

Alcune considerazioni sul miglioramento della risoluzione spettrale nei sistemi auto collimanti Littrow

Some considerations on improving spectral resolution in Littrow self collimating systems

La presente scheda riguarda alcuni esperimenti finalizzati al miglioramento della risoluzione spettrale R nei sistemi auto collimanti Littrow in alta risoluzione ($R > 10000$) senza utilizzare ottiche di più lunga focale e quindi lasciando inalterata la compattezza ed il peso dello strumento. A tal fine è stato utilizzato lo spettrografo autocostruito HIRSS2, dedicato appunto a prove sperimentali.

This report concerns some experiments aimed at improving the spectral resolution R in Littrow auto collimating systems in high resolution ($R > 10000$) without using optics of longer focal length and letting unchanged the dimensions and the weight of the instrument. For this purpose, the HIRSS2 self made spectrograph was used, dedicated precisely to experimental tests.



Lo strumento, nella sua configurazione attuale, è composto da uno spettrografo costituito da un rifrattore acro Antares 100/500 e da un reticolo quadrato da 50 mm di lato e 1800 l/mm blazed per 500 nm: la fenditura usata è quella in vendita presso Surplushed. Il telescopio che illumina la fenditura, con luce solare od altro, inizialmente un acro Antares 80/400 è stato ora sostituito da un obiettivo acro Carl Zeiss Jena 62/420. La camera usata è stata una DMK 51 AS. Per ciascun spettro del sole è stato registrato un filmato AVI di 700 frames mediati con Registax. I profili spettrali e le relative misurazioni sono stati effettuati con Visual Spec.

The instrument, in its current configuration, is composed of a spectrograph consisting of an Acromatic Antares 100/500 refractor and a square grating with a 50 mm side and 1800 g / mm blazed for 500 nm. The slit used is the one on sale at Surplushed. The telescope that illuminates the slit, with sunlight or anything else, initially an Antares 80/400 acro refractor has now been replaced by a Carl Zeiss Jena 62/420 acro lens. The camera used was a DMK 51 AS. For each spectrum of the sun an AVI video of 700 frames was recorded, after stacked by Registax. The spectral profiles and other measurements have been made by Visual Spec software.

Partendo dall'ipotesi che una lente di barlow aumenta la focale del telescopio cui viene applicata e che crea un'immagine virtuale ingrandita della fenditura sia nel senso della lunghezza che della larghezza, si sono interposte due lenti di barlow GSO, una 2X ed una 5X tra l'ottica dello spettroscopio e la fenditura, a breve distanza dalla fenditura stessa, mantenendo in tutti i casi la sua chiusura a circa 30 micron. Si sono quindi ripresi spettri della luce solare nelle zone del sodio e della riga H alfa dell'Idrogeno. Il risultato, misurato sulla FWHM della riga più sottile con Visual Spec, è stato il seguente:

Starting from the hypothesis that a barlow lens increases the focal length of the telescope to which it is applied and that creates an enlarged virtual image of the slit both in the direction of length and width, two GSO barlow lenses have been interposed, one 2X and one 5X between the optics of the spectroscope and the slit, at a short distance from the slit itself, maintaining in all cases its closure at about 30 microns. Therefore there were taken some spectra of solar light in Na and H alpha zone. The result, measured on the FWHM of the thinnest line of the spectrum with Visual Spec, was the following:

- 1) Senza barlow od altri aggiuntivi ottici: a λ 5883.73 Å **R= 20572**
Without Barlow or others optical devices

2) Con Barlow 2X a 57 mm dalla fenditura vs l'ottica

With 2X Barlow lens at 57 mm from the slit

a 5883.73 Å **R = 25806** +27%

3) Con Barlow 5X inserita tra fenditura e l'ottica dello spettrografo ed il reticolo: a 15 mm dalla fenditura stessa

