

Método para determinar viñeteo provocado por una inclinación del baffle en un telescopio.

J.M. Nuñez, E. Luna, G. Sierra, F. Murillo, A. Córdova, B. Martínez y E. López

Instituto de Astronomía, Observatorio Astronómico Nacional, UNAM.

*Km. 107 carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México, Apdo. Postal 877, Ensenada,
B.C. 22860. Ph: +52 (646) 1744580-228 Fax: +52 (646) 1744607*

jnuñez@astrosen.unam.mx

Resumen

En el presente trabajo se presenta un método para determinar viñeteo provocado por una inclinación del baffle en un telescopio. Este método se utilizó en el telescopio de 84 cm (observaciones del 21-24 de Enero del 2008) del Observatorio Astronómico Nacional, antes y después del cambio de baffle del espejo secundario.

INDICE

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1.- Introducción | 1 |
| 2.- Construcción del baffle | 2 |
| 3.- Método propuesto | 5 |
| 3.A Imágenes usando un pinhole | 5 |
| 3.B Imágenes de campos planos | 6 |
| 3.C Imágenes con estrella desenfocada | 11 |
| 4.- Imágenes con estrella | 12 |
| 5.- Conclusiones | 16 |
| Referencias | 16 |

1. Introducción

El telescopio 84cm es del tipo Ritchey-Chrétien¹. Este tipo de telescopios esta conformado por dos espejos hiperbólicos por lo que ambos espejos tienen aberración de esfericidad, pero de valor opuesto, de tal manera que el valor final sea cero². Este sistema es conocido como sistema aplanático ya que no corrige solamente la aberración de esfericidad, sino también la coma³. A cambio de esto, se elimina la posibilidad de usar el espejo primario sin el secundario, pues la aberración de esfericidad está corregida en el sistema total, pero no en cada uno de los espejos individualmente. Utiliza baffles usados como blindaje de luz en los dos espejos.

Una manera de determinar que el telescopio de tipo Ritchey-Chrétien esta desalineado es la presencia de la aberración coma. Esta aberración se manifiesta como cometa (punto brillante y cola).

Uno de los métodos más usados para la alineación de telescopios astronómicos es el método de la dona⁴. Este consiste en analizar una estrella desenfocada, que dado que los rayos de entrada son obstruidos por la montura del espejo secundario la estrella desenfocada tiene la forma de una dona; para el caso desalineado, el borde interior de la dona y el borde exterior no son concéntricos lo que implica tener una dona asimétrica; para el caso alineado, tanto los bordes interior y exterior de la dona son concéntricos y tienen simetría.

Es importante mencionar que el borde exterior de la dona esta delimitada por los bordes de los baffles de los espejos, puesto que son los que delimitan los conos de luz para los cuales los rayos son aceptados para formar la imagen.

Entonces es importante garantizar que los baffles esten bien colocados, porque un ligero tilt del baffle se manifiesta como un viñeteo en la dona, y puede pensarse que la no simetría del borde exterior sea ocasionado por una mala colimación del telescopio.

En este reporte se presenta un metodo para determinar viñeteo provocado por inclinación del baffle, aplicado durante el cambio de baffle del espejo secun-

dario, debido a que presentaba una ligera deformación. Se realizaron algunas pruebas antes y después del cambio del baffle para tener parámetros de comparación. Estas se llevaron a cabo en el periodo de observaciones del 21-24 de Enero del 2008.

2. Construcción del baffle

El baffle fue construido de lamina de aluminio 6061-T6, el diámetro interior del baffle se ajusta a un aro que tiene la celda del espejo secundario y se sostiene por 8 tornillos 4-40 que se aprietan a unas perforaciones en "U" que guían al baffle a su posición correcta (con esto se evita inclinaciones). Para incrementar la rigidez del baffle tiene dos aros: interior e inferior. El interior se localiza a 3.5" del vértice del espejo secundario, dentro del baffle y el aro inferior que asegura que la lamina del baffle sea un círculo perfecto en la entrada. En la figura 1 se muestra las partes que conforman el baffle y sus dimensiones generales.

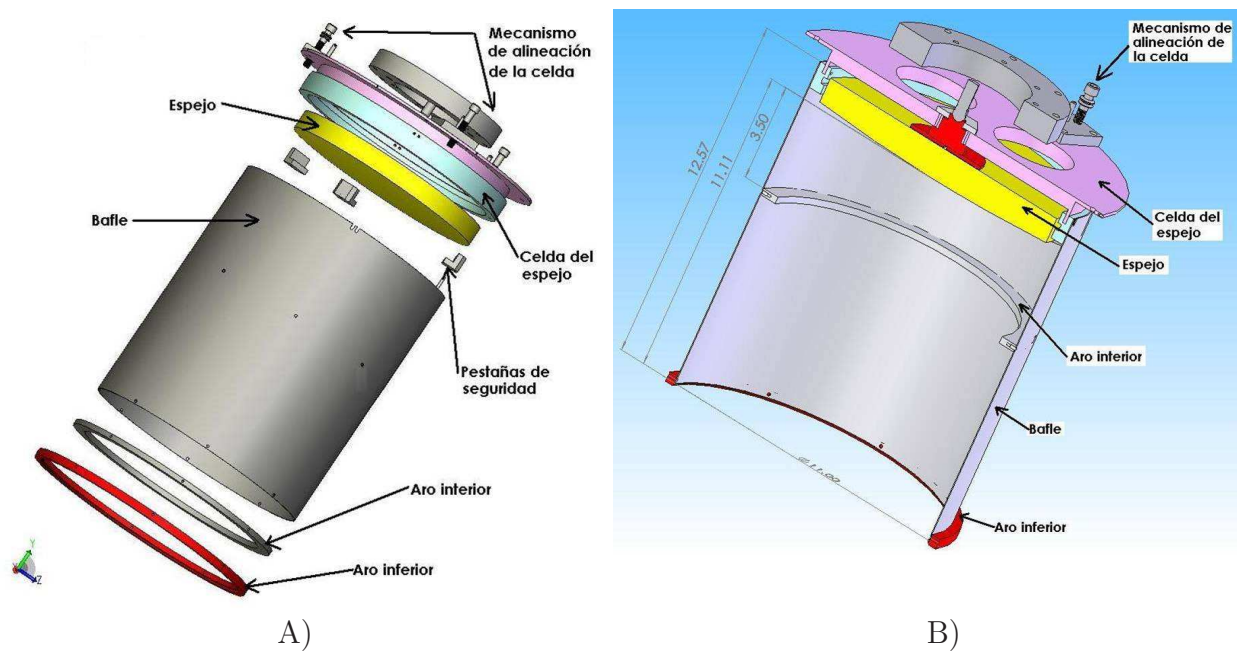


Fig. 1. Diseño del baffle: A) Elementos que lo conforman y B) Ensamblado de partes y dimensiones generales.

