



ASTROPALMA

OBSERVATORIO DE TACANDE, LA PALMA

Joan Genebriera

## MAGNITUD LÍMITE, un proyecto de colaboración canario

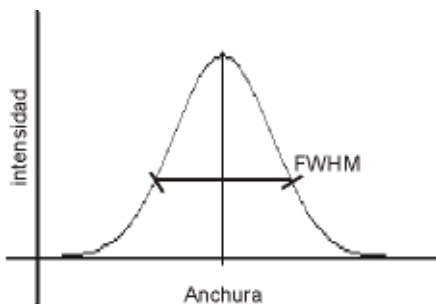
### *¿ Que queremos conseguir con este trabajo ?*

Varios son los objetivos a conseguir: Conocer nuestras posibilidades instrumentales. Averiguar la magnitud límite alcanzable en nuestra zona de observación. Determinar la luminosidad de nuestro fondo de cielo y finalmente colaborar en un proyecto Canario conjunto.

### *¿ Como lo observaremos ?*

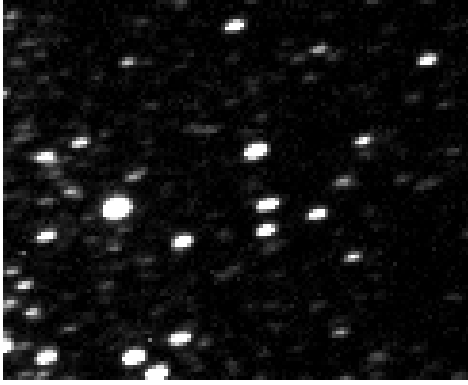
Debemos observar cuando el objeto se encuentre cerca de su paso por el meridiano y en ausencia de Luna y si es posible, contaminación lumínica. Podemos emplear cualquier tipo de telescopio y cámara a condición de que el seguimiento horario sea de suficiente calidad para asegurar que las estrellas tengan una forma circular.

Cuando se toma una exposición de una estrella con un telescopio, éste nos da una imagen de aquella en su plano focal con una distribución de intensidades que puede ser representada a través de una curva gaussiana.....



El FWHM o anchura de la curva a una altura correspondiente a la mitad de la intensidad, es una medida de la calidad de todo nuestro sistema en segundos de arco que engloba el tracking, el seeing, el enfoque y la calidad óptica o PSF.

Pero si tenemos problemas de alineación en nuestra montura o el seguimiento (tracking) es defectuoso, obtendremos estrellas como las de la siguiente imagen y al no concentrar toda la energía luminosa sobre unos pocos pixels, perderemos intensidad (magnitudes).



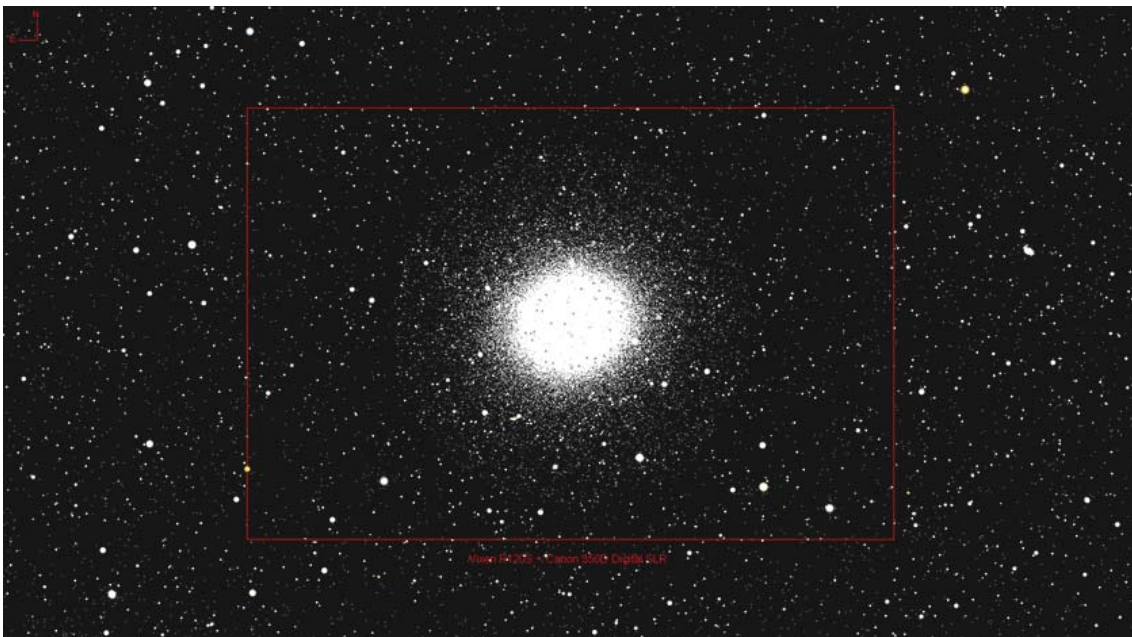
Ejemplo que muestra lo que produce una montura ecuatorial no alineada.

