

# ESTUDIO FOTOMÉTRICO DE MESSIER 13 CAMPAÑA DEL AÑO 2021 (I) PRIMEROS RESULTADOS

FRANCISCO VIOLAT BORDONAU

Observatorio Astronómico *Norba Caesarina*, MPC Z71  
E-mail: [fviolat@yahoo.es](mailto:fviolat@yahoo.es)

**Resumen.** Al finalizar la campaña fotométrica del año 2021, que se ha extendido entre los meses de junio y octubre, presentamos un breve informe sobre algunos de los primeros resultados obtenidos: entre ellos cabe mencionar el descubrimiento de la nueva estrella variable V64 (que se confirmará a lo largo del presente mes de diciembre) así como un completo estudio de la nueva RR Lyrae V54, el descubrimiento de las nuevas variables V65 y V66 (que serán confirmadas en el primer trimestre de 2022) y otros que, en estos momentos, todavía están siendo analizados, escritos o revisados antes de su publicación. Hemos estudiado también, como venimos haciendo desde inicios de este siglo, las variables clásicas del cúmulo (RR Lyrae, Cefeidas y gigantes rojas) de las cuales iremos publicando estudios, resultados y trabajos durante los próximos meses.

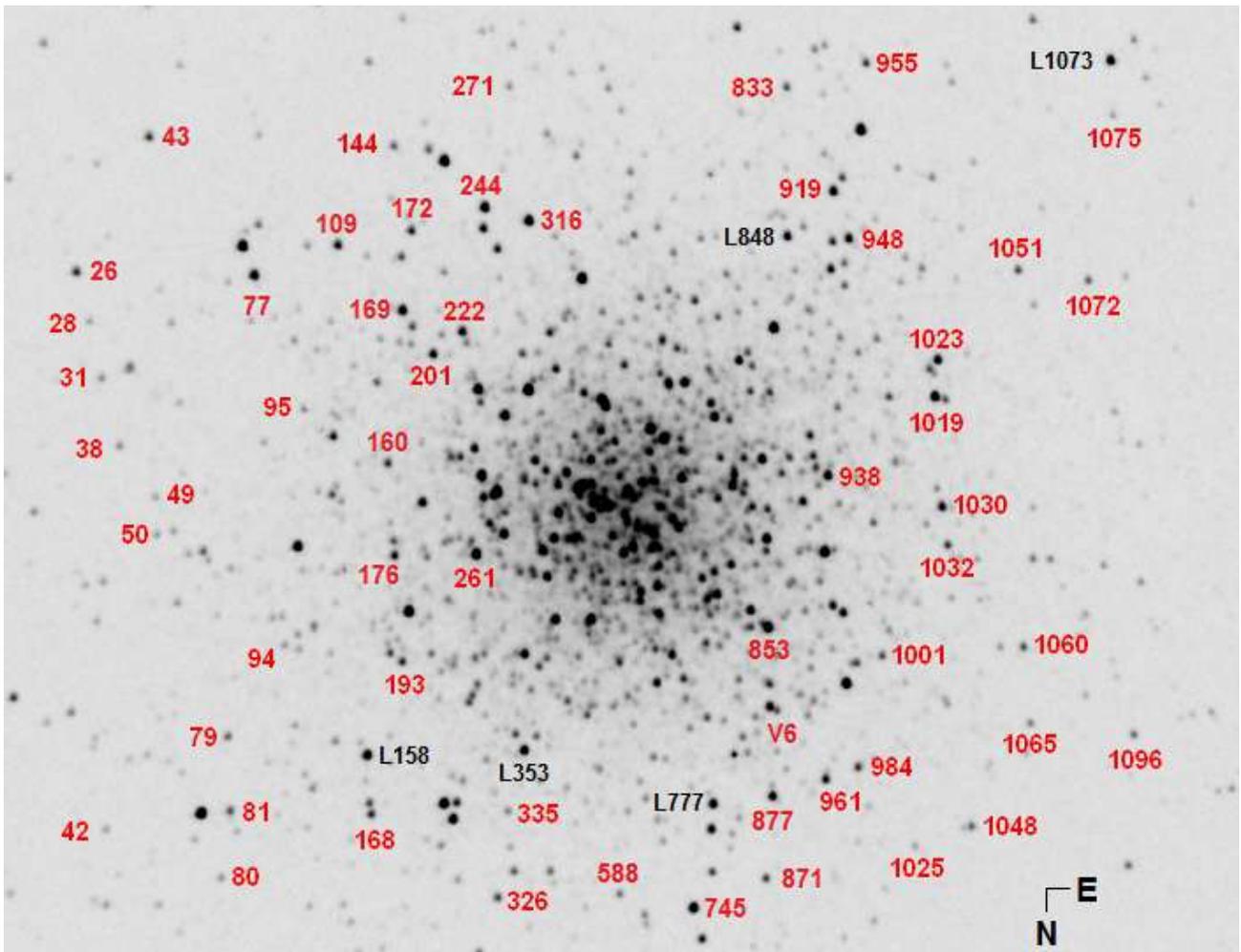
---

## 1. PRESENTACIÓN.

La campaña fotométrica del año 2021, que se ha extendido entre inicios de junio y mediados de octubre, ha sido muy generosa ya que no sólo hemos podido trabajar durante casi seis meses (debido a la bondad de la meteorología local) sino que hemos obtenido muchos y buenos resultados: en el momento de escribir estas líneas (8 de diciembre) hay un *paper* en manos de los árbitros del *Open European Journal on Variable Stars* anunciando la confirmación de una nueva variable (de tipo gigante roja) a la que se impondrá el nombre de V64. Del mismo modo tenemos casi acabado otro trabajo (*Study of V54 in Messier 13*) sobre la nueva RRc, muy avanzado un tercero (*Two new variable stars in Messier 13*) y hemos iniciado la redacción de un cuarto (*Three new variable stars in Messier 13*): todos ellos irán apareciendo, si no hay contratiempos o modificaciones de última hora (por ejemplo añadiendo nueva fotometría obtenida de diversas fuentes), a lo largo de los primeros seis, siete u ocho meses de 2022.

