

MEDICIONES FOTOMÉTRICAS EN EL OBSERVATORIO DE HUANCAYO

Antonio Dalmau *, Antonio Pereyra**

RESUMEN

Cálculo del coeficiente primario de extinción atmosférica y una de las constantes de punto cero de transformación al sistema patrón para estudios fotométricos. Las medidas se realizaron con una cámara CCD y un telescopio Schmidt-Cassegrain, utilizando las estrellas Alfa Capricornio.

Palabras clave.-

Fotometría, coeficiente primario de extinción, constante de punto cero de transformación.

ABSTRACT

Calculation of the first atmospheric extinction coefficient and one the constants of zero point of transformation to the standard system for photometric studies. The measurements were made with a camera CCD and a telescope Schmidt-Cassegrain, using the stars Alpha Capricorn.

Key words.-

Photometry, first atmospheric extinction coefficient, constant of zero point of transformation.

INTRODUCCION

Las observaciones astronómicas son afectadas por la atmósfera terrestre, variando su dirección y su intensidad. En ambos casos existe un término constante y otro aleatorio. El término constante en el cambio de dirección del rayo de luz se llama refracción y las variaciones aleatorias seeing. El término constante en el decremento de la intensidad se llama extinción y las fluctuaciones aleatorias centelleo [1].

Calibraciones fotométricas astronómicas con cámaras digitales CCD fueron iniciadas en el segundo semestre del 2001 en el Observatorio de Huancayo/IGP. El presente trabajo es una continuación del programa de monitoreo de la calidad de cielo para mediciones astronómicas en dicho Observatorio.

La magnitud instrumental para el filtro visible en el sistema fotométrico de banda ancha Johnson-Morgan (UBV) [2], está dada por:

$$v = -2,5 \log (C_V) \quad (1)$$

donde C_V es la medida del flujo de la estrella en el filtro visual registrada por el detector. Al usar una cámara CCD las unidades de C_V están dadas en ADU.

ADU: Analog Digital Units también llamado *cuentas*, representa el nivel de intensidad que es registrado por la cámara. En general, para una cámara digital de 16 bits el rango de cuentas es de 0 a 65536.

La aproximación plano-paralela de la atmósfera es válida para distancias cenitales $z < 60^\circ$, donde la masa de aire (X) que tiene que atravesar la luz de la estrella queda definida por:

$$X = \sec (z) \quad (2)$$

donde,

$$\sec z = (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H)^{-1} \quad (3)$$

y ϕ es la latitud del observador, δ es la declinación del objeto y H es el ángulo horario del objeto.

La corrección de primer orden de la magnitud instrumental debido a la extinción atmosférica es:

* Grupo Astronomía, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería

** Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciencias Atmosféricas, Universidad de Sao Paulo

$$v = v_0 + K_V X \quad (4)$$

donde K_V es el coeficiente de extinción primario en el visual y v_0 es la magnitud fuera de la atmósfera ($X = 0$).

La ecuación de transformación que permite obtener la magnitud fotométrica en el sistema patrón utilizando el filtro V es la siguiente:

$$V = \varepsilon(B - V) + v_0 + \zeta_V \quad (5)$$

donde B y V son las magnitudes en el sistema patrón utilizando los filtros B (blue) y V (visual), respectivamente, ε es el primer coeficiente de transformación; y, ζ_V es una de las constantes de punto cero del sistema.

De las ecuaciones (4) y (5) tenemos:

$$V - v = -K_V X + \varepsilon(B - V) + \zeta_V \quad (6)$$

y asumiendo que ε es pequeño ($\varepsilon = 0,0268 \pm 0,0337$ dato calculado en la misión de observación del 18/09/2001 [3]) la ecuación (6) se simplifica:

$$v = (V - \zeta_V) + K_V X \quad (7)$$

En medidas astronómicas, el *seeing* se origina en las pequeñas variaciones en la densidad del aire que la luz atraviesa, de forma que se producen pequeños cambios en el ángulo de refracción. Así, la luz que debería de provenir de un solo punto en el cielo parece que proviniera de un conjunto de direcciones ligeramente distintas. Esto hace que la luz se distribuya de forma circular alrededor de un punto central teórico, con intensidad decreciente desde el centro hacia los bordes. El perfil estelar se obtiene graficando los valores de intensidad de los píxeles alrededor del centroide (que define el valor máximo de intensidad) en función de la distancia radial. Una forma de cuantificar el *seeing* es usar el perfil estelar y medir el ancho total a media altura, *full width at half maximum*, (*fwhm*). Para comparar medidas de *seeing* a diferentes distancias cenitales (z) debemos de corregir el *fwhm* observado [4,5],

$$fwhm_{CORREGIDO} = fwhm_{OBSERVADO} / \sec(z)^{0,6} \quad (8)$$

DATOS OBSERVACIONALES

Las observaciones se realizaron en el Observatorio John A. Fleming / Instituto Geofísico del Perú, (12°02'12'' latitud sur; 75°19'07'' longitud oeste; 3300 msnm), localizado en la localidad de Huayao, Huancayo – Perú, durante las noches del 29 y 30 de Julio del 2003. El equipo utilizado se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Ficha técnica de los instrumentos

