

# Nota sobre el poder resolvente de REOSC-DC con la cámara Sophia

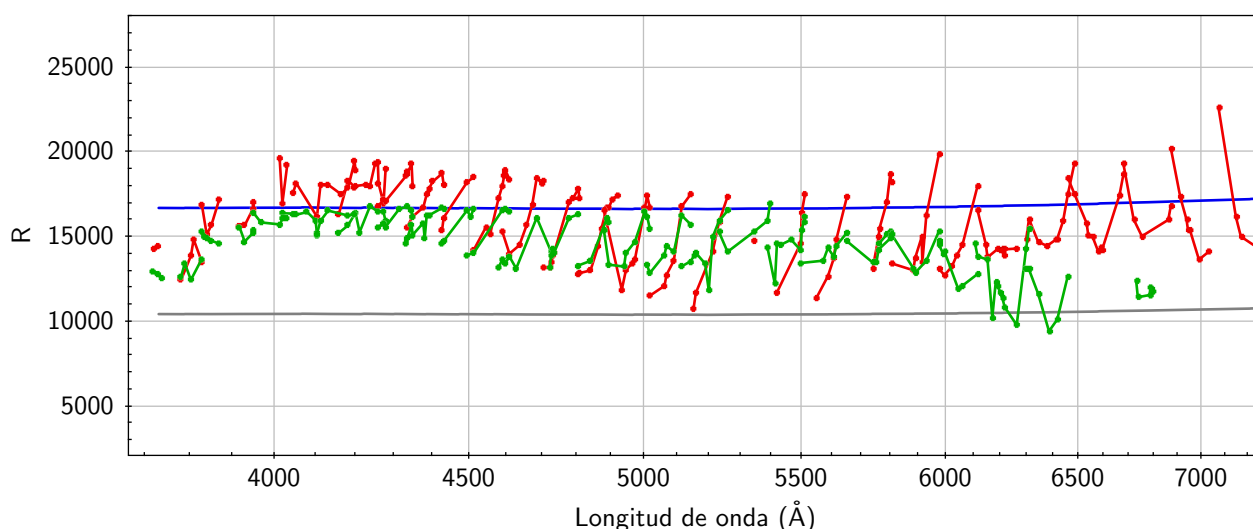
Federico González

En la práctica el ancho del perfil instrumental, y por lo tanto el poder resolvente  $R (= \lambda/\Delta\lambda)$ , depende del patrón de difracción de la red (de ancho despreciable en este caso), de la calidad de la imagen de la cámara, del tamaño de los pixeles del detector y del ancho de la ranura. Más precisamente el perfil instrumental final es la convolución de los perfiles correspondientes.

## El muestreo con el CCD Sophia

El CCD de la nueva cámara Sophia tiene pixeles de  $15 \mu\text{m}$ , mientras que los del Tek eran de  $24 \mu\text{m}$ . Esto hace que el poder resolvente  $R$  sea ligeramente mayor con la Sophia y el muestreo sea más consistente con el seeing típico del CASLEO. Un perfil instrumental de 2.5 pixeles del CCD Sophia corresponde a un ancho de ranura de  $243 \mu\text{m}$  y a  $2''.75$  en el cielo, mientras que 2.5 pixeles del Tek correspondían a  $389 \mu\text{m}$  y  $4''.4$  en el cielo. Cuando se desea medir buenas velocidades radiales, el ancho de la ranura debería ser menor o del orden del FWHM del seeing para asegurar que un centrado defectuoso de la estrella no se traduzca en un corrimiento significativo en velocidad. Por lo tanto, con el seeing típico del CASLEO ( $> 2''$ ), es aconsejable un ancho de ranura de  $250 \mu\text{m}$  (o  $200 \mu\text{m}$  en noches de seeing excepcionalmente bueno), lo que a su vez produce un muestreo correcto (2.0-2.6 pix) en el detector. Con el Tek, en cambio, había un submuestreo si se usaba ranuras menores a  $300 \mu\text{m}$ . Con ranura de  $200 \mu\text{m}$ , por ejemplo, la mayor parte de las líneas tenían FWHM entre 1.5 y 2.0 pix.

