un determinato fenomeno non si ripetesse nel tempo nelle stesse condizioni osservative, si avrà la conferma che l'osservatore che ha segnalato il presunto TLP ha effettivamente osservato qualcosa di insolito. Un esempio di quanto detto, è dato da una mia recente osservazione della zona del cratere Aristarchus nell'intento di monitorare e confermare un presunto TLP osservato nel lontano 1963, e che il dott. Cook ha citato in un articolo sul JALPO (*The Strolling Astronomer*) [4]:

"... For example, Antonio Marino (UAI Italy) managed to capture images of the Aristarchus area on 2005 Jul 18 at the same illumination (± 0.5 deg) as the famous Greenacre and Barr LTP observation. Antonio's high resolution monochrome images were then used to help model where spurious colour should have been seen back in 1963; but no matter what position angle was used for spectral dispersion, it was not possible to generate the strong red colours seen at specific locations by Greenacre and Barr may have witnessed an TLP back in 1963 and were NOT mistaken by observing spurious colour as some have suggested."

Emissioni di gas

Le cause dei TLP non sono ancora note, ma tra esse vi è l'ipotesi dell'emissione di gas provenienti da fratture della crosta lunare. Anche se al momento non esistono conferme in proposito, è proprio qui che il lavoro con uno spettroscopio mostra la sua utilità.

Spesso, soprattutto in passato, sono state segnalate da alcuni osservatori piccole zone sfuocate o annebiate rispetto alle regioni circostanti. Altri hanno notato variazioni di

albedo di alcune porzioni di superficie lunari, spesso aumenti di luminosità. La spiegazione che questo tipo di fenomeno sia riconducibile a un'emissione di gas era del tutto teorica, fino a qualche anno fa, ma un recente studio ha confermato l'esistenza di alcune zone lunari che emettono gas da piccole crepe della crosta, come dei soffioni simili a quelli delle zone vulcaniche terrestri, provocati da leggere attività tettoniche del globo lunare, o ancora più frequentemente da sbalzi di temperatura della crosta lunare, soprattutto a ridosso del terminatore dove l'escursione termica è considerevole.

Lo studio è stato possibile grazie all'ausilio del rivelatore di particelle alfa a bordo della sonda *Lunar Prospector* [5], e sembra che tali fenomeni siano stati notati anche dagli equipaggi di alcune missioni lunari, come l'Apollo 15. Le apparecchiature della *Lunar Prospector* hanno evidenziato emissioni di radon-222 e di polonio-210 che deriva dal decadimento del radon. Il radon-222 è stato evidenziato soprattutto nella regione del cratere *Aristarchus*, che è stata spesso segnalata come zona di TLP.

Il radon-222 è un isotopo gassoso che si origina dal decadimento radioattivo dell'uranio-238. Dato che l'uranio è presente (anche se in quantità variabile) in tutti i suoli e in tutte le rocce, e in modo particolare nelle rocce di origine vulcanica come le lave, anche il suolo lunare ne possiede una certa quantità, e di conseguenza emana radon-222, a meno che non decada all'interno delle rocce trasformandosi in piombo. Infatti, il decadimento dell'uranio-238 raggiunge lentamente (tempo di dimezzamento 4.5 miliardi di anni), attraverso vari passaggi, lo stato stabile del piombo-206.

Si è detto che le sostanze radioattive sono instabili, e per questo motivo subiscono un processo detto di "decadimento" che comporta la liberazione di particelle e di energia e la trasformazione degli atomi iniziali in quelli di altri elementi. Il tempo di dimezzamento del radon-222 è di 3.8 giorni, il che fa dedurre che un'eventuale emissione si possa registrare durante più di una serata osservativa.

Dal decadimento del radon-222 si ha la formazione del polonio-210, detto anche radio F. Esso è un altro elemento radioattivo che ha un tempo di dimezzamento di 136 giorni e teoricamente è ancora più facile da rintracciare con l'analisi spettroscopica.