Telescopio	
Marca:	Celestron
Modelo:	Celestar 8
Tipo:	Schmidt – Cassegrain
Apertura:	8"
Razón Focal:	f/10
Distancia Focal:	2032 mm
Montura:	Ecuatorial tipo horquilla
Cámara CCD	
Marca:	SBIG
Modelo:	ST7-E
Chip:	Kodak KAF-0401E (765 x 510 píxeles)
Tamaño del píxel:	9µm x 9µm
Rueda de Filtro	
Marca:	SBIG
Modelo:	CFW8
Filtro:	V - Johnson-Morgan

Las medidas fueron hechas con el filtro V (visual) instalado en una rueda de filtros, la cual está montada dentro de la cámara CCD. La cámara fue adaptada al foco del telescopio donde son formadas las imágenes estelares. Todo el sistema de medición (telescopio, cámara y rueda de filtros) fue contrapesado convenientemente para permitir un correcto seguimiento de las estrellas de estudio.

La localización de los objetos estelares fue hecha manualmente utilizando un buscador de 7 x 50. La configuración cámara + telescopio determinó una escala de placa de 0,91"/píxel en modo de resolución alta y 1,82"/píxel en resolución media (binado). El campo total de cielo cubierto por el CCD es de 12' x 8'.

El sistema de enfriamiento termoeléctrico de la cámara trabaja a 25° C por debajo de la temperatura ambiente, la cual fue de aproximadamente 10° C al comienzo de cada noche.

El software de adquisición de datos fue el CCDOPS ver 5.2-NT. Las imágenes captadas por la cámara CCD fueron almacenadas en una computadora portátil (*laptop*) para su posterior análisis. Para la ubicación de la estrellas de estudio se utilizó el software The Sky¹ versión 4.0 (mapa estelar).

En ambas jornadas de observación desde las primeras horas de oscuridad hasta pasada la medianoche la región del cielo que nos interesaba estudiar se encontraba cubierta de nubes. En el primer día de observación el motor de declinación² del telescopio se trabó impidiendo la toma de datos por el lapso de una hora en plena jornada de observación (3 a.m.)

Las mediciones de Alfa 1 y Alfa 2 Capricornio se realizaron por bloques consecutivos, cada uno de éstos con una duración de 5 minutos. Cada bloque estaba conformado por 3 tomas de Alfa Capricornio y 10 *darks*.

Al final de cada jornada se tomaron los *flat field* con sus correspondientes *darks*. Los datos de la Tabla 2 y la Figura 1 fueron obtenidas de la base de datos SIMBAD³.

Tabla 2. Datos generales de Alfa 1 y Alfa 2.

	Alfa 1	Alfa 2
Catálogo SAO	163422	163427
Catálogo HD	192876	192947
A.R. ²⁰⁰⁰	20 17 38.86	20 18 03.26
Dec. ²⁰⁰⁰	-12 30 29.6	-12 32 41.4
Tipo Espectral	GOp	G5

Nota: A.R. y Dec. son las coordenadas ecuatoriales de las estrellas Alfa 1 y Alfa 2 de Capricornio.

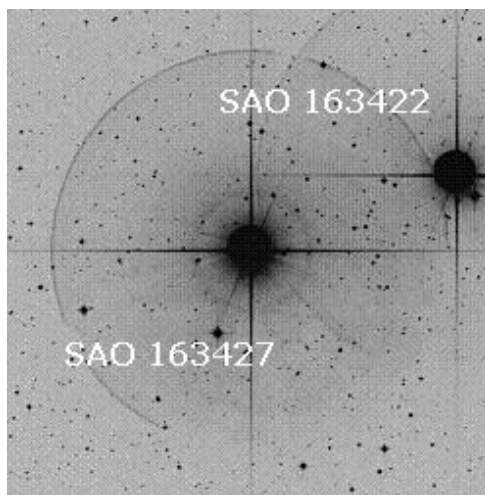


Fig. 1. Estrellas de observación Alfa 1 y Alfa 2 de Capricornio, sus nombres en el catálogo SAO⁴ son SAO 163422 y SAO 163427 respectivamente.

En la Tabla 3 encontramos un resumen general de los datos observacionales referidos a las estrellas Alfa Capricornio. En la columna (1) está la hora local de la observación (se sincronizó el reloj de la *laptop* con el GPS que posee el Observatorio); la columna (2) muestra la masa de aire calculada para la posición de Alfa 1 al momento de ser observada; la columna (3) indica el valor de *seeing* observado ($fwhm_{OBS}$) en la estrella Alfa 1 en segundos de arco; la columna (4) muestra el *seeing* corregido por la masa de aire ($fwhm_{COR}$) según la ecuación 8. Las columnas (7), (8) y (9) son similares a las columnas (2), (3) y (4) pero referidas a la estrella Alfa 2.

Los tiempos de integración para todas las imágenes fueron de 0,50 segundos. Todas las imágenes fueron tomadas a resolución media. El límite de saturación para esta resolución es de 65535 cuentas, a diferencia de las 41000 cuando se emplea el modo de resolución alta.

La 1^{era} jornada de toma de datos es referida al martes 29 de Julio del 2003, y la 2^{da} jornada al día siguiente, es decir el 30 de Julio del 2003.

