



**HAL**  
open science

## La riscoperta dell'opera di Secchi sugli spettri prismatici

Piercarlo Bonifacio

► **To cite this version:**

Piercarlo Bonifacio. La riscoperta dell'opera di Secchi sugli spettri prismatici. 2018, 10.19272/201808802003 . obspm-03328122

**HAL Id: obspm-03328122**

**<https://hal-obspm.ccsd.cnrs.fr/obspm-03328122>**

Submitted on 28 Aug 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La riscoperta dell'opera di Secchi sugli spettri prismatici.

**Piercarlo Bonifacio**

**GEPI, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS**

Sono passati 150 anni da quando padre Angelo Secchi, direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano, pubblicò le sue due Memorie intitolate « Sugli spettri prismatici delle stelle fisse ». Si tratta di un'opera fondatrice dell'astrofisica moderna che merita di essere letta e studiata anche al giorno d'oggi e cercherò di spiegarvi perchè. Il mio punto di vista è molto personale e vorrei dividere con voi la mia scoperta di quest'opera. Si tratta di una scoperta recente, sicuramente perchè avevo un pregiudizio che lo studio di queste opere « storiche » fosse di interesse esclusivamente per gli storici della scienza. Un pregiudizio che, sospetto, sia condiviso da buona parte degli astrofisici professionisti. Al giorno d'oggi gli articoli scientifici hanno una bibliografia che copre, tipicamente, gli ultimi dieci o dodici anni, raramente si citano articoli più vecchi e quasi mai articoli del 19mo secolo. Con i mie collaboratori abbiamo inviato a Astronomy & Astrophysics un articolo su un campione di stelle ricche in carbonio. Tra le critiche fatte dal « referee » c'era che la nostra introduzione era troppo stringata e che avremmo dovuto parlare della storia della scoperta di queste stelle. Piccato da questa critica, decisi di risalire fino alla prima occorrenza in letteratura e molto rapidamente, grazie agli strumenti messi a disposizione dall'Astrophysics Data System (ADS), sono arrivato all'opera di Secchi. Grazie a ADS e alla biblioteca dell'Eidgenössische Technische Hochschule di Zurigo quest'opera è facilmente disponibile a tutti (<http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-527>), le due « Memorie », estratte dagli atti della « Società Italiana dei XL » sono rilegate in un solo volume, insieme al « Catalogo delle stelle di cui si è determinato lo spettro luminoso all'Osservatorio del Collegio Romano », del 1967. Il tutto è scaricabile in un solo file pdf, facilmente visualizzabile.

Quando mi sono trovato quest'opera sotto gli occhi, ho subito cercato l'informazione che mi premeva : la prima descrizione delle stelle ricche in carbonio. Sono rimasto stupito dalla facilità e rapidità con cui ho trovato l'informazione, grazie alla chiarezza con cui l'opera è scritta. Affascinato da questo e dal fatto di avere tra le mani un'opera fondamentale, che mai, in trent'anni di lavoro come spettroscopista, avevo letto cominciai ad addentrarmi nella scrittura di Secchi. Mano a mano che leggevo ero sempre più ammirato da Secchi come scienziato, dalla sua capacità di spiegare le cose con chiarezza e anche dall'entusiasmo per la scienza e le osservazioni che traspare dalla sua scrittura. In un'epoca in cui i « language editors » delle riviste sono pagati per uniformare la lingua degli articoli, secondo lo « stile » del giornale, leggere un'articolo scientifico con uno stile letterario chiaramente personale è un vero piacere ! Qui di seguito commento su tre passaggi dell'opera di Secchi che mi hanno particolarmente colpito.

