

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
Departamento de Óptica y Estructura de la Materia



TESIS DOCTORAL

**Estudio fotométrico de un campo situado en el plano de la  
galaxia en la dirección del anticentro**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Carmen Morales Durán**

DIRECTOR:

**José María Torroja Menéndez**

Madrid, 2015

Carmen Morales Durán

TF  
1981  

---

036



\* 5 3 0 9 8 5 4 6 2 0 \*

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

Y-03-021047-2

ESTUDIO FOTOMETRICO DE UN CAMPO SITUADO EN EL PLANO  
DE LA GALAXIA EN LA DIRECCION DEL ANTICENTRO

Departamento de Optica y Estructura de la Materia  
Facultad de Ciencias Físicas  
Universidad Complutense de Madrid  
1981



BIBLIOTECA

© Carmen Morales Durán  
Edita e imprime la Editorial de la Universidad  
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía  
Noviciado, 3 Madrid-8  
Madrid, 1981  
Xerox 9200 XB 480  
Depósito Legal: M-1212-1981

Autor: Carmen Morales Durán

ESTUDIO FOTOMETRICO DE UN CAMPO  
SITUADO EN EL PLANO DE LA GALAXIA EN LA DIRECCION DEL ANTI  
CENTRO

Director: Dr.D.José M<sup>a</sup> Torroja Menéndez  
Catedrático de Astronomía de la  
Facultad de Ciencias Matemáticas  
de la Universidad Complutense.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Ciencias Físicas  
Departamento de Física de la  
Tierra y el Cosmos

Año 1980



Mi sincero agradecimiento al Profesor Dr. Don José M<sup>a</sup> Torroja por su gran ayuda y estímulo a lo largo de la realización de este trabajo así como por sus valiosos consejos. Al Profesor Dr. Don W. Becker que dirigió mi trabajo y aportó continuamente sus conocimientos y comentarios a cada fase del mismo. A los restantes miembros del Instituto de Astronomía de la Universidad de Basilea por sus fructíferas discusiones. A mis compañeros de la Cátedra de Astronomía y Geodesia de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid por su apoyo. A la Comisión Nacional de Investigación del Espacio y especialmente a D. Luis Pueyo por su ayuda y comprensión a mi trabajo y al Centro de Cálculo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas por permitirme su utilización.



## I N D I C E

1. INTRODUCCION	pag.
1.1 Introducción .....	1
1.2 Dimensión y posición del campo en la Vía Láctea .....	9
2. MEDIDAS	
2.1 Placas e instrumento utilizado .....	14
2.2 Sistema fotométrico utilizado .....	20
2.3 Medida de las estrellas superpuestas .....	32
3. CURVAS DE CALIBRADO Y MAGNITUDES APARENTES	
3.1 Estrellas patrón fotoeléctricas .....	34
3.2 Curvas de calibrado .....	35
3.3 Ecuación de magnitud y ecuación de color ...	56
3.4 Errores de campo y de placa .....	64
3.5 Error medio de las magnitudes y de los índices de color .....	73
4. MAGNITUDES ABSOLUTAS Y DISTANCIAS	
4.1 Diagrama de dos colores .....	76
4.2 Determinación del enrojecimiento interestelar lar .....	91
4.3 Separación entre enanas y gigantes .....	97
4.4 Determinación de las magnitudes absolutas ..	100
4.5 Determinación de las distancias .....	105

5. FUNCION DENSIDAD Y FUNCION LUMINOSIDAD	
5.1 Módulo de distancia límite .....	109
5.2 Función densidad de las gigantes rojas ....	112
5.3 Función densidad de las estrellas de la Se- cuencia Principal .....	130
5.4 Fiabilidad de las funciones densidad .....	141
5.5 Funciones de luminosidad .....	144
6. CONCLUSIONES .....	147
7. CATALOGO .....	150
8. APENDICE I.....	174
9. BIBLIOGRAFIA .....	193

### 1.1.- Introducción

Nuestra Galaxia se compone de un núcleo masivo, con gran concentración de estrellas, rodeado por un disco bastante estrecho, formado por estrellas, polvo y gas. Las estrellas viejas, de edad superior a aproximadamente  $10^7$  años, parecen tener una distribución bastante uniforme en todo el disco; sin embargo, el polvo, el gas y las estrellas jóvenes se encuentran concentrados a lo largo de los brazos espirales del disco. El núcleo y el disco están rodeados por un halo de estrellas viejas (llamadas de la Población II para distinguirlas de las jóvenes estrellas del disco, llamadas de la Población I). La existencia de este halo de estrellas no se descubrió hasta principios de 1950.

Nuestro Sol se encuentra situado cerca del plano de la Galaxia, a unos 10 Kpc. del centro galáctico. La posición del Sol en la parte exterior de uno de los brazos espirales (llamado brazo Local), es el principal obstáculo que encontramos para una determinación exacta de la estructura de la misma. En esta posición nos encontramos rodeados de polvo y materia interestelar que nos impiden ver más allá de 5 Kpc, en la dirección del centro galáctico, por medios fotográficos o fotoeléctricos en el visible.

Hasta que la radiación de 21 cm. del hidrógeno neutro, predicha en 1944 por Van den Hulst, pudo ser detectada en 1951, el estudio de la Galaxia se reducía a unos cuantos kiloparsecs de distancia alrededor del Sol. Las observaciones en el dominio de las ondas de radio tienen la ventaja de no

estar limitadas por la absorción interestelar y permiten, por lo tanto explorar toda la Galaxia.

Las primeras observaciones de radioastronomía que se realizaron, por medio de la línea de 21 cm del hidrógeno neutro, fueron muy reveladoras respecto de la estructura espiral de la Galaxia, pero el contraste entre los brazos de hidrógeno neutro y los interbrazos no resultó ser muy pronunciado. En realidad, son las nubes de hidrógeno ionizado, H II, las que son los mejores indicadores de la posición de los brazos espirales, junto con las estrellas OB y los cúmulos galácticos jóvenes. Estas nubes de hidrógeno ionizado se encuentran en el interior de las regiones de hidrógeno neutro, más grandes y poco contrastadas. La mayoría de estas regiones de H II requieren de una o varias estrellas O para su ionización, por lo que su distancia puede determinarse, a parte de por medios radioastronómicos, determinando la distancia de las estrellas excitadoras por medios ópticos.

La más reciente representación de la estructura espiral de la Galaxia es la obtenida por Georgelin, Y.M., Georgelin, Y.P. y Sivan, J.-P. en 1978, en la que se establece una correlación en distancia entre los datos ópticos (regiones H II, estrellas excitadoras) y los datos de radio (continuo, líneas de recombinación, moléculas y línea de 21 cm. en emisión y absorción). El esquema espiral obtenido es el de una galaxia de cuatro brazos, simétricos dos a dos, de ángulo de inclinación comprendido entre 10 y 15°, y de longitud inferior a  $2\pi$ , es decir, que no llegan a cerrarse en espiral. Estos brazos espirales engloban el 90% de las regiones H II observadas.

En el dominio óptico se estudian las estrellas OB, los cúmulos jóvenes, las asociaciones estelares en forma de anillo, las estrellas Wolf-Rayet y las estrellas cefeidas para determinar la estructura espiral en los alrededores del Sol. Además se estudian también las estrellas viejas (de tipo espectral más tardío que B3) para determinar su posible relación con los brazos espirales y la distribución de sus densidades con la distancia al Sol. De este aspecto del estudio de la Galaxia por medios ópticos hablaremos más extensamente en el apéndice primero, al explicar el programa de investigación de la estructura galáctica del Observatorio de Basilea, dentro del cual se incluye el presente trabajo.

El objeto de este trabajo es determinar en una zona situada en el disco galáctico, en la dirección del anticentro, la extinción interestelar, la función densidad (distribución de la densidad de estrellas con la distancia al Sol) y la función de luminosidad (variación de la densidad de estrellas con la magnitud absoluta en un determinado intervalo de distancias).

Este tipo de trabajos se realiza con ayuda de la fotometría en tres colores, que permite asignar a cada estrella una magnitud absoluta y por lo tanto una distancia, sin conocimiento previo de su tipo espectral. El desarrollo de la fotometría en tres colores permitió a la estadística estelar alcanzar distancias de hasta 10 Kpc., en algunas direcciones galácticas, ya que al sustituir la espectroscopía por la fotometría, la magnitud límite (estrella más débil detectable) pasaba de aproximadamente la 13 hasta por lo menos la 19. Es-

to unido a la posibilidad de contener en una placa fotográfica miles de estrellas, por medio de una sola observación, hizo de la fotometría fotográfica un medio muy eficaz para el estudio de la estructura de la Galaxia.

Los dos sistemas fotométricos de banda ancha, en tres colores, más utilizados en la actualidad son el sistema RGU de Becker (1938) y el UBV de Johnson y Morgan (1953). El sistema UBV es el internacionalmente aceptado para todo tipo de trabajos astronómicos. El sistema RGU está especialmente ideado para la identificación de clases de luminosidad y poblaciones estelares. Su uso se limita al Observatorio de Basilea y a algunos otros astrónomos de la escuela de Becker.

Para esta aplicación concreta ambos sistemas tienen sus ventajas y sus inconvenientes. El sistema RGU, como dijimos, es especialmente eficaz para separar estrellas enanas y gigantes y sobre todo para distinguir las estrellas del disco de las del halo. Sin embargo, tiene el problema de que es un sistema exclusivamente reproducible por métodos fotográficos, hasta el momento, debido a la inexistencia de fotomultiplicadores y filtros capaces de dar la misma curva de respuesta que la obtenida por medio de las placas fotográficas.

Por el contrario, el sistema UBV puede reproducirse tanto fotográfica como fotoeléctricamente, siendo además el sistema fotométrico más utilizado en la actualidad, por lo que dispone de estrellas patrón en todos los intervalos de magnitudes aparentes, distribuídas por toda la Galaxia.