¹ Software Bisque www.bisque.com

² Declinación y Ascensión Recta son los dos grados de libertad para una montura tipo ecuatorial.

³ <http://simbad.u-strasbg.fr/Simbad>

⁴ Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog.

Tabla 3. Datos y cálculos fotométricos.

Tiempo (1)	Alfa 1 (SAO 163422)					Alfa 2 (SAO 163427)				
	X (2)	$fwhm_{obs}$ (3)	$fwhm_{cor}$ (4)	v (5)	ap (6)	X (7)	$fwhm_{obs}$ (8)	$fwhm_{cor}$ (9)	v (10)	ap (11)
1^{ra}. Jornada										
1:24:10	1,080	3,49	3,34	4,052	8	1,079	4,26	4,07	3,465	7
1:25:14	1,082	3,80	3,63	2,839	7	1,081	4,90	4,67	2,257	7
1:25:44	1,083	3,71	3,54	2,801	7	1,082	4,51	4,30	2,301	7
1:30:49	1,093	3,57	3,38	2,868	8	1,092	4,19	3,97	2,309	7
2^{da}. Jornada										
0:40:19	1,024	3,57	3,52	2,869	8	1,024	4,42	4,36	2,34	7
0:42:50	1,026	3,95	3,89	2,894	7	1,026	4,24	4,18	2,347	7
0:43:19	1,027	3,57	3,51	2,877	7	1,027	4,24	4,17	2,364	8
0:46:19	1,030	3,93	3,86	2,847	8	1,030	3,79	3,72	2,361	7

Nota: En ambas jornadas los errores para la columna (5) y (10) fueron 0,002 y 0,001 respectivamente. La Tabla 3 está disponible en su totalidad en <http://fc.uni.edu.pe/astrofotometria.zip>. Una sección es mostrada como una guía para su forma y contenido.

REDUCCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La reducción⁵ y análisis de datos fueron realizada en el sistema operativo Linux Red Hat 9 utilizando el software IRAF v2.12. Se hicieron correcciones rutinarias de *darks* y *flats* en las imágenes. Conociendo la hora local y las coordenadas geográficas del sitio de observación se calculó la masa de aire con el software *The Sky*.

Cálculo del coeficiente primario de extinción y la constante de punto cero

Para calcular la magnitud instrumental (v) se realizó fotometría de apertura para cada una de las imágenes estelares obtenidas. El procedimiento consistió en tomar aperturas de radio 1 ($=1,82''$) hasta 15 píxeles ($=27,3''$) con origen en el centroide de la imagen y donde la medida fotométrica será la suma de las cuentas de cada uno de los píxeles dentro de estas aperturas circulares. La mejor apertura será aquella que determine la mejor relación señal ruido⁶ para

cada imagen estelar.

En la Tabla 3, las columnas (5) y (6) indican la magnitud instrumental y la apertura encontrada con la rutina *phot* para la estrella Alfa 1; las columnas (10) y (11) son similares a las (5) y (6) pero referidas a Alfa 2. Para el cálculo de las magnitudes instrumentales se ha considerado $zmag^7 = 16$ e $itime^8 = 0,5$. Las aperturas están expresadas en píxeles (1 píxel = $1,82''$ arco).

Las Figuras 2, 3, 4 y 5 (arriba) son las gráficas de la ecuación 7 para Alfa 1 y Alfa 2 en ambas jornadas. La pendiente de estas gráficas nos dará el valor de K_V y los puntos de corte el valor de $(V - \zeta_V)$. Para encontrar ζ_V basta saber los valores de V . Según la base de datos SIMBAD estos valores son:

$$V = 4,249 \text{ para Alfa 1 (SAO 163422)}$$

$$V = 3,585 \text{ para Alfa 2 (SAO 163427)}$$

⁵ Reducción: palabra empleada en astronomía para indicar el procesamiento de datos a fin de obtener información de alguna propiedad física del objeto analizado.

⁶ Relación señal ruido es el cociente que resulta de dividir la señal entre el ruido.

⁷ $zmag$: magnitud límite para un sistema óptico dado. En nuestro caso $zmag = 16$.

⁸ $itime$: tiempo de integración expresado en segundos, análogo al *tiempo de exposición* empleado en fotografía convencional.

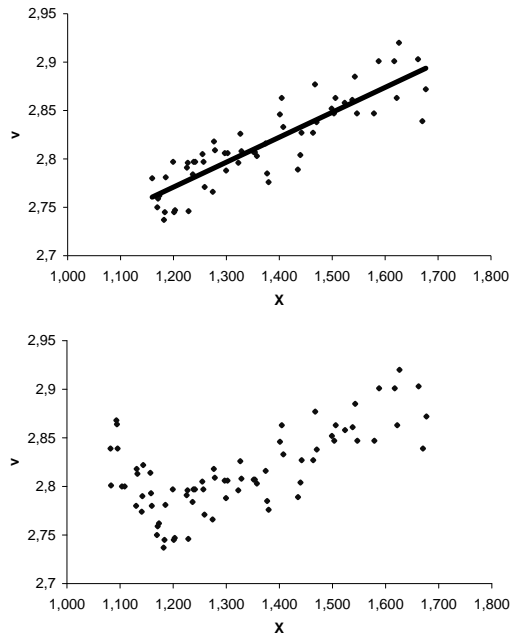


Fig. 2. (abajo) Dependencia v vs. X para todos los datos de la muestra de Alfa 1 en la 1^{era} jornada. (arriba) Ajuste lineal para datos filtrados. El valor calculado para K_v y ζ_v es: $K_v = 0,257 \pm 0,019$ $\zeta_v = 1,787 \pm 0,026$