Con la adquisición de nuevo material (entre otros un filtro  $H\alpha$  con el cual esperamos capturar abundantes imágenes e incluso hacer fotometría del cúmulo), la utilización de diverso software especializado, la recepción de versiones mejoradas de los mismos, más recursos materiales y la colaboración de un amplio grupo de fotometristas los resultados obtenidos se han multiplicado: de este modo, por ejemplo, hemos chequeado la posible variabilidad de gran número de estrellas azules y de un elevado número de gigantes rojas (Figura 1). Sorprendentemente hemos descubierto que una buena parte de ellas presentan, en mayor o menor medida, oscilaciones lumínicas aunque las mismas son tan reducidas –en muchas ocasiones menos de dos décimas de magnitud bajando hasta las cinco centésimas de magnitud, aproximadamente– que sólo con la obtención de una abundante y bien muestreada fotometría de alta calidad es posible advertirla: de este modo al examinar diversos trabajos fotométricos publicados en los últimos sesenta años hemos podido advertir en ellos *pistas* o indicios de esta variabilidad (en algunas ocasiones era muy notoria y más que evidente), aunque los autores no han advertido la misma o, más probablemente, no se han atrevido a informar sobre ella al no estar seguros del todo de sus resultados.

El número de imágenes obtenidas (un poco menos de 1.300 en banda  $V$  Johnson además de en  $B$ ,  $R_c$  e incluso en  $H\alpha$ ) a lo largo de 140 noches nos ha permitido obtener curvas de luz del tipo “películas”, en contraposición a las “imágenes fijas” que otros autores presentan en sus trabajos.



