

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER EN ASTROFÍSICA
DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.
CURSO 2014-2015

Análisis de la abundancia de litio y actividad
cromosférica en espectros UVES y GIRAFFE de
GES (*Gaia*-ESO Survey)



Septiembre 2015

Trabajo realizado por: **Miguel Gómez Garrido**

Supervisado por: **David Montes Gutiérrez**

DEPARTAMENTO DE ASTROFÍSICA Y CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Contacto:

migomez@ucm.es

dmontes@ucm.es

Resumen

Este trabajo se encuadra en el proyecto GES (*Gaia*-ESO Survey) y presenta el estudio de espectros de muy alta y media resolución de FLAMES (UVES/GIRAFFE). El análisis espectral se centra en obtener la anchura equivalente de las líneas de litio ($\lambda = 6707.43 \text{ \AA}$) y $H\alpha$ en emisión ($\lambda = 6562.8 \text{ \AA}$). Así, se obtiene información de la abundancia de litio y la actividad cromosférica cuantificada con la EW de la línea $H\alpha$. Se comparan las medidas obtenidos automáticamente con el software TAME y las medidas manualmente utilizando el comando *plot* de IRAF. En conclusión, el buen funcionamiento de TAME está limitado a líneas aisladas y de elementos abundantes en la estrella.

El estudio se centra en los cúmulos jóvenes IC 2391, IC 2602 y IC 4665, cuyas estrellas frías se encuentran en fase de pre-secuencia principal o ZAMS con edades de entre 10 y 100 Ma. En primer lugar se aplican los criterios de velocidad radial y diagramas color-magnitud para determinar la pertenencia o no a los cúmulos. Además, se tiene en cuenta la presencia de litio y actividad cromosférica para establecer la clasificación final.

Con la información de las estrellas miembros y muy posibles miembros, se utiliza la EW de la línea de litio para determinar la edad del cúmulo IC 2391. Además, con la abundancia de litio, también se estima la edad de este cúmulo mediante el método de *Lithium Depletion Boundary*. Como resultado, el rango de edad determinado para IC 2391 es de entre 20 y 50 Ma, lo que es compatible con los estudios anteriores. Para finalizar se comprueba que la actividad cromosférica de IC 2391 concuerda con un cúmulo joven.

Palabras clave: Cúmulos abiertos y asociaciones: individual (IC 2391) – Cúmulos abiertos y asociaciones: general – Mapas – Métodos: análisis de datos – Estrellas: pre-secuencia principal – Estrellas: parámetros fundamentales – Estrellas: últimos tipos – Estrellas: actividad - Estrellas: evolución - Técnicas: espectroscopía - Técnicas: velocidades radiales - Técnicas: diagramas color-magnitud

Abstract

In the framework of the GES (*Gaia*-ESO Survey) high and medium resolution spectra from FLAMES (UVES/GIRAFFE) have been analysed. The spectral analysis is focussed on get the equivalent width of lithium ($\lambda = 6707.43\text{\AA}$) and $H\alpha$ emission ($\lambda = 6562.8\text{\AA}$) lines. So, information relative to lithium abundance and chromospheric activity quantified by EW($H\alpha$) is obtained. The automatic and manual measurements, obtained using TAME software and using IRAF tool, *plot* are compared each other. In conclusion, TAME work is limited to isolated lines and to elements with large abundance in the star.

The study on focussed in the young clusters IC 2391, IC 2602 y IC 4665, whose cool stars are on pre-main sequence or ZAMS and their age are between 10 and 100 Myr. First, radial velocity and color-magnitude diagram criteria are applied to determinate what objects are members or non members of the clusters. In addition, lithium abundance and chromospheric activity are used to establish the final classification.

Information of EW(Li) from members and very likely members is used to determine IC 2391 cluster's age. Furthermore, the age of this cluster, can be calculated through *Lithium Depletion Boundary* method using lithium abundance. As a result, age range is determined to IC 2391 cluster and the result is 20-50 Myr, what is compatible with previous researches. Finally, IC 2391 cluster's chromospheric activity is in agreement with that of a young cluster.

Key words: Open clusters and associations: individual (IC 2391) – Open clusters and associations: general – Surveys – Methods: data analysis – Stars: pre-main sequence – Stars: fundamental parameters – Stars: late-type – Stars: activity - Stars: evolution - Techniques: spectroscopy - Techniques: radial velocities - Techniques: color-magnitude diagram

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Formación estelar y los cúmulos estelares.	1
1.2. <i>Gaia</i> -ESO Survey.	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
3. MEDIDAS ESPECTRALES	7
3.1. Medidas de litio.	7
3.2. Corrección de las medidas de litio.	11
3.3. Medidas de la actividad cromosférica.	12
4. CRITERIOS DE PERTENENCIA	13
4.1. Distribución de velocidad radial.	13
4.2. Diagramas de Hertzsprung-Russell.	15
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	17
5.1. Determinación de la edad.	18
5.2. Análisis de la actividad cromosférica.	20
5.3. Otros resultados y comprobaciones.	22
6. CONCLUSIONES	24
7. AGRADECIMIENTOS	25
8. REFERENCIAS	26
A. Medidas espectrales	29
B. Cálculo de la anchura equivalente de Fe I (6707.43 Å). Ajustes	45
C. Información fotométrica y parámetros estelares	46
D. Pertenencia a los cúmulos	61
E. Medidas otros autores	67

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente escrito se presenta la memoria correspondiente al *Trabajo de Fin de Máster* en Astrofísica del curso 2014/2015. Para poder llevar a cabo esta tarea con la mayor rigurosidad posible, se ha tratado de aplicar todos los conocimientos necesarios aprendidos durante el Máster.

El caso particular de este trabajo, ha sido un estudio de cúmulos jóvenes de nuestra galaxia. Para ello, se centra el trabajo en un análisis espectroscópico de estrellas susceptibles de pertenecer a los cúmulos estudiados. Dicho análisis se concentra, principalmente, en mediciones de las líneas de litio y $H\alpha$.

1.1. Formación estelar y los cúmulos estelares.

Actualmente, resulta muy complicado y poco preciso estimar la edad de una estrella individual. Por este motivo es casi imprescindible realizar estudios de agrupaciones de estrellas, de tal forma que pueda inferirse un rango de edad.

En primer lugar conviene comenzar explicando brevemente qué son y qué papel juegan los cúmulos estelares. La formación de estrellas, no se produce de forma individual, si no que su nacimiento tiene lugar en las grandes nubes de gas molecular de las galaxias. De forma muy resumida, se puede explicar el nacimiento de las estrellas a partir de sobredensidades en la distribución de masa. Estas variaciones producen que tenga lugar un colapso gravitatorio sobre dichas zonas con una mayor densidad. De esta manera, se tienen zonas de la nube donde la densidad es mayor que el promedio. Finalmente, se forman los denominados “EGG’s” que posteriormente dan lugar a las estrellas y sistemas planetarios.

Una vez finalizada la formación estelar, las estrellas jóvenes emiten hacia el medio interestelar radiación altamente ionizante. Por este motivo, se llega a fotoevaporar el gas, quedando así, las estrellas jóvenes al descubierto. Sin embargo, en muchos casos, aún se observan las estrellas embebidas en el gas remanente de su formación. Por otro lado, las estrellas recién formadas, tienden a alejarse unas de otras, de tal manera que finalmente la agrupación original se termina diluyendo. Sin embargo, cuando la edad de las estrellas es suficientemente pequeña, es posible observarlas constituyendo una agrupación en forma de cúmulo (ver Figura 1).



Figura 1: *Imagen del cúmulo estelar de las Pleiades. (Fuente: hubblesite.org)*

Este trabajo se centra en el estudio de este tipo de cúmulos, cuya edad se encuentra entre 10 y 100 Ma y por tanto se espera que sus miembros sean estrellas pre-secuencia principal. Tal y como se comenta más adelante, estos objetos tienen una gran abundancia de litio ya que obtienen su energía del colapso gravitacional y no de las reacciones nucleares.

1.2. *Gaia*-ESO Survey.

Todo el trabajo se enmarca en el proyecto *Gaia*-ESO Survey (GES)¹ y surge para apoyar y complementar con observaciones desde tierra a la misión *Gaia* (Gilmore et al.

¹<http://www.gaia-eso.eu>

2012). En este proyecto toman parte una gran cantidad de grupos de investigación que se organizan en distintos campos de trabajo. Aunque hay un total de 20 grupos de trabajo, éstos se dividen globalmente en cinco temas, más el grupo de organización y gestión general del proyecto y del Observatorio Paranal. Estas cinco secciones son: *Selección de objetivos y calibraciones*, *Extracción de espectros*, *Análisis espectral*, *Control de calidad y homogenización de parámetros* y *Monitorización del Survey, base de datos y archivos*.

En el caso del grupo de trabajo de la Universidad Complutense de Madrid que colabora en este proyecto, hace sus aportes principalmente a la sección de *Análisis espectral (determinación de parámetros fundamentales y abundancias)* (ver Taberero 2014; Smiljanic et al. 2014; Lanzafame et al. 2015). Dentro de la sección, el trabajo se ha centrado en lo correspondiente al grupo de trabajo 12 (WG12), que maximiza sus esfuerzos en el estudio de estrellas pre-secuencia principal. Sin embargo, también se ha desarrollado una parte del trabajo que estaría encuadrado en los grupos de trabajo 11 y 10, que se encargan del análisis de espectros de muy alta y media resolución de estrellas tipos F, G y K.

Según todo lo explicado anteriormente, el trabajo realizado se ha hecho basándose en los espectros proporcionados por el proyecto GES, que fueron tomados con el telescopio VLT UT2, localizado en el observatorio de la ESO en Cerro Paranal. Además, el instrumento utilizado para este cometido fue FLAMES (*Fibre Large Array Multi Element Spectrograph*). Este sistema de fibras puede realizar espectroscopía multiobjeto mediante los espectrógrafos GIRAFFE y UVES simultáneamente, lo que aporta grandes ventajas a la hora de llevar a cabo las observaciones.

Por su parte, GIRAFFE tiene una resolución espectral media, entre 17000 y 25900, dependiendo del modo de observación utilizado, mientras que la resolución espectral que puede llegarse a alcanzar con UVES es de hasta 47000. Sin embargo, el principal inconveniente que se tiene al utilizar UVES, es que únicamente se puede tomar el espectros de 8 objetos a la vez. Por el contrario, la ventaja de GIRAFFE es que es capaz de observar hasta un total de 130 objetos de forma simultánea. Este es un aspecto fundamental que hay que tener en cuenta al realizar el análisis espectral, y que se comenta más adelante.

Haciendo uso de esta potente instrumentación, durante toda la duración del proyecto, se pretende observar entorno a 100000 estrellas, repartidas entre el campo de la Vía Láctea y agrupadas en cúmulos estelares. Estos últimos son una parte fundamental para poder entender la formación de estrellas en nuestra galaxia.

De esta manera, se tienen varias metas por alcanzar con el proyecto GES. El objetivo principal, es realizar varios mapas de la galaxia. Combinando la información astrométrica de la misión *Gaia*^{II} con los datos de gran precisión con la que se obtienen las abundancias químicas, y la velocidad radial de las estrellas individualmente, se podrán elaborar mapas cinemáticos y de abundancia química de la Vía Láctea. A través de estos mapas será posible estudiar en detalle la distribución de los gradientes de velocidad y de abundancias, así como distinguir las componentes de la Vía Láctea: bulbo, disco grueso y disco delgado. Además, se espera obtener información muy valiosa de los procesos de formación y evolución estelar debido a que se dispondrá de una función de masa estelar con mucho detalle proveniente del estudio de los cúmulos de distintas masas y edades. Por otro lado, se obtendrá información sobre las subestructuras del halo de la galaxia, además, de información correspondiente a la materia oscura.

^{II}sci.esa.int/gaia/

Por último, decir que tanto los espectros analizados como la información fotométrica (recopilada previamente por GES), velocidad radial, temperatura efectiva (derivados por los distintos grupos a partir de los espectros) etc. han sido proporcionados, en su mayoría, por el proyecto GES. Sin embargo, en el caso puntual de algunas estrellas ha sido necesario realizar una búsqueda bibliográfica para poder obtener información relevante.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Estudiando espectroscópicamente las estrellas que se encuentran en el campo de un cúmulo estelar joven es posible estimar, con un a cierta dispersión, la edad de dicho cúmulo. Además, si a la información proveniente de los espectros, se añade información fotométrica y de la velocidad radial de las estrellas, es posible determinar la pertenencia al cúmulo.

Para conseguir estos objetivos se sigue una metodología basada principalmente en un análisis espectral de estrellas susceptibles de formar parte de un cúmulo joven. Las características espectrales que se van a buscar son Li I en absorción en $\lambda = 6707.76 \text{ \AA}$ y emisión en H α en $\lambda = 6562.8 \text{ \AA}$. Aunque por lo general, la línea H α se presenta en absorción, siempre que se haga referencia a ella, es porque se encuentra en emisión, que es el caso relevante en este trabajo. Por otro lado, las medidas de litio dan información de la edad, mientras que la presencia de H α en emisión es un indicador de actividad cromosférica en la estrella.

La estimación de la edad a partir del litio, se basa en que cuanto menor es la edad de una estrella, mayor es la abundancia de este elemento para un mismo tipo espectral (Martín, 1997). La producción de litio en estrellas se produce mediante la cadena protón-protón (p-p), dando lugar a ^6Li y ^7Li . Así, una estrella recién formada, que aún no ha alcanzado la secuencia principal, es decir, se encuentra en la fase de pre-secuencia principal, tendrá una gran abundancia de litio. Sin embargo, cuando las estrellas frías, de tipos posteriores a F0 comienzan a quemar hidrógeno, y entran en la secuencia principal, empiezan a destruir el litio. Esto se debe a la presencia de la capa convectiva presente en este tipo de estrellas poco masivas, que desplaza el litio hacia el interior y lo consume. De esta manera se destruye, disminuyendo la abundancia, y la anchura equivalente de las líneas.

Además, la abundancia de litio también varía con el tipo espectral para estrellas de una misma edad. Puesto que el litio se quema principalmente por la presencia de la capa convectiva en estrellas frías, cuanto mayor sea esta capa, más rápido se consume el litio. La anchura de la capa convectiva aumenta con el tipo espectral hasta M3.5-M4 cuando ésta ocupa totalmente la estrella. Por esta razón, a partir de estos tipos espectrales, la destrucción del litio es muy rápida, y resulta muy complicado observarlo.

Sin embargo, cuando la temperatura efectiva es de unos 3000 K, la temperatura del núcleo es de aproximadamente $3 \cdot 10^6 \text{ K}$. Es precisamente esta temperatura por debajo de la cual no es posible quemar el litio en el núcleo. Se establece así el rango de los objetos subestelares (enanas marrones) en los que no se produce combustión de hidrógeno, pero sí de deuterio. Por ello, para temperaturas inferiores, comienza a aparecer de nuevo el litio en los espectros. Esto se conoce como LDB (del inglés *Lithium Depletion Boundary*) (Smiljanic et al. 2010 y Binks & Jeffries 2014.)

Por otro lado, la actividad cromosférica, puede cuantificarse mediante diferentes indicadores. Sin embargo, en este trabajo, en la mayoría de los espectros sólo se ha podido

medir la línea en emisión de $H\alpha$. Esto se debe a que la mayor parte de los espectros medidos provienen de GIRAFFE, con un modo de observación que abarca el entorno de $H\alpha$ y del litio. Únicamente, en el caso de los espectros que provienen de UVES, es posible observar las líneas del doblete de Sodio, $\text{Na I } D_1$ (5895.92 Å) y $\text{Na I } D_2$ (5889.95 Å), $H\beta$ (4861.32 Å), la línea de helio HeD_3 (5875.6 Å) y en menor medida las del magnesio Mg Ib en (5167.3 Å), (5172.7 Å) y (5183.6 Å) respectivamente. En el caso de disponer de espectros en otros rangos de longitud de onda, se podrían observar líneas correspondientes a la serie de Balmer $H\gamma$ (4340.46 Å), $H\delta$ (4101.76 Å)...; calcio ionizado Ca II H \& K (3968.47 Å y 3933.67 Å) o calcio ionizado en el infrarrojo Ca II IRT (8498.1 Å, 8542.1 Å y 8662.2 Å).

Por otro lado, la actividad cromosférica, es una característica de las estrellas jóvenes. Es por ello, que la relación entre la actividad y la edad ha sido estudiada en profundidad desde los primeros estudios (Skumanich, 1972). En relación a los cúmulos de estrellas se puede apreciar muy bien esta dependencia, ya que es posible calcular con cierta precisión la edad y cuantificar la actividad estelar (Patten & Simon 1996).

En el estudio de Patten & Simon (1996), llevado a cabo para un total de cuatro cúmulos de diferentes edades, se puede ver que a medida que aumenta la edad del cúmulo, disminuye la actividad de las estrellas. En el caso particular del cúmulo IC 2391, se tiene una mayor actividad debido a que muchas de sus componentes se encuentran en su etapa de pre-secuencia principal o ZAMS (“Zero Age Main Sequence”). Por esta razón, si se estudia un cúmulo que puede ser joven, la presencia de actividad en una estrella aporta información adicional sobre la pertenencia de la estrella al cúmulo.

Respecto a los espectros proporcionados por GES, hay que decir, que se están debidamente reducidos, por lo que no se va a comentar nada sobre este proceso. Por otro lado, inicialmente se pretendía analizar únicamente espectros de muy alta resolución obtenidos con UVES. En este caso, la toma de espectros se llevó a cabo en el modo de observación U580, de tal manera que cubren un rango de longitud de onda entre 4771 y 6785 Å, y tienen una resolución espectral de 47000. En la Figura 2, se puede ver un ejemplo de estos espectros de muy alta resolución.

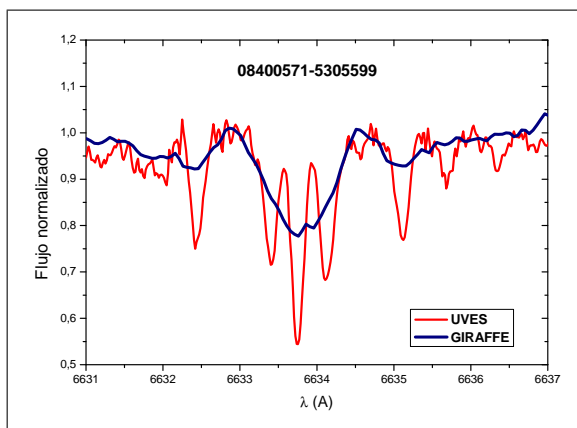


Figura 2: Espectro del objeto 08400571-5305599 de muy alta resolución entre 6631 y 6637 Å tomado con UVES (U580) comparado con un espectro de media resolución del mismo objeto tomado en el mismo rango con GIRAFFE (HR 15N).

Sin embargo, como se mencionó en la sección 1.2, en cada una de las observaciones con FLAMES, se obtienen tan sólo 8 espectros de UVES. Entonces, la cantidad de objetos es demasiado pequeño para llevar a cabo el estudio. El número se reduce aún más al descartar los objetos que no cumplen el requisito de presencia de litio. Es por este motivo que se utilizan también los espectros de GIRAFFE, de tal manera que se aumenta el número de objetos a estudiar. El modo de observación de GIRAFFE en este caso es HR 15N, que cubre un rango espectral desde 6470 a 6790 Å. Además, disminuye también notablemente la resolución que baja hasta un nivel medio de 17000.

Sin embargo, en cada una de las exposiciones con este instrumento acoplado a FLAMES, se obtienen los espectros de hasta 130 objetos. Por tanto, se sacrifica tanto el rango como la resolución espectral, para tener una mayor cantidad de objetos a analizar. Un ejemplo de espectro estelar obtenido con GIRAFFE se puede ver en la Figura 2. Al contrario de lo que sucede en los espectros de UVES, la cantidad de líneas espectrales que se observan es mucho menor. En la Figura 2, se compara el espectro del mismo objeto, tomado con ambos instrumentos. Se puede ver que debido a la gran resolución espectral de UVES, es posible resolver tres líneas que no se distinguen en el espectro tomado con GIRAFFE. Por ello, con la resolución de UVES se puedan diferenciar con mucha precisión algunas líneas que de otra manera se vería sólo una o muy contaminadas. Este hecho es una de las principales ventajas al utilizar los espectros de UVES.

Como cabe esperar, la mayor parte de los espectros analizados serán los que provienen de GIRAFFE ya que se pretende aumentar la información válida. Para este estudio la información relevante que se extrae de los espectros es la anchura equivalente o EW (Equivalent Width), de las líneas espectrales. Conviene explicar brevemente qué representa la anchura equivalente en las líneas espectrales. Se entiende como anchura equivalente, la anchura que tiene un rectángulo con el mismo área y altura 1, en un espectro normalizado, de la línea en cuestión (Collins 2003). En la Figura 3 se explica de forma gráfica esta definición.

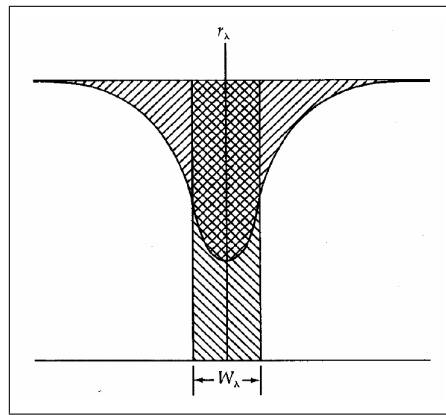


Figura 3: Representación explicativa de la anchura equivalente de una línea espectral

La anchura equivalente está estrechamente ligada a la abundancia o cantidad de átomos de un determinado elemento. Según la ley de Schuster-Schwarzschild la relación entre el número de átomos de un elemento y la anchura equivalente medida en una determinada longitud de onda, λ , se relacionan de la siguiente manera (Collins, 2003):

$$W_\lambda = \frac{\pi e^2}{mc^2} \lambda^2 N H f_{ij} \quad (1)$$

Donde e , es la carga del electrón, c , la velocidad de la luz en el vacío, λ , la longitud de onda en que se mide, f_{ij} , la fuerza del oscilador, H , la altura de la capa y N el número de átomos. Observando esta expresión, se puede ver que la relación entre el número de átomos y la anchura equivalente, es de proporcionalidad directa. Debido a esto, se puede tratar la anchura equivalente como una medida directa de la abundancia del elemento en cuestión.

Con lo que respecta al análisis, la idea inicial era hacer uso de la herramienta TAME (Tool for Automatic Measurement of Equivalent width) (Kang & Lee 2012). Este programa calcula de forma automática la anchura equivalente y posición de una determinada línea espectral. Además de la anchura equivalente medida en $\text{m}\text{\AA}$ y la longitud de onda óptima en \AA , el programa también da el valor de la anchura a media altura (FWHM) de la línea y el coeficiente χ^2 del ajuste. Puesto que se trata de un proceso automático, sería posible analizar una gran cantidad de espectros prácticamente sin esfuerzo. Sin embargo, TAME, sólo funciona correctamente en el caso de tener una línea espectral muy bien definida y que no presente una gran contaminación de otra línea.

Como se puede ver en la Figura 4(a), TAME hace un ajuste muy bueno cuando hay una sola línea bien definida. Se ha comprobado que los valores de EW y posición de la línea son muy similares a los que se miden manualmente. Por otro lado, si se tiene un espectro con más ruido y menor resolución, como es el caso de la Figura 4(b), el ajuste de TAME puede llegar a ser totalmente erróneo, llegando a confundir la posición de las líneas, o no separándolas correctamente. Por ello, el uso del programa TAME queda muy limitado a unos casos particulares y minoritarios. Los valores obtenidos de EW para los tres cúmulos estudiados en este trabajo (IC 2391, IC 2602 y IC4665) se listan en las Tablas 3 y 4 para los espectros de GIRAFFE y UVES respectivamente.

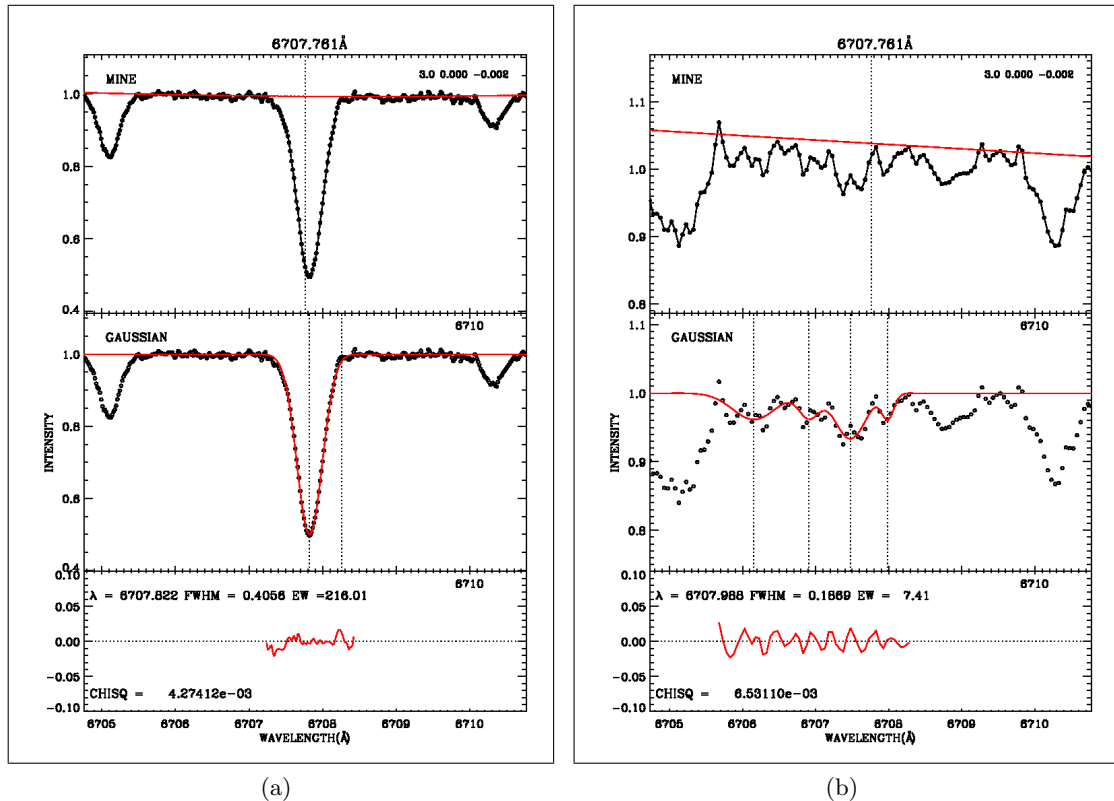


Figura 4: (a) Línea de litio en 6707.76 Å, de un espectro de UVES, medida correctamente de forma automática con TAME. (b) Mal ajuste a la línea de litio en 6707.76 Å, de un espectro de GIRAFFE, medida de forma automática con TAME.