Lo studio spettroscopico

Sfruttando la capacità che ha un reticolo di diffrazione di scomporre in funzione delle varie lunghezze d'onda un fascio di radiazioni elettromagnetiche, potremmo visualizzare e registrare lo spettro di assorbimento di un gas che si interpone tra la sorgente (in questo caso la superficie lunare che riflette la luce solare) e il reticolo.

La presente proposta di ricerca mira a un monitoraggio spettroscopico della superficie lunare con lo scopo di registrare ed evidenziare eventuali righe o bande di assorbimento, estranee allo spettro solare, che si generano per il passaggio della luce attraverso nubi di gas dopo riflessione da parte della superficie lunare. Il progetto di spettroscopia lunare proposto in questo articolo verte proprio nell'individuazione delle righe di assorbimento di esalazioni gassose attraverso uno spettroscopio a reticolo capace di una risoluzione medio-alta.

Prima di tutto è bene dare qualche cenno sulla spettroscopia, senza scendere nei dettagli delle formule e dei concetti teorici della chimica-fisica.

La spettroscopia è lo studio e l'interpretazione degli "spettri", sia di emissione, sia di assorbimento, in relazione con le condizioni chimiche e fisiche delle sorgenti luminose, mediante la scomposizione della radiazione elettromagnetica nelle sue componenti rispetto a una sua caratteristica (in genere la frequenza ν o la lunghezza d'onda λ). La scomposizione della radiazione si ottiene attraverso un dispositivo disperdente, prisma o reticolo, il quale ha la capacità di separare le varie lunghezze d'onda, generando lo spettro. Gli spettri possono risultare sia di natura continua (spettro continuo), sia di natura discreta (spettro a righe o a bande). Questi ultimi sono generati dal fatto che ogni atomo od ogni molecola emette o assorbe particolari frequenze, cioè particolari righe o bande che si aggiungono o si sottraggono, rispettivamente, allo spettro continuo.

La radiazione elettromagnetica che andremo a studiare, non è altro che la luce emessa dal Sole, che dapprima va a illuminare la superficie lunare, e poi per riflessione-diffusione viene proiettata verso la Terra, quindi ai nostri occhi. In pratica, quando vediamo la Luna splendere nel cielo, sia essa in fase di Luna Piena o in qualsiasi altra fase (eccetto quella di Luna Nuova), i nostri occhi non vedono altro che la luce solare che la Luna riflette verso la Terra.

Lo spettro può oggi essere registrato in forma digitale mediante i sensori CCD per essere poi studiato e interpretato. Lo spettro così ottenuto fornisce molte informazioni sulla composizione chimica della sorgente e sul suo stato fisico (temperatura, densità e grado di ionizzazione). Esistono vari tipi di spettri:

- continuo;
- di emissione, a righe o a bande;
- di assorbimento, a righe o a bande.

Uno **spettro continuo** presenta tutte le lunghezze d'onda della radiazione che stiamo esaminando, almeno quelle comprese in un certo intervallo, senza interruzioni. Esso viene emesso da gas compressi, solidi e liquidi a qualsiasi temperatura. Secondo il modello di Planck, lo spettro continuo è il risultato della distribuzione dell'energia radiante entro un cosiddetto "corpo nero", cioè un corpo capace di assorbire e di emettere tutte le radiazioni elettromagnetiche possibili, in funzione solo della sua temperatura.



Figura 1. Come si presenta uno spettro continuo

Uno **spettro di emissione** presenta un continuo nero sul quale si staccano soltanto certe righe o certe bande luminose, che corrispondono a determinate lunghezze d'onda presenti nella radiazione emessa. Secondo il modello di Bohr, fornendo energia agli atomi si causa che qualche loro elettrone salti a un livello energetico superiore o venga strappato, fornendo gli stati detti, rispettivamente, "eccitato" e

"ionizzato". Spesso questi stati durano poco tempo (nanosecondi o anche meno) e quando uno degli elettroni ritorna a un livello energetico inferiore, cioè si diseccita, emette uno o più fotoni che hanno frequenze caratteristiche di quell'elemento. Se gli elettroni appartengono a una molecola, le radiazioni emesse durante la diseccitazione presentano molte frequenze (o lunghezze d'onda) vicine tra loro, a volte non separabili dallo spettroscopio usato, e si presentano quindi come delle bande. Questo tipo di spettro viene emesso da gas rarefatti e le righe o le bande che vi appaiono sono tipiche degli atomi o delle molecole che compongono il gas.