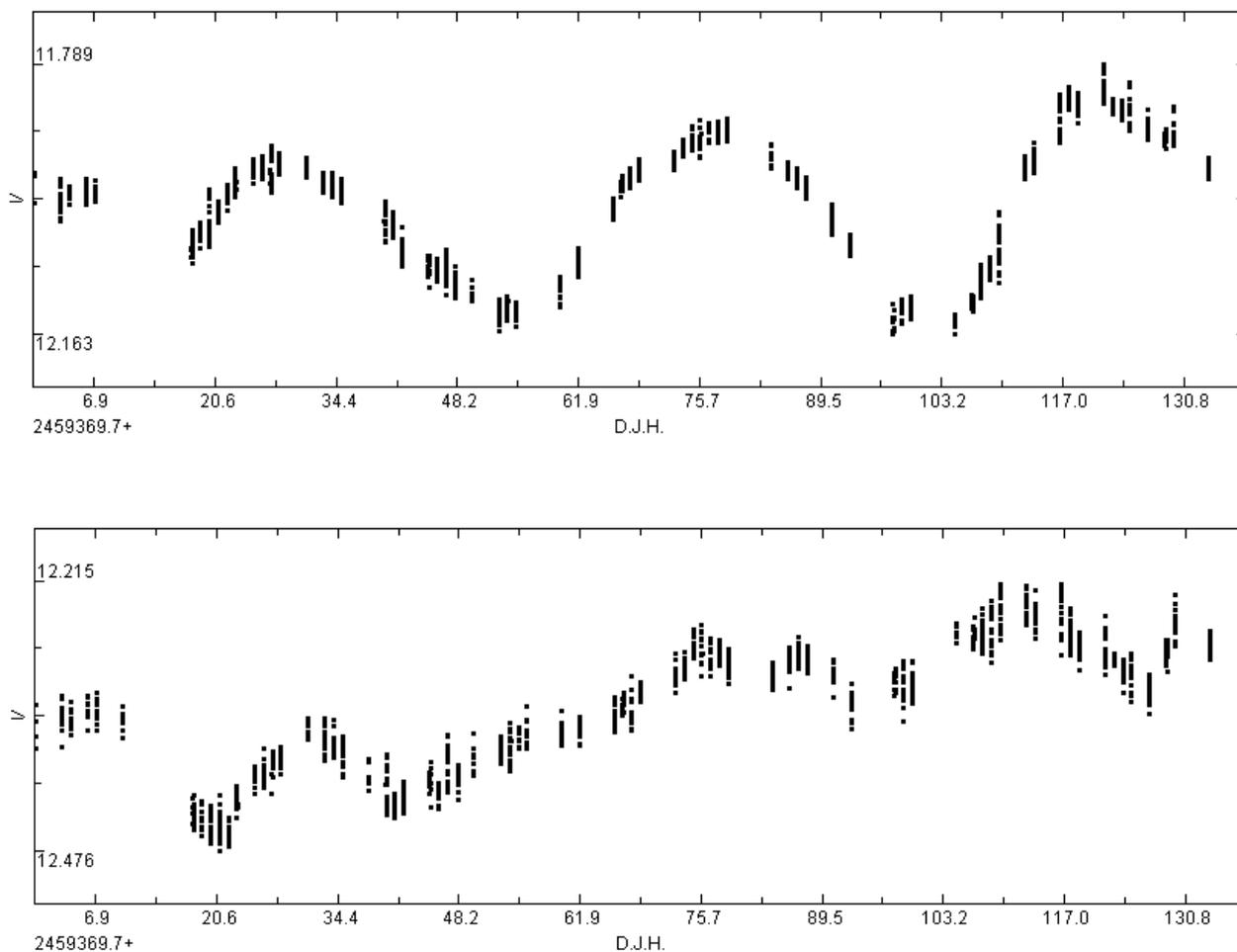
**Figura 1.** Fotografía de Messier 13, en banda *V* Johnson, que ha sido utilizada como mapa general: se han identificado en ella algunas estrellas de comparación y chequeo fotométrico; los números hacen referencia a las distintas estrellas que sirven de orientación para la identificación y uso de cartas (con una escala menor) de nueve sectores en los que nueve grupos de observadores buscaron nuevas variables. El Norte está situado abajo y el Este a la derecha.

## 2. RESULTADOS.

En la Figura 2 presentamos las curvas de luz, en bruto, de las variables V17 (panel superior) y V18 (panel inferior) dibujadas a partir de 1.237 y 1.266 mediciones respectivamente: al disponer de numerosas mediciones muy bien muestreadas, repartidas a lo largo de varios meses consecutivos, nos es posible apreciar y medir los micro-cambios de brillo (de pocas centésimas de magnitud) que presentan en un intervalo de unas pocas noches; otros observadores, con datos escasos y mal muestreados, no pueden registrarlos, representarlos ni medirlos. Como en campañas anteriores se han estudiado casi todas las variables clásicas del cúmulo<sup>1</sup>: las RR Lyrae (especialmente V54, la nueva RRc, de la cual publicaremos un *paper* y un trabajo en breve), las Cefeidas así como todas las gigantes rojas. Para evitar que otros grupos de trabajo tengan pistas sobre los descubrimientos que hemos realizado y puedan publicar antes que nosotros, atribuyéndose la paternidad de las nuevas variables<sup>2</sup>, a partir de ahora primero publicaremos en el *Open European Journal on Variable Stars* (en inglés) y luego en español en la Web Casanchi: en este caso no nos limitaremos a elaborar un sencillo y breve *paper* sino a presentar un completo estudio sobre la o las nuevas variables.