Para tratar de hacer unas buenas medidas de EW se hace un análisis manual e individual de los espectros haciendo uso del software IRAF, con los comandos *splot* y *specplot*. Por otro lado, los espectros analizados han sido los que después de correr TAME, han salido con presencia de litio, aunque en muchos de estos casos, es posible que no haya. Además, los espectros que no han sido seleccionados por TAME por falta de litio, se comprobó que ciertamente no tenían.

Por esta razón, la metodología a seguir a la hora de medir en los espectros es representarlos uno a uno y comprobar si tienen o no algunas de las características espectrales buscadas, ya sea la presencia de litio en absorción o emisión en $H\alpha$, principalmente. En caso de tener alguna de estas características, se procede a medir la EW de la línea en cuestión, un total de 5 veces. De esta manera se pretende disminuir la incertidumbre que existe en la mayoría de los casos a la hora de decidir en que nivel de intensidad se encuentra la base de la línea (ver Figura 4(b)). Sin embargo, en el caso de no estar claro donde

se encuentra el continuo del espectro, en una primera aproximación se puede escoger el 1.0 de intensidad para hacer las medidas, suponiendo que los espectros están debidamente normalizados. Puesto que se realizan series de 5 medidas, es posible calcular el error estadístico aleatorio de la siguiente manera:

$$E_a = t_{n-1} \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Donde n es el número de medidas realizadas, t_{n-1} son los valores de la función t de Student, tomados en este caso al 95 % de confianza, y σ_{n-1} , la desviación típica de los datos en cada serie de medidas.

Una vez se han realizado las medidas espectrales, se procede a estudiar la pertenencia de las estrellas al cúmulo. Para ello, se utilizan los criterios velocidad radial, y posición en diagramas color-magnitud, además de tener en cuenta la emisión en $H\alpha$ y presencia de litio (Frasca et al. 2015; Jeffries et al. 2014; Spina et al. 2014; Platais et al. 2007 y Binks & Jeffries 2014).

Con lo que respecta a la velocidad radial, debe decirse que es un aspecto muy importante a la hora de identificar cuáles son los miembros de un determinado cúmulo. Debido a que en un cúmulo joven las estrellas tienen un origen común, deben tener también una cinemática similar, al menos en un periodo corto de tiempo. Por ello, se supone que los miembros del cúmulo tienen una velocidad radial similar. Por otro lado, la posición de la estrella en un diagrama color-magnitud se utiliza como un criterio más para descartar posibles estrellas gigantes ricas en litio.

Para concluir este apartado, conviene decir que el análisis se realiza principalmente del cúmulo estelar IC 2391 (Ómicron Velorum). Este cúmulo tiene también asociado un grupo de movimiento del mismo nombre y ha sido objeto de diversos estudios en los últimos años (Montes et al., 2001; Klutsch et al. 2014) existiendo controversia sobre su existencia o su relación con otros grupos de movimiento como Octans (De Silva et al. 2013). Este trabajo se centra sólo en el propio cúmulo. Aunque en menor medida, también se analizarán espectralmente algunas componentes de los cúmulos jóvenes IC 2602 y IC 4665 debido a su similitud en edad y composición química (D’Orazi & Randich 2009).

3. MEDIDAS ESPECTRALES

En este apartado se explica detalladamente el proceso de análisis de espectros y las medidas que se extraen de ellos. Además, se va a poder comprobar cuál es la validez del programa TAME y se extraerán conclusiones de todos estos resultados.

3.1. Medidas de litio.

En primer lugar hay que explicar el entorno en que se encuentra la línea de litio en los espectros. Se puede identificar claramente en 6707.76 \AA rodeada de unas determinadas líneas que aparecen siempre en los espectros. Sólo en determinados casos, no es posible visualizar estas líneas, como es el caso de las estrellas con una velocidad de rotación muy elevada o en sistemas binarios.

En la Figura 5 se han señalado las líneas espectrales de Li I 6707.76 \AA y las líneas permanentes de su entorno. Estas líneas son Fe I 6703.57 \AA , 6705.10 \AA , 6707.43 \AA y Ca I

6717.68 Å^{III}. La intensidad relativa de estas líneas varía relativamente poco en cada tipo espectral. Por tanto, identificando estas líneas se puede deducir fácilmente cuál es la línea de litio. Además, estas líneas, junto con H α pueden servir de referencia para comprobar que la reducción de los espectros es correcta. Haciendo uso del comando *specspplot* de IRAF, se ha comprobado que los espectros han sido bien reducidos. Sólo han sido encontrado dos espectros mal desplazados haciendo uso de esta comprobación.

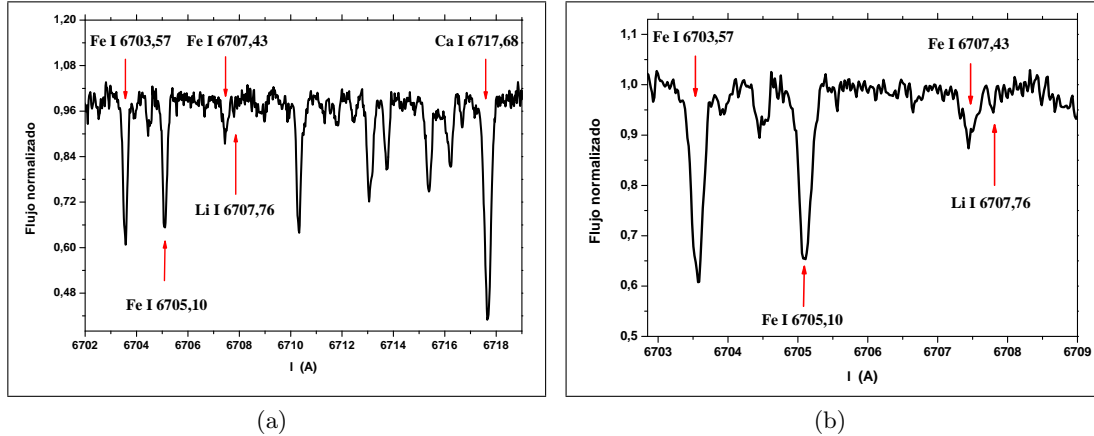


Figura 5: (a) Entorno de Li I 6707.76 Å. Se pueden ver las líneas de Fe I 6703.57 Å, 6705.10 Å y 6707.43 Å y Ca I 6717.68 Å. (b) Zona ampliada al litio del espectro del panel izquierdo.

Se presentan distintos escenarios al hacer las medidas del litio en los espectros que deben tratarse de forma ligeramente diferente. El caso que se muestra en la Figura 5 es el menos habitual de todos, ya que se pueden distinguir perfectamente la línea de Fe I (6707.43 Å) y litio. Esto solamente sucede en los espectros de muy alta resolución obtenidos con UVES y si la abundancia de litio es suficientemente pequeña como para no mezclarse con la línea de hierro. En la mayor parte de los espectros se tiene contaminación entre las líneas de litio y de hierro.

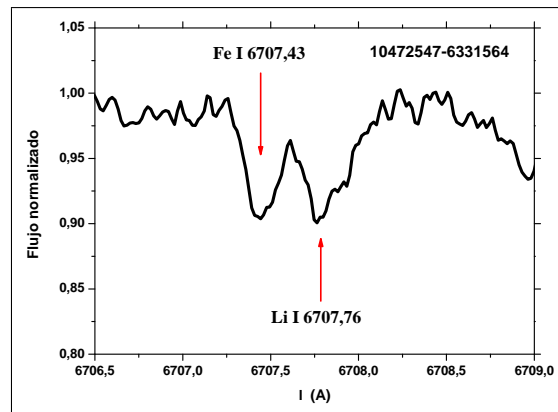


Figura 6: Contaminación entre las líneas de hierro y litio en un espectro de alta resolución.

Cuando la resolución espectral es grande, es posible distinguir claramente ambas líneas, aunque haya parte de contaminación entre ambas. En la Figura 6 se puede ver un ejemplo de este caso en un espectro de alta resolución de UVES. Se observa que no es posible discernir claramente el límite entre ambas líneas. Por ese motivo, en estos casos se procede a aislar las líneas mediante el método del *deblending* con IRAF. Este método

^{III}<http://physics.nist.gov>

consiste en ajustar ambas líneas a dos gaussianas de forma simultánea, de tal forma que se extrae individualmente la EW de las dos líneas.

Sin embargo, en los espectro de resolución espectral media de GIRAFFE, o cuando la abundancia de litio es muy grande, únicamente se observa una línea espectral. De esta manera no es posible medir la EW del hierro que queda oculto por la línea de litio. Esto es lo que puede verse en las Figura 7(a) y (b) respectivamente. En la imagen izquierda se observa que debido a la gran intensidad de la línea de litio, la línea de hierro queda totalmente oculta a pesar de tratarse de un espectro de UVES. En el caso de la imagen derecha se puede ver la línea de Li I + Fe I, en conjunto, en un espectro de GIRAFFE, debido a que la resolución no es suficiente.

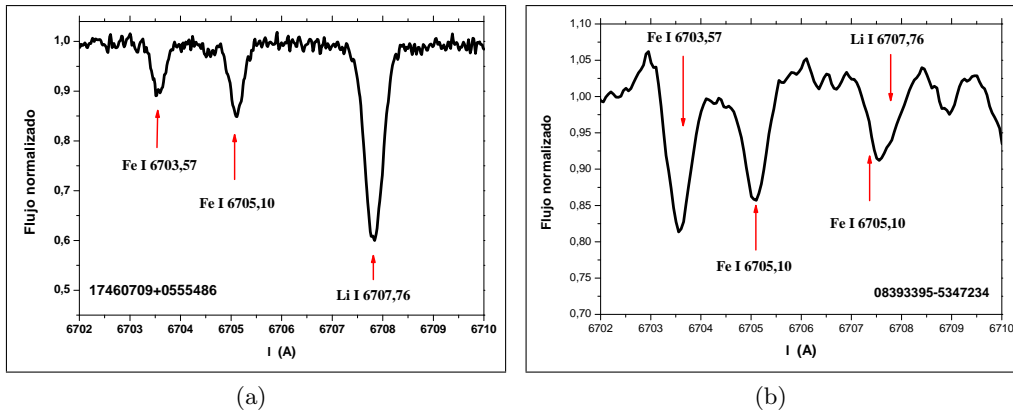


Figura 7: (a) Línea de Li I + Fe I en un espectro de UVES. Debido a la gran abundancia de litio, se oculta totalmente la línea de hierro. (b) Línea de Li I + Fe I en un espectro de GIRAFFE. Aunque la abundancia de litio no es especialmente grande, se observa una única línea debido a la falta de resolución espectral.

Con toda esta información se realizan las medidas de la línea de litio en los espectros de GIRAFFE y UVES, para el cúmulo IC 2391 y únicamente de UVES para IC 2602 y IC 4665. Las medidas de EW realizadas manualmente se pueden ver en las Tablas 3 y 4. En ellas se puede ver además un índice de control de las medidas de la línea de litio que va de 1 a 4 y tiene el siguiente significado:

- **1:** Se miden como una única línea de Li I + Fe I, ya sea bien por falta de resolución o por gran abundancia de litio.
- **2:** En este caso se realiza un *deblending* para obtener la EW de las línea de litio y hierro.
- **3:** Se asigna este valor cuando es posible medir por separado las líneas de litio y hierro.
- **4:** En algunos casos únicamente es posible obtener un límite superior.

Por otro lado, en la columna correspondiente a las medidas de EW de litio de las Tablas 3 y 4, se puede ver en algunos casos el símbolo “*”. Este símbolo denota los casos en los que no es posible saber si hay suficiente abundancia de litio. Estas estrellas tienen tipos espectrales últimos K y primeros y medios M. Este hecho se debe a que en estos tipos espectrales comienzan a desarrollarse en absorción las bandas moleculares (Reid et al. 1995). Por lo general, la profundidad de la banda es mucho mayor que las posibles líneas que puedan quedar ocultas (García-Hernández et al. 2007.). Por este motivo, únicamente

es posible observar el litio en estrellas con estos tipos espectrales si se trata de objetos muy jóvenes (Sergison et al. 2013).

En la Figura 8, es posible visualizar un espectro típico de estos tipos de estrellas frías. Ya se comentó anteriormente que estos tipos espectrales tienen una capa convectiva muy grande, o lo son en su totalidad. Debido a esto, la presencia de $H\alpha$ en emisión es muy habitual en los espectros. Por otro lado, puesto que la temperatura no es muy elevada (3200-4000 K), pueden llegar a formarse moléculas, viéndose reflejado en los espectros. En el caso particular de la Figura 8, las bandas que se observan son de óxido de titanio TiO y hidruro de calcio CaH (Allen et al. 1995; Montes et al. 1997; Montes & Martín 1998 y Afram 2008).

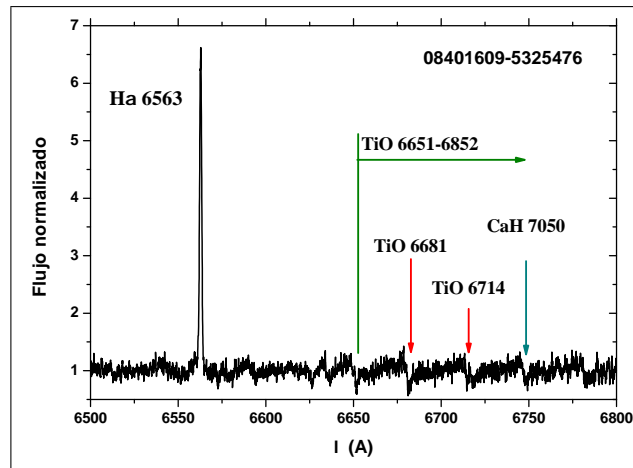


Figura 8: Representación de un espectro de GIRAFFE de una estrella de último tipo K o primeros M. Se pueden ver las bandas de TiO, CaH y la emisión cromosférica en $H\alpha$.

El análisis de las medidas de EW puede comenzarse comparando las medidas del litio realizadas de forma manual con los valores obtenidos haciendo uso de TAME. Para ello, se calculan las diferencias entre las medidas de EW automáticas y manuales. Las diferencias se refieren a las medidas manuales ya que se tiene una mayor fiabilidad la hora de decidir si hay o no una línea. Realizando un histograma de frecuencias de estos valores se obtiene la Figura 9. En primer lugar, hay que decir que se han excluido las diferencias que superaban el 100% ya que son en su mayoría los casos en que TAME detecta la presencia de litio, mientras que manualmente se decide que no hay.

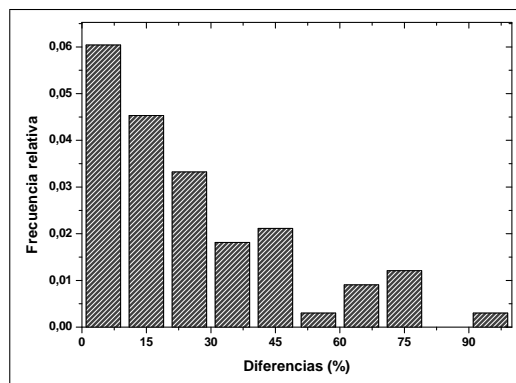


Figura 9: Histograma de diferencias entre los valores de forma automática y manualmente. Se refieren los valores a las medidas manuales y se expresa en tanto por cien.

Observando el histograma, puede verse que aunque la mayoría de las diferencias que se presentan están por debajo del 25 %, realmente estos valores no son más del 15 % del total. Aproximadamente el 80 % de las medidas realizadas con TAME difieren en más de un 55 % de las medidas realizadas manualmente. De esta manera se comprueba que la precisión en las medidas realizadas con TAME de la EW de la línea de Li I no es suficiente.

3.2. Corrección de las medidas de litio.

En los casos en los que debido a que se observa una única línea espectral, se mide Li I + Fe I, y por tanto, es necesario corregir las medidas. Debido que se observa una sola línea en lugar de las dos correspondientes, para obtener la EW del litio es necesario restar la EW del hierro. En una primera aproximación se ha tratado de corregir este problema suponiendo que hay relación entre las otras dos líneas de hierro en el entorno del litio. Una vez distinguidos manualmente cuales son los objetos que no tienen litio en sus espectros se procede a obtener mediante el programa TAME, la EW de las tres líneas de hierro. Anteriormente se comentó que realmente no funcionaba totalmente bien dicho programa, pero en este caso, las tres líneas que mide se encuentran aisladas. En particular la línea situada en 6707.43 Å, no se ve apenas afectada por el litio pues su abundancia resulta despreciable frente a la de hierro.

Al representar la EW de la línea de Fe I (6707.43 Å) en función de la EW de las otras dos, se puede apreciar aparentemente una dependencia lineal entre las variables (ver Apéndice B.). La Tabla 1 muestra los dos ajustes realizados. Observando dichos ajustes de ambas rectas, se puede ver que ambas pendientes obtenidas son prácticamente iguales, mientras que si hay diferencias significativas en las ordenadas. Sin embargo, los coeficientes R^2 de los ajustes no son especialmente buenos debido a la gran dispersión de los datos que provienen principalmente de las medidas de espectros de GIRAFFE. Tal vez puedan mejorarse estos ajustes utilizando una mayor cantidad de información proveniente de espectros de UVES.

Tabla 1: *Ajuste de la EW de las líneas de hierro frente a la EW del hierro en 6707.43 Å.*

Ajuste	Fe I 6707.43 Å vs Fe I 6703.57 Å	Fe I 6707.43 Å vs Fe I 6705.10 Å
Pendiente	0,406±0.038	0.392±0.038
Ordenada	-0,5±3.7	5.0±3.3
Coficiente R^2	0.31	0.30

Debido a que puede ponerse en entredicho la fiabilidad de este método es conveniente utilizar otras correcciones. Una de las técnicas más utilizadas para hacer estas correcciones es mediante el color. En el caso particular en el que se tienen Li I + Fe I, se puede seguir la corrección por color de Sordeblom et al. (1993). Esta corrección se basa en que la presencia de Fe I es directamente proporcional al color, o lo que es lo mismo, al tipo espectral. Se calcula empíricamente la EW del Fe I (6707.43 Å) de la siguiente manera:

$$EW(FeI\ 6707.43\ \text{Å})\ (m\text{Å}) = 20(B - V) - 3 \quad (3)$$

Tal que $(B-V)$ es el color de la estrella. De esta manera se obtiene fácilmente la EW del litio restando la EW del hierro calculado mediante esta sencilla cuenta.

Si se calcula la EW del hierro haciendo uso de los dos ajustes lineales y de la corrección por color, para las estrellas en las que manualmente no se ha detectado litio, es posible compararlo con los resultados que aporta TAME para estos objetos. De esta manera puede comprobarse qué método es más adecuado para calcular la EW del hierro.

Por lo general las diferencias entre los valores medidos por TAME y los extrapolados por ambos ajustes son menores que los obtenidos por color. Sin embargo, esto se debe a que las mayores diferencias provienen de los casos “extremos” de ajustes de TAME, como por ejemplo, muy malos ajustes que subestiman o sobrestiman la EW de Fe I. Por tanto creo que para poder utilizar el método de los ajustes lineales, sería necesario disponer de medidas más precisas. Se procede entonces, a corregir las medidas de Li I + Fe I, que se han denotado en la tabla mediante el índice de control 1, utilizando la corrección por color.

3.3. Medidas de la actividad cromosférica.

Con lo que respecta a la actividad cromosférica, se ha cuantificado mediante la EW de la línea de $H\alpha$ en emisión. Se pueden ver dos ejemplos de emisión en $H\alpha$ en las Figuras 8 y 11. Al igual que en el caso del litio, se ha medido cinco veces la EW de $H\alpha$ presente en cada estrella. En las Tablas 3 y 4, se pueden ver las medidas realizadas junto con el error aleatorio estadístico (expresión (2)).

En la columna correspondiente se puede ver que en algunos casos aparece el símbolo “**”. Se indica así los casos en los que visualmente se cree que hay un llenado de la línea de $H\alpha$ en absorción. Se puede ver un ejemplo de lo observado, en la Figura 13. En el gráfico se comparan las líneas de $H\alpha$ en absorción correspondientes a dos estrellas diferentes. Puesto que estas dos estrellas en particular, tienen temperaturas efectivas de 4500 y 4300 K respectivamente, se puede suponer que son tipos espectrales similares. Como puede verse, una de las líneas tiene menor profundidad de que la otra y por tanto, esto puede deberse a un llenado de la línea, producido por emisión en $H\alpha$. Este hecho indicaría una cierta actividad cromosférica, que aunque podría ser pequeña, sí que estaría presente.

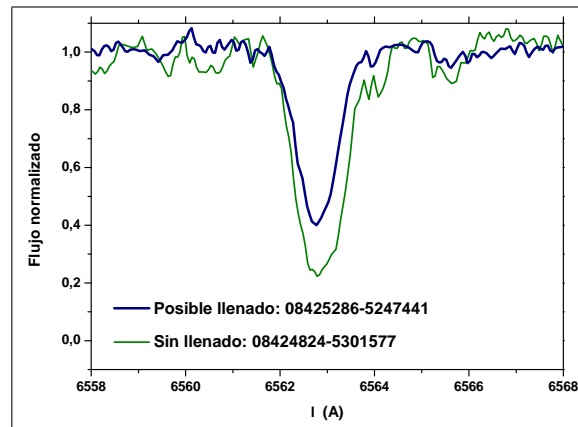


Figura 10: Comparación de dos estrellas con temperaturas efectivas similares. Se puede comparar en el rango de $H\alpha$ ambas estrellas y verse el posible llenado de una de ellas.

Dicho esto, hay que aclarar que sólo es una inspección visual muy superficial y ya que para poder asegurar que la estrella tiene actividad cromosférica, sería necesario realizar un proceso de sustracción espectral (Montes et al. 2004), que por falta de tiempo no se ha podido realizar.

Cabe resaltar la presencia de un doble pico en emisión en $H\alpha$ en algunas de las estrellas estudiadas (Figura 11). Se observa esta peculiaridad en estrellas tipo T Tauri clásicas (CTT) (Zapatero Osorio et al. 2002).

Las estrellas CTT, que se encuentran en la pre-secuencia principal, acretan material del disco que las rodea y por tanto son muy activas tal y como se puede comprobar. Esto concuerda con las suposiciones que se han hecho anteriormente sobre los cúmulos jóvenes. Sin embargo, en este caso, el cúmulo no es suficientemente joven como para tener estrellas CTT. Por otro lado, la EW de $H\alpha$ debe ser mayor que 10 Å para considerar la estrella CTT, y únicamente lo cumpliría el objeto 08384401-5322511 del que se habla más adelante. Por tanto, estos objetos son simplemente muy activos, y el doble pico se produce por autoabsorción en la cromosfera.

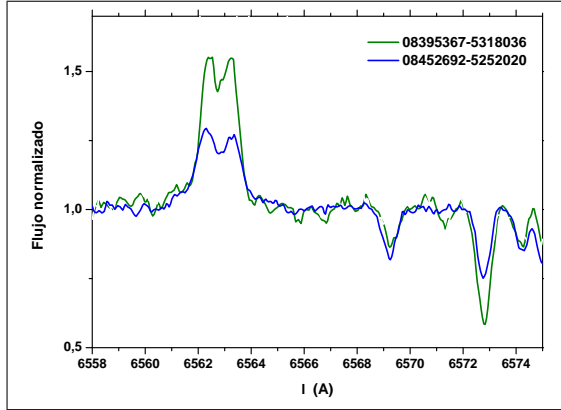


Figura 11: Doble pico en línea de emisión de $H\alpha$, en estrellas muy activas.

Por otro lado, podría pensarse que las medidas se podrían haber realizado de una forma mucho más cómoda utilizando TAME, ya que se trata de una línea sin apenas contaminación. Sin embargo, haciendo uso de TAME, no podría comprobarse visualmente si hay parte de llenado de la línea. De esta forma se justifican las medidas manuales de EW de $H\alpha$. Como conclusión, decir que la presencia de $H\alpha$ en emisión, o un posible llenado, es un buen indicador de pertenencia al cúmulo ya que se trataría de una estrella joven.

4. CRITERIOS DE PERTENENCIA

Para hacer un análisis de las medidas espectrales, previamente es necesario identificar qué estrellas pertenecen a los cúmulos. En primer lugar se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica, de tal manera que se ha tratado de encontrar que estrellas de la muestra, ya han sido estudiadas previamente y se han clasificado como miembros del cúmulo o candidatos a serlo.

Los criterios que se explican en esta sección, no es necesario aplicarlos a toda la muestra, sino que únicamente se consideran miembros en potencia, aquellas estrellas en las que o bien se les ha detectado litio o emisión en $H\alpha$. Se incluyen también aquellos objetos que podrían tener litio o llenado en $H\alpha$, es decir, los marcados en las Tablas 3 y 4 con “*” y “**”. También se aplican los criterios a aquellos objetos que han sido catalogados como miembros o candidatos de uno de los cúmulos en algún estudio anterior.

Como ya se mencionó en la Sección 2, los dos principales filtros que se utilizan en este trabajo son la velocidad radial y diagramas color-magnitud. Además, se tiene en cuenta la presencia litio y actividad cromosférica para completar los criterios de pertenencia.

4.1. Distribución de velocidad radial.

Para poder descartar estrellas es necesario conocer la distribución de velocidad radial, que es proporcionada para cada estrella por GES. Estos valores se pueden ver en la Tabla 5, junto con otros parámetros estelares determinados por GES. La temperatura efectiva y la gravedad superficial son calculados mediante los ajustes, mientras que otros parámetros como la velocidad radial se hallan mediante la función de correlación cruzada

(CCF) (Sacco et al. 2014; Spina et al. 2014; Frasca et al. 2015 y Smiljanic et al. 2014).

