

## MESA REDONDA

### Pequeños telescopios ópticos para fotometría diferencial

Pablo Mauas<sup>1</sup>, Martín Schwartz<sup>1</sup>, y Pablo Perna<sup>1</sup>

(1) *Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)*

**Abstract.** We present the Telescopes Horacio Ghielmetti (THG) and Magnetic Activity and Transiting Exoplanets (MATE), located at the CASLEO and Oafa, both in El Leoncito. These are two Meade telescopes of 16", completely automatic, specially suited for differential photometry.

**Resumen.** Presentamos los Telescopios Horacio Ghielmetti (THG) y Magnetic Activity and Transiting Exoplanets (MATE), ubicados en el CASLEO y el Oafa, ambos en El Leoncito. Se trata de dos telescopios Meade de 16", completamente automatizados, especialmente aptos para la fotometría diferencial.

#### 1. Telescopio Horacio Ghielmetti (THG)

En setiembre de 2008 el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) y el Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO), firmaron un Convenio de Cooperación para la instalación de un telescopio de pequeño tamaño en el Cerro Burek. De acuerdo con este convenio, el CASLEO aportó el albergue para el montaje del instrumento, y el IAFE proveyó el telescopio, la cámara CCD y la rueda de filtros.

El Convenio también establece que la operación del telescopio será preferentemente remota, y que el personal técnico del CASLEO se ocupará del mantenimiento de rutina del mismo. Los trabajos de automatización del telescopio correrían por parte del IAFE, mientras que el CASLEO se ocuparía de la automatización de la cúpula. Quedó especificado en el convenio que el 20% del tiempo de observación disponible estaría destinado a la comunidad astronómica en general, que los solicitaría a través del Comité Científico del CASLEO.

Así nació el Telescopio Horacio Ghielmetti (THG), que fue comprado por el IAFE con un subsidio del CONICET. El diseño del instrumental, su instalación y puesta a punto, y la operación del telescopio están a cargo de investigadores y técnicos del IAFE. En 2010 el CONICET asignó un cargo de la Carrera del Personal de Apoyo al proyecto.

Se trata de un telescopio MEADE RCX 400 de 16", con un costo de unos USD 15000. Con una óptica f/8, este telescopio asegura un campo bastante más amplio que otras opciones comercialmente disponibles. Además, cuenta con un sistema de enfocado digital, que facilita la operación remota. Tiene una montura de horquilla completamente automatizada, provista de fábrica, y está montado

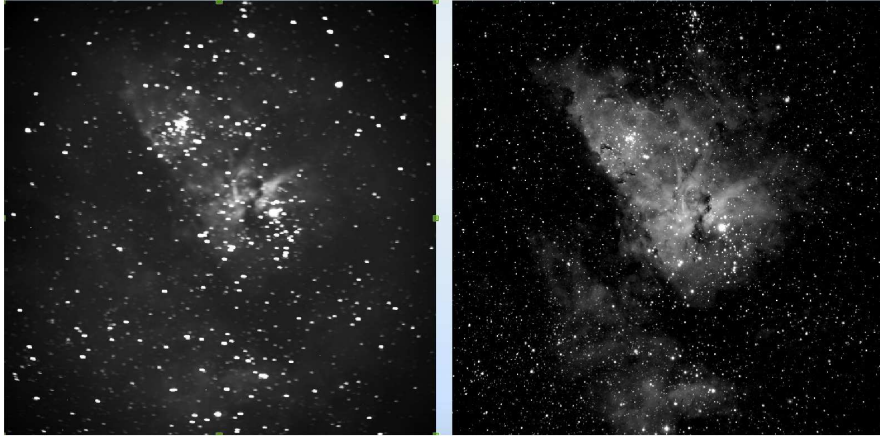


Figura 1. Imagen de Eta Carina, tomada con 15 min de exposición con el THG. El campo es de  $50 \times 50'$ . Izq: sin autoguiado. Der: Con autoguiado

en forma ecuatorial. Está instalado en una cúpula de gajo, en el Cerro Burek, que estaba disponible al momento de la instalación.