With 5X barlow inserted between the slit and the optics of the spectroscope, at 15 mm from the slit itself

a λ 5884.17 Å **R = 34411** +69%

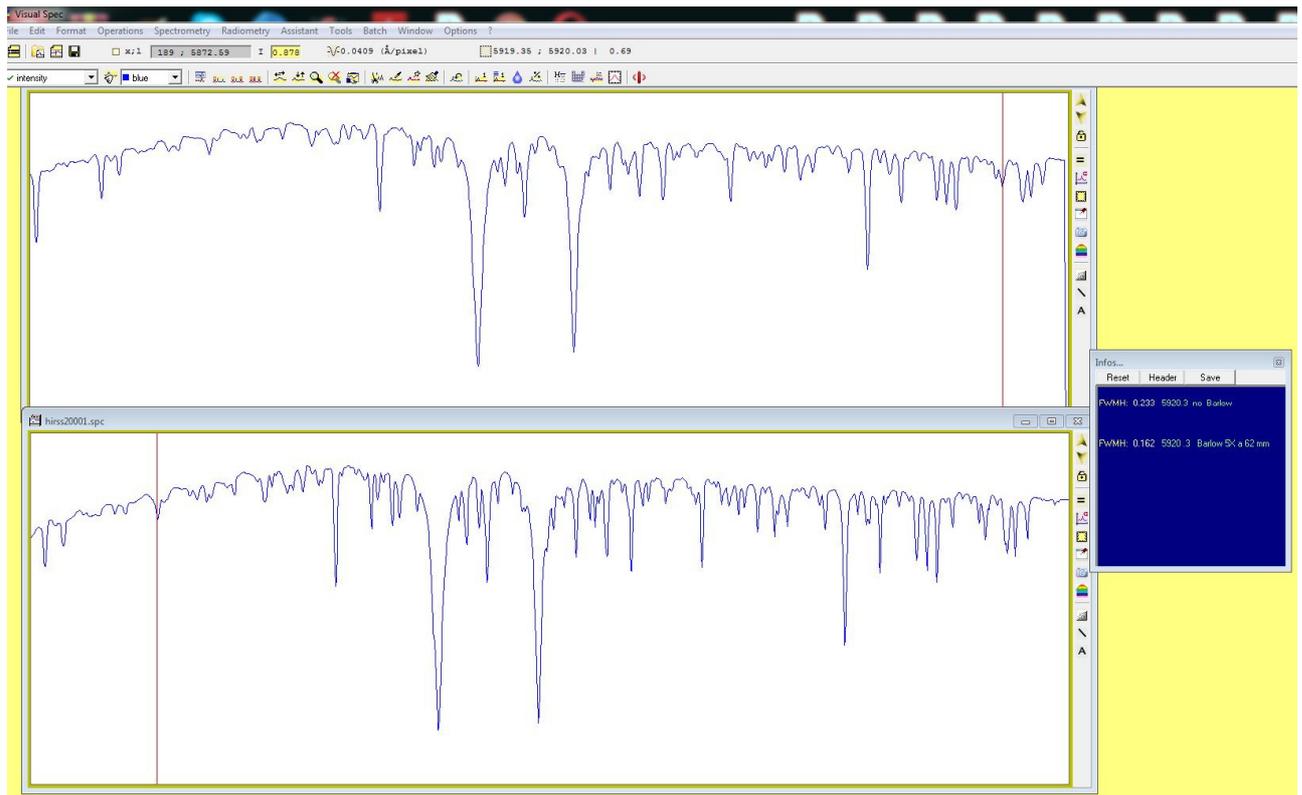
4) Barlow 5X inserita tra fenditura e l'ottica dello spettrografo (ed il reticolo) a 62 mm dalla fenditura:

With a 5X Barlow between the slit and spectroscope optics (and grating) at 62 mm from the slit.

a λ 5920.3 Å **R = 36545** +75.6%

Nell'immagine che segue è mostrato il confronto tra il profilo spettrale nella zona del doppietto del sodio senza aggiuntivi ottici e con la barlow 5X: la differenza è apprezzabile anche a occhio, nonostante la bassa risoluzione dell'immagine.

