Contributions to
OAG-SVO_SASDABA Pro-Am Project / **Newsletter nº15**

GUIA DE LAS ESTRELLAS MK ESTANDAR PARA Observadores amateurs

Parte II
Estrellas clase B

Por Alfonso G. Santiago

1. Introducción

En enero de 2026 fue publicado en la *Parte-I* el análisis sobre las estrellas estándares MK de tipo O. El estudio consistió en seleccionar estrellas estándares disponibles en la base datos OAG-SVO-SASDABA, y con el espectro rectificado, proceder a su catalogación y constatar la concordancia que había con la catalogación recogida en SIMBAD.

Estas páginas son la continuación de dicho estudio, en esta ocasión para la clase espectral B. Todas las estrellas, tanto las que se mostrarán a continuación, como las que se vieron en la *Parte-I (Newsletter nº13*) se pueden descargar en la base datos citada con el código AGS-2. Es decir, han sido tomados con la misma configuración óptica e instrumental. El procesado aplicado entonces es el mismo que el realizado ahora. Con ello mantenemos la metodología aplicada.

Son muchos los aficionados que disponen de una red *Star Analyser* tipos SA-100 o SA-200 y que obtienen sus propios espectros calibrados. Conseguir el espectro rectificado es casi inmediato si conocemos nuestra respuesta instrumental y disponemos de cierta paciencia para perfilar el continuo con cuidado. Con el rectificado delante, podemos aproximarnos a una catalogación siguiendo los criterios recogidos en los manuales. Hablamos de catalogación refiriéndonos a temperatura exclusivamente, dado que con las resoluciones con las que habitualmente se trabaja, la luminosidad queda fuera de nuestro alcance. Este es nuestro objetivo fundamental: ayudar a los aficionados en el proceso de catalogación.

Recordamos que estamos trabajando con una red SA-100, que la dispersión que obtengo está sobre los 2.1 Å/px y que el resto de la información sobre el calibrado y el rectificado se puede consultar en la Parte-I (2026).

A continuación, nos disponemos a clasificar ocho espectros de estrellas estándares de tipo B. Inicialmente mostraremos los criterios de clasificación, extraídos esencialmente de *Stellar Spectral Classifications (R. O. Grey, C. J. Corbally),* y antes de tratar los espectros, recordemos algunos cálculos sencillosw para conocer nuestras limitaciones.

2. Criterios clase B

El espectro de las estrellas de clase B se caracteriza por la presencia de las líneas del He I y la ausencia de He II. Si en las de tipo O, era la presencia del He ionizado (He II), ahora con una temperatura menor, es el Helio neutro el que caracteriza a esta clase espectral. El máximo de las líneas del He I se consigue en la subclase B2, y conforme nos vayamos desplazando hacia las subclases más frías, estas líneas serán más débiles.

Las longitudes de onda del He I encontradas entre los distintos espectros son: λλ 4026, 4068, 4144, 4388, 4471, 4713, 4922, 5016, 5047, 5876 y 6678 Å. Entre ellas hay dos que van a tener un papel fundamental en la clasificación: He I λ4144 y He I λ4471. Entre los metales nos ayudarán en la clasificación la presencia (o ausencia) de iones de los siguientes elementos: O, Si, y Mg. Especial importancia tendrán: Si IV λ4089, Si III λ4552, Si II λ4128 y Mg II λ4481.

En las subclases más calientes como B0, B1 y B2 junto a las líneas del He I nos podemos encontrar iones O II, Si IV y Si III. En la subclase B1 las líneas Si III λ4552 y la Si IV λ4089 son equiparables. En la más caliente (B0) predominará Si IV λ4089 y en la más fría (B2) predomina la del Si III.

En la B3 la línea del He I λ4471 está claramente presente y más marcada que la del Mg II λ4481, pero ésta es más profunda que la del Si III λ4552 ya bastante debilitada. También es un rasgo caracterítico de las B3 que C II λ4267 esté presente y sea significativa.

En la B5 hay que seguir comparando las líneas emergentes del Si II λ4129 y Mg II λ4481 con las del He I λ4144 y He I λ4471 cercanas, que van menguando. En esta subclase permanecen más intensas las del He I λ4144 y He I λ4471 que las del Si II y Mg II respectivamente.

En la subclase B8 la pareja de líneas Si II λ4129 – He I λ4144 son igual de profundas y en la pareja He I λ4471- Mg II λ4481 predomina la del Mg II. En B7 las líneas de la pareja última tienen la misma intensidad.

3.- Algunos cálculos

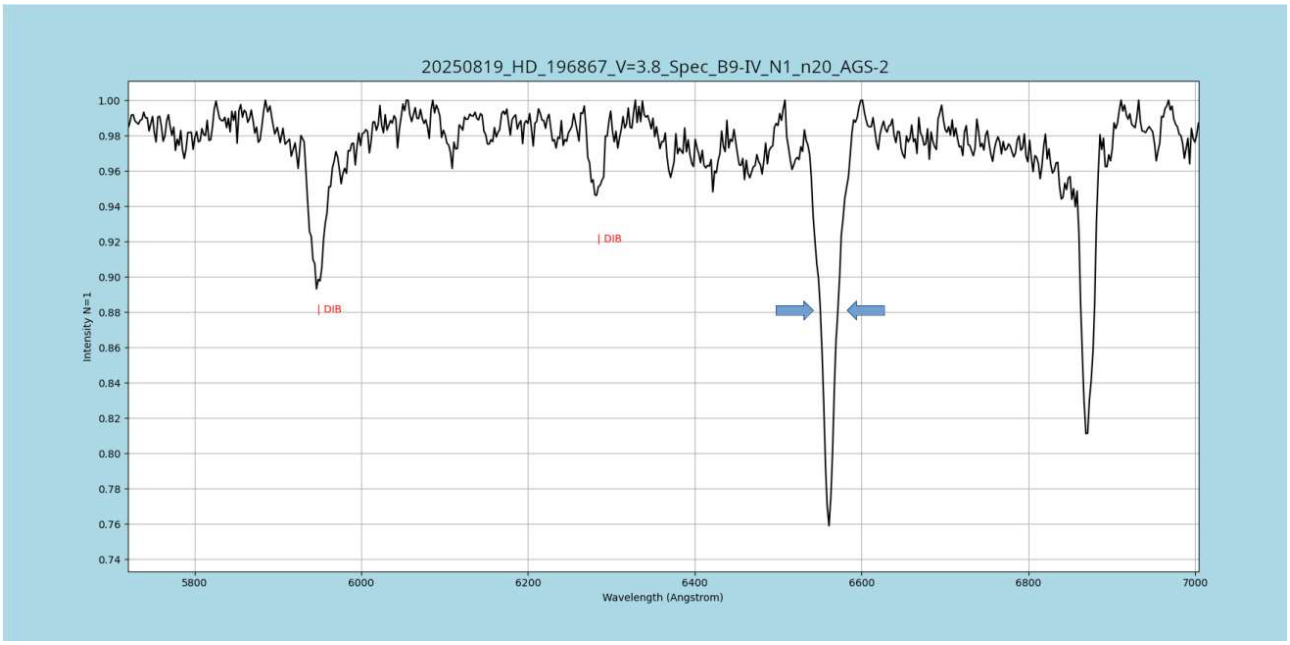
En la imagen siguiente mostramos una sección del espectro rectificado de la última estrella estudiada. Vemos como la línea Half domina sobre todas. La mitad de la profundidad se produce hacia 0.88 (1-0.76=0.24; 0.24/2=0.12; 1-0.12=0.88). Aquí he medido la anchura y es de 21Å. Podemos obtener la resolución con la que estamos trabajando:

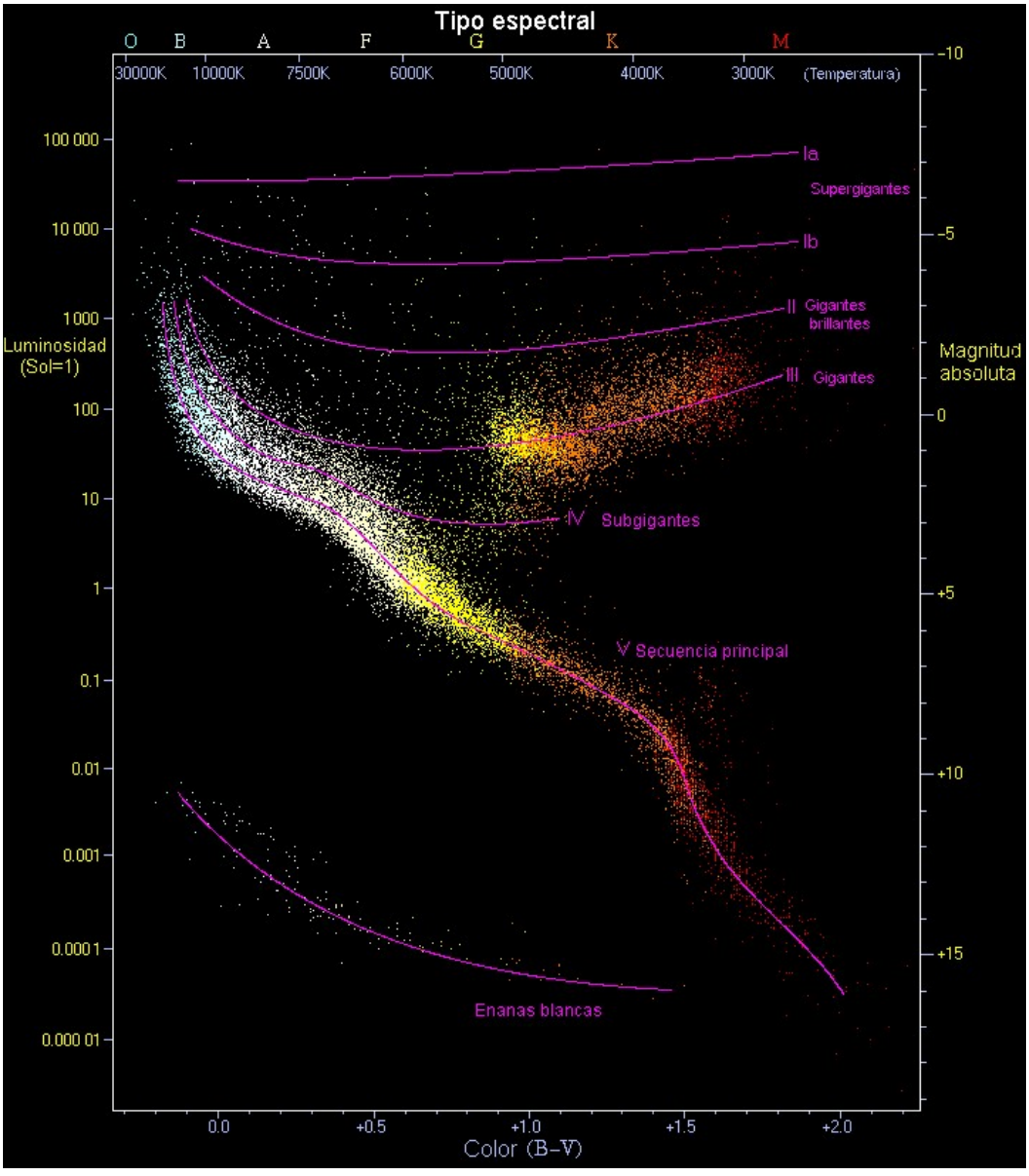
R= 6563Å / 21Å=312

Estamos trabajando con baja resolución como no puede ser de otra manera.

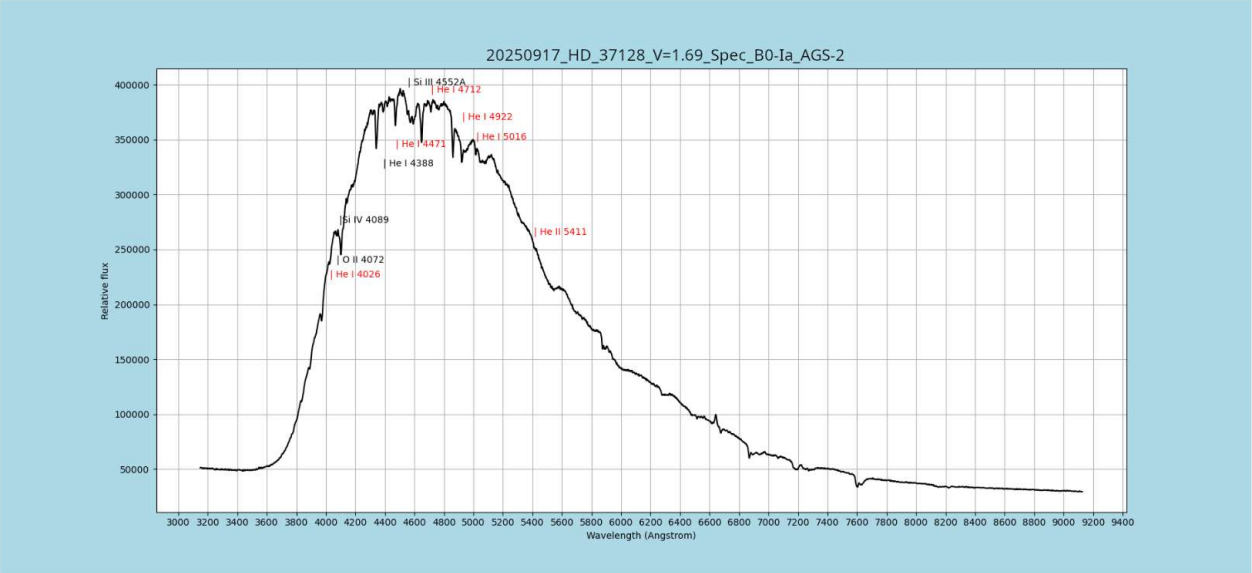
Longitudes de onda que no estén separadas más de 21 Å, no vamos a poder distinguirlas totalmente, es decir que se solaparán. Hay parejas de líneas que distan menos de esos 21 Å y que tendremos que comparar como ocurre con He I λ4471- Mg II λ4481 cuya separación es de 10 Å. El que uno u otra sea más pronunciada es fundamental para su catalogación como ya hemos visto. Si el lector mira la última estrella estudiada verá que efectivamente, esa pareja de líneas está muy juntas, pero es razonable apuntar que, en ese caso, la del Mg II es más profunda. Parecería disparatado afirmar lo contrario. Un lector reflexivo me hubiera indicado que la FWHM (anchura mitad altura) para esas longitudes de onda hubiera sido FWHM= 4475 Å/312=14.3 Å, y que separaciones que con el rojo no se podrían observar, sí podríamos con el azul o violeta. Cierto.

Hay otras parejas más separadas, pero que, por efectos físicos como una rotación enorme de la estrella y la cercanía a otra línea muy profunda, provocan que prácticamente sea imposible su comparación como ocurre en la última estrella con la pareja Si II λ4129 – He I λ4144. No obstante, también se pueden aventurar hipótesis sobre cual nos parece más profunda. En resumen, no disponemos de una herramienta precisa, y por lo tanto, y con toda la cautela del mundo, simplemente aventuramos una posibilidad razonable. Es el inconveniente de la baja resolución. Las dos bandas marcadas en rojo con DIB (λ5947 Å y λ6284 Å) no corresponden a la estrella. Se deben a moléculas complejas que contiene el polvo interestelar.