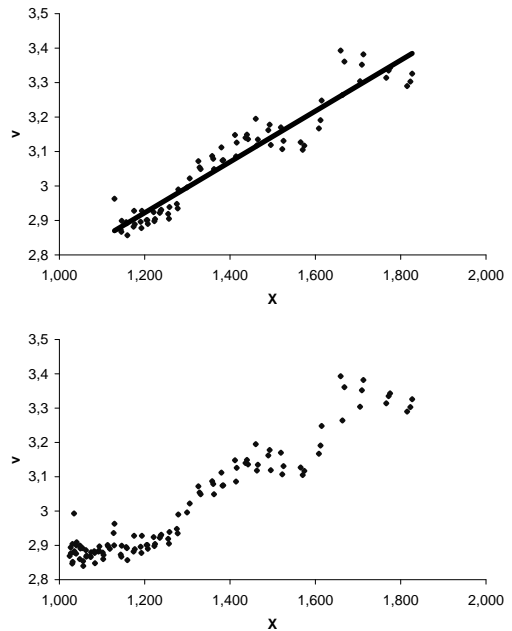


Fig. 4. (arriba) Dependencia v vs. X para todos los datos de la muestra de Alfa 1 en la 2^{da} jornada. (abajo) Ajuste lineal para datos filtrados. El valor calculado para K_v y ζ_v es: $K_v = 0,737 \pm 0,026$ $\zeta_v = 2,211 \pm 0,038$

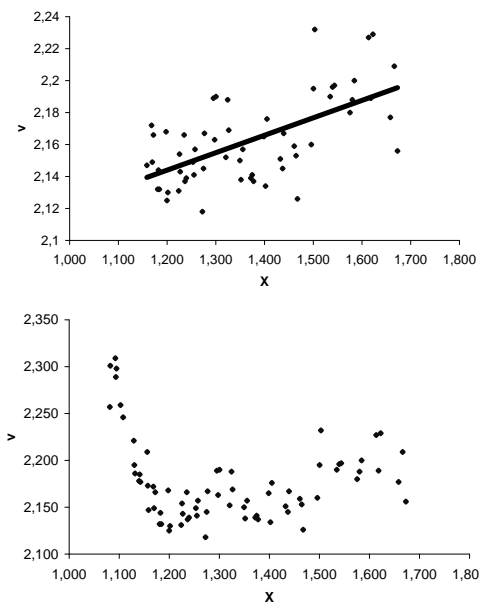


Fig. 3. (abajo) Dependencia v vs. X para todos los datos de la muestra de Alfa 2 en la 1^{era} jornada. (arriba) Ajuste lineal para datos filtrados. El valor calculado para K_v y ζ_v es: $K_v = 0,109 \pm 0,018$ $\zeta_v = 1,572 \pm 0,025$

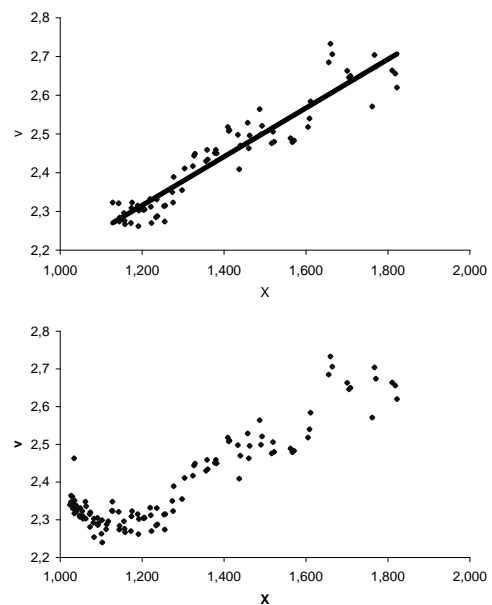


Fig. 5. (arriba) Dependencia v vs. X para todos los datos de la muestra de Alfa 2 en la 2^{da} jornada. (abajo) Ajuste lineal para datos filtrados. El valor calculado para K_v y ζ_v es: $K_v = 0,628 \pm 0,026$ $\zeta_v = 2,023 \pm 0,037$

A medida que la luz de las estrellas atraviesa mayores masas de aire, esperamos recibir una menor intensidad (equivale a decir una mayor magnitud estelar), este simple razonamiento nos hace filtrar los primeros puntos de la muestra. En particular en las Figuras 2 y 3 (abajo) se filtraron los 20 primeros puntos, y en las Figuras 4 y 5 (abajo) los 40 primeros puntos.