## Lo spettrometro di Janssen

Ho trovato molto interessante come in ciascuna delle due Memorie ci sia una descrizione molto dettagliata degli strumenti usati da Secchi, gli spettrometri, ma non dei telescopi con cui questi erano utilizzati. La descrizione diventa a volte narrazione e si scoprono degli aneddoti interessanti, come questo :

« Intanto nel novembre di quell'anno medesimo (1862 n.d.r.) essendo venuto in Roma il sig. Janssen (Jules Janssen, pioniere dell'astronomia da pallone e fondatore dell'Osservatorio di Meudon n.d.r.) con uno di quei piccoli spettrometri, lo pregai di prestarmelo, onde applicarlo al nostro rifrattore di

MERZ per analizzarvi la luce delle stelle e de' pianeti. Egli acconsenti cortesemente, e furono fatti alcuni primi lavori in comune, che comparvero nel Bulletino Meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano e altrove. Ma la difficoltà di ottenere un libero uso dello spettrometro che il possessore sempre recava seco a casa, senza che io potessi servirmene nelle migliori ore della notte, mi obbligò ad aspettare il mio strumento, che giunse, come dissi, in dicembre. ».

L'ironia di Secchi fa sorridere, Janssen è « cortese » e presta il suo spettrometro a Secchi, ma lasciarglielo per le « migliori ore della notte » ? giammai ! Cosa c'è dietro questo comportamento di Janssen ? Temeva che Secchi potesse danneggiare il suo prezioso strumento ? Oppure temeva che Secchi facesse delle osservazioni da solo e poi pubblicasse i risultati senza la partecipazione di Janssen ? Ma se così fosse, perchè Janssen non propose a Secchi di osservare assieme a lui nelle « migliori ore della notte » ? Forse riteneva di avere un vantaggio competitivo con il suo strumento rispetto a Secchi ? Sapeva che comunque Secchi in un mese avrebbe avuto il suo strumento ? O forse era Secchi stesso che voleva avere « libero uso » dello strumento, cioè senza Janssen tra i piedi ?

Una serie di domande intriganti alle quali sicuramente non ci sarà mai risposta, ma che lasciano intravedere come i rapporti tra i ricercatori all'epoca erano probabilmente altrettanto complessi che al giorno d'oggi.

#### **Le stelle di tipo 4**

Quello che mi ha spinto a cercare l'opera di Secchi è contenuto nella « Memoria Seconda , presentata alla società italiana nel novembre del 1868 ». In particolare l'analisi « delle stelle colorate contenute nel catalogo pubblicato dal sig. Schjellerup nel n.° 1591 dell' Astronomische Nachrichten di Altona. »

Secchi è intrigato dalle stelle di colore rosso o « fortemente colorate » perchè « ci aveano offerto fino dal principio i tipi degli spettri più singolari che fossero in cielo ». Quindi meritano uno studio dedicato. Con un approccio decisamente moderno Secchi decide di «determinare la natura del tipo, senza venire a misure particolari che faremo appresso ». Spiega che questo studio era « necessario farlo preventivamente per trovare gli oggetti che meritano maggiore attenzione ». Questo metodo di fare un primo studio preliminare di un grande numero di oggetti per poi studiarne in dettaglio un sottoinsieme che ha certe proprietà particolari è oggi la norma in moltissimi campi dell'astrofisica. Studiando gli spettri di queste stelle rosse Secchi conclude che « Nella memoria precedente avevamo diviso le stelle in tre tipi fondamentali, ma le osservazioni ci hanno costretto a introdurne un quarto ». Anche qui la lingua usata è rivelatrice del pensiero di Secchi : « ci hanno costretto », lo fa chiaramente a malincuore, complicare la classificazione spettrale gli sembra contro il rasoio di Occam, però « le osservazioni », non si discutono e « costringono ». Cosa hanno di speciale queste stelle di tipo 4 ? Molte cose, dalle righe che presentano alla loro forma, ma soprattutto Secchi nota che questi spettri « hanno più che gli altri analogia coi gas, e specialmente con quello del carbonio, ma rovesciato. ». Secchi osservava con i suoi strumenti molti tipi di sorgenti artificiali, fiamme, scariche elettriche e di sorgenti celesti meglio note come il Sole e i pianeti, alla ricerca di analogie. Qui nota che un gas di carbonio ha un aspetto simile allo spettro delle stelle di tipo 4, ma « rovesciato ». Immagino che Secchi osservasse un gas di carbonio riscaldato, in una fiamma e osservasse le righe in emissione, mentre nelle stelle di tipo 4 le stesse righe appaiono in assorbimento. Per « comodo di chi volesse occuparsi di questi studi» (sic!) Secchi fornisce 2 tabelle con le stelle « più belle del catalogo », qui di seguito riproduciamo la tabella delle stelle di tipo 4.