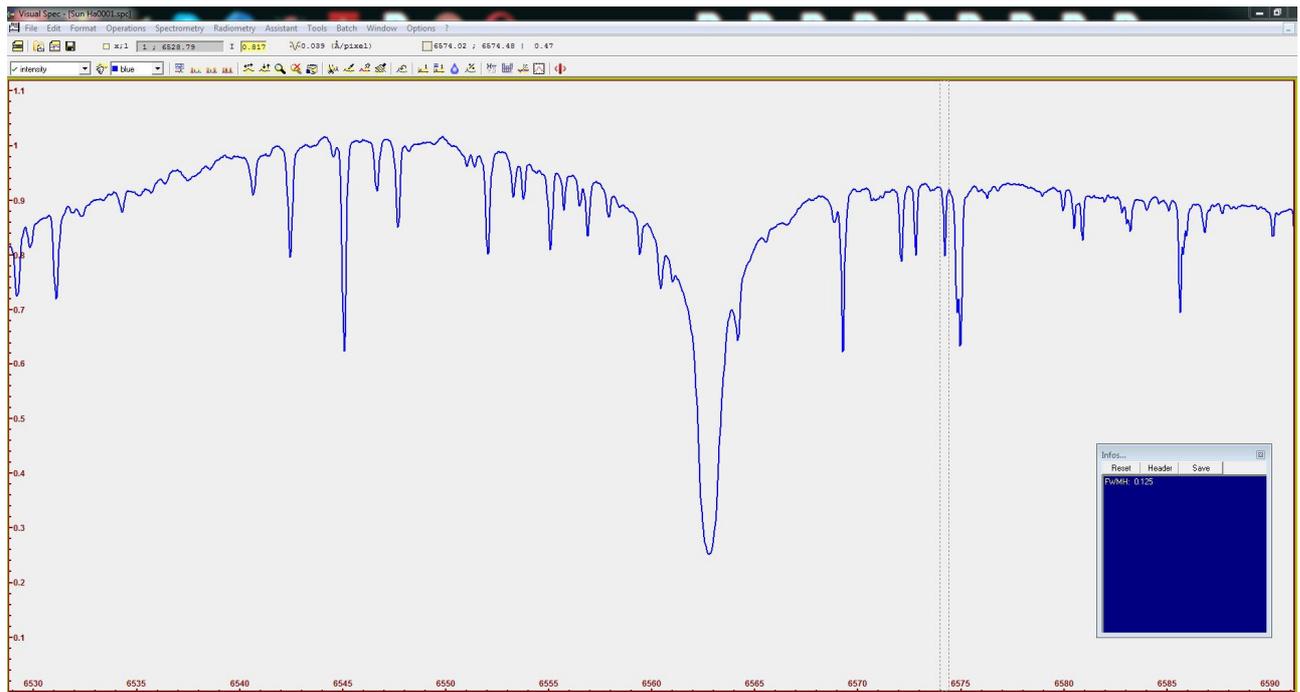
The following image shows the comparison between the spectral profile in the area of the sodium doublet without additional optics and with the 5X barlow: the difference is appreciable even by the eye, despite the low resolution of the image.



Nella zona H alpha, sempre nella stessa configurazione, si ha, come mostrato nella figura che segue:

In the H alpha zone, always in the same configuration, is, as shown in the following image:

a λ 6574.3 Å **R= 52594**



5) Con lente cilindrica da 25 mm FL a 53 mm dalla fenditura
With a 25 mm FL cylinder lens at 53 mm from the slit