En la figura 2 se muestra el resultado de la simulación de deformaciones usando el programa ALGOR. Los desplazamientos máximos del baffle por efectos de la gravedad están en el orden de medio micrómetro, tomando como referencia la celda del espejo secundario.

En la figura 3 se muestran fotografías del baffle construido antes del proceso de anodizado. Durante esta etapa se hicieron pruebas tanto de de la forma de acoplamiento con la base (fue construida con las mismas dimensiones de la base del secundario, para esta etapa de pruebas) como de fuerza aplicada con las manos para comprobar la rigidez del baffle obtenida en la simulación.

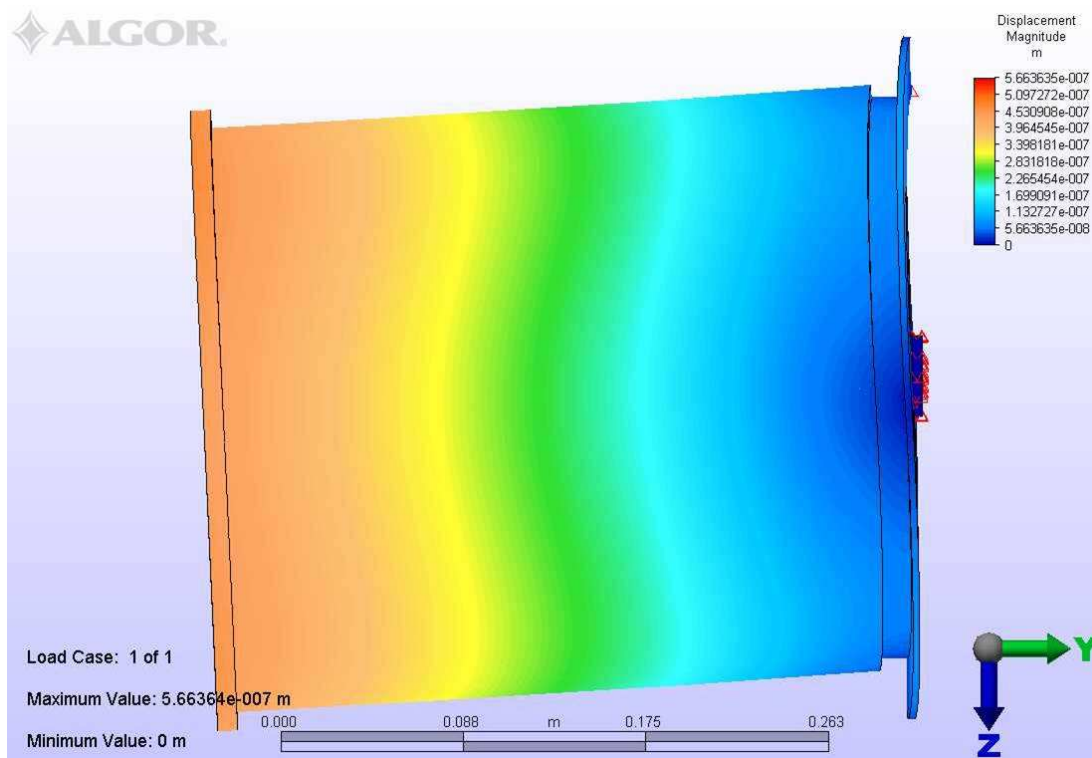
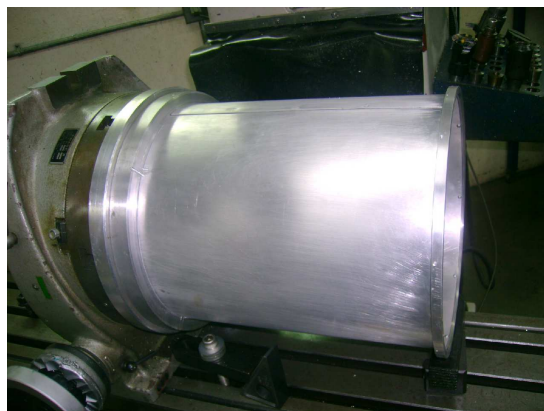


Fig. 2. Simulación con el programa ALGOR



A)



B)

Fig. 3. Imágenes del baffle: A) Vista de Frente y B) Vista lateral

3. Método propuesto

3.A. Imágenes usando un pinhole

Una forma de poder ver a detalle las condiciones del posicionado del baffle del espejo secundario, es usando un pinhole. La función del pinhole es la de poder ver todo el tren del sistema óptico sin amplificación. En este caso usamos un pinhole con una abertura de $200\mu\text{m}$. El pinhole fue colocado sobre la estructura del obturador de la cámara CCD. Con la finalidad de poder detectar algún problema mecánico del sistema montura de secundario y baffle se tomaron imágenes para dos posiciones (límites inferior y superior de la carrera del sistema mecánico de la montura) del espejo secundario, ver figura 4. De aquí podemos ver que para ambos límites obtenemos una imagen similar, únicamente de manera evidente aparece la deformación del baffle del espejo secundario.

