

Espectrógrafo Boller & Chivens “Bolitas” (Información Complementaria)

J.M. Núñez, M. A. Moreno, B. Martínez, J. M. Murillo, F. Murillo, G. Guisa y B. García.

Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México.
Observatorio Astronómico Nacional
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

RESUMEN:

En este trabajo se presenta información que complementa el manual existente para el espectrógrafo Boller & Chivens mejor conocido como “Bolitas”. Se presenta información sobre el funcionamiento del mecanismo del sistema de rendija, se hace un análisis de

la proyección de la rendija en el plano imagen de la cámara del espectrógrafo y por último se presentan las opciones de máscara con las que cuenta este instrumento.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN-----	2
2. MECÁNICA DEL SISTEMA DE RENDIJA-----	2
3. POSICIONES DE LA RENDIJA -----	3
4. PROYECCIÓN DE LA RENDIJA -----	5
5. POSICIONES DE MÁSCARAS-----	9
6. CONCLUSIONES-----	12
7. REFERENCIAS-----	13

1. INTRODUCCIÓN

El Observatorio Astronómico Nacional (OAN) cuenta con un conjunto de instrumentos astronómicos [1] usados para realizar investigación científica entre los que se encuentran dos espectrógrafos Boller & Chivens. Uno de ellos es utilizado en el telescopio de 2.1m del OAN y el otro es utilizado en el telescopio de 84cm. Para diferenciarlos, el espectrógrafo que es utilizado en el telescopio de 84cm es conocido como espectrógrafo “Bolitas”, asociado al Boller & Chivens pequeño.

El espectrógrafo “Bolitas” es de resolución media (modelo 26767) y fue adquirido en 1974 para ser usado en el foco Cassegrain del telescopio 84cm del OAN en San Pedro Mártir (SPM) [2]. Un manual de operación ha sido escrito en el que se detalla el estado actual del espectrógrafo después de la actualización realizada al rededor del año 2000 [2].

El objetivo de este trabajo es complementar el manual existente con información importante acerca del sistema de la rendija.

2. MECÁNICA DEL SISTEMA DE RENDIJA

La rendija es una parte esencial en un espectrógrafo, ya que su apertura influye en la resolución espectral. Por tanto es importante conocer su ancho para que los cálculos en los que se encuentra involucrada esta variable sean los correctos y se tenga menor incertidumbre en la interpretación de los datos obtenidos. En la Sección 3, se abordarán con mayor detalle algunos cálculos del ancho de la rendija en función de la amplificación del sistema óptico (colimador-cámara) usado en el espectrógrafo Boller & Chivens .

El espectrógrafo Boller&Chivens (“Bolitas”) posee un sistema de cinco rendijas, que están trazadas sobre una placa de silicio fundido de 1 mm de espesor, con película de aluminio en su superficie. La elección de la rendija se lleva a cabo desplazando la placa mediante dos tornillos que actúan como rieles (ver *Figura 1*). Esto permite centrar la rendija tanto como se quiera.

a)



b)