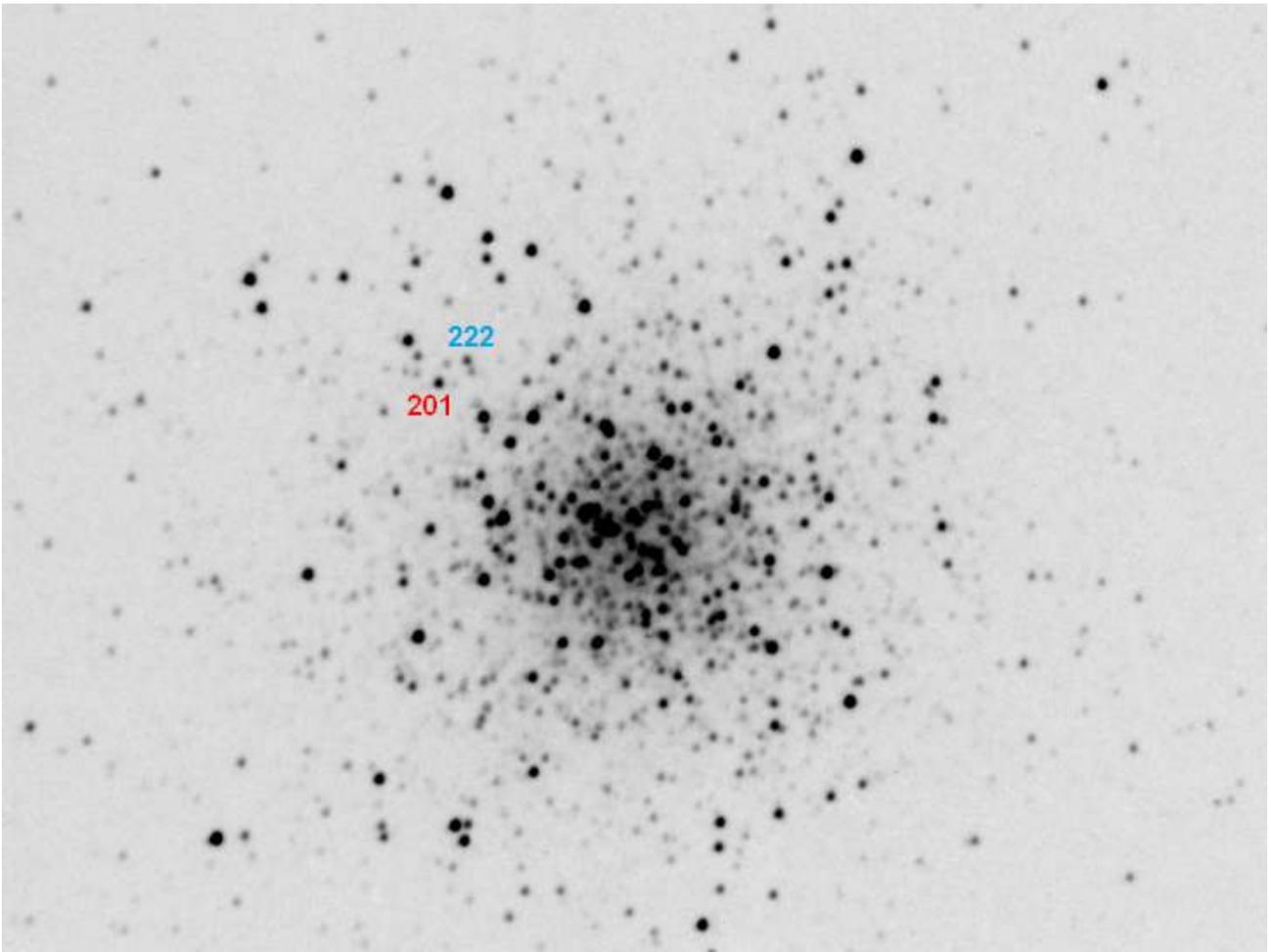
<sup>1</sup> Dejando a un lado aquellas que, inmersas en la densidad del núcleo, son difíciles de medir para nuestro equipo.

<sup>2</sup> El que publica primero es oficialmente el descubridor aunque sus curvas de luz sean pobres o de mala calidad.



**Figura 2.** Curvas de luz, en banda  $V$ , de las variables V17 (panel superior) y V18 (panel inferior): el elevado número de noches en las que se ha trabajado y los datos tan bien muestreados permiten seguir cómodamente sus cambios de brillo.

