

OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Delegado Interventor: Dr. REYNALDO P. CESCO

SERIE CIRCULAR Nº 15

Comunicaciones del Departamento de Astrofísica



LA PLATA
1958

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

1958

Rector

Doctor JOSE PECO

Vicerrector

Ing. Agr. ANDRES RINGUELET

Secretario General

Doctor CARLOS FEDERICO GARCIA

Prosecretario General

Lic. CESAR AMILCAR DUMM

Guardasellos

Doctor ALFREDO D. CALCAGNO

C o n s e j o S u p e r i o r

Consejeros: Ing. Agr. Carlos M. J. Albizzatti, Ing. Agr. Andrés Ringuelet, Ing. Félix Langmann, Ing. Felipe Freyre, Dr. Abraham Rosenwasser, Dr. Alfredo D. Calcagno, Dr. Bartolomé A. Fiorini, Dr. Manuel Pinto, Dr. Constantino Brandariz, Dr. Edilberto M. Fernández Ithurrat, Dr. Danilo Vucetich, Dr. José Méndez, Dr. Roberto Ciafardo, Dr. Federico E. M. Christmann, Dr. Sebastián Guarrera, Dr. Luis de Santis, Dr. Raúl Granoni, Prof. Martín S. Capelletti.

Delegados de los graduados: Ing. Martín Conter, Dr. Ramón Miralles, Dr. Vicente A. Antonini, Dr. Germán López, Dr. Juan Carlos Escalante.

Delegados Estudiantiles: Señores: Carlos José Mac Allister, Alberto Llorente, Alberto Di Croce, José D. Adam, Moisés Spiez, Jorge Ochoa, Froilán García Centella, Abel De Uriarte.

Einige Anwendungen der neuen Formeln der allgemeinen interstellaren Absorption

1. — Die Verfärbung der B-Sterne.

von

HERBERT WILKENS

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die hier angewandten neuen Koeffizienten der Formeln der allgemeinen interstellaren Absorption stammen aus unserer vorhergehenden Veröffentlichung (1947).

Ihre Anwendung auf rund 1500 O- und B-Sterne im Zusammenhang mit einer statistischen Betrachtung der Abweichungen der beobachteten und der durch unsere Formel berechneten Farb-Exzesse $E_{426-477}$ von einander führt zu dem Ergebnis, dass unsere Milchstrasse —in groben Zügen betrachtet— in vier ziemlich gleich lange Abschnitte galaktischer Länge eingeteilt werden muss, von denen je zwei einander gegenüberliegende Abschnitte sich ungefähr gleichartig in Bezug auf interstellare Absorption verhalten. In der einen Doppelzone ($46^\circ > L \geq 330^\circ$; $226^\circ > L \geq 150^\circ$) ist die Darstellung der beobachteten Farb-Exzesse durch unsere neuen Formeln besonders gut und normal, in der anderen Doppelzone ($150^\circ > L \geq 46^\circ$; $330^\circ > L \geq 226^\circ$) wird diese Darstellung durch besonders häufiges Auftreten übermässig normaler Verfärbung gestört, welche keiner Einheitsformel gehorcht.

Um zu der guten Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung der interstellaren Verfärbung in der erst genannten Doppelzone zu gelangen, war es unbedingt notwendig, für sämtliche Spektraltypen von O bis B9 zu jenem System schwächerer (visueller) absoluter Helligkeiten zurückzukehren, welches seinerzeit Stebbins und Huffer (1934) unter dem Stichwort M (733 Sterne) vorgeschlagen hatten. Dieselbe Notwendigkeit wird hier auch durch die Bestimmung der Konstanten A der galaktischen Rotation gefordert, deren Wert gleichzeitig von den photometrischen Entfernungen der Sterne (also ihren visuellen absoluten Helligkeiten) und deren Verkleinerung durch Anwendung unserer neuen Absorptionsformeln abhängt.

Nebenbei wird ein besonderer Abschnitt der Anwendung unserer neuen Absorptionsformeln auf etwa 200 Sterne der 6-Farben-Photometrie von Stebbins und Whitford (1945) gewidmet unter Zugrundelegung ebenfalls der visuellen absoluten Helligkeiten M (733 Sterne). Einigermassen auffallend war, dass unter 14 Sternen vom Typ cF4-cF8 noch 6 übermässig stark verfärbte Sterne gefunden wurden.

Algunas Aplicaciones de las Nuevas Fórmulas de la Absorción Interestelar

I. — La coloración de las estrellas del tipo B.

INTRODUCCION

En el año 1934, Stebbins y Huffer publicaron su primera recopilación sobre excesos de color $E_{426-477}$ ($\approx E_{430-480} \approx \frac{3}{4} E_{422-488}$) de las estrellas de tipo B. Estos investigadores habían observado 733 estrellas usando un sistema propio de magnitudes absolutas para calcular las distancias de las estrellas, al que llamaron posteriormente M(733 estrellas). Se tomó en cuenta la absorción interestelar visual ($\lambda = 0.55 \mu$) según una función lineal del exceso de color observado.

En 1939-1940, Stebbins, Huffer y Whitford, publicaron la segunda recopilación de excesos de color $E_{426-477}$ de estrellas de tipo B, disponiendo esta vez de un material observacional mucho más amplio: 1332 estrellas. También aquí calcularon las distancias de todas las estrellas, pero usando esta vez un nuevo sistema de magnitudes absolutas bastante distinto del anterior, al que llamaron M(1332 estrellas) y tomaron en cuenta la absorción interestelar aplicando la misma fórmula lineal anterior, pero con otro valor para el coeficiente.

En 1945 y 1947 el autor de este trabajo publicó unas nuevas fórmulas para la absorción interestelar S para varias longitudes de onda. En investigaciones anteriores se había utilizado casi siempre una fórmula lineal del tipo:

$$S = T \cdot R \tag{1}$$

donde T es una constante en $\frac{\text{mag}}{\text{Kpc}}$ y R la distancia verdadera del astro en Kiloparsec. Las nuevas fórmulas dependen en cambio de dos variables independientes de la latitud galáctica B y de la verdadera distancia R (ó de la altura Z sobre el plano galáctico):

$$S_{\lambda}(B; R) = \frac{T_{\lambda}(0) \cdot R}{1 + \frac{T_{\lambda}(0) \cdot R}{S_{\lambda}(90^{\circ}; \infty) \cdot \csc |B|}} = \frac{T_{\lambda}(0) \cdot |Z| \cdot \csc |B|}{1 + \frac{T_{\lambda}(0)}{S_{\lambda}(90^{\circ}; \infty)} |Z|} = S_{\lambda}(Z; B) \tag{2}$$

Llamaremos "antiguas" a las constantes $T_{\lambda}(0)$ y $S_{\lambda}(90^{\circ}; \infty)$, determinadas en nuestra publicación de 1945, y "nuevas" a los valores de estas constantes determinadas en 1947. Debe destacarse especialmente que la nueva curva de absorción amarilla es muy distinta de la antigua curva. Las curvas debidas a la fórmula "nueva" para la absorción coinciden prácticamente con la curva publicada por Oort y van de Hulst (1946, fig. 8).

Sin embargo, la aplicación de nuestros antiguos coeficientes (interpolación de nuestro "antiguo" esquema B-R-Z de la absorción interestelar general, H. Wilkens, 1945, tabla 14) había dado valores *tabulares* (t_a) del exceso de color $E_{430-480}$, t_a bastante *distintos* del exceso de color *observado* (ob) $E_{430-480}$, ob . En la mayoría de los casos la diferencia $E_{ob} - E_{t_a}$ resultó negativa. La preponderancia de las diferencias negativas proviene casi enteramente del sistema de magnitudes absolutas.

El sistema de las magnitudes M (1332 estrellas) es generalmente mucho más brillante —más o menos en una magnitud— que el sistema original M (733 estrellas). El problema de la elección del sistema más conveniente de magnitudes absolutas fué resuelto en 1945, adoptando:

1) Un sistema propio de magnitudes absolutas que se halla entre los dos sistemas propuestos por Stebbins y colaboradores, para las estrellas de tipo c, O, BO, B1 y B2.

2) Para 130 estrellas del tipo B coloreadas muy fuertemente, un cambio aún más extremo de las magnitudes visuales absolutas. (Sugerido por una publicación de O'Keefe, 1941).

(1) *La aplicación de las nuevas fórmulas de la absorción interestelar general sobre las 1510 estrellas galácticas.*

Trataremos ahora de analizar el resultado de la aplicación de nuestras fórmulas —interpolación en el “nuevo” esquema B-R-Z de la absorción interestelar general (H. Wilkens, 1947, tabla 4)— con los nuevos coeficientes. El material comprende 1510 estrellas y fué recopilado de las publicaciones indicadas en el índice bibliográfico con un asterisco.

El material incluye casi todas las estrellas en las cuales fueron estimadas o medidas las intensidades de las líneas interestelares o los excesos de color $E_{426-477}$. Se trata de 624 estrellas en latitud galáctica positiva y de 886 estrellas en latitud galáctica negativa.