Para el sistema fotográfico UBV es necesario un proce-

so de calibrado a partir de estas estrellas patrón del sistema fotoeléctrico, proceso que no introduce mucho error ya que los filtros de ambos sistemas son prácticamente iguales (ver figura 4a). Por el contrario, la calibración del sistema fotográfico RGU ha de hacerse utilizando estas mismas estrellas patrón del sistema fotoeléctrico UBV, mediante unas ecuaciones de transformación.

Utilizando el sistema UBV fotográfico se evitan, por tanto, los errores inherentes a toda ecuación de transformación, que para las estrellas débiles, sobre todo, pueden llegar a ser apreciables, debido, entre otras razones, a los errores observacionales que para estas estrellas son mayores que para las estrellas brillantes. Sin embargo, en zonas de gran absorción, la utilización del sistema UBV es más complicada ya que la pendiente de la línea de enrojecimiento (relación entre los dos excesos de color) no es constante para cualquier valor de la absorción, sino que depende del exceso de color, siendo además la dependencia del tipo espectral más acusada que en el sistema RGU. Su utilización está, por tanto, especialmente indicada en el disco galáctico en la dirección del anticentro, en la que la acumulación de materia interestelar es menos abundante que en la dirección del centro galáctico.

Podría también utilizarse en direcciones perpendiculares al plano galáctico en las que la absorción interestelar es prácticamente inexistente. Sin embargo, en estas direcciones se abandona rápidamente el disco galáctico (aproximadamente a 1 Kpc. de distancia del Sol), para adentrarse en el

halo, en el que las estrellas, debido a su bajo contenido metálico, presentan distintas características que las del disco, características detectables por medio de la fotometría en tres colores.

Para detectar las diferencias entre las estrellas del halo y del disco es preferible el sistema RGU al UBV, debido a la estrechez de su banda U, que aísla el exceso ultravioleta que presentan las estrellas del halo. En el sistema UBV este exceso afecta también a la banda B, en menor escala, compensándose en parte ambos efectos.

Con objeto de obtener una representación local, en densidades, de la estructura de la Galaxia, el programa del Observatorio de Basilea consiste en medir una serie de campos de estrellas (de 0.5 a 1° cuadrado de superficie), contenidos en el disco de la Galaxia, para todas las longitudes galácticas y luego hacer una síntesis de los resultados obtenidos en cada uno de ellos. Utilizando el sistema RGU se midieron nueve campos en el disco galáctico en la dirección del anticentro (ver las conclusiones en el apéndice I).

El presente trabajo ha sido el primero en el que se ha utilizado el sistema UBV para tal tipo de investigación. En esta primera utilización del sistema UBV para la determinación de funciones densidad, se eligió una zona dentro del disco galáctico y en la dirección del anticentro, evitando de esta manera la posibilidad de encontrar estrellas del halo, en el intervalo de distancias observado. Eligiendo esta dirección se evitan además los problemas debidos a la gran acumulación de materia interestelar. De esta manera podemos comparar la

eficiencia de ambos sistemas para separar enanas y gigantes y para determinar la función de enrojecimiento.

Esquemáticamente en cada campo, para el sistema UBV, el trabajo consta de las siguientes partes :

- 1) Determinación de la zona a medir, que viene obligada por la existencia de estrellas patrón fotoeléctricas en sus proximidades.
- 2) Medida de las estrellas seleccionadas y de las estrellas patrón fotoeléctricas, que servirán para el calibrado de las placas, con un fotómetro de iris variable.
- 3) Determinación de las curvas de calibrado y de las ecuaciones de magnitud y de color.
- 4) Determinación de las magnitudes aparentes y de los índices de color de las estrellas del campo y cálculo y corrección de los errores de campo y placa, si éstos existen.
- 5) Determinación del enrojecimiento interestelar en esa dirección y de su variación con la distancia.
- 6) Separación por clases de luminosidad y determinación de las magnitudes absolutas y distancias de las estrellas del campo.
- 7) Determinación de las funciones densidad y función de luminosidad.

El método para la determinación de la extinción interestelar, clase de luminosidad, magnitud absoluta, función densidad y función de luminosidad, expuesto por Becker (1962b), ha sido, hasta el momento, únicamente empleado utilizando el sistema RGU. En el presente trabajo se introducen las modificaciones necesarias para utilizarlo con el sistema UBV.

Se ha incluido en la tesis un apéndice explicativo del programa de investigación del Observatorio de Basilea, que consideramos fundamental para comprender la finalidad del presente trabajo. Va en un apéndice y no en el cuerpo fundamental de la tesis por no referirse al presente trabajo más que el apartado segundo de dicho programa. Sin embargo los otros tres apartados del programa son un complemento al segundo para el estudio de la estructura de la Galaxia por medios ópticos.

Separadamente se incluyen además siete apéndices que contienen las medidas y los cálculos parciales del presente trabajo, así como los programas utilizados para su realización. A ellos nos remitiremos en aquellos capítulos en los que se haga referencia a dichos cálculos.

## 1.2. Dimensión y posición del campo en la Galaxia.-

Con objeto de comprobar la utilidad del sistema UBV para este tipo de trabajos se podía haber tomado una zona previamente medida con el sistema RGU y hacer una comparación de los resultados. El trabajo entonces hubiera sido de poca utilidad para el estudio de la estructura de la Galaxia. Por lo tanto se eligió un campo en una zona no estudiada anteriormente en las proximidades del plano galáctico y en la dirección del anticentro. En esta zona existen tres cúmulos medidos fotoeléctricamente que unidos constituyen una escala de absoluta garantía, pero que se encuentran algo distantes uno del otro. Cada uno por separado no tiene estrellas suficientes como para poder ser usado como escala fotoeléctrica fiable. Hasta la fecha, para este tipo de trabajos, las escalas fotoeléctricas se encontraban dentro o muy cerca del campo a medir, con lo que se evitaban los problemas de variación de sensibilidad a lo largo de la placa.

Para completar el programa de investigación del anticentro galáctico ( $90^\circ < l^{II} < 270^\circ$ ) era necesario tomar un campo en esa zona con la consiguiente complicación del proceso de reducción de datos ocasionada por la distancia existente entre los cúmulos cuyas estrellas iban a utilizarse como patrones fotoeléctricos.

El campo elegido venía determinado por la necesidad de contener en la placa los tres cúmulos galácticos NGC 2353, NGC 2360 y NGC 2345, cuyas coordenadas ecuatoriales y galácticas (1950.0) son las siguientes:

	$\alpha$	$\delta$	$l^{II}$	$b^{II}$
NGC 2353	$7^h 12^m.2$	$-10^\circ 13'$	224:7	+0:4
NGC 2360	$7^h 15^m.5$	$-15^\circ 32'$	229:8	-1:4
NGC 2345	$7^h 06^m.0$	$-13^\circ 05'$	226:6	-2:3

Las coordenadas del centro de campo son:

$7^h 18^m$        $-11^\circ 59'$        $227:0$        $+0:80$

La posición del campo respecto del ecuador galáctico y de los cúmulos fotoeléctricos puede verse en la figura 1, pag. 29. En ella aparecen también cuatro cúmulos medidos fotográficamente (Fenkart et al., 1972) tomando como estrellas patrón fotoeléctricas únicamente las del cúmulo galáctico NGC 2360. Los valores de la distancia y absorción determinados para estos cúmulos por Fenkart et al. son:

Cúmulo	A(V)mag.	Módulo de distancia (mag.)	distancia (Kpc)
Haffner 8	0	11.10	1.67
Haffner 6	0	10.25	1.13
NGC 2374	0	10.50	1.26
Basel 11	0	10.90	1.52

de lo que se deduce que en la dirección de observación la absorción es nula por lo menos hasta una distancia de 1.67 Kpc.

El campo tiene un tamaño de  $0.89 \square$ . Sobre la placa es un rectángulo de  $3.93 \times 2.81$  cm. La manera de localizar las estrellas en esta zona y de medir absolutamente todas las que se encuentran en ella, fundamental para el cálculo de la función densidad, es la siguiente: se hace una ampliación en papel del campo que se quiere medir y de los cúmulos que se

van a utilizar como patrones fotoeléctricos (3.1) y se numeran correlativamente todas las estrellas del campo comprendidas entre la más brillante y la más débil de los cúmulos, para evitar extrapolaciones (Curvas de Calibrado 3.2). De esta manera en nuestro campo se han numerado 2421 estrellas para su medida (figura 2).

En el apéndice I se citan los campos medidos con el sistema RGU en la dirección del anticentro con sus coordenadas respectivas (1950.0). Puede observarse que desde  $186^\circ$  a  $270^\circ$  no se ha hecho ningún estudio de este tipo, precisamente por la falta de cúmulos patrón fotoeléctricos con estrellas suficientes en esa zona.