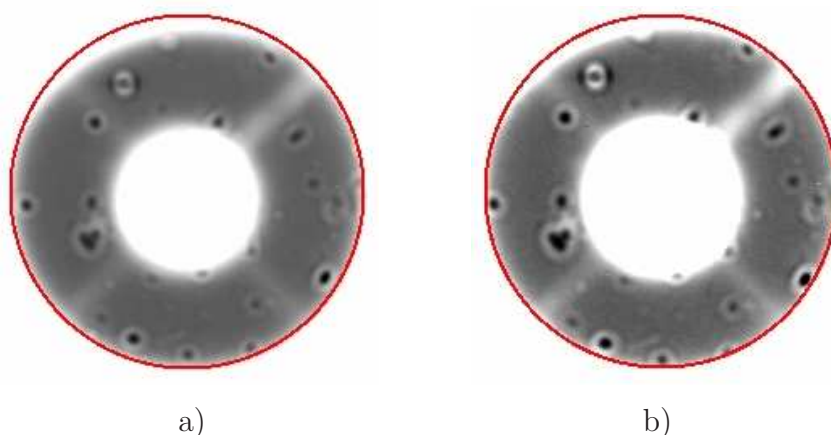


Fig. 4. Imágenes tomadas antes del cambio de baffle usando el pinhole de $200\mu\text{m}$ y con dos posiciones (límites inferior y superior) del secundario: a) 42 y b) 3871.

Por otro lado a ambas imágenes se les ha superpuesto un círculo (usando el programa ds9), y es evidente que el borde del baffle no coincide con el círculo, esto es muy evidente en la parte superior de las imágenes. Esto es un indicativo de que el baffle presenta una inclinación respecto al espejo secundario.

Después del cambio del baffle, se realizó la prueba con el pinhole de $200\mu\text{m}$ y las imágenes se muestran en la figura 5. A las imágenes se les superpuso un círculo, y es evidente la coincidencia entre el borde de la imagen y el círculo, esto queda de manifiesto puesto que el círculo de referencia es llenado totalmente por la imagen.

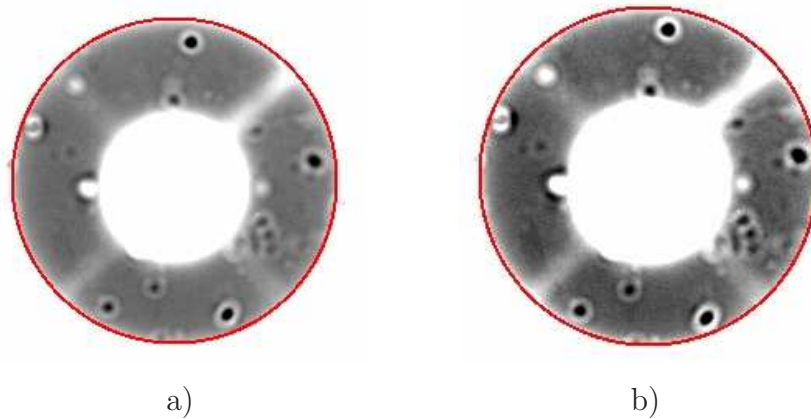
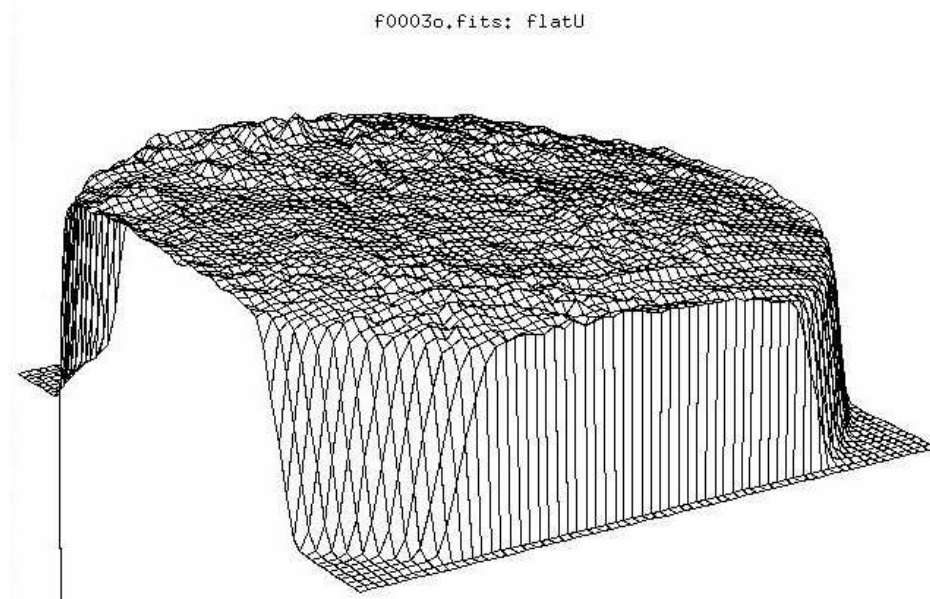


Fig. 5. Imágenes tomadas después del cambio de baffle usando el pinhole de $200\mu\text{m}$ y con dos posiciones (límites inferior y superior) del secundario: a) 38 y b) 3869.