Para todas las estrellas del catálogo se compararon los excesos de color observados (E_{ob}) con los valores tabulados (E_{ta}). los cálculos se hicieron aplicando el sistema de magnitudes visuales absolutas M (733 estrellas) de Stebbins y Huffer (1934); además se supuso que la magnitud absoluta de las estrellas cB y cA fuese de -5^m0 . Se debe mencionar que entretanto Pishmish y Prieto (1945, p. 317-318) habían llamado la atención sobre el hecho de que las magnitudes visuales absolutas M (1332 estrellas) resultan demasiado brillantes aproximadamente en 1^m2 para los tipos espectrales entre B3-B9 (es por esta razón que la constante A de la rotación galáctica resulta demasiado pequeña). Recordaremos además que nuestro último recuento de los valores ($E_{ob}-E_{ta}$) había originado una preponderancia de los signos negativos. En general, un predominio de signos positivos podría explicarse más fácilmente suponiendo que las estrellas respectivas fuesen coloreadas irregularmente fuerte por condensaciones (nódulos) de la materia en la capa general de la absorción. Si por el contrario predominan signos negativos (lo que implicaría huecos vacíos no absorbentes) sería inadmisibles, porque estos huecos tendrían que tener forma de lápices dirigidos hacia nuestro Sol. Pero si desde ahora en adelante volvemos —con excepción de los casos especiales, (O'Keefe, etc.)— enteramente al sistema de las magnitudes visuales absolutas M (733 estrellas) obtenemos dos beneficios simultáneos:

1) El debilitamiento de las magnitudes absolutas en más o menos 0^m9 significa una disminución de las distancias de las estrellas a unos dos tercios de los valores anteriores y por ende también de los valores E_{ta} . La preponderancia inaceptable de valores ($E_{ob}-E_{ta}$) negativos desaparece en su mayor parte.

2) La constante A de la rotación galáctica tendrá también para las estrellas de los tipos espectrales B3-B9 un valor suficientemente grande de por lo menos $16 \frac{\text{Km}}{\text{seg Kpc}}$ (en vez de sólo $9 \frac{\text{Km}}{\text{seg Kpc}}$) en concordancia con el valor actualmente aceptado. También A. Ali (1941)

en una investigación semejante a la de Pishmish y Prieto, había llegado a un valor demasiado pequeño de A, por la misma razón, es decir, por la aplicación del sistema de magnitudes absolutas M (1332 estrellas).

El problema de la validez de las nuevas fórmulas y hasta qué grado, fué investigado nuevamente por medio de una estadística de los valores ($E_{ob}-E_{ta}$) ordenada de acuerdo al signo y valor absoluto en función de la longitud y latitud galácticas.

Primero compararemos el recuento de los valores antiguos y de los nuevos ($E_{ob}-E_{ta}$) en dos secciones galácticas: la primera está ubicada en $360^\circ > L > 330^\circ$ abarcando el centro galáctico y contiene 250 estrellas (226 con exceso de color) del total de 1510 estrellas; la segunda está ubicada en la dirección opuesta $180^\circ > L > 150^\circ$ y es también rica en estrellas (203 estrellas, 190 con exceso de color).

		→ ($E_{45} - E_{55}$)																			
		B > 0										B < 0									
+	30																				
	+29																				
	+28																				
	+27																				
	+26																				
	+25																				
	+24																				
	+23																				
	+22																				
	+21																				
	+20																				
	+19																				
	+18																				
	+17																				
	+16																				
	+15																				
	+14																				
	+13																				
	+12																				
	+11																				
	+10																				
	+9																				
	+8																				
	+7																				
	+6																				
	+5																				
	+4																				
	+3																				
	+2																				
	+1																				
	0																				
	-1																				
	-2																				
	-3																				
	-4																				
	-5																				
	-6																				
	-7																				
	-8																				
	-9																				
	-10																				
	-11																				
	-12																				
	-13																				
	-14																				
	-15																				
	-16																				
	-17																				
	-18																				
	-19																				
	-20																				
	-21																				
	-22																				
	-23																				
	-24																				
	-25																				
	-26																				
	-27																				
	-28																				
	-29																				
	-30																				

TABLA 1: La frecuencia de los valores ($E_{45} - E_{55}$) en pequeñas secciones de latitud galáctica.

Admitiremos que en distancias grandes, es decir, cuando $0.63 \text{ Kpc} \leq R$, y $9^m0 \leq m - M$, respectivamente, hay acuerdo con nuestras fórmulas si $-0^m05 \leq (E_{ob} - E_{ta}) \leq +0^m05$, mientras que para distancias pequeñas, es decir, cuando $R < 0.63$ y $m - M < 9.00$, respectivamente, hay acuerdo sólo si $-0^m02 \leq (E_{ob} - E_{ta}) \leq +0^m02$.

La estadística muestra que en la sección del centro galáctico, en base a los antiguos valores E_{ta} :

Son favorables 106 estrellas sobre 226, es decir, el 47 %.

Y en base a los nuevos valores E_{ta} :

Son favorables 131 estrellas sobre 226, es decir, el 58 %.

En la sección opuesta al centro galáctico, en base a los antiguos valores E_{ta} :

Son favorables 90 estrellas sobre 190, es decir, el 47 %;

y en base a los nuevos valores E_{ta} :

Son favorables 115 estrellas sobre 190, es decir, el 61 %.

Es un hecho algo llamativo que en estas dos regiones opuestas en el cielo, una de las cuales linda directamente con el centro galáctico la interpretación de los excesos de color observados $E_{426-477}$ por fórmulas generalmente válidas de la absorción interestelar, es prácticamente posible en el mismo porcentaje del 60 %. Esta uniformidad es una consecuencia de las pequeñas distancias de menos de 1 Kpc en la mayoría de los casos. Diferencias del coeficiente de absorción general en dirección hacia el centro galáctico y en dirección opuesta —reforzando en un sentido y debilitando en otro— todavía no pueden manifestarse a tan pequeñas distancias.

Después de esta primera comparación damos a conocer en la Tabla 1, el recuento de nuestros nuevos valores $(E_{ob} - E_{ta})$ para todas las secciones de la longitud galáctica, separadas según el signo de la latitud galáctica.

En la tabla 1 se ha anotado el número de estrellas (ordenadas) que posee un determinado valor de $(E_{ob} - E_{ta})$ (abcisas). Las curvas de distribución de las desviaciones $(E_{ob} - E_{ta})$ muestran dónde y hasta qué grado la coloración observada E_{ob} de las estrellas del tipo B se aleja de las fórmulas generales de la absorción interestelar, que prescriben valores "normales" E_{ta} . Estas desviaciones exhiben en algunos casos una curva muy interesante con un máximo dentro de $-0^m02 \leq (E_{ob} - E_{ta}) \leq 0^m02$. De ello podemos concluir que en estos casos nuestra teoría de los excesos de color ($E_{426-477}$) concuerda con la observación $(E_{426-477})_{ob}$.

Las dos regiones en las que fueron observados la mayor cantidad de excesos de color demuestran este efecto del modo más claro, y son las siguientes:

- | | | |
|-----------------------|---------------|--------------------------------|
| 1) $m - M < 9^m00$ | 125 estrellas | $B < 0; 180 > L > 150^\circ$. |
| 2) $9^m00 \leq m - M$ | 120 estrellas | $B < 0; 360 > L > 330^\circ$. |

Una consideración más detallada de nuestra Tabla 1, nos conduce a las siguientes conclusiones generales:

1) Excepción hecha de la Sección $B < 0; 360^\circ > L > 330^\circ$ (que contiene todavía más estrellas lejanas), sólo en los grupos a distancia "pequeña" $R < 0.63 \text{ Kpc}$, $m - M < 9^m00$, respectivamente, existen bastantes estrellas para obtener curvas definidas de distribución de desviaciones de los valores $(E_{ob} - E_{ta})$ para secciones de 30° de longitud galáctica.

2) Curvas de desviación definidas, uniformes, con baricentro entre $-0^m02 \leq (E_{ob} - E_{ta}) \leq +0^m02$, se encuentran sólo en los sectores de longitud galáctica.

$$30^\circ > L \geq 330^\circ \text{ y } 210^\circ \geq L \geq 150^\circ$$

3) Aproximadamente en las secciones

$$150 > L \geq 60^\circ \text{ y } 330^\circ > L \geq 300^\circ$$

estas curvas de distribución de desviaciones están desplazadas evidentemente con su baricen-

tro hacia afuera de la faja $-0^m02 \leq (E_{ob}-E_{ta}) \leq +0^m02$ en dirección positiva, mostrando así que la absorción interestelar media en aquellas longitudes galácticas es algo más fuerte de lo que indican nuestras fórmulas.

4) Las estrellas fuertemente coloreadas caracterizadas por la condición $0^m10 \leq |E_{ob}-E_{ta}|$ se encuentran en los grupos precitados en el grupo del centro galáctico (es decir, $360^\circ > L \geq 330^\circ$) y, naturalmente, en los grupos situados a gran distancia $0.63 \text{ Kpc} \leq R$; $9^m00 \leq m-M$, resp.

En base a estas explicaciones podemos dividir ahora toda nuestra Vía Láctea en 4 secciones. Dos puntos de división se fijan fácilmente y con bastante seguridad en las longitudes galácticas: $L = 150^\circ$ y $L = 330^\circ$.

Podemos fijar el punto de separación entre $60 > L \geq 30$ en 46° , de acuerdo con lo dicho en una publicación anterior (1947, p. 45).

Stebbins y colaboradores han examinado, naturalmente, los excesos de color principalmente en la Vía Láctea septentrional, de manera que la Vía Láctea austral exhibe una falta casi completa de observaciones entre $300^\circ > L \geq 240^\circ$. Por esta circunstancia no podemos realizar en forma igualmente exacta para todas las partes, la separación entre regiones de buena y mala representación de excesos de color observados $E_{426-477}$ por nuestras fórmulas. A pesar de la falta de observaciones pondremos el otro punto en $L = 226^\circ$, por razones de simetría.