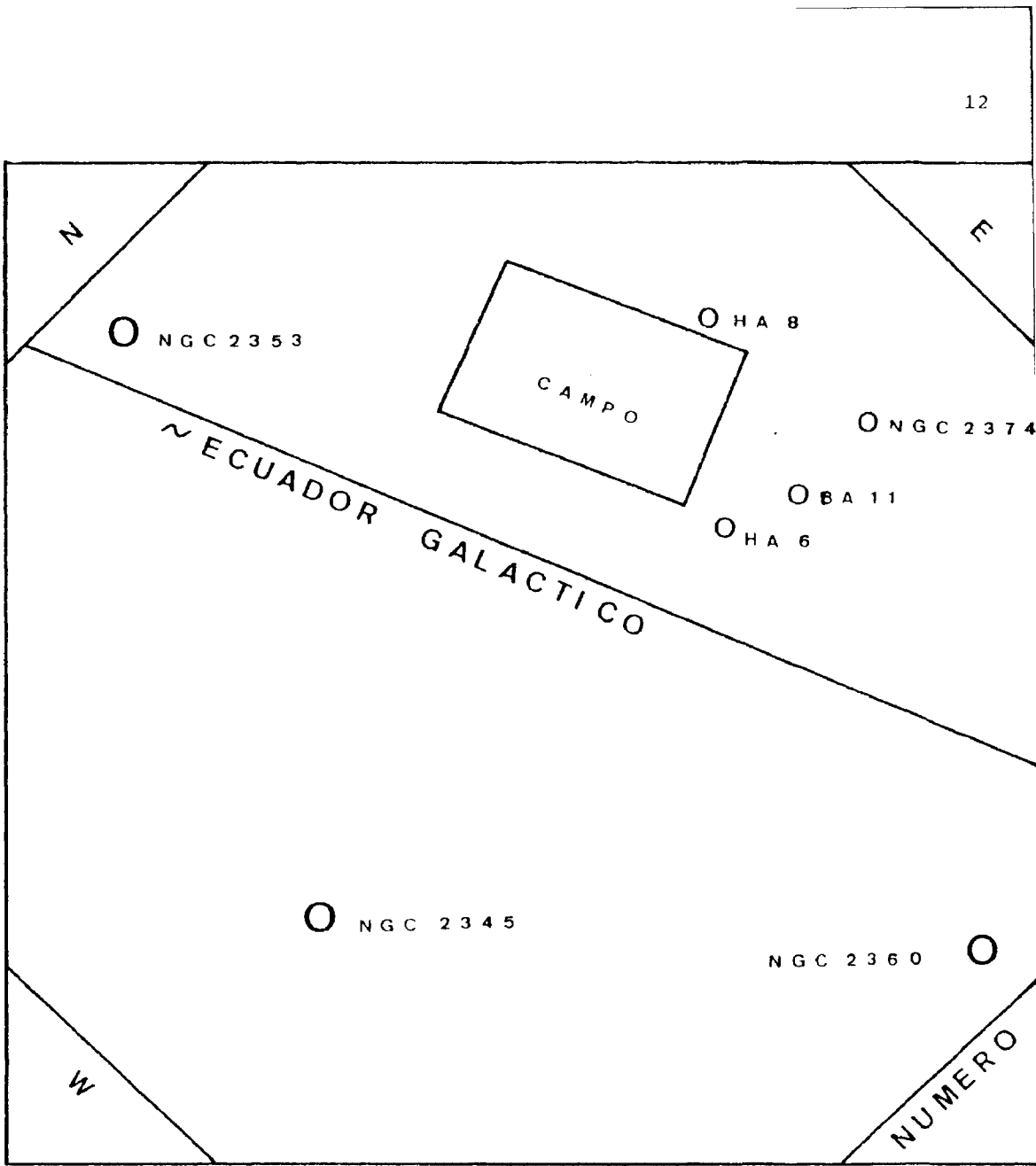
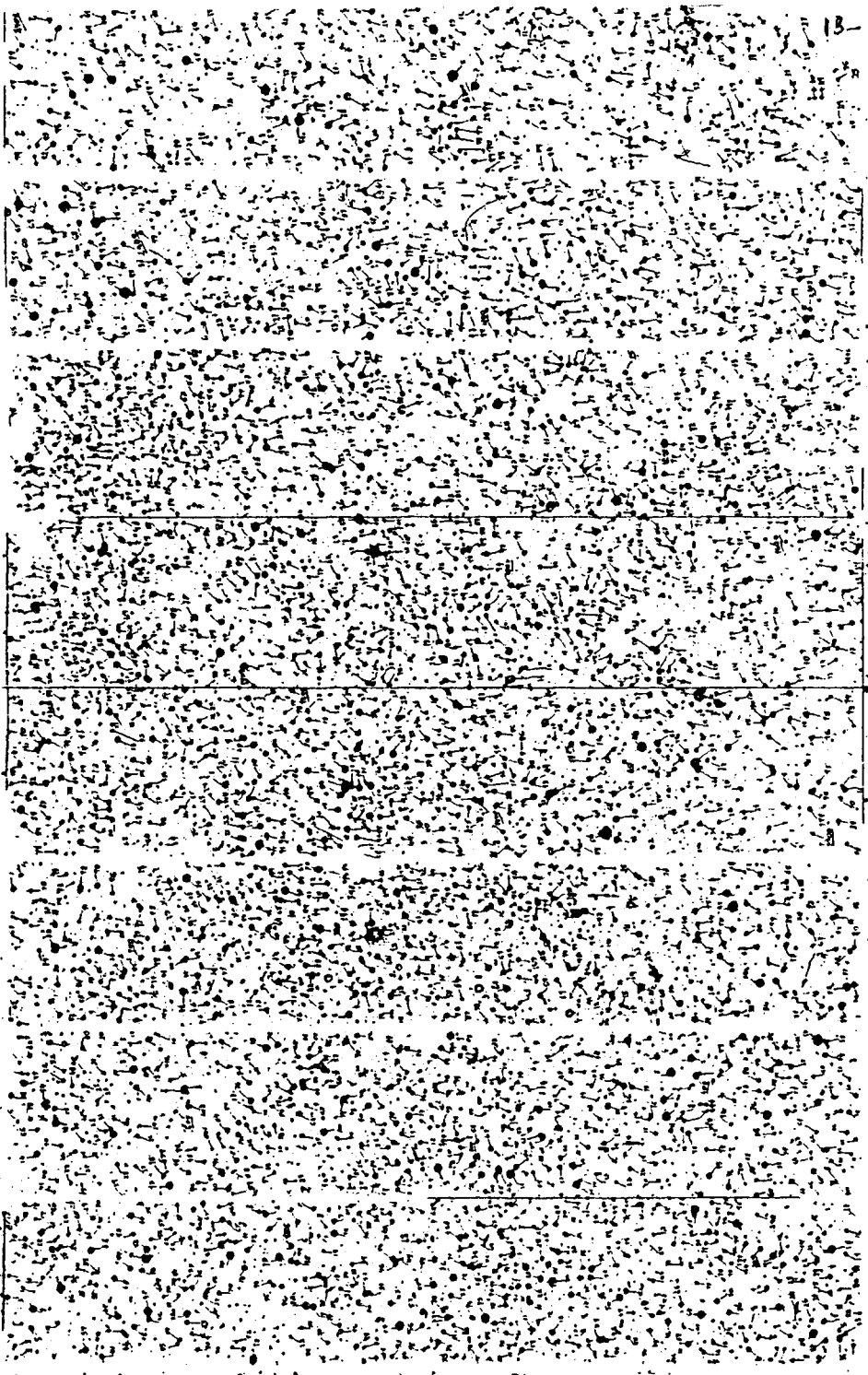


Figura 1.- Representación de las placas utilizadas indicando la posición del campo y de los cúmulos fotoeléctricos y fotográficos.



### 2.1. Placas e instrumento utilizado.-

Las placas utilizadas en este trabajo han sido tomadas por Pertile en 1969 con el telescopio Schmidt de 90/65cm de Asiago. Son seis placas B, seis placas V y cinco placas U, por lo que se dispone de 17 medidas para cada estrella, repartidas entre las tres bandas del sistema UBV. Sus características vienen dadas en la tabla 1.

El método utilizado para realizar las medidas es el siguiente:

- 1) Medir las estrellas de las que se poseen magnitudes fotoeléctricas, tomadas como estrellas patrón (3.1)
- 2) Construir con ellas la relación entre la medida del fotómetro y la magnitud fotoeléctrica, llamada curva de calibrado (3.2)
- 3) Medir las estrellas del campo y por medio de las curvas de calibrado obtener sus magnitudes, en este caso fotográficas.

Para la realización de las medidas se ha utilizado un fotómetro fotográfico de iris variable, (Becker y Biber, 1956) construido por la casa Askania y posteriormente modificado y puesto a punto en la Cátedra de Astronomía de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.

El principio óptico del fotómetro es el propuesto por Siedentopf (1934): La imagen de una estrella sobre la placa fotográfica (15) es aumentada por un microscopio (14) y se proyecta sobre una pantalla opaca (16) a través de un diafragma iris (12). Una lámpara (1) que ilumina la placa fotográfica, por medio de una lámina semitransparente (4), produce dos haces

luminosos, llamados de medida y de comparación. El haz de medida (13) que atraviesa la placa fotográfica (15) y el de comparación (5) que puede regularse por medio de una cuña fotométrica (7), inciden alternadamente sobre un fotomultiplicador (8). Por medio del diafragma iris (12) se busca que los dos haces tengan la misma intensidad, lo que viene indicado en un aparato de medida. Un esquema óptico detallado y la marcha de los rayos de los haces de medida y de comparación puede verse en la figura 3. Faltan en el dibujo los espejos y prismas regulables que introducen los haces luminosos en la caja del fotomultiplicador.

La modificación del fotómetro realizada por R. Ortiz y colaboradores consistió en sustituir el motor (9) con el disco de sectores (10) que dejaba pasar uno u otro rayo sobre el fotomultiplicador (8), por dos fotomultiplicadores de las mismas características uno para cada rayo directamente con salida a un osciloscopio de 2 canales, evitándose con esto los problemas de centrado del disco a sectores, y consiguiéndose un aparato de medida (osciloscopio) mucho más exacto que el que originariamente traía el fotómetro Askania.

El método de medida es el mismo, conseguir, por medio del diafragma iris, igualar las trazas de los dos fotomultiplicadores en el osciloscopio. Las variaciones de intensidad que podría producir la lámpara o los fotomultiplicadores a lo largo de la medida se controlan, a intervalos de tiempo constantes, midiendo el fondo de la placa (zona libre de estrellas) y comprobando que el número que indica la apertura del diafragma cuando los dos haces están igualados es el mismo durante toda

la medida.

El principio en el que se basa dicho instrumento es la comparación con una intensidad constante de la intensidad luminosa que atraviesa la imagen de una estrella. Si la imagen es muy opaca (fuente muy intensa) el diafragma iris deberá estar muy abierto para conseguir igualar la intensidad del rayo de comparación con la del rayo de medida. En el caso contrario (estrella débil) el diafragma no deberá abrirse más de lo necesario para medir el fondo de placa.

El diámetro del diafragma iris en el momento en que se consigue la igualdad del haz de medida y el haz de comparación es el valor del iris que se le asigna a cada estrella. El diámetro del diafragma iris resultante para cada estrella por tanto, no solamente tiene en cuenta el diámetro de la imagen de la estrella sobre la placa sino también su densidad de ennegrecimiento. Este valor del diámetro del iris es el que se relaciona con la magnitud fotoeléctrica de cada estrella para obtener la curva de calibrado.