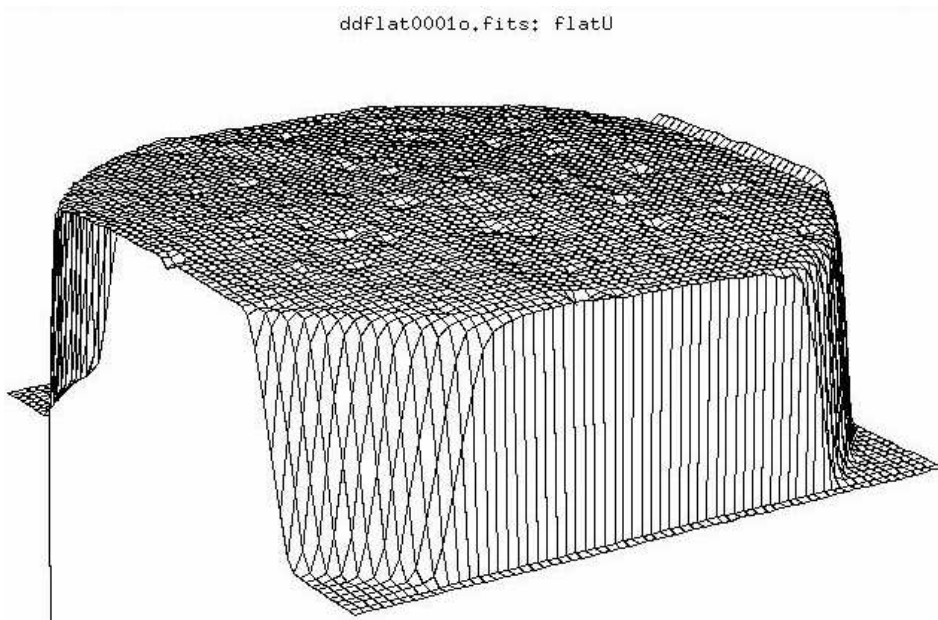
3.B. Imágenes de campos planos

Se tomaron campos planos (FLATS) usando diferentes filtros, para tener otro parámetro de comparación durante el proceso del cambio del baffle del espejo secundario. Para cada una de las imágenes se realizó un graficado de superficie las cuales se muestran en las figuras 6, 7, 8 y 9 para los filtros U,B,V y R respectivamente.

De las gráficas de superficie no existe una diferencia apreciable del antes y después del cambio del baffle. Es importante notar la presencia de estrellas en las gráficas obtenidas con los filtros V y R.



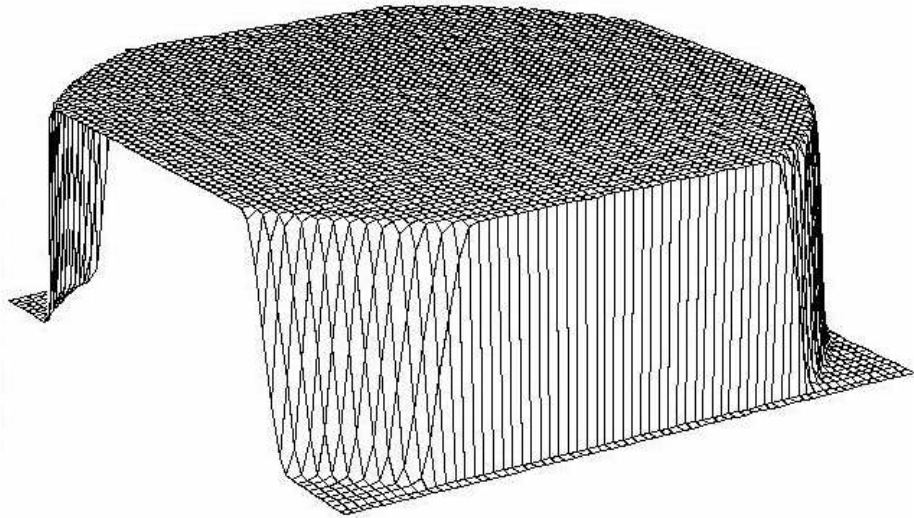
A)



B)

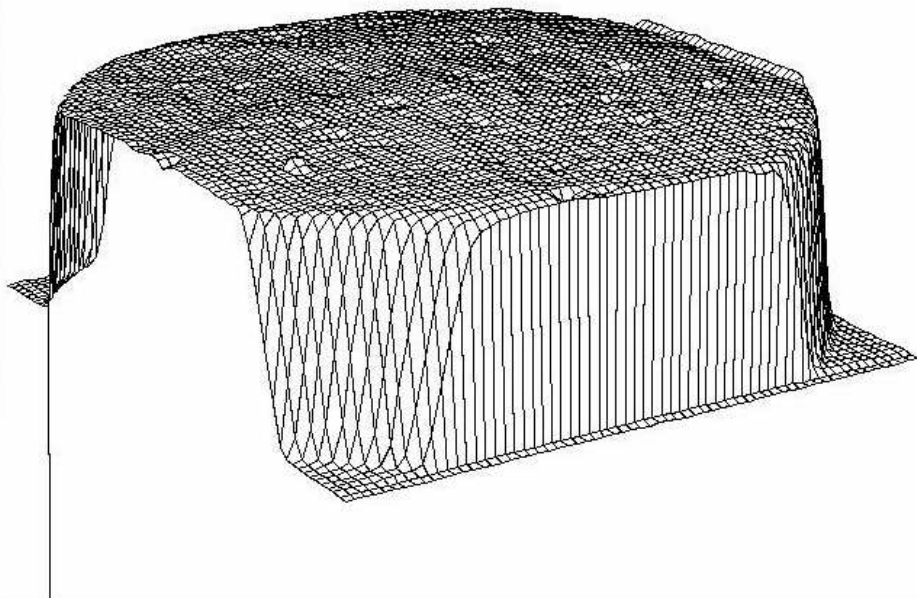
Fig. 6. Imágenes de campos planos usando el filtro U : A) Antes del cambio de baffle y B) Después del cambio de baffle.

F0008f.fits: flatB



A)

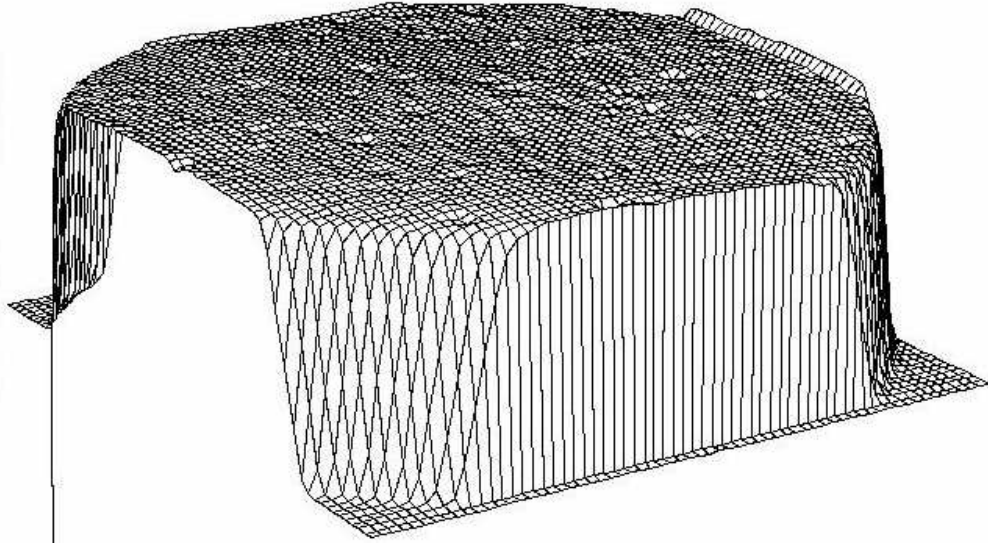
ddflat0005o.fits: flatB



B)