Toda nuestra Vía Láctea queda dividida entonces en las cuatro secciones siguientes:

$$\begin{array}{cccc}
 150 > L \geq 46 & 46^\circ > L \geq 330^\circ & 330^\circ > L \geq 226^\circ & 226^\circ > L \geq 150^\circ \\
 \Delta L = 90^\circ + 14^\circ = 104^\circ & \Delta L = 90^\circ - 14^\circ = 76^\circ & \Delta L = 90^\circ + 14^\circ = 104^\circ & \Delta L = 90^\circ - 14^\circ = 76^\circ
 \end{array}$$

Para tener un número suficiente de observaciones en cada sección, miremos en un solo grupo las dos secciones opuestas, de modo que resulten dos zonas dobles siguientes (que todavía pueden subdividirse según latitud galáctica):

$$\begin{array}{cccc}
 150^\circ > L \geq 46^\circ & \text{y} & 330^\circ > L \geq 226^\circ & 46^\circ > L \geq 330^\circ & \text{y} & 226^\circ > L \geq 150^\circ \\
 \text{con } B \geq 0 & \text{ó} & B < 0^\circ & \text{con } B \geq 0 & \text{ó} & B < 0^\circ
 \end{array}$$

En estas secciones la distribución de las desviaciones $(E_{ob}-E_{ta})$ resulta anormal o normal, respectivamente.

La distribución "anormal" consiste en que —especialmente en las distancias más grandes— existe una preponderancia creciente de los valores positivos $(E_{ob}-E_{ta})$. En estas secciones de longitud galáctica las fórmulas de la absorción interestelar general E_{ta} deberían ser reemplazadas en muchos casos por valores de absorción excesivamente fuertes, para poder explicar teóricamente los valores observados E_{ob} .

La representación gráfica de la distribución de la frecuencia de las desviaciones $(E_{ob}-E_{ta})$ en las dos zonas dobles de la Vía Láctea precitadas se presenta en la Fig. 1.

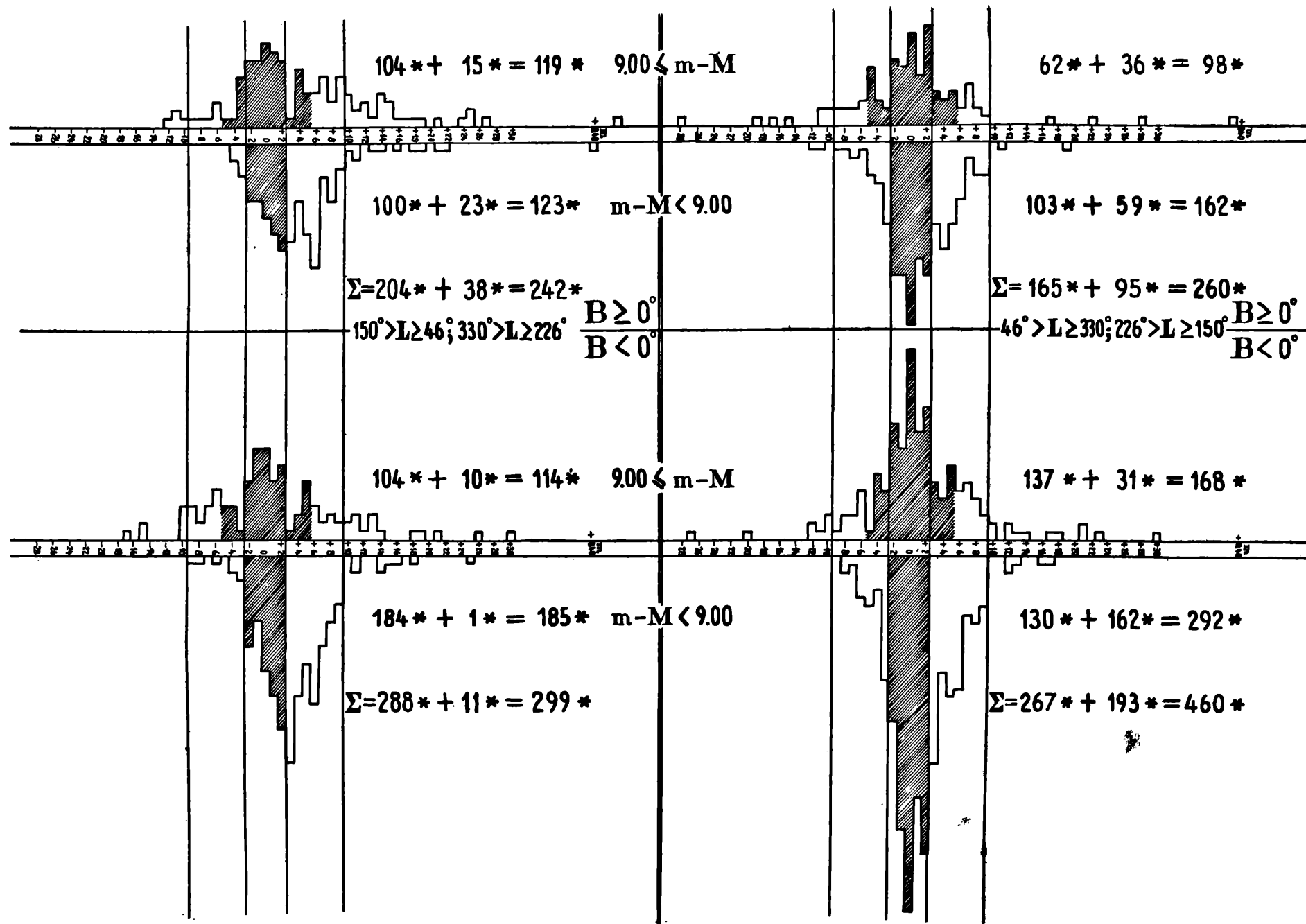
Un examen de la Fig. 1, basta para comprender que, haciendo el recuento de los valores $(E_{ob}-E_{ta})$ en solo dos zonas dobles, las curvas de frecuencia en cada una de las zonas dobles en latitudes galácticas positivas y negativas, se han hecho tan semejantes, que la diferenciación resulta ahora superflua. Pero eso la hemos suprimido en la Tabla 2 al contar los valores $(E_{ob}-E_{ta})$.

El resultado de nuestro recuento lo constituye la expresión, en porcentajes, de la utilidad de nuestras nuevas fórmulas de absorción. Estas cifras se destacan en la Tabla 2 por recuentos indicados entre corchetes. Se desprende de ellas que en la así llamada zona doble "anormal" o "normal", respectivamente, de nuestra Vía Láctea, el

13 % ó el 5 % resp., de todas las estrellas posee excesos que seguramente son anormalmente fuertes.

23 % ó el 17 % resp., de todas las estrellas posee excesos que probablemente son algo fuertes.

18 % y el 18 % resp., de todas las estrellas posee excesos que probablemente son normales.



Sin distinción del signo de la latitud galáctica:

$\overline{(E_{ob} - E_{ta})} = +0.028 \pm 0.013$	$233 * \quad 9.00 \leq m-M$	$\overline{(E_{ob} - E_{ta})} = +0.006 \pm 0.012$	$266 *$
$= +0.037 \pm 0.009$	$308 * \quad m-M < 9.00$	$+0.013 \pm 0.008$	$454 *$
$\nearrow = +0.033 \pm 0.010$	$\Sigma = 541 *$	$+0.010 \pm 0.008$	$\Sigma = 720 *$