Actuando sobre la cuña situada en el trayecto del haz de comparación se consigue la igualdad de la intensidad de los dos haces con la máxima apertura del diafragma para las estrellas brillantes y con la mínima apertura para el fondo de cielo. De esta manera el intervalo de valores del iris es el máximo posible para el intervalo de magnitudes utilizado, con lo cual se aprecian mejor las diferencias entre estrellas de magnitudes próximas.

Actuando sobre la cuña (7) y al mismo tiempo haciendo

variar el aumento del microscopio (14) situado en el rayo de medida (13) se puede conseguir la igualdad de los valores del iris de la misma estrella en todas las placas de un mismo color. Esta igualdad de los valores del iris tiene que cumplirse tanto para las estrellas patrón fotoeléctricas como para las estrellas del campo. En nuestras placas sólo pudo conseguirse tal igualdad para tres placas V y dos placas U lo que indicaba que el comportamiento de las demás placas era diferente lo que era de esperar debido a la separación de los cúmulos fotoeléctricos entre sí y del campo. Conseguir la igualdad de los valores del iris en varias placas ofrece la ventaja de tener una única curva de calibrado para cada color, promediando los valores del iris para cada estrella en las placas igualadas.

En lo sucesivo llamaremos iris al valor del diámetro de su diafragma en cada medida.

Los valores del iris para cada estrella del campo así como para las de los cúmulos en las 17 placas se encuentran en el apéndice II.

TABLA 1

## Datos de las placas utilizadas

Número	Emulsión	Filtro	Color	Fecha	Tiempo de exposición (min.)	Calidad
2186	103a-D	GG11	V	9.2.69	10	buena
2202				10.2.69		buena
2224				13.2.69		buena
2264				8.3.69		buena
2275				9.3.69		media
2169				23.1.69		media
2185	103a-O	GG13	B	9.2.69	10	media
2201				10.2.69		buena
2223				13.2.69		buena
2263				8.3.69		buena
2274				9.3.69		buena
2168				23.1.69		media
2167	103a-O	UG2	U	23.1.69	25	media
2184				9.2.69		buena
2200				10.2.69		media
2222				13.2.69		buena
2262				8.3.69		buena

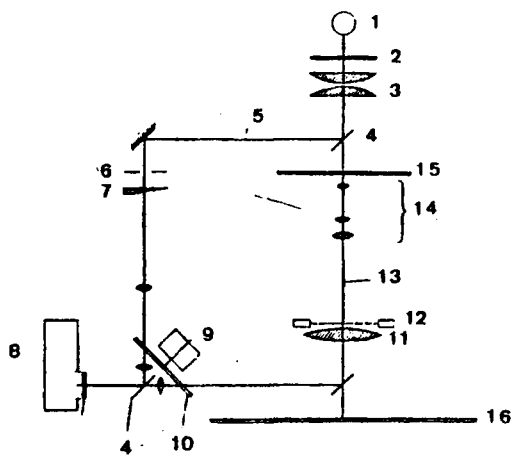


Figura 3.- Esquema óptico del fotómetro utilizado.

- 1) Lámpara
- 2) Filtro anticalor
- 3) Condensador
- 4) Lámina semitransparente
- 5) Rayo de comparación
- 6) Diafragma
- 7) Cuña fotométrica
- 8) Fotomultiplicador
- 9) Motor síncrono
- 10) Disco a sectores
- 11) Ocular acromático
- 12) Diafragma iris
- 13) Rayo de medida
- 14) Microscopio
- 15) Placa fotográfica
- 16) Pantalla opaca

## 2.2. Sistema fotométrico utilizado.-

Se ha utilizado el sistema fotométrico UBV que consta de tres bandas anchas, de aproximadamente  $1000 \text{ \AA}$  de anchura media, centradas aproximadamente en  $3500$ ,  $4300$  y  $5500 \text{ \AA}$  respectivamente. Este sistema comprende dos regiones espectrales utilizadas convencionalmente en fotometría astronómica desde hace aproximadamente 100 años, las cuales fueron definidas, sin tener en cuenta factores astronómicos, únicamente debido a factores biológicos (curva de sensibilidad del ojo humano (V), parte azul de la curva de sensibilidad de las primeras placas fotográficas, en la segunda mitad del siglo pasado, (B)). Además de estas dos regiones, B y V, se le añadió una tercera región en el ultravioleta próximo, U, debido a que la eficiencia de la reflexión de un espejo en el ultravioleta aumentó grandemente a principios de este siglo, al construir los espejos con un recubrimiento de aluminio en lugar del recubrimiento de plata que se había utilizado hasta entonces.

La gran ventaja práctica del sistema UBV es la de poder ser reproducido fotográficamente y fotoeléctricamente, debido a que los primeros fotomultiplicadores construidos eran sensibles en esas tres regiones solamente. Esta es fundamentalmente la razón por la cual el sistema UBV ha sido aceptado internacionalmente como sistema fotométrico en tres colores.

En contraste con el sistema UBV, el sistema RGU (Becker, 1946, 1965) fué definido fundamentalmente teniendo en cuenta la distribución de intensidad de los espectros estelares, con

el fin de poder distinguir clases de luminosidad y tipos espectrales sin tener que hacer uso de la espectroscopia y pudiendo alcanzar magnitudes mucho más débiles que ésta. Sin embargo hasta ahora no ha podido reproducirse fotoeléctricamente este sistema debido a las características de los fotomultiplicadores existentes. Se están realizando trabajos en este sentido pero hasta que los resultados no sean satisfactorios no se dispone de escalas fotoeléctricas con las que calibrar el sistema fotográfico RGU. Estas escalas han de obtenerse, por medio de unas ecuaciones de transformación (Steinlin, 1968; Bell, 1972a; Buser, 1979), del sistema UBV fotoeléctrico.

Las combinaciones placa-filtro, funciones de respuesta de las bandas, anchura y longitud de onda efectiva del sistema RGU, así como sus colores medios observacionales, vienen establecidos en Buser, 1978b y 1979.

El punto cero de la escala de magnitudes se determina a partir de la condición que  $G = B = V$  para las estrellas AOV. y  $G-R = U-G = 0$  para las estrellas BOV no enrojecidas.

Los parámetros de extinción del sistema RGU han sido determinados a partir de una ley de extinción interestelar standard (Whitford, 1958). La pendiente  $\alpha$  y la curvatura  $\beta$  de la línea de enrojecimiento en un diagrama de dos colores están definidas por la ecuación:

$$\frac{E(U-G)}{E(G-R)} = \alpha + \beta E(G-R)$$

y la relación R de la absorción total a la selectiva presenta la siguiente forma:

$$\frac{A_G}{E(G-R)} = R_0 + R_1 E(G-R)$$

Los valores de estos coeficientes vienen dados en Buser, 1978b. Los coeficientes  $\alpha$  y  $R_0$  son apreciablemente mayores para las gigantes rojas que para las estrellas de la SP. Los coeficientes  $\beta$  y  $R_1$  pueden considerarse despreciables para prácticamente todos los tipos espectrales. La variación total de  $\alpha$  es del orden de 0.10 que es una 5 veces menor que la correspondiente variación en el sistema UBV.

El sistema UBV, desarrollado por H.L.Jhonson y W.Morgan en 1953, está descrito fotoeléctricamente por Johnson (1963) de la siguiente manera:

Fotomultiplicador RCA tipo 1P21

Filtro V - Corning 3384 espesor óptico standard

Filtro B - Corning 5030 de espesor óptico standard +  
Schott GG13 de 2mm de espesor

Filtro U - Corning 9863 de espesor óptico standard.

Las combinaciones placa-filtro que reproducen fotográficamente el sistema fotoeléctrico de Johnson son las siguientes:

BANDA	PLACA	FILTROS	$\lambda_{eff}$	$\Delta\lambda$
V	KODAK 103a-D	Schott GG11 (2mm)	5750	1400
B	KODAK 103a-O	Schott GG13 (2mm)	4330	950
U	KODAK 103a-O	Schott UG-2 (2mm)	3540	600

Las funciones de respuesta del sistema UBV dadas primitivamente por Matthews and Sandage (1963) y posteriormente por Azusienis y Straizys (1969) fueron utilizadas por Hayes (1975), junto con las distribuciones espectrales de energía del catálogo de Straizys y Sviderskiene (1972), para demostrar que los colores sintéticos obtenidos, U-B y B-V no coincidían con el sistema observacional de Johnson (1966), lo que indica ba la existencia de errores en las funciones de respuesta. Buser (1978a), modificando las bandas U y B, ha obtenido unas funciones de respuesta con las que los colores sintéticos, U-B y B-V, diferían de los colores observados aproximadamente en  $0.05^m$ , para todos los tipos espectrales. Esta diferencia es del mismo orden que la combinación de los errores de los colores sintéticos y de los colores medios observacionales, por lo tanto las funciones de respuesta resultantes no pueden mejorarse hasta que no se disponga de distribuciones espectrales de energía con una resolución mayor que  $50\text{\AA}$ . Con estas funciones de respuesta y la nueva red de modelos de atmósferas estelares de Kurucz (1979), que tienen en cuenta el "efecto blanketing" se han calculado nuevos colores teóricos para estrellas de la SP en el sistema UBV (Buser y Kurucz, 1978) que concuerdan admirablemente con los colores observacionales obtenidos por Johnson (1966), FitzGerald (1970), Schmidt-Kaler (1965) y Heintze (1973). Estas funciones de respuesta se ajustan igualmente a los colores observacionales medios dados por Schmidt-Kaler (1965) y FitzGerald (1970) que son los empleados normalmente en fotometría y los que se han utilizado en el presente trabajo para la clase de luminosidad V.