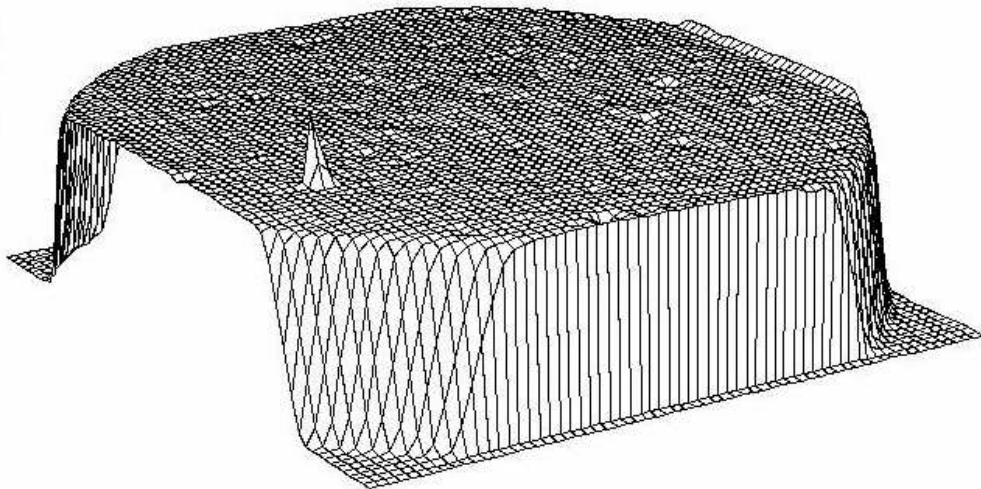
Fig. 7. Imágenes de campos planos usando el filtro B : A) Antes del cambio de baffle y B) Después del cambio de baffle.

f0018f.fits: flatV



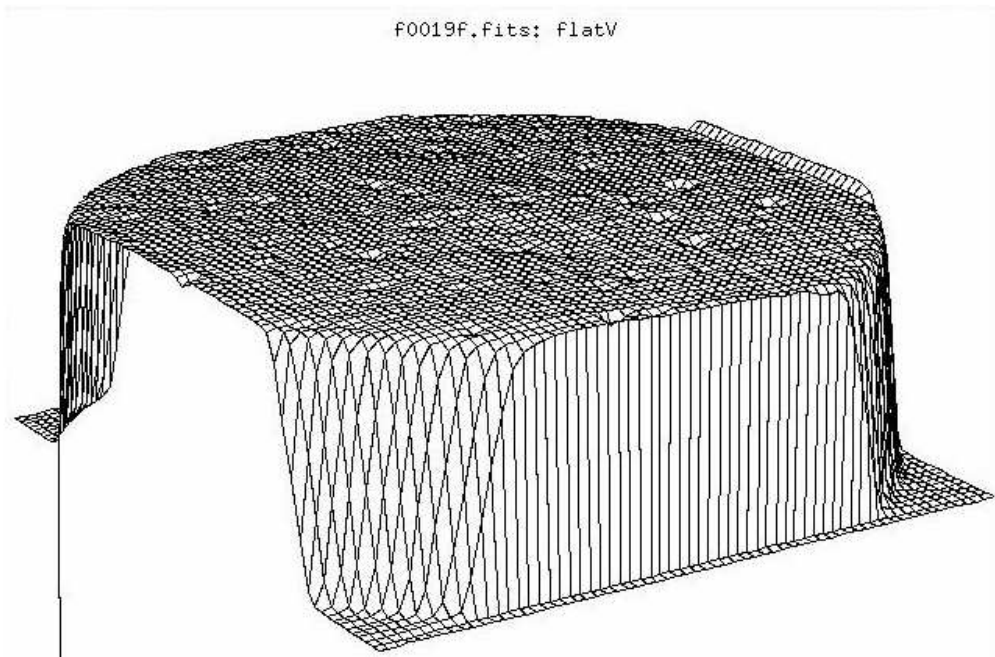
A)

ddflat0009o.fits: flatV

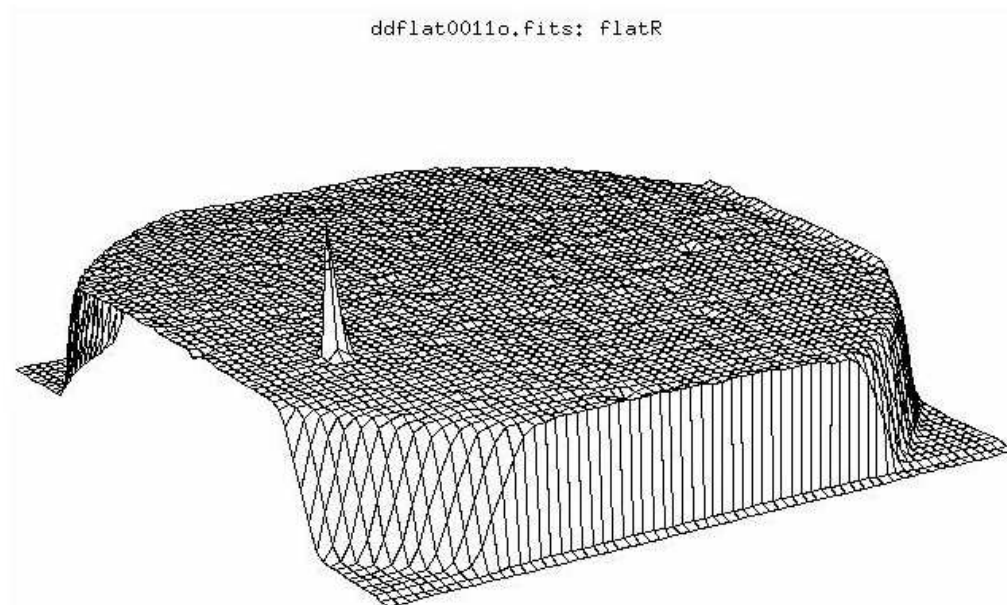


B)