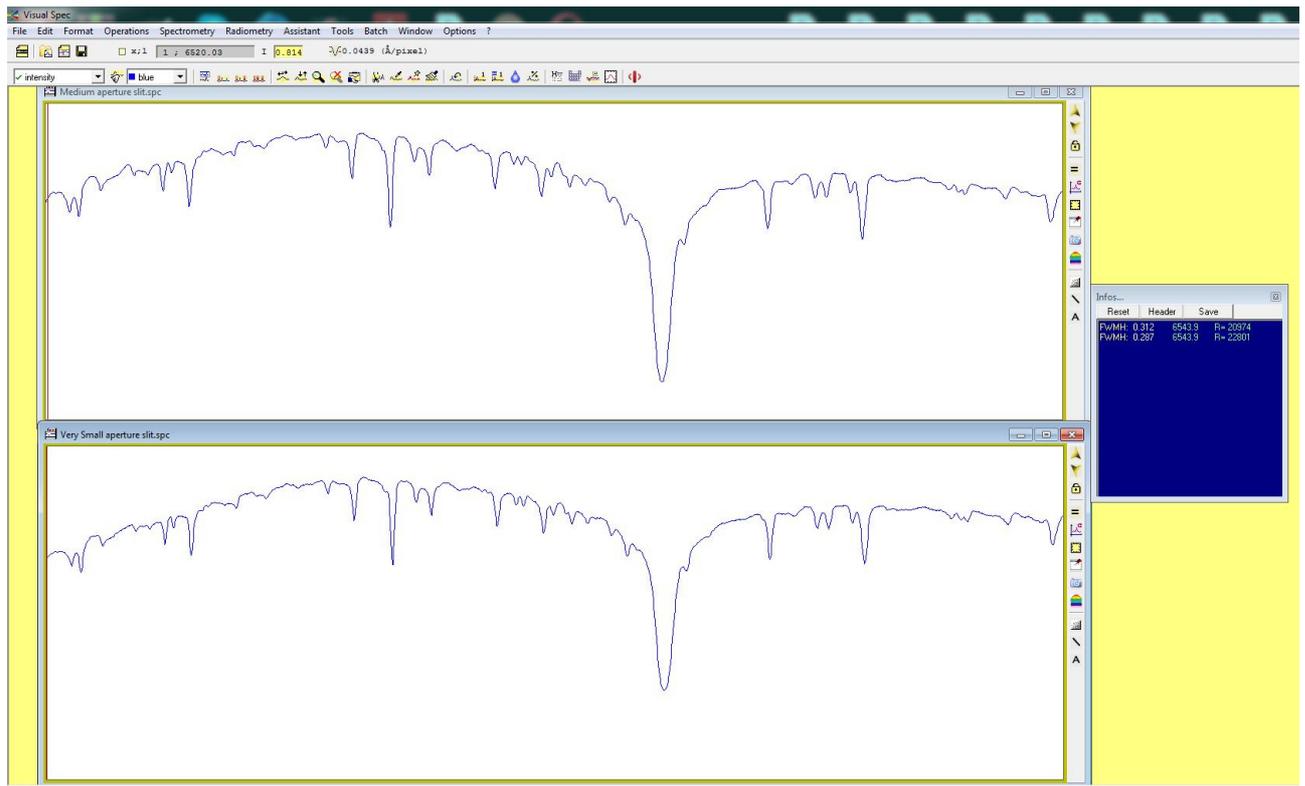
La risoluzione in zona H alpha è stata pari o leggermente inferiore a quella normale con una chiusura di 30 micron e migliora di poco chiudendo al massimo possibile la fenditura, (**da R= 20900 a R= 22800**) ma la cosa interessante è la quasi totale eliminazione del transversalium, anche a fenditura quasi completamente chiusa, (10-15 micron) come si osserva nell'immagine della riga H alpha che segue.

The resolution in the H alpha zone was equal to or slightly lower than normal with a 30 micron closure and improves slightly by closing the slit as much as possible, (from R = 20900 to R = 22800) but the interesting thing is the almost total elimination of the transversalium, even with a slit almost completely closed, (10-15 microns) as seen in the image of the H alpha line that follows.