Teniendo en mente que el valor de ζ_V depende de la magnitud instrumental v , en el sentido que si la escala de v varía, también lo hará ζ_V , nos valemos de la expresión que utiliza la rutina *phot* para el cálculo de magnitudes:

$$\text{mag} = \text{zmag} - 2,5 \log(\text{flux}) + 2,5 \log(\text{itime}) \quad (9)$$

para corregir la dependencia que tiene ζ_V con zmag y además subsanar un error en la asignación de itime (el cabezal de las imágenes no incluyó la actualización de itime , por tanto la rutina *phot* hizo el cálculo de magnitudes con el valor por defecto $\text{itime}=1$, siendo el verdadero valor 0,5 segundos).

Así, al querer que mag no dependa de zmag y corregir la mala asignación de itime , a la magnitud actual debemos de restarle zmag ($=16$) y sumarle $2,5\log(0,5)$ ($= -0,75$). Con esto, tenemos que la nueva escala para el valor de v es:

$$v(\text{real}) = v(\text{actual}) - 16 - 0,75$$

como el corte ($V-\zeta_V$) está en la escala actual:

$$\begin{aligned} (V-\zeta_V)_{\text{real}} &= (V-\zeta_V)_{\text{actual}} - 16,75 \\ \zeta_V \text{ real} &= \zeta_V \text{ actual} + 16,75 \end{aligned}$$

El resumen de los cálculos para el coeficiente de extinción y la constante de punto cero del sistema. puede apreciarse en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de K_V y ζ_V corregidos

Estrella	$K_V \pm \text{Error}$	$\zeta_V \pm \text{Error}$
1 ^{era} Jornada		
Alfa 1	$0,257 \pm 0,019$	$18,537 \pm 0,026$
Alfa 2	$0,109 \pm 0,018$	$18,322 \pm 0,025$

2 ^{da} Jornada		
Alfa 1	$0,737 \pm 0,026$	$18,961 \pm 0,038$
Alfa 2	$0,628 \pm 0,024$	$18,773 \pm 0,037$

Los promedios para K_V y ζ_V para la 1^{era} jornada fueron:

$$K_V = 0,183 \pm 0,105 \quad \text{y} \quad \zeta_V = 18,429 \pm 0,152$$

y para la 2^{da}:

$$K_V = 0,683 \pm 0,077 \quad \text{y} \quad \zeta_V = 18,867 \pm 0,133$$

Como podemos notar, hay una diferencia notoria de los valores de K_V para cada estrella de noche a noche, mas no así con ζ_V . Una posible explicación es que el valor de ϵ en la fórmula 6 no es tan despreciable como suponíamos, además del hecho de que la variación de K_V , refleje condiciones diferentes en la transparencia atmosférica de noche en noche (hubo mayor nubosidad en la segunda jornada).

A modo de comparación el valor de K_V y ζ_V calculados en una misión de observación anterior (18/09/2001, [3]) fue de:

$$\begin{aligned} K_V &= 0,2356 \pm 0,0410 \\ \zeta_V &= 18,3388 \pm 0,0229 \end{aligned}$$

Medidas de Seeing

La Figura 6(arriba) muestra una imagen estelar típica producida por el CCD. En la Figura 6(abajo) se muestra el perfil estelar para Alfa 1, (*cuentas* vs. *píxeles*, semejante a *intensidad* vs. *radio*). El ajuste de esta distribución es tipo gaussiano el cual nos permitirá obtener el *fwhm*. Para ello se ha usado la rutina *daoedit*⁹ de IRAF.

El *seeing* observado medido de esta manera y el valor corregido (según ecuación 8) están indicados en las columnas 4 y 8 de la Tabla 3.

⁹ *daoedit* es una rutina de `noao.digiphot.dao`

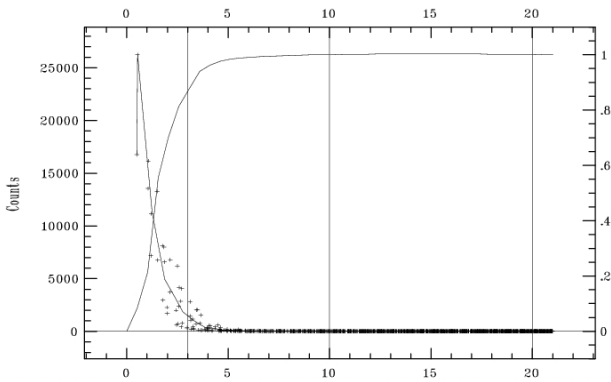


Fig. 6. (arriba) Alfa 1 y Alfa 2 de Capricornio tal como aparece en el DS9 (visualizador de imágenes astronómicas); (abajo) Perfil radial para la imagen estelar v030.fit y ajuste de gaussiana para obtener la FWHM

Para verificar la dependencia del *seeing* con la masa de aire graficamos $\log(fwhm_{OBS})$ vs. $\log(X)$ y hacemos un ajuste lineal para determinar si la pendiente es consistente con el valor 0,6 de la ecuación 8. Las Figuras 7, 8, 9 y 10 (arriba) muestran este hecho. El criterio de filtrado que se utilizó en las gráficas v vs. X hace que no consideremos en nuestro ajuste los 20 primeros puntos de las Figuras 7 y 8 (abajo) y los 40 primeros puntos de las Figuras 9 y 10 (abajo).