Fig. 8. Imágenes de campos planos usando el filtro V : A) Antes del cambio de baffle y B) Después del cambio de baffle.



A)



B)

Fig. 9. Imágenes de campos planos usando el filtro R : A) Antes del cambio de baffle y B) Después del cambio de baffle.

3.C. Imágenes con estrella desenfocada

Hemos usado el método de la dona, el cual consiste en analizar la imagen de una estrella desenfocada. En este caso hemos tomado imágenes de la estrella desenfocada para dos posiciones del espejo secundario los cuales corresponden a las posiciones límites inferior y superior de la carrera de la montura del espejo secundario (ver figura 10).

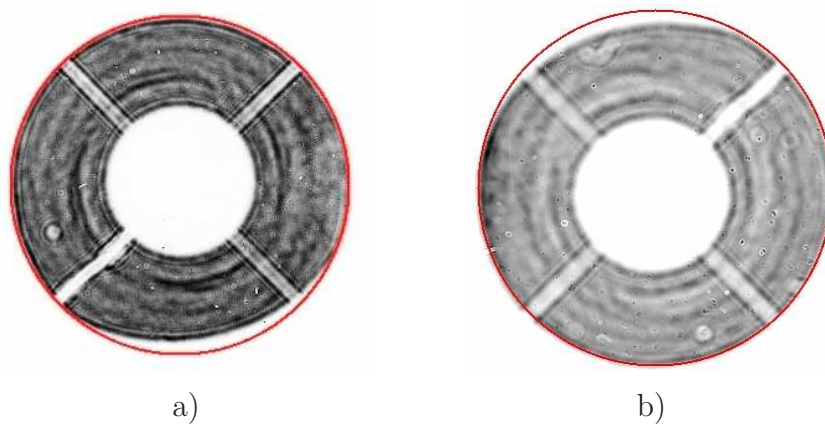


Fig. 10. Imágenes tomadas (antes del cambio del baffle) usando una estrella desenfocada con dos posiciones (límites inferior y superior) del secundario: a) 39 y b) 3870.

Las imágenes desenfocadas muestran la evidencia del viñeteo del baffle, el cual aparece como una zona en la cual la dona está incompleta. Dado que las posiciones límites inferior (posición=39) y superior (posición=3870) corresponden a posiciones extrafocal e intrafocal respectivamente, las imágenes aparecen invertidas una respecto a la otra.

En forma análoga realizamos el mismo análisis de las imágenes con estrellas desenfocadas después de haber realizado el cambio del baffle. Los imágenes de las donas para las dos posiciones del espejo secundario (límites superior e inferior) son mostrados en la figura 11. Para ambas imágenes obtenidas en las dos posiciones se puede ver que las donas están completas y el borde exterior

coinciden con el perímetro del círculo de referencia.

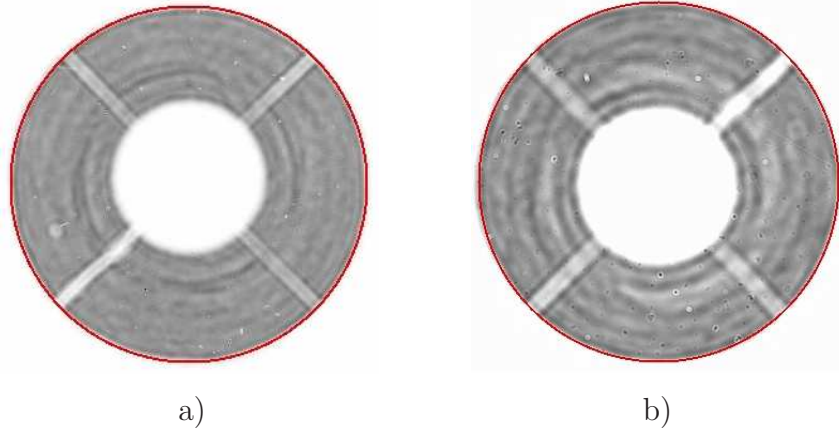


Fig. 11. Imágenes tomadas (después del cambio del baffle) usando una estrella desenfocada con dos posiciones (límites inferior y superior) del secundario: a) 40 y b) 3871.

4. Imágenes con estrellas

Una vez que se realizó el cambio del baffle se procedió a realizar el enfoque del telescopio. En la figura 12 se muestra un cúmulo de estrellas. Y en las figuras 13-16 se muestra el contorno y ajuste gaussiano para las estrellas E1, E2, E3 y E4 respectivamente.