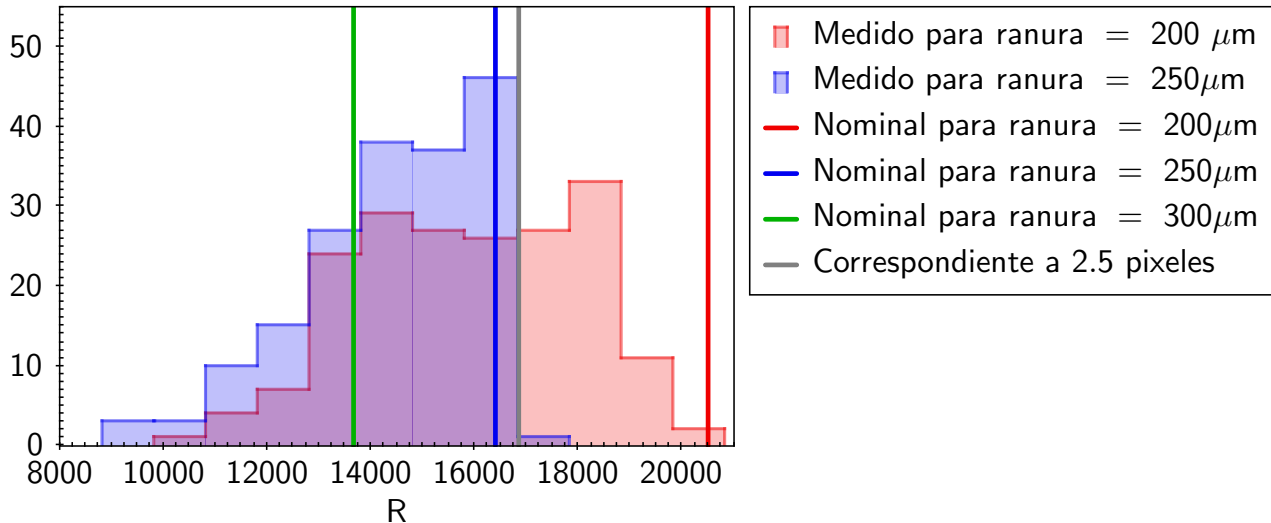
Si adoptamos como poder resolvente nominal el correspondiente a 2.5 pixeles, entonces con la cámara Sophia se tiene un valor aproximadamente constante de  $R_{2.5\text{pix}}=16700$  (Fig. 1).



**Figura 1:** Poder resolvente en función de la longitud de onda. La línea azul (gris) corresponde al poder resolvente nominal (2.5 pix) usando el detector Sophia (Tek). Los símbolos rojos (verdes) corresponden a mediciones del FWHM de las líneas de una lámpara de comparación tomada con una ranura de  $200 \mu\text{m}$  ( $250 \mu\text{m}$ ) y la cámara Sophia. Las líneas espectrales correspondientes a un mismo orden echelle están unidas por una línea continua.

## Efecto del ancho de la ranura

Vimos que una ranura de 200-250  $\mu\text{m}$  produce un muestreo correcto en la Sophia. Ranuras más anchas degradan el poder resolvente. Aún entre las ranuras de 200 y 250  $\mu\text{m}$  se aprecia una pequeña diferencia de poder resolvente, como puede verse en la Fig. 2.



**Figura 2:** Histogramas de las mediciones de poder resolvente R correspondiente a las líneas espectrales de dos lámparas de comparación de Th-Ar tomadas con anchos de ranura de 200 y 250  $\mu\text{m}$ . Las líneas verticales marcan el valor de R correspondiente a la proyección del ancho nominal de la ranura en el detector.

Puede observarse en la figura que la distribución correspondiente a 250  $\mu\text{m}$  tiene un corte abrupto en el valor nominal del ancho de la ranura. En otras palabras, ninguna línea espectral tiene un FWHM menor (un R mayor) que el valor nominal del ancho de la ranura. La distribución se estira hacia R menores debido a otros efectos que contribuyen al ensanchamiento de las líneas, particularmente la calidad de foco de la cámara como veremos enseguida.

Se ve que el poder resolvente es algo mayor con una ranura de 200  $\mu\text{m}$ , pero la distribución está más apartada de su valor nominal. Esto es porque, al ser la ranura más angosta, el perfil está dominado por la contribución de la calidad de foco y no tanto del ancho de la ranura.