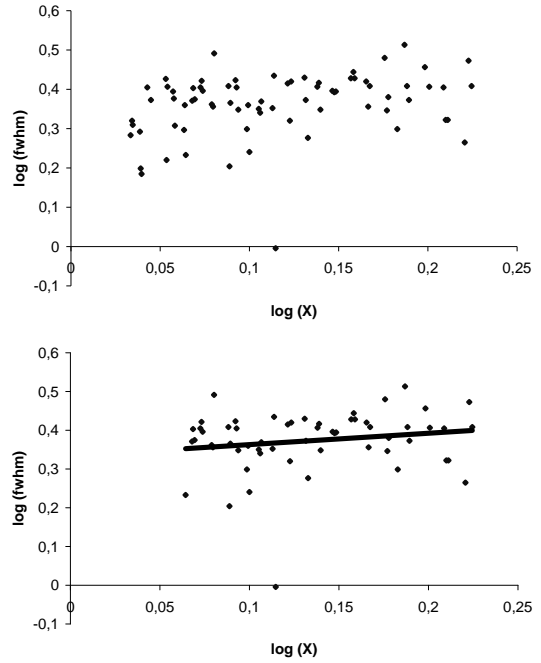


Fig. 7. (arriba) Dependencia de $\log(fwhm)$ vs. $\log(X)$ para todos los datos de Alfa 1 en la 1^{era} jornada. (abajo) Ajuste lineal para datos filtrados. El ajuste da una pendiente de $0,22601 \pm 0,01408$.

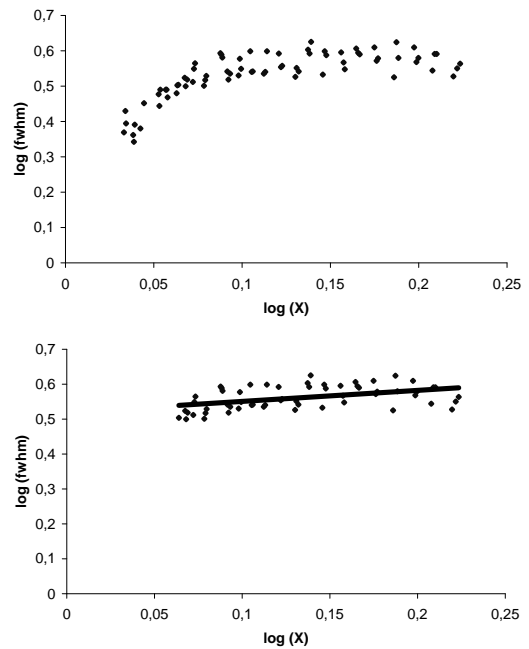


Fig. 8. (arriba) Dependencia de $\log(fwhm)$ vs. $\log(X)$ para todos los datos de Alfa 2 en la 1^{era} jornada. (abajo) Ajuste lineal para datos filtrados. El ajuste da una pendiente de $0,31548 \pm 0,08326$.

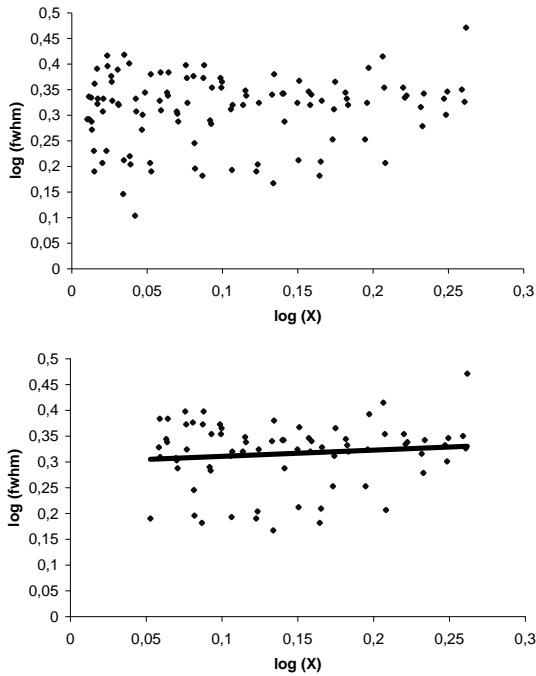


Fig. 9. (arriba) Dependencia de $\log (fwhm)$ vs. $\log (X)$ para todos los datos de Alfa 1 en la 2^{da} jornada. (abajo) Ajuste lineal para datos filtrados. El ajuste da una pendiente de $0,12041 \pm 0,12266$.

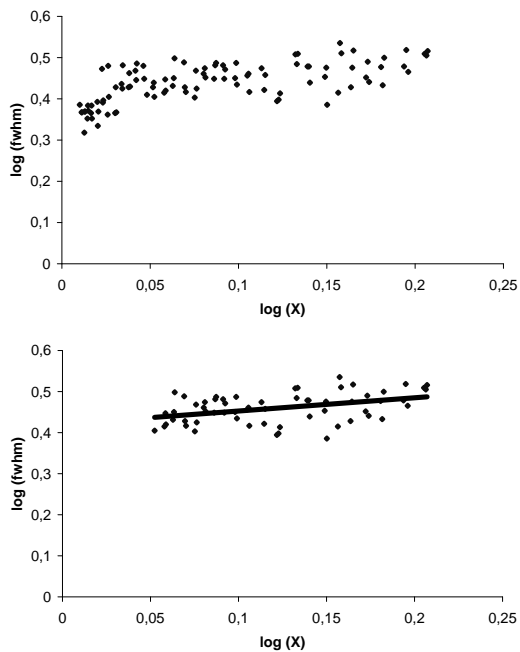


Fig. 10. (arriba) Dependencia de $\log (fwhm)$ vs. $\log (X)$ para todos los datos de Alfa 2 en la 2^{da} jornada. (abajo) Ajuste lineal para datos filtrados. El ajuste da una pendiente de $0,20941 \pm 0,07895$.