*Stelle di 4° tipo.*

n.° del Catal. di Schjell.	Ascensione retta	Declinazione	grandezza	Note
41	4. <sup>h</sup> 36, <sup>m</sup> 2	+ 67.° 54'	6 <sup>a</sup>	bella
43	4. 42, 8	+ 28. 16	8 <sup>a</sup>	
51	4. 58, 1	+ 0. 59	6 <sup>a</sup>	
78	6. 26, 9	+ 38. 33	6½	bella
89	7. 11, 5	— 11. 43	7½	
124	7. 44, 6	— 22. 22	6½	
128	10. 5, 8	— 34. 38	7	
132	10, 30, 7	— 12. 39	6	bella
136	10. 44, 8	— 20. 30	6½	
152	12. 38, 5	+ 46. 13	6	superba
159	13. 19, 3	— 11. 59	5½	
163	13. 47, 3	+ 41. 2	7	
229	19. 26, 5	+ 76. 17	6½	
238	20. 8, 6	— 21. 45	6	
249	21. 25, 8	+ 50. 58	9	
252	21. 38, 6	+ 37. 13	8,5	
273	23. 39, 2	+ 2. 42	6	bella

Figura 1: Riproduzione della tabella della II Memoria di Secchi nella quale elenca le più belle stelle di tipo 4.

Chi sono queste stelle e qual ne è la moderna classificazione? Nel 1994 F.M. McCarthy della Specola Vaticana fornì un'identificazione e classificazione per le stelle di tipo 4 « più belle » di Secchi. Riproduciamo qui una versione semplificata della sua tabella.

N. Schjellerup	HD	Altro nome	Tipo spettrale
41	30243	ST Cam	Nb
43	30755	TT Tau	Nb
51	32736	W Ori	Nb
78	46687	UU Aur	Na
89	54361	W CMa	Na
124	85405	Y Hya	Np
128	88539	AB Ant	Na
132	92055	U Hya	Nb
136		V Hya	N6
152	110914	Y CVn	Nb
159	116870	68 Vir	K2
163	121197		K5
229	183556	UX Dra	Nb
238	192737	RT Cap	Nb
249		#1 in NGC 7086 <sup>a</sup>	
252	206750	RV Cyg	N
273	223075	TX Psc	Na

<sup>a</sup>(Hoag et al. 1961 Publications of the U.S. Naval Observatory. 2d ser., v. 17, pt. 7, Washington, U.S. Govt. Print. Off., 1961, p. 468)

Tabella 1 : identificazione moderna delle stelle di tipo 4 nella tabella di Secchi, secondo Mc Carthy in *The MK process at 50 years. A powerful tool for astrophysical insight* Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Proceedings of a Workshop of the Vatican Observatory, held in Tucson Arizona, USA, September 1993, San Francisco: Astronomical Society of the Pacific (ASP), |c1994, edited by Chris Corbally, R. O. Gray, and R. F. Garrison, p.224