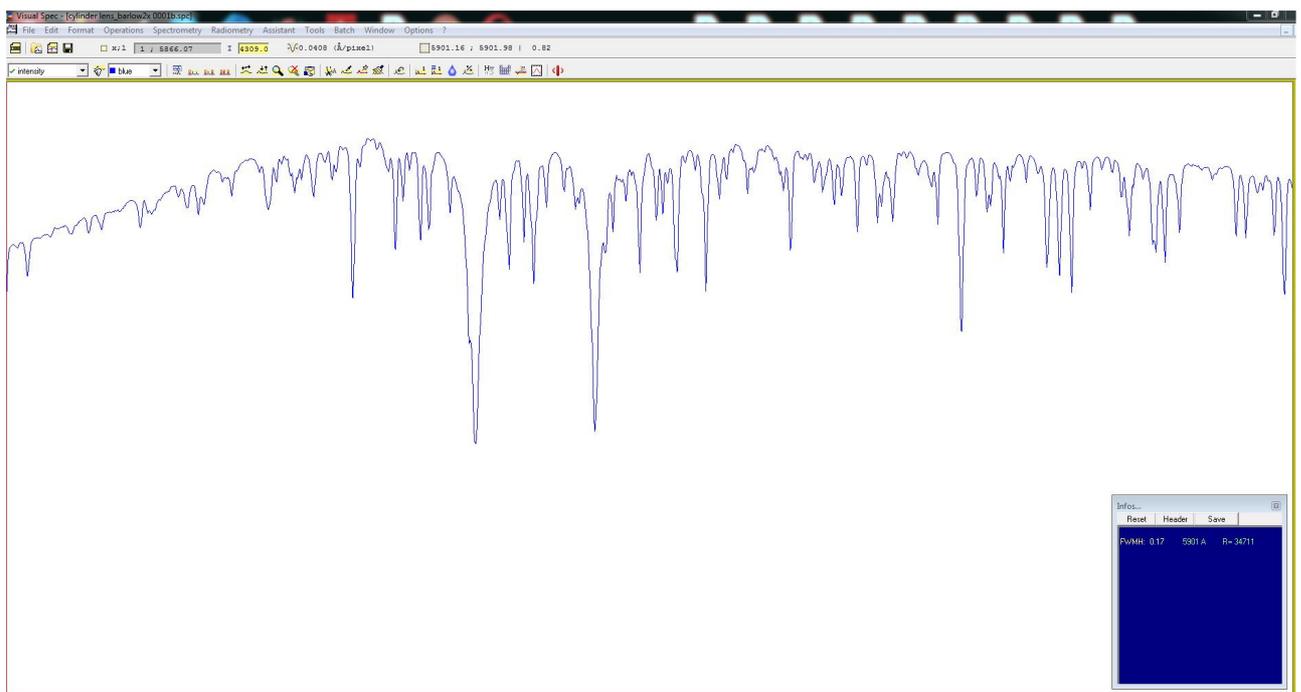
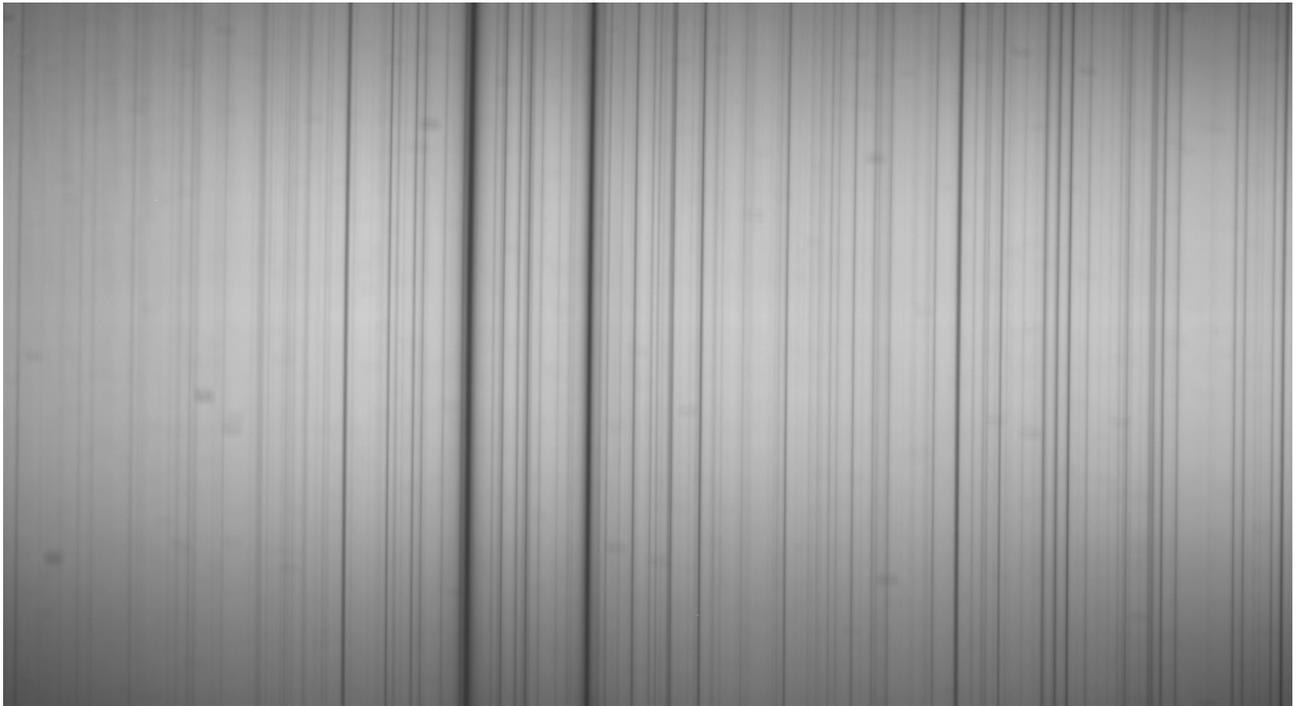
Nel profilo spettrale seguente è mostrato il confronto tra R misurata a 6543 \AA con fenditura aperta a circa 30 micron e quella aperta a circa 15 micron