En caso de que tengamos algún problema con el seguimiento es preferible tomar exposiciones cortas e integrarlas después con la ayuda de algún programa de tratamiento de imágenes. Si no tienen ninguna preferencia, pueden tratar de emplear el software “ IRIS “, que es un programa freeware gratuito disponible en Internet. ver..... <http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm>

### ***El objeto a medir***

A causa de su proximidad a nuestro sistema solar, que se estima en unos 5,2 Kparsecs (17.000 a.l), la observación del cúmulo globular Omega Centauri (NGC 5139), es una visión sublime por sus dimensiones y brillo. Se recomienda su observación entre el período Abril-Mayo de 2007.

Visualmente tiene el mismo diámetro angular que la Luna (30' minutos de arco) pero esta dimensión es cercana a los 70' en las imágenes fotográficas o de CCD. La magnitud global es de 3,7



Campo de Omega Centauri sobre 50x100 minutos de arco (líneas rojas). Ninguna de las estrellas del rectángulo rojo son visibles a simple vista.

Hasta tal punto es brillante que fue catalogado por Bayer como una estrella y por este motivo fue designado con la última letra del alfabeto griego. Omega Centauri es visible desde la península, aunque en condiciones precarias de baja altura sobre el horizonte, pero es en Canarias donde este objeto puede observarse en toda su grandeza ya que alcanza una altura de  $14^\circ$  en las noches de Mayo.

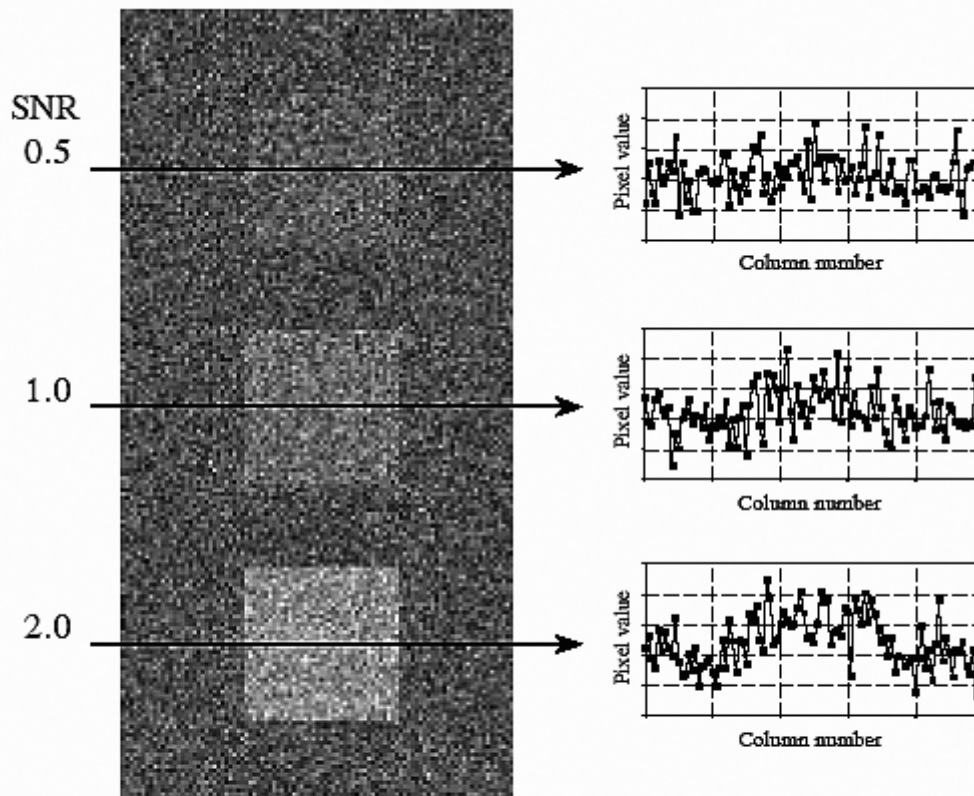
La población de este cúmulo se estima en un millón de estrellas y su densidad en el centro es unas 25.000 veces mayor que la existe en el entorno del Sistema Solar. El cúmulo no es exactamente circular y muestra una cierta forma elíptica, probablemente causada por efecto de su rotación. Este cúmulo contiene una gran cantidad de estrellas variables del tipo RR Lyrae con pulsación de menos de un día así como variables del tipo Cefeida que pueden emplearse como indicadores de distancia.