Utilizando los valores de velocidad radial de todas las estrellas de los cúmulos IC 2391, IC 2602 y IC 4665, estudiadas por GES se representan histogramas de frecuencia. En la Figura 12 se puede ver que las distribuciones que siguen los histogramas de IC 4665 y IC 2602 son aparentemente distribuciones gaussianas. Esto concuerda con lo que se presenta en los estudios de cúmulos abiertos que se han citado anteriormente. Haciendo esta suposición se han ajustado los histogramas a distribuciones gaussianas, que son las líneas rojas en las correspondientes figuras. Los ajustes realizados se pueden ver en la Tabla 2, donde se presentan los valores de media (μ) y desviación típica (σ) con sus respectivos errores. Observando los ajustes junto con los histogramas se llega a la conclusión de que se trata de unos ajustes relativamente buenos. A pesar, de las claras dificultades que se presentan en los histogramas, las distribuciones se ajustan de forma adecuada.

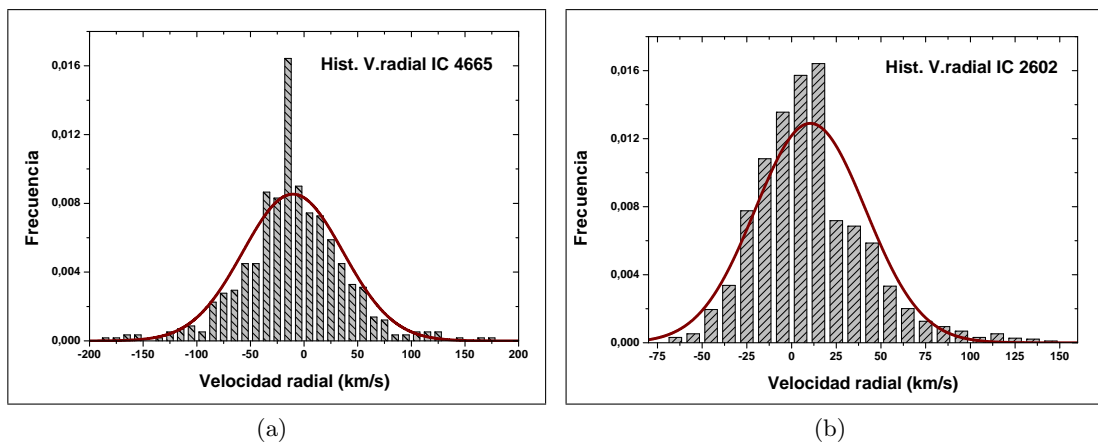


Figura 12: (a) Histograma de frecuencias de la velocidad radial del cúmulo IC 4665. (b) Histograma de frecuencias de la velocidad radial del cúmulo IC 2602. En ambos casos se ha realizado un ajuste a las distribuciones suponiendo que siguen distribuciones gaussianas.

Sin embargo, hay que tratar de forma distinta el caso del cúmulo IC 2391. Observando el histograma de este cúmulo, que puede verse representado en la Figura 13, se comprueba que tiene una distribución diferente. Tal y como sucede en el cúmulo Gamma Velorum (Jeffries et al. 2014), pueden verse dos posibles componentes en los histogramas. Así, además del pico principal situado entorno a 15 km/s se aprecia una agrupación secundaria entorno a 50 km/s, aunque con menor frecuencia. Por este motivo al realizar el ajuste a una distribución gaussiana simple al igual que en los casos anteriores, la curva que se obtiene no se ajusta bien a los datos (ver Figura 13(a)).

Por este motivo, se hace el ajuste a la suma de dos distribuciones gaussianas, teniendo cuidado de normalizar dicha suma. De esta forma, se ajusta mucho mejor la curva a los datos (ver Figura 13(b)). En la Tabla 2, se pueden ver los resultados de ambos ajustes, utilizando una o dos distribuciones gaussianas, denotados como *Una componente* y *Dos componentes* respectivamente. Con estos resultados, se toma como buen ajuste el correspondientes al de *Dos componentes*.

Se obtiene como resultado que la velocidad de los cúmulos es la media obtenida en los ajustes. En particular, para IC 2391, se toman los valores calculados para la distribución gaussiana centrada entorno a 15 km/s, mientras que en un principio se supone que la segunda distribución se debe al azar. Estos valores de velocidad radial pueden compararse con diversos estudios anteriores (Stauffer et al. 1997; Levato et al. 1988; Prosser &

Giampapa 1994; Jeffries et al. 2009 y Platais et al. 2007.) siendo similares a lo obtenido en este trabajo.

Tabla 2: *Ajustes gaussianos a los histogramas de velocidades de los cúmulos IC 4665 y IC 2602. Se muestran los valores de media y desviación típica en ambos ajustes.*

Ajuste \ Cúmulo	IC 4665	IC 2602	IC 2391		
	Una componente		Dos componentes		
Media (μ)	-10.4±1.9	10.52±0.71	37.8±1.3	14.3±1.0	47.9±1.8
Desviación(σ)	46.7±1.4	30.93±0.50	27.12±0.93	10.34±0.82	15.1±1.4

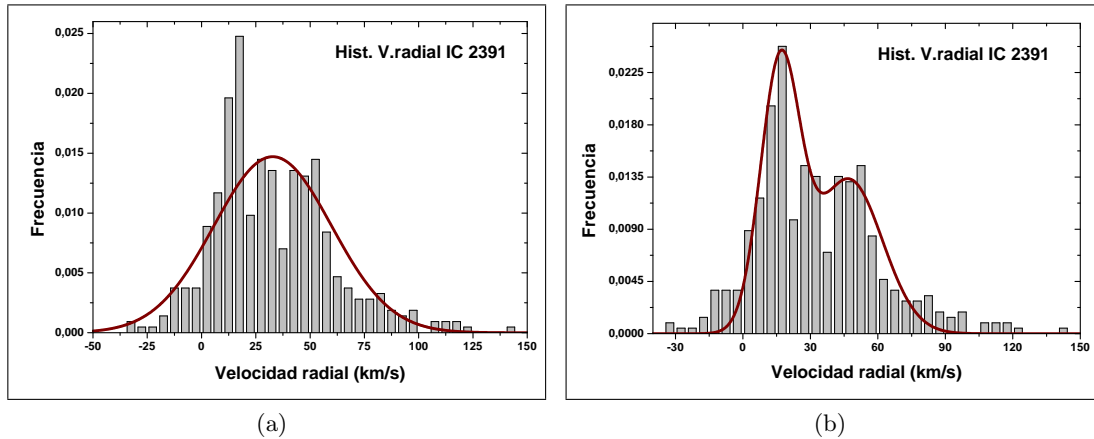


Figura 13: *Histograma de frecuencias de la velocidad radial del cúmulo IC 2391. (a) Ajuste a una distribución gaussiana simple del histograma de frecuencias de velocidad radial de IC 2391. (b) Ajuste a la suma de dos distribuciones gaussianas, del mismo histograma.*

Para aplicar este primer filtro, es necesario establecer un rango en velocidad radial. Tratando de no dejar fuera ningún posible candidato por errores de medida, se toma el rango $[\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]$, siendo μ y σ los parámetros hallados a partir de los ajustes y que se encuentran recogidos en la Tabla 2. Se dispone así de un primer filtro.

4.2. Diagramas de Hertzsprung-Russell.

La situación de una estrella en el diagrama de Hertzsprung-Russell (HR), ayuda a descartar posibles estrellas gigantes o estrellas de campo. Una forma sencilla de aplicar este criterio de selección es utilizar diagramas Color-Magnitud (CMD). Para ello, se representa una de las magnitudes en función del color o temperatura.

Al igual que en el caso de la velocidad radial, la información fotométrica también ha sido proporcionada por GES y se encuentra recogida en la Tabla 5. Sin embargo, en algunos casos no ha sido suficiente y se ha buscado información bibliográfica adicional. Además, ha sido necesario realizar algunas transformaciones entre colores y temperaturas efectivas y para ello se han utilizado diversas tablas de conversión, (Bessell & Weiss 1987; Kenyon & Hartmann 1995 y Stauffer et al. 1995), por ejemplo, para las medidas de IC 2602 ya que apenas se tienen valores de magnitud y color.

Para poder establecer el criterio es necesario disponer de modelos que nos indiquen la posición de las estrellas en los diagramas. Las isocronas, dan la posición en los diagramas, en función de su color (temperatura, tipo espectral ...) y su magnitud absoluta

(Luminosidad) para una misma edad. Aunque existen numerosos modelos para isocronas y trazas evolutivas de estrellas frías en pre-secuencia principal, ZAMS y secuencia principal (D'Antona & Mazzitelli 1997; Bernasconi 1996; Girardi et al. 2000; Lejeune & Schaerer 2001, etc.), en este caso se han utilizado principalmente Siess et al. (2000) y Baraffe et al. (2015). Esta elección se ha hecho principalmente por que son las más utilizadas en los estudios de este tipo de objetos, y además, se ha comprobado que son los modelos que mejor se ajustan a los datos. Además, los modelos dan los valores de magnitud absoluta, y por tanto se debe asumir un módulo de distancia. Finalmente se ha tomado la distancia de IC 2391, IC 2602 y IC 4665, como 144.9 pc, 148.6 pc y 350 pc, respectivamente, que provienen del estudio de paralajes con datos de Hipparcos (van Leeuwen, 2009).

En la Figura 14 puede verse la representación del diagrama color-magnitud (Magnitud absoluta en la banda V y color (V-I)) de los objetos de los cúmulos IC 2391 (triángulos verdes) y IC 4665 (cuadrados azules) que cumplen este criterio. Además, se puede ver en cuadrados grises el mismo diagrama de los objetos de los que se tiene información fotométrica y se encuentran en el campo de estos dos cúmulos aunque no pertenezcan a ellos. Se representan también las isocronas propuestas por Siess et al. (2000), de 10, 20, 30, 40 Ma (Millones de años), y ZAMS. Pueden representarse ambos cúmulos a la vez ya que se está tratando con la magnitud absoluta y en caso contrario, si se utilizase la magnitud visual, deberían tratarse por separado y modificar las isocronas.

Según las isocronas, la edad aumenta hacia magnitudes mayores e índices de color pequeños. Por tanto, como los miembros del cúmulo son jóvenes y en muchos casos no habrán llegado a la secuencia principal, se encontrarán a la derecha de la isocrona de la ZAMS o en un entorno cercana a ella. Por este motivo, se han descartado los objetos que estuvieran muy alejados de la ZAMS por la izquierda. Puede verse que la mayoría de las estrellas seleccionadas con este criterio, tienen una edad teórica entre 10 y 60 Ma.

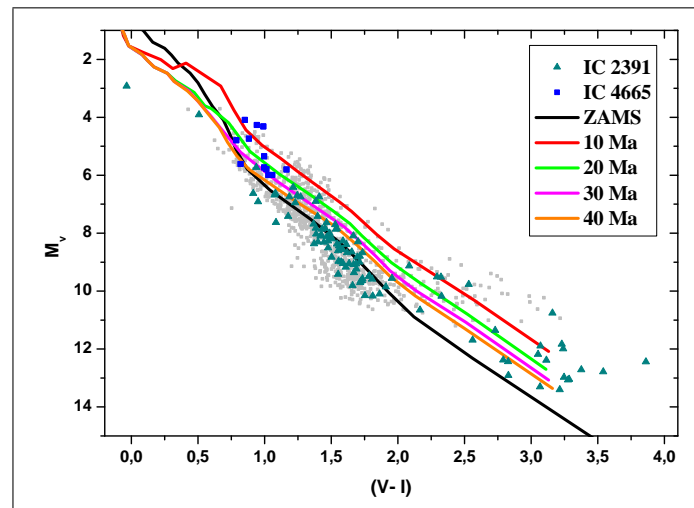


Figura 14: Diagrama color-magnitud de los objetos que cumplen este criterio, de los cúmulos IC 2391 (triángulos verdes) y IC 4665 (cuadrados azules). Los cuadrados grises son todos los objetos en el campo de los cúmulos, utilizando toda la información fotométrica proporcionada por GES, que incluye objetos que no son miembros. Además, se representan las isocronas de la ZAMS, y 10, 20, 30 y 40 Ma (Siess et al. 2000).

Se analiza por separado el caso de IC 2602, pues no se dispone de información fotométrica en las B, V e I. Sin embargo si que se tiene información de las bandas J, H y K, y temperatura efectiva, por lo que el diagrama puede hacerse con algunas de estas variables. En la Figura 15 se puede ver el diagrama color-magnitud de este cúmulo, representando la magnitud absoluta en la banda J, en función de la temperatura. Al igual que en el caso de los otros dos cúmulos, los objetos seleccionados por este criterio, se encuentran entorno a la isocrona de ZAMS.

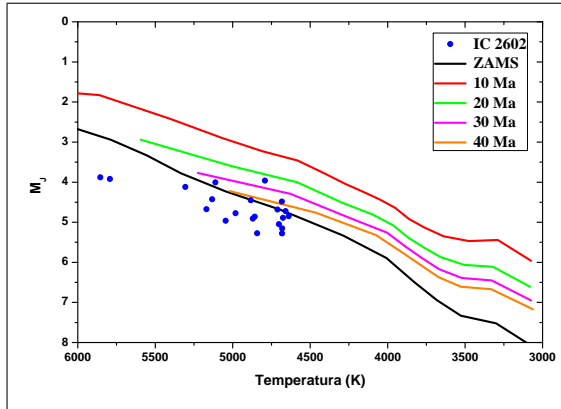


Figura 15: Diagrama color-magnitud de los objetos que cumplen el criterio, del cúmulo IC 2602 (círculos azules). Además, se representan las isocronas de la ZAMS, y 10, 20, 30 y 40 Ma (Siess et al. 2000).

Por último, decir que en los casos en los que existen dudas sobre la pertenencia al cúmulo se recurrirá a tener en cuenta si puede tratarse de un objeto con emisión $H\alpha$ y en cuyo caso, se acepta que sean miembros. En última instancia, se tendrá en cuenta que tenga una posición razonable en la representación de la Figura 16.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Teniendo en cuenta los criterios comentados en la sección anterior, se elabora la Tabla 6. En las dos primeras columnas de dicha tabla, se indica si el objeto tiene o no absorción en litio o emisión en $H\alpha$. Además se utiliza la misma simbología que en las Tablas 3 y 4 para los casos en que es posible la presencia de litio o llenado de la línea de $H\alpha$ (“*” y “***” respectivamente). Por otro lado, en las columnas 4 y 5 se indica si el objeto cumple los criterios explicados en la sección 4, de diagrama color-magnitud y velocidad radial respectivamente.

Además, en la columna 6, denotada como *Bibliografía*, se señalan aquellas estrellas que teniendo una entrada en *SIMBAD*, están catalogadas como miembros de alguno de los cúmulos (*M*), o son candidatos susceptibles de serlo (*C*). En las columnas 7 y 8, se pueden ver los otros nombres con que se pueden encontrar los estos objetos en las distintas referencias.

Después de hacer un análisis detallado e individual de esta muestra de estrellas, se apunta en la columna 9 (*Clasificación*), cuál es el estatus, con lo que a pertenencia al cúmulo se refiere, según las medidas de litio y emisión cromosférica, y criterios de pertenencia llevados a cabo en este estudio. El análisis ha incluido la verificación individual de la posición que ocupan los objetos en las Figuras 14, 15 y 16. Con lo que respecta a la notación utilizada, se han señalado con la letra *M*, aquellas estrellas que cumplen todos los criterios y que por tanto se consideran miembros del cúmulo. Por otro lado, los objetos marcados con *NM*, son aquellos que después del análisis se han excluido como miembros del cúmulo. Por otro lado, los objetos clasificados con la letra *P* se consideran candidatos muy fiables de formar parte del cúmulo IC 2391. Las razones por las que se les da esta asignación a estos objetos se puede ver más adelante.

5.1. Determinación de la edad.

Para determinar la edad a partir de las medidas de litio de los objetos clasificados como miembros, se representa la EW en función de la temperatura (o color, tipo espectral...), de tal manera que pueda observarse cual es la distribución. Además, con el fin de comparar con otros cúmulos, se representan las envolventes de los cúmulos Hyades (600 Ma) (Soderblom et al. 1993), Pleiades superior e inferior (78-125 Ma) (Neuhäuser et al. 1997 y Soderblom et al. 1993), y IC 2602 (10-35 Ma) (Montes et al. 2001). Las envolventes representan la posición por encima de la cual es muy improbable encontrar estrellas del cúmulo en un diagrama de este tipo. De esta manera es posible acotar la edad de otros cúmulos si se dispone de suficiente información.

En la Figura 16(a) se puede ver la representación de la EW del litio en función del color (V-I) para los miembros de IC 2391 determinados en este estudio (cuadrados negros). Además, se han representado las envolventes de los distintos cúmulos ((Env.) en el gráfico) y datos de miembros del cúmulo provenientes de otros estudios, (Randich et al. 2001 (círculos) y De Silva et al. 2013 (triángulos)). Así se dispone de mayor información a la hora de obtener los resultados.

Viendo la representación, lo primero que se observa es la gran dispersión de los datos que abarcan una parte muy importante del gráfico (Honda et al. 2015). Por este motivo, al determinar la edad del cúmulo, únicamente es posible dar un rango de valores.

Se observa que las medidas realizadas en este trabajo, son totalmente compatibles con lo obtenido en estudios anteriores. Además, se puede ver que de todos los datos, ninguno se encuentra por debajo de la envolvente inferior de las Pleiades (125 Ma), sino que el grueso de los datos se acercan más la envolvente superior de las Pleiades (78 Ma) y al de IC 2602 (10-35 Ma). Por este motivo, se determina que el rango de edad del cúmulo, según este método, sería de entre 20 y 85 Ma. A pesar de la gran dispersión de los datos, queda constancia de que se trata de un cúmulo joven.

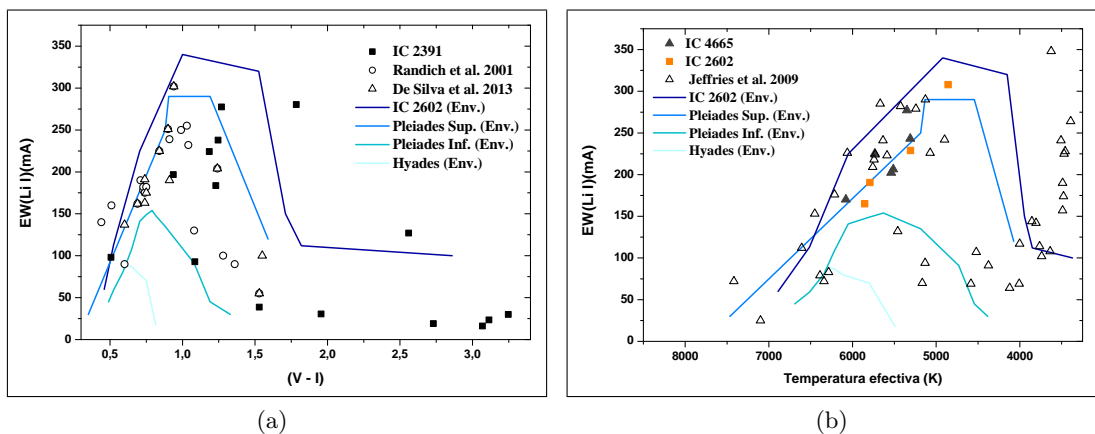


Figura 16: a) Representación de la EW de litio en función del color, para el cúmulo IC 2391. Se puede ver además, datos obtenidos por Randich et al. (2001) y De Silva et al. (2013) y las envolventes de los cúmulos Hyades (600 Ma), Pleiades superior e inferior (78-125 Ma) y IC 2602 (10-35 Ma). b) En este caso se representa la EW de litio frente a la temperatura para los miembros de IC 4665 (triángulos negros) y IC 2602 (cuadrados naranjas). Se incluyen las mismas envolventes que en el caso anterior, debidamente transformadas y las medidas para IC 4665 de Jeffries et al. (2009) (triángulos planos).

Cabe destacar que en la zona en que el color V-I está comprendido entre 2 y 2.5, no hay ningún miembro de este cúmulo. Esto se debe a la presencia de bandas moleculares en los espectros de estos objetos tal y como se explicó en la sección 3.1. Son precisamente estos objetos susceptibles de tener litio, aunque en muy poca cantidad, aquellos que en la Tabla 6 se han marcado como muy posibles con la letra *P*. Además, es muy posible que no tengan litio debido a que son esos tipos espectrales en los que comienza a desaparecer el litio (ver sección 2). Por este motivo creo que realmente es muy probable que sean miembros de IC 2391. Además, hay que decir que el litio vuelve a aparecer a partir de $V - I \simeq 2.7$. En ese momento, la temperatura central de la estrella no es suficientemente alta como para quemar el litio con tanta eficiencia y por tanto aparece de nuevo en los espectros.

Se realiza este análisis de igual manera para los cúmulos IC 2602 y IC 4665. Pero en estos casos se representa la EW del litio en función de la temperatura junto con las envolventes de los mismo cúmulos que el caso anterior. Para las envolventes, la conversión de color a temperatura ha sido realizada con las tablas de conversión mencionadas en la sección 4.2. El resultado que se obtiene se encuentra en la Figura 16(b).

En este caso, para comparar, se han representado la EW del litio obtenidos por Jeffries et al. (2009) para IC 4665. Mientras que al disponer de la envolvente de IC 2602 no es necesario buscar mas información al respecto. Puede verse que las medidas de este trabajo se encuentran muy cercanas a las envolventes de IC 2602 y la superior de las Pleiades. Debido a escasez de medidas de estos cúmulos (únicamente se han medido espectros de UVES), no es posible dar una estimación propia de la edad. Sin embargo, si que es bastante consistente decir que a la vista de los resultados, se trata de dos cúmulos muy jóvenes. Esta conclusión está totalmente de acuerdo con lo que se muestra en las referencias bibliográficas .

Otra manera de analizar la presencia de litio es representar la abundancia de litio ($\log(A(\text{Li I}))$) en función de la temperatura. Para transformar la EW en abundancia, se han recurrido a curvas de crecimiento (Zapatero Osorio et al. 2002 y Soderblom et al. 1993). El resultado de realizar una interpolación bilineal en las tablas, se puede ver en las Tablas 3 y 4, en la columna $\log(A(\text{Li}))$. Debido a la escasa información propia de que se dispone para los cúmulos IC 4665 y IC 2602, este análisis sólo se ha hecho para IC 2391.

En la Figura 17 se puede ver la representación de la abundancia de litio en función de la temperatura (cuadrados rojos). Se han incluido los modelos de Baraffe et al. (2015) que muestran el comportamiento para 10, 20, 50 y 100 Ma. Se han incluido los valores de abundancia de litio obtenidos para miembros de IC 2391 por Barrado y Navascués et al. (2004) (rombos), Randich et al. (2001) (círculos) y Platais et al. (2007) (triángulos).

Puede verse que la mayoría de los objetos se encuentran entre una edad de 10 y 50 Ma lo que da una idea de la juventud de este cúmulo. Por otro lado, haciendo uso únicamente de los datos obtenidos en este trabajo, puede determinarse la edad según el método de *Lithium Depletion Boundary*. Una vez desaparece el litio en estrellas de menor temperatura que 4500K, los primeros objetos en que vuelven a tenerlo, se encuentran entorno a 3500K. Observando la gráfica podría darse un intervalo de edad de entre 15 y 50 Ma. Es un rango muy amplio, pero, puede verse que una pequeña variación en las medidas modificaría notablemente este valor y por tanto conviene ser cauteloso. Estos valores estarían en concordancia con los aportados en Allen et al. (2003), que haciendo uso de funciones de luminosidad para objetos poco masivos, da un valor de 35 Ma.

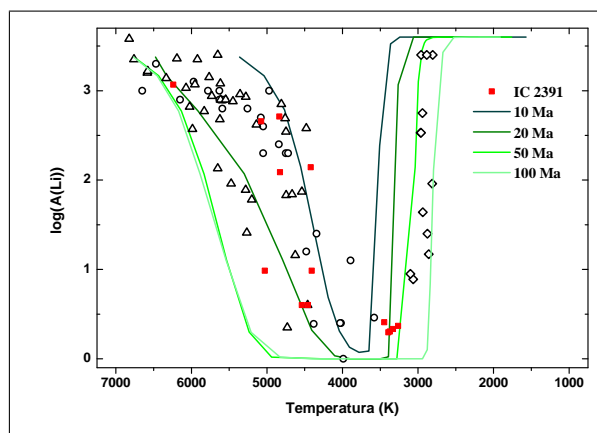


Figura 17: Representación del logaritmo decimal de la abundancia de litio, en función de la temperatura para el cúmulo IC 2391 (cuadrados rojos), Los símbolos vacíos son los valores obtenidos para este mismo cúmulo por Barrado y Navascués et al. (2004) (rombos), Randich et al. (2001) (círculos) y Platais et al. (2007) (triángulos). Se añaden los modelos de Baraffe et al. (2015) para edades de 10, 20, 50 y 100 Ma.

5.2. Análisis de la actividad cromosférica.

En este trabajo, se analiza la actividad cromosférica cuantificada mediante la EW de la línea de $H\alpha$ en emisión, que se encuentran recogidas en las Tablas 3 y 4. Al igual que en el caso del litio, se dispone de más información propia para el cúmulo IC 2391, que de IC 2602 y IC 4665, por lo que la mayor parte del análisis se centra en IC 2391. Tal y como se muestra en algunos estudios de cúmulos jóvenes (Barrado y Navascués et al. 2004; Stauffer et al. 1991 y Prosser et al. 1991), se representa la EW de la línea de $H\alpha$ ($EW(H\alpha)(\text{\AA})$) en función del color, tipo espectral o temperatura. En las Figuras 18 y 19 se puede ver esta representación para los objetos determinados como miembros del cúmulo IC 2391 y aquellos que se considera que es muy posible que también lo sean.

En primer lugar se comparan los valores de $H\alpha$ obtenidos en este trabajo (cuadrados rojos) con otros artículos (Figura 18). En la representación se comparan con otros estudios de este cúmulo (símbolos sin relleno): Randich et al. (2001) (círculos), Barrado y Navascués et al. (2004) (cuadrados) y Platais et al. (2007) (triángulos). Comparando todas las medidas, se puede ver que son totalmente compatibles y se obtiene una distribución muy bien definida. Se comprueba que la actividad cromosférica aumenta conforme disminuye la temperatura efectiva debido a que se trata de objetos totalmente convectivos. Puede verse que se ha medido una estrella (08384401-5322511) con una EW de 27 \AA , y temperatura de 4990 K. Es un objeto muy activo y por tanto, muy variable que ya fue estudiado en dos noches consecutivas por Barrado y Navascués et al. (2004). Además, se observa que la estrella se sitúa por encima del límite establecido por Barrado y Navascués & Martín (2003) (línea azul), para estrellas CTT. Por tanto, se puede clasificar esta estrella como una CTT.