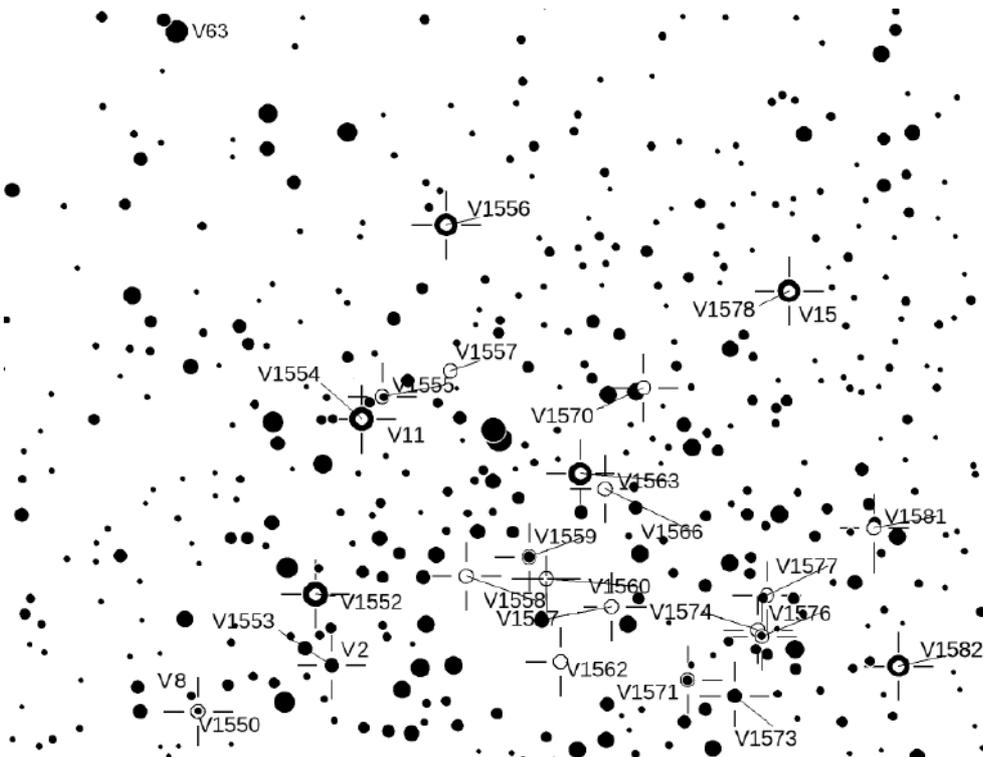
El proceso de publicación en esta revista (como en otras publicaciones similares) es lento, no tanto por la dificultad de escribir en una lengua que no es la nuestra –inglés en este caso– sino porque es preciso perder mucho tiempo y tener paciencia: hay que escribir un trabajo en un correcto español técnico, traducirlo a un perfecto inglés técnico y enviarlo a la revista para que sea revisado por uno o varios árbitros; cuando lo recibimos, días más tarde, es preciso darle otra atenta lectura y revisión siguiendo las indicaciones, consejos, modificaciones y rectificaciones sugeridas por los árbitros para volver a enviarlo a la revista y ser publicado. Este proceso puede durar entre dos semanas, en el caso más favorable (por ejemplo en el descubrimiento de V63) o incluso algo más de mes y medio como en trabajos publicados en esta misma revista hace unos años. Naturalmente una vez publicado el *paper* es preciso contactar con distintos medios (como los responsables de Simbad, *Astronomy*, *Sky & Telescope* o *Astronomía*) para informar del descubrimiento; finalmente la nueva variable recibirá un número de orden –por ejemplo V64 dado que en estos momentos V63 es la última confirmada en Messier 13– y será inscrita en el *Catálogo de Estrellas Variables en Cúmulos Globulares* con algunas breves notas que informen sobre la estrella, su posición, el descubridor y el procedimiento que ha utilizado. Aunque todavía quedan bastantes mediciones por recibir hasta la fecha son ya **seis** las confirmadas –con nuestras mediciones fotométricas y las publicadas por otros observadores en los últimos sesenta años– todas ellas de tipo gigante roja: las iremos presentando en distintos *papers*, en inglés, y trabajos en español a lo largo de la primera mitad del año 2022.



**Figura 3.** Fotografía de Messier 13 tomada con el nuevo filtro  $H\alpha$ : se ha identificado en ella la estrella azul L222, de tipo errante azul, que en banda  $V$  brilla casi tanto como la estrella L201.

### 3. NUEVOS PROYECTOS.

Entre el nuevo material ya recibido e instalado en la rueda portafiltros podemos mencionar un filtro  $H\alpha$  de la marca Baader, de banda estrecha (35 nm), ideal para focales y cámaras CCD como las que utilizamos en el Observatorio: con él ya hemos comenzado a capturar imágenes de Messier 13 en esta longitud de onda, una de las cuales mostramos en la Figura 3. Al desaparecer las duras restricciones sanitarias y el confinamiento debido a la pandemia de Covid-19, la disponibilidad constante del equipo a lo largo de todo el año y la abundancia de tiempo de observación –gracias a la benigna meteorología española– esperamos poder hacer numerosas observaciones con él durante la próxima campaña fotométrica: incluso no descartamos la posibilidad de que algunos grupos de observadores elaboren curvas de luz experimentales (en  $H\alpha$ ) de algunas de las variables del cúmulo. Como disponemos de otros filtros fotométricos ( $BVR_cI_c$ ) cabe la posibilidad de comenzar a obtener curvas de luz simultáneamente en distintas bandas: lo iremos planificando despacio a lo largo de los próximos meses según los grupos de trabajo que se organicen y el tiempo que se les asigne a cada uno de ellos con el equipo. También tenemos pendiente la publicación de un diagrama H-R de tipo Color-Magnitud basado en la fotometría  $B$  y  $V$  obtenida hace unos años que ya mostramos parcialmente: quizá este año, si disponemos de tiempo, podamos mejorar los resultados incluyendo componentes algo más débiles (en torno a la magnitud 16,5  $V$ ). Pese a que hemos determinado recientemente (y publicado) los períodos actuales de las tres Cefeidas del cúmulo (mejorando los



**Figura 4.** Mapa de la parte central y SW de Messier 13 con todas sus variables identificadas.

resultados publicados por el *M13 Team* en 2019) nos gustaría volver a medirlos y refinarlos: con ello es posible determinar la cuantía del cambio de los mismos ( $\beta$ ) en los últimos decenios. También vamos a confirmar el valor  $\beta$  que presentamos para la variable V2 y la reducción del incremento de la misma en los últimos sesenta o setenta años.