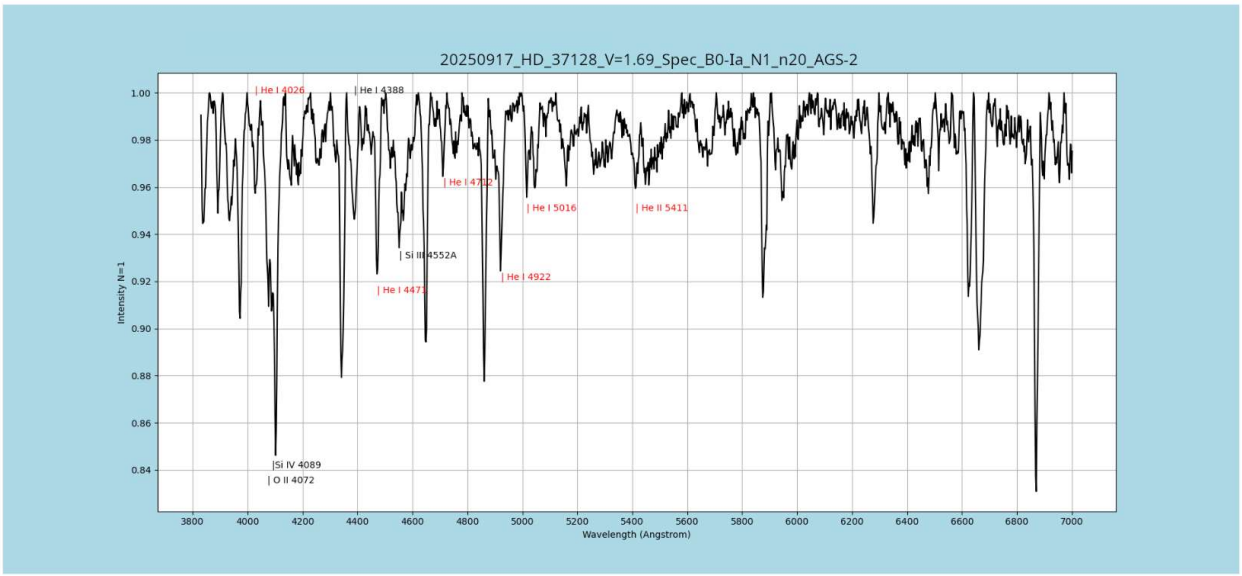

20250819_HD_196867_V=3.8_Spec_B9-IV_N1_n20_AGS-2
Intensity N=1
Wavelength (Angstrom)
| DIB
| DIB
1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
0.88
0.86
0.84
0.82
0.80
0.78
0.76
0.74
5800
6000
6200
6400
6600
6800
7000


Tipo espectral
O
B
A
F
G
K
M
30000K
10000K
7500K
6000K
5000K
4000K
3000K
(Temperatura)
100 000
10 000
1000
100
10
1
0.1
0.01
0.001
0.0001
0.000 01
Luminosidad
(Sol=1)
-10
-5
0
+5
+10
+15
Magnitud
absoluta
Ia
Supergigantes
Ib
II Gigantes
brillantes
III Gigantes
IV Subgigantes
V Secuencia principal
Enanas blancas
0.0
+0.5
+1.0
+1.5
+2.0
Color (B–V)

Standard type B	HD_37128_eps_Ori	B0-I



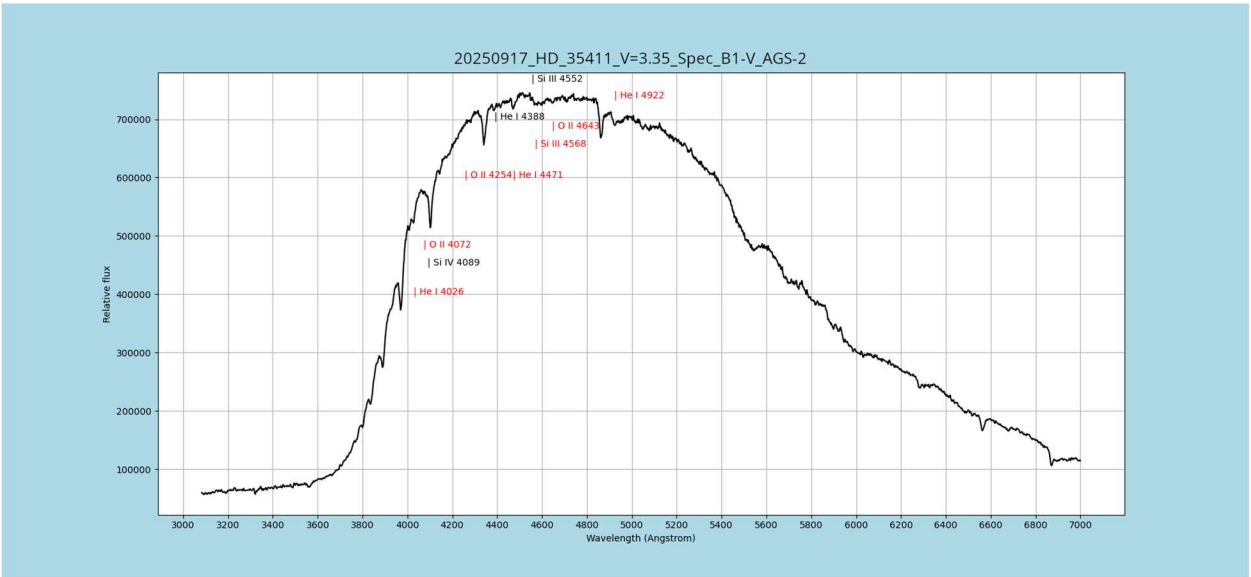
Perfil Rectificado



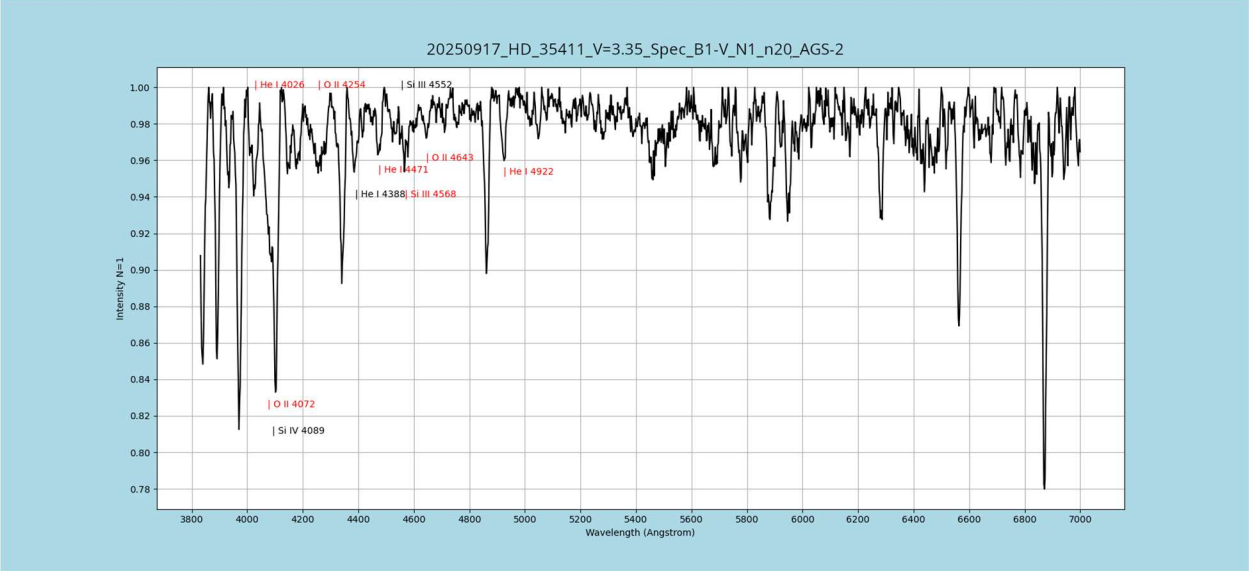
Notas sobre el criterio de clasificación