Nótese, que en este trabajo apenas se hayan encontrado estrellas con temperaturas mayores de 5000 K con emisión en $H\alpha$. Esto se debe a que en la muestra proporcionada había pocos objetos con temperaturas tan elevadas como 5200 K, por lo que según los espectros analizados no es posible comprobar esa zona del gráfico. Además, el estudio de Barrado y Navascués et al. (2004), se centra en el estudio de las enanas marrones y estrellas de masa muy pequeña, cuya temperatura está fuera del rango de este estudio.

Además, se pueden comprobar estos resultados, con lo obtenido para otros cúmulos de distintas edades. Se han escogido los datos de los cúmulos M44 (Praesepe) (Kafka &

Honeycutt 2006) y NGC 7129 (Dahm & Hillenbrand 2015), cuyas edades son 630 y 2 Ma respectivamente. De esta manera se tiene una edad mayor y menor para comparar. En la Figura 19, se ha representando la EW de la línea de $H\alpha$ en emisión medidas, en función del color (V-I) para el cúmulo IC 2391 (cuadrados rojos), y bibliográfica para los cúmulos M44 (triángulos azules) y NGC 7129 (círculos verdes). Puede verse que todos los datos abarcan un rango de color muy similar, facilitando así la comparación.

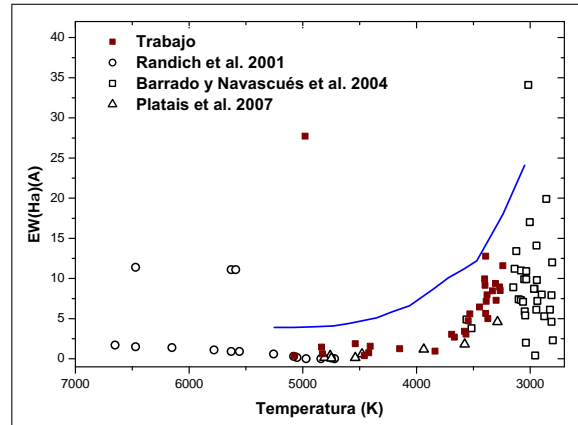


Figura 18: Representación de la EW en función de la temperatura para miembros del cúmulo IC 2391. Los cuadrados rojos son las medidas realizadas para miembros de este cúmulo. Se incluyen las medidas realizadas en otros trabajos (símbolos sin relleno): Randich et al. (2001) (círculos), Barrado y Navascués et al. (2004) (cuadrados) y Platais et al. (2007) (triángulos). La línea azul es el límite para estrellas CTT de Barrado y Navascués & Martín (2003).

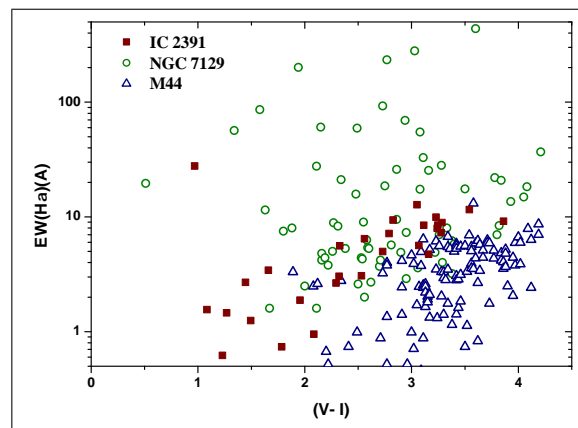


Figura 19: Representación de la EW de la línea en $H\alpha$ en emisión medidas en función del color (V-I) para el cúmulo IC 2391 (cuadrados rojos), y bibliográficas para M44 (triángulos azules) y NGC 7129 (círculos verdes)

En primer lugar, nótese que en la Figura 19 la escala es logarítmica en el eje de la EW y por tanto las diferencias son mucho mayores que las observadas visualmente. Comparando los datos de M44, con los de IC 2391 se puede ver que por lo general los valores son mayores en IC 2391 para un mismo tipo espectral. Esto indica que las estrellas de un mismo tipo espectral son más activas en el caso de IC 2391, y que por lo tanto, como ya se ha explicado anteriormente, son más jóvenes. Por otro lado, se puede ver que la emisión en $H\alpha$ comienza para colores (V-I) menores (temperaturas mayores). Las medidas de Kafka & Honeycutt (2006), muestran que para $(V-I) < 2$ la línea de $H\alpha$ se encuentra en absorción. Debido a su avanzada edad, la actividad cromosférica de las estrellas ha cesado o es muy pequeña para esos tipos espectrales.

Sucede al contrario en el caso de NGC 7126, en el que sus estrellas tienen mucha actividad debido a su temprana edad. Por lo general, los valores de EW son mucho mayores que en IC 2391 para un mismo color. De esta manera se puede comprobar que hay claras diferencias en la actividad cromosférica en cúmulos con distinta edad.

Por otro lado, la velocidad de rotación ($v \cdot \sin(i)$) de las estrellas está estrechamente relacionada con su actividad. Así, cuanto mayor es la actividad de la estrella, mayor lo es también su velocidad de rotación. Utilizando la velocidad de rotación recogida en la Tabla 5, de los miembros de IC 2391 que es del único del que se dispone suficiente información, se elabora la Figura 20, donde se representa esta magnitud en función de la EW de la línea de $H\alpha$.

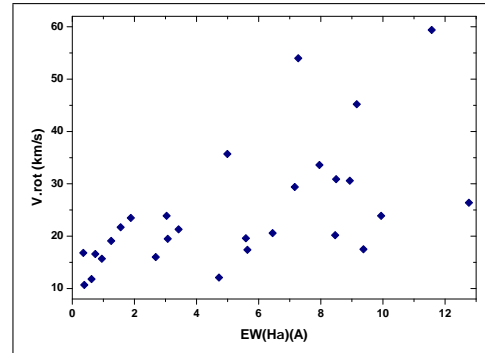


Figura 20: Representación de la velocidad de rotación en función de la EW de $H\alpha$, para los miembros del cúmulo IC 2391.

A pesar de la incertidumbre en la i , se comprueba que las estrellas más activas, son también las que tienen mayor $v \cdot \sin(i)$. Aunque, la velocidad de rotación es diferente en función de la edad, en este caso la edad de las estrellas es similar ya que pertenecen al mismo cúmulo y este aspecto no es relevante. Finalmente, la velocidad de rotación también aumenta cuando disminuye la temperatura debido a la relación de ésta con la actividad (Figura 18). Se perfeccionaría esta parte si se dispusiera de información relativa al periodo de rotación.

5.3. Otros resultados y comprobaciones.

En la Tabla 3, se puede ver que algunas estrellas tienen una EW de la línea de Li I muy grande, y que sin embargo no forman parte de ninguno de los cúmulos (ver Tabla 6). Los objetos en cuestión son: 08363139-5320463, 08390890-5218280, 08404796-5335083, 08405259-5333576, 08405643-5308309, 08415197-5318197 y 08420803-5313061. Al tener una cantidad importante de litio podría pensarse que se trata de objetos muy jóvenes, sin embargo, no tienen emisión en $H\alpha$ y tampoco cumplen la mayor parte de los criterios. Según Fekel & Watson (1998), es posible que se trate de estrellas gigantes de campo ricas en litio. Esto puede comprobarse situando las estrellas en diagrama Hertzsprung-Russell.

La representación, puede verse en la Figura 21, donde se ha representado el logaritmo de la gravedad superficial ($\log(g)$) en función de la temperatura. Los círculos rojos representan la posición de cuatro estrellas de las que se dispone información de gravedad y temperatura, identificadas como gigantes ricas en litio. Según Ciardi et al. (2011) y Lanzafame et al. (2015), cuando $\log(g)$ es aproximadamente menor que 3.5, se trata de estrellas gigantes. Tal y como se observa en la gráfica, esto confirma que se trata de estrellas gigantes ricas en litio.

Además, en la Figura 21, pueden verse en cuadrados azules los objetos clasificados como miembros de los cúmulos IC 2391, IC 2602 y IC 4665. Comparando con las isocronas y trazas evolutivas de Baraffe et al. (2015), se comprueba nuevamente que se trata de estrellas que se encuentran en la fase de pre-secuencia principal, o en un entorno muy cercano a la ZAMS. Es decir, se tiene que los miembros de los cúmulos estudiados son muy jóvenes, lo que concuerda con lo analizado anteriormente.

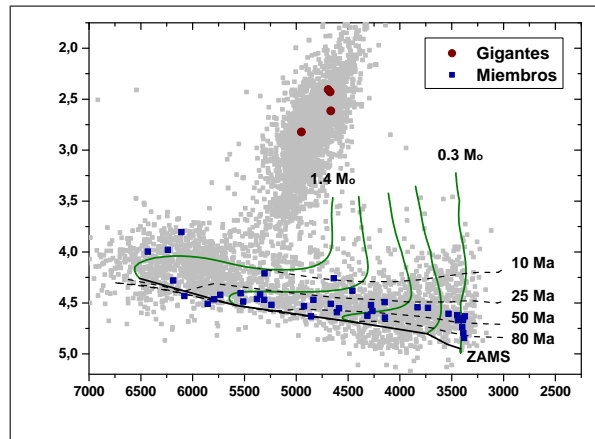


Figura 21: Diagrama Hertzsprung-Russell donde se señalan en círculos rojos las gigantes ricas en litio identificadas espectroscópicamente, y los miembros de los cúmulos en cuadrados azules. Además, se han representado en líneas discontinuas las isocronas según Baraffe et al. (2015), para ZAMS, 10, 25, 50 y 80 Ma, junto con las trazas evolutivas, del mismo autor, en líneas continuas verdes, para masas de 1.4, 1.0, 0.7, 0.5 y 0.3 masas solares respectivamente. Los puntos grises provienen de todos los datos de GES de gravedad superficial y temperatura.

Por otro lado se puede volver a elaborar el diagrama color-magnitud para los miembros de IC 2391 (Figura 22). Incluyen las medidas de otros estudios (De Silva et al. 2013; Barrado y Navascués et al. 2004 y Randich et al. 2001) y las isocronas de distintas edades de Siess et al. (2000). Se comprueba que la mayoría de las estrellas tienen una edad entre 10 y 60 Ma, lo que está conforme con lo obtenido en el análisis de edad anterior (Sección 5.1).

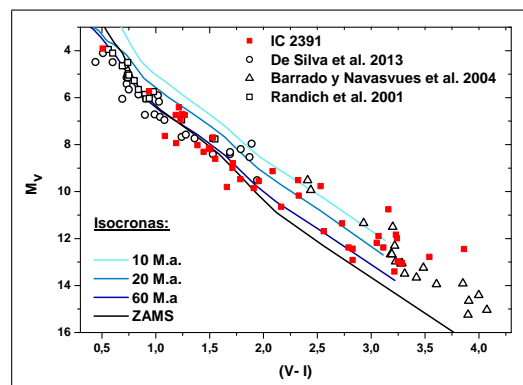


Figura 22: Diagrama color-magnitud para miembros de IC 2391 hallados en este trabajo, e información previa de otros estudios. Se incluyen isocronas de Siess et al. (2000).

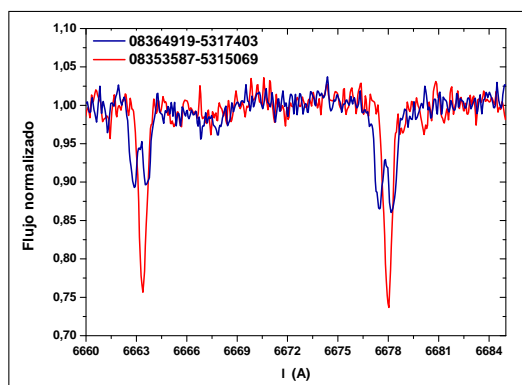


Figura 23: Espectro del sistema binario (08364919-5317403 en línea azul) comparado con el de una estrella aislada (08353587-5315069 en línea roja) (ambos de GIRAFFE).

Por último, decir que a pesar de que se filtraron posibles estrellas binarias antes de pasar el programa TAME a los espectros, se ha encontrado un sistema que muy probablemente sea binario (08364919-5317403). En la Figura 23 se puede ver el desdoblamiento de las líneas en el sistema binario (línea azul), comparado con el espectro de una estrella aislada (línea roja). Esto se produce por efecto doppler ya que las dos estrellas orbitan una alrededor de la otra. Cuando la radiación proviene de la estrella que se aleja de nosotros, la línea se desplaza a longitudes de onda más largas. Sucede justo al contrario con la estrella que se acerca cuyas líneas se desplazan a longitudes onda más cortas.

6. CONCLUSIONES

Una de las primeras conclusiones que se sacan de este trabajo es que debe mejorarse el proceso de medida automática realizada con TAME. Esto es necesario debido a que de esta manera podrían analizarse una mayor cantidad de espectros. Actualmente, los grandes proyectos científicos arrojan una gran cantidad de datos por lo que su análisis manual resulta muy tedioso. Como se ha podido comprobar, cuando la línea de Li I se encuentra aislada, el análisis automático funciona bien. Esto sucede en los casos en que la EW es muy grande, pero para poder tener suficiente información es necesario tener valores pequeños (Figura 16). Es en estos casos en los que resulta necesario un análisis manual e individual de los espectros.

Con lo que respecta a las medidas de EW de la línea de Li I y $H\alpha$ en emisión, en algunos casos, ha sido posible comprobarlas ya que habían sido medidas previamente. En la Tabla 6 puede verse aquellos objetos que han sido analizados en este trabajo y su EW de Li I o $H\alpha$ en emisión han sido obtenidos por otros autores (ver referencias en la Tabla 5). Comparando las medidas se puede ver que en la mayor parte de los casos son compatibles con lo obtenido en otros estudios. Por tanto se considera que se ha realizado un buen proceso de medida.

De un total de 479 espectros analizados manualmente, (369 de resolución media de GIRAFFE + 110 de muy alta resolución de UVES), se ha medido la línea de litio en absorción o $H\alpha$ en emisión en 163 casos. Se han teniendo en cuenta los casos en los que es posible que haya litio y no sea posible medirlo por la presencia de bandas moleculares y en los que se estima que pueda haber llenado de la línea de $H\alpha$ en absorción .

Aplicando los filtros de velocidad radial y diagrama color-magnitud, y teniendo en cuenta la actividad cromosférica y presencia de litio, se identifican como miembros y muy posibles miembros de los cúmulos, 55 objetos en total, de los cuales 45 son de IC 2391, 4 de IC 2602 y 6 de IC 4665. Según la información bibliográfica, los 4 y 6 miembros de IC 2602 y IC 4665 ya habían sido clasificados previamente como tal. Sin embargo, se han descartado cinco estrellas de IC 4665 que habían sido catalogados como miembros previamente. Respecto al cúmulo IC 2391, de las 45 estrellas clasificadas como miembros y muy posibles miembros, 26 ya habían sido confirmados previamente, mientras que se confirman 3 estrellas clasificadas como candidatas en otros estudios anteriores. Por lo tanto, se introducen un total 16 nuevas estrellas que son miembros o muy posibles miembros a este cúmulo IC 2391. Además, atendiendo a los criterios establecidos en este trabajo, se rechazan 15 objetos que habían sido catalogados como miembros o candidatos. De los objetos descartados como miembros de los cúmulos, hay que destacar las estrellas gigantes de campo ricas en litio y el sistema binario. Profundizando en estos objetos, pueden resultar muy interesantes para un estudio en un posible trabajo futuro.

Además, hay que comentar que el pico secundario de la distribución de velocidad de IC 2391, ha sido desestimado como una posible segunda población del propio cúmulo. Teniendo en cuenta los criterios de litio, actividad y diagrama Hertzsprung-Russell no se obtienen mas que dos objetos que los cumplan y tengan velocidad radial cercana a 48 km/s (ver Tabla 2).

El rango de edad del cúmulo IC 2391 derivado de combinar lo obtenido mediante la distribución de la EW de litio en función del color y el método de *Lithium Depletion Boundary* es 20-50 Ma. Este valor es compatible con los resultados de Barrado y Navascués et al. (2004) (50 Ma), Allen et al. (2003) (35 Ma) y De Silva et al. (2013) (26 Ma). A pesar

de ello, seguramente haya miembros del cúmulo con edades entorno a 80 Ma. Por otro lado, los valores de EW de litio medidos para los cúmulos IC 2602 y IC 4665, se ajustan de forma correcta a la envolvente, y a las medidas de Jeffries et al. (2009), respectivamente.

Con lo que respecta a la actividad cromosférica de IC 2391, se comprueba que es lo esperado para un cúmulo joven de esta edad. Al comparar las medidas realizadas en este trabajo con lo obtenido en otras investigaciones (Barrado y Navascués et al. 2004; Randich et al. 2001 y Platais et al. 2007), se comprueba la tendencia y se complementan las medidas. Además, cuando se compara con medidas de otros cúmulos de distintas edades (Kafka & Honeycutt 2006 y Dahm & Hillenbrand 2015) (ver Figura 19) la distribución se encuentra entre cúmulos de mayor y menor edad que el rango estimado. Para mejorar este aspecto, podría hacerse sustracción espectral en aquellas estrellas en las que es susceptible que haya llenado en $H\alpha$, obteniendo mayor información de la actividad.

Por tanto, se obtienen unos resultados razonables para los cúmulos estudiados, y es probable que las medidas realizadas sean incluidas en el proyecto GES. Sin embargo, se podría mejorar mediante un posible trabajo futuro.

Este trabajo futuro podría incluir la incorporación de errores más fiables a las medidas y no únicamente el error estadístico aleatorio. Además, hay que decir que no se han representado las barras de error de los gráficos al utilizar la EW, pues apenas se ven en las figuras. Por otro lado, debería buscarse la forma de calcular el error en la abundancia de litio.

Los criterios utilizados para seleccionar los miembros del cúmulo parecen correctos, pero podrían introducirse los movimientos propios y velocidades U, V y W de las estrellas para mejorar la selección. Además, con todos los criterios debería implementarse algún método para dar un valor de probabilidad de pertenencia al cúmulo. De esta manera se cuantificaría y no se reduciría todo a pertenencia o no, o en su defecto posible miembro.

Por último, decir que una de las metas debería ser obtener una mayor cantidad de miembros para poder obtener las envolventes de los cúmulos. De esta manera, cuanto mayor sea la cantidad de información, más preciso será el rango de edad estimado.

7. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar las gracias al proyecto GES ya que el trabajo se ha basado en las observaciones realizadas con los telescopios de la ESO en el programa 188.B3002, perteneciente al survey espectroscópico *Gaia*-ESO. En este ámbito, merece un reconocimiento especial el colaborador del grupo, Hugo Tabernero por la ayuda con la preparación de los espectros GES y sus indicaciones y consejos al comienzo del trabajo.

Por otro lado, me gustaría agradecer los esfuerzos realizados por todos los profesores involucrados directa o indirectamente en el *Máster*. Se ha tratado de relacionar los conocimientos aprendidos en las distintas asignaturas de este curso. En especial, agradecer al profesor David Montes Gutiérrez por toda la ayuda prestada en forma de consejos y conocimientos, para poder realizar correctamente este trabajo. Además, quiero aprovechar para darle las gracias a todos mis compañeros por prestarme su ayuda y atención siempre que la he necesitado. Para finalizar, me gustaría agradecerle a todo aquél que dedique una parte de su tiempo en leer este escrito.

8. REFERENCIAS

Referencias

- [1] Afram, N.. 2008. PhD thesis, PhD Thesis, ETH Zurich (No.17960).
- [2] Allen, L. E., & Strom, K. M. 1995, AJ, 109, 1379.
- [3] Allen, P. R., Trilling, D. E., Koerner, D. W., et al. 2003, ApJ, 595, 1222.
- [4] Baraffe, I., Homeier, D., Allard, F. et al. 2015, A&A, 577, A42.
- [5] Barrado y Navascués, D. & Martín, E. L. 2003 AJ, 126, 2997.
- [6] Barrado y Navascués, D., Stauffer, Patten, B.M. 1999, ApJ, 522, L53.
- [7] Barrado y Navascués, D., Stauffer, J. R., Briceño, C. 2001, ApJS, 134, 103.
- [8] Barrado y Navascués, D., Stauffer, J. R., Jayawardhana, R. 2004, ApJ, 614, 386.
- [9] Bernasconi, P.A. 1996, A&AS, 120, 57.
- [10] Bessell, M.S. & WEISS, E.W 1987, PASP, 99, 642.
- [11] Binks, A. S., Jeffries, R. D. 2014, MNRAS, 438, L11.
- [12] Ciardi, D.R, Von Brau, K., Bryden, G. et al. 2011, AJ, 141, 21.
- [13] Collins G. W., The Fundamentals of Stellar Astrophysics, 2003.
- [14] Dahm, S. E., Hillenbrand, L. A.2015, AJ, 149, 200.
- [15] D'Antona, F. & Mazzitelli, I. 1997, MmSAI, 68, 807.
- [16] De Silva, G. M., D'Orazi, V., Melo, C. 2013, MNRAS, 431, 1005.
- [17] Dodd R. J. 2004, MNRAS 355, 959.
- [18] D'Orazi, V., Randich, S. 2009, A&A, 501, 553.
- [19] Elliott, P., Huélamo, N., Bouy, H. et al. 2015 A&A, 580, A88.
- [20] Fekel, C.F & Watson, L.C. 1998, AJ, 116, 2466.
- [21] Frasca, A., Biazzo, K., Lanzafame A. C., et al. 2015 A&A 575, A4.
- [22] García-Hernández, D. A., García-Lario, P., Plez, B., et al. 2007, A&A 462, 711.
- [23] Gilmore et al. 2012, The Messenger, 147, 25.
- [24] Girardi, L., Bressan, A., Bertelli, G. et al. 2000, A&AS, 141, 371.
- [25] Honda, S., Notsu, Y., Maehara, H. et al. 2015, PASJ, arXiv:1505.06050.
- [26] Jeffries, R. D., Jackson R. J., James, D.J. et al. 2009, MNRAS, 400, 317.
- [27] Jeffries, R. D., Jackson R. J., Cottaar M., et al. 2014, A&A, 563, A94.
- [28] Kafka, S. & Honeycutt, R. K. 2006, AJ, 132, 1517.
- [29] Kang, W. & Lee, S. 2012, MNRAS, 425, 3162.

- [30] Kenyon, S.J. & Hartmann, L. 1995, *ApJS*, 101, 117.
- [31] Klutsch, A., Freire Ferrero, R., Guillout, P., et al. 2014, *A&A*, 567, A52.
- [32] Lanzafame, A. C., Frasca, A., Damiani, F. et al. 2015, *A&A* 576, A80.
- [33] Lejeune, T. & Schaerer, D. 2001, *A&A*, 366, 538.
- [34] Levato, H., Garcia, B., Lousto, C., et al. 1988 *Ap&SS*, 146, L361.
- [35] Marsden, S. C., Carter, B. D. & Donati, J.-F. 2009, *MNRAS*, 399, 888.
- [36] Martin. E.L. 1997, *Memorie della Società Astronomia Italiana*, 68, 905.
- [37] Messina, S., Desidera, S., Lanzafame A. C. et al. 2011, *A&A*, 532, A10.
- [38] Montes, D., Martín, E.L., Fernández-Figueroa, M.J., et al. 1997, *A&A*, 123, 473.
- [39] Montes, D., Martín, E.L. 1998 *A&A*, 128, 485.
- [40] Montes, D., López-Santiago, J., Fernández-Figueroa, M. J., Gálvez, M. C. 2001 *A&A*, 379, 976.
- [41] Montes, D., Crespo-Chacón, I., Gálvez, M. C., et al. 2004, *LNEA*, 1, 119.
- [42] Patten, B. M., Simon, T. 1996, *ApJ* 106, 489.
- [43] Platais, I., Melo, C., Mermilliod, J.C. 2007, *A&A*, 461, 509.
- [44] Prosser, C.F., Stauffer, J.R., Kraft, R.P. 1991, *AJ*, 101, 1361.
- [45] Prosser, C.F., Giampapa, M.S. 1994, *AJ*, 108, 964.
- [46] Randich, S., Aharpour, N., Pallavicini, R. et al. 1997, *A&A*, 323, 86.
- [47] Randich, S., Pallavicini, R., Meola, G., et al. 2001, *A&A*, 372, 862.
- [48] Randich, S. 2001b, *A&A*, 377, 512.
- [49] Reid, I. N., Hawley, S. L., Gizis, J. E. 1995, *AJ*, 110, 1838.
- [50] Rolleston, W. R. J., Byrne, P. B. 1997, *A&AS*, 126, 357.
- [51] Sacco, G. G., Morbidelli, L., Franciosini, E. 2014, et al. *A&A*, 565A, 113.
- [52] Sergison, D. J., Mayne, N. J., Naylor, T. et al. 2013, *MNRAS*, 434, 966.
- [53] Siess L., Dufour E., Forestini M. 2000, *A&A*, 358, 593.
- [54] Skumanich, A. 1972, *ApJ*, 171, 565.
- [55] Smiljanic, R., Randich, S., Pasquini, L. 2011, *A&A*, 535A, 75.
- [56] Smiljanic, R., Randich, S., Bergemann, M., 2014 *A&A*, 570A, 122.
- [57] Soderblom, D. R., Jones B. F., Balachandran, S. 1993, *AJ*, 106, 1059.
- [58] Spezzi, L., Pagano, I., Marino, G., et al. 2009, *A&A*, 499, 541.
- [59] Spina, L., Randich, S., Palla, F., et al. 2014, *A&A*, 568, A2.
- [60] Stauffer, J.R., Giampapa, M.S., Herbwt, W. et al. 1991, *AJ*, 374, 142.
- [61] Stauffer, J.R., Hartmann, L.W., Barrado y Navascues, D. 1995, *ApJ*, 454, 910.