El telescopio está equipado con una cámara CCD Apogee U16, con  $4096 \times 4096$  pixeles de  $9 \mu\text{m}$ , resultando en una superficie de  $36 \times 36$  mm que costó USD 10000. Esto asegura un campo de  $50' \times 50'$ , ideal para fotometría diferencial de alta precisión, ya que permite utilizar varias estrellas de referencia. Además, tiene una rueda de filtros marca Apogee, equipada con filtros UBVRI estándar.

Actualmente el sistema funciona en forma remota y/o automática, según las necesidades. Para ello, está equipado con una UPS que asegura un cierre ordenado en caso de interrupción de la provisión eléctrica, y hace uso de la estación meteorológica del CASLEO, para cerrar automáticamente en caso de problemas climáticos. Actualmente estamos trabajando en la robotización del sistema, para independizarlo completamente de la intervención humana.

Otra característica que estamos implementando es el autoguiado. Cuando la montura del telescopio sigue un objeto en el cielo, compensando la rotación de la tierra, el movimiento tiene una serie de imperfecciones, por lo que las imágenes tomadas con tiempos de exposición largos no son de muy buena calidad. Este problema está presente, en mayor o menor medida, en cualquier telescopio. En nuestro caso, se dificulta tomar imágenes de más de 1 min de exposición. Por ejemplo, en el panel izquierdo de la Figura 1 se muestra una imagen de Eta Carina tomada con 15 min de integración. Nótese, de paso, lo amplio del campo.

Para resolver este problema hemos instalado un Off-Axis Guider (Figura 2) que, a través de un pequeño prisma insertado en un borde del haz del telescopio, desvía una porción de la luz a una cámara ubicada lateralmente (off-Axis). Un croquis del sistema puede verse en la Figura 2. La imagen de la cámara de

guiado se toma con tiempos de integración mucho más pequeños que la imagen de ciencia, es procesada automáticamente, y se utiliza para recentrar el telescopio. En el panel derecho de la Figura 1 se muestra otra imagen de Eta Carina, también tomada con 15 min de integración, pero con el sistema de autoguiado funcionando. Se puede ver que la imagen mejora notablemente.

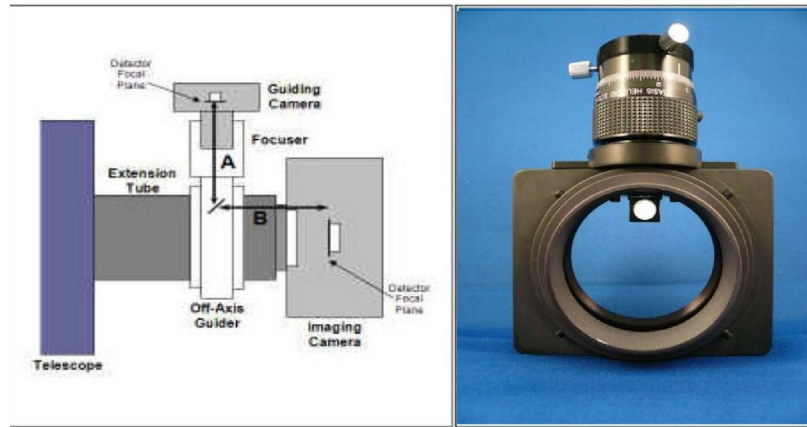


Figura 2. A la derecha, una imagen del Off-Axis Guider. A la Izq., un esquema de cómo está instalado entre el telescopio y la cámara de ciencia.

Para permitir el manejo automático del instrumental, se han escrito distintos programas en Python y Bash, que manejan la cámara CCD, el telescopio, la cúpula y la rueda de filtros. Los comandos pueden ser ingresados a través de una terminal SSH o vía escritorio remoto VNC. El uso robotizado se controla mediante archivos scripts en donde se definen los objetos a observar y los distintos parámetros de adquisición de las imágenes, iniciando la ejecución en el horario previamente determinado por el operador. Asimismo, se han escrito códigos que interactúan con la fuente de alimentación y la estación meteorológica para cerrar el sistema en caso de mal tiempo o corte de energía eléctrica.