En el sistema UBV la función de enrojecimiento adoptada en un diagrama de dos colores es de la forma:

$$\frac{E(U-B)}{E(B-V)} = 0.72 + 0.05 \cdot E(B-V)$$

(FitzGerald, 1970), es decir, que en este sistema el término  $\beta$  de la línea de enrojecimiento no puede despreciarse como en el sistema RGU, lo cual crea graves problemas en zonas de gran absorción. No es el caso del presente trabajo en el que el  $E(B-V)$  ha resultado ser de 0.27, por lo que la curvatura de la línea de enrojecimiento es de una centésima, valor que se ha despreciado. Además del valor no nulo del coeficiente  $\beta$ , el valor de  $\alpha$  presenta una variación mayor (Crawford y Mandwewala, 1976) con el tipo espectral que en el sistema RSU.

El punto cero de esta fotometría ha sido establecido de la siguiente manera

$$(B-V) = (U-B) = 0$$

para las estrellas AO de la Secuencia Principal.

Las curvas de respuesta de las tres bandas del sistema UBV fotográfico están representadas en la figura 4a en línea de trazos y superpuestas a las del sistema fotoeléctrico. En la figura 4b las curvas de respuesta del sistema RGU y del UBV.

Como puede apreciarse en la figura 4a, la mayor diferencia entre los dos sistemas aparece para el color V, por lo cual es lógico pensar que exista una diferencia entre la magnitud V fotoeléctrica ( $V_{fe}$ ) y la magnitud V fotográfica ( $V_{fg}$ ):

$$\Delta V = V_{fe} - V_{fg}$$

La ecuación de transformación  $V_{fg} - V_{fe}$ , así como las ecuaciones para las bandas B y U, han sido estudiadas por Bell (1972b) con espectros sintéticos y con las sensibilidades del sistema UBV fotográfico y fotoeléctrico. Pero en la práctica no pueden aplicarse correcciones generales para pasar de un sistema a otro (como ocurre en el paso del sistema UBV al RGU) por la posibilidad de la existencia de pequeñas diferencias en las emulsiones utilizadas o durante el proceso de revelado, o diferencias en los filtros, así como de variaciones en la curva de respuesta del telescopio producidas por el envejecimiento del recubrimiento del espejo.

Comparando el sistema RGU con el UBV, este último presenta la gran ventaja de ser internacionalmente utilizado, existiendo medidas fotoeléctricas de estrellas de todos los tipos en todas las direcciones galácticas, las cuales pueden ser utilizadas como escala para calibrar las placas fotográficas. Únicamente hay que comprobar la existencia de posible ecuación de color y de magnitud. Por el contrario el sistema fotográfico RGU ha de ser calibrado utilizando estrellas medidas fotoeléctricamente en el sistema UBV. Aunque las ecuaciones de transformación del sistema UBV al RGU están siendo continuamente mejoradas, a medida que aumentan los datos existentes en los dos sistemas (último valor, Buser, 1979), toda ecuación de transformación acarrea un error sistemático que no puede ser totalmente eliminado ya que en él intervienen los errores observacionales de ambos sistemas y la dispersión

intrínseca de las estrellas, tanto de la SP como de la rama de las gigantes, errores que difícilmente podrían reducirse más.

Sin embargo desde el punto de vista de las aplicaciones que tienen ambos sistemas para estudios astronómicos el sistema RGU no presenta más que ventajas. Únicamente para el estudio de cúmulos galácticos el sistema UBV es igualmente potente que el sistema RGU ya que se trata de determinar el salto de Balmer, característica ésta de los espectros estelares que se refleja igualmente en los diagramas color luminosidad de los dos sistemas (Becker, 1972a). Por lo tanto se utiliza el sistema que presenta las menores dificultades, que es en general el sistema UBV.

Para el estudio de estrellas de campo, en cambio, no sólo es necesario medir el salto de Balmer sino también la depresión en el ultravioleta por medio de la cual pueden distinguirse las estrellas gigantes de las enanas y sobre todo las estrellas del disco (Población I) y las del halo (Población II). El sistema UBV además presenta la desventaja de que para grandes valores de la extinción interestelar, debido a la anchura de sus bandas B y V, se produce un desplazamiento de las longitudes de onda isofotas de la fotometría que dependen del tipo espectral y de la cantidad de enrojecimiento. Tal dependencia del enrojecimiento hemos dicho que no existe en el sistema RGU (coeficiente  $\beta$  nulo) y la dependencia del tipo espectral hemos dicho que es 5 veces menor en el sistema RGU

que en el UBV (Buser, 1979).

Respecto de la separación entre enanas y gigantes y entre estrellas de la Población I y II, hay que decir que el sistema RGU fué definido especialmente para medir esos efectos (bandas B y U más estrechas y separadas que en el UBV con objeto de obtener el valor de la depresión en el ultravioleta, en el caso de las gigantes y el exceso ultravioleta, en el caso de las estrellas de la Población II). En ausencia de absorción, el sistema RGU presenta una separación entre gigantes rojas y enanas que en el sistema UBV sólo se presenta para gigantes de tipos espectrales más tardíos que G0.

En el presente trabajo se ha utilizado por primera vez el sistema UBV para la medida de estrellas de campo. Se ha elegido una zona en la que la absorción es pequeña para evitar los problemas que el enrojecimiento produce en el sistema UBV y además se ha elegido la dirección de observación dentro del disco galáctico para evitar la desaparición de estrellas de la Población II. Se demuestra a lo largo de este trabajo que, en estas condiciones, el sistema UBV produce los mismos resultados que el sistema RGU, con la ventaja de que no hay que hacer ninguna transformación para obtener las estrellas que servirán de escala para medir las placas fotográficas.

Respecto de la separación entre enanas y gigantes, comprobaremos en este trabajo que en ausencia de extinción la separación es clara en el sistema RGU, pero cuando existe un ligero valor de extinción interestelar, las estrellas enanas y gigan

tes se mezclan en el diagrama de dos colores de la misma manera que lo hacen con el sistema UBV.

Respecto de la separación de estrellas del halo y del disco no parece que pueda llegar a utilizarse con éxito el sistema UBV en ningún caso, ya que por lo general al observar las estrellas del halo, la dirección de observación abandona el disco galáctico muy rápidamente, por lo que no suele haber extinción interestelar apreciable en estas direcciones. Hasta el momento no se ha encontrado extinción interestelar en ninguno de los campos medidos en el halo. En ausencia de extinción, para estudiar las viejas estrellas del halo (Población II) es necesario un sistema fotométrico que aisle la radiación ultravioleta de las estrellas para observar las diferencias existentes entre estrellas del disco y del halo. Estas diferencias se deben a que las estrellas del disco (llamada de la Población I) se han formado recientemente y continúan formándose a expensas de un medio interestelar con contenido metálico (los elementos más pesados que el helio, hasta el hierro, se sintetizan en los interiores estelares durante la fase de gigante roja, los elementos más pesados que el hierro durante las explosiones de supernovas). Mientras que las estrellas de la Población II (halo) son más antiguas y durante su formación no existían en el medio interestelar elementos más pesados que el helio.

El primer intento de determinar la influencia del contenido metálico en una fotometría en tres colores fué realizado para el sistema UBV de Johnson y Morgan por Wildey et al. (1962). Siguiendo el procedimiento propuesto por estos autores, Smith y

Steinlín (1964) calcularon los efectos producidos por el diferente contenido metálico en el sistema RGU. Los resultados son más satisfactorios para el sistema RGU que para el sistema UBV, en el que este efecto modifica no sólo al color U sino también al B, en pequeña escala, mientras que en el sistema RGU el color G apenas se ve afectado. Esto produce en el sistema RGU una disminución del color (U-G) mientras que en el sistema UBV la disminución en el índice (U-B) es menor ya que el color B también disminuye y además también existe una disminución en el índice (B-V). Por lo cual en el sistema RGU las estrellas del halo se encuentran separadas perpendicularmente hacia arriba de las de la población disco, y en el sistema UBV las estrellas del halo quedan paralelas a la SP y desplazadas hacia la izquierda y hacia arriba en un diagrama de dos colores, mezclándose así con las estrellas de la Población I de tipos espectrales más tempranos.

En las figuras 4c y 4d observamos la separación entre ambas poblaciones en los dos sistemas.

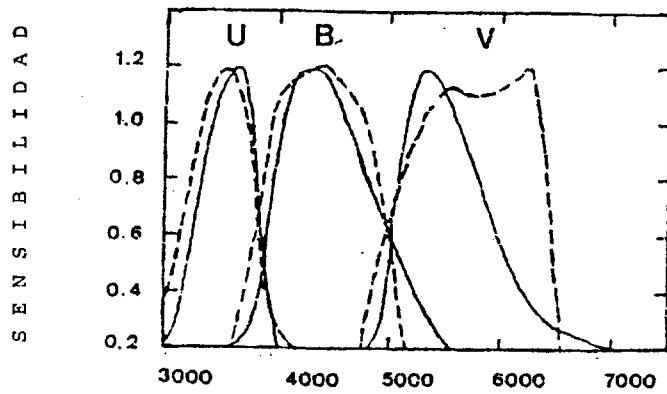


Figura 4a.- Curvas de respuesta del sistema UBV fotográfico (en línea de trazos) y del sistema UBV fotoeléctrico (en línea continua).