- [62] Stauffer, J.R., Hartmann, L.W., Prosser, C.F. 1997, ApJ, 479, 776.
- [63] Taberero, H. M. 2014, PhD Thesis Universidad Complutense de Madrid, UCM.
- [64] van Leeuwen, F. 2009, A&A, 497, 209.
- [65] Zapatero Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Pavlenko, Ya., 2002, A&A 384, 937.

A. Medidas espectrales

Tabla 3: Medidas manuales en espectros de GIRAFFE para el cúmulo IC 2391 de la anchura equivalente de la línea de Li I y H α en emisión, junto con sus errores estadísticos aleatorios. El parámetro de Control, indica los distintos escenarios que se tienen al realizar las medidas de la línea de Li I de forma manual. Además, se incluyen las medidas automáticas con TAME, designación (T), de la anchura equivalente de la línea espectral de Li I, así como las medidas de las líneas de hierro cuya distinción entre las líneas de Fe I (6703.46 Å), (6705.10 Å) y (6707.43 Å), se hacen respectivamente con (1), (2), y (3).

CNAME	Li I (mÅ)	E_a (Li I)(mÅ)	log(A(Li))	H α (Å)	E_a (H α)(mÅ)	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08351399-5308560							23.1	92.4	54.7	16.1
08351459-5311068							41.3	95.5	101.7	37.6
08351787-5301421							9.9	66.6	86.8	10
08351898-5315189							94.1	79.4	91.6	80
08352291-5307301							52.2	99.7	89.3	47.6
08353587-5315069	88.40	8.58	1.68			1	97.3	84.7	82.3	101.3
08354078-5315506							82.3	145.6	93.1	103.6
08354546-5301099							4.9	74.2	70.6	17.8
08354551-5315242	256.04	17.41	2.20	**		1	7.2	6	6	4
08354969-5315311	17.62	0.49	0.99			2	15.7	103.8	78.7	29.2
08355028-5300325							13	88.6	73.2	19.5
08360510-5315216							16.6	111.1	95.1	19.6
08360676-5314162	39.82	1.07	0.83			1	46.3	72.1	89.8	65.7
08360961-5317270							11.5	74.5	70.2	7.5
08361153-5312360				**			23.2	68	61	40.9
08361220-5300045							24.3	61.7	50.8	23.3
08361799-5312103							14	70.2	44.3	12.3
08362283-5307387							9.9	80.5	60	63.3
08362680-5314386							33.2	95.3	92.5	48.3
08363139-5320463	94.80	2.41	1.57			1	106	99.5	125.7	115.9
08363862-5309557	*			**			33.3	70.6	49.4	28.4
08363926-5305042							35.7	114.5	61.8	36.6
08364253-5312255	30.88	1.99	-0.29			1	8	121.1	123.7	52.6
08364355-5320436							38	97.1	121.5	55
08364479-5306491	14.84	1.03	0.72			3	37.4	124.9	89.6	45.7
08364573-5311329	39.38	0.78	0.37	8.49	0.58	1	34.6	12.6	12.6	24.8
08364919-5317403							32.9	25	27.9	32.9

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08365118-5304510							84.4	151.4	138.6	99.7
08370869-5309423	43.26	2.74	0.74			1	32.6	71	64.7	18.8
08371709-5305201							28.9	87.7	62.9	27
08372022-5311224							44.2	100.4	99.8	43.5
08372149-5308312	38.22	1.64	0.79			1	2.5	66.7	71.2	42.6
08372460-5310028							2.8	84.5	84.6	49.8
08372675-5305321	31.66	0.85	-0.03			1	33	98.5	84.1	35
08372955-5304084	*			9.37	0.20		64.6	102.6	93.9	70.3
08373280-5303334								56.8	28.2	
08373689-5305481							20.9	112.3	88.3	20.9
08375033-5306249	22.12	2.61	0.66			3	26.8	111.7	117.3	28
08375621-5311032							14.1	90.8	77.8	12.3
08375639-5310052							20.2	72.3	73.5	27.4
08375991-5258388							9.8	78.8	96.8	25.6
08380503-5224195	46.40	4.38	0.84			1	68.8	101.7	109.6	21.7
08380733-5300459							33.4	95.4	91.7	35.1
08381065-5221484							33	59.3	57.5	37.3
08381085-5221124							6.1	42.4	48.9	8.7
08381110-5301192							35.2	102.5	83.1	44
08381473-5303362							44	68.1	60.2	42.1
08381700-5320496							53.7	121.6	116.4	67.5
08381822-5225023							29.6	92.2	73	29.2
08381824-5329435							14.9	66.7	43.6	14.9
08381913-5322283	33.70	2.55	0.57			1	52.1	121.6	98	58.2
08381987-5310515							24.5	75.8	91.7	27.3
08382349-5316545							146.8	153.5	97.9	43.2
08382370-5317454	*			**			40.9	90.1	79.6	34.1
08382523-5305362				**				15.4		
08382536-5333363	44.26	4.03	1.05	**		1	40.2	85.9	84.5	37.9
08382671-5310072	*							62.7	15.2	
08382726-5221190							14.1	64.6	75.2	9.2
08382788-5252313								71.9	62.6	
08382965-5314035								59.2	49.6	10.9
08383076-5228568							35.9	106.6	63.3	51.2

CNAME	Li I (mA)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08383462-5331497	57.18	1.28	1.03			1	62.9	78	68.5	63.4
08383609-5257532	64.38	1.36	1.21			1	70	111.5	109.8	76.8
08383620-5322169	21.48	1.04				1	28.6	70.5	91.4	28.6
08383903-5316000							33.6	70.4	73.6	26.7
08384081-5331283							22.7	75.9	75.6	24.9
08384138-5255039							48.7	49.7	46.6	5.1
08384269-5305160	32.22	4.45	2.32	27.72	2.56	3	48.7	46.1	63.2	53.7
08384401-5322511	*									
08384465-5315117							5.6	49	40.2	10.4
08384653-5315458	40.08	9.90	0.21			1	59.6	137.1	100.6	61.1
08384657-5319114	31.66	0.98				1	54.9	86.1	105.6	70.7
08384955-5215080							28.6	75.7	74.7	26.8
08384961-5344092							37.5	75.8	76.1	46.3
08384981-5255460	10.76	1.05	0.39			3	43	140.2	132.6	95.2
08385117-5232285	61.32	1.20	0.11			1	29.9	92	91.3	27.3
08385149-5321086	63.08	4.44	1.29			1	80.1	76.7	81.4	78.5
08385249-5215400	22.18	1.93	1.03			1	62.3	84.4	65.3	53.8
08385343-5320250							29.7	71	67	21.7
08385545-5222391							43.8	124.7	108.9	59
08385666-5315138							31	95.2	100.9	31.5
08385666-5330275							38.9	82.1	88.4	47.4
08385882-5222237							36.7	102.1	93.4	40.9
08385965-5252425							2.5	84.7	104.9	47.6
08385985-5217393							47.2	102.1	86.2	68.9
08390075-5231025							40.9	98.2	84.3	41.7
08390566-5232465							10.3	81	47.8	11
08390629-5225062							24.9	81.8	70.2	15.5
08390640-5334370							38.4	72.3	72.2	
08390665-5343226				**				78.1	94.3	48.9
08390670-5310121	*							71.2	23.4	41.5
08390676-5352167							44.9	128.7	123.3	55.1
08390725-5223138							58.3	86.7	83.8	60.7
08390757-5348280							60.7	125.7	123.6	67.4
08390797-5257481							18.1	109	87.1	27.4

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08390859-5319164	31.48	1.14	0.28			1	34.2	102.2	70.3	59.7
08390890-5218280	162.50	1.96	1.54			1	169.9	150.1	143.5	168.5
08390890-5341042							36.8	75.2	84.6	32.4
08391133-5328374	54.08	4.20	0.61			1	43	128.4	138.7	62.6
08391137-5216592							8.7	77.9	82.8	43.3
08391241-5232102							58.6	166.8	146	73.4
08391484-5322599								75.4	64.6	20.7
08391713-5355032							29.2	108.8	84.8	29.3
08391725-5258482							13.1	102.8	83.3	15
08391826-5330035							24.7	77.1	61.4	20
08392002-5307562							51	102.6	102.3	71.8
08392017-5323466							21.1	69	68.2	21.8
08392028-5249544							37.9	102.3	101.5	45.6
08392067-5220224							24.5	84.1	85.7	28.8
08392095-5329375							54.3	109.1	109.7	56.2
08392149-5234136							32.4	100.6	87.1	41.2
08392258-5355056	241.72	2.93	2.66	0.36	0.03	1	251.5	84	78.8	251.5
08392367-5235095							25.2	73	54.1	28.3
08392367-5235563							24.2	79.1	56.4	23.3
08392411-5229291	41.62	2.03	0.58			1	77.3	103.3	92.7	72.4
08392440-5223424	92.66	3.44	1.21			1	96.2	96.6	119.3	101.5
08392496-5230364							28.7	99.3	79.6	28.4
08392578-5246292							25.9	107.4	87.5	40.4
08392714-5221433							36.4	112.5	94.3	36.4
08392848-5304563							27.4	59.2	57.9	31.5
08392896-5250239							20.1	75.7	83.6	17.3
08392921-5228419							42.3	180.4	94.9	53.2
08393005-5310243							30.5	96.6	87.2	34.7
08393041-5350097							32.4	93.2	104.5	37.9
08393049-5348377							53.3	99.8	85.8	47.1
08393083-5237500				**			67.9	178.1	138.7	65.8
08393196-5320524	*						39.1	84.8	61.9	40
08393202-5301440							29.9	106.3	99.9	47.4
08393234-5258030							50.7	112.7	99.2	52

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08393322-5323324							31.3	55.9	57.7	30.9
08393339-5228168							28.2	100.8	90.5	48.8
08393355-5242415							2.2	82.9	71	29.6
08393362-5249381							42	155.8	156	76.4
08393395-5347234	82.62	2.48	0.88			1	82.7	150	145.9	108.6
08393421-5253230	47.48	5.27	1.26			3	57.8	88.9	64.4	15.6
08393635-5227205							42.4	100.6	74.4	46.9
08393802-5242491							20.3	80.7	56.6	22.7
08393802-5336544							18.3	87.2	68.3	19
08393932-5311091							36.2	97.5	89.1	35.7
08394052-5336412	43.78	1.59	0.44			1	57.7	140.1	127.3	57.7
08394166-5342159							36.6	103.6	90.8	53
08394203-5357189								71.1	70.9	
08394221-5342412							43.7	113	91.9	58
08394268-5252358				**			23.4	93.1	104.9	30
08394459-5337538	*							77.5	45.2	
08394524-5311441							22.2	120.1	148.6	32.9
08395023-5335503	57.14	1.78	0.66			1	75.4	104.6	103.5	80.7
08395111-5310539							4.7	133.1	116.1	27.4
08395196-5329155							6	91.6	78.2	58.4
08395199-5305526							6.6	160.3	104.1	49.4
08395367-5318036	*			0.947	0.066		43.5	98.8	62.9	9.3
08395378-5339075								77.2	63.3	22.3
08395474-5336040							44.5	78.3	51.2	42.4
08395519-5353230								99.8	83.7	28.3
08395641-5244121							20.1	91	77.1	19.8
08395644-5346333							41.9	119.4	82.8	47.1
08395830-5223448							51	110.2	111.2	52.2
08395838-5218197	26.76	1.21	0.27			1	54	88.3	82.8	49.3
08395870-5253047							39.3	79.2	88	46.2
08395933-5231595							30.5	80.6	81.4	49.1
08400085-5319044	38.90	1.09	1.37			3	46.7	76.2	72.7	53.2
08400203-5248404	39.10	4.93	1.19			1	30.2	67.4	47.5	28.7
08400345-5306273							17.8	71	54	17

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08400357-5330531							7	55.4	41.3	9
08400511-5234116							7.8	73.1	59.6	7.3
08400571-5305599	29.10	0.80	0.60			1	50.2	106.1	93.4	49.6
08400576-5354437	*			**			17.9	59.2	49.2	18.5
08400623-5324475							37	100.6	82.4	37
08400812-5324165							48.1	107.8	89.9	54.3
08401000-5235114	*			11.57	0.39		64.5	27.6	22.4	42.9
08401022-5345021						1	48.7	122.2	130	63.1
08401060-5251512	28.70	0.77	0.28				27	87.2	67.4	24.2
08401064-5336239							7.3	113.9	82.2	50.2
08401102-5242524						1	43.1	105.9	90.5	55.3
08401421-5226240	34.16	3.36	0.19			3	17.7	102.5	92.7	26.2
08401533-5325310							27.5	123.6	105.6	32.1
08401609-5325476	*			8.93	0.42		62.4	89.6	81.4	64.3
08401782-5336393						1	53	112.8	88.5	13
08401829-5330288	60.02	2.37	0.60	0.39	0.01		44.6	90.6	78.8	56.8
08401905-5219417							4.6	111.8	80.6	21.6
08402079-5324355						1	23.9	89.5	67.8	27.6
08402180-5340155							44.9	96.1	66.6	47.6
08402189-5342053	32.24	1.99	0.54				23.7	79.3	69.2	24.2
08402295-5336456							17.5	124.5	120.5	43.4
08402313-5345000						1	81.4	99.3	129.1	87.2
08402728-5243577						3	64.5	106.9	119.4	75.8
08402890-5225398							39.4	108.1	92.3	10.5
08402993-5329079	71.18	3.34	1.11				23.4	77.5	71.4	43.6
08403120-5311443	33.42	2.01	1.00				41	114.4	100.9	40.3
08403453-5303058							26.3	67	58.6	27.2
08403479-5245265							53.1	94.8	91.1	65.9
08403578-5314571							11.6	167.4	120.1	60.1
08403841-5306296							35.2	103.3	95.5	64.2
08403847-5329247							38	100	93.2	44.3
08403950-5300371										
08403980-5245588										
08404085-5258402										

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08404412-5316241							7.4	100	113.8	28.5
08404413-5233010							27.2	76.7	98.5	18.9
08404513-5248521	*			4.63	0.13		32	77	67.5	40.1
08404643-5348082							19	56	44.5	20.3
08404734-5302553		3.50	0.89			1	29	113.1	83.8	34.6
08404796-5335083		0.93	1.28			1	115.4	121.3	137.6	116.1
08404810-5304466							29.6	87.6	77.6	49.4
08404934-5250223		1.59	0.78			1	52.7	138.7	115.8	64.3
08405129-5255423							44	141.1	91.1	47.4
08405170-5341409							109.7	109.7	89.3	25.4
08405232-5246469		1.33	1.13			1	63.1	73.9	69.6	57.8
08405259-5333576		1.03	1.58			1	172.5	162	138.3	173.1
08405272-5346247							7.6	90.4	78.6	31.1
08405408-5328089								95.9	86.7	29.4
08405588-5247408							59.5	139.8	114.5	58.1
08405643-5308309		2.85	2.69			1	339.1	104.6	96.4	325
08405697-5244127							15.5	68	67.8	29.6
08405752-5238207	*			3.04	0.12		66.3	71.1	65.8	20.2
08410002-5244215							49.8	88.9	88.5	47.7
08410030-5241328				**			26.3	74.4	75.3	21.5
08410228-5250141							6.9	102.7	75.9	19.3
08410275-5249304		1.29	0.35			3	3.2	125	84.1	31.3
08410435-5351301							31.7	118	86.2	32.6
08410525-5307502							28.4	68.7	64.2	32.7
08410532-5248111		3.67	0.92			1	29.1	127.2	74.6	34.6
08410558-5235207		1.03	1.09			3	48.7	103.1	84.1	44.2
08410701-5251041							21.2	123.8	84	31.1
08410736-5258276							42.6	96	139.5	44.8
08410766-5237039	*							122.1	76	27.4
08410820-5238056				5.59	0.14			89.7	14.6	10.6
08410844-5243529								88.4	70.8	37.8
08410847-5331579							38	90.2	68.1	90.8
08410989-5327366		2.30	0.95			1	88.2	104	132.1	56.1
08411053-5239166							52.3	78	113.3	

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08411411-5316430								119	72	12.1
08411437-5312587							45.9	79.5	65.3	44.7
08411530-5241534							10	63.5	62.9	38.4
08411544-5300144							4.4	51.7	67.5	8.8
08412078-5331166							48.1	80	89.3	62.8
08412223-5304468	19.06	1.07	0.31	4.99	0.23	3	22.1	90.6	40.8	48.8
08412305-5301544							37.8	111.5	147.9	44.1
08412314-5259579							26.6	117.4	111.9	32.2
08412444-5336332							45.8	125.7	122.6	63.7
08412526-5333573	304.76	2.25	2.14	0.74	0.03	1	292.8	88.7	81.6	292.8
08412598-5326349	23.42	8.87	0.33	8.46	0.31	3		79.4	19.9	12.4
08412642-5320332							15.8	123.9	108.8	24.9
08412662-5304262							30.6	92.7	54.7	7.4
08412722-5239356							40.2	103.2	93.1	47
08412746-5238258							9.8	71.2	96.8	14.6
08412773-5252326							11.1	73	92.2	26.8
08412915-5316223	*			7.27	0.19			103.4		
08412932-5237376	8.94	0.39	0.71			3	30.8	81.5	76.3	30.3
08412979-5324555	65.08	3.76	1.41	**		1	82.6	66.3	67.6	90.5
08412998-5240379	*						25.8	76.2	20.8	23.9
08413027-5323563							7.2	108	87.7	37.1
08413234-5321557							9.1	73.7	107.3	8
08413335-5339049	78.06	1.99	1.06			1	102.8	141.2	109.9	103.5
08413388-5247453							42.6	88.4	76.7	48.9
08413413-5332464							50.4	78.1	62.2	50.1
08413585-5300063							57.7	147	132.7	62.4
08413595-5309268	*			12.01	0.63		158.1	93.1	167.4	62.8
08413967-5259340	115.12	4.71	0.98	1.56	0.10	1	113	99.6	67.4	99.4
08413988-5314076							49.3	84.8	104.7	56.5
08414179-5331128							46.5	94.8	85.5	53.7
08414208-5241281							9.9	90.2	76.2	6.6
08414278-5321005							17.4	80.2	68.4	16.7
08414395-5314068	48.14	5.61	0.30	5.64	0.09	1		36.4	82.2	32.6
08414532-5315424							25.3	77.2	61.3	25.9

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08414828-5331558	35.56	0.89	0.90			1	55.5	93.9	108.9	55.4
08415154-5320597	*			3.42	0.05			137.5	27.9	21.7
08415196-5325195						1	50	94.3	80.3	49.2
08415197-5318197	102.52	1.52	1.71				116	106.8	117.7	134.3
08415455-5301214							5.7	111.9	93.6	45.9
08415463-5251080						1	42.7	80.1	76	41.5
08415507-5237485	76.26	2.32	1.32				79.9	106.9	89.3	79.9
08415997-5315298						1	58.7	130.7	112.6	69.1
08420160-5321234	28.96	2.54	0.54				7.1	85.7	77.1	29.7
08420212-5252167							6.6	59.9	66.2	10.3
08420262-5239511							55.9	163.4	126.7	60.5
08420373-5259491							4.1	63.6	55.8	19.9
08420463-5232265	*			8.65	0.21			30.6	41.6	
08420492-5253539	*			4.72	0.27			63.1	23.7	15.8
08420803-5313061	167.24	1.97	1.68			1	201.7	129.8	100.1	199.2
08420879-5244496	*			2.69	0.12		23.8	90	50.2	39.8
08421272-5317203							29.1	111	86.8	29.7
08421357-5300004							49.4	132.1	127.2	54.8
08421638-5246234							53.1	106.7	94.2	67
08421665-5247042							43.5	123.4	81.6	45.7
08421776-5238242							20.2	110.3	115	19.7
08421944-5229314							84	112.9	119.9	86.9
08422062-5257515	64.12	1.72	1.12			1	79.2	100.7	97.2	86.3
08422456-5259570							52.8	86.2	89.5	57.1
08422781-5322568	*			**			8.5	84.6	72.7	29.8
08422992-5239568	33.48	1.99	0.54			1	73.8	73.8	58.4	
08423068-5257345	*			1.25	0.07		56.1	114.7	24.8	49.5
08423199-5301043	*			**			26.2	76.3	73.2	13.2
08423411-5312542							49.5	109.6	85.2	25.4
08423530-5250392							21	114.7	105.7	20.4
08423995-5239416							8.8	66.1	64.4	17
08424071-5311202							22.1	76.9	115.3	29.3
08424099-5330359				2.65	0.04		29	107.2	68.6	31.6
08424120-5319510							37.2	86.3	92.8	41.2

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08424366-5326384							39.7	123.1	103.2	62.5
08424385-5234272							5.6	90.8	76.2	37.5
08424419-5331431							10.7	108.3	96.9	25.3
08424440-5312319							30.4	124.5	93.3	26.2
08424803-5257010							45.1	74.9	59.8	28.6
08424824-5301577							60.6	155.3	117.5	65.8
08424903-5252157	*			9.16	1.01		21.2	59.4	59.4	20.3
08424966-5251439							14.3	153.4	144.4	49.9
08425161-5324277				**			50.1	108.2	89.8	60.3
08425286-5247441	*			**			35.9	114.5	44	33.9
08425386-5251207	*			**			21.4	105.9	111.9	40
08425529-5252233							41.1	120.1	102.6	59.9
08425572-5320349							41.8	78	74.7	29.3
08425631-5259002							40.1	100.5	66.6	11.9
08425822-5302233							18	111.5	108.7	20.4
08430093-5239058							79.5	140.7	137.2	80.8
08430354-5235549							6.8	106	60.8	20
08430372-5324148							52.3	135.8	132.6	59
08430821-5244002							39.9	84.9	70.5	28.3
08431030-5324577							39.3	94.3	96.2	53.5
08431049-5245204	35.80	0.97	0.45			1	42.4	73	74.5	36.4
08431058-5250134	*			3.07	0.06		40.5	107.6	24.2	42.1
08431303-5329082	*			9.94	1.41			22.7	96.5	5.9
08431362-5324105	18.56	0.89	0.47			2	56	117	120.5	21.2
08431537-5251231							45	87.8	101.7	62.8
08431548-5238493								62.1	52.7	4.7
08432115-5304048	*			7.95	0.29		40.5	95.1	110.3	40.4
08432355-5301079							25.7	113.5	94.1	45.6
08432464-5303553							27.3	103.9	45.2	30.7
08432495-5248169							48.1	102.1	71.1	52.8
08432584-5302201								95.4	55.7	
08432587-5256248	42.28	0.47	1.04			1	56.5	90	76.6	51.9
08433277-5247541				12.77	1.03		50.5	139.7	114.6	57
08433841-5250551	*						27.4	50.3	45.6	34.7

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08433979-5258309	56.72	5.38	0.60	1.88	0.03	1	32.8	11	41.9	32.8
08433989-5301596							37.2	97.6	116.3	47.4
08434131-5238566								104.6	92.4	29.1
08434376-5301221							16.2	112.3	107.1	45.2
08434636-5257031							38.8	89.7	72.6	44.4
08434694-5259351							27.2	102.7	70.8	23.8
08434941-5259502							12.3	88.3	78.4	27.7
08435119-5256089	68.16	2.38	1.21			1	70.3	81.2	95.5	86.3
08435167-5242455							29.1	94.2	87.5	43.8
08435595-5241541							2.9	113.8	98.1	49.8
08440210-5256239	27.38	1.16	0.50			1	34	85.1	90.3	40.7
08441732-5302586							3.4	76.6	59.5	28.4
08441984-5259424							18.6	82.4	66.8	41.1
08442238-5248588							77.4	92.7	70.3	77.7
08442273-5247262							17.4	66.7	69.7	19.4
08442554-5246494							31.8	102.3	98.1	49.8
08442762-5253431							11.9	76.5	53.6	12
08442842-5301478							14.2	101	74.2	44.9
08443396-5246277	74.90	0.45	1.29	**		1	76.6	102.7	108.2	90.1
08443402-5244022	*						4.8	80	66.6	24.2
08443655-5246405							34.4	75.9	103.5	39.6
08444075-5243070							8.8	71.5	62.7	25.2
08444334-5248432							63.3	114	99.5	64.4
08444805-5247228	67.82	2.35	1.22			1	85.5	76.8	66.9	82.6
08445267-5248145	51.38	2.05	0.96			1	29.4	84	84	27.2
08450338-5254307							28.7	77.6	93.1	28.7
08450414-5249582							35	92.3	99.8	50.4
08450525-5250236							28.6	94.9	87.1	34.6
08451201-5253060							6	74.1	59.1	20.7
08451348-5303020							16.3	114.9	99.5	46.9
08451786-5253011							33.8	98.4	69.3	41.5
08451883-5259257				7.16	0.13			24	81.2	20.8
08452277-5246539							36.5	78.5	94.5	40.5
08452470-5301226	155.22	7.07	0.41	6.45	0.21	1	59.5	65.1	29.6	4.2

CNAME	Li I (mÅ)	$E_a(\text{Li I})(\text{mÅ})$	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)(\text{mÅ})$	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
08452692-5252020	201.30	1.36	2.09	0.615	0.021	1	209	82.8	72.9	204.7
08452722-5250419							32.6	79	65.9	29.8

Tabla 4: Medidas manuales en espectros de UVES para los cúmulos IC 2391, IC 2602 y IC 4665 de la anchura equivalente de la línea de Li I y H α en emisión, junto con sus errores estadísticos aleatorios. El parámetro de Control, indica los distintos escenarios que se tienen al realizar las medidas de la línea de Li I de forma manual. Además, se incluyen las medidas automáticas con TAME, designación (T), de la anchura equivalente de la línea espectral de Li I, así como las medidas de las líneas de hierro cuya distinción entre las líneas de Fe I (6703.46 Å), (6705.10 Å) y (6707.43 Å), se hacen respectivamente con (1), (2), y (3).