Concretamente la mediana de las distribuciones corresponde a los siguientes valores:

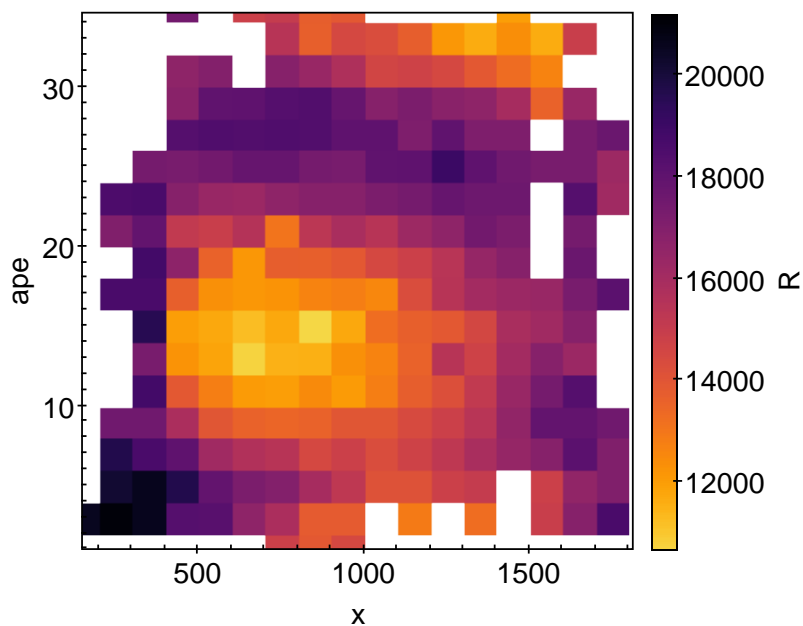
	Ranura 200 $\mu\text{m}$	Ranura 250 $\mu\text{m}$
R	16100	14674
Perfil instrumental en píxeles	2.61 pix	2.76
Perfil instrumental en velocidad	18.6 km/s	20.4 km/s
Perfil en el plano de la ranura	255 $\mu\text{m}$	270 $\mu\text{m}$
Perfil proyectado en el cielo	2".88	3".04

## La calidad de imagen de la cámara

El FWHM de las líneas espectrales depende también de las aberraciones ópticas y la calidad de enfoque de la cámara. Esto es algo que varía cada vez que se monta el instrumento y se reenfoca. Debido a que la superficie focal de la cámara no es perfectamente plana, no se logra la misma calidad de foco en todo el CCD. Esto es más notorio con el Sophia ya que tiene un área más grande. La variación de la calidad de foco sobre el CCD es lo que ensancha y corre hacia abajo las distribuciones de R mostradas en la Fig. 2.

Como un ejemplo concreto en la Fig. 3 se muestra el poder resolvente en distintas partes del CCD para una lámpara de comparación obtenida el 7 de julio 2023 con Sophia y ranura de 200  $\mu\text{m}$ . Por simplicidad se grafica en ordenadas el número de la apertura en lugar de el número de fila del CCD.

Puede verse claramente el patrón de la calidad de foco. Teniendo la superficie focal cierta curvatura, las regiones oscuras corresponden al círculo definido por la intersección de esa superficie con el plano del detector. Es decir, a los efectos de buscar una calidad de imagen aceptable en todo el CCD no se ha enfocado sobre eje óptico, que correspondería aproximadamente al centro del CCD, sino a una distancia intermedia entre el centro y los bordes del detector.



**Figura 3:** Poder resolvente en distintas partes del detector. En abscisas se grafica la columna del CCD y en ordenadas el número de la apertura de extracción (orden echelle  $m=28+\text{nro. apertura}$ ).

En conclusión, el mayor poder resolvente que se puede lograr con el REOSC-DC con Sophia es cercano a  $R=19000$ , pero no sobre todo el espectro. En general siempre habrá regiones con R menor, de hasta 13000. Ya que esto es ocasionado por la óptica de la cámara, no mejora usando ranuras más angostas que 200  $\mu\text{m}$ . Puede decirse que el poder resolvente es en promedio  $R=16000$ . Obviamente, R disminuye si se usan ranuras progresivamente más anchas. Con ranura de 250  $\mu\text{m}$  el efecto se nota sólo en las regiones de mejor foco.