Recogida en MKK43 ya como estrella de referencia. En *Alnilam* nos encontramos una línea del He II (λ5411) bastante discreta y ocho del He I (λ4026, λ4388, λ4471, λ4712, λ4922, λ5016, λ5047 y λ5876) mucho más pronunciadas. Esto nos sitúa en la última subclase de O o en las primeras de B. En la transición de ambas clases. La escasa presencia de líneas de He II nos indica que probablemente la que se encuentra en λ4026 sea del He neutro (He I) y que estemos ya en la clase B. Nos encontramos O II λ4072, Si IV λ4089 y Si III λ4552. Estas líneas son propias de las estrellas más calientes del tipo B. La línea λ4552 del Si III es menos pronunciada que λ4089 del Si IV aunque no hay una diferencia sustancial. Este hecho es fundamental para determinar la subclase en la que estamos. Ambas líneas son equiparables en la subclase B1 por lo que nuestro espectro apunta a temperaturas algo más altas que la B1 al predominar Si IV λ4089. Efectivamente, podría clasificarse como B0.

Standard type B	HD_35411_eta_Ori	B1-V



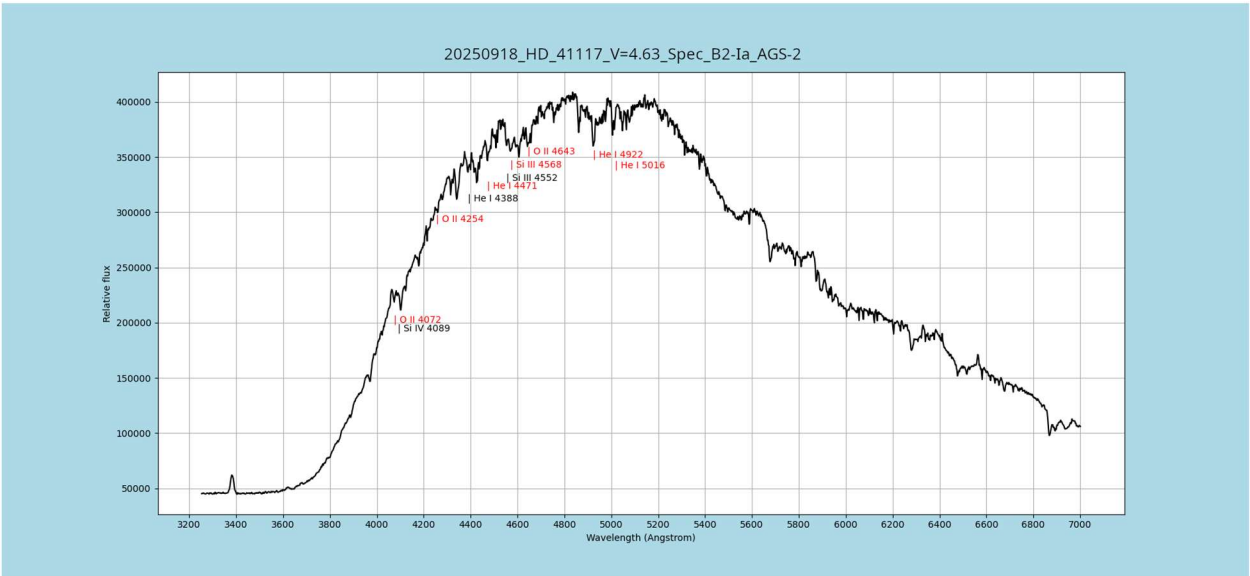
Perfil Rectificado



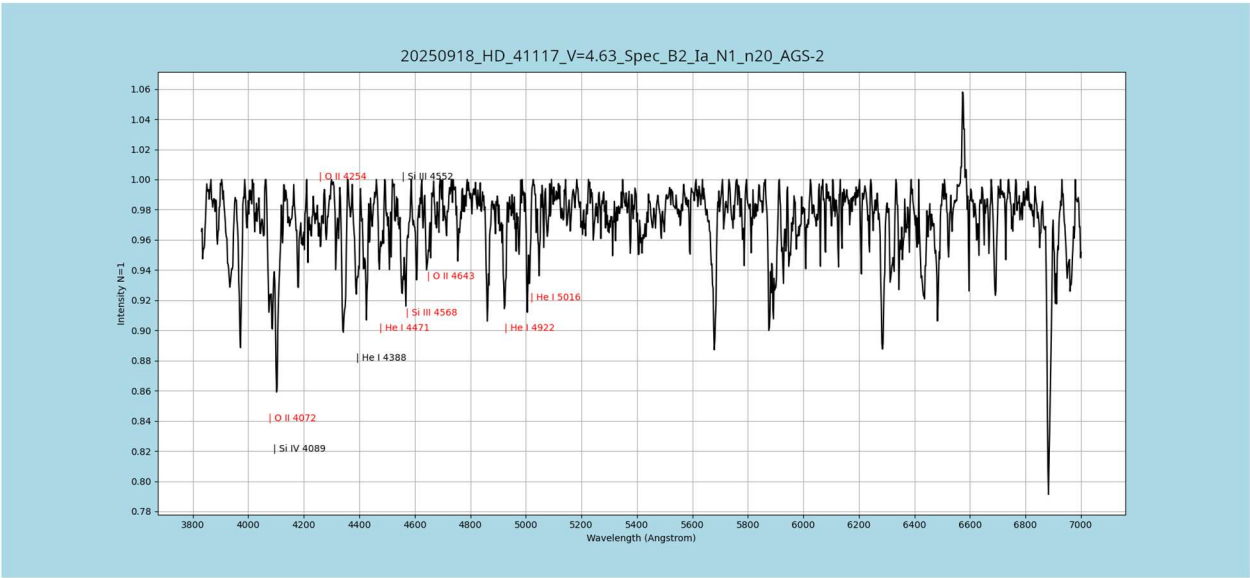
Notas sobre el criterio de clasificación

En Eta_Ori no nos encontramos líneas del Helio ionizado (He II). Predominan las del He I (λ4026, λ4388, λ4471, λ4922, λ5016 no indicada, etc). Son lineas intensas. Este hecho nos sitúa dentro de la clase B. La presencia de iones metálicos como el O II, el Si III y Si IV nos lleva a las subclases B1o B2 que son las que tienen presencia clara de estos iones. Ya hemos indicado que en B1 la línea del Si III λ4552 (no mostrada) es equiparable a λ4089 del Si IV. Aquí nos encontramos que la del Si IV es más pronunciada, lo que nos llevaría a que estamos en una estrella tipo B0, pero la ausencia total de líneas de He II nos indica una clase B clara. No estamos en zona de transición. Entre un B0 y un B1 podríamos situar esta estrella. Hay que tener prudencia porque la línea Si IV λ4089 seguramente está afectada por las líneas cercanas que nuestra resolución no es capaz de separar.