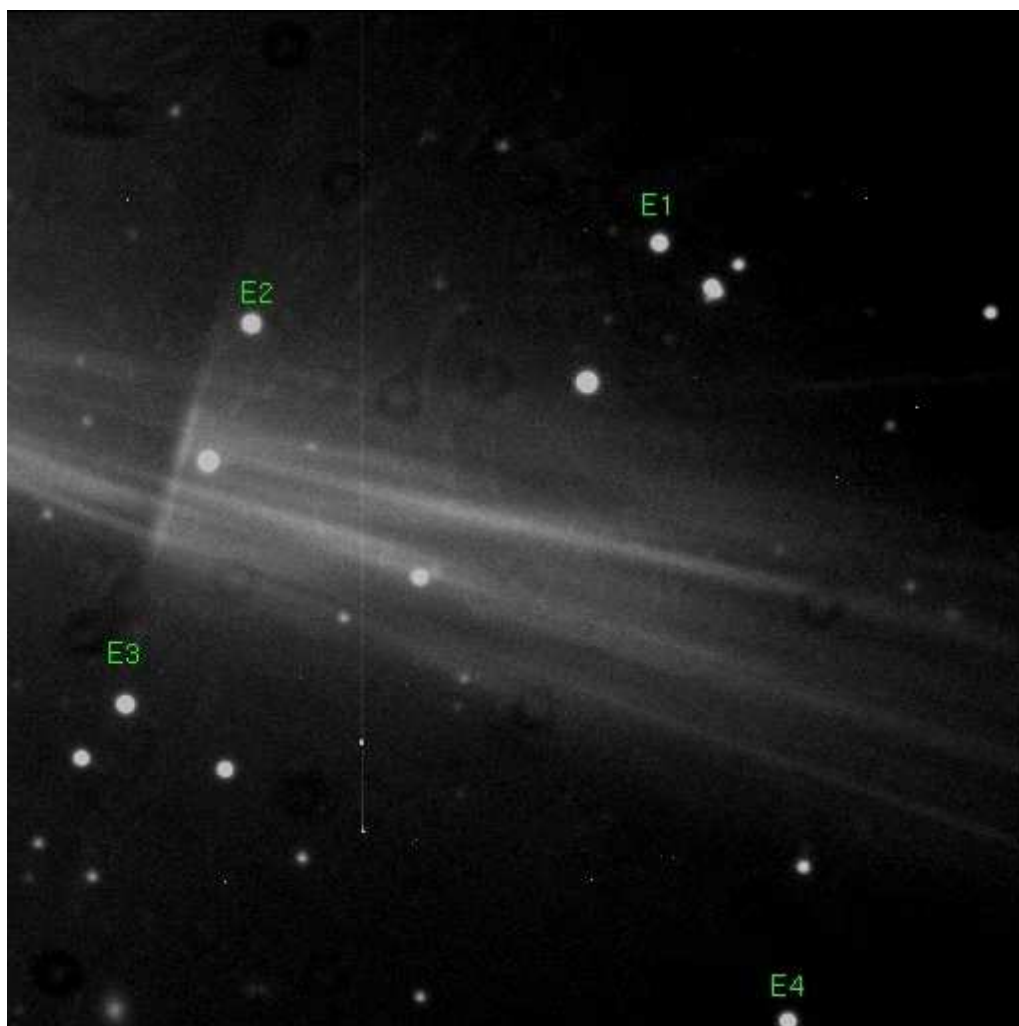
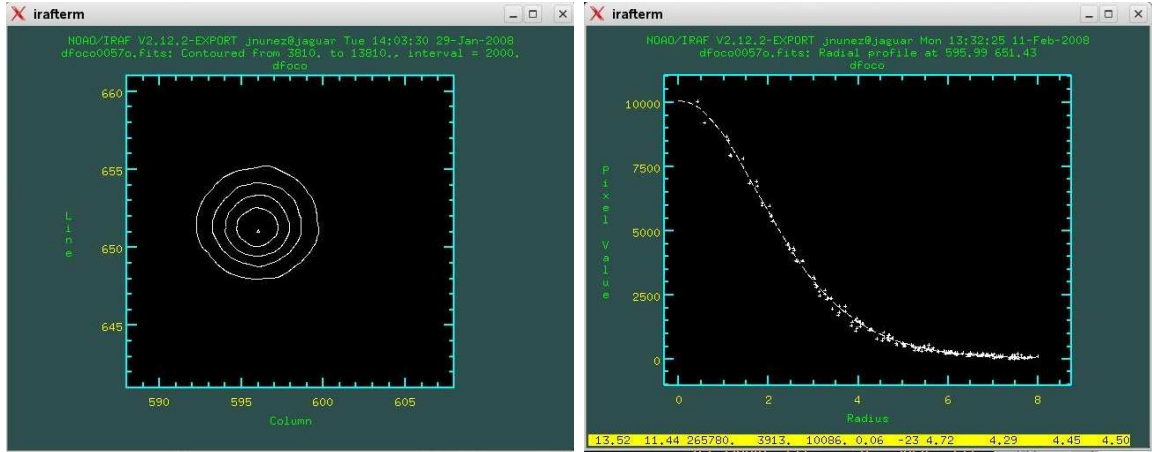


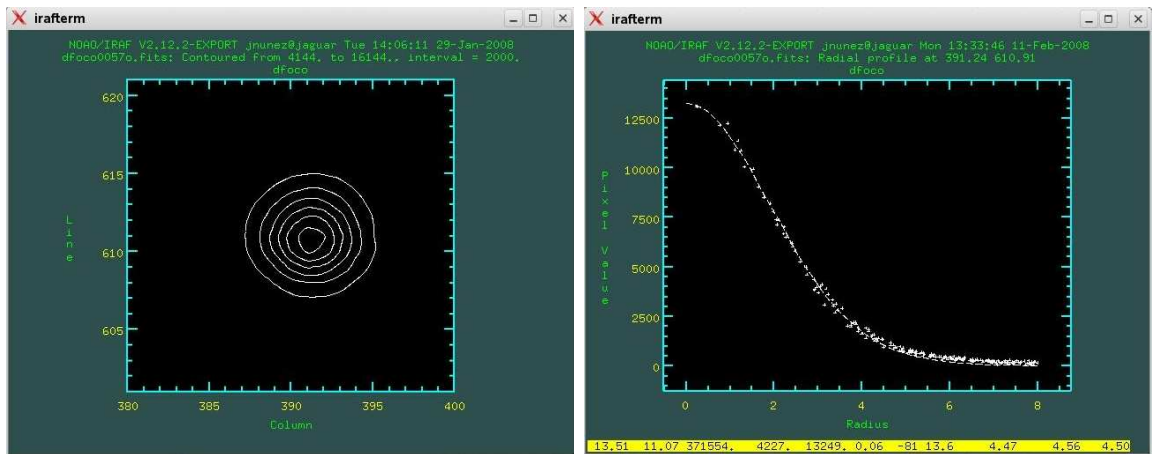
Fig. 12. Imágenes de un campo de estrellas