La maggioranza delle stelle di tipo 4 di Secchi hanno un tipo spettrale moderno N. I tipi spettrali R,N e S sono usati per stelle evolute del ramo asintotico delle giganti con temperature efficaci (la temperatura efficace di una stella è la temperatura di un corpo nero che emette la stessa quantità di energia per unità di superficie) inferiori a 3000 K. Queste stelle hanno alterato la loro composizione chimica originale mescolando nelle loro atmosfere i prodotti della nucleosintesi che avviene nella stella stessa. In particolare le stelle N sono ricche in carbonio. Si tratta di stelle rare, siccome corrispondono ad una fase evolutiva relativamente breve. Come mai allora Secchi le scoprì e si vide « costretto » a introdurre un tipo spettrale per esse ? Il campione di Secchi era limitato in magnitudine, e probabilmente queste stelle molto rosse per le quali egli stimava magnitudini visuali attorno alla sesta erano tra le più deboli accessibili al suo strumento. In un campione limitato in magnitudine gli oggetti intrinsecamente più luminosi sono sovrarappresentati. Se aggiungiamo a questo l'interesse che Secchi porta alle stelle di colore rosso abbiamo i due effetti di selezione che hanno portato Secchi a credere che le sue stelle di tipo 4 fossero altrettanto comuni che le tipo 3, che sono piuttosto le stelle che adesso classificheremmo di tipo F,G,K. Leggendo l'introduzione alle

stelle di tipo 4 ho trovato questo passaggio, che per me è di una chiarezza mirabile :

« Non tutte le stelle del 4° tipo sono di spettro identico: questo tipo ammette varietà maggiori che i tre precedenti. La riga nera dopo il verde coincide quasi con il magnesio, ma può bene anche appartenere al carbonio. Le misure più precise decideranno: la sua larghezza ci fa credere che non è la metallica. ».

Questa descritta da Secchi è una delle caratteristiche principali delle stelle al carbonio. Il « magnesio » è il tripletto b di Fraunhofer, ben visibile nello spettro del Sole e delle stelle di tipo solare. La « riga nera » è la banda di Swan che è dovuta alla molecola C<sub>2</sub>. Per calcolare la formazione e dissociazione delle molecole nelle atmosfere stellari bisogna tenere conto di tutte le molecole rilevanti, in prima approssimazione almeno le più abbondanti molecole diatomiche. In particolare se si vuole seguire la molecola di C<sub>2</sub> bisogna tenere conto anche le molecole di OH, CH, NH, CO, CN. Di queste quella con l'energia di legame maggiore è il CO, 11.1 eV, da comparare con 7.7eV per il CN, 6.2 eV per il C<sub>2</sub> e 4.4 per l'OH. Questo significa che gli atomi di O disponibili a formare molecole hanno la tendenza a sequestrare tutti gli atomi di C disponibili. Di solito l'ossigeno è più abbondante del carbonio, nel sole ci sono circa 2 atomi di ossigeno per ogni atomo di carbonio. Questo è il motivo per cui nelle stelle « normali » la banda di C<sub>2</sub> non è prominente, ci sono troppo poche molecole di C<sub>2</sub> che si formano. Ma nelle stelle al carbonio la situazione è ribaltata. Nelle loro atmosfere ci sono più atomi di carbonio che di ossigeno, quindi dopo che si è formato tutto il CO che si può formare restano ancora degli atomi di C disponibili a formare il C<sub>2</sub>. La cautela di Secchi nell'attribuire la riga nera a un composto del carbonio è d'obbligo. All'epoca la presenza della banda negli spettri delle fiamme di carbonio e composti era stata riportata da William Swan, ma l'identificazione definitiva con il C<sub>2</sub> avvenne appena nel 1930. Ciò nonostante non resta che meravigliarci di come, osservando gli spettri a bassa dispersione dei suoi strumenti a prismi, Secchi fosse in grado di accorgersi senza dubbio alcuno, che la banda di Swan è più larga delle righe atomiche (come il tripletto b) : « non è la metallica ».