### ***Algo de pixels y fotones***

Los pixels o elementos de imagen están maravillosamente preparados para poder recoger información fotométrica, ya que la carga electrónica que acumula un píxel debe aumentar linealmente con el tiempo de exposición. Sin embargo, en valores de cuentas (ADU's) muy altos o muy bajos no suele ser lineal.

### ***Valor S/N***

La capacidad de detección del sistema telescopio/cámara esta definido por el valor numérico de la llamada relación señal/ ruido o S/N del ingles Signal/Noise. El valor mínimo teórico es de 2 (aunque personalmente nunca he conseguido la detección en menos de 2,9 ). Si el valor supera 100, podemos obtener fotometría con una precisión de 0,01 magnitud. Por lo que queda claro que interesa tener una S/N lo más alta posible.



Minimum detectable SNR. An object is visible in an image only if its contrast is large enough to overcome the random image noise. In this example, the three squares have SNRs of 2.0, 1.0 and 0.5 (where the SNR is defined as the contrast of the object divided by the standard deviation of the noise).

Para conseguir valores altos de S/N tenemos las siguientes opciones:

AA.- Aumentar el diámetro de nuestro telescopio (difícil y caro)

BB.- Emplear el mayor tiempo de exposición posible (limitado por la contaminación)

Al aumentar el tiempo de integración se aumenta la relación S/N, por.....

$$S/N' = (S/N) \text{ raíz cuadrada } T1/T2.$$

CC.- Integrar múltiples exposiciones cortas (lo más práctico)

Si se suman n imágenes con una determinada S/N, la nueva S/N' es igual a....

$$S/N' = (S/N) \text{ raíz cuadrada } n$$

DD.- Reducir el ruido, buscando zonas muy oscuras o enfriar nuestra cámara (posible).

Además, para obtener buenos resultados fotométricos es importante cumplir con el criterio de Nyquist y conseguir una adaptación óptima entre el telescopio y el detector. Es decir si la escala no es la correcta (segundos de arco/píxel), no alcanzaremos la magnitud máxima posible del conjunto telescopio/cámara.

En general se recomienda recoger la imagen que produce nuestro seeing local (FWHM) por 2 (o más) píxeles. Por ejemplo: Si suponemos que tenemos una cámara con píxeles de 9 micrones y nuestro FWHM medio es de 3" la longitud focal de nuestro telescopio debería ser de ...

$$LF = 2 * 0,009 * 206265 / 3 = 1237,6 \text{ mm}$$

### ***¿ Como debemos procesar nuestras imágenes ?***

Para que las imágenes de este trabajo tengan un valor científico y puedan ser debidamente analizadas deben de estar preprocesadas, es decir, se debe eliminar la componente de ruido térmico o “dark current” y compensar las diferencias de sensibilidad entre pixels más las características no lineales de nuestro sistema óptico por medio del llamado campo plano o “ flat field”.

El primero consiste en tomar una imagen de la misma duración que las de luz pero con el tubo del telescopio cerrado y el segundo es otra imagen tomada sobre un fondo uniformemente iluminado, como puede ser la luz del crepúsculo después de la puesta de Sol. Encontraran bastante literatura sobre este tema en Internet.