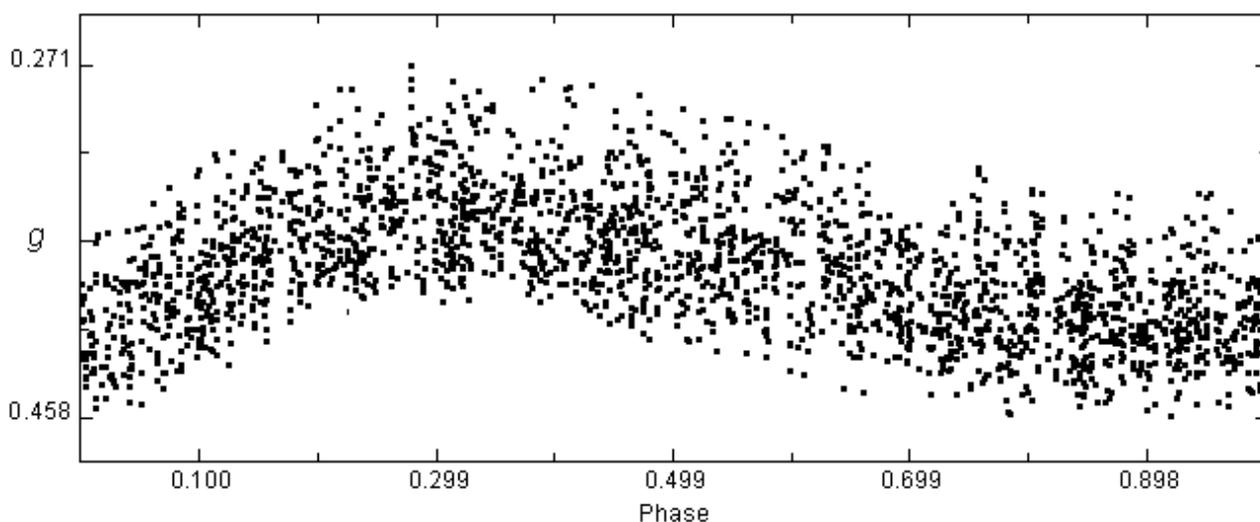
#### 4. NUEVOS TELESCOPIOS Y EQUIPOS.

La pandemia de Covid-19 ha retrasado varios proyectos prioritarios que teníamos pendientes desde hace varios años, entre ellos la idea de trabajar durante todo el año con telescopios de 60 y 40 cm de apertura dotados de equipos más avanzados y completos: en cuanto la incidencia acumulada actual se reduzca a valores seguros y desaparezcan las restricciones actuales confiamos en poder comenzar a tomar imágenes con los mismos, lo que mejoraría los resultados y quizá incluso abriese nuevas líneas de investigación y posibilidades, entre ellas la ampliación del período anual observado (la duración de la campaña fotométrica se vería incrementada en varios meses) y la obtención habitual de curvas de luz multibanda, tanto en este como en otros cúmulos globulares en los cuales todavía se han descubierto y confirmado muy pocas variables (Messier 10 y Messier 12 entre otros). Con el acceso a estos nuevos instrumentos podremos ampliar el número de variables observadas actualmente (Figura 4) incluyendo alguna SX Phe, no estudiadas hasta el momento dada su debilidad para nuestro equipo, a la vez que mejoraría la calidad de los diagramas Color-Magnitud que elaboremos al incluir estrellas de magnitudes algo más altas. Deseamos volver a medir las posiciones actuales de las estrellas de campo situadas en el interior de Messier 13 para determinar con mayor precisión sus movimientos propios: confiamos en que con el uso de focales más amplias y mayores aperturas el proceso sea fácil de manera que podamos publicar algún buen trabajo sobre este interesante tema en los próximos meses.

#### 5. NUEVAS MEDICIONES FOTOMÉTRICAS.

En los últimos meses hemos comenzado a utilizar las mediciones fotométricas obtenidas por telescopios robóticos, entre ellos ASAS-SN (Figura 5) en bandas *V* Johnson y Sloan-*g*, que si bien no tienen una calidad tan alta como las nuestras son muy útiles porque abarcan períodos temporales

más dilatados que los que nosotros podemos trabajar desde el Observatorio, a la vez que alcanzan magnitudes algo más elevadas que nuestro límite observacional actual. Durante el año 2022 continuaremos utilizándolos con provecho; también incluiremos en nuestros trabajos los datos fotométricos facilitados por el Dr. Dan Deras en su estudio de las variables del cúmulo así como las mediciones publicadas por otros observadores (p ej. Osborn y Fuenmayor en su trabajo del año 1977 y Kopacki *et al.* en el de 2003); todos ellos nos permitirán ver con otros “ojos”, otra precisión, otras bandas fotométricas y desde otro punto de vista las variables recién confirmadas ya que aportan una muy valiosa información sobre las mismas (¡aunque no siempre reconocida por sus propios autores!). Finalmente queda por mencionar que la afortunada recepción (y posterior lectura atenta) de dos trabajos fotométricos elaborados en los años 2013 y 2014 por dos alumnos de la Bowling Green State University, situada en Ohio (Estados Unidos), bajo la dirección del Dr. Layden (todos ellos pertenecientes al *M13 Team*), nos ha sugerido ciertas nuevas ideas y proyectos que ya hemos puesto en práctica –utilizando para ello las imágenes adquiridas en este año 2021– con un éxito rotundo: iremos informando de los resultados de los mismos a medida que nuestros *papers* y trabajos vayan apareciendo en medios y revistas profesionales a largo de 2022.