Standard type B	HD_41117_Chi02_Ori	B2-Ia



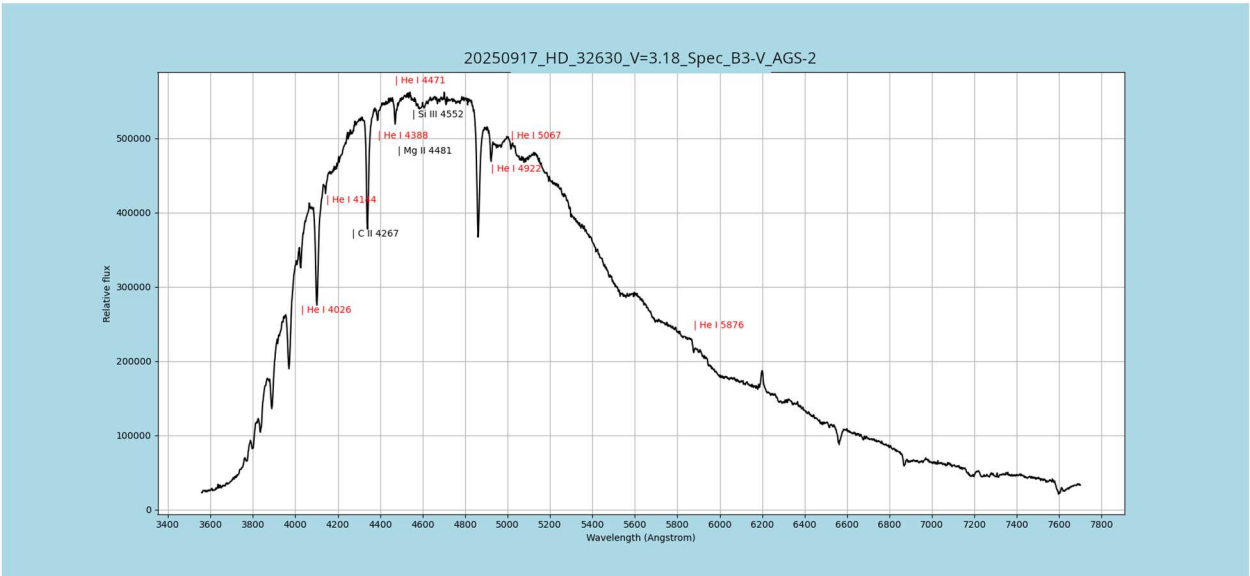
Perfil Rectificado



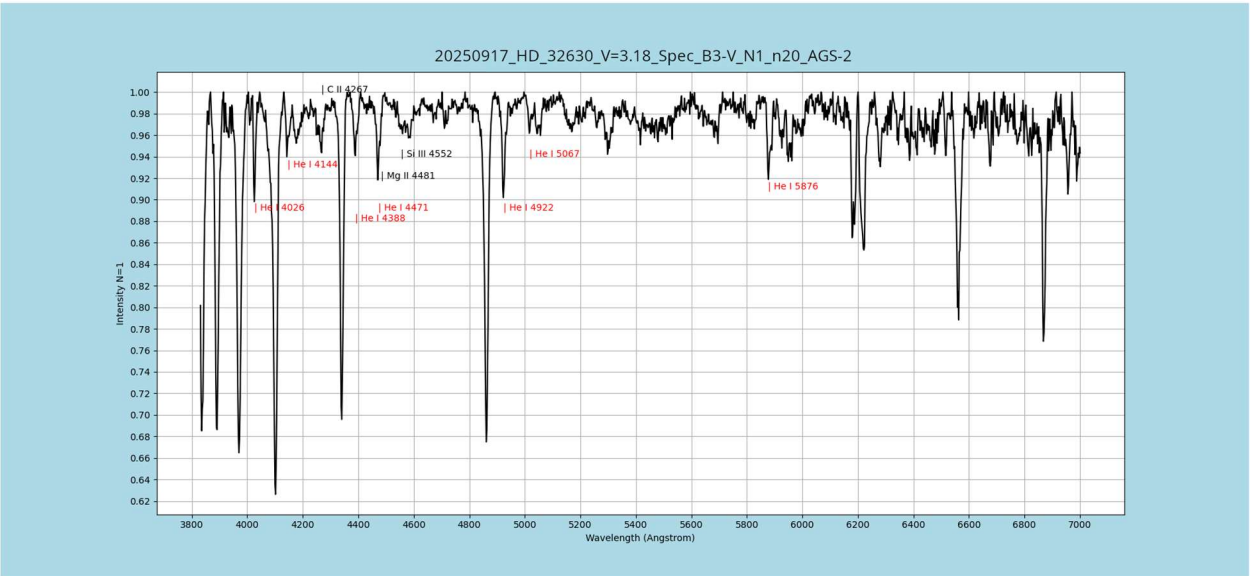
Notas sobre el criterio de clasificación

Nos encontramos varias líneas del He I, lo que nos sitúa en la clase B. Entre las más intensas nos encontramos λ4388, λ4922 y λ5016. Existen líneas de O II, Si IV, Si III. Incluso nos encontramos una línea de C IV en λ4181 y otra de N IV en λ4605 (ambas no marcadas en el espectro). Esto apunta a las subclases más calientes de las estrellas tipo B. La línea del Si IV en λ4089 es ligeramente más profunda que la del Si III en λ4552. Este hecho, que ya ocurre en la estrella anterior, y que nos llevaría a clasificarla como B0 ó B1, puede llevarnos a error. La línea del Si IV λ4089 está afectada por la banda del O II en λ4072-λ4076 debido a la turbulencia y a la rotación de esta estrella, que ensancha esta banda, y por la del H-del λ4102. Esto provoca que la profundidad de las líneas del Si IV λ4089 no sea real. También hay que tener en cuenta que esta estrella es variable de tipo alf Cyg. Ciñéndonos a lo que observamos en el espectro debemos catalogarla como B0 ó B1 ya que la del Si IV es más profunda que la del Si III.