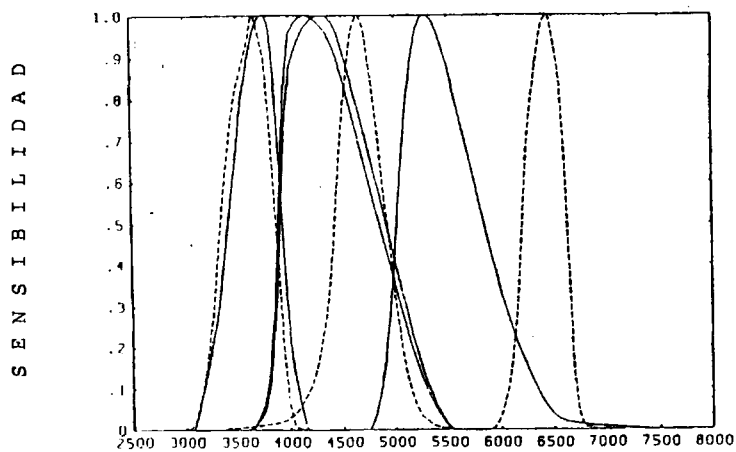
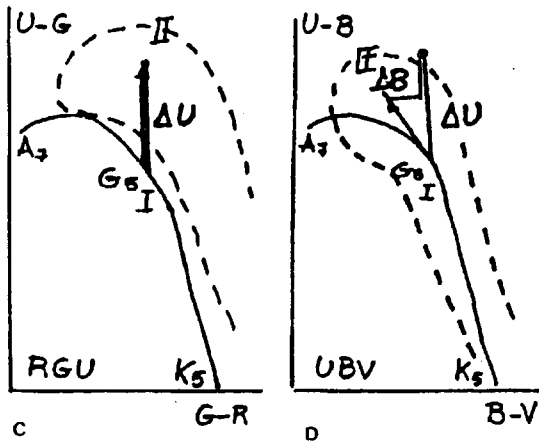


Figura 4b.- Curvas de respuesta del sistema UBV (línea continua) y del RGU (línea de trazos). La banda B desplazada hacia las l.d.o. largas incluye los efectos de la extinción atmosférica. La segunda banda B no los incluye



$U \rightarrow U - \Delta U (\Delta U > 0)$	$U \rightarrow U - \Delta U (\Delta U > 0)$
$G \rightarrow G$	$B \rightarrow B - \Delta B (0 < \Delta B < \Delta U)$
$R \rightarrow R$	$V \rightarrow V$
$U-G \rightarrow U-G-\Delta U$ ---	$U-B \rightarrow U-B-(\Delta U-\Delta B)$
$G-R \rightarrow G-R$ ---	$B-V \rightarrow B-V-\Delta B$

Figuras 4c y d.- Vectores "blanketing" en el sistema RGU y UBV.

### 2.3. Medida de las estrellas superpuestas.-

Cuando las imágenes de dos estrellas se superponen, no completamente, en la placa fotográfica, el resultado es una imagen no circular. Tales imágenes no pueden medirse con el fotómetro iris electrónicamente. Las medidas fotométricas se reemplazan entonces por medidas geométricas que pueden hacerse con el mismo fotómetro. Llamaremos a éstas medidas, sin electrónica. En este caso, sólo se tiene en cuenta el tamaño de la imagen de la estrella sobre la placa que viene dada por la medida del iris. Pueden medirse de esta manera aquellas imágenes de estrellas que no son circulares, siempre que al menos una parte de la estrella no esté distorsionada por la superposición de otra estrella. Ciertamente, la exactitud de la medida no es tan buena como la que se obtiene por medio de una medida electrónica, ya que aquella está basada en una estimación y no en una pura medida.

En nuestro campo se han encontrado 55 estrellas de este tipo, el 2.27% de todas las estrellas medidas, que han sido medidas sin electrónica. Para la reducción de esas estrellas han de medirse también los diámetros de las estrellas patrón no superpuestas, en todo el intervalo de magnitudes utilizado. Con estos diámetros se construyen otras curvas de calibrado, magnitud en función del diámetro, para cada color. En este caso se ha construido una curva de calibrado para cada color, promediando los valores del iris de cada estrella en cada placa. Se han utilizado las mismas estrellas patrón, pertenecientes a los cúmulos NGC 2353, NGC 2345 y NGC 2360.

La dispersión de las medidas sin electrónica es un 25% mayor que la de las medidas electrónicas por lo que en los diagramas de dos colores se apreciará una mayor dispersión para estas estrellas.

De entre las 55 estrellas superpuestas, en 6 de ellas por ser demasiado grande la zona superpuesta, no ha podido utilizarse este método y han sido omitidas en la discusión. Han sido igualmente omitidas las 17 estrellas para las cuales la imagen U no era suficientemente perceptible sobre la placa para ser medida. Para 24 estrellas superpuestas se han conseguido resultados razonables, puesto que en los diagramas de dos colores se encuentran sobre o cerca de la Secuencia Principal. Pero 8 estrellas superpuestas presentan gran dispersión en estos diagramas por lo que han sido desechadas. En total las estrellas rechazadas por este motivo han sido 29, el 1.20% de todas las estrellas del campo.

Las medidas del iris de las estrellas de los cúmulos (no superpuestas) medidas sin electrónica se encuentran en el apéndice III, así como las medidas sin electrónica de las estrellas superpuestas.

También se encuentran en el apéndice III las curvas de calibrado de las medidas sin electrónica y los coeficientes de los polinomios que mejor ajustan a tales curvas, así como la relación existente entre las medidas del iris sin electrónica y las medidas del iris con electrónica para una misma placa.

### 3.1. Estrellas patrón fotoeléctricas.

Se han utilizado 157 estrellas medidas fotoeléctricamente para la transformación de las medidas del iris en magnitudes, con ayuda de unas curvas de calibrado. Estas 157 estrellas pertenecen a los siguientes cúmulos galácticos:

15 al NGC 2353 (A.A.Hoag et al., 1961)

82 al NGC 2360 (O.J.Eggen, 1968)

60 AL NGC 2345 (A.F.J.Moffat, 1974)

Estas estrellas fotoeléctricas cubren todo el rango de magnitudes de las estrellas medidas en el campo, por lo que las curvas de calibrado no han tenido que ser extrapoladas.

### 3.2. Curvas de calibrado.-

La relación existente entre las magnitudes medidas fotoeléctricamente y los valores correspondientes del iris al medir las estrellas en una placa fotográfica con el fotómetro es la llamada curva de calibrado. Se obtiene representando las magnitudes fotoeléctricas en función de los valores del iris.

Las estrellas utilizadas para construir la curva de calibrado, llamadas estrellas patrón fotoeléctricas, deben pertenecer a uno o varios cúmulos cercanos al campo para evitar así los efectos de distancia sobre la placa que se traducirían en los llamados errores de campo. En nuestro caso los cúmulos fotoeléctricos más cercanos al campo (NGC 2353, NGC 2345 y NGC 2360) se encuentran a distancias angulares de  $2^{\circ}13'$ ,  $2^{\circ}81'$  y  $3^{\circ}21'$  respectivamente. Por lo tanto es de esperar que existan diferencias en las curvas de calibrado obtenidas con estos tres cúmulos.

Las diferencias encontradas sólo afectan al punto cero de la escala, como puede verse en la figura 5, por lo que son fácilmente corregibles. En la figura 5 se han representado las curvas de calibrado correspondientes a los tres cúmulos para la placa 2169. Con objeto de no sobrecargar de gráficas el trabajo, sólo se han representado los cúmulos sin corregir para una placa. En las demás placas los resultados son análogos variando de una placa a otra únicamente las posiciones relativas de los cúmulos.

En las placas en las que dos de los cúmulos producían la misma curva de calibrado se ha corregido la curva del tercer cúmulo hasta hacerla coincidir con los otros dos. En las placas en las que los tres cúmulos producían curvas de calibrado paralelas se han hecho coincidir las dos curvas extremas con la central siguiendo los criterios habituales. En todas las placas U y V el cúmulo NGC 2360 es el cúmulo central por lo que se desplazaron los otros dos cúmulos hasta hacerlos coincidir con él. En las placas B, en cambio, quedaban dos cúmulos superpuestos y uno desplazado, pero no siempre los mismos superpuestos por lo que en cada caso se desplazó el cúmulo separado hasta hacerlo coincidir con los otros dos. La exactitud de estas correcciones se comprueba por medio de los errores de campo (capítulo 3.3).

Las correcciones, en unidades de iris, aplicadas a los cúmulos de cada placa pueden verse en la tabla 2.

Como se dijo en el capítulo 2.1. se ha construido una única curva de calibrado para tres placas V y otra curva de calibrado para dos placas U, promediando los valores del iris. Por lo tanto se tienen 6 curvas de calibrado para las 6 placas B, cuatro curvas de calibrado para las 5 placas U y cuatro curvas de calibrado para las 6 placas V. Figuras 6 a 19. Una vez corregidas las estrellas de cada cúmulo en las cantidades previamente indicadas se han ajustado automáticamente los puntos por el método de los mínimos cuadrados a polinomios de grados crecientes de 1 a 12.

No siendo el número de puntos igualmente abundante por

los dos extremos de la curva las desviaciones típicas de los ajustes no son suficientes para determinar cual es el polinomio que mejor ajusta. Por lo tanto ha sido necesario realizar un análisis de la varianza por zonas, para determinar el polinomio que mejor ajusta en todas las zonas.

Los grados de los polinomios utilizados como curva de calibrado para cada placa y sus desviaciones típicas vienen dados en la tabla 3.

No ha sido necesario extrapolar las curvas de calibrado puesto que las magnitudes límite de las estrellas del campo son de 16.86 y 16.64 y 15.95 en U, B y V respectivamente y la estrella más débil de las patrón tiene magnitudes 17.17, 16.87 y 16.07 en U, B y V respectivamente. Las magnitudes límite han sido calculadas como la media aritmética de las 15 estrellas más débiles del campo en cada color. En la tabla 4 aparecen dichas estrellas con sus magnitudes correspondientes.

En el apéndice IV se encuentran los coeficientes de los polinomios que mejor ajustan a las curvas de calibrado obtenidas con las correcciones a los cúmulos que aparecen en la tabla 2.

En las figuras 5 a 19, que representan las curvas de calibrado, los valores que aparecen en ordenadas son los complementos del iris respecto de 100. Los coeficientes de las curvas de calibrado ajustadas, que aparecen en el apéndice V, también corresponden a los ajustes realizados con estos valores del iris.