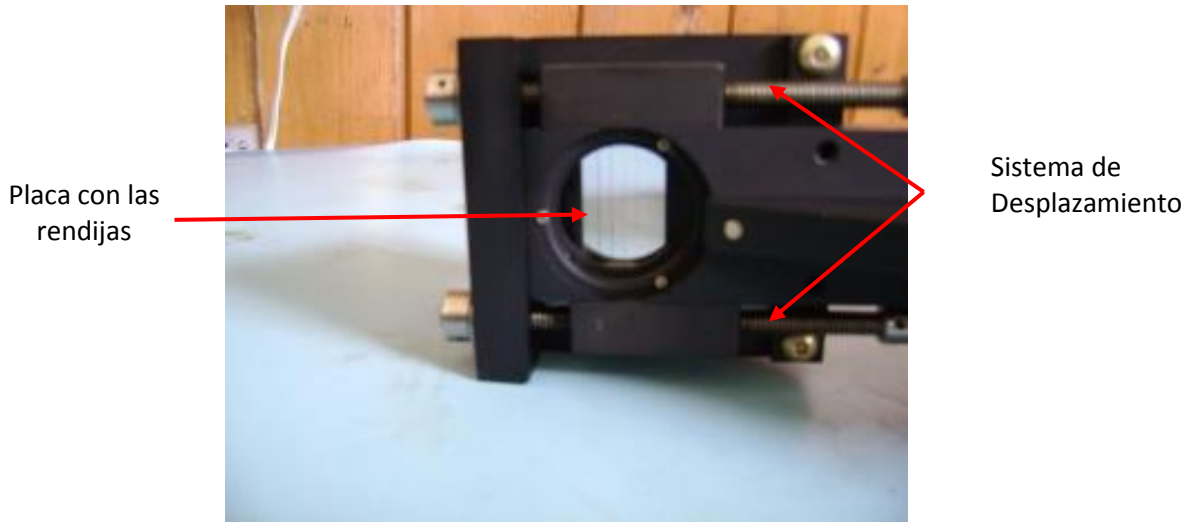


Figura 1: a) Mecanismo que sostiene la placa de rendijas b) Acercamiento de la placa de rendijas.

3. POSICIONES DE LA RENDIJA

El espectrógrafo tiene acceso a 5 rendijas con aberturas diferentes. Por un costado del espectrógrafo se encuentran dos indicadores analógicos: rendijas (SLIT) y máscaras (STELLAR WINDOW). Ver *Figura 2*.



Figura 2: Indicadores analógicos para rendijas y máscaras.

A continuación se presenta un conjunto de fotografías que permiten relacionar la posición de la rendija en el lector analógico y la imagen obtenida por la cámara del ocular. Es importante notar que la aguja del indicador de posición no está centrada exactamente en el número para las posiciones de rendija 28, 56 y 80. Para las posiciones 112 y 160, la aguja sí concuerda con el número del indicador de posición analógico.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 3: Posiciones de rendija: a) 160, c) 112 y e) 80 con las imágenes correspondientes obtenidas por la cámara del ocular.



a)



b)



c)



d)

Figura 4: Posiciones de rendija: a) 56 y c) 28 con las imágenes obtenidas por la cámara del ocular.

4. PROYECCIÓN DE LA RENDIJA

La proyección del ancho de la rendija en el plano imagen de la cámara del espectrógrafo puede ser calculada tomando en cuenta la amplificación del sistema óptico formado por el colimador-cámara.

La amplificación de un espectrógrafo se calcula considerando el sistema óptico formador de la imagen de la rendija (ver *Figura 5*) que en este caso lo conforma el colimador y la cámara. En este estudio se considera que no está presente el sistema dispersor, por tanto, la luz que entra al colimador es captada por la cámara sin sufrir dispersión.