## La superba

Secchi osservava visualmente gli spettri e poi li descriveva testualmente. In qualche caso faceva un disegno per illustrare lo spettro. È interessante vedere come nella sua prosa Secchi usasse aggettivi che vengono usati di solito per descrivere qualità estetiche, come « bella » o « magnifica » e non lesinava i punti esclamativi. Dalla prosa di Secchi traspare l'entusiasmo per quello che osservava. Ecco per esempio come comincia la sua descrizione dello spettro di Arturo, nel catalogo pubblicato nel 1867 :

« Bellissimo oggetto ! Color giallo carico. Dopo Aldebaran è una di quelle in cui le righe sono più nette e spiccate. Esse sono numerose e fine come nel sole ». Infatti a tutt'oggi Arturo è la principale stella di riferimento da confrontare con gli spettri delle stelle giganti. Ed ecco come descrive Sirio : « Magnifica stella di tipo  $\alpha$  della Lira (Vega, n.d.r.) : si vede magnificamente la terza riga W nel violetto estremo ed è molto larga ». La riga W nel violetto estremo è l'H $\delta$ , che Secchi non riuscì a identificare, mentre identificò correttamente la riga F con H $\beta$  e V con H $\gamma$ . Credo che Secchi scrivesse « terza » perchè è la terza da sinistra (rosso) verso destra (violetto), dopo F e V.

Veniamo ora alla stella 152 di Schjellerup, a fianco Secchi annota « superba ». In effetti nell'introdurre le stelle di tipo 4° Secchi dice : « Questo tipo non fu ravvisato da principio che in una sola stella, e non si sospettò la sua generalità, perchè racchiude generalmente delle stelle assai piccole e non superiori alla 6a grandezza. Questo tipo ha per rappresentante la stella di Lalande H.C. n°12561 esaminata nella prima memoria.

Noi abbiamo preferito la bella stellina n°152 di Schjellerup che è anche più nitida. »

Ecco come la descrive nel catalogo :

« Magnifico oggetto di 4° tipo, e veramente singolare per la sua vivacità. È composto di tre zone assai vive e larghe. Una gialla, l'altra verde e la terza bleu. Sono tutte vivaci assai taglienti verso il violetto, e sfumate dal lato del rosso. »

L'altra stella è tratta dalla Histoire Celeste Française di Jerome Lalande che probabilmente Secchi

conosceva tramite il catalogo pubblicato nel 1847 da Baily a Londra, con le posizioni delle stelle ridotte all'epoca 1800 da Schumacher. La stella n° 12561 in questione è molto probabilmente HD 46776 una nana M di ottava grandezza in V, ma di terza grandezza nella banda infrarossa J. Quindi Secchi metteva nello stesso tipo le stelle M e le N, anche se aveva preso una N come rappresentante fondamentale.