TABLA 2  
Correcciones aplicadas a los cúmulos (en unidades  
de iris)

PLACAS B

PLACA	NGC 2353	NGC 2360	NGC 2345
2168	0.0	0.0	+2.0
2201	0.0	-0.6	0.0
2185	0.0	+1.0	0.0
2274	+1.0	0.0	0.0
2263	0.0	0.8	0.0
2223	0.0	+1.6	0.0

PLACAS U

PLACA	NGC 2353	NGC 2360	NGC 2345
2184	+1.6	0.0	-3.0
2167	+1.0	0.0	-2.0
2222	+2.0	0.0	-1.6
2273	+1.4	0.0	-1.6
2262	+1.4	0.0	-1.6

PLACAS V

PLACA	NGC 2353	NGC 2360	NGC 2345
2169	-2.0	0.0	+2.2
2186	-0.6	0.0	+0.6
2202	-1.4	0.0	0.0
2264	-0.6	0.0	0.0
2224	-0.6	0.0	0.0
2275	-0.6	0.0	0.0

T A B L A 3

Grados de los polinomios utilizados con sus desviaciones  
típicas correspondientes

PLACAS B		
PLACA	GRADO	D.T.
2168	5	0.1238
2201	6	0.1044
2185	5	0.1344
2274	6	0.1282
2263	5	0.1489
2223	6	0.1613

PLACAS U		
PLACA	GRADO	D.T.
2167	3	0.1310
2184	5	0.1328
2222	4	0.1597
2273		
2262	5	0.1360

PLACAS V		
PLACA	GRADO	D.T.
2264	6	0.1206
2224	6	0.1206
2275	6	0.1206
2169	5	0.1222
2186	6	0.1457
2202	5	0.1278

TABLA 4  
Magnitudes límites

B		U		V	
N°	MAG	N°	MAG	N°	MAG
10	16.66	306	16.84	10	16.01
560	16.77	317	16.84	14	15.94
613	16.68	443	16.87	77	15.95
617	16.61	775	16.84	515	15.92
633	16.58	858	16.87	537	15.91
775	16.59	1289	16.84	617	15.94
790	15.68	1385	16.84	1047	15.91
1205	16.59	1444	16.87	1057	15.95
1440	16.70	1461	16.89	1166	15.92
1443	16.59	1674	16.87	1231	15.94
1610	16.62	1815	16.84	1398	15.91
1612	16.62	1818	16.84	1443	15.98
1661	16.72	1847	16.89	1636	15.97
2411	16.69	1869	16.86	1818	16.05
2418	16.61	1902	16.84	1908	15.93
Media	<u>16.65</u>	Media	<u>16.86</u>	Media	<u>15.95</u>

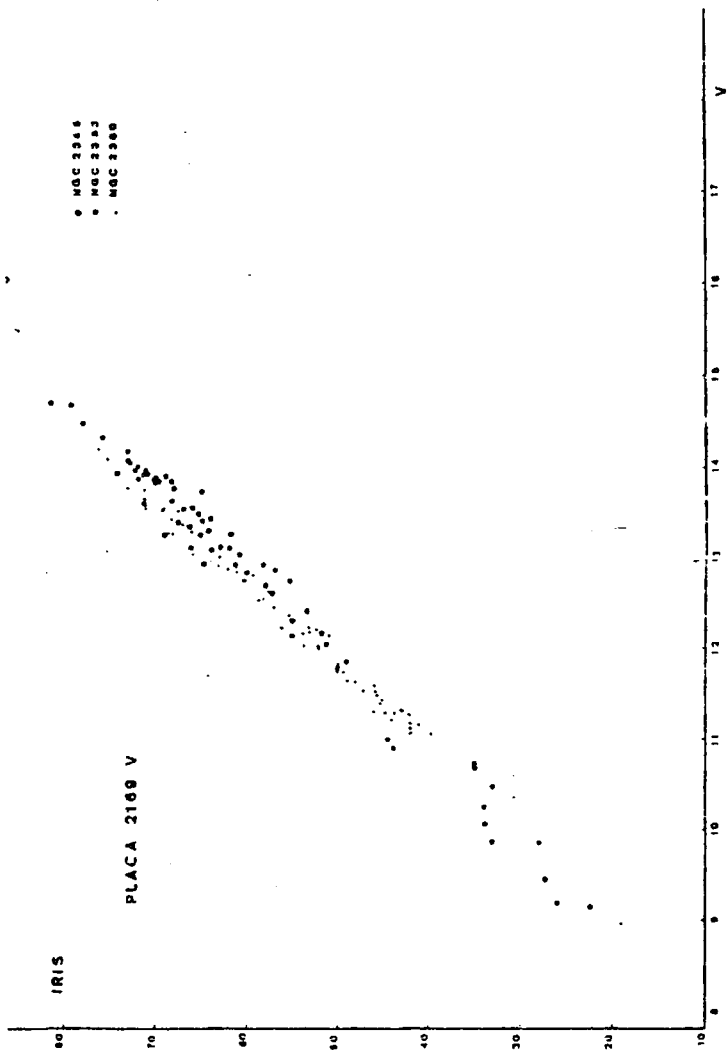
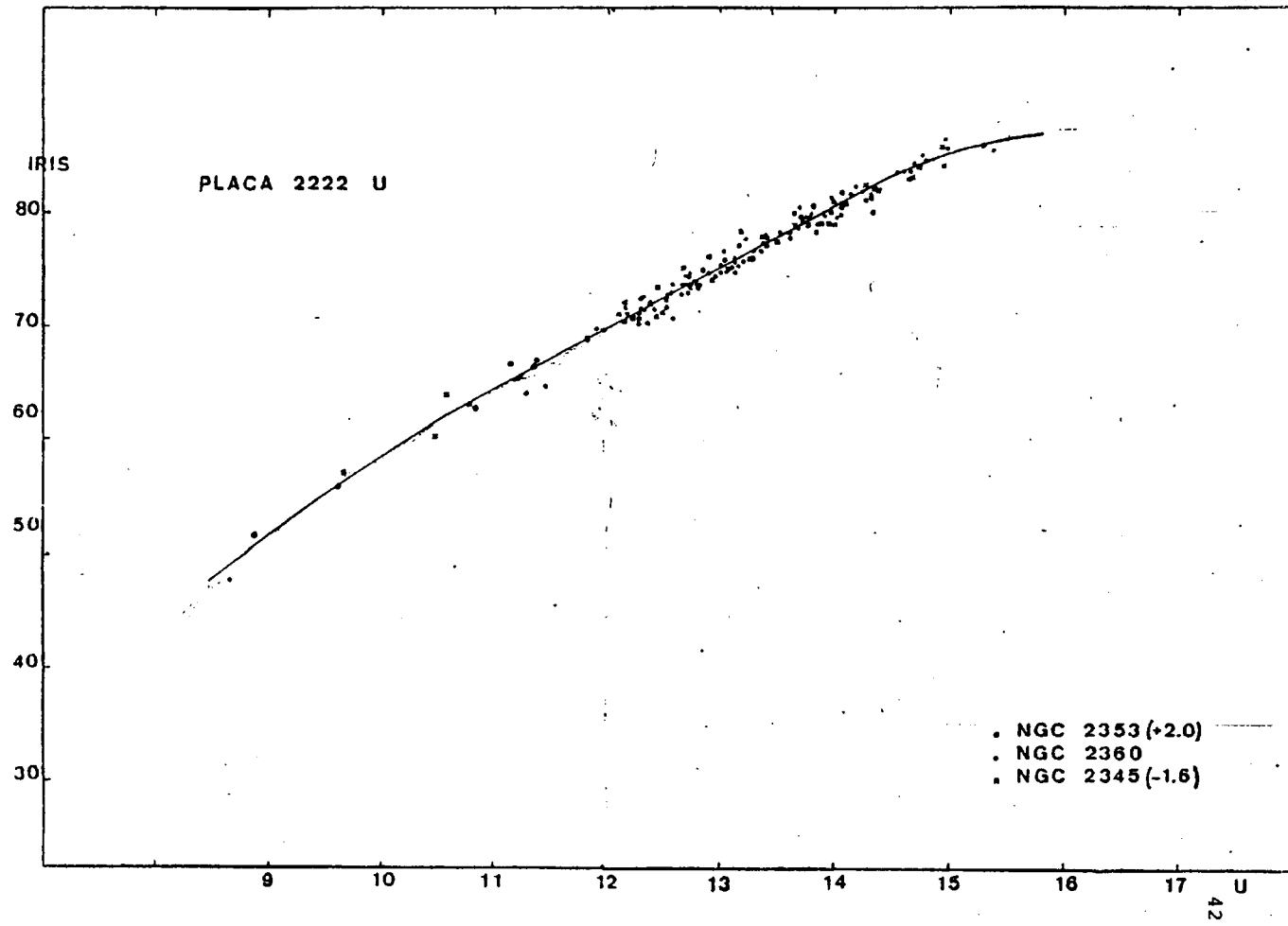


Figure 5.

Figura 6.