El resumen de cálculos de las pendientes $\log(fwhm)$ vs. $\log X$ está indicado en la Tabla 5.

Tabla 5. Pendientes calculadas en ajustes $\text{Log}(fwhm)$ vs. $\log X$

Jornada	Alfa 1	Alfa 2
1 ^{era}	$0,22601 \pm 0,01408$	$0,31548 \pm 0,08326$
2 ^{da}	$0,12041 \pm 0,12266$	$0,20941 \pm 0,07895$

Como podemos ver en la Tabla 5, las pendientes están alejadas del valor esperado, quizá porque las noches de observación no fueron perfectas (ligera nubosidad), pero mantienen entre ellas una razonable concordancia teniendo en cuenta sus respectivos errores.

Cálculos adicionales

Podemos ver la estabilidad de la diferencia de magnitudes Alfa 1 y Alfa 2 ($v_1 - v_2$) con respecto a la masa de aire (X) (Figuras 11 y 12).

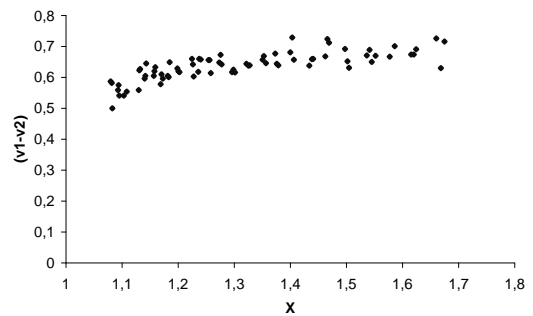


Fig. 11. $(v_1 - v_2)$ vs. X para la 1^{era} jornada.

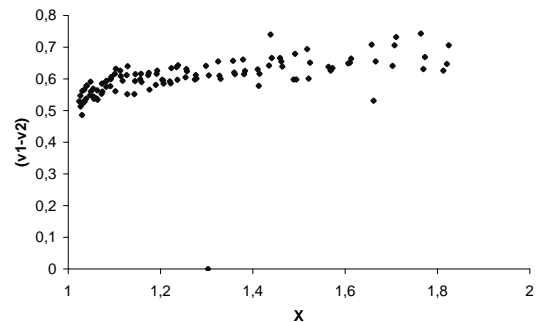


Fig. 12. $(v_1 - v_2)$ vs. X para la 2^{da} jornada.

La estabilidad parece mantenerse en un amplio rango de distancias cenitales. Utilizando la ecuación (7) podemos darnos cuenta de que la diferencia de magnitudes instrumentales es igual a la diferencia de magnitudes en el sistema patrón.

$$v_1 = (V_1 - \zeta_V) + K_V X_1$$

$$v_2 = (V_2 - \zeta_V) + K_V X_2$$

Al ser X_1 y X_2 casi iguales (Alfa 1 y Alfa 2 están separados apenas unos 5" arco) la diferencia de magnitudes estará dada por:

$$v_1 - v_2 = V_1 - V_2$$

Como ya hemos visto, en la base de datos SIMBAD aparece los datos de las magnitudes fotométricas en el sistema patrón para Alfa 1 y Alfa 2, $V_1 = 4,249$ y $V_2 = 3,585$ dando una diferencia de 0,664.

Los promedios obtenidos para esta diferencia en cada jornada son mostrados en la Tabla 6. Los resultados son consistentes dentro del rango de errores obtenidos.

Tabla 6. Promedios de $v_1 - v_2$ por jornada

Jornada	$(v_1 - v_2)_{\text{promedio}}$
1 ^{era}	$0,637 \pm 0,045$
2 ^{da}	$0,603 \pm 0,076$

Otro cálculo adicional es la variación de los valores de cielo (SKY) a medida que la masa de aire aumenta, las Figuras 13 y 14 muestran este hecho.

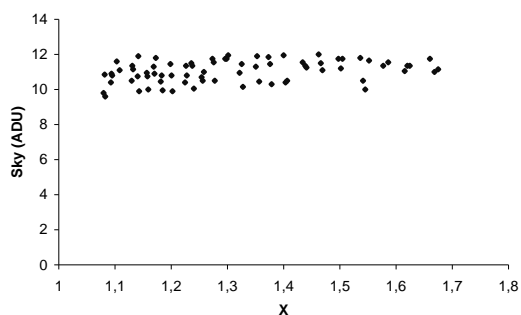


Fig. 13. Variación de los valores del cielo (SKY) expresado en cuentas/píxel con respecto a la masa de aire (X) para la 1^{era} jornada de trabajo.