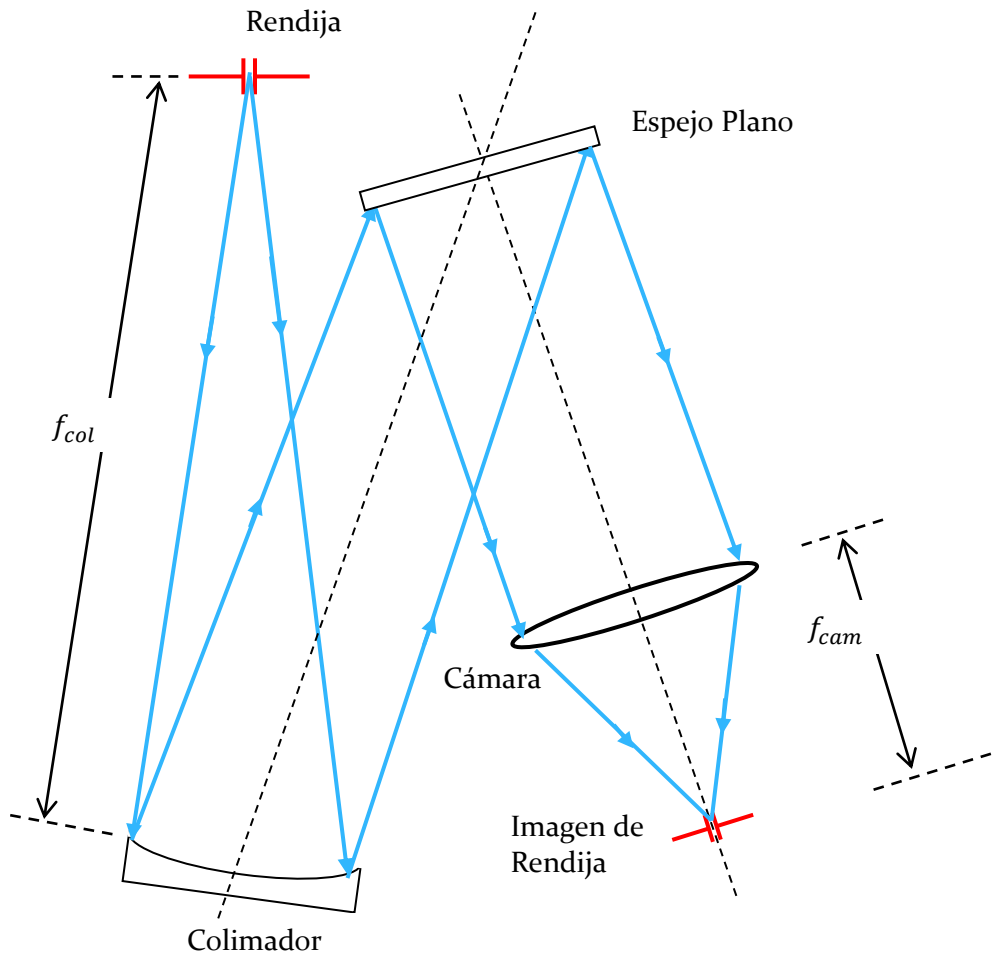


Figura 5: Formación de imagen del sistema colimador-cámara.

Iniciemos analizando la imagen formada por la lente colimadora, en este caso el objeto está localizado a la distancia S respecto de la lente y la imagen está localizada en el infinito. En términos de la ecuación de formación de imágenes para una lente convergente tenemos que puede ser expresada por:

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f_{col}} \quad (1)$$

O bien:

$$S = f_{col} \quad (2)$$

En forma análoga, para la lente de enfoque o cámara, tenemos que el objeto está localizado al infinito y la imagen se forma a la distancia S' respecto de la lente. En términos de la ecuación de formación de imágenes, para una lente convergente, tenemos que puede ser expresada por:

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f_{cam}} \quad (3)$$

O bien:

$$S' = f_{cam}$$

(4)

Entonces la amplificación m del sistema puede ser calculada como:

$$m = \frac{S'}{S} = \frac{f_{cam}}{f_{col}} = \frac{f_{cam} / D}{f_{col} / D} = \frac{f / \#_{cam}}{f / \#_{col}} \quad (5)$$

$$m = \frac{f / \#_{cam}}{f / \#_{col}} = \frac{F / 3}{F / 13.5} = 0.22 \quad (6)$$

Por tanto, la proyección del ancho de la rendija W' puede ser calculada como:

$$W' = mW \quad (7)$$

donde: W es el ancho de la rendija
 W' es la proyección del ancho de la rendija
 m es la amplificación del colimador-cámara

Sustituyendo (6) en (7) tenemos:

$$W' = 0.22 W \quad (8)$$

Tomando en cuenta esta última ecuación, para cada ancho de rendija se calculó su proyección en el plano imagen. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

En forma análoga, para el caso de la longitud de las máscaras, se calculó su proyección en el plano imagen del espectrógrafo. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

TABLA 1

Opciones de rendija y su proyección en el plano imagen del espectrógrafo.

Posición del Dial	Ancho de la Rendija (μm)	Ancho de la Proyección en el plano imagen de la Cámara (μm)
28	28	6.16
56	56	12.32
80	80	17.60
112	112	24.64
160	160	35.20

TABLA 2

Opciones de máscaras y su proyección en el plano imagen.