CNAME	Li I (mÅ)	E_a (Li I)(mÅ)	log(A(Li))	H α (Å)	E_a (H α)(mÅ)	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
Medidas IC 2391										
08365498-5308342	209.6	4.09	2.85	**		1	216.00	217.50	59.30	58.30
08382373-5257322							7.70	16.80	63.80	69.30
08385073-5225382									2.10	
08385545-5222391							7.10	37.50	102.90	92.10
08391723-5218236							2.30	19.60	75.40	72.40
08393574-5343310									48.40	28.00
08394304-5257510										
08400345-5306273								11.00	65.20	55.90
08400571-5305599	10.42	0.76	0.68			3	12.90	9.30	79.50	74.80
08401890-5345161								14.10	67.60	61.00
08412588-5322415	294.72	13.27	2.71	-1.46	0.035	1			16.80	76.50
08414659-5303449									5.80	
08420561-5239291								15.60	68.90	63.50
08420996-5258038	2.08	0.20		**		3	2.60			
08421230-5306038	101.96	4.03	3.07	**		1			2.50	
08421690-5240336								15.20	70.70	57.40
08422990-5330347							8.70	37.80	107.20	94.30
08435595-5241541							35.10	35.10	93.60	83.20
08443450-5255325							7.10	18.60	65.90	73.50
Medidas IC 4665										
17442711+0547196	202.34	1.79	2.97	**		1	151.70	4.70	45.70	3.30
17443565+0557208	31.76	1.90	2.18			1	31.00	3.10	21.30	27.40
17445810+0551329	206.46	3.24	2.97	**		1	211.10	6.00	45.40	33.80
17451225+0514597	17.16	2.00	2.33			3			5.80	17.20
17451940+0547401	243.08	1.97	2.97	**		1	249.30	5.10	11.60	18.30
17452508+0551388	277.28	5.19	3.27	**		1	91.70	6.40	32.00	11.30
17452906+0601462				**		5			2.40	

CNAME	Li I (mÅ)	E_a (Li I)(mÅ)	$\log(A(Li))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)$ (mÅ)	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
17455679+0601044						5	2.20	2.50	27.20	34.60
17460709+0555486	170.26	1.00	3.32	**		1	173.30	172.90	33.20	50.40
17461845+0528170	55.88	3.43	2.58			3	50.40	6.50	32.10	44.30
17471166+0541502	37.2	1.54	1.89			2	27.60	15.00	54.30	63.80
17471544+0556358	225.3	16.51	3.34	**		3	34.30	16.10	4.70	7.60
17473252+0552316	66.18	3.32	2.80	**		3	67.10	6.00	28.80	44.70
17474907+0532396						5		5.70		
17480498+0548421	59.2	2.20	1.80			2			62.70	60.20
Medidas IC 2602										
10283748-6445080							2.70	27.80	88.10	77.10
10284372-6435392	72.26	2.25	3.42			3	74.00	4.90	6.00	17.40
10291466-6439127								3.10	37.10	33.30
10301225-6435258							3.00	30.20	93.90	75.50
10302405-6318366	9.88	1.94	0.49			2	6.50	28.20	83.60	71.60
10302710-6450088	5.78	0.23	0.19			3	5.80	27.70	86.50	75.10
10303798-6330550	8.76	0.67	0.22			3	5.80	20.90	79.50	68.30
10304321-6327465	2.88	0.12	0.08			4	2.10	21.40	79.50	69.90
10304475-6443306	37.08	0.76	0.83			2	35.90	36.70	108.10	87.70
10312182-6329281							3.50	16.30	81.00	67.00
10313722-6327243								8.90	70.60	67.00
10321965-6322325	3.16	0.67	-0.20			4	4.80	41.40	104.10	91.50
10334181-6413457	228.96	0.94	2.98	0.311	0.021	1	235.10	4.30	62.00	57.60
10343769-6410068							44.80	42.80	112.20	92.10
10343957-6407258							2.80	32.20	90.20	79.70
10361111-6409576	25.96	1.55	1.11			2	23.00	18.10	70.90	64.20
10400080-6449212							10.70	57.40	108.90	103.00
10403825-6501459								30.70	82.70	71.50
10405443-6447593							37.00	37.70	91.70	83.70
10410978-6536045							2.40	20.60	71.20	69.80
10411636-6454552							4.10	36.10	90.30	85.20
10412220-6447128							31.30	32.60	85.50	79.90
10412952-6535235	4.42	0.35	-0.11			3	5.60	33.00	94.90	84.30
10414561-6534337	9.74	1.78	0.84			2	5.80	11.90	70.50	66.80
10424167-6543415								15.70	64.10	58.70

CNAME	Li I (mÅ)	E_a (Li I)(mÅ)	log(A(Li))	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)$ (mÅ)	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
10424692-6353186							2.90	28.10	85.20	79.60
10430377-6402194							5.00	27.90	85.80	72.80
10430672-6535134							3.10	49.50	104.40	93.50
10431327-6538057			0.68			2	8.10	25.20	83.70	74.80
10433192-6347311	8.54	0.58					20.90	29.80	80.00	80.10
10433491-6452243								33.30	92.00	83.30
10433789-6544597								9.40	3.60	2.80
10434029-6444223				**		1	193.10	72.00	72.00	60.40
10440681-6359351	190.54	1.14	3.26				7.90	3.20	34.60	2.90
10440727-6354568								37.40	106.50	87.80
10441221-6403452								4.20	61.80	49.70
10441461-6457559				**		1	21.80	21.80	84.70	75.10
10442256-6415301	165.00	1.65	3.15				163.00	164.00	40.60	47.90
10444061-6456332							2.90	23.70	80.50	73.60
10445489-6354018								2.40	53.90	39.80
10452008-6355271								20.20	71.80	71.30
10452826-6413450									3.10	
10453134-6451549							2.80	16.60	75.00	65.70
10454736-6457074							4.40	29.20	91.20	81.60
10454789-6500411									2.00	
10455398-6419569							9.10	8.10	86.60	78.60
10463154-6329392								31.00	92.60	83.20
10463918-6411459							5.30	14.90	71.00	63.30
10464337-6331244							15.50	11.20	65.50	90.40
10465181-6334157	307.98	3.86	2.97	0.292	0.033	1		318.70	85.60	69.80
10470309-6416241								15.70	74.70	62.30
10470613-6325568							36.30	35.40	100.30	80.90
10472547-6331564	28.52	1.05	1.31			2	18.20	19.80	67.20	69.90
10474621-6332108	17.52	1.52	1.00			4	16.50	22.60	85.60	78.50
10474712-6434113	51.58	1.96	2.62			2	14.40	6.00	30.10	42.70
10482491-6353483							7.30	19.80	74.40	67.40
10485573-6403551	5.34	0.87	0.00			3	5.00	57.20	123.70	106.10
10492243-6502120							3.90	22.10	72.70	68.40
10492808-6401074	12.70	2.50	0.43			2	16.90	34.00	102.30	93.40

CNAME	Li I (mÅ)	E_a (Li I)(mÅ)	$\log(A(\text{Li}))$	$H\alpha$ (Å)	$E_a(H\alpha)$ (mÅ)	Control	Li I(T)	Fe I (1)(T)	Fe I (2)(T)	Fe I (3)(T)
10494767-6353192	10.70	0.47	0.77			2	13.10	31.20	86.10	86.30
10495515-6357402								3.70		
10495667-6359128	4.96	0.48	0.23			4	6.90	37.20	98.80	88.50
10501173-6332406	7.36	0.43	0.39			2	7.70	49.20	101.60	93.30
10502012-6342055							9.50	39.10	99.50	88.70
10504176-6420115	4.46	0.30	0.26			4	4.90	25.30	84.20	75.70
10505597-6427028								7.40	73.20	60.50
10505858-6343000							11.10	24.40	90.80	69.20
10513100-6344320							2.60	20.60	80.10	72.50
10514339-6336283								9.40	63.20	55.00
10514893-6421110								11.20	70.30	55.10
10515818-6340266	7.30	1.12	0.14			4	7.80	53.50	104.60	105.10
10521047-6342542								7.70	48.20	61.60
10522362-6332566								6.60	29.80	45.70
10522844-6416489								3.20	69.10	59.60
10525142-6421139	38.35	2.85	0.89			2	23.80	35.10	97.30	83.90
10525690-6427429							4.30	25.20	75.60	75.00

B. Cálculo de la anchura equivalente de Fe I (6707.43 Å). Ajustes

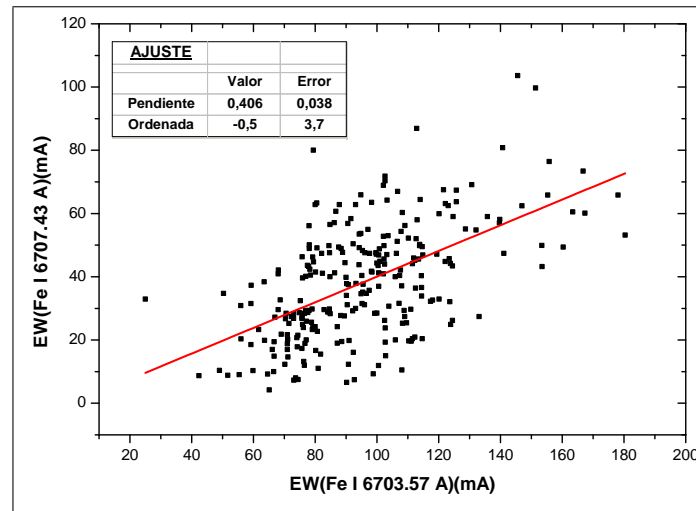


Figura 24: Representación y ajuste de la anchura equivalente de la línea de Fe I (6707.43Å), en función de la anchura equivalente de la línea de Fe I (6703.57Å).

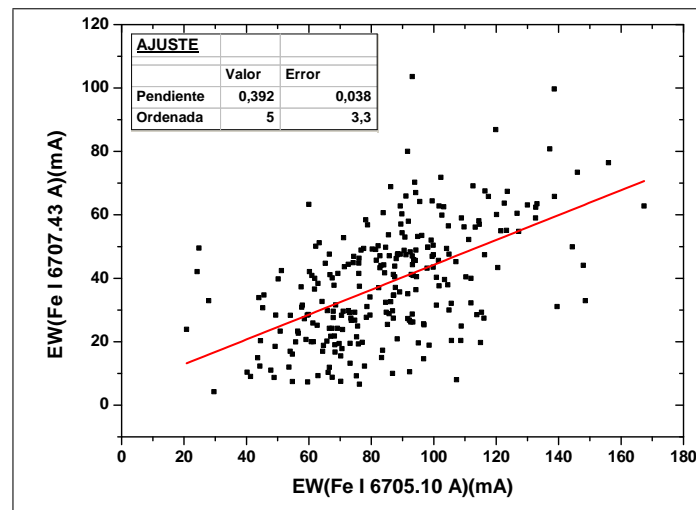


Figura 25: Representación y ajuste de la anchura equivalente de la línea de Fe I (6707.43Å), en función de la anchura equivalente de la línea de Fe I (6705.10Å).

C. Información fotométrica y parámetros estelares

Tabla 5: Información fotométrica y parámetros estelares proporcionados por el proyecto GES. Se muestra sólo la información correspondiente a los objetos que tienen absorción de litio, o puede que lo tengan (*), emisión en la línea de H α o llenado (**) o que hayan sido catalogados como miembros o candidatos a serlo de los cúmulos.

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08351399-5308560	128.808	-53.149	94.81	11.70	2.88	4895.95	-0.21	14.95	1.20	1.71
08351459-5311068	128.811	-53.185	27.46	14.80		5080.42	0.01	14.22	1.23	1.25
08351787-5301421	128.824	-53.028	33.07	17.10		5499.67	0.03	13.61	1.20	1.10
08351898-5315189	128.829	-53.255	71.69	13.20	2.52	4637.96	-0.12	15.65	1.43	1.51
08352291-5307301	128.845	-53.125	112.73	12.20	2.82	4888.20	-0.11	14.45	1.45	1.52
08353587-5315069	128.899	-53.252	29.95	13.60		5074.22	-0.21	14.31	1.48	1.22
08354078-5315506	128.920	-53.264	6.30	13.20		4532.14	0.09	14.37	1.60	1.55
08354546-5301099	128.939	-53.019	-6.44	14.10		5100.36	-0.15	14.68	1.54	1.36
08354551-5315242	128.940	-53.257	-5.44		4.51	4667.00	-0.07	12.50	1.25	1.06
08354969-5315311	128.957	-53.259	-0.83	12.20		5028.34	-0.06	14.18	1.37	1.28
08355028-5300325	128.959	-53.009	20.06	12.80	2.59	4890.66	-0.11	15.03	1.64	1.56
08360510-5315216	129.021	-53.256	41.54	14.30		4593.84	-0.19	14.69	1.68	1.62
08360676-5314162	129.028	-53.238	11.11	12.20	3.06	4914.16	-0.07	15.48	1.61	1.29
08360961-5317270	129.040	-53.291	41.22	12.40		5116.08	-0.22	14.08	1.33	1.16
08361153-5312360	129.048	-53.210	52.92	10.00	4.46	4278.97	-0.15	14.20	1.61	1.31
08361220-5300045	129.051	-53.001	2.07	13.00		4994.92	-0.16	13.52	1.59	1.43
08361799-5312103	129.075	-53.203	98.32	14.40		5274.72	-0.07	15.10	1.46	1.31
08362283-5307387	129.095	-53.127	14.04	14.50	3.21	5009.97	-0.03	15.70	1.72	1.50
08362680-5314386	129.112	-53.244	83.47	12.20		4674.07	-0.31	15.56	1.81	1.40
08363139-5320463	129.131	-53.346	31.41	13.70	2.82	4949.94	0.02	13.22	1.40	1.26
08363862-5309557	129.161	-53.165	40.19	7.70	4.59	4607.65	-0.15	14.00	1.51	1.22
08363926-5305042	129.164	-53.084	81.30	9.70	2.61	4730.03	-0.04	16.24	1.71	1.73
08364253-5312255	129.177	-53.207	52.86	14.00	2.46	4578.15	0.09	15.38	1.74	1.50
08364355-5320436	129.181	-53.345	20.96	14.20		4872.12	0.05	14.14	1.38	1.32
08364479-5306491	129.187	-53.114	57.32	10.90	2.90	4875.49	-0.05	14.85	1.59	1.46
08364573-5311329	129.191	-53.192	15.39	30.90		3263.39		18.78	3.25	0.62
08364919-5317403	129.205	-53.295	55.00	42.00				13.36	1.38	1.19
08365118-5304510	129.213	-53.081	12.49	14.20		4557.63	0.11	15.07	1.74	1.72

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08365498-5308342	129.229	-53.143	15.12	9.89	4.46	5379.00	-0.08	11.53	0.94	0.80
08370869-5309423	129.286	-53.162	61.10	12.90		4967.56	-0.22	14.70	1.72	1.50
08371709-5305201	129.321	-53.089	56.87	13.70		4855.47	-0.08	15.96	1.75	1.48
08372022-5311224	129.334	-53.190	5.68	12.90	3.33	4934.82	0.01	14.40	1.50	1.38
08372149-5308312	129.340	-53.142	-12.88	14.00		4976.53	-0.10	15.30	1.59	1.40
08372460-5310028	129.352	-53.167	26.30	12.60	2.45	4831.54	-0.13	15.46	1.71	1.55
08372675-5305321	129.361	-53.092	83.59	14.00	2.62	4787.44	-0.17	15.53	1.66	1.55
08372955-5304084	129.373	-53.069	91.19	12.70		4698.35	-0.18	15.84	1.67	1.76
08373280-5303334	129.387	-53.059	16.69	17.50		3305.53		18.24	2.83	
08373689-5305481	129.404	-53.097	51.52	12.80	2.62	4823.26	-0.04	14.58	1.63	1.52
08375033-5306249	129.460	-53.107	62.52	12.20	2.48	4694.85	0.00	14.07	1.59	1.56
08375621-5311032	129.484	-53.184	20.26	13.40	2.39	4826.77	-0.10	14.65	1.55	1.55
08375639-5310052	129.485	-53.168	19.14	14.60	2.72	4983.35	-0.35	13.72	1.56	1.35
08375991-5258388	129.500	-52.977	8.68	14.50		5007.23	-0.10	15.07	1.67	1.47
08380503-5224195	129.521	-52.405	47.08	12.00	2.63	4871.52	-0.12	14.63	1.70	1.50
08380733-5300459	129.531	-53.013	58.09	11.90	3.47	5122.98	-0.05	14.72	1.54	1.41
08381065-5221484	129.544	-52.363	41.57	12.00		5139.00		14.60	1.50	1.35
08381085-5221124	129.545	-52.353	2.74	13.30		5157.91	-0.17	12.51	1.29	1.09
08381110-5301192	129.546	-53.022	-10.64	11.90		4953.97	-0.11	15.23	1.75	1.60
08381473-5303362	129.561	-53.060	30.71	11.80		4959.63	-0.06	15.34	1.67	1.66
08381700-5320496	129.571	-53.347	17.82	11.90	2.59	4740.21	0.05	12.49	1.43	1.29
08381822-5225023	129.576	-52.417	20.64	10.70	2.68	4857.34	-0.07	14.54	1.65	1.45
08381824-5329435	129.576	-53.495	66.81	9.70		4982.31	-0.40	15.68	1.67	1.47
08381913-5322283	129.580	-53.375	11.76	14.10	2.71	4915.91	-0.03	14.24	1.56	1.35
08381987-5310515	129.583	-53.181	10.44	12.10	2.54	4688.22	-0.04	15.95	1.70	1.47
08382349-5316545	129.598	-53.282	30.76	17.80		3644.43	-0.21	15.82	2.28	1.52
08382370-5317454	129.599	-53.296	64.19	12.40		4958.49	-0.11	15.10	1.62	1.65
08382373-5257322	129.599	-52.959	19.92	9.06	4.29	4741.50	-0.02			
08382523-5305362	129.605	-53.093	13.58	21.90		5072.87	-0.06	19.21	3.22	-0.11
08382536-5333363	129.606	-53.560	17.02	13.40	4.67	3439.37	-0.26	14.89	1.54	1.46
08382671-5310072	129.611	-53.169	17.26	17.10		5141.00		18.72	2.83	
08382726-5221190	129.614	-52.355	33.30	12.20		5127.71	-0.06	14.97	1.62	1.48
08382788-5252313	129.616	-52.875	0.58	13.30		5423.51	-0.34	12.33	1.37	1.23
08382965-5314035	129.624	-53.234	105.73	13.10				15.64	1.66	1.47

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08383076-5228568	129.628	-52.482	44.27	11.70		5025.11	-0.09	15.69	1.57	1.32
08383462-5331497	129.644	-53.530	106.13	12.10		4812.30	-0.22	16.10	1.66	1.27
08383609-5257532	129.650	-52.965	38.70	12.70		4936.55	-0.07	15.55	1.61	1.52
08383620-5322169	129.651	-53.371	11.78	12.10		5120.12	-0.07	14.11	1.40	1.26
08383903-5316000	129.663	-53.267	59.38	15.60		5075.52	-0.16	15.52	1.62	1.27
08384081-5331283	129.670	-53.525	7.47	12.80		5186.25	-0.08	14.57	1.46	1.35
08384138-5255039	129.672	-52.918	18.68	11.40		3984.87	-0.16	14.33	1.67	1.46
08384269-5305160	129.678	-53.088	15.86	14.20	4.21	6059.56	0.16	14.00	0.70	0.30
08384401-5322511	129.683	-53.381	28.28	42.50		4990.00		19.47	0.97	-0.07
08384465-5315117	129.686	-53.253	-16.53	10.40		5330.21	-0.39	13.86	1.25	1.13
08384653-5315458	129.694	-53.263	96.06	12.60	2.52	4654.57	0.01	15.30	1.78	1.69
08384657-5319114	129.694	-53.320	43.69	14.40		5065.56	-0.06	15.22	1.55	1.52
08384955-5215080	129.706	-52.252	39.10	13.20		5117.00		15.07	1.55	1.30
08384961-5344092	129.707	-53.736	25.48	12.60		4891.44	-0.10	14.64	1.52	1.33
08384981-5255460	129.708	-52.929	59.91	14.40	2.43	4534.19	0.09	14.98	1.61	1.55
08385073-5225382	129.711	-52.427	33.00	9.36	4.06	7047.00	-0.08			
08385117-5232285	129.713	-52.541	52.63	17.40	3.00	4980.99	-0.07	15.46	1.72	1.28
08385149-5321086	129.715	-53.352	25.50	17.00	2.60	4845.28	-0.07	15.98	1.81	1.71
08385249-5215400	129.719	-52.261	-8.32	16.90		4968.87	-0.08	13.67	1.54	1.34
08385343-5320250	129.723	-53.340	19.65	17.20		5057.80	-0.09	15.25	1.63	1.47
08385545-5222391	129.731	-52.378	1.52	3.36	2.53	4701.75	0.04	12.63	1.46	1.37
08385666-5315138	129.736	-53.254	41.65	17.30	2.65	4887.05	-0.10	15.27	1.73	1.48
08385666-5330275	129.736	-53.508	8.57	17.40		4986.44	-0.04	15.35	1.39	1.55
08385882-5222237	129.745	-52.373	-34.94	18.90		4919.13	-0.01	14.29	1.61	1.44
08385965-5252425	129.749	-52.878	4.59	17.50		4906.44	-0.07	14.01	1.62	1.42
08385985-5217393	129.749	-52.294	32.11	15.50	2.60	4740.43	0.03	14.16	1.53	1.42
08390075-5231025	129.753	-52.517	140.18	17.20	2.93	4974.77	-0.08	16.12	1.85	1.40
08390566-5232465	129.774	-52.546	15.49	18.00		5069.61	-0.14	14.32	1.53	1.33
08390629-5225062	129.776	-52.418	79.38	17.40		4614.40	-0.28	15.26	1.70	1.49
08390640-5334370	129.777	-53.577	35.41	17.40		4966.80	-0.08	15.37	1.64	1.45
08390665-5343226	129.778	-53.723	26.32	17.10		5058.14	-0.06	13.12	1.29	1.16
08390670-5310121	129.778	-53.170	29.10	14.80	4.64	4144.18	-0.16	14.60	1.72	1.38
08390676-5352167	129.778	-53.871	15.35	19.40	2.32	4582.61	-0.03	14.32	1.59	1.44
08390725-5223138	129.780	-52.387	9.12	16.60	2.59	4738.33	0.04	14.84	1.63	1.46

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08390757-5348280	129.782	-53.808	50.62	16.90		4607.92	0.05	14.16	1.53	1.45
08390797-5257481	129.783	-52.963	41.18	17.30	2.94	4810.78	-0.07	13.98	1.43	1.32
08390859-5319164	129.786	-53.321	68.90	17.30		4815.92	-0.15	15.65	1.59	1.39
08390890-5218280	129.787	-52.308	37.39	17.40		4643.00		15.08	1.54	1.74
08390890-5341042	129.787	-53.684	9.49	17.30		5021.45	-0.07	14.78	1.43	1.36
08391133-5328374	129.797	-53.477	33.36	17.90	2.56	4660.93	0.09	14.85	1.63	1.77
08391137-5216592	129.797	-52.283	68.10	16.70		5045.63	-0.09	15.65	1.68	1.48
08391241-5232102	129.802	-52.536	28.87	19.00	2.52	4600.86	0.03	15.70	1.73	1.43
08391484-5322599	129.812	-53.383	46.82	15.80	3.37	5157.01	-0.05	13.83	1.46	1.28
08391713-5355032	129.821	-53.918	59.22	19.10	2.84	4530.90	-0.17	14.44	1.53	1.53
08391723-5218236	129.822	-52.307	11.80	2.39		5121.00	-0.03			
08391725-5258482	129.822	-52.980	36.54	16.60		5116.94	-0.06	15.33	1.55	1.42
08391826-5330035	129.826	-53.501	86.37	17.30		4862.49	-0.21	13.89	1.66	1.44
08392002-5307562	129.833	-53.132	32.37	17.30	3.17	4919.98	0.03	14.36	1.36	1.35
08392017-5323466	129.834	-53.396	43.85	17.10		5096.26	-0.24	14.62	1.48	1.33
08392028-5249544	129.834	-52.832	64.94	16.50		4952.04	-0.07	15.26	1.69	1.54
08392067-5220224	129.836	-52.340	51.18	16.80	2.57	4736.67	-0.13	15.29	1.68	1.62
08392095-5329375	129.837	-53.494	52.21	16.90		4816.75	-0.16	16.05	1.57	2.14
08392149-5234136	129.840	-52.570	51.08	17.20		4693.07	-0.15	15.32	1.65	1.50
08392258-5355056	129.844	-53.918	15.31	16.80		5075.00		12.55	1.19	1.02
08392367-5235095	129.849	-52.586	14.70	12.00		5338.43	-0.16	14.19	1.36	1.17
08392367-5253563	129.849	-52.899	55.33	13.30		5029.13	-0.09	14.73	1.60	1.40
08392411-5229291	129.850	-52.491	69.92	13.40	2.51	4713.66	-0.10	15.56	1.62	1.35
08392440-5223424	129.852	-52.395	35.42	14.30	2.46	4719.34	-0.08	15.17	1.67	1.55
08392496-5230364	129.854	-52.510	94.68	12.40	2.59	4745.56	-0.11	15.46	1.61	1.41
08392578-5246292	129.857	-52.775	57.72	11.70	2.61	4764.15	-0.05	13.28	1.50	1.44
08392714-5221433	129.863	-52.362	55.87	12.00	2.39	4660.33	-0.08	15.56	1.79	1.72
08392848-5304563	129.869	-53.082	48.91	14.10		5120.37	-0.20	13.54	1.18	1.18
08392896-5250239	129.871	-52.840	52.12	10.10	3.51	5107.98	-0.10	13.73	1.23	1.13
08392921-5228419	129.872	-52.478	44.25	11.80	2.37	4637.47	-0.09	15.36	1.55	1.44
08393005-5310243	129.875	-53.173	12.39	12.80		5034.56	-0.02	13.19	1.47	1.32
08393041-5350097	129.877	-53.836	51.17	9.60	2.89	4850.83	-0.08	13.39	1.30	1.18
08393049-5348377	129.877	-53.810	48.53	12.10	2.59	4731.85	-0.07	14.68	1.42	1.40
08393083-5237500	129.878	-52.631	56.41	12.00	2.46	4664.88	-0.01	15.43	1.67	1.67