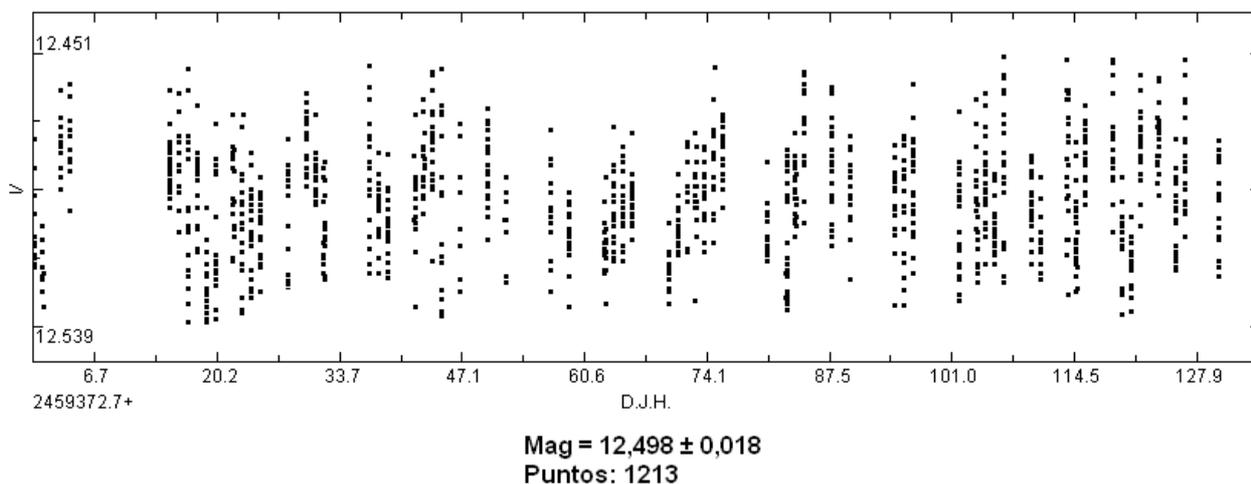


**Figura 5.** Curva de luz, en fase, de una de las nuevas variable confirmadas: se ha dibujado empleando las mediciones fotométricas ASAS-SN en banda Sloan-g con su *período corto* más destacado. Notemos la asimetría de la misma: el máximo se encuentra en la fase  $\sim 0,3$  y el mínimo aparece en  $\sim 0,9$ . Su reducida amplitud ( $< 0,19$  magnitudes tanto en *V* como en *g*) ha impedido que otros observadores la hayan confirmado como variable.

## 6. ¡CIENTOS DE MILES DE MEDICIONES FOTOMÉTRICAS!

Tal y como ya hemos indicado hemos capturado en torno a 1.300 imágenes con el filtro *V*, aunque algunas de ellas (¡no muchas, por fortuna!) no tienen el nivel fotométrico exigido por nuestro sistema de control de calidad: unas porque el paso de finos cirros ha estropeado las fotografías, otras porque algún satélite o avión ha cruzado sobre la misma (en ocasiones, como si fuese una flecha, incluso por la mitad dejando unos molestos trazos) y sólo media docena porque algún fallo de origen desconocido ha perturbado el seguimiento automático y ha producido trazos estelares. Dejando a un lado estas pocas placas defectuosas nos encontramos con casi 1.270 fotografías totalmente útiles que, como en campañas anteriores, hemos procedido a almacenar en varios discos duros para disponer de copias de seguridad redundantes tal y como nos sugirió el Dr. Kopacki hace ya algunos años. Dado que en cada imagen nuestros programas son capaces de identificar correctamente entre 750 y 900-1.000 estrellas, dependiendo de la calidad de la imagen

(la cual depende de la oscuridad del cielo, la turbulencia local, la exactitud del seguimiento y otros factores similares), y de cada estrella identificada podemos obtener en torno a 1.270 medidas de brillo en banda  $V$  a lo largo de la campaña el número de datos ya acumulados hasta la fecha es increíblemente elevado.<sup>3</sup> Un ejemplo puede ser la determinación de la magnitud media de la estrella de campo L1019: según Cudworth y Monet (1979) es un astro de magnitud 12,70  $V$  con un índice de color  $B - V$  igual a 0,67: según nuestros datos su magnitud media es igual a la  $12,498 \pm 0,018$  en banda  $V$ ; la curva de luz obtenida en la campaña de 2021 aparece en la Figura 6.