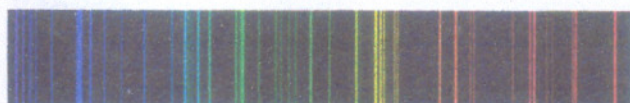


Figura 2. Come si presenta uno spettro di emissione a righe.

Diversamente, uno **spettro di assorbimento** mostra un continuo luminoso dal quale mancano alcune righe o alcune bande che corrispondono a determinate lunghezze d'onda che vengono assorbite quando la luce emessa da una sorgente continua (per esempio una fotosfera stellare) passa attraverso un gas. Tali lunghezze d'onda sono caratteristiche degli atomi o dalle molecole che costituiscono il gas. Quando i fotoni della sorgente continua attraversano il gas, alcuni di essi, quelli che hanno la frequenza necessaria per eccitare o ionizzare gli elettroni, vengono assorbiti dagli atomi del gas. Nella successiva diseccitazione, questi stessi fotoni vengono emessi, ma in tutte le direzioni, per cui nella direzione di osservazione risultano molto meno numerosi che in assenza del gas. Questi fotoni assorbiti dal gas creano una lacuna nello spettro continuo, cioè una linea scura, chiamata riga (o banda, nel caso di più righe non separate) di assorbimento. Le radiazioni assorbite dal gas sono esattamente quelle che il gas stesso emette quando viene eccitato. Quindi, sia le righe "scure" di assorbimento, sia quelle "chiare" di emissione (quando il gas viene eccitato) si trovano nella stessa posizione dello spettro.



Figura 3. Come si presenta uno spettro di assorbimento a righe.

Se ora analizziamo attentamente lo spettro di luce bianca emesso dal Sole, possiamo constatare che esso è uno spettro di assorbimento. Questo, perché la luce emessa dal Sole, prima di arrivare a terra, deve attraversare dapprima l'atmosfera solare e poi quella terrestre, la quale è ricca di elementi chimici che ne assorbono parte delle frequenze creando così numerose (circa 600) righe di assorbimento. Queste righe sono tutt'oggi chiamate "righe di Fraunhofer" in onore dell'ottico tedesco Josef von Fraunhofer (1787-1826) che le osservò per primo e capì che le righe scure presenti nello spettro solare avevano una loro regolarità, e che in ogni porzione di spettro della luce del Sole erano presenti sempre ben determinate righe scure, delle medesima grandezza e nella medesima posizione.

Sulla Luna

Rifacendoci al discorso lunare e ai gas che emette il suolo lunare, ecco di seguito la rappresentazione grafica degli spettri di assorbimento del radon e del polonio:

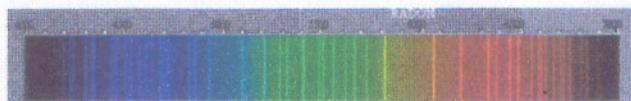


Figura 4. Spettro del radon [7]



Figura 5. Spettro del polonio. [7]

Ed ecco lo spettro solare:

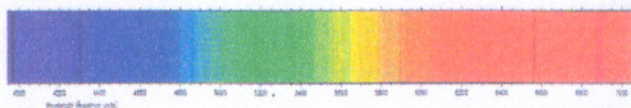


Figura 6. Lo spettro solare.

Confrontando lo spettro solare (figura 6) con quello dei due elementi, il radon e il polonio (figure 4 e 5), si può notare che le righe di assorbimento sia del radon che del polonio, se sommate allo spettro solare, andrebbero a creare nuove righe. Nel caso in cui nello spettro lunare si dovesse evidenziare una o più riga di assorbimento che corrispondono a quelle del radon e/o del polonio, allora si potrebbe ipotizzare la presenza di questi gas e cominciare a studiarne le caratteristiche.