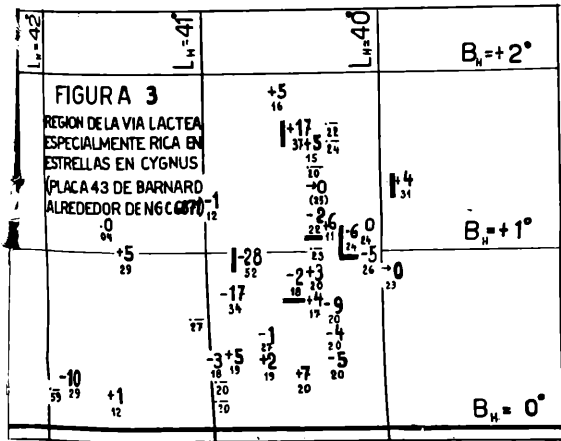
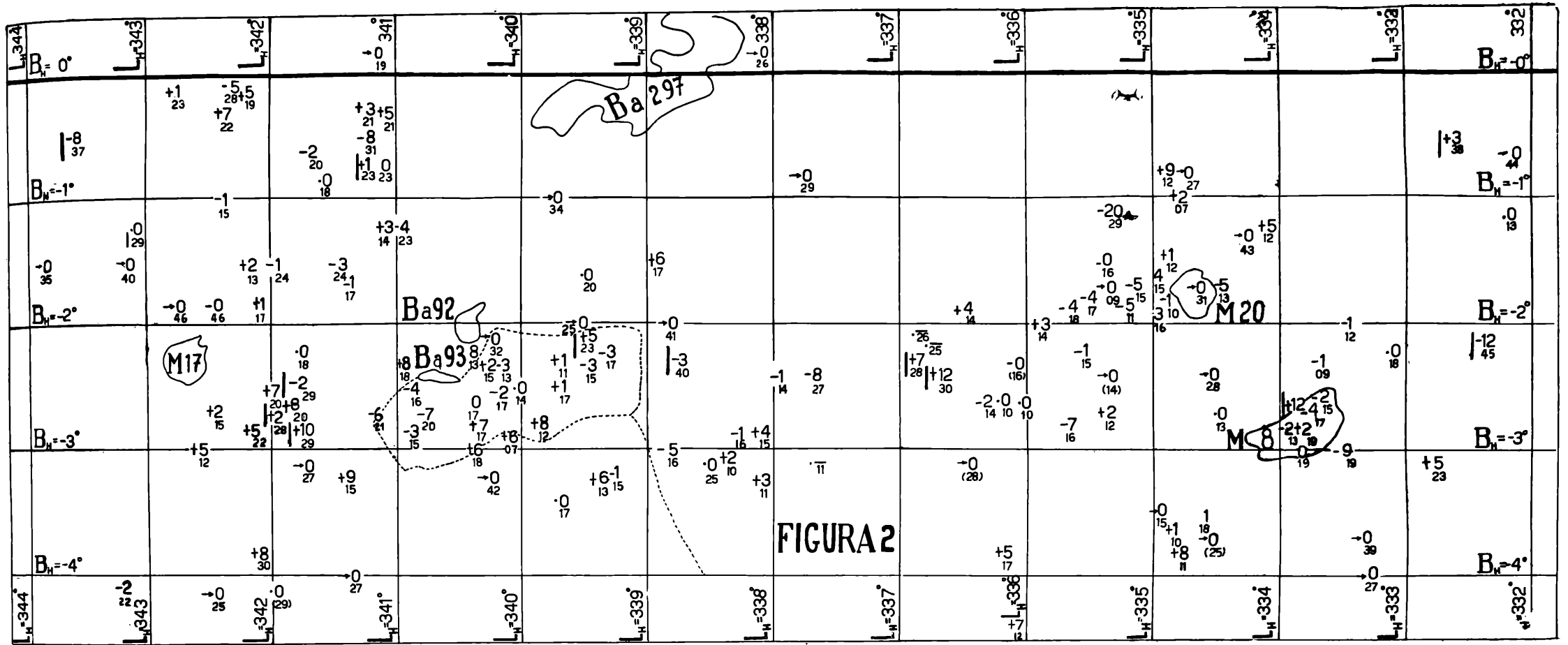
FIG. 1: Las curvas de frecuencia de las desviaciones $(E_{ob} - E_{ta})$ entre el exceso de color observado y teórico (= de la tabla) $E_{426-477}$ en 4 grandes secciones (= 2 zonas dobles) de la Vía Láctea, separadas en grupos de latitud galáctica positiva y negativa y además en grupos de distancia pequeña y grande.

$150^\circ > L \geq 46^\circ, 330^\circ > L \geq 226^\circ$

$46^\circ > L \geq 330^\circ, 226^\circ > L \geq 150^\circ$

$m-M < 900$			$900 \leq m-M$			$-\infty < m-M < +\infty$			$m-M < 900$			$900 \leq m-M$			$-\infty < m-M < +\infty$		
Estrellas contadas: 308*			Estrellas contadas: 233*			Total de estrellas contadas: 541*			Estrellas contadas: 454*			Estrellas contadas: 266*			Total de estrellas contadas: 720*		
$+0.10 \leq (E_o - E_t)$	19*			42*			61*		$+0.10 \leq (E_o - E_t)$	5*			16*			21*	
$(E_o - E_t) \leq -0.10$	0*			11*			11*		$(E_o - E_t) \leq -0.10$	2*			16*			18*	
$0.10 \leq E_o - E_t $	19*		0.10	53*		0.10	72*		$0.10 \leq E_o - E_t $	7*		0.10	32*		0.10	39*	
	$\frac{19}{308} = 0.06$			$\frac{53}{233} = 0.23$			$\frac{72}{541} = 0.13$			$\frac{7}{454} = 0.02$			$\frac{32}{266} = 0.12$			$\frac{39}{720} = 0.05$	
$+0.06 \leq (E_o - E_t) \leq +0.09$	72*			30*			102*		$+0.06 \leq (E_o - E_t) \leq +0.09$	58*			31*			89*	
$-0.09 \leq (E_o - E_t) \leq -0.06$	3*			22*			25*		$-0.09 \leq (E_o - E_t) \leq -0.06$	13*			22*			35*	
$0.06 \leq E_o - E_t \leq 0.09$	75*		0.06	52*		0.06	127*		$0.06 \leq E_o - E_t \leq 0.09$	71*		0.06	53*		0.06	124*	
	$\frac{75}{308} = 0.24$			$\frac{52}{233} = 0.22$			$\frac{127}{541} = 0.23$			$\frac{71}{454} = 0.16$			$\frac{53}{266} = 0.20$			$\frac{124}{720} = 0.17$	
$+0.03 \leq (E_o - E_t) \leq +0.05$	85*			23*			108*		$+0.03 \leq (E_o - E_t) \leq +0.05$	89*			32*			121*	
$-0.05 \leq (E_o - E_t) \leq -0.03$	11*			17*			28*		$-0.05 \leq (E_o - E_t) \leq -0.03$	44*			28*			72*	
$0.03 \leq E_o - E_t \leq 0.05$	96*		0.03	40*		0.03	136*		$0.03 \leq E_o - E_t \leq 0.05$	133*		0.03	60*		0.03	193*	
	$\frac{96}{308} = 0.31$			$\frac{40}{233} = 0.17$			$\frac{136}{541} = 0.25$			$\frac{133}{454} = 0.29$			$\frac{60}{266} = 0.23$			$\frac{193}{720} = 0.27$	
				$\frac{96}{308+233} = \frac{96}{541} = 0.18$									$\frac{60}{454+266} = \frac{60}{720} = 0.08$				
$-0.02 \leq (E_o - E_t) \leq +0.02$	118*		-0.02	88*		-0.02	206*		$-0.02 \leq (E_o - E_t) \leq +0.02$	245*		-0.02	121*		-0.02	366*	
	$\frac{118}{308} = 0.38$			$\frac{88}{233} = 0.38$			$\frac{206}{541} = 0.38$			$\frac{245}{454} = 0.54$			$\frac{121}{266} = 0.45$			$\frac{366}{720} = 0.51$	
$-0.05 \leq (E_o - E_t) \leq +0.05$	214*		-0.05	128*		-0.05	342*		$-0.05 \leq (E_o - E_t) \leq +0.05$	378*		-0.05	181*		-0.05	559*	
	$\frac{214}{308} = 0.69$			$\frac{128}{233} = 0.55$			$\frac{342}{541} = 0.63 = \text{Max}$			$\frac{378}{454} = 0.83$			$\frac{181}{266} = 0.68$			$\frac{559}{720} = 0.78 = \text{Max}$	
				$\frac{118+128}{308+233} = \frac{246}{541} = 0.45$						$\frac{245+181}{454+266} = \frac{426}{720} = 0.59$							

TABLA 2: La utilidad de las nuevas fórmulas de la absorción interestelar general, medida en porcentos, en base a un recuento de las desviaciones $(E_o - E_t)$ entre el exceso de color observado y teórico (= de la tabla) $E_{\text{rec-977}}$ en 4 grandes secciones (= 2 zonas dobles) de la Via Láctea.



FIGURAS 2, 3, 4, 5
DISTRIBUCION DE LOS VALORES DE CADA ESTRELLA

$$+(E_{ob} - E_{ta})$$

$$E_{ta}$$

EN DIVERSAS PARTES DE LA VIA LACTEA.

LAS BARRAS VERTICALES INDICAN OBSERVACIONES DE MAGNITUDES ABSOLUTAS POR O'KEEFE (1941) Y LAS BARRAS HORIZONTALES OBSERVACIONES EN 6 COLORES POR STEBBINS, HUFFER Y WHITFORD (1943 y 1945)

FIGURA 5

ALREDEDORES DEL BORDE AUSTRAL DE LA VIA LACTEA, DONDE FALTAN CASI POR COMPLETO NEBULOSAS EXTRAGALACTICAS

FIGURA 2

LA PARTE DE LA VIA LACTEA REPRESENTADA EN ESTA FIGURA EXHIBE LAS MULTIPLES Y VARIADAS FORMAS QUE RESULTAN DE LAS FOTOGRAFIAS DE E.E. BARNARD (A PHOTOGRAPHIC ATLAS OF SELECTED REGIONS OF THE MILKY WAY, CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON (1927), PLATE 29, 30, 31) EN ESPECIAL LA PLACA 29 COMPRENDE CASI ELA SOLA NUESTRA FIGURA 5. EN ESTA, PARA ORIENTAR MEJOR AL LECTOR, HEMOS DIBUJADO LOS PROBABLES LIMITES DE LA NUBE PEQUEÑA Y BRILLANTE DE ESTRELLAS EN SAGITTARIUS (CURVA DISCONTINUA); ADEMÁS APARECEN ALGUNAS NUBES OSCURAS BARNARD (Ba92, 93, 297) Y ALGUNAS NEBULOSAS DIFUSAS Y BRILLANTES DE MESSIER (M8, 17, 20)

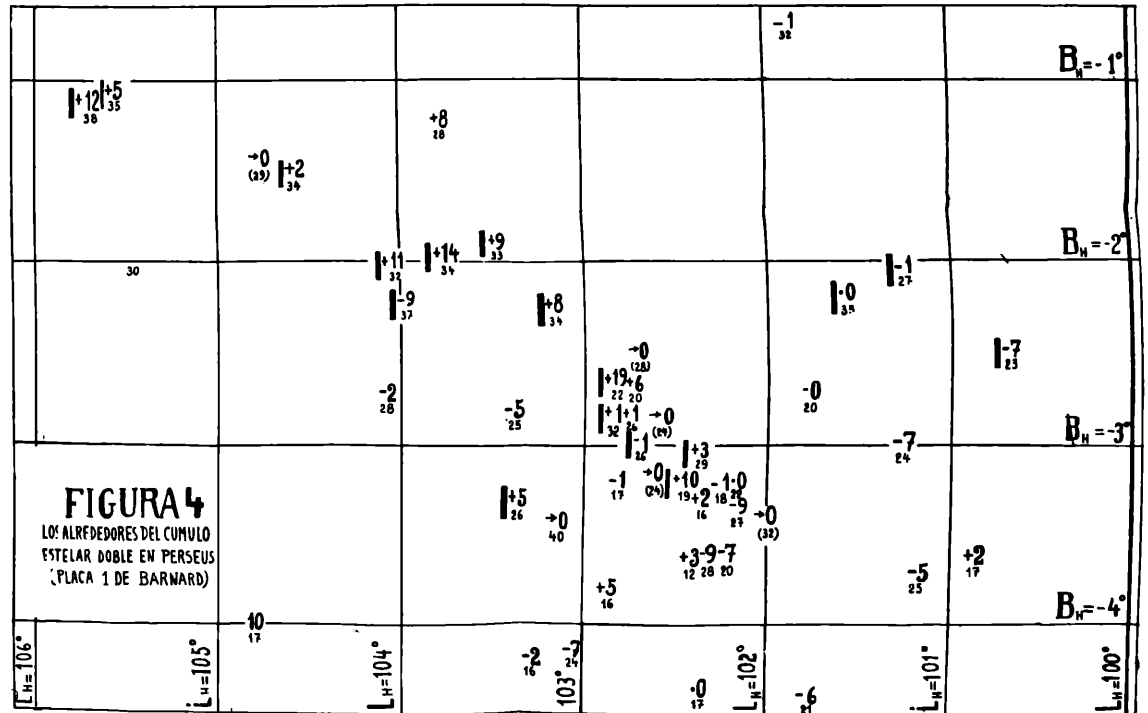
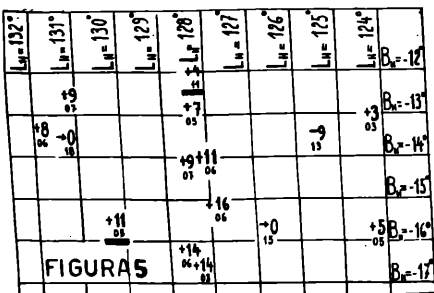


FIGURA 4

LOS ALREDEDORES DEL CUMULO ESTELAR DOBLE EN PERSEUS (PLACA 1 DE BARNARD)



46 % ó el 60 % resp., de todas las estrellas posee excesos que seguramente son normales.

Estas dos columnas de cifras no necesitan comentarios. Al dividir anteriormente la Vía Láctea en pequeñas secciones de 30° de longitud, ya se había presentado la cantidad del 60 % de estrellas coloreadas seguramente de un modo "normal".

Por lo demás, estas cifras nos recuerdan también el resultado de nuestra última publicación (1947). Allí investigamos las 42 estrellas de coloración más fuerte de la lista de 69 estrellas observadas por Stebbins y Whitford (1943). Aunque con tan pocas estrellas no se puede hacer propiamente estadística alguna, llama la atención el hecho de que ya entonces encontramos que más o menos cinco a seis octavos de las 42 estrellas, seguramente están "coloreadas" de un modo normal "mientras que una parte de estas estrellas estaban más o menos seguramente "coloreadas anormalmente". Esta proporción vuelve ahora a presentarse en nuestra zona doble de la Vía Láctea, si bien algo distinta en las diferentes zonas.

Así, pues, la aplicación de nuestras nuevas fórmulas de la absorción interestelar general sobre las 1332 estrellas del tipo B y la comparación entre su exceso de color $E_{426-477}$ observado y teórico, conduce al siguiente resultado final. Aplicando simultáneamente las nuevas fórmulas de absorción y el antiguo sistema de magnitudes visuales absolutas M (733 estrellas) se consigue una mejor representación de los colores estelares observados entre $\lambda = 426$ y 477. Sin embargo, cada estrella debe ser examinada en particular respecto a su coloración, porque la concordancia entre observación y teoría, de ninguna manera es general. Por lo menos una cuarta parte de todas las estrellas no obedecen a las fórmulas de absorción general. Estas estrellas, por otra parte, no siempre se reconocen sin dificultades como tales. Por esta razón será una buena conclusión para esta parte de nuestras investigaciones, la publicación de las figuras 2, 3, 4 y 5, sobre la distribución de los excesos de color y sus desviaciones en diversas partes de la Vía Láctea, mediante nuestras nuevas fórmulas de absorción.

Los dos valores ($E_{ob}-E_{ta}$) extremadamente negativos en la fig. 3, correspondientes a $L = 40^\circ 8$; $B = +1^\circ 0$; y $L = 40^\circ 9$; $B = +0^\circ 8$ se han conservado con una intensidad sorprendente. ¿Indicarán realmente un vacío tan fuerte en este rincón de la capa de absorción general? Por otra parte, no podemos menos que señalar una vez más, los alrededores del punto $L = 128^\circ$; $B = -16^\circ$ (cerca de ζ Persei), en la fig. 5. La conocida absorción interestelar excesivamente fuerte, que toca casi todas las estrellas en aquella región del cielo, se manifiesta ahora sumamente clara al aplicar las nuevas fórmulas de absorción y las magnitudes absolutas debilitadas del tipo M (733 estrellas).

(2) *La aplicación de las nuevas fórmulas de la absorción interestelar general a las estrellas de la fotometría en 6 colores de Stebbins y Whitford (1945).*

De este material de 238 estrellas sólo se excluyen de antemano todas las estrellas enanas, porque no muestran ninguna coloración notable a raíz de sus pequeñas distancias, y todas las estrellas gigantes del tipo espectral M, porque son casi todas variables. Quedando casi 200 estrellas observadas en 6 colores, podemos esperar una determinación especialmente buena de la absorción interestelar en base a ellas y con esto también de sus verdaderas distancias. El método para esto es el de nuestra última publicación (1947, tabla 2), usando ahora —como siempre— el antiguo sistema de magnitudes absolutas M (733 estrellas).

Deben hacerse todavía algunas observaciones respecto a esta aplicación. Por ejemplo, nos vimos obligados a separar las estrellas gigantes de los tipos espectrales F y G en dos subgrupos cada uno. Las del tipo K hasta hubo que repartirlas en tres subgrupos para evitar el error de "interpretar" como coloración interestelar el progreso de la modificación normal del color dentro del mismo tipo espectral. A pesar de ello, llama la atención el hecho de que, entre diez estrellas del grupo de estrellas gigantes del tipo cF4-cF8 encontramos ya 6 estrellas, coloreadas con seguridad en forma excesivamente fuerte.

Por la pequeñez de los montos de absorción se destacan también las 12 estrellas de las Pléyades (todas ellas del tipo espectral entre B5 y B9). Pese a la pequeña distancia (0.1 Kpc) de este cúmulo no puede dudarse en este caso de que se trata realmente de una coloración excesiva. (Véase Binnendijk, 9 1946).

Un gráfico del llamado diagrama S-T-Z de la absorción interestelar existente en todas las estrellas del tipo O-BO, B1, B2, B3 (B4), B5, B8, B9, observadas en seis colores, no mostró

ningún cambio esencial comparándolo con otro anterior (H. Wilkens, 1947, fig. 1), de manera que podemos seguir usando nuestras nuevas fórmulas de absorción.

(3) *La aplicación de las nuevas fórmulas de la absorción interestelar general y la rotación galáctica de las estrellas.*

No estará de más cualquier verificación "adicional" de nuestras fórmulas de absorción.

Una de las razones que nos hicieron volver casi obligadamente al antiguo sistema de las magnitudes visuales absolutas M (733 estrellas) de Stebbins y Huffer (1934) resulta de la investigación de Pishmish y Prieto (1945) sobre la rotación galáctica de las 1332 estrellas del tipo B. Bajo la suposición de una magnitud absoluta muy fuerte, o sea pues, de una distancia demasiado grande de las estrellas del tipo B3-B9, se calcula para la constante A un valor que es mucho menos que para las estrellas del tipo c y las de O-BO, B1, B2. Para estas últimas

resulta A entre 16 y $20 \frac{\text{Km}}{\text{seg. Kpc}}$ (Exactamente la misma experiencia debieron hacer Ralph E. Wilson (1940) y A. Ali, (1941).

Se impone por lo tanto una determinación de la constante A de rotación galáctica en base a las distancias que resultan al aplicar las dos hipótesis antedichas. Las velocidades radiales* se tomaron de Moore (1932) y se corrigieron por movimiento solar según elementos de Pearce y Hill (1931). Las distancias verdaderas R de las estrellas aceptadas en definitiva salieron simultáneamente con los excesos de color tabulares E_{ta} , por interpolación de los módulos de distancia observados en nuestro nuevo esquema B-R-Z de la absorción interestelar general (H. Wilkens, 1947, tabla 4).

Las velocidades residuales (reducidas a distancia unidad) están dibujadas en función de la longitud galáctica L en las cuatro figuras 6, 7, 8 y 9, habiendo añadido además en el dibujo las dos curvas sinusoidales

$$V_{16} = 16 \text{ sen } 2 (L - 330^\circ)$$

$$V_{24} = 24 \text{ sen } 2 (L - 330^\circ)$$

Incitados por el éxito de las magnitudes absolutas de O'Keefe, 1941, que son mucho más fuertes que las aceptadas normalmente, hemos elegido para una cantidad bastante grande de estrellas (coloreadas al parecer excesivamente fuertes) una magnitud absoluta particular mucho más brillante de lo normal bajo la condición extrema $E_{ta} = E_{ob}$.

Esta operación da origen a la formación de un segundo punto para estas estrellas en cada figura. Los dos puntos de cada estrella fueron unidos por una flecha. En la mayoría de los casos tal flecha termina en la franja entre las dos curvas sinusoidales. A la luz de esto, se tiene la impresión que las magnitudes absolutas asignadas no son excesivamente fuertes.

Las cuatro figuras 6, 7, 8 y 9, hacen pensar que la constante A de la rotación galáctica será posiblemente mayor de $16 \frac{\text{Km}}{\text{seg. Kpc}}$ y alcance tal vez los $20 \frac{\text{Km}}{\text{seg. Kpc}}$. Para confirmar

este valor pareció aconsejable investigar otro material observacional relativo a la rotación galáctica. Lo más apropiado son las variables cefeidas. Joy (1939) ofrece un material bien ordenado de 156 estrellas. De éstas 135 fueron utilizadas por Joy y —de acuerdo a su inves-

tigación— indican claramente una constante $A = 21 \frac{\text{Km}}{\text{seg. Kpc}}$. En efecto, este valor de A cua-

dra muy bien con nuestras figuras 6, 7, 8 y 9, pero debemos redeterminarlo por dos razones:

Primeramente porque Joy aplicó sólo una fórmula lineal para la absorción interestelar,

* El autor agradece a Pishmish y Prieto (1945) la amable remisión de los valores de las velocidades residuales de 707 estrellas.

FIGURA 6: Velocidades radiales residuales estelares $\frac{V_{\text{res. est.}}}{R \cos^2 B}$ [Plaskett and Pearce (1933) Do Ap Ob 5.3] reducidas todas a 1 kpc de distancia.

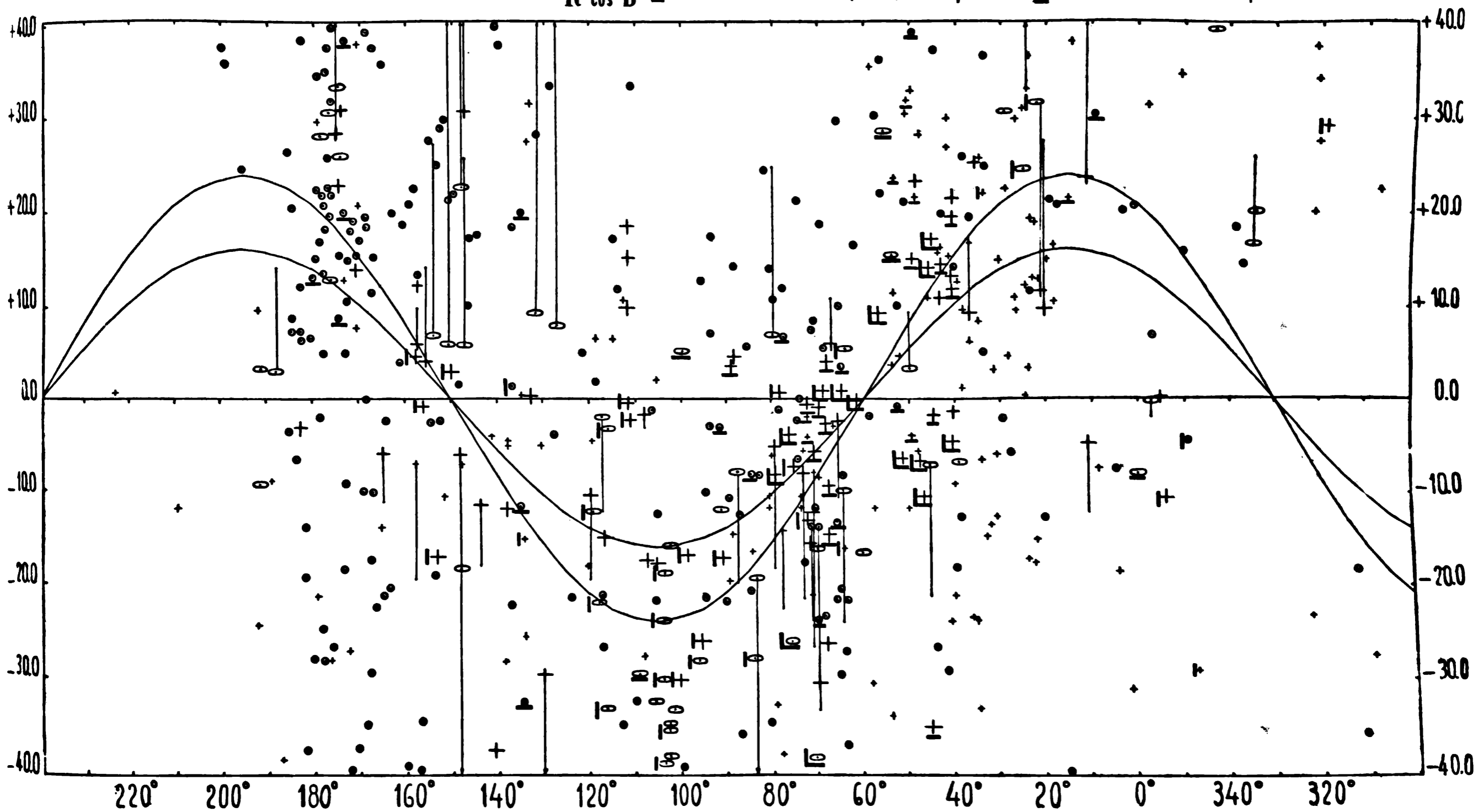


FIGURA 7: Velocidades radiales residuales $\frac{2 V_{\text{res. est. (Ca II)}}}{R \cos^2 B}$ del calcio interestelar [Plaskett and Pearce (1933) Do Ap 5.3] reducidas todas a 1 kpc de distancia.

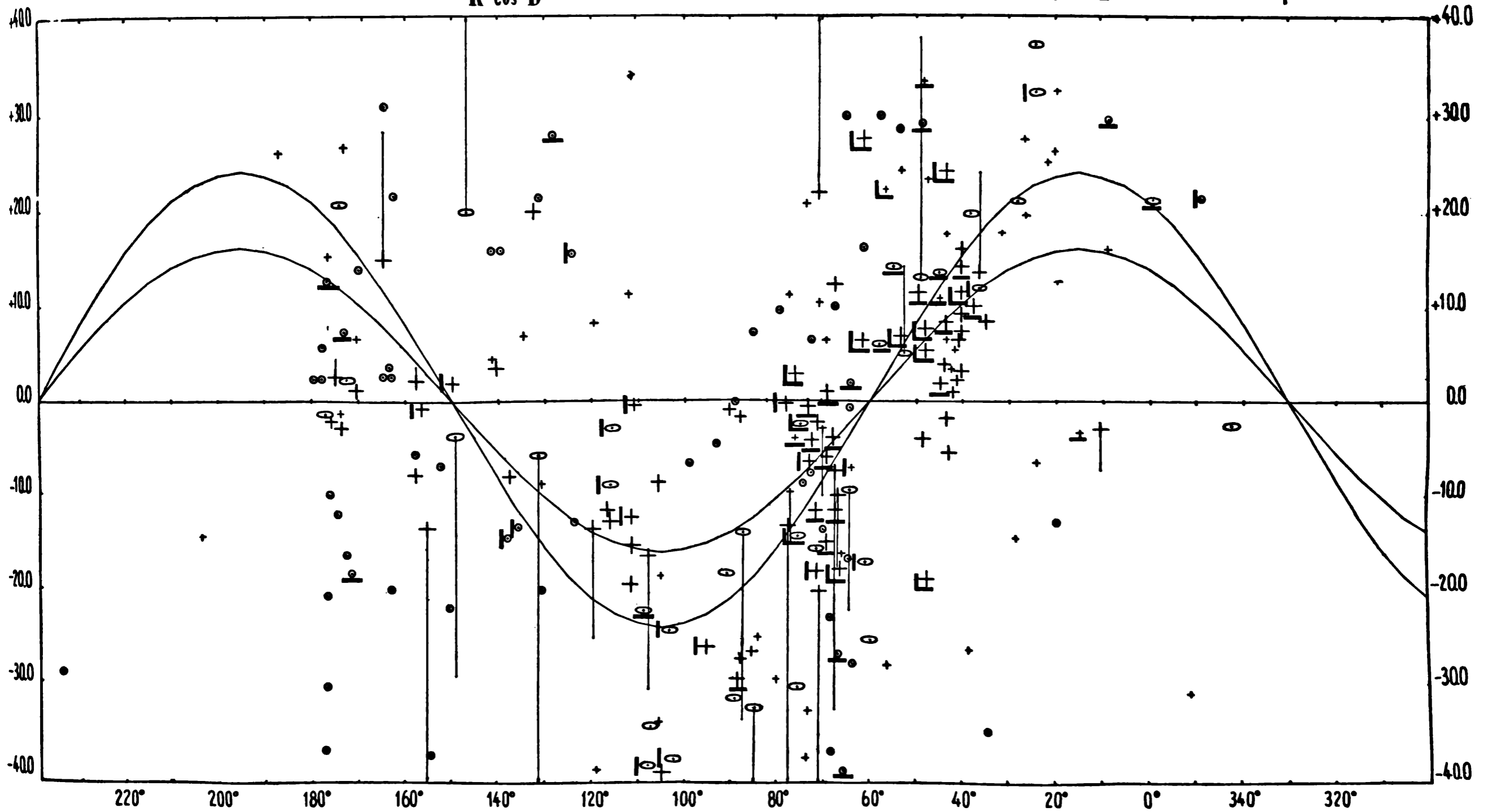


FIGURA 8: Velocidades radiales residuales $\frac{2 V_{res. est.} (Ca II)}{R \cos^2 B}$ del calcio interestelar [Merrill, Sanford, O.C. Wilson, Burwell, (1937) Ap J 86] reducidas todas a 1 kpc de distancia.

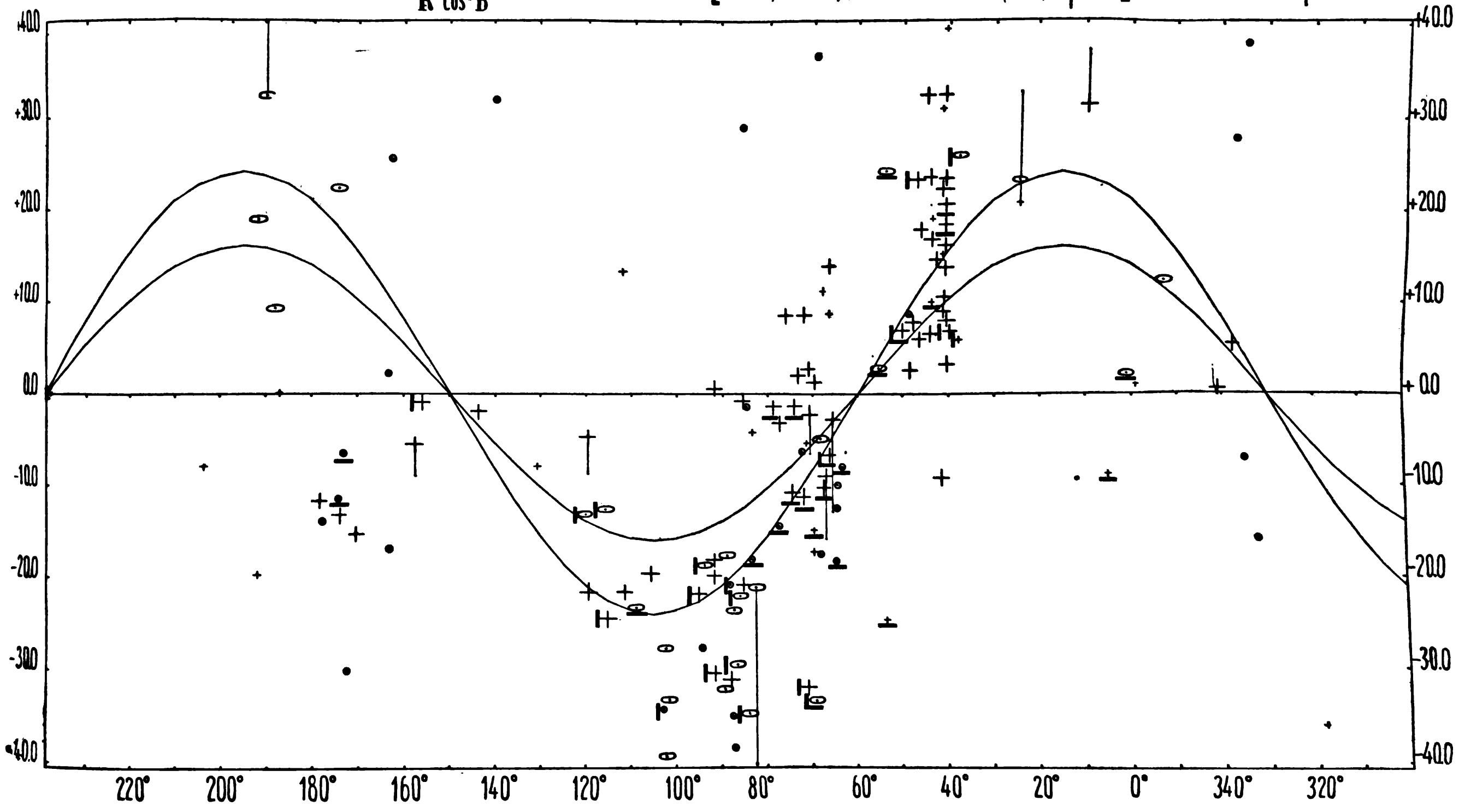


FIGURA 9: Velocidades radiales residuales $\frac{2V_{res}(Na)}{R \cos^2 B}$ del sodio interestelar [Merrill, Sanford, O.C Wilson, Burwell (1937) ApJ 86] reducidas todas a 1 kpc de distancia.

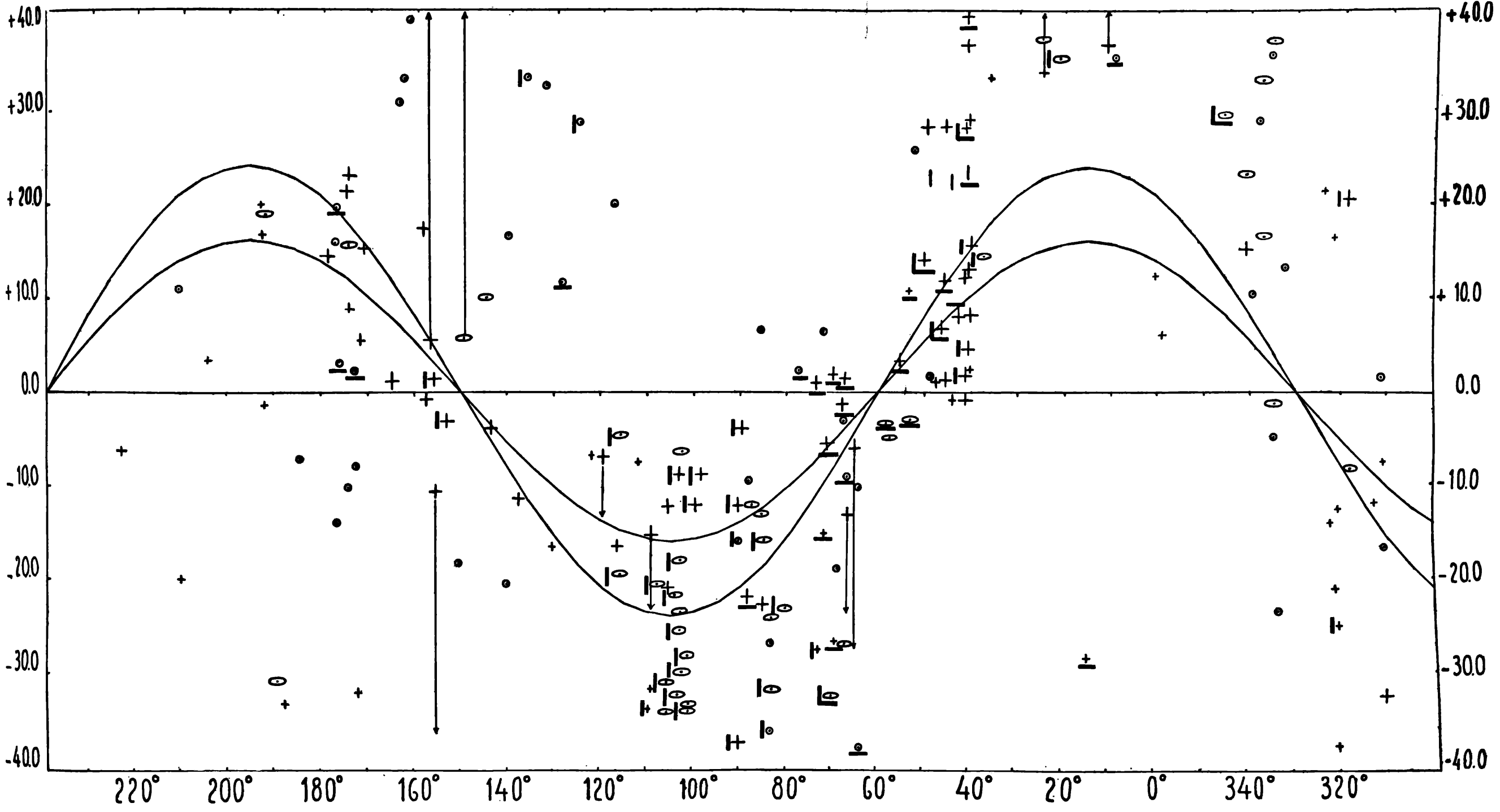
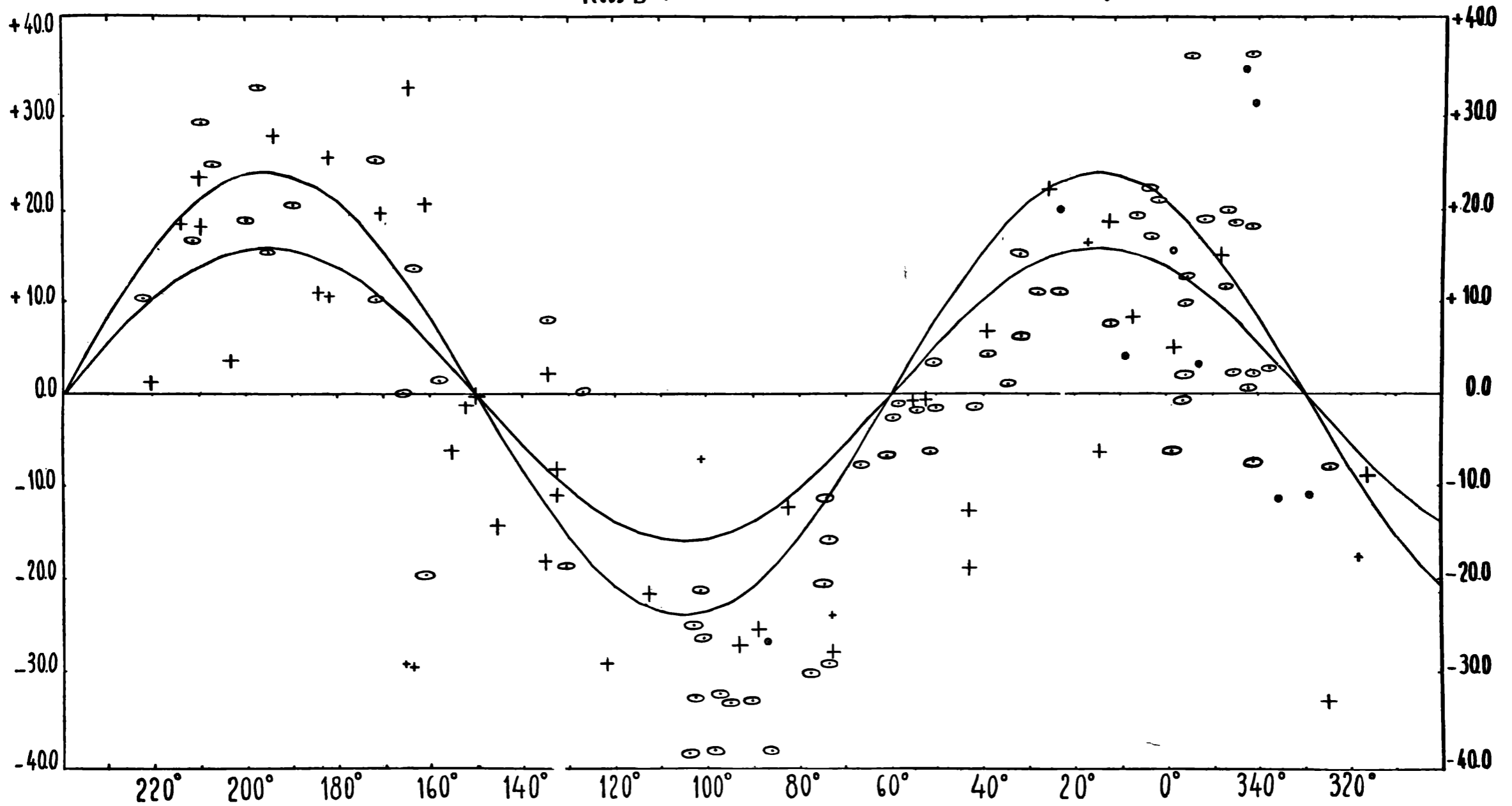


FIGURA 10: Velocidades radiales residuales estelares $\frac{V_{res}}{R \cos^2 B}$ (AJ Joy (1939) ApJ 89: Estrellas variables δ Cephei) reducidas todas a 1 kpc de distancia.



a saber: $S_{430} = 0.85 R$. Pero en vista de nuestros nuevos coeficientes de absorción, el coeficiente $T_{430} = 0.85 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}}$ es excesivamente pequeño, especialmente para las variables ce-

feidas, que se encuentran a distancias grandes y pequeñas latitudes galácticas. La aplicación de nuestras fórmulas disminuiría bastante las distancias de estas estrellas. Entonces la constante A resultaría correspondientemente todavía mayor de $21 \frac{\text{seg. Kpc.}}{\text{Km.}}$

lo que de ninguna manera sería deseable. Afortunadamente esto tampoco sucede porque, en segundo lugar, nos vemos precisados a corregir la magnitud absoluta azul (fotogr.) de las cefeidas de M_{430} ($\lg P = -0.4$) = $+0^m32$ en -1^m05 , a fin de obtener M_{430} ($\lg P = -0.4$) = -0^m73 , como resultó en base a una investigación de Mineur, 1944.

Además Mineur se vió obligado a pasar desde un valor inicial $T_{430} = +0.70 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}}$ a un valor terminar $T_{430} = +0.96 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}}$.

Es especialmente interesante que Berthod-Zaborowski, (1946), en una investigación similar, no encontró ninguna segunda corrección del origen de la curva período-luminosidad, mientras que, por el contrario, llevó el valor de la constante de absorción desde

$$T_{430} = +0.96 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}} \text{ a } T_{430} = +1.29 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}}$$

Pero el último valor es mucho mayor que el valor $T_{340} = 0.85 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}}$

utilizado a la sazón por Joy (1939) y se acerca indiscutiblemente a nuestras exigencias.

En esta ocasión sería bueno recordar que todas las investigaciones de la distribución estadística de las alturas Z de las estrellas del tipo δ Cefei sobre el plano galáctico siempre arrojaron valores de T_{430} bastante altos, entre 1.5 hasta $2 \frac{\text{mag.}}{\text{Kpc.}}$ (Bottlinger y Schneller, 1930;

Joy, 1939). Por lo demás, los dos primeros encontraron el mismo resultado relativo a los cúmulos abiertos.

Sin agregar más, se puede juzgar por la fig. 10, que el aumento en el monto de la absorción interestelar y el de las magnitudes absolutas se equilibran bien en media para las 156

Cefeidas. El valor de la constante A no puede estar lejos de $20 \frac{\text{Km.}}{\text{seg. Kpc}}$. Nuestro retorno a

las "antiguas" magnitudes visuales absolutas M (733 estrellas), está entonces bien justificado desde el punto de vista de la rotación galáctica e igualmente de la intensidad de absorción interestelar de nuestras nuevas fórmulas.

La Plata, diciembre de 1951.

BIBLIOGRAFIA

- K. F. BOTTLINGER y H. SCHNELLER: 1930, Z f A 1, p. 339.
- J. A. PEARCE y S. N. HILL: 1931, Dom. Ap. Obs. Victoria, 6, Ng 4.
- J. H. MOORE: 1932, Lick Publ. 18.
- J. S. PLASKETT y J. A. PEARCE: 1933, Dom. Ap. Obs. Victoria, 5, N° 3.
- J. STEBBINS y C. M. HUFFER: 1934, Washburn Publ., 15, Part. 5.
- E. G. WILLIAMS: 1934, Mt. Wilson Contr. 487 = A p J, 79, p. 280.
- P. W. MERRILL, R. F. SANFORD, O. C. WILSON y C. G. BURWELL: 1937, Mt. Wilson Contr. 576 = A p J, 86, p. 274.
- J. H. OORT: 1938, B. A. N., 8 p. 233.
- A. H. JOY: 1939, Mt. Wilson Contr. 607 = A p J, 89 p. 356.
- R. F. SANFORD y O. C. WILSON: 1939, Mt. Wilson Contr. 613 = A p J, 90, p. 235.
- J. STEBBINS, C. M. HUFFER y A. E. WHITFORD: 1939, Mt. Wilson Contr. 617 = A p J, 90 p. 209
- J. STEBBINS, C. M. HUFFER y A. E. WHITFORD: 1940, Mt. Wilson Contr. 621 = A p J, 91, p. 20.
- J. STEBBINS, C. M. HUFFER y A. E. WHITFORD: 1940, Mt. Wilson Contr. 631 = A p J, 92, p. 193.
- R. E. WILSON: 1940, Mt. Wilson Contr. 631 = A p J, 92, p. 170.
- A. ALI: 1941, M. N., 101, p. 324.
- J. A. O'KEEFE: 1941, A p J, 94, p. 353.
- J. STEBBINS y A. E. WHITFORD: 1943, A p J, 98, p. 20.
- H. MINEUR: 1944, Ann. d'Astroph., 7, p. 160.
- P. PISHMISH y A. PRIETO: 1945, A p J, 101, p. 314.
- J. STEBBINS y A. E. WHITFORD: 1945, A p J, 102, p. 318.
- HERBERT WILKENS: 1945, Pub. La Plata, Ser. Astr., Tomo 22.
- H. BERTHOD-ZABOROWSKI: 1946, Ann d'Astroph., 9, p. 123.
- L. BINNENDIJK: 1946, Ann. Leiden Deel 19, Tweede Stuk.
- J. H. OORT y H. C. VAN DE HULST: 1946, B. A. N., 10, p. 187.
- HERBERT WILKENS: 1947, Publ. La Plata, Ser. Astr., Tomo 23.
- LYMAN SPITZER JR.: 1948, A p J, 108, p. 276.
- R. F. SANFORD: 1949, A p J, 110, p. 117.

Terminóse de imprimir el
día 25 de febrero de 1959
en los Talleres Gráficos
“Olivieri y Domínguez”,
calle 4 número 525, de la
ciudad de La Plata.