**Figura 6.** Curva de luz, en bruto, de la estrella L1019 obtenida a partir de 1.213 mediciones repartidas en 139 noches: según el programa estadístico *A.V.E.* su magnitud media es igual a la  $12,498 \pm 0,018$  en banda  $V$ .

Podríamos decir, para intentar excusar el resultado y sentirnos satisfechos, que una diferencia de 0,2 magnitudes entre ambos valores no es demasiado grande teniendo en cuenta el tamaño de nuestro telescopio (20 cm: 8 pulgadas): en realidad la diferencia se debe no a un *error excusable* de nuestros datos sino a que esta estrella se encuentra muy pegada a otra (ver Figura 1), lo que no sólo dificulta la obtención de mediciones de calidad sino que altera el resultado final. Osborn (2000) encuentra a L1019 de magnitud 12,65  $V$  mientras que Stetson (2019) la tabula con magnitud 12,610  $V$ : la diferencia se reduce ahora a sólo 0,110 magnitudes. Podemos ir más lejos: Nascimbeni *et al.* la encontraron de magnitud 12,474  $V$  en su trabajo del año 2016 mientras que Sandquist *et al.*, en 2010, la tabularon con magnitud 12,605  $V$ . Los datos discrepan: eso lo dice todo...

Una vez que publiquemos los *papers* confirmando las nuevas variables, y diversos trabajos sobre las variable clásicas, procederemos a publicar algún artículo sobre estrellas no variables para comprobar, una vez más, la precisión, exactitud y estabilidad de nuestra fotometría.

En resumen: si todo marcha según lo previsto (y los nuevos *virus mutantes* no terminan con la vida en la Tierra) la próxima campaña observacional del cúmulo globular Messier 13 promete ser muy densa, emocionante, satisfactoria, innovadora y fructífera en todos los sentidos.

Observatorio Astronómico *Norba Caesarina* (MPC Z71), 10 de diciembre de 2021.

<sup>3</sup> No sólo medimos las magnitudes de las estrellas variables o sospechosas de variabilidad (para confirmarlas), sino que también tenemos la buena costumbre de medir el brillo de numerosas estrellas no variables (p. ej. L1019 entre otras muchas) para chequear la precisión, exactitud y estabilidad de nuestros resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es un resumen del que ha sido realizado a lo largo del año 2021 utilizando los catálogos y bancos de datos de SIMBAD y VizieR (Centro de Datos Estelares CDS de Estrasburgo, Francia), ASAS-SN, NASA's Astrophysics Data System así como los diversos telescopios, las cámaras CCD y la rueda de filtros fotométricos ( $BVR_cI_cH\alpha$ ) del Observatorio Astronómico *Norba Caesarina* de Cáceres (España), MPC Z71, gracias a los cuales hemos realizado este y otros descubrimientos que publicaremos en el futuro. Queremos dar las gracias a todos los profesores y doctorandos, estudiantes y voluntarios implicados en este magno proyecto: en 2022 volveremos a la tarea. También al Dr. Wayne Osborn por sus valiosos comentarios, críticas constructivas y numerosos consejos sobre las estrellas variables de Messier 13 y al Dr. Daniel Deras por su amabilidad al responder nuestras consultas, su valioso tiempo y las mediciones fotométricas que ha compartido con nosotros. Finalmente no podemos dejar de mencionar al Dr. Kopacki por sus útiles consejos sobre la conservación de las imágenes obtenidas en este Observatorio, los valiosos datos digitales extraídos de ellas, las mediciones fotométricas conseguidas y la imperiosa necesidad de ser extremadamente cuidadosos con todos ellos.

## REFERENCIAS

- Cudworth, K. M., Monet, D. G., 1979, AJ, 84, 774: [1979AJ.....84..774C](#)  
Deras D., *et al.*, 2019, MNRAS, 486, 2791: [2019MNRAS.486.2791D](#)  
Kopacki, G. *et al.*, 2003, A&A, 398, 541: [2003A&A...398..541K](#)  
Osborn, W., Fuenmayor, F., 1977, AJ, 82, 395: [1977AJ.....82..395O](#)  
Osborn, W., 2000, AJ, 119, 2902: [2000AJ....119.2902O](#)  
Osborn, W. *et al.*, 2019, Acta Astronomica, 69, 101: [2019AcA....69..101O](#)  
Nascimbeni, V. *et al.*, 2016, MNRAS, 463, 4210: [2016MNRAS.463.4210N](#)  
Sandquist, E. L. *et al.*, 2010, AJ, 139, 2374: [2010AJ....139.2374S](#)  
Stetson, P. B. *et al.*, 2019, MNRAS, 485, 3042: [2019MNRAS.485.3042S](#)  
Violat-Bordonau, F., 2021, OEJV, 213, 1: [2021OEJV.213....1V](#)