Lo strumento che permette di osservare tutto ciò è lo spettroscopio. Uno spettroscopio classico è un dispositivo capace di raccogliere la luce proveniente da una sorgente luminosa, di dividerla in tutte le sue lunghezze d'onda, e generare un'immagine reale dello spettro. Le parti essenziali di questo strumento sono quattro, e cioè:

- la fenditura;
- l'elemento collimatore;
- l'elemento disperdente;
- l'elemento di ripresa (o di camera).

Vediamo le funzioni di tutti questi elementi.

Fenditura

Per produrre le righe, lo spettroscopio deve avere, esattamente al fuoco del telescopio, una sottilissima fenditura che deve risultare parallela allo spigolo del prisma o ai solchi incisi sul reticolo (v. avanti). La funzione della fenditura è quella di sezionare una certa quantità di luce da inviare al reticolo, e quindi permette di puntare parti limitate della superficie lunare. La fenditura può essere realizzata semplicemente accostando due lamette da barba e fissandole su di un telaio di cartone o altro materiale leggero ma robusto. Lo spazio tra le due lame deve essere rettangolare e compreso tra i 10 e i 20 μm . Più sottile è la fenditura, più sottili risulteranno le righe dello spettro.

Collimatore

La funzione del collimatore è quella di rendere paral-

leli i raggi luminosi divergenti provenienti dalla fenditura (e quindi dal fuoco del telescopio), e di indirizzarli sull'elemento di dispersione. È costituito da un obiettivo fotografico di ottima qualità (minime aberrazioni: sferica, cromatica, ecc.) posizionato a una distanza dalla fenditura che corrisponda esattamente alla sua lunghezza focale.

Elemento disperdente

Esistono due tipi di elementi dispersori, il prisma e il reticolo, ma entrambi possono operare bene solo in un fascio di luce parallela. Il prisma è un blocco di vetro a base triangolare con due facce che si intersecano a un certo angolo (spesso di 60°) formando uno spigolo ed è stato utilizzato sin dal Seicento per disperdere la luce. Un reticolo a riflessione si presenta come un corpo di vetro (o plastica) alluminato a specchio, solcato da numerosissime incisioni (da poche decine fino a diverse migliaia per millimetro) rigorosamente parallele ed equidistanti una dall'altra. Tali incisioni vengono effettuate con appositi strumenti a punta di diamante o dispositivi laser, e possono essere angolate in modo tale da concentrare il massimo dell'energia luminosa in una determinata direzione e quindi verso una determinata lunghezza d'onda. Questo tipo di reticolo viene denominato "Blazed" per quella determinata lunghezza d'onda, che risulta essere la lunghezza d'onda dove il reticolo ha la massima efficienza. Un reticolo offre una dispersione molto maggiore del prisma ed è l'elemento disperdente oggi maggiormente utilizzato.

Elemento di ripresa o di camera: È un obiettivo di ottima qualità, capace di focalizzare la luce parallela che esce dall'elemento disperdente formando lo spettro, e quindi permetterne riprese video o fotografiche. Se si vuole osservare visualmente lo spettro, all'elemento di ripresa deve essere associato un oculare, con focale adatta a seconda delle esigenze, formando un cannocchiale. Per riprendere lo spettro direttamente al fuoco dell'elemento di camera, si può impiegare sia una pellicola sia una telecamera senza obiettivo. Possono andare bene i classici CCD astronomici o anche le comuni webcam che si usano per riprese telescopiche, purché private del proprio obiettivo.

Lo spettro ottenuto dalla dispersione della luce operata dal reticolo è visibile a un certo angolo dalla normale alla superficie del reticolo, per esempio un angolo pari a 38° o 90° .

Lo spettroscopio M.A.S.S.