A)

B)

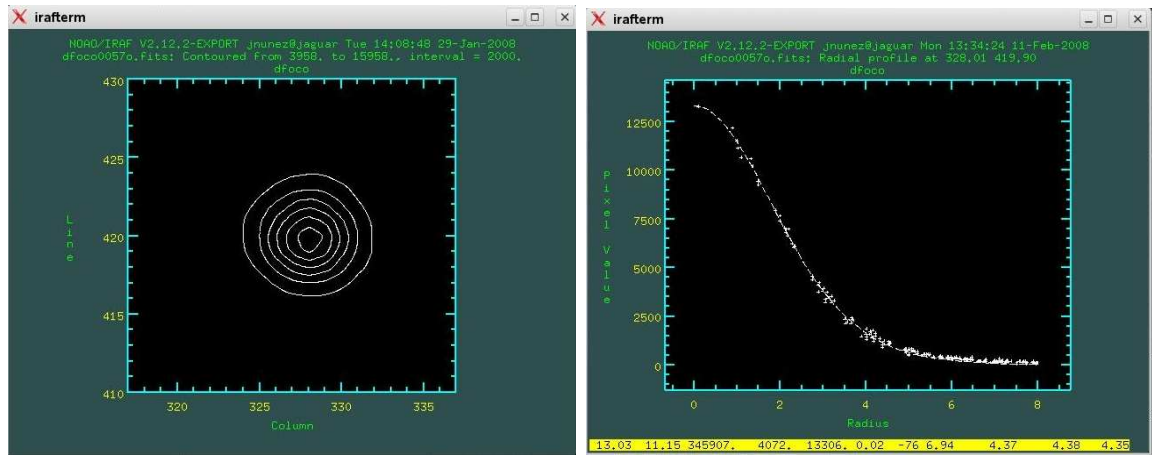
Fig. 13. Estrella E1 : A) Contorno y B) Perfil radial.



A)

B)

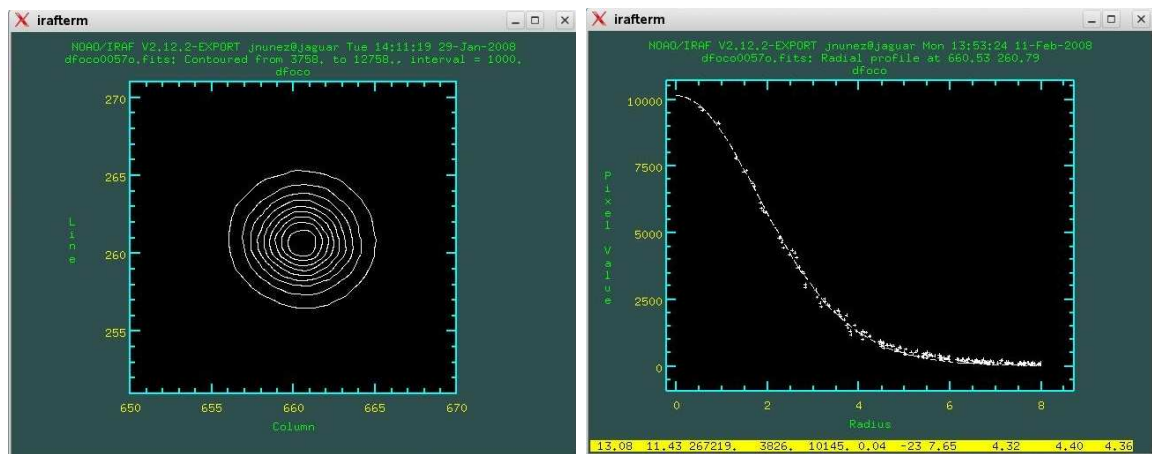
Fig. 14. Estrella E2 : A) Contorno y B) Perfil radial.



A)

B)

Fig. 15. Estrella E3 : A) Contorno y B) Perfil radial.



A)

B)

Fig. 16. Estrella E4 : A) Contorno y B) Perfil radial.

5. Conclusiones

En este reporte se presentó un método para la determinación de viñeteo provocado por el baffle del espejo de un telescopio. Los resultados fueron obtenidos usando el telescopio de 84cm del OAN, durante el cambio del baffle del espejo secundario. Es evidente la diferencia del viñeteo del baffle viejo, tanto en las pruebas con el pinhole como el método de la dona. De igual manera ambas pruebas demuestran que el baffle actual no presenta este problema. Del comparativo de los "flats", no se aprecia alguna diferencia evidente entre la condición del telescopio con baffle viejo y el baffle nuevo. Es importante mencionar que un viñeteo del baffle se manifiesta como un viñeteo del campo de visión del telescopio, y por tanto esa zona tendrá menor irradiancia de luz, pero no altera la forma de la imagen de las estrellas. Para una estrella desenfocada un ligero tilt del baffle se manifiesta como un viñeteo en la dona, y puede pensarse que la no simetría del borde exterior sea ocasionado por una mala colimación del telescopio. El efecto es amplificado si se observa la dona en las posiciones extremas de carrera del secundario (límites superior e inferior).

Referencias

- [1] A. Cornejo and D. Malacara, "Ronchi test of aspherical surfaces, analysis, and accuracy," *App. Opt.* **9**, 1897-1901, (1970)
- [2] D. Malacara y J.M. Malacara, " Como funciona el telescopio," en *Telescopios y Estrellas*, 1a ed. (SEP/Fondo de Cultura Económica, México, 1987), Cap. 2.
- [3] D. Malacara y Z. Malacara, " Astronomical telescopes," in *Handbook of lens desing*, 1a ed. (Marcel Dekker, New York, 1994), Cap. 15.
- [4] E. Luna, "Análisis de alineación de telescopios astronómicos tipo cassegrain", Tesis de Doctorado, INAOE, Puebla (1991)