Standard type B	HD_32630_eta_Aur	B3-V



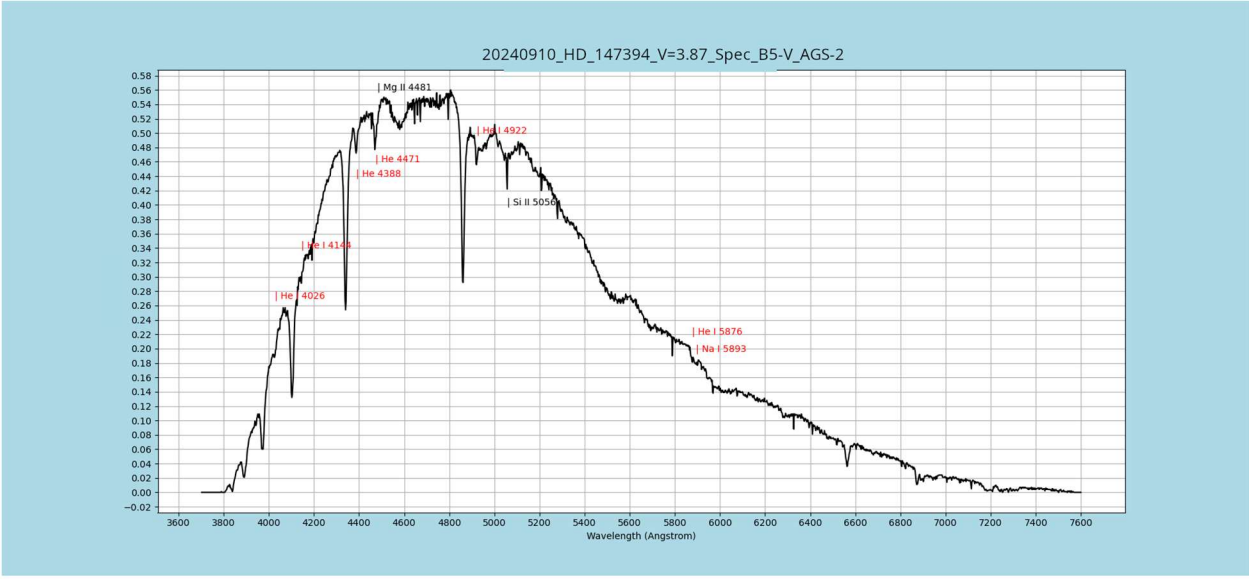
Perfil Rectificado



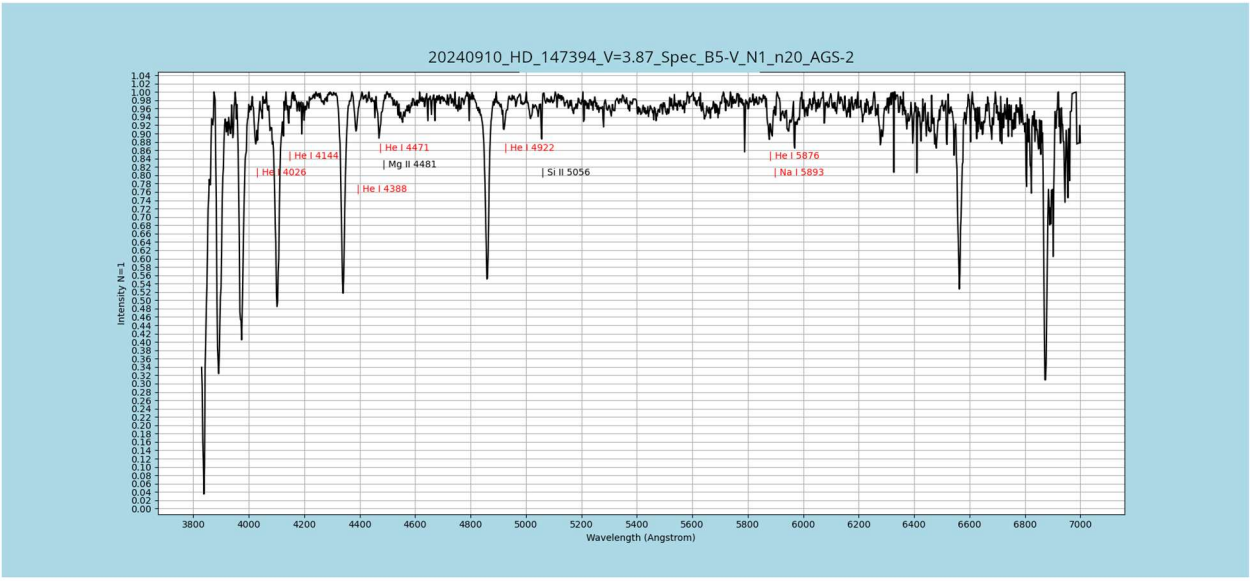
Notas sobre el criterio de clasificación

Aquí apreciamos un cambio significativo. No hay más que fijarse en que H-delta no viene acompañada por las líneas del Si IV y O II y ahora las líneas de Balmer son más profundas. Esta estrella es más fría que la anterior. Nos encontramos una línea muy tenue de Si III en λ4552 y la del Mg II λ4481 ligeramente más profunda, siendo ambas menos fuertes que la del He I en λ4471. También contamos con la presencia de la línea C II λ4267. Cumple con el criterio para considerarla una B3. Recordamos ese criterio: presencia clara de C II λ4267, la del Si III λ4552 bastante debilitada, Mg II λ4481 más marcada que la anterior, pero menos que He I λ4471. Vimos que en B2 las líneas del He I conseguían su máximo. En B3 ya están en retroceso y creciendo las líneas de Balmer.

Standard type B	HD_147394_tau_Her	B5-V



Perfil Rectificado

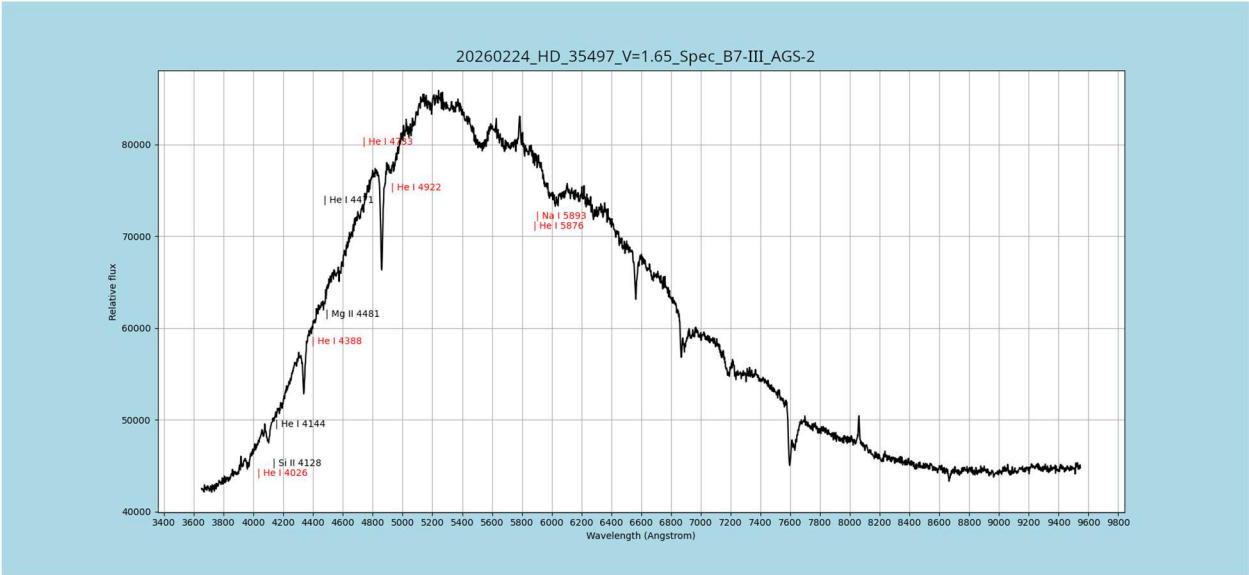


Notas sobre el criterio de clasificación

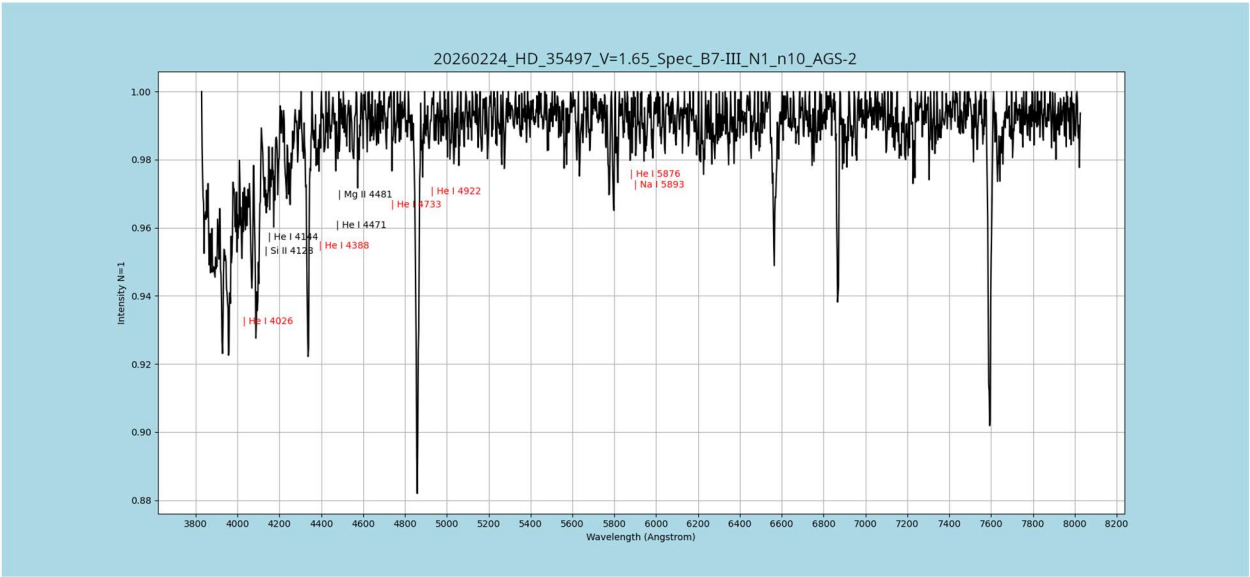
En la subclase B5 ya nos acercamos al tipo espectral A donde predominan claramente las líneas de Balmer del Hidrógeno. Las líneas del He I (neutro) ahora son menos pronunciadas que en las subclases más calientes que ya hemos visto. Van disminuyendo claramente.