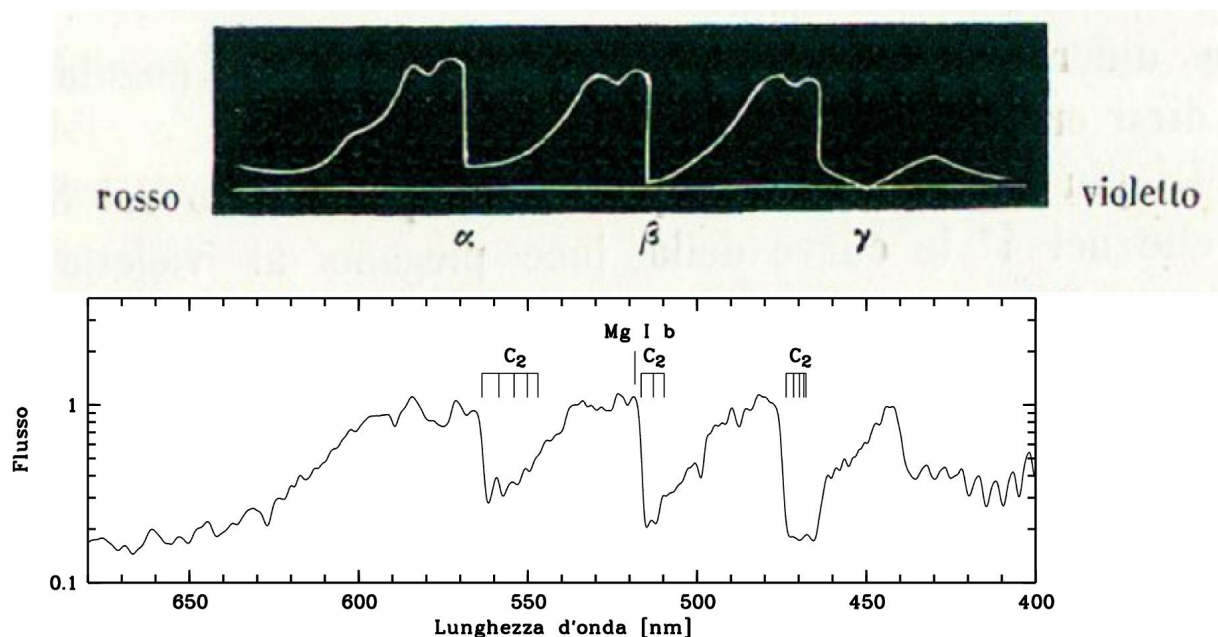


Figura 2: Sopra : lo spettro della stella n°152 di Schjellerup disegnato da Secchi. Sotto : lo spettro della stessa stella osservato con SOPHIE. La risoluzione dello spettro SOPHIE è stata degradata in modo da assomigliare a quello dello spettro prismatico di Secchi. La scala verticale è logaritmica e lo spettro è stato normalizzato in modo simile a quanto fatto da Secchi.

Nella Figura 2 mostro lo spettro della stella 152 di Schjellerup disegnato da Secchi. Sotto mostro uno spettro moderno osservato da me con lo spettrografo SOPHIE sul telescopio da 1.93m dell'Osservatorio dell'Alta Provenza (Observatoire de Haute Provence). Nella figura la risoluzione dello spettro SOPHIE è stata degradata per renderla simile alla risoluzione dello spettro di Secchi. Lo spettro è mostrato su una scala logaritmica, per avvicinarsi alla sensibilità dell'occhio umano ed è stato normalizzato in modo simile a quanto fatto da Secchi nel proprio disegno. Rispetto allo spettro di Secchi lo spettro SOPHIE ha un'accurata scala in lunghezza d'onda che ci permette di identificare le principali bande molecolari e righe atomiche. È allora chiaro che tre zone « assai vive e larghe » descritte da Secchi sono tre bande del sistema di Swan del C<sub>2</sub>. Sul rosso della banda centrale appare il tripletto b del magnesio, correttamente disegnato e identificato da Secchi. Nella Figura 3 mostro il dettaglio della testa di banda delle bande centrali del sistema di Swan usando la piena risoluzione dello spettro SOPHIE ( $\lambda/\Delta\lambda = 40000$ ), le righe del magnesio si vedono anche chiaramente ma è anche ovvio che nella zona c'è una miriade di altre righe atomiche e molecolari, quindi quello che è stato identificato da Secchi come magnesio, alla risoluzione del prisma, ha in realtà un importante contributo da molte altre righe.