No aplicar procesos no lineales (stretch, algoritmos de filtraje tipo Máxima Entropía, DDP, Lucy/Richardsson, etc) a las imágenes que debemos analizar fotométricamente, solo los de dark current y flat field.

Se pueden enviar cuantas imágenes se deseen, pero es mejor que envíen la mejor de cada serie.

### ***¿ Como debemos enviar nuestras imágenes ?***

Por favor, si toman imágenes múltiples, envíen solo la imagen combinada de todas ellas.

En principio y para unificar criterios se ruega que las imágenes estén en formato fit (que es el estándar astronómico) o en el jpg. Pueden ser en B/N o en color como se desee, aunque es preferible en B/N.

Se ruega incluir los siguientes datos en CADA imagen. No modificar los datos que están en negrita ( adjunto un ejemplo).

|   |   |
|---|---|
| <b>Objeto</b>                                   | <b>Omega Centauri, NGC 5139</b>   |
| <b>Telescopio</b>                               | Cassegrain Relay 400 mm   |
| <b>Distancia focal/F/Campo cobertura</b>        | 2614 mm/ 6.5 / 18' x 12'  |
| <b>Lugar/Coordenadas Posición/Altura</b>        | Observatorio de Tacande, La Palma<br>Longitud : 17g 52m 03,56s W<br>Latitud: 28° 38' 29,70" N<br>Altura: 765 m. |
| <b>Filtro</b>                                   | <b>Ninguno</b>  |
| <b>Cámara CCD/Escala</b>                        | ST8XE / 0,71"/píxel   |
| <b>Detalles de integración</b>                  | 1 x 10 minutos  |
| <b>Fecha(d/m/a)/Hora (UTC)</b>                  | 03/04/2007 00:08:26   |
| <b>Fase Lunar %</b>                             | 43,0  |
| <b>Airmass</b>                                  | 1,20  |
| <b>Procesado de corriente oscura, ¿ si/no ?</b> | Si  |
| <b>Procesado de campo plano, ¿ si/no ?</b>      | Si  |
| <b>Software empleado</b>                        | Maxim DL/CCD  |
| <b>Operador/es</b>                              | Joan Genebriera   |
| <b>Comentarios</b>                              | Viento moderado   |

## *¿Donde enviar las imágenes ?*

Por favor remitirlas a mi atención en [PLEIADES@telefonica.net](mailto:PLEIADES@telefonica.net)

Muchas gracias.

## **RESULTADOS**

Después de analizar un pequeño trapecio de estrellas que se encuentra al Oeste del cúmulo en las coordenadas 12h25m28s, -47°27'31" (2000.0) , en el período Abril-Mayo de 2007, tenemos los siguientes resultados:

- Observatorio Altamira (Tenerife), mag. límite: 16,5 / fondo cielo 18,8
- Gustavo Muler (Lanzarote), mag. límite: 14,5 / fondo cielo 17,0
- Cesar Piret (Lanzarote), mag. límite: 16,0 / fondo cielo 18,4
- Francisco A. Rodríguez (Gran Canaria), mag. límite: 15,5 / fondo cielo 19,0
- José Luís Doreste (Gran Canaria), mag. límite: 15,4 /fondo cielo 17,5
- Observatorio de Tacande (La Palma), mag. límite: 19,2 / fondo cielo 20,0

Quisiera no obstante hacer una pequeña reflexión sobre estas observaciones al respecto de la magnitud limite alcanzada

Excepto en mi caso que empleo una cámara CCD monocroma, todos los demás habéis empleado cámaras con un chip de color con magnitudes limite por debajo de lo esperado.

¿ Porque ?. Las cámaras en color tienen un rendimiento cuántico y una resolución muy inferior a las monocromas, además la adición en todas ellas de un dispositivo "antigoteo" para preservar la estética de imagen las hace fuertemente no lineales.

Con ello no quiero decir que las cámaras de color SBIG, Canon, Nikon, u otras sean malas sino que están preparadas para imágenes pictóricas y en el campo de la fotometría no son las ideales.