En B5 nos encontramos líneas del Mg II y del Si II que conforme la clase se vaya haciendo más fría, irán haciéndose más fuertes. El He I λ4471 es todavía más fuerte que la del Mg II en λ4481 (la resolución con la que trabajamos no separa estas líneas y es difícil de comprobar), es decir cumple con el criterio de B5. Al comparar la del Si II λ4129 con He I λ4144 vemos que la primera supera a la segunda y para las B5 deberían ser casi iguales o menor la del Si II. Esto nos llevaría a una B6. De estos dos criterios contradictorios (por un lado, B5 y por otro B6) es más robusto el del Mg II por las anomalías del Si. Confirmamos B5. Si la del Mg II λ4481 hubiera superado a la del He I λ4471 estaríamos ya en subclase B6.

Standard type B	HD_35497_bet_Tau	B7-III



Notas sobre el criterio de clasificación

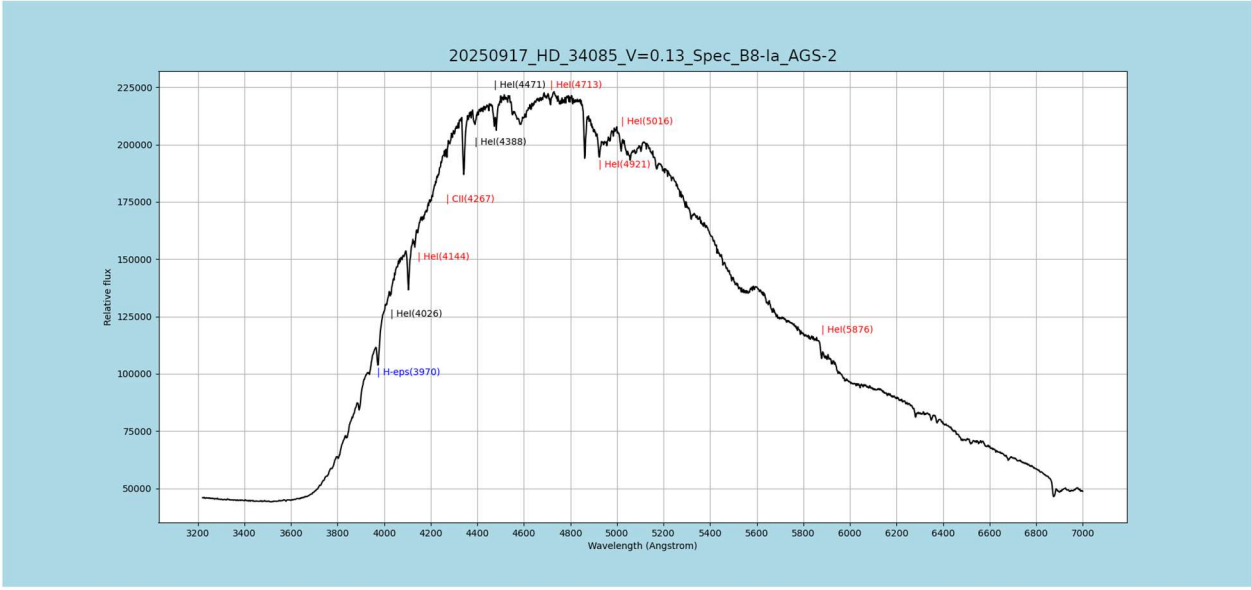


Notas sobre el criterio de clasificación

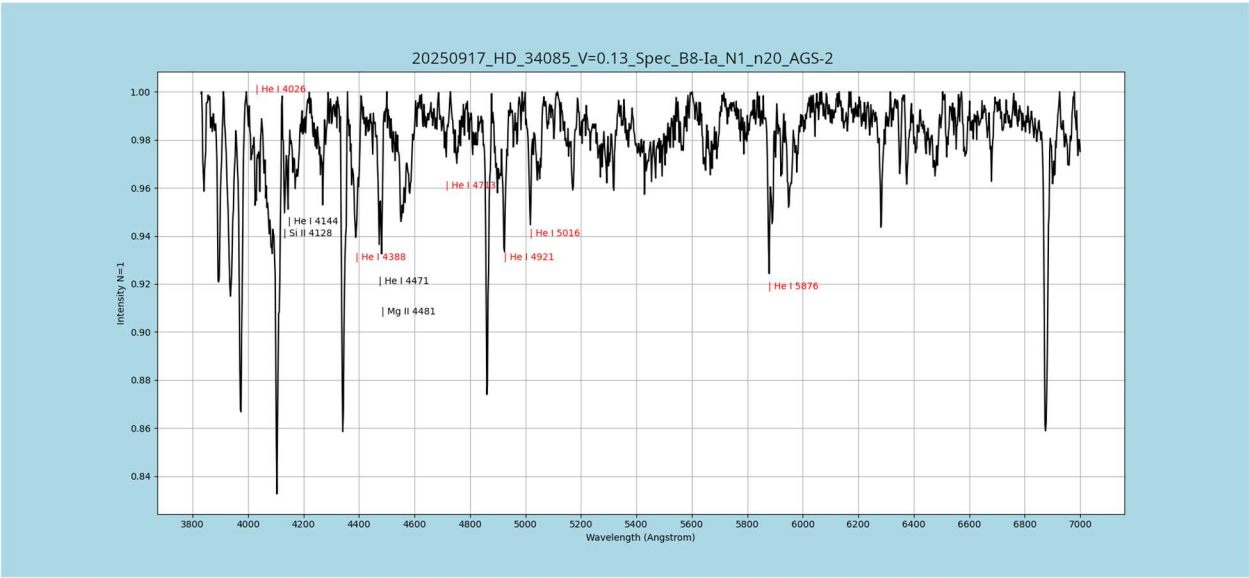
Como ya hemos indicado, las dos parejas: Si II λ4128 – He I λ4144 y He I λ4471- Mg II λ4481 son las que determinan la subclase dentro del tipo B tardío. Vemos en este espectro que en la primera pareja ambas líneas son igual de profundas y cuesta realmente distinguirlas. Esto nos lleva a un tipo B8. En la segunda pareja el He I λ4471 predomina sobre el Mg II λ4481, aunque muy ligeramente. Este hecho nos indica que pudiéramos estar en un subtipo más caliente que el B8. Clasificarla como B7 ó B8 sería lo correcto.

Aquí al trazar el continuo hemos utilizado n10, es decir hemos marcado los máximos de cada diez valores haciendo que el espectro rectificado se presente como más abigarrado de líneas.