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08393196-5320524	129.883	-53.348	2.89	8.50	4.52	4278.28	-0.12	14.81	1.71	1.35
08393202-5301440	129.883	-53.029	34.31	13.90	2.63	4830.48	0.01	12.55	1.38	1.33
08393234-5258030	129.885	-52.967	80.28	11.80	2.72	4661.75	-0.04	15.21	1.79	1.73
08393322-5323324	129.888	-53.392	54.80	12.20		4967.00	-0.13	16.28	1.93	1.23
08393339-5228168	129.889	-52.471	47.95	17.30	2.61	4831.87	-0.07	15.12	1.53	1.29
08393355-5242415	129.890	-52.712	50.19	16.80		4981.27	-0.11	15.34	1.63	1.39
08393362-5249381	129.890	-52.827	46.62	15.80		4641.00		15.97	1.79	1.90
08393395-5347234	129.891	-53.790	-4.72	17.00		4526.41	0.11	12.55	1.41	1.42
08393421-5253230	129.893	-52.890	99.95	16.80		4880.26	-0.14	15.57	1.69	1.64
08393574-5343310	129.899	-53.725	50.71	4.11	4.06	5615.00	-0.01			
08393635-5227205	129.901	-52.456	38.64	16.70		5023.75	-0.05	15.16	1.57	1.40
08393802-5242491	129.908	-52.714	51.00	16.80		5026.01	-0.13	16.02	1.81	1.75
08393802-5336544	129.908	-53.615	33.10	17.60		5007.59	-0.06	15.05	1.47	1.39
08393932-5311091	129.914	-53.186	17.91	17.10	2.85	5018.74	0.00	13.26	1.45	1.37
08394052-5336412	129.919	-53.611	-1.52	17.50	2.50	4629.49	0.05	14.78	1.55	1.51
08394166-5342159	129.924	-53.704	25.41	16.60	2.62	4807.32	-0.03	13.35	1.40	1.30
08394203-5357189	129.925	-53.955	6.33	16.80		3904.82	-0.07	15.31	1.88	1.36
08394221-5342412	129.926	-53.711	-1.17	19.20	3.13	4922.31	0.00	13.93	1.28	1.19
08394268-5252358	129.928	-52.877	-15.83	18.00		5130.00		14.82	1.57	1.57
08394304-5257510	129.929	-52.964	21.99	9.54	4.09	6732.00	-0.05			
08394459-5337538	129.936	-53.632	29.11	17.50	4.55	4588.03	-0.14	13.83	1.39	1.20
08394524-5311441	129.938	-53.196	25.97	16.50		4979.98	-0.07	15.39	1.56	1.39
08395023-5335503	129.959	-53.597	57.90	12.00		4631.04	-0.14	14.87	1.69	1.70
08395111-5310539	129.963	-53.182	63.50	14.40		4613.26	-0.12	14.83	1.60	1.55
08395196-5329155	129.966	-53.488	5.75	12.00	2.46	4657.83	-0.04	15.17	1.74	1.54
08395199-5305526	129.967	-53.098	22.46	15.40	2.52	4622.48	0.13	14.56	1.58	1.57
08395367-5318036	129.974	-53.301	14.48	15.70		3837.21	-0.13	14.94	2.09	1.39
08395378-5339075	129.974	-53.652	30.01	10.40		5141.00		14.97	1.45	1.48
08395474-5336040	129.978	-53.601	7.77	11.90		5106.07	-0.06	14.38	1.54	1.35
08395519-5353230	129.980	-53.890	55.56	11.60	2.56	4770.45	-0.08	14.19	1.46	1.35
08395641-5244121	129.985	-52.737	16.35	15.00		5056.52	-0.07	15.36	1.69	1.41
08395644-5346333	129.985	-53.776	53.76	14.10	2.56	4742.72	-0.05	13.38	1.45	1.33
08395830-5223448	129.993	-52.396	7.52	12.90	2.41	4642.23	-0.02	13.28	1.52	1.42
08395838-5218197	129.993	-52.305	35.14	11.40		4957.12	-0.08	13.63	1.38	1.27

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08395870-5253047	129.995	-52.885	4.01	12.00		5103.23	-0.01	12.00	1.21	1.13
08395933-5231595	129.997	-52.533	21.09	12.30		5024.63	-0.08	13.48	1.46	1.32
08400085-5319044	130.004	-53.318	-11.13	11.30	3.37	5048.54	-0.03	13.23	1.18	1.07
08400203-5248404	130.008	-52.811	-1.38	11.80		5127.00		12.44	0.92	1.05
08400345-5306273	130.014	-53.108	6.63	2.24	2.64	5025.00	-0.27	12.13	1.27	1.18
08400357-5330531	130.015	-53.515	18.63	12.00		5107.85	-0.29	13.52	1.41	1.23
08400511-5234116	130.021	-52.570	76.55	11.80		4753.77	-0.20	15.02	1.46	1.35
08400571-5305599	130.024	-53.100	-5.72	2.19	3.12	4875.50	0.14	12.72	0.95	1.03
08400576-5354437	130.024	-53.912	88.48	11.40		5022.39	-0.24	13.58	1.39	1.19
08400623-5324475	130.026	-53.413	21.80	15.40	4.55	3728.09	-0.17	15.66	1.91	1.38
08400812-5324165	130.034	-53.405	44.80	14.10	2.74	4886.14	0.01	13.75	1.63	1.44
08401000-5235114	130.042	-52.586	17.52	59.40				18.59	3.54	
08401022-5345021	130.043	-53.751	54.85	12.50		4612.16	-0.12	14.48	1.46	1.37
08401060-5251512	130.044	-52.864	45.82	11.40		4909.35	-0.11	13.92	1.47	1.33
08401064-5336239	130.044	-53.607	19.07	10.50		4894.40	-0.09	14.24	1.56	1.39
08401102-5242524	130.046	-52.715	14.92	11.70		4726.71	-0.07	15.58	1.72	1.76
08401421-5226240	130.059	-52.440	52.84	12.00	2.53	4711.89	-0.05	13.90	1.67	1.49
08401533-5325310	130.064	-53.425	14.30	14.00	2.36	4639.20	-0.04	14.82	1.80	1.65
08401609-5325476	130.067	-53.430	15.14	30.60		3268.72		18.85	3.29	-1.05
08401782-5336393	130.074	-53.611	61.20	11.90	2.72	4675.90	-0.10	15.15	1.54	1.42
08401829-5330288	130.076	-53.508	14.60	10.70	4.38	4457.92	0.01	13.51	1.53	1.22
08401890-5345161	130.079	-53.754	19.07	2.70	2.75	5233.67	-0.02			
08401905-5219417	130.079	-52.328	56.10	11.90		5028.55	-0.05	14.77	1.53	1.45
08402079-5324355	130.087	-53.410	44.09	13.00		5025.09	-0.05	14.89	1.45	1.43
08402180-5340155	130.091	-53.671	28.63	9.90		4972.07	-0.03	13.45	1.57	1.13
08402189-5342053	130.091	-53.701	22.31	13.20		4934.79	-0.07	14.77	1.54	1.34
08402295-5336456	130.096	-53.613	43.25	10.70	2.67	4865.85	-0.08	13.60	1.58	1.41
08402313-5345000	130.096	-53.750	-3.19	17.30		4892.86	-0.09	14.78	1.54	1.39
08402728-5243577	130.114	-52.733	40.28	17.50		4929.71	-0.20	16.06	1.80	1.41
08402890-5225398	130.120	-52.428	28.65	17.20		4560.24	0.05	16.07	1.64	1.46
08402993-5329079	130.125	-53.486	35.76	19.20	2.60	4762.04	-0.08	15.04	1.69	1.33
08403120-5311443	130.130	-53.196	47.61	17.30	2.63	4807.37	-0.09	14.64	1.50	1.41
08403453-5303058	130.144	-53.052	2.20	16.90		5012.70	-0.02	14.94	1.56	1.47
08403479-5245265	130.145	-52.757	17.43	17.20		4905.83	-0.10	14.87	1.63	1.44

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08403578-5314571	130.149	-53.249	76.51	17.10	2.53	4671.88	0.00	14.44	1.54	1.47
08403841-5306296	130.160	-53.108	-14.32	17.50		5014.21	-0.14	14.40	1.55	1.37
08403847-5329247	130.160	-53.490	15.28	17.70	2.64	4845.06	-0.02	13.99	1.58	1.59
08403950-5300371	130.165	-53.010	96.85	16.90	2.35	4556.26	0.01	14.75	1.37	1.60
08403980-5245588	130.166	-52.766	39.93	15.60	2.34	4596.94	-0.09	12.71	1.38	1.28
08404085-5258402	130.170	-52.978	28.22	19.00		4685.87	-0.09	14.95	1.38	0.79
08404412-5316241	130.184	-53.273	41.20	18.70	2.65	4848.46	-0.06	13.93	1.43	1.39
08404413-5233010	130.184	-52.550	86.69	16.90	2.71	4830.82	-0.11	15.61	1.55	1.41
08404513-5248521	130.188	-52.814	-25.11	150.10				16.16	2.19	0.51
08404643-5348082	130.193	-53.802	76.00	16.50		5106.04	-0.42	13.83	0.92	1.08
08404734-5302553	130.197	-53.049	77.81	16.60	2.48	4683.93	-0.06	15.15	1.45	1.49
08404796-5335083	130.200	-53.586	52.07	16.90	2.43	4672.07	-0.02	13.90	1.42	1.45
08404810-5304466	130.200	-53.080	21.48	15.80		4980.94	-0.02	13.95	1.38	1.35
08404934-5250223	130.206	-52.840	49.34	17.30	2.38	4583.09	0.03	16.05	0.87	0.81
08405129-5255423	130.214	-52.928	-5.42	18.90		4931.40	-0.03	15.35	1.47	1.17
08405170-5341409	130.215	-53.695	115.97	17.70	2.72	4914.50	-0.08	15.36	1.00	1.38
08405232-5246469	130.218	-52.780	5.63	16.70		4978.18	-0.11	14.37	0.98	1.37
08405259-5333576	130.219	-53.566	41.15	18.80		4609.00		15.59	1.56	1.55
08405272-5346247	130.220	-53.774	26.42	17.40		4831.24	-0.12	15.22	1.55	1.60
08405408-5328089	130.225	-53.469	-10.69	19.30	2.39	4654.43	-0.09	15.81	1.99	1.41
08405588-5247408	130.233	-52.795	32.32	16.80	2.23	4544.36	-0.04	15.09	1.72	1.60
08405643-5308309	130.235	-53.142	54.99	17.30	2.62	4665.87	-0.13	14.48	1.74	1.52
08405697-5244127	130.237	-52.737	47.77	16.70		4968.38	-0.19	15.68	1.64	1.51
08405752-5238207	130.240	-52.639	14.18	23.90		3689.60	-0.19	15.32	2.32	1.62
08410002-5244215	130.250	-52.739	43.48	17.00		5029.67	-0.05	12.95	0.75	1.36
08410030-5241328	130.251	-52.692	12.10	18.70		5010.48	-0.08	14.16	1.36	1.29
08410228-5250141	130.259	-52.837	52.75	15.90	4.58	4109.22	-0.03	15.90	1.86	1.52
08410275-5249304	130.261	-52.825	64.83	17.10	2.46	4637.64	-0.07	14.87	1.43	1.45
08410435-5351301	130.268	-53.858	47.73	16.90	2.63	4760.30	-0.10	14.34	1.60	1.51
08410525-5307502	130.272	-53.131	66.63	16.80		5158.00		15.27	1.63	1.34
08410532-5248111	130.272	-52.803	34.65	17.40		4716.59	-0.02	14.33	1.25	1.20
08410558-5235207	130.273	-52.589	18.91	17.10	3.37	5161.90	-0.02	13.97	1.32	1.33
08410701-5251041	130.279	-52.851	46.71	17.00	2.35	4606.60	-0.10	13.87	1.43	1.33
08410736-5258276	130.281	-52.974	48.54	18.80	2.37	4680.10	-0.04	15.68	1.68	1.57

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08410766-5237039	130.282	-52.618	42.46	17.10		4905.02	-0.11	14.27	1.49	1.39
08410820-5238056	130.284	-52.635	15.22	19.60	4.61	3530.63	-0.25	15.98	2.33	1.67
08410844-5243529	130.285	-52.731	47.84	16.70		4943.76	-0.08	14.58	1.60	1.42
08410847-5331579	130.285	-53.533	30.01	17.10		4786.33	-0.09	15.54	1.66	1.45
08410989-5327366	130.291	-53.460	12.09	17.60	2.93	4830.84	0.00	15.65	1.63	1.65
08411053-5239166	130.294	-52.655	13.09	17.20		5122.17	-0.01	13.75	1.37	1.32
08411411-5316430	130.309	-53.279	35.16	17.80		5023.76	-0.16	16.17	1.95	1.73
08411437-5312587	130.310	-53.216	28.72	17.00	3.54	5072.05	-0.01	14.18	1.29	1.18
08411530-5241534	130.314	-52.698	52.20	16.70	3.61	5168.80	-0.10	13.63	1.22	1.10
08411544-5300144	130.314	-53.004	160.09	17.40		5112.82	-0.19	13.05	1.11	1.04
08412078-5331166	130.337	-53.521	21.34	17.00		5012.38	-0.06	15.65	1.72	1.79
08412223-5304468	130.343	-53.080	15.14	35.70	4.63	3371.65	-0.26	17.16	2.73	0.54
08412305-5301544	130.346	-53.032	67.19	14.40	2.60	4851.20	-0.12	14.77	1.48	1.49
08412314-5259579	130.346	-52.999	4.56	14.10	2.51	4692.03	0.04	13.64	1.45	1.42
08412444-5336332	130.352	-53.609	73.24	11.20	2.78	4690.19	0.06	13.59	1.31	1.35
08412526-5333573	130.355	-53.566	8.42	16.60		4420.61	0.00	15.28	1.79	1.38
08412588-5322415	130.358	-53.378	19.94		4.47	4835.00	-0.06	12.55	1.27	1.02
08412598-5326349	130.358	-53.443	14.36	20.20		3331.82	-0.28	18.19	3.11	1.40
08412642-5320332	130.360	-53.343	29.94	12.80		4825.18	-0.09	15.93	1.65	1.71
08412662-5304262	130.361	-53.074	13.05	11.90	2.44	4730.67	-0.09	14.45	1.65	1.48
08412722-5239356	130.363	-52.660	66.64	11.90	2.62	4853.72	-0.06	15.32	1.54	1.42
08412746-5238258	130.364	-52.640	24.69	12.10		4975.83	-0.07	14.95	1.51	1.40
08412773-5252326	130.366	-52.876	68.18	13.90		5084.28	-0.08	15.63	1.72	1.69
08412915-5316223	130.371	-53.273	15.50	54.00				18.87	3.28	
08412932-5237376	130.372	-52.627	19.40	11.80	3.56	5056.72	-0.07	12.49	1.08	1.00
08412979-5324555	130.374	-53.415	50.12	11.80		5042.62	-0.05	15.51	1.72	1.29
08412998-5240379	130.375	-52.677	15.15	8.20	4.54	3829.95	-0.15	16.46	2.17	1.29
08413027-5323563	130.376	-53.399	88.70	13.00	2.41	4652.65	-0.02	15.47	1.83	1.69
08413234-5321557	130.385	-53.365	16.39	11.20	3.43	5199.88	0.01	15.38	1.65	1.54
08413335-5339049	130.389	-53.651	22.56	14.20	2.52	4707.36	-0.01	14.89	1.67	1.58
08413388-5247453	130.391	-52.796	24.18	10.90		4949.35	-0.07	13.08	1.35	1.23
08413413-5332464	130.392	-53.546	114.60	12.10		4802.68	-0.19	15.72	1.75	1.40
08413585-5300063	130.399	-53.002	12.62	19.30	2.45	4668.03	0.08	15.43	1.47	1.64
08413595-5309268	130.400	-53.157	471.47	18.70	4.79	3165.22	-0.24	18.52	3.38	0.85

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08413967-5259340	130.415	-52.993	15.84	21.70		4406.10	-0.02	13.44	1.09	1.27
08413988-5314076	130.416	-53.235	30.79	16.80		5156.79	-0.04	13.84	1.48	1.26
08414179-5331128	130.424	-53.520	25.17	17.20	3.34	5049.68	0.06	13.59	1.36	1.22
08414208-5241281	130.425	-52.691	51.40	17.50		5152.63	-0.16	14.86	1.45	1.36
08414278-5321005	130.428	-53.350	-11.42	16.50		5054.39	-0.10	14.68	1.52	1.45
08414395-5314068	130.433	-53.235	13.59	17.40	4.67	3391.21	-0.25	17.70	3.07	1.75
08414532-5315424	130.439	-53.262	49.21	17.50		4771.75	-0.20	15.16	1.55	1.49
08414659-5303449	130.444	-53.062	51.00	2.00	3.91	7731.48				
08414828-5331558	130.451	-53.532	16.56	16.90		5075.18	-0.05	13.67	1.43	1.28
08415154-5320597	130.465	-53.350	14.51	21.30		3578.19	-0.22	15.62	1.66	1.46
08415196-5325195	130.466	-53.422	-6.46	16.80	2.68	4854.82	0.02	14.34	1.76	1.51
08415197-5318197	130.467	-53.305	33.39	17.20		5026.97	-0.06	14.37	1.58	1.37
08415455-5301214	130.477	-53.023	116.80	16.90	2.44	4680.76	-0.06	16.22	1.97	1.81
08415463-5251080	130.478	-52.852	17.30	16.70		5195.71	0.00	14.91	1.84	1.70
08415507-5237485	130.479	-52.630	7.61	19.10	2.80	4886.62	0.02	14.08	1.48	1.31
08415997-5315298	130.500	-53.258	73.70	19.20	2.50	4650.13	-0.03	15.36	1.66	1.56
08420160-5321234	130.507	-53.356	14.08	17.00		5043.12	-0.03	13.81	1.49	1.28
08420212-5252167	130.509	-52.871	35.20	17.30		5150.37	-0.08	15.39	1.43	1.55
08420262-5239511	130.511	-52.664	49.30	16.90		4514.72	0.12	15.20	1.66	1.56
08420373-5259491	130.516	-52.997	-11.10	17.30		5153.00		15.47	1.73	1.55
08420463-5232265	130.519	-52.541	466.29	0.60				19.11	3.07	0.49
08420492-5253539	130.520	-52.898	14.25	12.10		3545.66	-0.24	16.56	3.16	
08420561-5239291	130.523	-52.658	16.16	2.18	3.19	5060.50	-0.02			
08420803-5313061	130.533	-53.218	72.89	17.20	2.41	4691.77	-0.04	14.34	1.56	1.37
08420879-5244496	130.537	-52.747	29.82	16.00		3666.95	-0.19	14.11	1.45	0.96
08420996-5258038	130.541	-52.968	14.15	4.35	3.71	9202.68		8.73	-0.04	0.03
08421230-5306038	130.551	-53.101	10.83		3.98	6239.00	-0.09	9.72	0.51	0.34
08421272-5317203	130.553	-53.289	8.85	17.30		5019.70	-0.03	14.67	1.25	1.20
08421357-5300004	130.557	-53.000	39.25	17.00	2.51	4630.61	0.01	14.95	1.65	1.58
08421638-5246234	130.568	-52.773	41.15	19.30	2.51	4706.74	-0.02	15.58	1.86	1.81
08421665-5247042	130.569	-52.784	28.46	16.70	2.46	4658.64	-0.01	13.23	1.48	1.41
08421690-5240336	130.570	-52.676	26.11	2.20	2.39	4920.00	-0.26			
08421776-5238242	130.574	-52.640	23.23	18.90	2.62	4812.63	-0.02	15.45	1.62	1.54
08421944-5229314	130.581	-52.492	18.94	17.00	2.67	4852.70	-0.05	15.64	1.64	1.62

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08422062-5257515	130.586	-52.964	47.12	16.60		4900.42	-0.08	15.27	1.48	1.68
08422456-5259570	130.602	-52.999	10.43	17.90	3.21	4963.11	-0.01	12.43	1.08	1.06
08422781-5322568	130.616	-53.382	9.08	16.50	4.58	4265.32	0.04	14.41	1.55	1.32
08422990-5330347	130.625	-53.510	58.25	2.56	2.44	4664.67	0.15			
08422992-5239568	130.625	-52.666	39.26	16.80		4966.08	-0.13	15.10	1.57	1.43
08423068-5257345	130.628	-52.960	14.56	19.10	4.49	4147.09	-0.06	13.95	1.50	1.25
08423199-5301043	130.633	-53.018	20.87	15.10	4.63	4313.40	-0.12	13.74	1.19	1.50
08423411-5312542	130.642	-53.215	46.54	17.70	2.64	4844.65	-0.08	14.99	1.70	1.37
08423530-5250392	130.647	-52.844	20.15	12.20		4880.82	-0.06	15.86	1.78	1.54
08423995-5239416	130.666	-52.662	4.66	14.20	3.51	5201.25	-0.07	15.26	1.55	1.50
08424071-5311202	130.670	-53.189	3.07	12.50		5141.00		14.62	1.53	1.38
08424099-5330359	130.671	-53.510	14.69	19.40		3663.96	-0.19	15.32	2.29	1.65
08424120-5319510	130.672	-53.331	52.62	12.50		4869.76	-0.10	15.11	1.42	1.34
08424366-5326384	130.682	-53.444	44.86	12.90		4559.08	0.04	15.51	1.53	1.41
08424385-5234272	130.683	-52.574	19.62	11.20		4943.34	-0.07	14.02	1.57	1.40
08424419-5331431	130.684	-53.529	33.62	14.10	2.84	4969.93	-0.01	14.20	1.61	1.44
08424440-5312319	130.685	-53.209	61.85	12.00		4750.18	-0.10	14.84	1.70	1.51
08424803-5257010	130.700	-52.950	75.15	10.60		4821.94	-0.22	16.34	1.78	1.48
08424824-5301577	130.701	-53.033	44.15	12.90		4506.63	0.07	14.96	1.30	1.61
08424903-5252157	130.704	-52.871	15.55	45.20	4.74	3396.81	-0.26	18.25	3.86	
08424966-5251439	130.707	-52.862	12.26	12.50	2.56	4657.14	0.12	15.23	1.67	1.75
08425161-5324277	130.715	-53.408	0.17	13.60	2.80	4766.28	-0.03	14.11	1.37	1.27
08425286-5247441	130.720	-52.796	44.62	9.40	4.50	4297.41	-0.18	15.44	1.73	1.45
08425386-5251207	130.724	-52.856	45.33	11.90	2.63	4799.21	-0.03	14.79	1.57	1.43
08425529-5252233	130.730	-52.873	8.08	13.10		4565.37	0.01	12.89	1.42	1.35
08425572-5320349	130.732	-53.343	0.52	14.30		5054.12	-0.04	12.62	1.34	1.18
08425631-5259002	130.735	-52.983	48.37	15.50	3.44	5105.83	-0.06	15.62	1.71	1.47
08425822-5302233	130.743	-53.040	46.70	14.00	2.48	4677.29	-0.11	14.93	1.52	1.39
08430093-5239058	130.754	-52.652	81.61	11.80	2.84	4690.97	0.03	16.44	1.81	1.85
08430354-5235549	130.765	-52.599	-3.19	10.10		5056.96	-0.10	14.48	1.54	1.37
08430372-5324148	130.765	-53.404	0.01	13.50	2.43	4594.07	0.07	15.02	1.38	1.04
08430821-5244002	130.784	-52.733	-32.64	11.40		4846.87	-0.08	13.27	1.44	1.34
08431030-5324577	130.793	-53.416	30.34	13.40	2.63	4858.79	-0.06	13.09	1.38	1.27
08431049-5245204	130.794	-52.756	25.81	12.10		5096.88	-0.05	15.74	1.70	1.72

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08431058-5250134	130.794	-52.837	14.74	19.50		3564.15	-0.23	15.58	2.53	1.47
08431303-5329082	130.804	-53.486	22.54	23.90		3400.06	-0.27	17.64	3.23	
08431362-5324105	130.807	-53.403	14.23	14.20	2.44	4615.95	0.02	14.18	1.54	1.45
08431537-5251231	130.814	-52.856	25.15	13.70		5107.41	0.01	14.10	1.70	1.56
08431548-5238493	130.814	-52.647	15.15	33.60	4.84	3379.91	-0.26	17.80	3.24	0.30
08432115-5304048	130.838	-53.068	47.83	15.80	2.87	4765.90	0.02	13.66	1.28	1.21
08432355-5301079	130.848	-53.019	-6.05	12.10	2.63	4764.77	-0.01	13.71	1.62	1.47
08432464-5303553	130.853	-53.065	51.15	12.30	2.49	4675.87	-0.02	14.92	1.52	1.39
08432495-5248169	130.854	-52.805	9.62	13.30	2.71	4931.42	-0.02	15.75	1.85	1.50
08432584-5302201	130.858	-53.039	34.35	12.30		5084.19	-0.07	15.05	1.50	1.51
08432587-5256248	130.858	-52.940	34.79	13.40		5104.94	-0.02	14.48	1.62	1.45
08433277-5247541	130.887	-52.798	33.12	12.00	2.59	4744.60	0.03	15.05	1.71	1.61
08433841-5250551	130.910	-52.849	14.07	26.40	4.65	3390.61	-0.25	17.99	3.05	
08433979-5258309	130.916	-52.975	7.32	23.50		4538.00		15.36	1.96	1.46
08433989-5301596	130.916	-53.033	26.45	12.10		4756.54	-0.02	15.24	1.56	1.49
08434131-5238566	130.922	-52.649	64.06	14.20	2.87	4939.77	-0.09	15.87	1.73	1.56
08434376-5301221	130.932	-53.023	82.89	12.00	2.69	4846.68	-0.08	15.63	1.49	1.48
08434636-5257031	130.943	-52.951	48.96	11.80	2.32	4578.13	-0.09	13.44	1.46	1.38
08434694-5259351	130.946	-52.993	29.10	12.30	2.62	4815.21	-0.03	14.46	1.54	1.45
08434941-5259502	130.956	-52.997	59.73	10.60	2.86	4939.16	-0.08	15.32	1.52	1.45
08435119-5256089	130.963	-52.936	64.44	11.70		4872.69	-0.17	16.20	1.72	1.38
08435167-5242455	130.965	-52.713	4.51	12.30	2.56	4672.11	-0.10	12.93	1.42	1.28
08435595-5241541	130.983	-52.698	54.75	3.82	2.82	4714.00	0.04	12.65	1.38	1.26
08440210-5256239	131.009	-52.940	40.14	15.00		5156.25	-0.05	13.65	1.54	1.30
08441732-5302586	131.072	-53.050	6.59	14.40		4916.92	-0.12	13.18	1.44	1.26
08441984-5259424	131.083	-52.995	17.02	12.50		4965.84	-0.09	15.29	1.57	1.46
08442238-5248588	131.093	-52.816	3.07	13.30		4886.78	-0.11	15.39	1.81	1.54
08442273-5247262	131.095	-52.791	2.07	15.20		5072.68	-0.06	14.53	1.65	1.43
08442554-5246494	131.106	-52.780	17.59	9.50	2.79	4975.01	-0.02	13.50	1.56	1.40
08442762-5253431	131.115	-52.895	22.06	12.10		5092.55	-0.22	15.53	1.78	1.46
08442842-5301478	131.118	-53.030	73.34	12.70	2.64	4840.71	-0.11	14.98	1.52	1.41
08443396-5246277	131.141	-52.774	35.85	13.00	2.72	4869.76	0.00	13.49	1.37	1.28
08443402-5244022	131.142	-52.734	16.61	9.91	4.26	4637.00	-0.06	12.22	1.22	1.20
08443450-5255325	131.144	-52.926	19.54	7.61	4.33	5174.75	0.21			