Ho in fase di perfezionamento uno spettroscopio realizzato sulla base del progetto di C. Buil [6], cioè con un angolo tra asse del collimatore e asse della camera di 38° . Ho voluto progettare uno strumento dove fosse facile sostituire i vari apparati e modificare, a seconda delle esigenze, la configurazione ottica, sostituendo ogni qualvolta si voglia le ottiche con diverse focali svitando e avvitando gli obiettivi in modo rapido e senza grosse difficoltà.

Ho denominato questo spettroscopio M.A.S.S. (*Modular-Astronomical-Solar-Spectroscopy*). In figura 7 è riportato lo schema ottico.

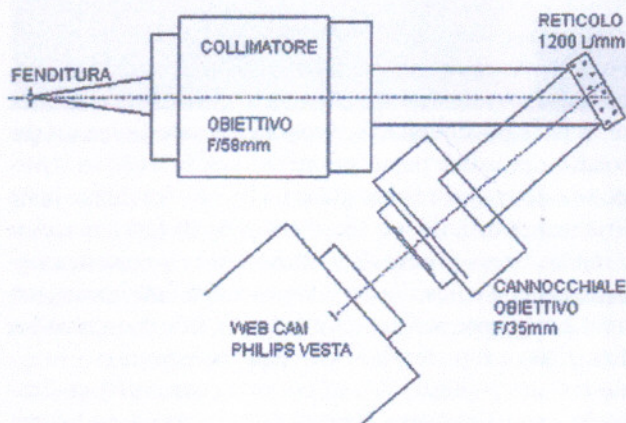


Figura 7. Schema ottico dello spettroscopio M.A.S.S.

Ed ecco lo spettroscopio realizzato:

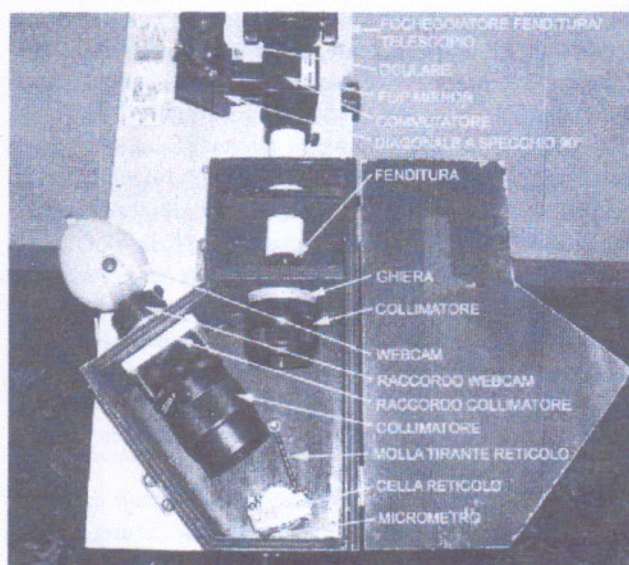


Figura 8. Spettroscopio in posizione aperta. In questa configurazione è composto da un collimatore $f/150$ e un cannocchiale $f/135$.