The following spectral profile shows the comparison between R measured at 6543 \AA with a slit closed at about 30 microns and that open at about 15 microns:



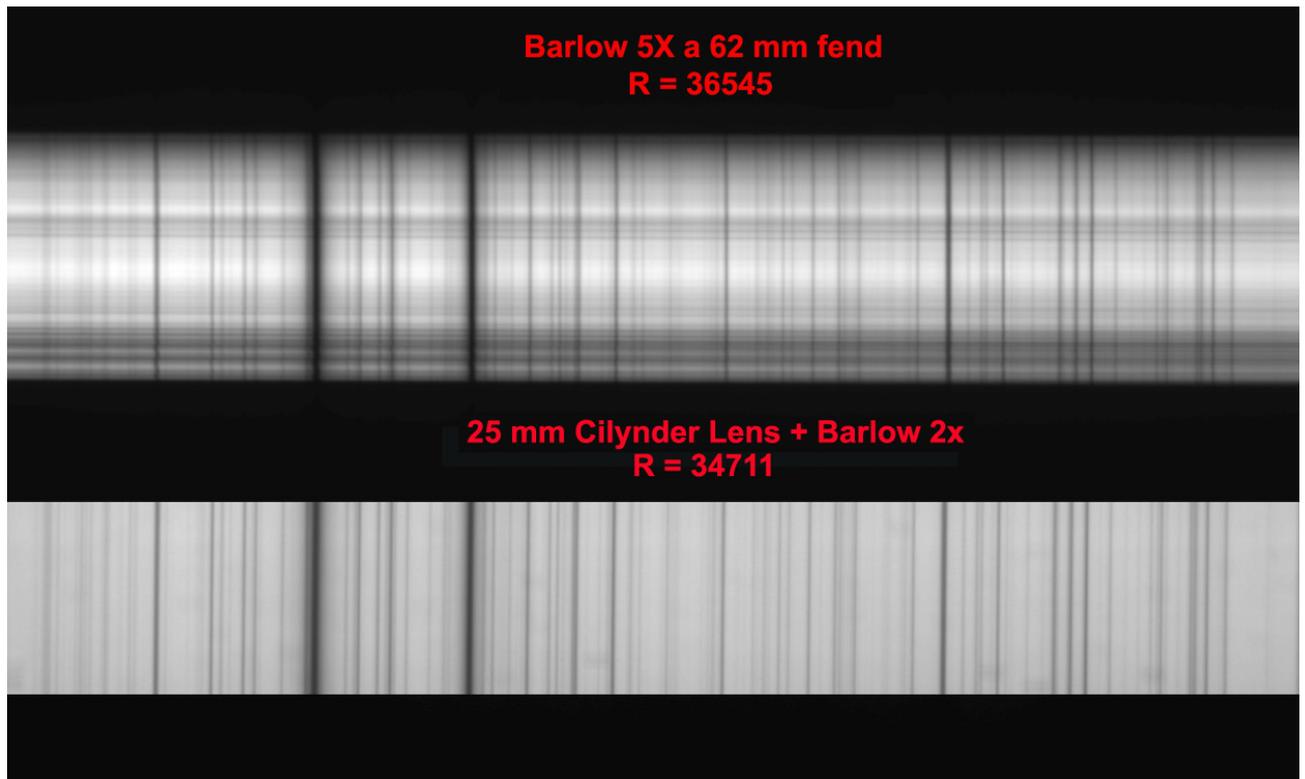
Con una lente cilindrica posta a 52 mm dalla fenditura ed una barlow 2X a 6 mm dalla lente cilindrica si ottiene inoltre il seguente spettro bidimensionale ed il profilo spettrale che segue:

With a cylindrical lens placed 52 mm from the slit and a 2X barlow 6 mm from the cylindrical lens, the following two-dimensional spectrum and the spectral profile that follows



Il Potere risolutivo a 5901 Å è pari a **R= 34711**. Di seguito è riportato il confronto col caso della barlow 5X.

*The resolving power at 5901 Å is equal to **R = 34711**. Below is a comparison with the case of the 5X barlow.*



In conclusione, l'applicazione di una barlow 5X a 62 mm dalla fenditura comporta un miglioramento nel potere risolutivo spettrale di circa il 75%. Ovviamente trattasi di potere risolutivo "sul campo" e non teorico, che, per quanto non particolarmente elevato, può essere decisivo in alcune applicazioni come lo splitting Zeeman delle righe.

Diverso il risultato con una lente cilindrica, che, come si è visto, comporta solo un miglioramento trascurabile nel potere risolutivo, ma enorme nella definizione degli spettri bidimensionali con fenditure molto chiuse per l'assenza del transversalium. La Lente cilindrica accoppiata ad una barlow 2X comporta invece, oltre alla pratica assenza di transversalium un aumento consistente nel potere risolutivo spettrale di circa il 68%.

In conclusion, the application of a 5X barlow at 62 mm from the slit involves an improvement in the spectral resolving power of about 75%. Obviously this is a resoluteive power "in the field" and not theoretical, which, although not particularly high, can be decisive in some applications such as the Zeeman splitting of the lines.

The result is different with a cylindrical lens, which, as we have seen, involves only a negligible improvement in the resolving power, but enormous in the definition of the two-dimensional spectra with very closed slits for the absence of transversalium. The cylindrical lens coupled to a 2X barlow, on the other hand, entails, in addition to the practical absence of transversalium, a consistent increase in the spectral resolving power of about 68%.