Parte de los trabajos realizados para poner a punto y caracterizar el THG resultaron en Tesinas de Laboratorio de la FECN-UBA, y de Tesis de Licenciatura del FCAGLP, UNLP, y actualmente se está finalizando una Tesis Doctoral con estos datos. En 2013 se publicó el primer trabajo realizado con datos obtenidos con el THG (Petrucci et al 2013), y ya fue enviado otro para su publicación (Petrucci et al 2014). Desde 2013 el telescopio está incluido en el sistema de Solicitud de Tiempo de Observación del CASLEO, y ha sido utilizado, además de por miembros del IAFE, por astrónomos de distintos grupos de San Juan, Córdoba y La Plata.

## 2. Telescopio Magnetic Activity and Transiting Exoplanets (MATE)

El grupo de Actividad Estelar, Planetas Extrasolares y Astrobiología del IAFE compró un segundo telescopio MEADE, financiado con un subsidio PICT. Dado que el RCX 400 dejó de fabricarse, en este caso se trata de un modelo LX 200, también de 16", pero con una óptica f/10, que costó también USD 15000. Para equipar este telescopio, se adquirió una cámara SBIG STL-11000, con 4008x2745 píxeles de 9  $\mu\text{m}$ , resultando en una superficie de 36x24,7 mm, que costó USD 4000. Esta cámara cuenta con un segundo CCD para autoguiado en el mismo plano del CCD de ciencia, por lo que no es necesario un off-axis guider. También trae una rueda de filtros incorporada, la que está equipada con filtros BVRI.

Este telescopio se instaló durante 2013 en la Estación de Altura C. Cesco, del Observatorio Astronómico Félix Aguilar (OAFa), también en El Leoncito. En este caso, el alojamiento es rectangular y tiene techo corredizo. Esto presenta varias ventajas respecto al alojamiento en cúpula. Por un lado, nos independiza de la sincronización entre el telescopio y el gajo, lo que permite instalar otros telescopios en el mismo alojamiento. Además, permite observar bastante más bajo, ya que con el THG actualmente sólo podemos observar más arriba de los 40 grados (un problema en el que también estamos trabajando para solucionar).

## 3. Planes futuros

En mayo de 2014 el IAFE solicitó un subsidio PICT-E para adquirir otro telescopio Meade, en este caso un MAX Robotic de 20". Este telescopio está equipado con una montura alemana, y está pensado específicamente para funcionar en forma robótica.

Por otra parte, nuestro grupo recibió un subsidio PICT que incluye los fondos para acoplar al MATE un espectrógrafo de baja resolución, ya sea construyéndolo o adquiriendo, por ejemplo, el Spectra L200, R 3000.

**Agradecimientos.** Agradecemos al Director del CASLEO, R. Gil-Hutton, al Director anterior, H. Levato, y a muy particularmente a todo el personal del CASLEO por la invalorable ayuda con el THG. Al Director anterior del OAFa, C. Mallamacci, a C. Francile, y a todo el personal del OAFa por su invalorable ayuda con el MATE. A A. Buccino, R. Petrucci, L. Pellizza, R. Díaz, M. Melita, C. Von Essen, O. Areso, A. Veltri, M. Ramelli, L. Bignone, F. Ludovico, N. Romanelli, y M. Pereira del IAFE, M. Gómez y E. Jofré del OAC y M. Flores del ICATE, por su ayuda en distintas etapas del proyecto. A R. Ferraro, Director anterior del IAFE, por la ayuda para iniciar el proyecto. Y muy especialmente a G. Dubner, Directora del IAFE, porque sin su permanente apoyo nada de este proyecto hubiera sido posible.

## Referencias

- Petrucci, R., Jofré, E., Schwartz, M., Cúneo, V., Martínez, C., Gómez, M., Buccino, A., Mauas, P.J.D. 2013, *ApJL*, 779, L23  
 Petrucci, R., Jofré, E., Melita, M., Gómez, M., Mauas, P.J.D. 2014, *MNRAS* enviado.