Posición del Dial	Función	Longitud [mm]	Longitud de la Proyección en el plano imagen [mm]
1.5	Máscara Estelar	1.5	0.33
3	Máscara Estelar	3	0.66
6	Máscara Estelar	6	1.32
13	Máscara Estelar	13	2.86
25	Máscara Estelar	25	5.5
2.5	Comparación de Máscara para posición estelar de 1.5 mm	2.5 (Dimensión interna)	0.55
4	Comparación de Máscara para posición estelar de 3 mm	4 (Dimensión interna)	0.88
7	Comparación de Máscara para posición estelar de 6 mm	7 (Dimensión interna)	1.54
15	Comparación de Máscara para posición estelar de 13 mm	15 (Dimensión interna)	3.3

5. POSICIONES DE MÁSCARAS

El espectrógrafo cuenta con máscaras de dos tipos: las que obstruyen el centro de la rendija (2.5, 4, 7 y 15) y las que obstruyen los extremos (1.5, 3, 6, 13 y 25). La selección de una de ellas se logra a través de elegir una de las 9 posiciones de máscaras. En algunas posiciones la máscara está completamente cerrada (posiciones 7 y 15) y en otras, completamente abiertas (posiciones 25, 13 y 6). En las siguientes fotografías se muestra la relación de posición de la máscara e imagen de la cámara del ocular (en todos estos casos, la posición de la rendija fue 160).

Ver Figuras 6, 7, 8 y 9.

a)



b)



Figura 6: a) Posición de la máscara (25) y b) Imagen obtenida con la cámara del ocular.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 7: Posiciones de máscaras (13, 6 y 3) y su correspondiente imagen obtenida con la cámara del ocular.



a)



b)



c)



d)



e)

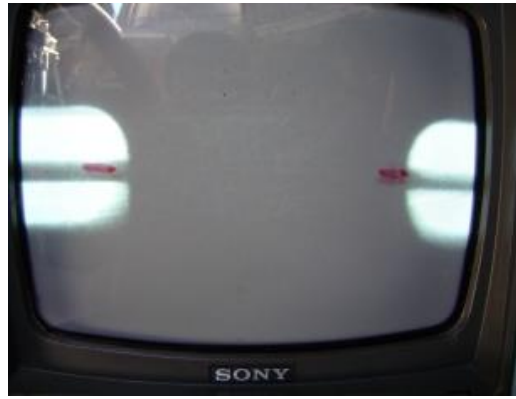


f)

Figura 8: Posiciones de máscaras (1.5, 4 y 15) y su correspondiente imagen obtenida con la cámara del ocular.



a)



b)



c)



d)

Figura 9: Posiciones de máscaras (2.5 y 7) y su correspondiente imagen obtenida con la cámara del ocular.

6. CONCLUSIONES

Hemos presentado un trabajo acerca de las rendijas usadas en el espectrógrafo Boller & Chivens que pretende complementar al manual de usuario ya existente.

Las rendijas están trazadas sobre una misma placa de silicio fundido de 1 mm de espesor, la cual se encuentra aluminizada. Las rendijas tienen anchos de 28 μm , 56 μm , 80 μm , 112 μm y 160 μm . La selección se lleva a cabo desplazando la placa aluminizada.

También se presentó la proyección de los anchos de rendija en el plano focal de la cámara del espectrógrafo.

Por último se presentó el conjunto de máscaras de la que dispone este instrumento.

7. **REFERENCIAS**

- [1] Observatorio Astronómico Nacional, SPM. Instituto de Astronomía, UNAM.
<http://haro.astrossp.unam.mx/indexspm.html>
- [2] Moreno Corral, Marco Arturo; Luna, Esteban; Gutiérrez, Leonel; Valdés, Jorge; Martínez, Benjamín; García, Víctor. “Manual de usuarios para el espectrógrafo Boller & Chivens modelo 26767”.
Publicaciones Técnicas del Instituto de Astronomía, UNAM.
Manual de Usuario MU-2000-02.
México, 2000.
- [3] Hecht, Eugene y Zajac, Alfred, “Óptica geométrica teoría paraxial”, *Óptica*, cap. 5,
Wilmington, Ed. Addison–Wesley Iberoamericana, 1986.
- [4] Wolfe, William, “Spectrometer”, *Handbook of Optical Engineering*, cap. 9, Ed. D. Malacara, New
York, Marcel Dekker, 2001.