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
08443655-5246405	131.152	-52.778	124.67	12.40		4878.51	-0.13	14.58	1.44	1.34
08444075-5243070	131.170	-52.719	42.45	12.80		5159.00		15.08	1.69	1.56
08444334-5248432	131.181	-52.812	59.68	11.80	2.46	4654.50	-0.06	15.18	1.70	1.64
08444805-5247228	131.200	-52.790	32.58	10.90		4916.79	-0.12	16.09	1.72	1.57
08445267-5248145	131.219	-52.804	34.86	11.70		4908.81	-0.10	15.41	1.69	1.58
08450338-5254307	131.264	-52.909	9.53	15.30		5109.72	-0.07	14.25	1.56	1.40
08450414-5249582	131.267	-52.833	73.65	13.00	2.78	4855.40	-0.09	15.16	1.41	1.43
08450525-5250236	131.272	-52.840	44.88	12.80		4918.41	-0.06	16.01	1.61	1.86
08451201-5253060	131.300	-52.885	40.15	13.50		5012.01	-0.11	15.11	1.83	1.53
08451348-5303020	131.306	-53.051	8.73	13.10		4981.91	-0.08	14.73	1.59	1.35
08451786-5253011	131.324	-52.884	27.54	12.10	2.56	4751.24	-0.08	15.48	1.88	1.55
08451883-5259257	131.328	-52.990	14.53	29.40	4.79	3386.68	-0.26	18.19	2.79	
08452277-5246539	131.345	-52.782	-1.91	14.00	2.66	4844.69	-0.03	14.96	1.61	1.52
08452470-5301226	131.353	-53.023	14.09	20.60	4.62	3446.14	-0.23	17.50	2.56	1.56
08452692-5252020	131.362	-52.867	15.79	11.80		4827.13	-0.03	12.76	1.23	1.04
08452722-5250419	131.363	-52.845	10.86	12.30		4972.68	-0.03	15.16	1.89	1.48
10283748-6445080	157.156	-64.752	8.01	2.52	2.78	4968.50	0.07			
10284372-6435392	157.182	-64.594	18.93	12.21	4.38	6875.67	0.01			
10291466-6439127	157.311	-64.654	-18.88	4.09	3.35	5136.33	-0.55			
10301225-6435258	157.551	-64.590	80.40	3.51	2.23	4700.75	-0.09			
10302405-6318366	157.600	-63.310	-10.76	2.19	2.62	4841.50	0.03			
10302710-6450088	157.613	-64.836	-0.28	2.20	2.59	4791.67	-0.02			
10303798-6330550	157.658	-63.515	32.08	3.64	2.69	4680.50	-0.14			
10304321-6327465	157.680	-63.463	12.31	2.20	2.60	4950.50	-0.11			
10304475-6443306	157.686	-64.725	7.62	2.67	2.39	4638.50	-0.07			
10312182-6329281	157.841	-63.491	-17.02	2.15	2.35	4653.50	-0.22			
10313722-6327243	157.905	-63.457	-17.18	3.19	3.11	5252.00	0.07			
10321965-6322325	158.082	-63.376	-24.92	2.38	2.56	4701.25	0.01			
10334181-6413457	158.424	-64.229	16.99	8.38	4.21	5305.50	-0.11			
10343769-6410068	158.657	-64.169	3.75	3.80	2.60	4658.00	0.11			
10343957-6407258	158.665	-64.124	-34.52	2.19	2.56	4730.50	-0.02			
10361111-6409576	159.046	-64.166	-16.27	2.86	2.78	4981.75	-0.05			
10400080-6449212	160.003	-64.823	20.96	2.99	2.49	4627.25	0.19			
10403825-6501459	160.159	-65.029	19.10	2.24	2.38	4718.33	-0.25			

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
10405443-6447593	160.227	-64.800	-23.62	3.35	2.65	4997.50	0.08			
10410978-6536045	160.291	-65.601	22.61	3.71	3.47	5025.00	0.03			
10411636-6454552	160.318	-64.915	-17.49	2.24	2.59	4831.67	0.17			
10412220-6447128	160.342	-64.787	-16.31	2.49	2.99	5032.75	0.19			
10412952-6535235	160.373	-65.590	6.36	3.89	2.70	4658.00	0.10			
10414561-6534337	160.440	-65.576	45.21	2.18	2.89	5132.75	-0.03			
10424167-6543415	160.674	-65.728	-5.40	2.11	3.23	5043.50	-0.08			
10424692-6353186	160.695	-63.888	8.77	2.87	2.88	5169.33	0.12			
10430377-6402194	160.766	-64.039	1.79	2.17	2.69	4925.00	-0.01			
10430672-6535134	160.778	-65.587	23.29	4.13	2.77	4752.00	0.26			
10431327-6538057	160.805	-65.635	-9.86	2.18	2.76	4976.75	0.00			
10433192-6347311	160.883	-63.792	-14.18	3.80	2.76	5052.25	0.02			
10433491-6452243	160.895	-64.873	-10.44	4.35	2.45	4641.00	0.10			
10433789-6544597	160.908	-65.750	9.70	9.91	4.03	7092.00	-0.14			
10434029-6444223	160.918	-64.740	-16.62	2.19	2.59	4969.50	-0.26			
10440681-6359351	161.028	-63.993	17.37	12.88	4.47	5792.00	0.03			
10440727-6354568	161.030	-63.916	9.37	2.56	2.27	4624.50	0.00			
10441221-6403452	161.051	-64.063	49.52	2.10	2.75	4823.75	-0.42			
10441461-6457559	161.061	-64.966	13.60	2.21	2.63	4916.50	-0.02			
10442256-6415301	161.094	-64.258	17.40	11.55	4.51	5854.00	0.03			
10444061-6456332	161.169	-64.943	-35.52	2.24	2.80	4938.75	-0.02			
10445489-6354018	161.229	-63.900	47.24	2.12	2.09	4695.33	-0.75			
10452008-6355271	161.334	-63.924	46.51	3.59	3.32	4966.00	0.07			
10452826-6413450	161.368	-64.229	21.87	9.91	3.98	6426.00	-0.09			
10453134-6451549	161.381	-64.865	-18.54	2.23	2.70	4973.00	-0.13			
10454736-6457074	161.447	-64.952	-3.73	2.20	2.66	4788.50	0.04			
10454789-6500411	161.450	-65.011	-27.21		3.95	7223.00	-0.27			
10455398-6419569	161.475	-64.332	11.97	2.22	2.58	4718.25	0.05			
10463154-6329392	161.631	-63.494	44.17	2.24	2.33	4755.00	0.02			
10463918-6411459	161.663	-64.196	-18.24	2.16	2.58	4918.33	-0.26			
10464337-6331244	161.681	-63.523	0.26	11.37	2.00	5003.50	0.07			
10465181-6334157	161.716	-63.571	18.08	12.67	4.63	4857.25	-0.07			
10470309-6416241	161.763	-64.273	-4.56	2.20	2.67	4964.67	-0.13			
10470613-6325568	161.776	-63.432	-1.79	2.39	2.45	4697.25	0.02			

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
10472547-6331564	161.856	-63.532	24.28	3.82	3.96	5111.75	0.14			
10474621-6332108	161.943	-63.536	6.32	2.36	2.92	5045.00	0.18			
10474712-6434113	161.946	-64.570	-2.04	5.49	4.27	6159.50	0.15			
10482491-6353483	162.104	-63.897	-15.63	2.17	3.05	5039.25	0.06			
10485573-6403551	162.232	-64.065	27.02	2.86	2.37	4682.00	0.21			
10492243-6502120	162.343	-65.037	-22.10	2.20	2.85	5038.50	-0.08			
10492808-6401074	162.367	-64.019	53.67	2.48	2.46	4711.25	0.07			
10494767-6353192	162.449	-63.889	-0.32	2.22	3.00	5036.50	0.15			
10495515-6357402	162.480	-63.961	-40.19		3.98	7121.00	-0.14			
10495667-6359128	162.486	-63.987	4.50	3.77	2.48	4882.50	0.04			
10501173-6332406	162.549	-63.545	-14.83	2.46	2.77	4870.75	0.24			
10502012-6342055	162.584	-63.702	-14.47	2.53	2.64	4765.00	0.15			
10504176-6420115	162.674	-64.337	7.66	2.46	2.72	4945.50	0.01			
10505597-6427028	162.733	-64.451	-10.56	2.25	1.92	4875.75	-0.38			
10505858-6343000	162.744	-63.717	-2.13	2.34	1.91	4567.67	-0.25			
10513100-6344320	162.879	-63.742	0.14	2.18	3.10	5071.75	0.12			
10514339-6336283	162.931	-63.608	-40.02	2.22	2.66	5019.00	-0.22			
10514893-6421110	162.954	-64.353	14.94	3.38	2.73	4708.00	-0.33			
10515818-6340266	162.992	-63.674	9.03	2.79	2.45	4681.67	0.25			
10521047-6342542	163.044	-63.715	22.35	3.32	4.12	6066.33	0.39			
10522362-6332566	163.098	-63.549	18.72	8.03	4.07	6197.33	0.15			
10522844-6416489	163.118	-64.280	11.26	2.23	2.60	5008.75	-0.25			
10525142-6421139	163.214	-64.354	9.25	2.31	2.49	4675.67	0.04			
10525690-6427429	163.237	-64.462	-9.28	2.71	2.84	5074.00	0.04			
17442711+0547196	266.113	5.789	-13.19	14.90	4.41	5537.00	0.00	13.51	1.01	0.85
17443565+0557208	266.149	5.956	-14.22	5.42	3.80	6108.50	-0.30	13.34	0.82	0.65
17445810+0551329	266.242	5.859	-13.28	10.72	4.49	5511.67	-0.04	13.45	1.00	0.87
17451225+0514597	266.301	5.250	-31.62	12.64	4.00	6432.25	-0.35	11.81	0.85	0.67
17451940+0547401	266.331	5.794	-12.72	14.18	4.47	5309.00	-0.06	13.72	1.03	0.90
17452508+0551388	266.354	5.861	-12.45	14.12	4.42	5349.00	-0.05	13.72	1.06	0.90
17452906+0601462	266.371	6.029	-8.92	6.82	4.01	6475.00	-0.06	11.55	-0.98	0.56
17455679+0601044	266.487	6.018	-35.45	8.51	4.15	6284.50	0.17	11.64	0.78	0.67
17460709+0555486	266.530	5.930	-16.89	9.36	4.43	6079.50	0.10	12.46	0.88	0.72
17461845+0528170	266.577	5.471	-36.61	4.82	4.15	6058.25	0.10	11.99	0.94	0.78

CNAME	RA (°)	Dec. (°)	V.radial (km/s)	V.rotación (km/s)	log g	T.efectiva	[Fe/H]	Vmag	V-I	B-V
17471166+0541502	266.799	5.697	-33.98	3.89	3.94	5525.33	0.13	12.04	0.99	0.91
17471544+0556358	266.814	5.943	-13.37	9.42	4.42	5733.00	0.06	13.07	1.00	0.82
17473252+0552316	266.885	5.875	-14.34	5.16	4.28	6186.25	0.15	12.52	0.79	0.68
17474907+0532396	266.954	5.544	-11.15	8.93	4.53	4925.25	-0.04	13.91	1.38	1.19
17480498+0548421	267.021	5.812	-13.72	34.05	4.52	5239.00	-0.05	13.53	1.16	0.99

D. Pertenencia a los cúmulos

Tabla 6: Estrellas seleccionadas para aplicar los criterios donde se indican que criterios cumplen cada objeto y si tienen o no litio o emisión H α . Se incluyen también las clasificaciones previas a este trabajo junto con las referencias y otras designaciones. Finalmente se da un estatus de pertenencia a los cúmulos basándose en los criterios.

CNAME	Li I	H α	CMD	V.rad	Biografía	Otras denominaciones	Referencia	Clasificación
IC 2391								
08353587-5315069	Si	No	Si	Si				NM
08354551-5315242	Si	**	Si	Si				M
08354969-5315311	Si	No	Si	Si				NM
08360676-5314162	Si	No	Si	Si				NM
08361153-5312360	No	**	Si	No				NM
08363139-5320463	Si	No	Si	Si				NM
08363862-5309557	*	**	Si	No				P
08364253-5312255	Si	No	Si	No				NM
08364479-5306491	Si	No	Si	No				NM
08364573-5311329	Si	Si	Si	Si	M	CTIO 12	Barrado y Navascués et al. 2004	M
08365498-5308342	Si	**	Si	Si	M	PMM 3359	De Silva et al. 2013	M
08371709-5305201	Si	No	Si	No				NM
08372149-5308312	Si	No	Si	No				NM
08372675-5305321	Si	No	Si	No				NM
08373280-5303334	*	Si	Si	Si	M	CTIO 31	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08375033-5306249	Si	No	Si	No				NM
08380503-5224195	Si	No	Si	No				NM
08381913-5322283	Si	No	Si	Si				NM
08382523-5305362	*	**	Si	Si				P
08382536-5333363	Si	No	Si	Si				NM
08382671-5310072	*	**	Si	Si	C	CTIO 48	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08383462-5331497	Si	No	No	No				NM
08383609-5257532	Si	No	Si	No				NM
08383620-5322169	No	No	Si	Si				NM
08384269-5305160	Si	No	No	Si				NM
08384401-5322511	*	Si	No	Si	M	CTIO 59	Barrado y Navascués et al. 1999, 2001, 2004	P
08384653-5315458	Si	No	Si	No				NM

CNAME	Li I	H α	CMD	V.rad	Biografía	Otras denominaciones	Referencia	Clasificación
08384657-5319114	Si	No	Si	No				NM
08384981-5255460	Si	No	Si	No				NM
08385117-5232285	Si	No	Si	No				NM
08385149-5321086	Si	No	Si	Si				NM
08385249-5215400	No	No	Si	Si				NM
08390670-5310121	*	**	Si	Si				P
08390859-5319164	Si	No	Si	No				NM
08390890-5218280	Si	No	Si	No				NM
08391133-5328374	Si	No	Si	Si				NM
08392258-5355056	Si	Si	Si	Si	M	PMM 686, 1RXS J083921.9-535420	De Silva et al. 2013, Messina et al. 2011	M
08392411-5229291	Si	No	Si	No				NM
08392440-5223424	Si	No	Si	No				NM
08393196-5320524	*	**	Si	Si				P
08393395-5347234	Si	No	Si	Si				NM
08393421-5253230	Si	No	Si	No				NM
08394052-5336412	Si	No	Si	Si				NM
08394459-5337538	*	**	Si	Si				P
08395023-5335503	Si	No	Si	No				NM
08395367-5318036	*	Si	Si	Si				P
08395838-5218197	Si	No	Si	No				NM
08400085-5319044	Si	No	Si	No				NM
08400203-5248404	Si	No	Si	Si				NM
08400571-5305599	Si	No	Si	Si	C	Coord.	Dodd, 2004, Rolleston et al. 1997	NM
08400623-5324475	*	**	Si	Si				P
08401000-5235114	*	Si	Si	Si	M	CTIO 78	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08401060-5251512	Si	No	Si	No				NM
08401421-5226240	Si	No	Si	No				NM
08401609-5325476	*	Si	Si	Si	M	CTIO 83	Barrado y Navascués et al. 2001, 2004	P
08401829-5330288	Si	Si	Si	Si	M	PMM 1759, VXR 18	De Silva et al. 2013, Messina et al. 2011, Platais et al. 2007	M
08402189-5342053	Si	No	Si	Si				NM
08402993-5329079	Si	No	Si	No				NM

CNAME	Li I	H α	CMD	V.rad	Biografía	Otras denominaciones	Referencia	Clasificación
08403120-5311443	Si	No	Si	No	C	Coord.	Rolleston et al. 1997	NM
08403841-5306296	No	No	Si	No	C	Coord.	Rolleston et al. 1997	NM
08403980-5245588	No	No	Si	No	C	Coord.	Rolleston et al. 1998	NM-
08404513-5248521	*	Si	Si	No	M	WFI J08404512-5248521	Spezzi et al. 2009	NM
08404734-5302553	Si	No	No	No				NM
08404796-5335083	Si	No	Si	No				NM
08404934-5250223	Si	No	No	No				NM
08405232-5246469	Si	No	No	Si	C	Coord.	Rolleston et al. 1998	NM
08405259-5333576	Si	No	No	No				NM
08405643-5308309	Si	No	Si	No				NM
08405752-5238207	*	Si	Si	Si				P
08410002-5244215	No	No	No	No	C	Coord.	Rolleston et al. 1998	NM
08410228-5250141	No	**	Si	No				NM
08410275-5249304	Si	No	Si	No				NM
08410532-5248111	Si	No	No	Si				NM
08410558-5235207	Si	No	Si	Si				NM
08410701-5251041	No	No	Si	No	C	Coord.	Rolleston et al. 1998	NM
08410820-5238056	*	Si	Si	Si	C	D104	Dodd, 2004	P
08410989-5327366	Si	No	Si	Si				NM
08412223-5304468	Si	Si	Si	Si	C	WFI J08412229-5304471	Spezzi et al. 2009	M
08412314-5259579	No	No	Si	Si	C	Coord.	Rolleston et al. 1998	NM
08412526-5333573	Si	Si	Si	Si				M
08412588-5322415	Si	Si	Si	Si				M
08412598-5326349	Si	Si	Si	Si	M	CTIO 97	Barrado y Navascués et al. 2001, 2004	M
08412662-5304262	No	No	Si	Si	C	D104	Rolleston et al. 1998, Rolleston et al. 1997	NM
08412915-5316223	*	Si	Si	Si	M	CTIO 98	Barrado y Navascués et al. 2001, 2004	P
08412932-5237376	Si	No	Si	Si				NM
08412979-5324555	Si	No	Si	No				NM
08412998-5240379	*	**	Si	Si				P
08413335-5339049	Si	No	Si	Si				NM
08413595-5309268	*	Si	Si	No	M	CTIO 100	Barrado y Navascués et al. 2001	NM
08413967-5259340	Si	Si	Si	Si	M			M
08414395-5314068	Si	Si	Si	Si	M	CTIO 103	Barrado y Navascués et al. 2001	M

CNAME	Li I	H α	CMD	V.rad	Biografía	Otras denominaciones	Referencia	Clasificación
08414828-5331558	Si	No	Si	Si	M	VXR 39a	Barrado y Navascués et al. 2004, Patten & Simon, 1996	NM
08415154-5320597	*	Si	Si	Si				P
08415197-5318197	Si	No	Si	Si				NM
08415507-5237485	Si	No	Si	Si				NM
08420160-5321234	Si	No	Si	Si				NM
08420463-5232265	*	Si	Si	No	C	CTIO 107	Barrado y Navascués et al. 2001	NM
08420492-5253539	*	Si	Si	Si	M	CTIO 108, VXR 58	Barrado y Navascués et al. 2001 Patten & Simon, 1996	P
08420803-5313061	Si	No	Si	No				NM
08420879-5244496	*	Si	Si	Si	M	CTIO 109	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08420996-5258038	Si	**	Si	Si	M	4516	Dodd, 2004	P
08421230-5306038	Si	**	Si	Si				M
08422062-5257515	Si	No	No	No				NM
08422456-5259570	No	No	Si	Si	M	WFI J08422460-5259575	Spezzi et al. 2009	NM
08422781-5322568	*	**	Si	Si				P
08422992-5239568	Si	No	Si	No	M	WFI J08423071-5257348	Spezzi et al. 2009	NM
08423068-5257345	*	Si	Si	Si				P
08423199-5301043	*	**	Si	Si				P
08424099-5330359	No	Si	Si	Si				NM
08424824-5301577	No	No	No	No				NM
08424903-5252157	*	Si	Si	Si	M	CTIO 126	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08425286-5247441	*	**	Si	No				NM
08425386-5251207	*	**	Si	No				NM
08431049-5245204	Si	No	Si	Si	M	CTIO 133, D 145	Barrado y Navascués et al. 2001, Dodd, 2004	NM
08431058-5250134	*	Si	Si	Si				NM
08431303-5329082	*	Si	Si	Si	M	CTIO 135	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08431362-5324105	Si	No	Si	Si				NM
08431537-5251231	No	No	Si	Si	M	CTIO 138	Barrado y Navascués et al. 2001	NM
08431548-5238493	*	Si	Si	Si	M	CTIO 139	Barrado y Navascués et al. 2002	P
08432587-5256248	Si	No	Si	Si				NM
08433841-5250551	*	Si	Si	Si	M	CTIO 152	Barrado y Navascués et al. 2004, 2001	M
08433979-5258309	Si	Si	Si	Si	M	VXR64a	Patten & Simon, 1996	M

CNAME	Li I	H α	CMD	V.rad	Biografía	Otras denominaciones	Referencia	Clasificación
08434636-5257031	No	No	Si	No	M	WFI J08434640-5257036	Spezzi et al. 2009	NM
08435119-5256089	Si	No	Si	No				NM
08440210-5256239	Si	No	Si	No				NM
08442238-5248588	Si	No	Si	Si				NM
08443396-5246277	Si	No	Si	No				NM
08443402-5244022	*	**	Si	Si				P
08444805-5247228	Si	No	Si	Si				NM
08445267-5248145	Si	No	Si	Si				NM
08451883-5259257	*	Si	Si	Si	M	CTIO 188	Barrado y Navascués et al. 2001	P
08452470-5301226	Si	Si	Si	Si	M	CTIO 190	Barrado y Navascués et al. 2001	M
08452692-5252020	Si	Si	Si	Si	M	V379 Vel, PMM 4902, VXR 76a	Elliott et al. 2015, De Silva et al. 2013, Messina et al. 2011, Marsden et al. 2009	M
IC 2602								
10284372-6435392	Si		No	Si				NM
10302405-6318366	Si		Si	Si				NM
10302710-6450088	Si		Si	Si				NM
10303798-6330550	Si		Si	Si				NM
10304321-6327465	Si		No	Si				NM
10304475-6443306	Si		Si	Si				NM
10321965-6322325	Si		Si	Si				NM
10334181-6413457	Si	Si	Si	Si	M	GSC 08964-00073, R 15, TYC 8964-73-1	Randich et al. 1997, 2001b Smiljanic et al. 2011	M
10361111-6409576	Si		Si	Si				NM
10412952-6535235	Si		Si	Si				NM
10414561-6534337	Si		Si	Si				NM
10424692-6353186	Si		Si	Si				NM
10440681-6359351	Si	**	Si	Si	M	R 66, CPD-63 1624	Smiljanic et al. 2011	M
10442256-6415301	Si	**	Si	Si	M	R 70	Randich et al. 1997, 2001b Smiljanic et al. 2011	M
10465181-6334157	Si	Si	Si	Si	M	R89	Randich et al. 1997, 2001, 2001b Marsden et al. 2009	M

CNAME	Li I	H α	CMD	V.rad	Biografía	Otras denominaciones	Referencia	Clasificación	
10472547-6331564	Si		Si	Si			Randich 2001b Stauffer et al. 1997	NM	
10474621-6332108	Si		Si	Si				NM	
10474712-6434113	Si		No	Si				NM	
10485573-6403551	Si		Si	Si				NM	
10492808-6401074	Si		Si	Si				NM	
10494767-6353192	Si		No	Si				NM	
10495667-6359128	Si		Si	Si				NM	
10501173-6332406	Si		Si	Si				NM	
10504176-6420115	Si		No	Si				NM	
10515818-6340266	Si		Si	Si				NM	
10525142-6421139	Si		Si	Si				NM	
IC4665									
17442711+0547196	Si	**	Si	Si	M			Jeffries et al. 2009	M
17443565+0557208	Si		Si	Si	M		"	NM	
17445810+0551329	Si	**	Si	Si	M		"	M	
17451225+0514597	Si		Si	Si	M		"	NM	
17451940+0547401	Si	**	Si	Si	M		"	M	
17452508+0551388	Si	**	Si	Si	M		"	M	
17452906+0601462		**	Si	Si	NM		"	NM	
17455679+0601044			Si	Si	NM		"	NM	
17460709+0555486	Si	**	Si	Si	M		"	M	
17461845+0528170	Si		Si	Si	NM		"	NM	
17471166+0541502	Si		Si	Si			"	NM	
17471544+0556358	Si	**	Si	Si	M		"	M	
17473252+0552316	Si		Si	Si	M		"	NM	
17474907+0532396		**	Si	Si	M		"	NM	
17480498+0548421	Si		Si	Si	M		"	NM	

E. Medidas otros autores

Tabla 7: Medidas de otros autores para los pocos objetos en común con este trabajo. Las referencias pueden verse en la Tabla 6.

CNAME	<i>Medidas este trabajo</i>		<i>Medidas otros autores</i>	
	EW(Li)(mÅ)	EW($H\alpha$)(Å)	EW(Li)(mÅ)	EW($H\alpha$) (Å)
08364573-5311329	39.38	8.49	<200	13.40
08384401-5322511		27.72	<150	49.5/18.8
08392258-5355056	241.72	0.36	215.00	
08401000-5235114		11.57	<10	10.90
08401829-5330288	60.02	0.39	55.00	
08412598-5326349	23.422	8.46	<10	7.30
08412915-5316223		7.27	<10	2.00
08413967-5259340	115.12	1.56	90.00	
08415154-5320597		3.42	<30	3.80
08423068-5257345		1.25	<50	1.00
08433841-5250551		12.77	<20	9.90
08452692-5252020	201.3	0.62	204.00	