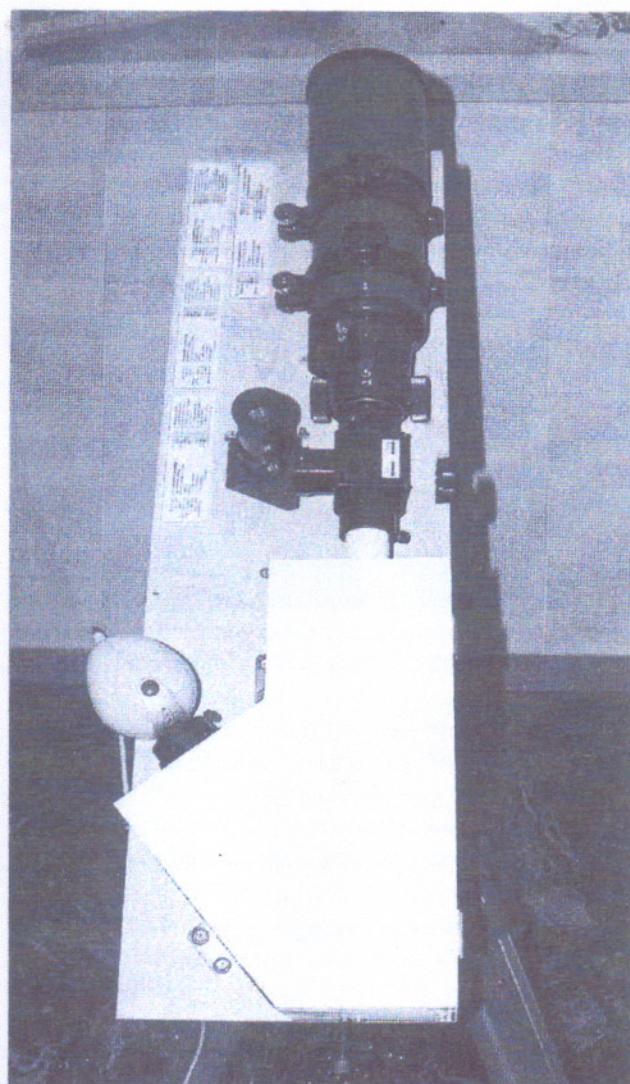


Figura 9. Apparato completo telescopio / spettroscopio montato su montatura equatoriale.



Figura 10. Profilo dello spettroscopio montato sulla montatura equatoriale

Una delle regole più importanti da seguire nella realizzazione di uno spettroscopio di questo tipo, è quella di ridurre quanto più possibile il peso complessivo di tutto l'apparato, per il fatto che deve essere applicato al fuoco del telescopio. Un peso eccessivo potrebbe creare non pochi problemi, soprattutto all'allineamento del fascio luminoso che attraversa il sistema telescopio/spettroscopio. Una minima flessione dello spettroscopio nel punto di attacco al telescopio, può mandare fuori campo la proiezione del fascio luminoso che deve andare a incidere esattamente sul reticolo. Senza tenere conto dei danni che si possono recare all'attacco del telescopio. Quindi è bene mantenersi su pesi che non superino di molto il chilogrammo e, all'occorrenza, creare un sistema di staffe di sostegno che mantengano l'asse ottico dell'intero sistema quanto più lineare possibile.

Per ovviare a questo problema, ho realizzato uno spettroscopio già collegato al telescopio, il tutto poggiato su una base in legno in modo che tutto sia supportato da quest'ultima favorendo anche un'ottimale linearità del cammino ottico del fascio luminoso, oltre alla stabilità complessiva.



Figura 12. Dettaglio di righe di emissione del mercurio.

Una volta realizzate le regolazioni di allineamento e di messa a fuoco degli obiettivo di ripresa e collimatore, lo spettroscopio è pronto per le prime prove astronomiche. Per prima cosa si riprende lo spettro solare dalla postazione in cui si prevede di effettuare il monitoraggio lunare. Lo spettro, così ottenuto, sarà il riferimento da confrontare di volta in volta con quello lunare. Per ottenere lo spettro solare, è opportuno non puntare il telescopio direttamente sul disco solare, in quanto non abbiamo bisogno dello spettro relativo a una particolare o limitata porzione del disco, ma basta lo spettro della luce solare diffusa. Quindi è sufficiente puntare lo strumento verso il cielo in vicinanza del Sole, ma non direttamente sul suo disco. In questo modo avremo due vantaggi: in primo luogo evitiamo una saturazione dell'immagine, e in secondo avremo uno spettro prodotto dalla totalità della radiazione solare che va a colpire la Luna e che poi ritornerà a noi. Avremo quindi prodotto uno spettro più veritiero quando andremo ad effettuare misurazioni spettroscopiche lunari.

Le prime prove dello spettroscopio M.A.S.S. sul Sole sono state sin da subito molto incoraggianti. Ecco in figura 13 una porzione dello spettro solare nell'intervallo da 505 nm a 537.5 nm, dove è ben visibile il tripletto del magnesio e le righe di assorbimento del ferro e del calcio:

