

PRESIDENCIA DE LA NACION

Ministerio de Asuntos Técnicos

PUBLICACIONES DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA CIUDAD EVA PERÓN

Director: Capitán de Fragata (R) GUILLERMO O. WALLBRECHER

SERIE CIRCULAR N° 11

Comunicaciones del Departamento de Astrofísica

EVA PERÓN

1952

Declaración del Consejo Nacional de Investigaciones Técnicas y Científicas sobre la misión de la ciencia y la técnica en la Argentina Justicialista

RESOLUCION ADOPTADA EN LA SESION DEL 8 DE ABRIL DE 1952

La ciencia y la técnica argentinas pertenecen al pueblo que las nutre y a la realidad nacional que integran.

Con respecto al pueblo, la ciencia y la técnica tienen el deber ineludible de ser los elementos propulsores de su mejoramiento y de su bienestar. En este sentido, es guía luminosa la consigna de Perón: "El progreso científico podrá darnos máquinas más eficaces y seguras; alimentos más sanos, nutritivos y económicos, casas más higiénicas, cómodas y asequibles. Podrá encontrar los medios de conservar la salud, de preservarnos de las enfermedades y curarnos mejor; podrá ponerse a nuestro alcance, generalizándolos, medios más eficaces para distracción del alma y reparación de nuestras energías físicas y morales." (19-2-48)

Con respecto a la Nación, la ciencia y la técnica deben constituirse en la fuerza motriz que asegure, ensanche y consolide la triple aspiración argentina de una patria Justa, Libre y Soberana. Porque "previo a cualquier esfuerzo del hombre, en nuestra tierra es necesario la independencia económica. Sin independencia económica no hay posibilidad de justicia social; por eso hemos trabajado tanto para obtenerla. Hemos luchado contra todo lo interno y todo lo externo y hemos vencido. Estamos ahora en la tarea de consolidar." (9-6-47)

El decreto de creación del Consejo Nacional de Investigaciones Técnicas y Científicas ha venido a llenar una sensible brecha en el frente organizado del esfuerzo argentino.

Aunque integrado por organismos de valiosa experiencia y honrosa tradición, el Consejo no olvida que es la más joven expresión de la nueva realidad argentina nacida de circunstancias y condiciones sociales y políticas absolutamente nuevas y originales.

El Consejo debe, en consecuencia, aportar nuevos elementos doctrinarios de organización a la actividad científica y debe ubicarse en la primera fila de la actualidad revolucionaria que vive el país.

El decreto de creación del Consejo establece sus objetivos que no son otros, en esencia, que los de coordinar, fomentar y promover el desarrollo de la ciencia y de la técnica en todos los aspectos, adecuándolos a la realidad del momento justicialista.

Es evidente que, en la etapa actual de su desarrollo, el objetivo orgánico del justicialismo argentino está cifrado en la victoriosa concreción de su segundo plan quinquenal.

Como consecuencia lógica de esos objetivos el Consejo asume la responsabilidad de planear la actividad científica y técnica que se desarrolla en el país con el apoyo y cooperación del Estado.

Como organismo revolucionario y popular, el Consejo aspira al florecimiento de toda actividad científica y técnica, pues comprende la gravitación nacional que implica su desarrollo.

Como organismo surgido de la entraña misma del pueblo, el Consejo entiende que el principio orientador de la actividad científica y técnica debe ser la suprema aspiración de una ciencia y de una técnica permanentemente actualizadas y permanentemente puestas al servicio del pueblo y de los intereses nacionales.

La ciencia y la técnica deben ser planeadas por el Consejo, pues éste es la máxima expresión de los organismos que tienen en el país la responsabilidad de esa actividad y que, dado el carácter específico de la creación científica y de la aplicación técnica, exige que su programación y control estén en manos de los propios investigadores científicos y de los ejecutantes técnicos que conocen y estiman las necesidades y condiciones de esa actividad.

La actividad científica y técnica no pueden hallarse desvinculadas de la realidad política y social del país ya que eso sería desconocer la voluntad popular que se ha autodeterminado su propio destino. Por el contrario, a través de esa misma realidad política, la ciencia y la técnica hallarán los elementos para librarse de los factores que retardan su propio desarrollo y que se encubren en ellas para dilapidar los aportes públicos y burlar su participación en el trabajo común.

Esta correlación entre la ciencia y la técnica y la nueva realidad político-social es la mejor característica del Consejo, asumida con plena y espontánea responsabilidad.

El Consejo Nacional de Investigaciones Técnicas y Científicas no desconoce que este planteo motivará el interesado ataque de los enemigos del pueblo y de la Nación, en cuanto aquellos pretendan suponer en esa colaboración, un atentado contra la libertad del investigador y la autonomía de la ciencia.

El Consejo no acepta la interesada protesta de quienes habiendo estado toda su vida aprovechando el mezquino mecenazgo de los usurpadores de la voluntad popular y de los explotadores del esfuerzo argentino, pretenden hoy aparecer como mentores de un pueblo que ha recuperado su soberanía ni como intérpretes de una Nación que afirma su reciente capacitación de independencia.

Por otra parte, en un régimen de justicia social y de integración nacional, donde el auténtico y puro bien común no deja espacio alguno para el juego de intereses de sectores parciales y de minoría antinaciona-

ies, la autonomía de las ciencias, no puede ni debe traspasar el límite exacto que reclama la seguridad de su propia eficacia.

La relación justicialista entre la ciencia y el pueblo aparece muy clara y precisa:

El pueblo y estado argentinos deben el apoyo amplio a la investigación científica y técnica dotándola de los recursos y medios que la investigación y la actividad científica y técnica reclaman.

La ciencia y la técnica deben retribuir al pueblo incrementando la bondad de sus condiciones de vida y asegurando la total independencia, libertad y soberanía argentinas.

La mejor manera de asegurar esa relación es mediante el trabajo organizado y coordinado, traducido en los planes de investigación y ejecución.

Anticipándose a las críticas de que la creación científica no puede planificarse, el Consejo advierte que el adelanto de la ciencia supone, entre otros elementos un extenso trabajo de información que el estado puede y debe metodizar y proporcionar, y que la disciplina del trabajo es siempre el antecedente reconocido de todo acto de creación científica, que no ha sido nunca —aunque supongan lo contrario los diletantes convertidos en críticos científicos— una resultante gratuita.

La información metodizada amplía, junto con la disciplina del trabajo, impuesto por el criterioso manejo de los recursos estatales destinados a la ciencia y a la técnica, han de ser los únicos elementos de planeación utilizados por el Consejo.

La identificación de la ciencia y de la técnica, con el pueblo argentino y con el destino nacional han de ser la piedra fundamental del futuro de la cultura, de la economía y de la industria de nuestra Patria.

Si es cierto que el aire de la libertad es el elemento máspreciado para el hombre de ciencia, no es menos cierto que ese aire no podía ser de la libertad mientras se hallara contaminado por la explotación del hombre argentino y por la frustración del destino nacional.

La revolución justicialista que ha terminado con la explotación del hombre nativo y ha devuelto a la Patria el elemental juego de sus grandes destinos, es el acontecimiento histórico que permite, por primera vez, la auténtica realización de una ciencia y de una técnica argentinas libres y progresistas.

La revolución justicialista, al arrebatar el monopolio del patrimonio científico de las manos rapaces de un reducido grupo social, inyecta nueva vida y sangre a la actividad científica aspirando —mediante el acceso de los hijos de obreros a la enseñanza superior— a la renovación constante y fecunda de los cuadros de investigadores y técnicos.

La creciente vinculación de los organismos de investigación superior con la preparación de los planes de gobierno conducen a una mayor significación de la ciencia y de la técnica con la realidad nacional, terminando con una anacrónica diversidad que resultaba perjudicial para el país y para los propios hombres de ciencia.

Sólo falta acelerar la naciente relación de los hombres de ciencia con los trabajadores y a este respecto el Consejo Nacional asume la responsabilidad de transformarse en el instrumento principal de esa vinculación.

El Consejo Nacional de Investigaciones Técnicas y Científicas, al iniciar sus tareas en este decisivo año 1952, invita a todos los hombres del frente científico y técnico a no defraudar la esperanza que en ellos tienen puestos los hombres de la Nueva Argentina.

La consigna y característica para la inteligencia justicialista ha de ser que ella —a diferencia de la inteligencia capitalista— debe colocarse al servicio del trabajo nacional llegando a merecer el respeto y el cariño de su pueblo.

Como tarea concreta y urgente en este año, debe existir un evidente crecimiento de los cuadros de la conducción técnica y científica pues el país los reclama premiosamente para el manejo de su política, de su economía y de su industria.

Estudios para la Ubicación de un Nuevo Observatorio

P O R

CARLOS O. R. JASCHEK

Debido a la mala ubicación del Observatorio de Eva Perón desde el punto de las condiciones meteorológicas, resulta imprescindible pensar en la elección de un sitio más adecuado, ya sea para la instalación de nuevos instrumentos, ya sea para el traslado de alguno ya existente. Esta preocupación de la Dirección cristalizó en 1948 con la formación de una expedición destinada al estudio de uno de estos sitios conceptuados como probablemente buenos. La expedición estaba dirigida por el Ing. M. Agabios, actuando el suscripto como ayudante. Por sus actividades docentes, el Ing. Agabios tuvo que dejar la realización del trabajo al infrascrito, tarea de la cual se procura dar cuenta en lo que sigue. En el trabajo se han incluido datos obtenidos por el Ing. M. Agabios, y el autor agradece el permiso de incluirlos en el presente estudio.

Por diversas razones pareció conveniente estudiar en detalle algún punto de la Prov. de La Rioja, con preferencia en las cercanías de Chilecito. Para una rápida orientación sobre el clima de la región se inserta a continuación un resumen de los datos meteorológicos, obtenidos en la Estación Meteorológica de Chilecito, dependiente del Ministerio de Asuntos Técnicos. Los datos se basan en observaciones de los años 1943 a 1945.

Con respecto a las distintas columnas de la Tabla 1, conviene puntualizar lo siguiente:

- Columnas a, b = Presión atmosférica y temperatura. Dan los promedios mensuales de tres observaciones diarias, efectuadas a las 8,14 y 20 horas. La presión está dada en milibares.
- Columna c Amplitud térmica. Da el promedio de las amplitudes diarias.
- d Máxima y mínima absolutas. Indica los extremos registrados en los tres años.
- e Humedad relativa. Indica los promedios totales.
- f Nubosidad. Indica los promedios mensuales de tres observaciones diarias. La escala de nubosidad va desde cero (cielo despejado) a diez (cielo cubierto).
- g Frecuencia de los vientos. Da el porcentaje de los vientos que soplaron en cada una de las direcciones. Está basado también en tres observaciones diarias.
- h Precipitación. Indica el promedio de los tres años.
- i Precipitación máxima. Indica la máxima en los tres años.

Fenómenos especiales. Indica el promedio anual de veces en que se registró dicho fenómeno. Cielo cubierto significa que la suma de las nubosidades de un día fué mayor de 24; cielo despejado que esta suma fué menor que 4.

T A B L A N^o 1

Mes	P.at.	T.m.	A.	M. y m	H	N.	Fr. V	Pr.	M.pr.
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
I	888.2	24.3	17	41.5	55	5.2	Calmas	28	
II	88.3	23.4	16		62	4.9	N	7	
III	90.9	19.5	16		65	4.1	NE	1	
IV	91.4	16.4	12		65	4.2	E	3	
V	89.9	13.1	12		62	2.6	SE	6	
VI	90.2	9.9	12		60	3.5	S	34	
VII	90.5	9.5	13	- 4.3	54	3.5	SW	5	
VIII	90.0	12.1	14		44	2.1	W	2	
IX	90.1	16.4	21		42	2.6	NW	3	
X	87.6	19.9	16		49	3.5	Total	100	241
XI	87.5	21.2	15		48	3.7			37.5
XII	87.4	24.2	15		45	4.4			
Total	889.3	17.4	—		54	3.7			

FENOMENOS. ESPECIALES

Lluvia	35	Tormenta	9
Nieve	1	Niebla	7
Llovizna	11	Cielo cubierto	47
Granizo	3	Cielo claro	112

De los datos de la Tabla 1 se desprenden las siguientes conclusiones:

El clima es subtropical árido, siendo la nubosidad baja excepto en los primeros meses del año. Estos meses presentan además los máximos de humedad, lluvia, granizo y tormentas. Los vientos soplan predominantemente del Sud y su velocidad nunca sobrepasa los 24 km/hora.

Estos datos permitieron suponer que la zona presentaba caracteres generales favorables. Debe agregarse a estos últimos la existencia de un pueblo (Chilecito) de unos 7.000 habitantes y la existencia de comunicaciones ferroviarias, de caminos buenos y la provisión de agua y energía eléctrica.

SITIO ELEGIDO. — El lugar elegido para la erección de la estación tiene las coordenadas 4^h29^m52^s longitud oeste y 29^o09'22" latitud sud, según determinación del Ing. Agabios. Se encuentra a 1000 metros aproximadamente sobre el nivel del mar y se halla ubicado a un km y medio al noroeste de Chilecito, en las afueras de una población denominada La Puntilla. El suelo está constituido por una planicie pedregosa y los cerros más vecinos distan unos trescientos metros. Hasta una altura de 8° el horizonte está despejado en todos los sentidos; debajo de este límite existen cerros al oeste y al este que obstruyen parcialmente la visual.

PERMANENCIA EN EL SITIO. — Los estudios se extendieron sobre algo más de un año (entre el 1° de mayo de 1948 y el 1° de junio de 1949) y comprenden 276 noches distribuidas con bastante uniformidad sobre los distintos meses. Esta larga estada permite atribuir bastante peso a las conclusiones.

INSTRUMENTAL. — Los estudios se llevaron a cabo mediante un refractor ecuatorial de 10,5 cm., de abertura y 1,5 m. de distancia focal. Este anteojo lleva anexo un tubo fotográfico de 5 cm. de abertura y un metro de distancia focal. El guiado se hacía mediante el anteojo refractor. El instrumento estaba ubicado en una casilla de madera y quedaba completamente al descubierto durante las observaciones.

El equipo meteorológico comprendía barógrafo, termógrafo, termómetro de máxima y mínima y anemómetro.

ESTUDIOS REALIZADOS. — Se llevaron a cabo los siguientes estudios:

- a) Turbulencia (visualmente, método de imágenes de difracción).
- b) Límite de separación de estrellas dobles (visualmente).

- c) Centelleo (estimaciones visuales).
- d) Transparencia (visual y fotográficamente).
- e) Refracciones accidentales (Macroturbulencia) (estudio de trazos estelares).

En lo que sigue trataremos en detalle los distintos métodos y los resultados obtenidos mediante su empleo, dando mayor peso a la exposición del método a), porque demostró ser el de mayor utilidad.

a) *Estudio de la turbulencia.*

Es sabido que los movimientos de las imágenes estelares pueden clasificarse en dos grupos principales: los movimientos de evolución lenta y los de evolución rápida. Los denominaremos en lo sucesivo “refracciones accidentales” o “macroturbulencia” y “turbulencia” o “microturbulencia”. La turbulencia produce en dos zonas vecinas del cielo desplazamientos rápidos e independientes; la macroturbulencia produce en cambio movimientos lentos que afectan grandes áreas en conjunto.

El método para estudiar la turbulencia mediante las imágenes de difracción fué expuesto por Danjon y Couder en su libro “Lunettes et télescopes” (París, 1935), p. 72 y siguientes. Daremos a continuación un breve resumen, dado que resulta imprescindible para lo que sigue.

El haz luminoso proveniente de una estrella forma en el plano focal de un antejo una figura de difracción, que consiste de un gran núcleo luminoso, llamado falso disco, y de una serie de anillos concéntricos, cuya intensidad decrece rápidamente. El diámetro del falso disco, expresado en segundos de arco, es igual a 28 cm., dividido el diámetro del antejo, expresado también en cm.

La superficie de onda que llega al objetivo no es, en general, una superficie plana; las inhomogeneidades atmosféricas la deforman —a veces considerablemente— y estas deformaciones varían rápidamente. El rayo luminoso en consecuencia tampoco está fijo, sino que sin cesar se desplaza en el interior de un pequeño cono, cuya abertura haremos, por definición igual a 2t. El ángulo t depende del estado atmosférico y es siempre inferior a unos segundos de arco. Las irregularidades variables de la superficie de onda provocan una concentración o dispersión de la luz en determinadas zonas. Esto se puede observar muy bien en un antejo grande, si se retira el ocular y se fija la vista sobre el objetivo. Se puede hablar hasta de una longitud de onda del sistema de bandas que cruza el objetivo, a pesar de que no se trata de un fenómeno estrictamente periódico.

Si se estudia el aspecto de las imágenes de difracción, cuando la longitud de onda es pequeña respecto del diámetro de la imagen de difracción, se verá en general que el aspecto no difiere mucho del que debiera tener teóricamente. Si $t = a/4$ ($a =$ radio del falso disco de la imagen), la deformación de la imagen se hace visible; los anillos comienzan a mostrar unas condensaciones periódicas móviles e irregulares. Si $t = a/2$, los anillos tienden a romperse en fragmentos; si $t = a$, la imagen se hace agitada y los anillos no se distinguen ya. De este modo se puede establecer empíricamente una relación entre t, a y el aspecto de la imagen de difracción. Ya que se conoce el aspecto (estimado en alguna escala), y el valor de “a” por cálculo, puede calcularse t, o sea la turbulencia.

Si se estudia el andar de t con la distancia cenital de las estrellas, se ve que aumenta con ella. Esto lleva a suponer, en primera aproximación, que el efecto de la perturbación (t) depende del espesor del estrato atmosférico que el rayo luminoso atraviesa. Este depende naturalmente de la distancia cenital de la estrella observada (z). Danjon sostiene que la mayor parte de los efectos se localizan en una capa relativamente delgada, que se extiende encima de los 3,5 km., de altura. Para reducir pues todas las observaciones al cenit, dividimos las turbulencias (t) observadas a distintas distancias cenitales (z) por un factor c cuyo valor se calcula de acuerdo a la fórmula

$$c = \left(\cos^2 z + 2 \frac{H}{R} \sin^2 z \right)^{-\frac{1}{2}} \sim \sec z \left(1 - \frac{H}{R} \operatorname{tg}^2 z \right)$$

para cuya derivación consúltese Danjon (loc. cit.). En la fórmula precedente, z = distancia cenital; H = altura en la cual comienza el estrato perturbador; R = radio terrestre.

Podemos reducir de este modo todas las observaciones al cenit, obteniendo luego por un promedio de todos los datos reducidos, el valor de la turbulencia en el cenit (coeficiente cenital de turbulencia) que designaremos con T.

Se ha derivado T casi siempre de unas diez o doce estrellas tomadas en distintos acimutes y alturas. El aumento empleado fué de 300. La escala usada para calificar las imágenes, fué la recomendada por Danjon y Couder, ampliada con algunas subdivisiones. La estimación resultó así un trabajo muy fácil. En noches buenas se pudieron ver ocasionalmente hasta siete anillos de difracción.

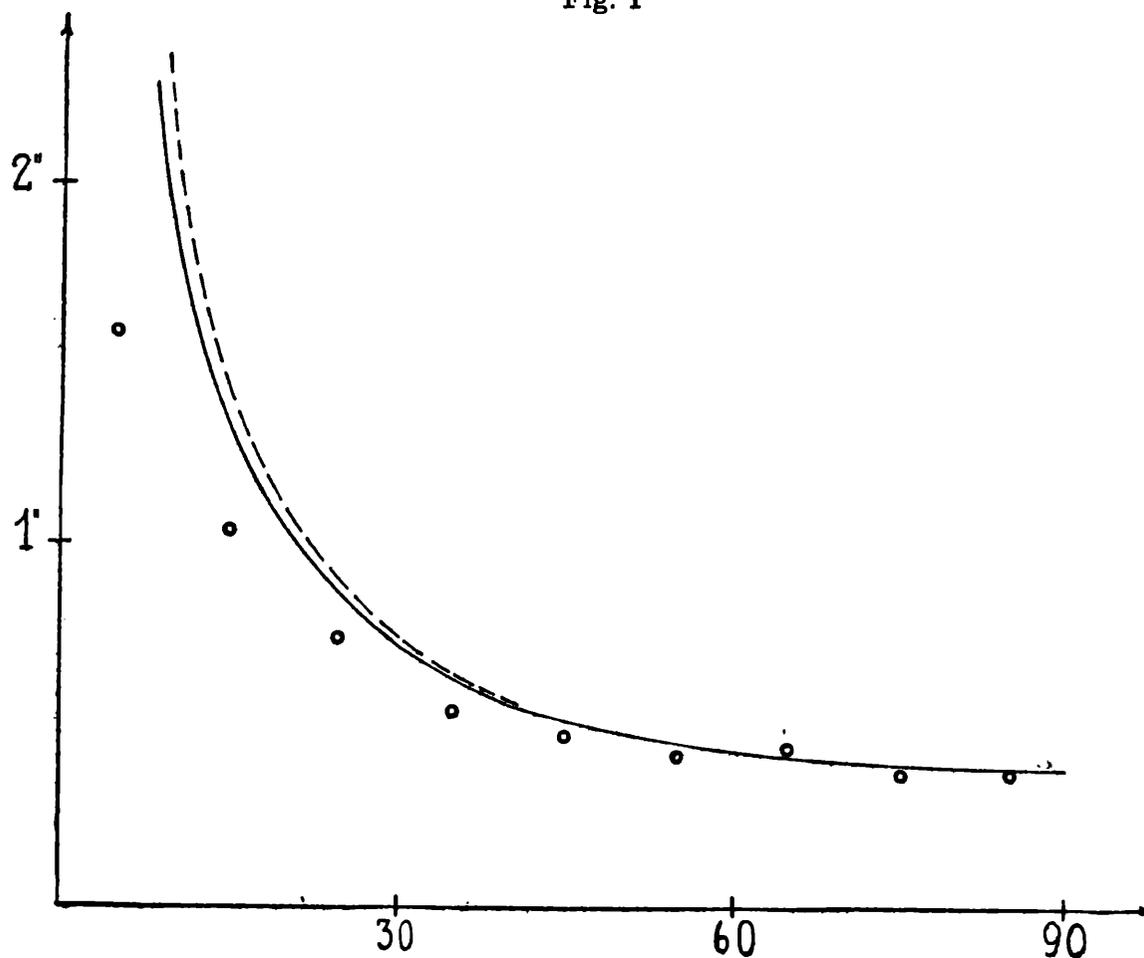
Puede preguntarse si la escala utilizada para las clasificaciones es independiente de la magnitud y del color de las estrellas observadas. Un examen cuidadoso del material reveló las siguientes conclusiones: :

- 1) En general se califica estrellas más brillantes como menos perturbadas.
- 2) En general se tiende a calificar las estrellas coloradas con medio grado de escala más alto que las estrellas blancas (es decir, menos perturbadas) a igualdad de magnitudes. Esto último se debe evidentemente a una combinación del efecto Purkinje y del efecto (1) precitado.

De todos modos, la influencia conjunta de ambos factores, aun cuando alterase sistemáticamente en medio grado de escala las apreciaciones, produciría sobre la turbulencia cenital calculada, un error de 0''05, es decir, prácticamente igual al error de una determinación de turbulencia cenital.

Queda por estudiar la influencia de un incorrecto valor de H en la reducción de las observaciones. Se podría tratar de estimar H directamente, comparando la curva empírica de variación de turbulencia con la distancia cenital, con curvas teóricas trazadas para distintos valores de H. El resultado de esto puede verse en la figura 1, donde se representa la turbulencia

Fig. I



Turbulencia (ordenadas) en función de la altura (abscisas)
 o Resultado de las mediciones
 Curva teórica, H = 3,5 Km
 ————— Curva teórica, H = 0 km

en función de la altura. Los distintos trazos representan la curva empírica, basada en mil observaciones de estrellas, y dos curvas teóricas para $H=3,5$ km., y $H=0$ (es decir, toda la atmósfera influye). Como se ve, la diferencia entre las tres curvas no es grande, excepto en la región allende de los 75° de distancia cenital, donde las observaciones se apartan de cualquiera de las curvas teóricas. Nada definitivo puede decirse entonces sobre la altura de la capa perturbadora. Adoptaremos el valor de $H=3,5$ km., utilizado por Danjon.

Otra cuestión que puede analizarse es la relación entre la calidad de las imágenes y los acimutes. De un análisis detallado de las observaciones en los meses de mayo, octubre y febrero se desprenden las siguientes conclusiones:

1) En la zona comprendida entre el cenit y los 60° de altura, la calidad de las imágenes no depende de los acimutes, ni de las estaciones.

2) En la zona comprendida entre los 60° y los 30° de altura, las imágenes son mejores en el sud y en el este, que en el norte y en el oeste.

3) En la zona comprendida entre los 30° de altura y el horizonte, la bondad de las imágenes cambia en los distintos meses, sin que haya una relación muy clara con la dirección de los vientos predominantes, o con otros factores meteorológicos.

En la tabla N° 2 se han agrupado todos los coeficientes de turbulencia cenital media observados. Una noche se ha calificado como muy buena, si T era menor o igual a $0''25$; buena, si era inferior a $0''4$; regular, si era inferior a $0''7$ y mala, si era superior a $0''7$.

T A B L A N° 2

Meses	N. muy buenas	N. buenas	N. regulares	N. malas	Total
Mayo 1948	2	7	2	3	14
Junio	2	7	7	2	18
Julio	2	2	2	1	7
Septiembre		1	3		4
Octubre		6	4	2	12
Noviembre	1	7	5		13
Diciembre		4	1		5
Enero 1949	1	2			3
Febrero	6	9	1		16
Marzo	1	4	4		9
Abril	4	12			16
Mayo		1	4		5
Junio		5			5
TOTAL	19	67	33	8	127

Conviene agregar que la turbulencia se determinó una sola vez por noche; casi siempre la determinación se hizo después de medianoche. Se desistió de hacer dos determinaciones por noche, dado que las diferencias entre los coeficientes T resultaron ser menores que el error de una sola determinación, estimada en $0''05$.

Para tener alguna idea de si los valores de T obtenidos por este método tienen algún significado real, se estimó la agitación turbulenta en el borde de la luna sobre hilos micrométricos y la agitación turbulenta en el disco de planetas grandes (Júpiter y Saturno) en fracciones de su diámetro. Dentro de la exactitud de estas estimaciones hay un buen acuerdo con los valores de la turbulencia derivados según el método precedente.

b) Límite de separación de estrellas dobles.

Pese a que la experiencia de muchos astrónomos mostró que estas observaciones tienen un valor muy relativo, se observaron las estrellas de una lista de dobles que contenía pares con separaciones comprendidas entre $6''0$ y $0''6$. Se eligieron preferentemente dobles con componentes de igual brillo, no mayores que la séptima magnitud. La separación de las dobles de la lista fué determinada en Eva Perón, por el departamento de Astrometría. Se consideró "haber visto" una doble cuando después de algún tiempo no cabía duda de que se veían separadas ambas componentes, o cuando al menos se observaba un alargamiento pronunciado, y

constante en dirección. Si se admite que la distancia mínima de dobles observables en un anteojo de D cm de diámetro viene dada por la fórmula $\frac{13''}{D}$ (Límite de Dawes), este límite no siempre fué alcanzado, si bien en algunas noches excepcionales fué superado. En un 20 % de las noches se observaron dobles de separación menor de $1''5$; en un 50 %, dobles de separación entre $1''5$ y $2''0$ y en el 30 % restante, sólo se observaron dobles con separación mayor de $2''0$. En total se observaron dobles en 59 noches.

De las observaciones se desprende que en noches buenas para dobles, en general la turbulencia era pequeña, si bien la inversa no siempre se cumplía. Por este motivo se puede utilizar en una cierta medida la visibilidad de dobles cercanas como índice para la bondad de la noche, si bien es evidente que la apreciación de dobles muy cercanas es frecuentemente muy difícil.

c) *Centelleo.*

Se hicieron dos tipos de observación de centelleo. En el primer tipo de observaciones se apreció el centelleo a ojo desnudo en todo el cielo, sin tener en cuenta la zona por debajo de los veinte grados de altura. Esta "impresión de conjunto" se apreció en una escala convencional de cuatro grados. Los resultados de las observaciones extendidas a 36 noches evidenciaron únicamente dos cosas:

- 1) cuando aumenta el viento (superficial) el centelleo suele aumentar también;
- 2) cuando el centelleo es muy notable y abarca también la región cenital, la turbulencia es también muy grande.

El segundo tipo de observaciones se efectuó en el intento de estimar la cantidad de escintilaciones por segundo. Esta apreciación es difícil, ya que en general hay varias por segundo (entre una y seis). Se comprobó que la frecuencia de las escintilaciones no depende únicamente de la altura, si bien decrece en general con ella. La frecuencia de escintilación suele ser bastante uniforme dentro de áreas relativamente grandes del cielo, cambiando rápidamente en los bordes de la zona. Cabe admitir que esto se deba a grandes masas locales de aire, en la vecindad de los cerros, que provocan un tipo uniforme de centelleo en esta región.

En las cercanías del horizonte (a menos de 15°) el centelleo en general aumenta, pero las escintilaciones se hacen más pausadas. Muchas veces se observó la disociación de la imagen de una estrella en dos discos (uno azul, rojo el otro) que al cabo de fracciones de segundo volvían a superponerse. El centelleo cromático se observó hasta alturas de 15° habitualmente, y ocasionalmente (una vez en cuarenta noches), a treinta grados de altura.

d) *Trasparencia.*

Es sabido que la transparencia aumenta con la altura de la estación sobre el nivel del mar; de ahí que fuera posible suponer de antemano que Chilecito debía tener buena transparencia. Si se acepta que la magnitud límite en un anteojo de L cm de abertura viene dada por la fórmula

$$7^m1 + 5 \cdot \log L$$

en nuestro anteojo la magnitud límite sería de 12^m2 .

Las observaciones se hicieron visualmente sobre estrellas de las zonas de las Harvard Standard Regions. Se eligió la zona F 2 como patrón por su circumpolaridad. De las treinta observaciones de la zona, en un 50 % se observaron estrellas entre las magnitudes 13^m9 y 13^m6 ; en la otra mitad se vieron estrellas entre 13^m5 y 13^m0 . En verano y principios de otoño la magnitud límite media fué de 13^m5 y en invierno y primavera, de 13^m2 , debiendo atribuirse la diferencia a la extinción distinta por la diferente distancia cenital. Se concluyó que la ganancia en magnitud límite es de una magnitud en promedio, y que la ganancia es constante a través del año. La constancia de la transparencia a lo largo del año fué verificada por otra parte mediante una serie de placas fotográficas de zonas fotométricas patrones. Los resultados confirman la constancia.

e) *Macroturbulencia.*

La macroturbulencia se investigó mediante el registro de trazos de estrellas sobre placas fotográficas. Se tomaron algunas placas, pese a que la distancia focal de un metro no favorece esta clase de investigaciones.

En las placas se midió la posición del centro del trazo a intervalos regulares (cada décimo de mm). Si se representan gráficamente los datos obtenidos, se tiene una línea quebrada que esquematiza el andar del trazo. Naturalmente debe tenerse en cuenta el error de bisección que es relativamente grande, porque el trazo tiene un grosor e intensidad variables. En nuestro caso el error de bisección se estimó en aproximadamente 0"4.

Del análisis del material puede concluirse lo siguiente::

- 1) las amplitudes oscilaron, para las distintas noches, entre 0"5 y 2"5.
- 2) los períodos casi siempre fueron del orden del minuto;
- 3) a estas oscilaciones grandes suelen superponerse otras de período y amplitud menores (20 segundos y 1"0 respectivamente);
- 4) en noches con poca turbulencia también suele disminuir la amplitud de las oscilaciones.

Debe sobrentenderse que los fenómenos macroturbulentos no son estrictamente periódicos y que hablar de "amplitudes" y "períodos" es sin duda alguna una fuerte idealización de las observaciones.

OBSERVACIONES METEOROLOGICAS. — Durante toda la estada se tomaron registros de presión y temperatura, a los cuales se agregaron observaciones sobre vientos y nubosidad.

En lo tocante a los vientos, los mismos no suelen tener más de 20 km/hora de velocidad. En cuanto a su dirección soplan casi exclusivamente del oeste; esto se explica por la topografía de la región, pues al oeste está el Famatina, cadena montañosa muy elevada. En las primeras horas de la noche comienza, a soplar un viento continuo y suave desde la montaña hacia el valle; casi siempre entre la una y las dos de la madrugada se produce una calma, y más adelante suele soplar otra vez el mismo viento.

Si atendemos a la frecuencia de los distintos vientos, obtenemos la siguiente distribución:

Calma	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	Total
17	19	40	10	3	—	—	1	10	100

Si en cambio atendemos a las velocidades del viento, obtenemos la siguiente distribución:

Velocidad: en m/seg	en km/hora	Frecuencia
0 y 1	0-3,6	22 %
2	7,2	33
4	14,4	28
6	21,6	16
7	25,2	1

Obsérvese que si se enfrentan los datos sobre vientos nocturnos y diurnos (vientos diurnos en tabla 1), lo único que discrepa es la dirección del viento; la velocidad en cambio es prácticamente igual.

El único viento de efectos muy desagradables, es el viento de aire caliente, llamado zonda. Este sopla generalmente del norte, levantando grandes masas de polvo a la atmósfera, las que sólo bajan poco a poco. El efecto sobre la visibilidad es desastroso, y puede decirse que en promedio, un zonda inutiliza tres noches consecutivas. Se puede calcular que en Chilecito hay menos de 7 zondas por año. Otro inconveniente del zonda es que el polvo que levanta es extremadamente fino, y penetra en todos los sitios, aun en los que están cerrados, constituyéndose así en un grave peligro para todos los mecanismos delicados.

En lo que respecta a la nubosidad nocturna, se han efectuado regularmente cuatro observaciones nocturnas, a las 22, 24, 2 y 4 horas. Cuando fué posible, también se hicieron observaciones a las 20 y a las 6 horas. La escala adoptada fué de 10 para el nublado total. De

acuerdo a lo observado, se calificaron las noches en 4 categorías: despejadas, seminubladas, nubladas y cubiertas. Llamando L al nublado máximo y P al promedio de las observaciones de una noche, se consideró que una noche

es despejada	si $P < 1$	y $L \leq 2$
seminublada	$P < 5$	$L \leq 5$
nublada	$P < 7,5$	$L \leq 8$
cubierta	$P < 10$	$L > 7$

Aplicando esta clasificación, se han calculado los siguientes promedios, compilados en la tabla 3.

T A B L A N° 3
Nubosidad nocturna

Mes	Cubiertas	Nubladas	Seminub.	Despejadas	Total observ.	Promedio mensual
Mayo 1948	4	2	5	4	15	2,6
Junio	4	4	2	16	26	3,5
Julio	8	2	5	6	21	5,9
Agosto	2	5	2	21	30	2,1
Setiembre	3	8	5	14	30	3,2
Octubre	5	1	1	19	26	3,4
Noviembre	9	5	3	13	30	3,7
Diciembre	4	2	2	5	13	4,4
Enero 1949	5	3	3	1	12	5,2
Febrero	9	4	6	9	28	4,9
Marzo	10	6	1	8	25	4,1
Abril	1	1	2	16	20	4,2
Suma	64	43	37	132	276	
Porcentaje	23	16	13	48	100	

Los promedios de los meses julio, agosto y setiembre han sido calculados en base a datos suministrados por el Ing. Agabios.

Comparando los datos de nubosidad nocturna con los promedios mensuales de nubosidad diurna, (tabla 1) se observa que hay una coincidencia casi completa.

Pese a que por diversas circunstancias no se dispone de los datos de todo el año, parece razonable extrapolar el promedio de noches despejadas, seminubladas, etc., a todo el año. Procediendo así, resultan las siguientes cifras:

Noches despejadas	48 %	176 noches
seminubladas	13	47
nubladas	16	58
cubiertas	23	84

Naturalmente estos datos deben considerarse sólo como extrapolaciones. Es de notar también que la parte más desfavorable del año es, otra vez, el verano.

Otro dato de interés es el de la pendiente de la curva termométrica nocturna. Es evidente que caídas bruscas pueden ser nocivas para los espejos de los anteojos. En general no hay descensos bruscos en Chilecito, y en las fajas termométricas se observan pendientes bastante uniformes durante la noche. Sólo hubo cinco caídas bruscas (nocturnas) de temperatura en un año; considerando como tales a pendientes de más de cinco grados en media hora. Estas caídas se debieron a tormentas o a zondas.

CONCLUSIONES. — En base a todo el material, tanto astronómico como meteorológico, podemos proceder a juzgar definitivamente la calidad de las noches.

La permanencia en el lugar fué de 276 días. De esta cantidad hay que descontar 52

noches durante las cuales no se trabajó por causas varias. Quedan 224 noches. Debemos definir ahora un criterio para calificar estas noches. Un primer criterio negativo está dado por la nubosidad nocturna. Se consideró inútil toda noche que cumpliera una o varias de las siguientes condiciones: .

- 1 — nubosidad permanente mayor o igual que 7.
- 2 — nublado total después de medianoche.
- 3 — viento mayor que 20 km/hora.

Esta última condición se introdujo porque con viento de tal intensidad el anteojo se movía tanto que dificultaba toda observación continua.

Las noches restantes, consideradas como útiles, se pueden clasificar en base a la calidad de las imágenes, o a la transparencia. Como esta última es sensiblemente constante, según se vió anteriormente, no se la tuvo en cuenta. Para clasificar la calidad de las imágenes puede recurrirse a la turbulencia, al límite de separación de dobles, al centelleo o a la macro-turbulencia. Como se ha visto anteriormente, la observación de los tres últimos fenómenos conduce a resultados paralelos a los obtenidos con la turbulencia; por esta razón en último análisis se ha preferido hacer la clasificación en base al coeficiente T de turbulencia cenital. Únicamente en cinco noches en las cuales no se determinó T, se utilizó alguno de los otros criterios.

La escala empleada para clasificar las noches utilizables, es la misma que la usada para la confección en la tabla 2 y está citada nuevamente en la columna segunda de la tabla que sigue.

La clasificación definitiva arroja los siguientes valores:

Clasificación	Turbulencia	Número	Porcentaje
Noches inútiles		92	41
malas	$\geq 0''7$	8	4
regulares	$< 0''7$	35	16
buenas	$< 0''4$	65	29
muy buenas	$\leq 0''25$	24	10

Como la calificación de noche inútil fué manejada con mucha severidad, se puede admitir que su porcentaje sea algo menor, y una estimación prudente bajaría el mismo al 35 %. Si se extrapolan los datos recogidos a todo el año —lo cual es razonable por la distribución bastante uniforme de las noches de observación— se llega a la conclusión de que Chilecito posee entre 200 y 240 noches por año utilizables por lo menos parcialmente, que en su mayoría son buenas. Éste número de noches permite expresar que Chilecito es un sitio adecuado para el fin buscado. No obstante sería imprescindible, en opinión del autor, que antes de ubicar un instrumento grande en esta localidad, las condiciones sean examinadas nuevamente, pero con un instrumento mayor que el utilizado en el presente trabajo.

Es un grato placer expresar mi agradecimiento hacia todas las personas que han posibilitado o facilitado el trabajo. Debo mencionar en primer término al señor Director del Observatorio Astronómico, Cap. de Frag. (R) Guillermo O. Wallbrecher, y al Ing. don Miguel Agabios. Durante la expedición he tenido la colaboración de muchas personas hacia quienes me complazco en expresar una vez más mi sincero reconocimiento.

Fotometría Fotográfica de AI Velorum

POR

CARLOS O. R. JASCHEK

En enero de 1950 se inició en La Plata el estudio de la variable AI Velorum, con dos series simultáneas de observaciones: una serie espectrográfica, a cargo del Dr. Gratton y del señor Lavagnino, y otra serie fotométrica, a cargo del suscrito. La serie espectrográfica se observó en la Estación Bosque Alegre del Observatorio de Córdoba; la serie fotométrica se tomó en La Plata. La presente investigación está basada sobre el material recogido en aquella fecha. Los resultados preliminares de este trabajo han sido expuestos junto con la investigación espectrográfica detallada en otro lugar. (A aparecer en "Zeitschrift für Astrophysik").

Dados diversos inconvenientes del material fotográfico y la falta de un aparato para la calibración de placas con imágenes focales, la precisión de los datos fotográficos es algo menor que la esperada. Por este motivo el centro de gravedad de la investigación recayó sobre la serie de observaciones espectrográficas y la serie fotométrica quedó reservada para efectuar un control independiente de los resultados obtenidos, y para estudiar la correlación entre las variaciones espectrales y las fotométricas. Debe observarse que las presentes observaciones fotométricas son puramente diferenciales; se prescindió de entrada de un estudio de eventuales errores de escala y de origen (cero), dado que esto no afectaría los resultados.

I. INTRODUCCION. — La variable AI Velorum (C. D. $-44^{\circ} 4192$; H. D. 69213), tiene las coordenadas $\alpha = -8^{\text{h}} 08^{\text{m}} 3$ y $\delta = -44^{\circ} 04'$ y fué descubierta por Hertzsprung en 1931 en placas tomadas por van Gent en Johannesburg (1). De un material de 268 placas derivó el autor un período de $0^{\text{d}} 111574 \pm 2.10^{-6}$. La fórmula para calcular las fases es

$$\varphi = 8^{\text{d}} - 196266 \text{ (J. D. } - 2420000) - \text{número entero.}$$

Los máximos corresponden a $\varphi = 0$. La serie estudiada se distribuye sobre 600 días. Hertzsprung encuentra una amplitud de variación de $0^{\text{m}} 3$, y clasifica la variable como perteneciente al tipo RR Lyrae, haciendo notar su semejanza con SN Cas y SZ Tau.

Posteriormente existe una fotometría fotográfica de F. Zagar (2). El material comprende 68 placas con unas 800 exposiciones que abarcan, entre extremos, 86 noches. Zagar encuentra que la fórmula para la fase, dada por Hertzsprung, es satisfactoria; que la variación sólo es semiregular, si bien encuadra dentro del tipo RR Lyrae, y que, por último, la amplitud es de $0^{\text{m}} 9$.

Poco posterior a este trabajo es la fotometría de A. van Hoof (3), la cual confirma, en general, los resultados anteriores. El autor insiste también sobre la variabilidad de la curva de luz, e indica una amplitud aun más grande, de $1^{\text{m}} 1$. No existe noticia sobre otro trabajo fotométrico de AI Velorum, publicado hasta el momento. Por una comunicación privada sabemos que T. Walraven observó fotoeléctricamente esta variable en 1951. Hasta el momento no ha sido publicada esta investigación, pero se citarán algunos de los resultados, que nos fueron adelantados amablemente por el Dr. P. Oosterhoff.

2. INSTRUMENTO Y MATERIAL. — Las placas para la fotometría fueron tomadas con el anteojo astrográfico de La Plata. El anteojo es del tipo "standard" para los trabajos de la Carta del Cielo, y sus características instrumentales son: abertura = 34 cm.; distancia focal = 344 cm. El mínimo focal responde aproximadamente a 4360 Å.

En cada placa se tomaron quince exposiciones sucesivas de la variable y de la zona vecina. Para abreviar las operaciones se trabajaba siempre con algún ayudante. Las imágenes se sacaron extrafocalmente, sobre placas ortocromáticas, con filtro amarillo GG 11, de manera que las magnitudes son fotovisuales. Las placas eran de fabricación nacional; resultaron algo lentas, y algunas de ellas tuvieron diversos defectos en la gelatina, de modo que hubo que rechazar para la medición un 10 % de las imágenes. Por la lentitud de las placas y la rapidez de la variación de la imagen por el otro lado, pudo desenfocarse muy poco el antejo (unos dos mm.), lo cual produjo imágenes prácticamente focales. La exposición por imagen fué de dos minutos.

Las placas se revelaron con unas veinticuatro horas de intervalo, y en las condiciones más homogéneas posibles. Se usó revelador Kodak D 61a., diluido a 18°. Se prescindió del uso de endurecedores en el fijador.

Como estrellas de comparación se usaron C. D. —43° 3998 y —44° 4190, que por su proximidad a la variable caían dentro del área central de la placa. Las magnitudes fueron sacadas del Henry Draper Catalogue, y son

C. D. —43° 3998	H. D. 68217	Ptm. 5 ^m 16	Esp. B3 (Estrella N° 1)
C. D. —44° 4190	H. D. 69191	Ptm. 7 ^m 5	Esp. K0 (Estrella N° 3)

Como se puede observar, el intervalo de magnitud entre ambas estrellas de comparación es bastante grande. De este modo debe superexponerse un poco una de las imágenes, para obtener una imagen medible de la otra. Esto dificulta un tanto las mediciones e incrementa el error de lectura.

En total se sacaron 42 placas, distribuidas sobre 8 noches, de las cuales se midieron 39. El total de imágenes es 607; se rechazaron 17 por pertenecer a una noche de mala calidad, y 74 por diversos defectos. En la tabla 1 están contenidos los datos de cada noche de observación.

TABLA 1

Noche	Nº placas	Intervalo	Observaciones
1950, Enero 13	6	6 ^h 10	Al comienzo imágenes malas
14	3	1 ^h 50	Interrumpida por velo
16	6	5 ^h 20	Noche buena
18	7	6 ^h 20	Noche buena
20	2	0 ^h 50	Interrumpida por velo; se rechazaron las placas
22	7	5 ^h 20	Interrumpida por nubes
23	6	4 ^h 50	Noche buena
24	5	3 ^h 40	Interrump. por nubes; se rechazó la últ. placa

En la tabla precedente la columna encabezada por "Intervalo" indica la longitud del lapso sobre el cual se extienden las observaciones.

3. MEDICION. — Las placas fueron medidas con el microfotómetro termoelectrico de Zeiss del Observatorio. Por haberse descompuesto el galvanómetro a bucle originario, hubo que reemplazarlo por un galvanómetro a hilo de torsión (modelo van Dyck (4)), de la casa Kipp & Zonen, lo cual implicó naturalmente algunas modificaciones en las partes ópticas del instrumento.

Se cambió también la cuña del instrumento, sustituyéndola por una cuña fotográfica lineal en las magnitudes, obtenidas sobre placas de la misma serie que las que se usaron para sacar la variable. La cuña se obtuvo con un sensitómetro de King.

Para la medición se empleó un diafragma de 0,48 mm., de diámetro. Este tamaño resultó ser suficiente para abarcar toda la imagen. La gran diferencia de magnitud de las estrellas de comparación dificultó considerablemente las mediciones, pues las estrellas se encuentran casi en los extremos opuestos de la cuña. No parecía conveniente aumentar la pendiente de la cuña, pues esto hubiera aumentado seguramente los errores, tanto los sistemáticos como los accidentales.

T A B L A 2

295.5411	74	2	295.7326	39	4	296.6520	61	6	298.6836	98	8	300.6006	36	10	300.8021	77	12	304.6610	48	14	305.6251	44	16	305.7604	18	
5431	60		7342	43		6537	61		7142	59		6032	49		8037	64		6630	51		6268	49		7620	53	
5453	90		7371	44		5435	61		7161	61		6048	45		8058	62		6648	44		6347	46		7636	44	
5500	74		7387	43		5454	52		7177	67		6065	45		8080	72		6658	49		6356	54		7653	53	
5521	74		7405	43		5473	41		7193	49		6081	45		5107	34		6752	43		6373	52		7671	43	
5538	68		7421	46		5506	49		7245	39		6097	39		5438	44		6779	33		6389	51		7725	27	
5554	82		7443	46		5525	39		7261	41		6113	41		5455	39		6796	33		6406	52		7739	23	
5570	85		7463	51		5541	57		7277	47		6130	41		5472	50		6802	39		6423	47		7755	40	
5587	116		7493	54		5560	49		7294	54		6146	50		5488	44		6845	43		6441	42		7772	40	
5603	92		7768	64		5576	44		7312	53		6163	45		5504	45		6864	39		6457	47		7791	30	
5619	77		7776	62		5592	38		7333	75		6185	45		5521	49		6881	67		6474	48		7808	30	
5654	75		7731	65		5608	46		7351	63		6194	49		5538	61		6897	53		6510	46		7825	46	
5700	86		7824	54		5628	45		7370	53		6218	42		5556	56		6914	53		6530	52		7842	45	
5739	98		7840	53		5663	49		7387	48		6236	54		5574	56		6930	77		6546	49		7861	45	
5758	82		7856	56		5680	46		7464	50		6388	40		5595	50		6950	80		6564	53		7881	32	
5811	81		7873	55		5868	84		7487	45		6406	41		5612	38		6966	83		6580	55		7902	42	
5827	67		7888	62		5886	63		7503	50		6440	40		5640	40		6985	88		6598	55		7923	41	
5843	66		7904	51		5905	72		7520	45		6456	50		5670	51		6995	89		6674	40		7942	40	
5860	75		7920	50		5920	71		7537	65		6472	54		5705	50		7045	81		6698	41		7960	42	
5876	66		7937	53		5935	73		7554	54		6489	54		5725	50		7056	81		6714	58		7979	41	
5902	72		7953	59		5952	70		7570	65		6515	47		5775	46		7074	83		6734	40		306.6393	46	
5928	63		7953	52		5968	68		7588	74		6530	46		5791	50		7091	83		6752	43		306.6409	43	
5944	66		7976	64		5984	69		7604	66		6556	50		5807	48		7130	78		6768	49		6429	43	
5961	56		7980	64		6001	65		7621	68		6566	51		5824	58		7147	69		6786	46		6443	48	
5980	60		7995	69		6017	67		7643	61		6585	58		5840	58		7163	68		6808	46		6466	48	
6105	40		7951	66		6040	62		7662	80		6684	62		5919	53		7181	58		6826	42		6483	48	
6121	63		7958	55		6057	64		7679	71		6694	80		5936	72		7198	75		6843	42		6466	48	
6161	42		7958	55		6073	64		7698	81		6708	58		5953	59		7216	59		6872	44		6500	42	
6175	52		7973	70		6087	59		7698	38		6726	73		5970	55		7237	55		6894	47		6520	37	
6190	48		7989	69		6106	59		7726	26		6743	58		5992	53		7257	55		6916	50		6536	41	
6208	46		7906	68		6277	45		7743	35		6759	56		6045	53		7274	53		6936	50		6552	29	
6242	57		7924	60		6297	47		7757	47		6833	47		6065	56		7293	55		6955	43		6567	34	
6262	45		7974	58		6314	51		7788	54		6855	58		6119	59		7420	54		6972	60		6620	43	
6283	42		7974	58		6349	42		7808	42		6872	58		6130	58		7436	55		7042	48		6638	43	
6317	54		8032	61		6365	45		7822	52		6905	59		6148	59		7452	55		7052	48		6650	30	
6334	57		8048	74		6398	46		7858	63		6922	57		6165	69		7467	60		7070	52		6670	46	
6354	54		8080	67		6414	48		7877	69		6952	57		6182	69		7482	62		7088	49		6681	44	
6907	56		8094	67		6433	66		7908	75		7571	65		6217	65		7497	54		7107	54		6719	44	
6926	58		8094	38		6440	69		7926	83		7588	60		6238	62		7512	49		7130	56		6748	42	
6942	61		8143	37		6467	69		7944	100		7605	60		6258	61		7528	47		7148	53		6780	53	
6958	49		8159	52		6483	72		7964	99		7622	56		6285	66		7543	49		7175	50		6801	80	
6976	58		8179	51		6500	71		7974	74		7639	62		6309	49		7570	49		7184	55		6819	93	
6991	58		8215	61		6518	67		7991	64		7657	64		6326	47		7587	47		7200	54		6921	109	
7007	48		8239	54		6566	75		8000	64		7674	74		6342	63		7604	45		7244	54		6955	82	
7023	48		8257	69		6602	68		8016	59		7691	76		6360	60		7621	43		7262	58		6976	82	
7039	57		8319	72		6586	68		8032	60		7698	72		6366	56		7639	41		7279	57		7086	85	
7055	58		8328	69		6586	65		8048	58		7727	66		6414	66		7652	43		7299	57		7104	75	
7071	54		8344	50		6618	77		8064	51		7746	66		6424	66		7668	60		7323	53		7122	75	
7088	57		8377	67		6639	78		8080	45		7767	71		6440	74		7684	62		7417	59		7140	82	
7104	59		8390	61		6656	81		8094	48		7789	64		6456	60		7789	52		7443	62		7157	79	
7138	50		8418	62		6674	92		8104	46		7808	63		6472	57		7808	59		7460	59		7176	64	
7214	41		8435	56		6732	104		8116	37		7916	63		6490	57		7916	59		7477	52		7194	80	
7260	40		8451	49		6766	95		8130	43		7930	62		6509	55		7930	57		7494	50		7213	82	
7275	43		8468	55		6784	100		8148	43		7948	58		6533	56		7966	55		7533	53		7230	77	
7293	42		8485	59		6801	110		8166	33		7966	67		6541	52		7984	52		7549	59		7259	62	
7310	38		8503	61		6818	99		8184	34		8002	65		6568	58		8002	58		7567	52		7279	44	
									8007	34					6592	48			8002			7583	55		7296	54

Las columnas encabezadas por números impares contienen las fechas julianas (en fracción de día), a cada una de las cuales hay que sumar 3433000 días. Las columnas encabezadas por números pares contienen el $-\Delta m$, expresado en centésimos de magnitud.

Las placas se leyeron según el esquema habitual, es decir, cada imagen con los dos pares de termocuplas; entre dos imágenes de la estrella se leyó el fondo. En cada placa se leyeron pues las quince imágenes de la variable y las treinta imágenes de las estrellas de comparación, además de las lecturas del fondo de placa. La experiencia demostró que la lectura tan frecuente del fondo de placa en realidad no era necesaria, pues el fondo era muy homogéneo. No obstante se siguió, por uniformidad, el procedimiento mencionado. Para evitar la influencia de posibles variaciones del aparato de un día al otro, se leyó en cada sesión siempre un número entero de placas. Se rechazaron todas las imágenes que tuvieran algún defecto visible en la gelatina que entrase en el campo del diafragma. También se omitió en este caso la lectura de las estrellas de comparación; esto no hubiera sido necesario, por el procedimiento de reducción seguido (excepto, claro está, si la estrella afectada hubiera sido la variable).

4. REDUCCION. — El primer paso de la reducción consistió en sustraer de las lecturas de la estrella, la semisuma de las lecturas del fondo adyacente, a fin de eliminar posibles pequeñas variaciones de fondo. Contando ya con estas series de valores para la variable, y las dos estrellas de comparación, se interpoló directamente la magnitud de la variable en base a la fórmula lineal

$$m - m_0 = \alpha (l - l_0) \quad (1)$$

aplicada a las tres estrellas. Esta fórmula es usable únicamente por la forma lineal de la cuña empleada en las mediciones. El factor α es un factor de escala, y se determina, para cada placa, mediante el conjunto de todas las lecturas correspondientes a las estrellas de comparación.

Reducido así todo el material, se han obtenido los resultados expuestos en la tabla 2 y la figura 1. En la tabla y en la figura se indican el instante medio de cada exposición, expresado en fracción de día juliano, y la $-\Delta m$ con respecto a m_3 . Como las observaciones están registradas al segundo, podría haberse indicado la quinta decimal de día, pero por la incertidumbre del baricentro de la exposición (inercia de la placa), se consideró preferible conservar sólo la cuarta decimal. Los instantes medios tabulados están reducidos al sol, empleándose a tal efecto la tabla de Prager (5). El efecto diferencial es muy pequeño, y alcanza, entre extremos, a $2 \cdot 10^{-4}$ días.

Tanto en la figura como en la tabla, las diferencias de magnitud están indicadas en el sentido

$$\Delta m = m_v - m_3$$

En lo referente a los errores accidentales, el único medio de computarlos es investigando el error con que se mide el intervalo entre las dos estrellas de comparación. Tomando cuatro placas cualesquiera, y computando los errores medios cuadráticos, obtenemos los valores siguientes:

Placa	μ	μ (en magnitudes)
10	$\pm 3,20$	$\pm 0^m06$
21	2,04	0 ^m 06
30	2,25	0 ^m 045
41	2,23	0 ^m 065

De estos resultados se desprende que el error medio cuadrático (interno) de una medición del intervalo es del orden de 0^m,06. Como el intervalo entre la variable y una estrella de comparación es menor que el intervalo entre las dos estrellas de comparación, el error medio cuadrático de una observación es naturalmente más pequeño que 0^m,06, y puede afirmarse que el error de una determinación es del orden de 0^m05. Una inspección de las figuras confirma este orden de magnitud del error.

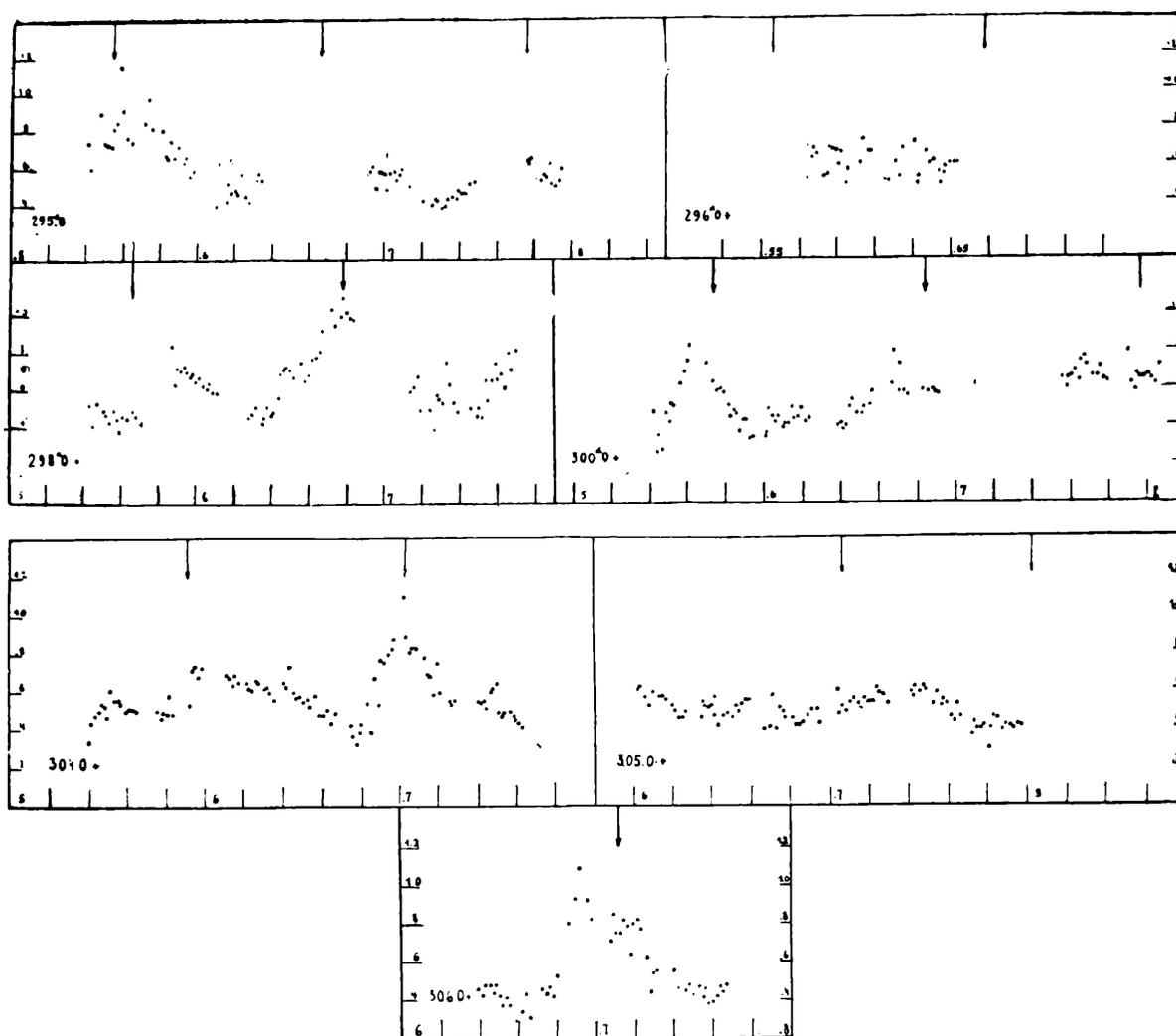


Figura 1. — Parte 1 y 2

En lo tocante a los errores sistemáticos, podemos mencionar los provenientes del distinto color de las estrellas de comparación, los debidos al sistema de magnitudes adoptado, los errores de campo y los de reducción.

El distinto color de las estrellas produce una extinción diferencial; este error sin embargo fué eliminado prácticamente mediante el uso de filtros. Los errores del sistema de magnitudes no nos han preocupado, como ya se dijo en la introducción, de manera que no los hemos tenido en cuenta. El error de campo proviene de la ubicación asimétrica de las estrellas de comparación en la placa. Como en nuestro caso se han ubicado las estrellas lo más simétricamente posible en la placa (con respecto al centro), y como además el fondo resultó sensiblemente homogéneo, (constancia de las lecturas del fondo) es presumible que este error no tenga mucha importancia. La única fuente de errores (de reducción) serios, pudo residir en la no-linealidad de la cuña. Para descartar esto se verificó la linealidad de la cuña mediante comparación con campos de ennegrecimientos conocidos. Las desviaciones encontradas son del orden de los errores experimentales. Como conclusión puede decirse que los errores sistemáticos son seguramente pequeños, tanto por su monto, como también relativamente al monto de los accidentales.

5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS. PERIODOS. — De los trabajos anteriores sobre la variable resulta, sin lugar a dudas, la existencia de un período principal de $0^d111574$. Se ha calculado el instante de los máximos ($\varphi = 0$) de acuerdo a la fórmula de Hertzsprung ¹⁾ :

$$\varphi = 8d^{-1962662} (D. J. - 2426142^{\circ}210) - n^{\circ} \text{ entero} \quad (2)$$

En la figura 1 se ha indicado con trazos verticales, ubicados en el borde superior, la posición calculada de los máximos principales. Resulta evidente un desplazamiento paulatino y

periódico entre los máximos calculados y los observados, de modo que conviene, como primera medida, investigar la longitud del período de esta variación, que llamaremos período secundario.

Para el análisis que sigue hemos utilizado como puntos de referencia, no los máximos, que son de ubicación algo incierta, sino los puntos medios de las ramas ascendentes de las curvas de luz. Estos puntos los designaremos como puntos M, y están dados en la tabla nº 3, junto con sus respectivas fechas julianas, y sus fases calculadas de acuerdo con la fórmula 2. El único punto de ubicación dudosa está marcado con un (:)

TABLA 3

<i>Fecha</i>	<i>Fase</i>	<i>Fecha</i>	<i>Fase</i>	<i>Fecha</i>	<i>Fase</i>
295.755	.806	298.757	.712	304.580 (:)	.901
298.575	.081	300.554	.818	304.690	.887
298.656	.807	300.654	.714	306.683	.750

Si bien el valor exacto del período secundario que se utilizará más adelante ha sido sacado del estudio espectrográfico de Gratton y Lavagnino, no estará demás agregar que, haciendo el análisis habitual de los datos, y ensayando diversos períodos, se llega a la conclusión que el período secundario debe tener una longitud próxima a 0^d377 . Del estudio espectrográfico mencionado se halló como fórmula para la fase secundaria:

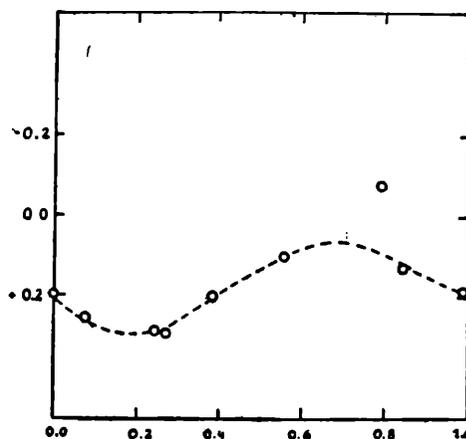
$$\psi = 2d^{-1625} \text{ (D. J.—2433291,}^d417) - n^\circ \text{ entero}$$

o sea un período de

$$1/2^d,625 = 0^d381 \pm 0^d002$$

Fig. 2

Desfasamiento de los puntos M (ordenadas) en función de la fase secundaria ψ (abscisas)



Queda por examinar si este período espectroscópico es compatible con las observaciones fotométricas. Para este fin representamos las fases φ y ψ de los puntos M en un gráfico (ver fig. 2). En la figura se ha dibujado en el eje de las abscisas la fase secundaria ψ y en las ordenadas el desfasamiento (positivo o negativo) de los puntos M; este último está expresado en fracción de día. La curva resultante debe ser —y es— “lisa”. Sólo un punto se aparta sensiblemente de ella, pero desgraciadamente no cabe dudar de que está situado de acuerdo a los datos. En la figura siguiente (3, parte superior) están representados los mismos puntos de la figura anterior (círculos abiertos); los puntos negros de la figura se refieren a la misma representación hecha para los datos de la velocidad radial. Como se observa, el acuerdo entre las dos series es perfecto.

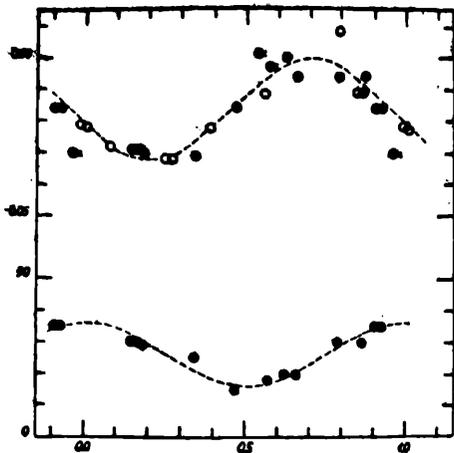


Fig. 3

Desfasamiento de los puntos M (ordenadas) en función de la fase secundaria ψ (abscisas)

Parte superior

Círculos llenos: velocidades radiales.
Círculos claros: magnitudes aparentes.

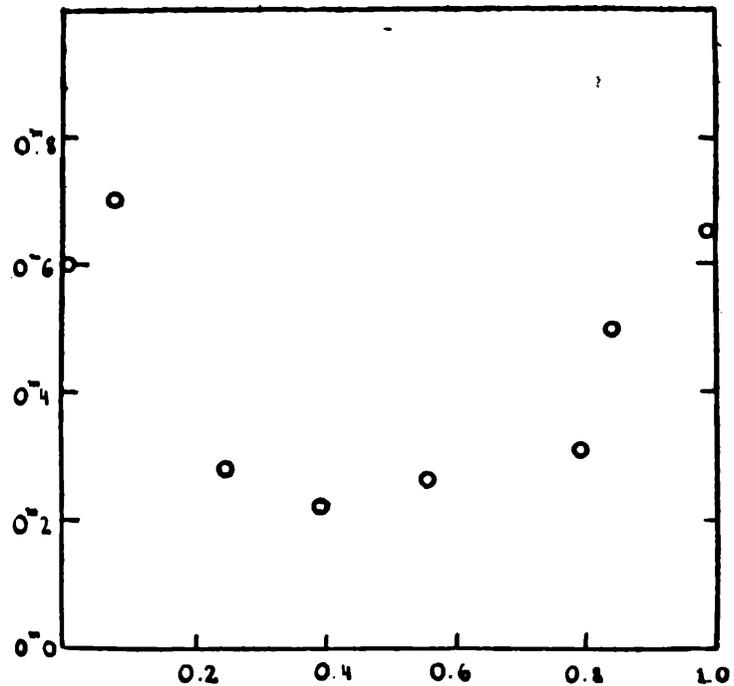


Fig. 4

Amplitud de la curva de luz alrededor de los puntos M y fase de los mismos.

Un segundo control de la exactitud del período secundario lo constituye la correlación entre las amplitudes de la curva de luz alrededor de los puntos M (magnitud en el máximo menos magnitud en el mínimo) y las fases de los mismos. Esto se ha hecho en la figura 4. En las abscisas está representado el período secundario ψ , y en las ordenadas la amplitud. Como se puede apreciar, la dispersión de los puntos es tolerable. No se ha dibujado ninguna curva de interpolación, aunque es evidente que una curva sinusoidal representaría bien los datos. El punto que discrepaba en el gráfico anterior, no muestra ninguna anomalía en éste, lo cual implicaría que se trata de una mala determinación de la fase.

Podemos examinar finalmente la forma de la curva de luz durante el período secundario. Para esto representamos la magnitud bajo la forma.

$$m = f(\varphi, \psi)$$

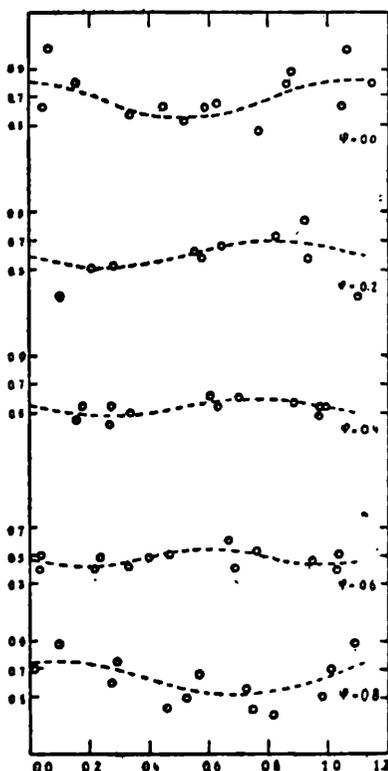


Fig. 5. — Magnitud aparente (abscisas) en función de φ y ψ .

Esto se he hecho en la figura 5, en la cual se han dibujado cinco curvas, a lo largo de cada una de las cuales φ es constante, tomando desde arriba hacia abajo sucesivamente los valores 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8. En las abscisas está representado ψ y en las ordenadas, los $-\Delta m$. Como se puede observar, pese a la dispersión de los puntos se aprecian bastante bien las curvas de interpolación. Obsérvese asimismo el desfase progresivo de las distinta curvas. El desfase es paulatino entre $\varphi = 0,0$ y 0,6 para hacerse muy brusco en $\psi = 0,8$. Esto responde a la rápida pendiente de la curva de luz en su rama ascendente. Resultados análogos fueron encontrados por Gratton y Lavagnino en el estudio de la velocidad radial.

Cabe concluir, pues, que el período secundario está bien determinado. El material es indudablemente demasiado escaso para detectar períodos de longitud mayor, mientras que por otra parte es demasiado impreciso para revelar períodos del orden de una hora, que seguramente tendrán amplitud menor. Tales períodos han sido sospechados por Walraven (Comunicación particular).

Es digno de mención el hecho que la importancia del presente trabajo no reside tanto en un control del período secundario, sino en la demostración del paralelismo entre las variaciones luminosas, las espectrales y las de la velocidad radial. Sobre este punto no se insistirá aquí, pues el asunto ha sido expuesto detalladamente en otro lugar.

Deseo expresar finalmente mi sincero agradecimiento al Dr. L. Gratton, tanto por la sugerencia del tema, como por la constante ayuda brindada durante el curso del presente trabajo.

La Plata, marzo de 1952.

B I B L I O G R A F I A

1. HERTZSPRUNG. — B.A.N. tomo 6, nº 224 (1931).
2. ZAGAR. — B.A.N. tomo 8, nº 300 (1937).
3. VAN HOOF. — B.A.N. tomo 8, nº 300 (1937).
4. VAN DYCK. — Zscht. f. Instrumentenkunde, tomo 46, p. 378 (1926).
5. PRAGER. — Kleinere Veröff. Berlín, t. 5, p. 178.
6. HERBIG. — Aph. J. tomo 110, p. 156 (1949).

El Número de Cúmulos Globulares en Nuestra Galaxia

P O R

CARLOS O. R. JASCHEK

Es bien sabido que el número de cúmulos globulares conocidos en nuestra galaxia es algo menor que un centenar, y es prèsumible que de no existir la absorción interestelar, el número de cúmulos sería algo mayor. Sobre el número de cúmulos invisibles existen pocas indicaciones en la bibliografía. Edmondson ¹⁾ dice que el número total será aproximadamente el doble del número observado, si bien se trata de una estimación, y no indica cómo llegó a esta cifra. A primera vista parecería que el número mencionado fuera un poco elevado, dado que la distribución de los cúmulos es aproximadamente esférica, mientras que la absorción se concentra fuertemente en el plano galáctico. De este modo cabe esperar de antemano que el número de cúmulos invisibles fuese algo menor de cien. Recientemente Parenago ²⁾ hizo un cómputo del número de cúmulos invisibles, teniendo en cuenta la absorción de un modo esquemático; el cálculo indicó unos 25 cúmulos invisibles. Este número parece acercarse bastante más a lo que puede esperarse de antemano.

En el presente trabajo se ha tratado de tener en cuenta la absorción de un modo algo menos esquemático, investigando al mismo tiempo qué influencia tienen sobre los resultados la adopción de distintas fórmulas de absorción y de distintas distancias galactocéntricas.

En el presente trabajo se han hecho las siguientes hipótesis: 1) la absorción interestelar sigue, en toda la galaxia, una misma ley general. 2) todos los cúmulos globulares más luminosos de una cierta magnitud límite han sido descubiertos; 3) el sistema de los cúmulos globulares tiene simetría esférica alrededor del centro de la galaxia. Es seguro que estas tres hipótesis no son más que esquematizaciones de la realidad, de modo que sólo podremos aspirar a obtener un valor aproximado.

Como fórmulas generales de absorción se han adoptado las de H. Wilkens ³⁾ y P. P. Parenago ⁴⁾ que son, respectivamente.

$$S_w = \frac{\alpha \cdot R}{1 + \beta \cdot z} \quad S_p = \frac{A}{\sin b} (1 - e^{-B \cdot z})$$

en las cuales se ha seguido la siguiente notación:

- S = Absorción interestelar en magnitudes
- R = Distancia heliocéntrica en Kpc.
- z = Distancia al plano galáctico, en Kpc
- α, β = Constantes dependientes de la longitud de onda:
 $\alpha = 3,16$ $\beta = 1,00$
- b = Latitud galáctica
- A, B = Constantes
A = $0^m 35$ B = $0,01 \text{ pc}^{-1}$

Si ahora se fija la magnitud límite hasta la cual se conocen todos los cúmulos, se puede computar fácilmente la curva límite que separa las regiones de visibilidad de las regiones de invisibilidad, mediante la fórmula

$$m - M + 5 = 5 \cdot \log R + S(R, z)$$

Se adoptó $(m - M)_{11m} = 18^m5$, lo cual responde a una magnitud visual de 11^m5 aproximadamente. Es cierto que Parenago ⁵⁾ cita algunos cúmulos con $(m - M)$ mayores (hasta 20^m5) pero se trata de pocos valores de peso pequeño.

Los módulos verdaderos (corregidos por absorción) y las coordenadas galactocéntricas se han tomado de las publicaciones de H. Wilkens ³⁾ y P. P. Parenago ²⁾. La lista del primer autor está basada en los módulos de Shapley del "Handbuch der Astrophysik", mientras que la del segundo autor incluye datos más recientes.

Con estos datos se ha computado el volumen de las zonas de invisibilidad mediante una integración gráfica. El error numérico de los volúmenes se estima en menos del 5%. Se han efectuado tres integraciones, que responden a los siguientes casos:

A. Fórmulas de absorción de H. Wilkens; distancia sol-centro galáctico 10 kpc.

B. Fórmulas de absorción de H. Wilkens; distancia sol-centro galáctico 8 kpc.

C. Fórmulas de absorción de P. Parenago; distancia sol-centro galáctico 8 kpc.

Cabe observar que la distancia de 10 kpc adoptada en el primer caso es seguramente demasiado grande.

Los resultados obtenidos en las tres integraciones son:

Caso A				Caso B				Caso C			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
0-2,5	57	8	15	0-2	53	9	16	0-2	43	4	7
2,5-5,0	30	26	37	2-4	27	26	36	2-4	21	19	24
5,0-7,5	22	21	27	4-6	17	15	18	4-6	14	19	22
7,5-10,0	22	7	9	6-8	17	10	12	6-8	13	14	16
10,0-12,5	21	12	15	8-10	15	8	9	8-10	12	6	7
12,5-15,0	24	2	3	10-12	19	5	6	10-12	13	8	9
> 15,0	~ 20	16	20	> 12	~ 18	19	23	> 12	~ 12	24	27
Total		92	126			92	120			94	112

Las columnas 1, 5 y 9 indican los límites de las zonas galactocéntricas consideradas.

Las columnas 2, 6 y 10 indican el porcentaje (p) de volumen "invisible" respecto del volumen total de las zonas esféricas.

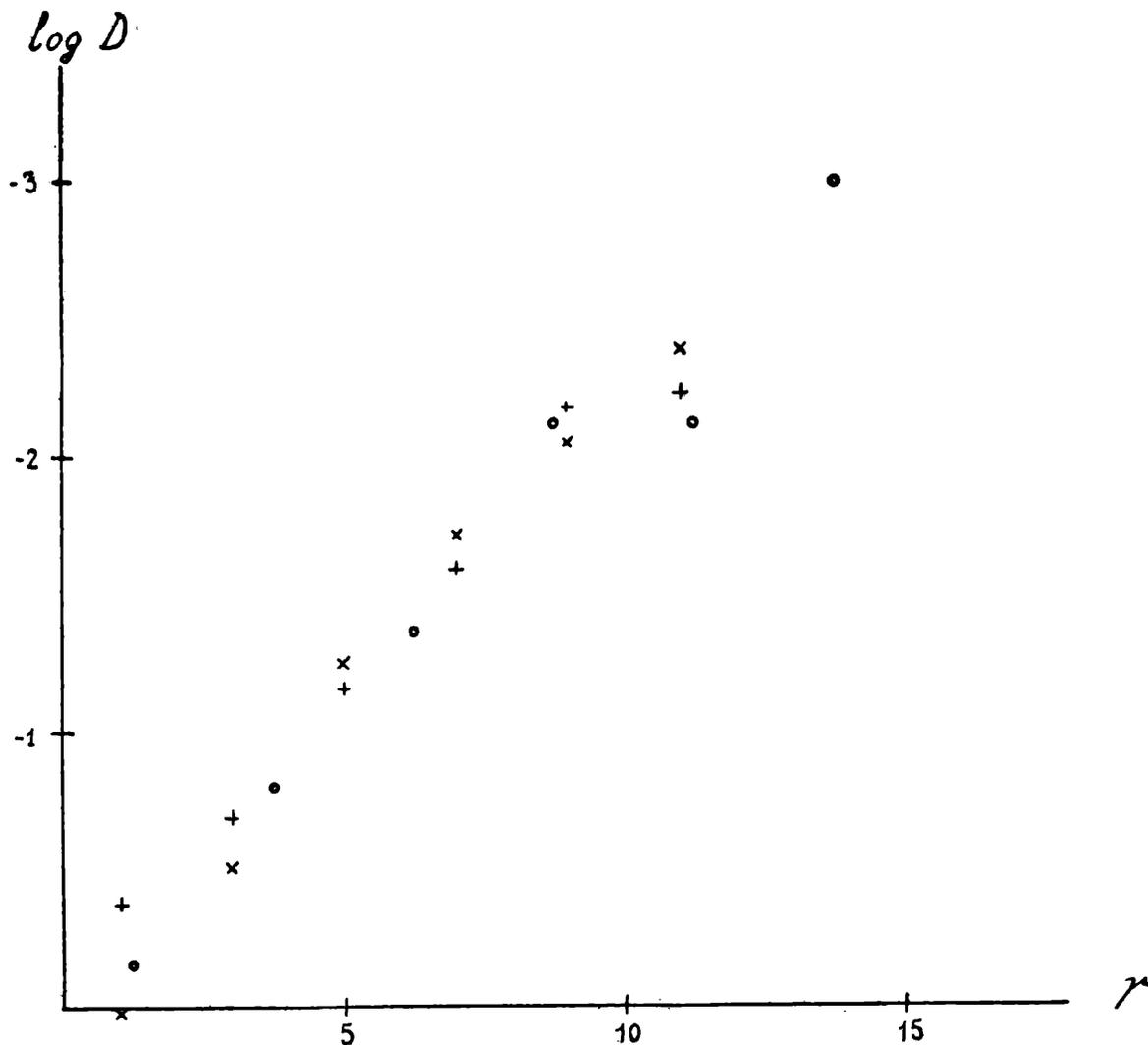
Las columnas 3, 7 y 11 indican el número de cúmulos observados en el volumen "visible" (N).

Las columnas 4, 8 y 12 indican el número corregido de acuerdo a la fórmula

$$N' = \frac{N}{1-p}$$

Como se puede ver, las tres hipótesis no arrojan valores demasiado distintos, y parece plausible admitir como número total de cúmulos, 120 aproximadamente. Es indudable que si se modificara $(m - M)_{11m}$ en un monto considerable —fijándolo p. ej. en 20^m5 — el número de cúmulos no visibles *decrecería* aún más. Hecho el cálculo en la hipótesis C, pero con $(m - M)_{11m} = 20^m5$ se encuentra $N' = 102$. Debe admitirse entonces que el valor 120 es, de cualquier modo, una cota superior.

Como aplicación de lo precedente se puede calcular todavía la densidad espacial (D = número de cúmulos por Kpc³) en cada zona esférica. El cómputo arroja los resultados resumidos en la figura 1, en la cual se ha dibujado el logaritmo de la densidad en función de la distancia galactocéntrica media de cada zona, para cada uno de los tres casos considerados.



Representación de $\log D$ (número de cúmulos por kpc^3) en función de la distancia galactocéntrica (r).

- o Caso A
- × Caso B
- + Caso C

Como se ve, los puntos se agrupan bastante bien alrededor de rectas que prácticamente coinciden en los tres casos. Una buena representación de los datos se consigue mediante expresiones del tipo

$$D = D_0 \cdot e^{-\alpha \cdot r}$$

si bien hay que observar que una expresión del tipo

$$D = A \cdot [B + r^2]^{-2.5}$$

representa bastante bien los datos en el intervalo dado. Esta última fórmula es la densidad en una esfera politropa con $n=5$, llamada también fórmula de densidad de Plummer.

El autor desea expresar su agradecimiento a la Srta. A. Ringuelet quien efectuó parte de los cálculos.

BIBLIOGRAFIA

1. EDMONDSON. — A. J. 45 p., 1 (1935).
2. P. P. PARENAGO. — Trabajos del Obs. Sternberg. Tomo XVI, p. 68 (1949):
3. H. WILKENS. — Publicaciones La Plata. Tomo XXII, p. 53 (1945).
4. P. P. PARENAGO. — R. A. J. tomo 17, n. 4 (1940).

Curva de Crecimiento de α Bootis, K_2 pec

POR

HULDA ALICIA HARTMANN

I. GENERALIDADES

Uno de los métodos más eficaces para el estudio de las atmósferas estelares, es sin duda, el de la curva de crecimiento. Esta curva vincula la intensidad de la línea con el número de átomos activos N_a que hay en una columna del 1 cm^2 de sección, de la fotosfera.

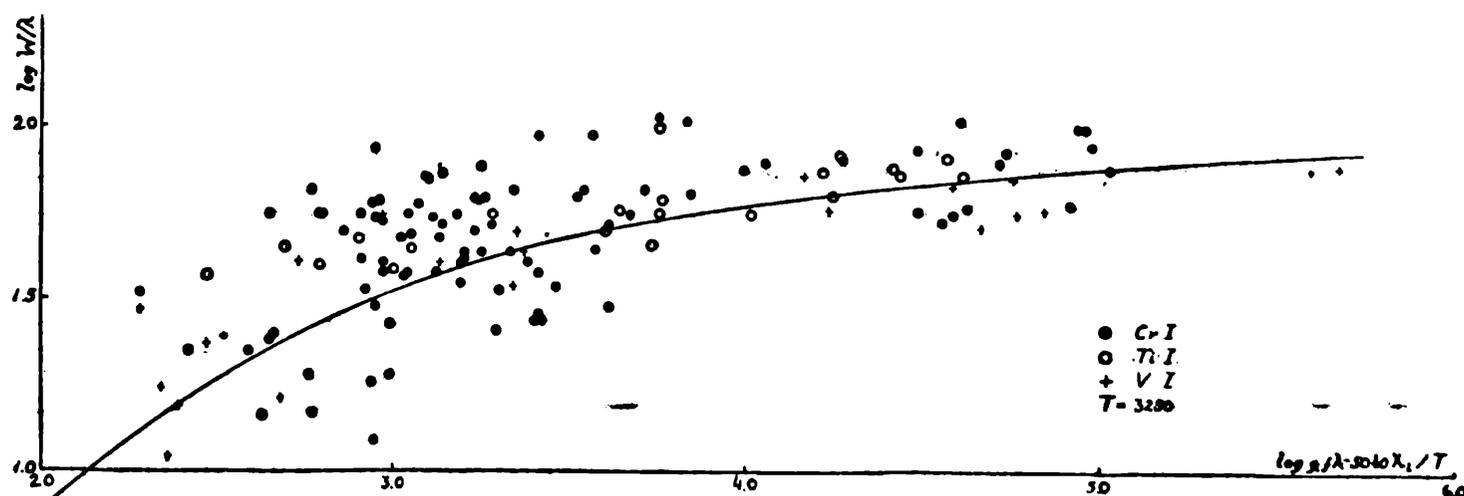
La intensidad está expresada en términos del ancho equivalente W en unidad \AA , y el número de átomos activos N_a , en función del número total de átomos N , aparece en X_0 , la depresión óptica en el centro de la línea de absorción, y que está definida por:

$$\lg X_0 = \left[\lg \left(\frac{N}{b(T)} \frac{\sqrt{\pi} \cdot \epsilon^2}{m \cdot c} \right) - \lg \frac{v}{c} \right] + \left[\lg g_i f \lambda - \frac{5040}{T} \chi_i \right]$$

En esta ecuación:

- N es el número total de átomos del elemento estudiado en un estado de ionización dado, en una columna de 1 cm^2 de sección, de la fotosfera;
- $b(T) = \sum g_i l^{-\chi_i / kT}$ siendo la suma extendida a todos los niveles dentro del átomo, es la función de partición;
- ϵ y m son respectivamente la carga y masa de un electrón;
- c la velocidad de la luz;
- f la intensidad de oscilador para la línea (esto es, el número de osciladores equivalentes);
- λ la longitud de la línea;
- v la velocidad de agitación de los átomos (de origen térmico y turbulento);
- g_i y χ_i el peso estadístico y el potencial de excitación del nivel más bajo de la transición que produce la línea;
- T la temperatura de excitación.

La función $W_0 = f(X_0)$ empleada, es la deducida por Menzel; como veremos más adelante, para W se adoptan tres diferentes fórmulas aproximadas, válidas respectivamente para $X_0 \ll 1$, $X_0 > 1$, $X_0 \gg 1$



Curva de crecimiento de α Bootis. La curva trazada es la teórica para $Z = 0$.

Para α Bootis, ya Suzanne E. A. van Dijke (1), obtuvo una curva de crecimiento con líneas del Fe I. En la presente investigación se ensaya construir la curva de crecimiento de esta estrella, tipo espectral K₂, III pec. según el "Atlas" de Morgan, Keenan y Kellmann, para otros elementos.

Probablemente, la clase espectral de α Bootis, es la más adelantada para la cual se puede todavía emplear el método de la curva de crecimiento. En efecto, para estrellas más adelantadas, el enorme número de líneas moleculares no permite fijar con seguridad suficiente la posición del continuo. Ya en esta estrella, posiblemente, ésta es la dificultad principal y la fuente más importante de error. Así, van Dijke, encontró que sus intensidades estimadas eran un 30 % más bajas que las medidas en los trazos microfotométricos de Hiltner y Williams. Diferencia semejante encontró el Dr. Gratton entre sus intensidades centrales (en un trabajo aún no publicado) y las que se obtienen de ese Atlas.

Según las observaciones mencionadas, parecería como si, en los trazos de Hiltner y Williams, el continuo de α Bootis estuviese sobreestimado.

II. CONSTRUCCION DE LA CURVA

El material utilizado fué el trazo microfotométrico de α Bootis, del "Atlas" de Hiltner y Williams (2). Estos trazos son dados directamente en intensidad, siendo la unidad de las ordenadas tomada de manera tal que en cada punto la intensidad del continuo es igual a 100. Una vez identificadas en los trazos las líneas producidas por los elementos Ti I, V I, Fe I y Cr I, entre las longitudes 4000 Å y 5000 Å (considerándose sólo aquellas líneas producidas toda o casi en su totalidad por un solo elemento), se completaron los trazos de los perfiles incompletos, tomando como modelo alguna línea próxima, completa y de igual intensidad.

Midiéronse las áreas comprendidas entre los trazos y la línea correspondiente a la ordenada 100 (continuo) con un planímetro; dichas áreas multiplicadas por un factor adecuado (función de λ) dan directamente los anchos equivalentes W.

Los valores de $g_i f$ para el Fe I y Ti I se hallan en las tablas de R. B. King y A. S. King (3); las de V I en las de R. B. King (4); y las del Cr I en las de Hill y King (5).

En total se midieron 21 líneas del Ti I, 24 del V I, 92 del Cr I y sólo 3 del Fe I, razón por la cual este último elemento no se consideró posteriormente.

Para el cálculo del término $\frac{5040}{T} \chi_i$, se ensayaron para el Ti I y V I las temperaturas de excitación de 4000° K y 3500° K y para el Cr I 3500° K y 3000° K.

Después de construirse una curva de crecimiento empleando como ordenadas $\lg. \frac{W}{\lambda} \cdot 10^{-6}$ y como abscisas $\lg. g_i f \lambda - \frac{5040}{T} \chi_i$ para cada elemento y cada temperatura, se adoptó como temperatura de excitación definitiva $T = 3250^\circ \text{K}$, pues esta fué la que dió menor dispersión de los puntos en los gráficos.

Como puede apreciarse, la temperatura de excitación es considerablemente inferior a la efectiva (4000° K para K₂); este fenómeno ha sido notado por todos los autores. Así, por ejemplo, Wright (6) encuentra:

Estrella	Sol	γ Cygni	α Persei	α Can. Min
Temperatura efectiva	5725° K	5500° K	6325° K	6725° K
Temperatura de excitación	4875	4825	5100	5000

En la curva de crecimiento para el Cr I los puntos resultaron mucho más dispersos que para el V I y Ti I; esto, probablemente, se debe a que los potenciales de excitación para las líneas elegidas del Cr I son mucho mayores (llegan hasta 3,36) que para el

V I y Ti I (llegan a 1,88) y por consiguiente el factor $\frac{\chi_1}{T}$ para el mismo ΔT da mayor error para el Cr I que para los otros dos elementos.

Luego, se construyó, con la temperatura de excitación adoptada, un gráfico separado para cada elemento. Los tres gráficos obtenidos resultaron similares, solamente que, estaban corridos el uno con respecto al otro, evidentemente por el valor diferente del primer término de log. X_0 para los tres elementos; habiendo restado a las abscisas 1,5 para el Ti I, 2,0 para el V I y 0,0 para el Cr I, se obtuvo una buena superposición entre ellos.

III. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CURVA

Los datos que pueden obtenerse de la curva de crecimiento construída, son los siguientes:

1. La velocidad V_t producida por los movimientos turbulentos de los átomos, dada por:

$$v_t^2 = v^2 - v_0^2$$

En esta fórmula v es la velocidad obtenida del estudio de la curva de crecimiento y v_0 es la velocidad térmica de los átomos del elemento dado, y es igual a:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 k T_e}{m_1 \mu}}$$

donde T_e es la temperatura efectiva de la estrella;
 k la constante de Boltzmann de los gases;
 m_1 la masa correspondiente al peso atómico unidad;
 μ el peso atómico del elemento estudiado.

Para determinar v hay que comparar la curva observacional con las teóricas obtenidas con las ecuaciones:

$$\frac{W}{\lambda} \frac{c}{v} = \sqrt{\pi} X_0$$

$$\frac{W}{\lambda} \frac{c}{v} = 2 (\lg X_0)^{1/2}$$

$$\frac{W}{\lambda} \frac{c}{v} = \frac{\pi^{1/2}}{2} (X_0 \cdot Z)^{1/2} \quad \text{donde } Z = \frac{\Gamma \cdot c}{v \cdot v}$$

válidas respectivamente para pequeños, intermedios y grandes valores de X_0 ; en esta última ecuación tenemos que:

Γ es la constante de amortiguamiento, que se define como, la suma de las recíprocas de los tiempos de vida medio de los átomos en los estados superior e inferior de la transición; y

ν es la frecuencia de la línea.

Trazadas las curvas teóricas para valores de $Z = 0,01$; 0,1 y 1,0 resultó que aquellas con cualquier valor de Z entre 0,01 y 0,00 eran comparables con la curva observacional, siendo excluidas las de valores más grandes de Z .

El valor de $\lg \frac{c}{v}$ para el cual se obtiene la superposición de las curvas teóricas y observadas, es 4,84, lo que corresponde a $v = 4,4$ km/seg. Para $T_e = 4000^\circ$ y siendo $\mu \cong 50$ para los tres elementos resulta $v_0 = 1,1$ km/seg. Con estos datos se halla $v_t = 4,3$ km/seg.; van Dijke obtuvo para v el valor 3,25.

INTENSIDADES DE LINEAS Y VALORES CALCULADOS PARA LA CURVA
DE CRECIMIENTO DE α BOOTIS

$\lambda \cdot 10^{-8}$	$\nu \cdot 10^{-11}$	$\lg \frac{W}{\lambda} \cdot 10^{-6}$	$\lg g_1 f \lambda$	$\frac{5040}{3250} \chi_i$	$\lg g_1 f \lambda - \frac{5040}{3250} \chi_i$	$\lambda \cdot 10^{-8}$	$\nu \cdot 10^{-11}$	$\lg \frac{W}{\lambda} \cdot 10^{-6}$	$\lg g_1 f \lambda$	$\frac{5040}{3250} \chi_i$	$\lg g_1 f \lambda - \frac{5040}{3250} \chi_i$
Gr I											
4026.17	152	1.58	(7.33)	3.92	3.41	4663.83	190	1.61	8.00	4.81	3.19
27.10	254	1.80	7.18	3.92	3.26	64.80	201	1.64	8.03	4.83	3.20
37.29	155	1.58	(6.96)	3.92	3.04	89.37	195	1.62	8.03	4.83	3.20
66.94	254	1.80	7.42	4.19	3.23	93.95	160	1.53	7.53	4.61	2.92
4111.36	232	1.75	7.66	4.48	3.18	97.06	197	1.62	7.10	4.19	2.91
22.16	230	1.75	6.84	4.19	2.65	4708.04	162	1.54	8.35	4.89	3.46
26.52	184	1.65	7.49	3.92	3.57	18.43	129	1.44	8.36	4.94	3.42
27.30	137	1.52	6.20	3.92	2.28	24.42	105	1.35	7.19	4.77	2.42
29.21	215	1.72	8.11	4.50	3.61	30.71	122	1.41	8.06	4.77	3.29
53.07	248	1.78	6.86	3.92	2.94	37.35	132	1.44	8.17	4.77	3.40
63.62	234	1.75	(6.71)	3.92	2.79	56.11	143	1.48	8.41	4.80	3.61
4203.59	308	1.87	7.06	3.92	3.14	89.35	139	1.46	7.33	3.92	3.41
11.35	278	1.82	7.42	4.65	2.77	90.34	70	1.16	(6.55)	3.92	2.63
40.70	234	1.74	(7.55)	4.60	2.95	4829.38	209	1.64	(7.25)	3.92	3.33
55.50	261	1.79	7.60	4.64	2.96	70.80	171	1.55	7.96	4.77	3.19
61.35	233	1.74	7.61	4.50	3.11	87.73	39	0.90	6.23	3.92	2.31
72.91	238	1.75	7.39	4.48	2.91	88.53	244	1.70	6.78	3.92	2.86
93.56	107	1.40	7.16	4.50	2.66	4922.27	201	1.61	8.18	4.80	3.38
95.76	268	1.80	7.71	4.19	3.52	36.33	133	1.43	7.80	4.81	2.99
4319.64	103	1.38	7.11	4.46	2.65	42.50	277	1.75	5.13	1.46	3.67
37.57	341	1.90	6.20	1.49	4.71	54.81	188	1.58	7.80	4.83	2.97
39.45	383	1.95	6.49	1.52	4.97						
39.72	375	1.94	5.97	1.49	4.48						
44.51	328	1.88	6.57	1.55	5.02						
46.83	164	1.58	7.73	4.61	3.12	T1 I					
59.63	452	2.02	6.12	1.52	4.60	4024.57	252	1.80	5.82	0.08	5.74
63.13	310	1.85	7.68	4.58	3.10	60.26	182	1.65	(6.18)	1.63	4.55
71.28	439	2.00	6.46	1.55	4.93	4112.71	238	1.76	5.22	0.08	5.14
73.25	280	1.81	5.36	1.52	3.84	4287.40	197	1.66	6.52	1.29	5.23
74.16	288	1.82	7.98	4.64	3.34	4301.09	357	1.92	7.05	1.29	5.76
87.50	378	1.94	7.59	4.64	2.95	4518.02	277	1.79	6.53	1.27	5.26
91.75	476	2.03	5.30	1.55	3.75	33.24	366	1.91	7.36	1.30	6.06
97.25	218	1.69	7.71	4.66	3.05	34.78	346	1.88	7.20	1.29	5.91
4412.25	424	1.98	5.16	1.60	3.56	48.76	258	1.75	6.52	1.27	5.25
24.28	421	1.98	8.07	4.66	3.41	52.45	456	2.00	6.54	1.29	5.25
32.18	236	1.73	7.42	4.44	2.98	55.49	229	1.70	6.40	1.30	5.10
58.54	215	1.68	7.79	4.66	3.13	62.64	202	1.65	4.22	0.03	4.19
60.77	84	1.28	7.18	4.19	2.99	4617.27	179	1.59	7.20	2.70	4.50
75.34	181	1.61	7.44	4.47	2.97	56.47	263	1.75	5.51	0.00	5.51
77.02	86	1.28	6.95	4.19	2.76	81.91	345	1.87	5.79	0.08	5.71
92.31	136	1.48	8.16	5.21	2.95	4715.30	176	1.57	4.05	0.08	3.97
96.86	379	1.93	6.19	1.46	4.73	4885.08	232	1.68	(7.22)	2.82	4.40
4500.30	216	1.68	7.78	4.76	3.02	4913.62	195	1.60	(7.09)	2.80	4.29
01.79	255	1.75	7.30	4.50	2.80	81.73	363	1.86	7.41	1.30	6.11
11.90	198	1.64	8.01	4.76	3.25	97.10	280	1.75	4.78	0.00	4.78
14.53	269	1.78	7.57	4.50	3.07	99.50	362	1.86	7.20	1.27	5.93
26.47	363	1.90	7.97	3.92	4.05						
30.76	344	1.88	(7.91)	3.92	3.99	V I					
35.15	153	1.53	7.22	3.92	3.30	4093.50	95	1.37	6.30	1.83	4.47
39.79	236	1.72	7.20	3.92	3.28	99.80	234	1.76	7.26	0.42	6.84
40.50	297	1.82	7.63	3.92	3.71	4105.17	232	1.75	7.18	0.42	6.76
40.72	297	1.82	8.34	4.80	3.54	13.52	233	1.75	6.85	1.88	4.97
45.34	237	1.72	7.06	3.92	3.14	4218.71	171	1.61	5.19	0.46	4.73
45.96	247	1.73	6.01	1.46	4.55	59.31	175	1.61	5.16	0.03	5.13
61.20	84	1.26	6.86	3.92	2.94	4332.82	250	1.76	6.26	0.03	6.23
65.51	483	2.02	5.35	1.52	3.83	79.24	333	1.88	8.06	0.47	7.59
80.06	374	1.91	5.73	1.46	4.27	4406.64	352	1.89	7.14	0.47	7.67
91.39	283	1.79	5.73	1.49	3.24	19.94	223	1.70	5.77	0.42	5.35
4613.37	357	1.89	5.74	1.49	3.25	37.84	319	1.86	6.61	0.45	6.16
16.14	257	1.75	6.10	1.52	4.58	4524.22	71	1.19	7.31	2.92	4.39
26.19	272	1.77	6.11	1.49	4.62	77.17	214	1.67	6.39	0.00	6.39
32.18	57	1.09	7.76	4.81	2.95	86.36	312	1.83	6.64	0.06	6.58
33.29	68	1.17	7.60	4.83	2.77	94.10	328	1.85	6.85	0.10	6.75
37.18	172	1.57	6.95	3.92	3.03	4606.15	199	1.64	5.40	0.03	5.37
37.77	334	1.86	(7.01)	3.92	3.09	26.48	113	1.39	6.13	1.61	4.52
46.17	463	2.00	6.55	1.60	4.95	35.18	160	1.54	5.44	0.10	5.34
48.13	233	1.70	7.15	3.92	3.23	40.74	138	1.47	5.92	1.64	4.28
49.46	105	1.35	6.51	3.92	2.59	4784.48	78	1.21	4.71	0.03	4.68
51.28	269	1.76	6.00	1.52	4.48	96.93	53	1.04	7.60	3.24	4.36
52.16	280	1.78	6.46	1.55	4.91	4864.74	199	1.61	6.52	0.03	6.49
63.33	261	1.75	7.84	4.80	3.04	75.46	248	1.71	6.72	0.06	6.66
						4932.03	85	1.24	6.22	1.88	4.34

Los números encerrados en paréntesis son valores inseguros.

2. Un límite para la constante de amortiguamiento Γ se determina sobre la base de estimaciones de valores límites de Z ; pero como en nuestro caso, la estimación límite de Z fué bastante insegura, pues la curva no se extiende hasta valores grandes de $\lg g$, $f\lambda = \frac{5040}{T}\chi_1$ que es donde se diferencian bien las curvas para distintos valores de Z , no se estimó conveniente calcular este valor.

3. La abundancia relativa de los elementos estudiados. Para este cálculo se utilizaron los desplazamientos horizontales de las curvas de crecimiento preliminares del V I y Ti I necesarios para superponerlas con las del Cr I; como se dijo, estos fueron de $-2,0$ y $-1,5$ respectivamente. Evidentemente estos números son iguales a las diferencias entre los valores de

$$\left[\lg \left(\frac{N}{b(T)} \frac{\sqrt{\pi \cdot \epsilon^2}}{m \cdot c} \right) - \lg \frac{v}{o} \right]$$

y como, excepto $\lg \frac{N}{b(T)}$ todo lo demás puede considerarse constante para estos tres elementos, resulta que los corrimientos son iguales a la diferencia, de $\lg \frac{N}{b(T)}$ para los tres elementos.

Los valores de $\lg b(T)$ para $T = 3250^\circ\text{K}$, son

Elemento	Cr I	Ti I	V I
$\lg b(T)$	0,89	1,34	1,45

Luego, tenemos que:

$$\begin{aligned} (\lg N)_{\text{Cr I}} - (\lg N)_{\text{V I}} &= + 1,55 \\ (\lg N)_{\text{Cr I}} - (\lg N)_{\text{Ti I}} &= + 0,94 \\ (\lg N)_{\text{Ti I}} - (\lg N)_{\text{V I}} &= + 0,61 \end{aligned}$$

Para la temperatura de α Bootis, la ionización del Ti, V y Cr es despreciable como resulta de la débil intensidad de las líneas del Ti II, V II y Cr II; por lo tanto, los números citados pueden considerarse iguales a las diferencias entre los números totales de átomos de Ti, V y Cr.

Comparando estos valores con los del citado trabajo de Wright, en la tabla 24, no se encuentran diferencias apreciables entre α Bootis y las estrellas estudiadas por aquel autor.

La autora desea expresar su más sincero agradecimiento al profesor Dr. Livio Gratton, Jefe del Departamento de Astrofísica, por haberle asignado este tema y guiarla generosamente en el curso de la investigación.

IV. BIBLIOGRAFIA

- (1) VAN DIJKE, SUZANNE E. A. — A comparative study of the spectra of α Bootis and 70 Ophiuchi A. Ap. J. 104, 27, 1946.
- (2) HILTNER, W. A. AND WILLIAMS, ROBLEY C. — Photometric Atlas of Stellar Spectra. Book II. Ann Arbor. University of Michigan Press. 1946.
- (3) KING, ROBERT B. AND KING, ARTHUR S. — Relative f -values for lines of Fe I and Ti I. Mt. W. Contr. Vol. XXIV, 359. Oct. 1936-Nov. 1937; Ap. J. 87, 24, 1938.
- (4) KING, ROBERT B. — Relative gf -values for lines of V I. - Mt. W. Contr. Vol. XXVIII 17. Dic. 1943-Feb. 1947; Ap. J. 105, 376, 1947.
- (5) HILL, A. J. AND KING, R. B. — Relative gf - and f -values for lines of Cr I. Journal of the Optical Society of America. Vol. 41, N° 5, 1951.
- (6) WRIGHT, K. O. — A study of line intensities in the spectra of four solar-types stars. Pub. Dom. Ap. Obs. Victoria. Vol. VIII, N° 1, 1948.

English Summary

1) SITE STUDIES FOR A NEW OBSERVATORY.

by C. Jaschek

This paper contains the results of a study of meteorological and astronomical conditions at Chilecito ($\lambda = 4^{\text{h}} 29^{\text{m}} 52^{\text{s}}$; $\varphi = 29^{\circ} 09' 22''$ S; height appr. 1000 m). Tests of astronomical conditions have been effectuated using diffraction images of stars, double star separation and star trails for micro-and macro-turbulence, while constancy of transparency was tested with patrol photographs. The study was carried through 267 days, well distributed over a full year. The most important conclusion is that there are about 200 and 240 astronomically suitable nights per year, so that the site appears to be favourable for the purpose.

2) PHOTOGRAPHIC PHOTOMETRY OF AI VELORUM.

by C. Jaschek.

This article gives a detailed account of the photographic photometry undertaken simultaneously with a spectroscopic study of the star by Gratton and Lavagnino (to be published in the Zeitschrift für Astrophysik). The resulting light curve is given in figure 1. Mean errors are of the order of $\pm 0^{\text{m}}05$. No attention was paid to the absolute value of apparent magnitude so that only difference of magnitude relative to a comparison star are given. The observations reveal a perfect parallelism between light, radial velocity and spectrum type variations and are compatible with the periods found by Gratton and Lavagnino, namely $P_1 = 0^{\text{d}}111574$ and $P_2 = 0^{\text{d}}381$.

3) THE NUMBER OF GLOBULAR CLUSTERS IN OUR GALAXY.

by C. Jaschek.

The investigation is based upon the following hypothesis: 1 - interstellar absorption follows throughout the entire galaxy a general law; 2 - all clusters up to a certain limiting magnitude have been discovered; 3 - the system of globular clusters is a spherical symmetrical one. The number of observed clusters can then be corrected taking in account the "excluded volume" of space. Computations using different galactocentric distances of the sun and different interstellar absorption laws (those of Parenago and Wilkens) permit to fix 130 as an upper limit for the total number of clusters in galaxy.

4) CURVE OF GROWTH OF α BOOTIS.

by H. Hartmann.

The equivalent widths of the lines from Ti I, Cr I and V I derived from the tracings of the Atlas of Hiltner and Williams have been used for obtaining the curve of growth. The f values were experimentally known. Proceeding as usual, the following results are obtained: excitation temperature, 3250° ; turbulent velocity - 4,3 km/sec and

$$\log \frac{\text{Cr I}}{\text{V I}} = + 1,55 \qquad \log \frac{\text{Cr I}}{\text{Ti I}} = + 0,94$$

As the ionization is weak, the indicated ratios may be taken as equal to those between the total number of atoms of each element.

I N D I C E

Estudios para la ubicación de un nuevo observatorio	5
Fotometría fotográfica de AI Velorum	15
El número de cúmulos globulares en nuestra Galaxia	23
Curva de crecimiento de α Bootis, k_2 pec.	27