Standard type B	HD_34085_bet_Ori	B8-Ia



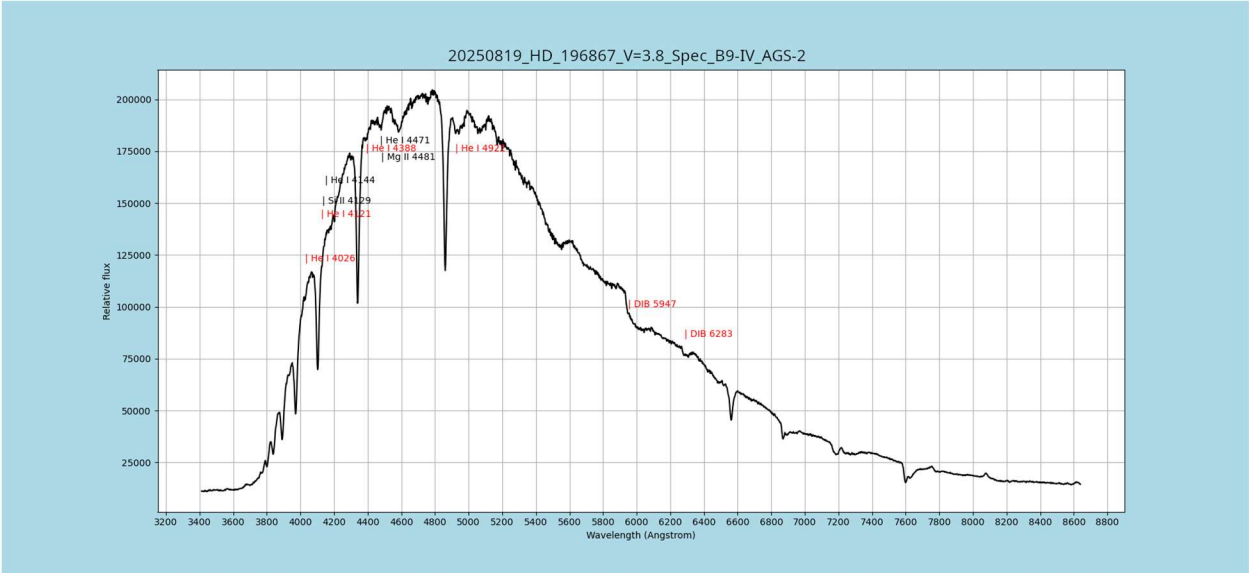
Notas sobre el criterio de clasificación



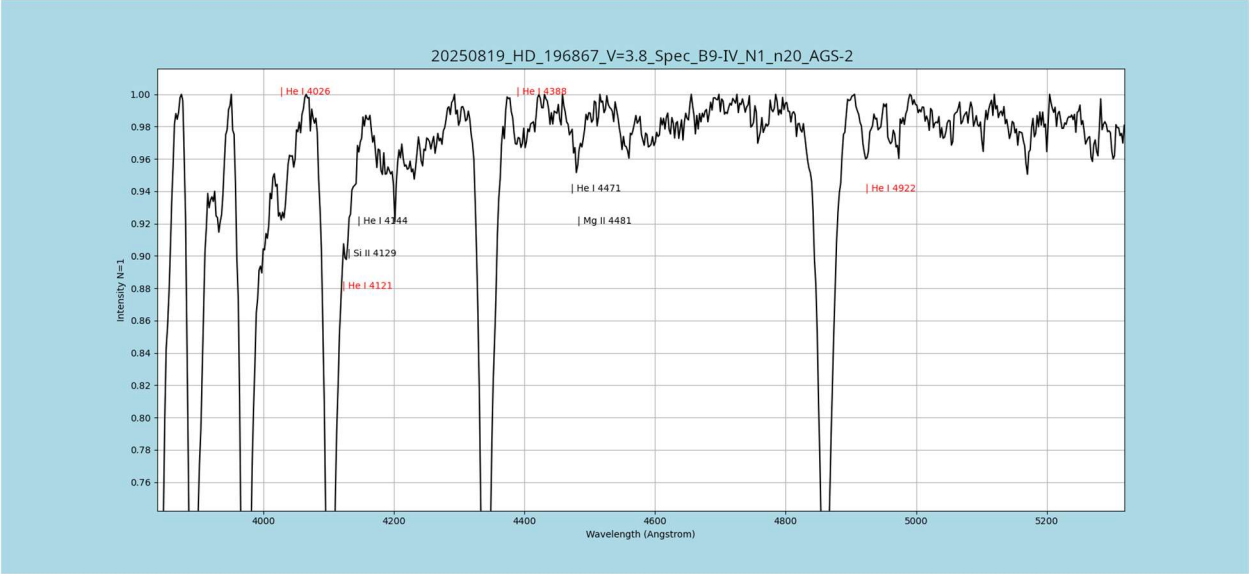
Notas sobre el criterio de clasificación

Hay dos parejas de líneas que nos dan la clave para la catalogación como ya hemos dicho en el espectro anterior. La primera de las parejas es la formada por el Si II λ4128 y He I λ4144. En esta pareja tan cercana, observamos que ambas líneas son igual de profundas, aunque es la del Si II la que está ligeramente más marcada. La otra pareja es He I λ4471 y Mg II λ4481 que también presentan una profundidad semejante con la del Mg II algo más marcada. La igualdad en estas dos parejas de líneas es la característica principal del subtipo B8. La segunda pareja es la que proporciona el criterio más robusto. En subclases más calientes predomina el He I λ4471 con el Mg II prácticamente inexistente. Para subclases más frías (B9 y A0) es el He I el que desaparece y predomina claramente el Mg II. Aquí, a diferencia del caso anterior, predomina el Mg II sobre su pareja de He I, lo que nos lleva a subtipo B8 o más frío. B8 ó B9

Standard type B	HD_196867_alf_Del	B9-IV



Notas sobre el criterio de clasificación



Notas sobre el criterio de clasificación

Recogida como estándar en MK73. Este último perfil rectificado lo hemos aumentado para visualizar mejor algunos detalles. Hay varias líneas del He I presentes: λ4026, λ4121, λ4344, λ4388, λ4471 y λ4922. Es la característica que esperamos de las estrellas tipo B como hemos indicado varias veces. Aquí están poco marcadas lo que nos lleva a los subtipos más fríos dentro de B.

En la pareja He I λ4471-Mg II λ4481 predomina la del Mg II y esto nos sitúa en B9. En cuanto a la otra pareja Si II λ4128 -He I λ4144 predomina la del Si II que confirma la inclusión en este subtipo. Interesantes son las dos bandas DIB (no marcadas en esta imagen, pero si en la del apartado 2). Podríamos comparar la profundidad de estas bandas con otras donde aparezcan, para hacernos una idea del grosor o la densidad de las moléculas que las provocan dentro de esas nubes de polvo interestelar.

Abstract

This second part of the MK Standard Stars Guide extends the spectral classification study of O-type stars to the B spectral class, providing a practical reference for amateur astronomers working with low-resolution spectroscopy. Eight MK standard B-type stars, observed with the same instrumental configuration and data reduction procedures as those presented in Part I, are analyzed using rectified spectra obtained with a Star Analyser SA-100 diffraction grating. The principal classification criteria are reviewed, emphasizing the diagnostic behavior of neutral helium (He I), silicon (Si II, Si III, Si IV), magnesium (Mg II), oxygen (O II), and carbon (C II) spectral lines across the B0–B9 sequence.

The limitations imposed by the spectral resolution ($R \approx 300$) are discussed, particularly regarding the separation of closely spaced diagnostic features and the influence of rotational broadening. Each reference spectrum is examined individually, illustrating the reasoning leading to its spectral subtype assignment and comparing the results with the accepted MK classifications. The work demonstrates that, despite the constraints of low-resolution spectroscopy, reliable temperature classification of B-type stars can be achieved by amateur observers through careful continuum normalization and systematic comparison of key spectral features. The resulting reference library provides a practical tool for the classification of stellar spectra acquired with modest amateur instrumentation.

Alfonso García Santiago: alfonsogarciasantiago@gmail.com

OAG-SVO SASDABA Project: www.oagarraf.net / contact: informaciooag@gmail.com

© Publications of Garraf Astronomical Observatory

July 2026

The SASDABA Archive is part of the Spanish Virtual Observatory project funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 through grant PID2023-146210NB-I00 AA