Después de recibir la que creo es la ultima imagen de Omega Centauri, podemos extraer las siguientes conclusiones:

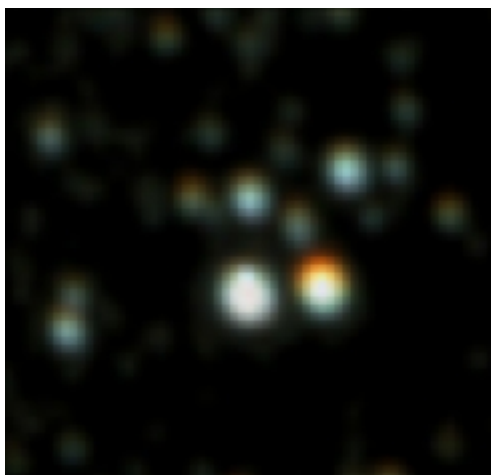
La magnitud limite es función directa del diámetro del telescopio, eficiencia cuántica del detector CCD, tiempo de exposición, airmass y en menor cuantía de los factores instrumentales e ambientales que afectan a la PSF (colimación, tracking, seeing).

La magnitud de fondo del cielo depende básicamente de la contaminación lumínica, fase lunar, altura sobre el mar del observador, presencia de nubes o brumas y lo más importante; la habilidad del observador para escoger una zona oscura al abrigo de contaminación.

Sin embargo nuestra afición, excepto en los lugares donde existe una protección especial al respecto, esta muy afectada por la actividad humana y mientras la sociedad sea insensible al valor que representa para todos tener un cielo oscuro será difícil en algunas islas conseguir mejoras sustanciales.

¡ Muchas gracias a todos !

Joan



Observatorio Altamira (Tenerife)

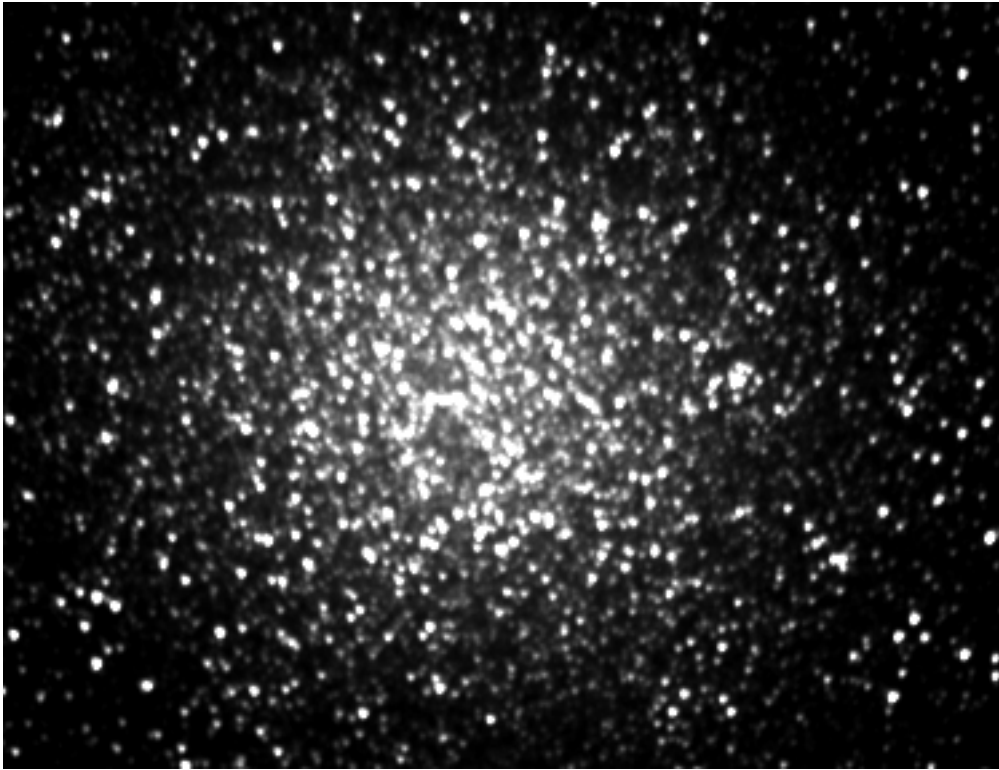


Gustavo Muler (Lanzarote)





Cesar Piret (Lanzarote)



José Luís Doreste (Gran Canaria)

---

Se ruega citar el origen para su reproducción parcial o total. Gracias.

*Joan Genebriera, Observatorio de Tacande, AAP*