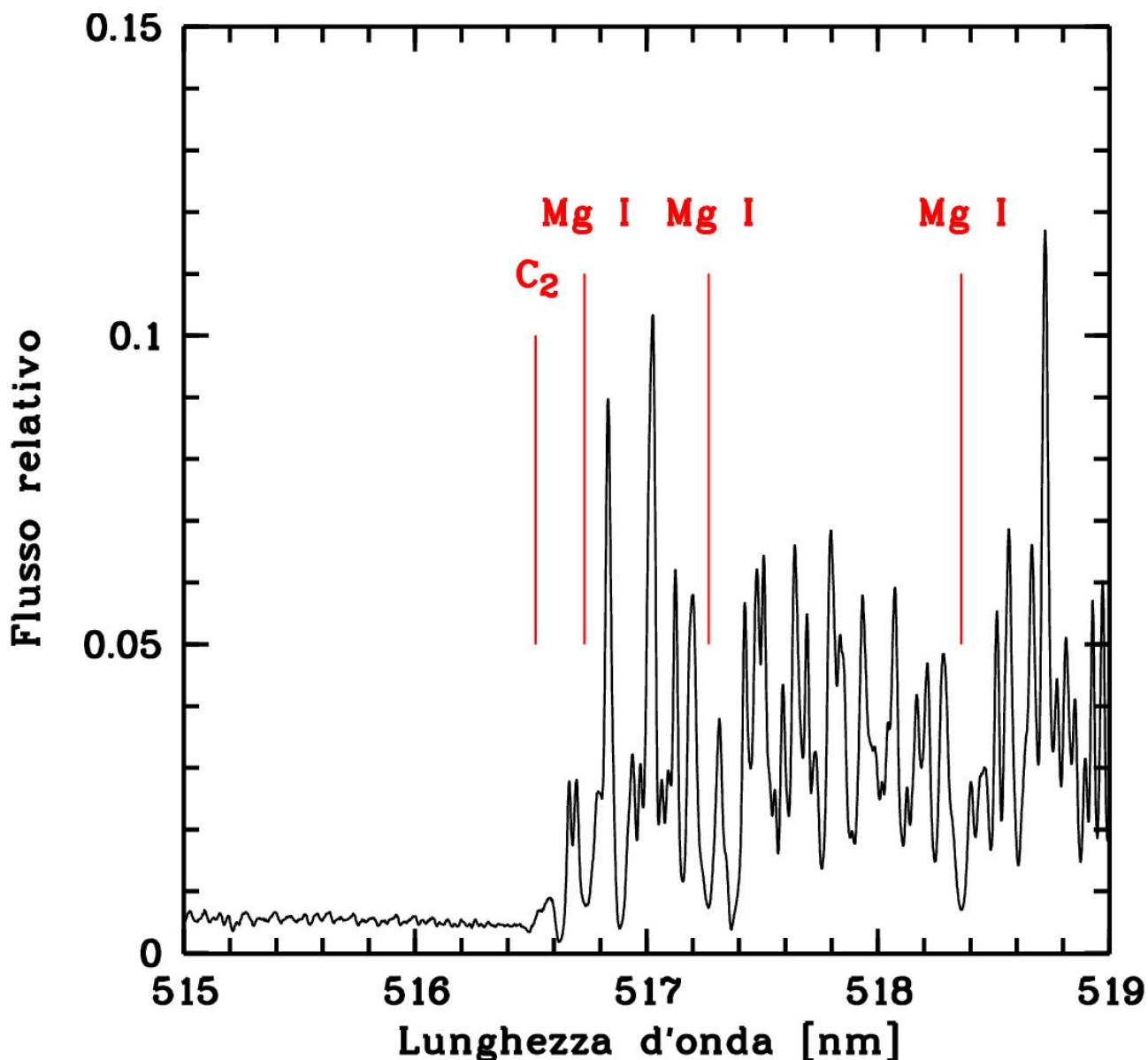


Figura 1: Dettaglio di una testa di banda del sistema di Swan del C2. La lunghezza d'onda della testa di banda è segnata, così come la posizione delle righe del tripletto b del magnesio neutro.

Per me è stupefacente come Secchi sia riuscito a disegnare uno spettro così accuratamente, soprattutto se penso che quello che lui disegna è uno spettro « estratto » cioè come se avesse sommato tutto il segnale lungo l'altezza della fenditura, calibrato in intensità e normalizzato. Tutti questi passi della « riduzione dati » Secchi deve averli fatti a mente, con l'occhio allo spettrometro. Anche la fedeltà della scala in lunghezza d'onda è notevole.

La nota di Secchi a fianco di questa stella è stata ripresa nella letteratura a cominciare dal libro « Star-names and their meanings » pubblicato a New York nel 1899 da Richard Hinckley Allen via via fino ai nostri giorni ad esempio nel « The Star Atlas Companion: What you need to know about the Constellations » di P. M. Bagnall, pubblicato nel 2012. L'annotazione di Secchi è stata presa come nome proprio tanto che la base di dati stellari SIMBAD (<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>) la riconosce con il nome « La Superba ».