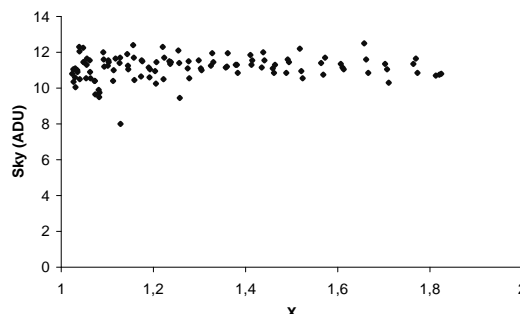


Fig. 14. Variación de los valores del cielo (SKY) expresado cuentas/píxel con respecto a la masa de aire (X) para la 2^{da} jornada de trabajo.

Los gráficos presentan valores de cielo estables para un rango amplio de masas de aire. El rango de horas de la Figura 13 es de 1:24 a.m. hasta las 3:31 a.m. y para la Figura 14 desde las 00:40 a.m. hasta las 3:42 a.m.

Para la primera jornada el valor promedio del cielo es 11 adu/píxel y para la segunda es 11,1 adu/píxel. Como la magnitud límite (zmag) para el telescopio Celestron C8 es de 16 y el tiempo de integración (itime) utilizado en cada imagen es de 0,5 s, podemos calcular la magnitud del cielo por píxel usando la ec. 9. Así, las magnitudes instrumentales para el cielo son 12,64 (mag/píxel) para la primera jornada y 12,63 (mag/píxel) para la 2da. Jornada. Ya que estas magnitudes se refieren a un área del cielo cubierta por un píxel (1 píxel = 1,8"), los valores anteriores se refieren a un área equivalente a $1,8 \times 1,8 = 3,24$ segundos de arco cuadrados.

E-mail

dalmau@uni.edu.pe

CONCLUSIONES

Un análisis de la recta log ($fwhm$) vs. log (X) muestra que los valores de la pendiente difieren del valor esperado. Se deberá realizar más pruebas en mejores condiciones climáticas a fin de verificar la ecuación 8, además de utilizar el resto de filtros Johnson-Morgan en estas pruebas.

El valor promedio del *seeing* para la 1^{era} jornada de observación fue de 4,48" y para la 2^{da} fue de 3,835".

Se realizó una calibración parcial para hacer fotometría astronómica, ya que debió utilizarse los demás filtros Johnson-Morgan (U y B). Los valores calculados para el coeficiente primario de extinción (K_V) y una de las constantes de punto cero del sistema (ζ_V) se hicieron en base a la suposición de que el coeficiente de transformación ϵ es muy pequeño. Esto se podría haber salvado si hubiésemos escogido una estrella de tipo espectral A0 y no una G0 como lo es Alfa 1 y G5 para Alfa 2.

La falta de una buena montura (hubo problemas con la declinación) y un buen seguimiento (se perdió tiempo en centrar las imágenes de la estrella en el campo de la CCD) impidieron la toma de más imágenes. Afortunadamente en la última misión de observación al Observatorio de Huancayo (18/09/2003) se terminó de construir una abrazadera que unirá el tubo de nuestro telescopio al astrógrafo del Observatorio el cual tiene un excelente seguimiento.

No es conveniente utilizar la resolución media de la cámara CCD, esto ocasionó pérdida de resolución al momento de calcular los errores de las magnitudes instrumentales. Será mejor utilizar la resolución alta, aunque el límite de saturación sea menor (41000 ADU).

Un sistema automatizado tanto de adquisición de datos como de control de instrumentos es necesario para climas tan fríos como la ciudad de Huancayo.

Además se debe contar con un ambiente propicio de trabajo. La caseta del astrógrafo no tiene las comodidades que ofrece la cúpula del mismo observatorio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores están especialmente agradecidos al personal del Observatorio de Huancayo por su colaboración en la realización de este trabajo. Este trabajo ha sido financiado por el Decanato de la Facultad de Ciencias – UNI y apoyado por CONCYTEC (C.S. No. 018-2002-CONCYTEC-OAJ).

Un agradecimiento aparte merece la Dra. Cláudia Vilega Rodrigues por su exhaustiva revisión de este trabajo. Sus correcciones y sugerencias ayudaron a mejorar este artículo.

Este trabajo ha hecho uso de la base de datos SIMBAD, operada por el CDS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg), Estrasburgo, Francia.

REFERENCIAS

1. Gutiérrez, A. & Moreno, H., "Astrofísica General", Ediciones de la Universidad de Chile, pag. 69-71 (1980) .
2. Johnson, H.L. & Morgan, W.W., "Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes spectral atlas" "Astrophys. J.", 117, 313-352 (1953)
3. Baella, N. & Pereyra, A. "Calibraciones fotométricas astronómicas en el Observatorio de Huancayo", TECNIA, Vol 13, nro 1, pag. 15 (2003).
4. Pereyra, A. & Baella, N., "Medidas de SEEING en el Observatorio de Huancayo", REVCUNI, Vol 7, nro1, pag. 103 (2003).
5. "Seeing tests at four sites in support of the NPOI project", Hutter, D.J., Elias II N.M., Peterson, E.R., Weaver, W.B., Weaver, G., Mozurkewich, D., Vrba, F.J., Simon, R.S., Buscher, D.F., and Hummel, C.A., Astrophysical Journal, 114, 2822 (1997)

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.