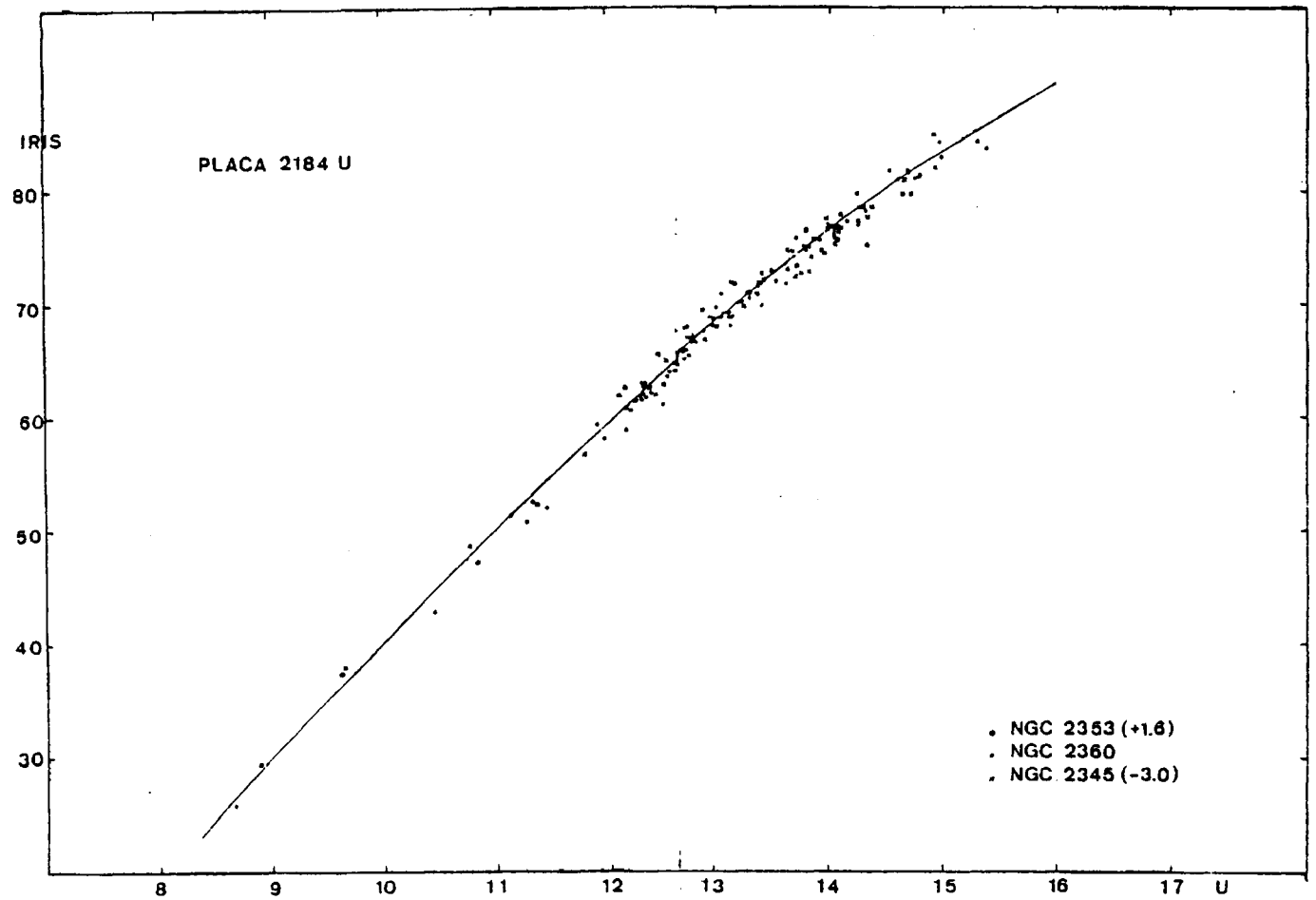


Figura 7.

Figura 8.

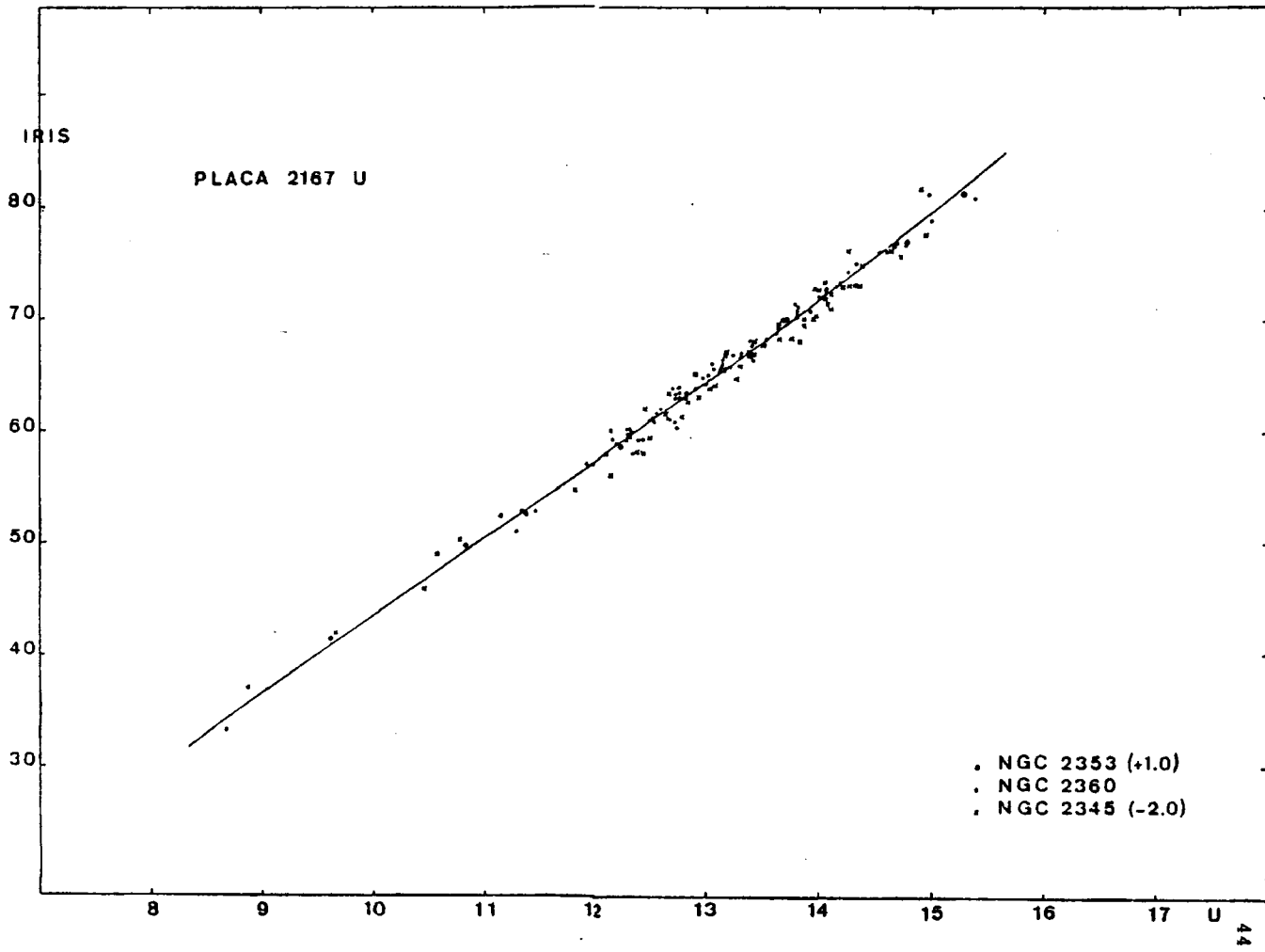


Figura 9.

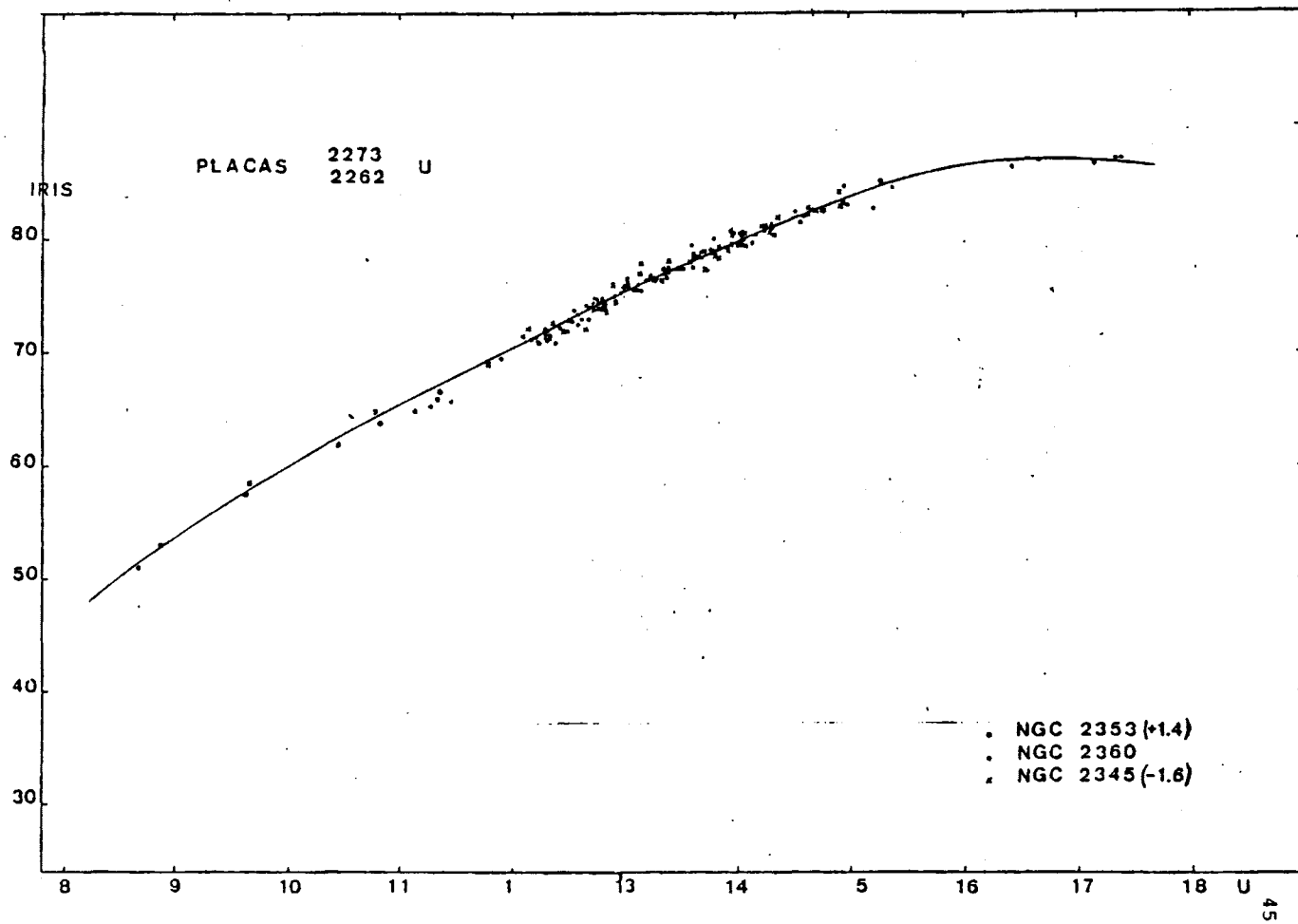
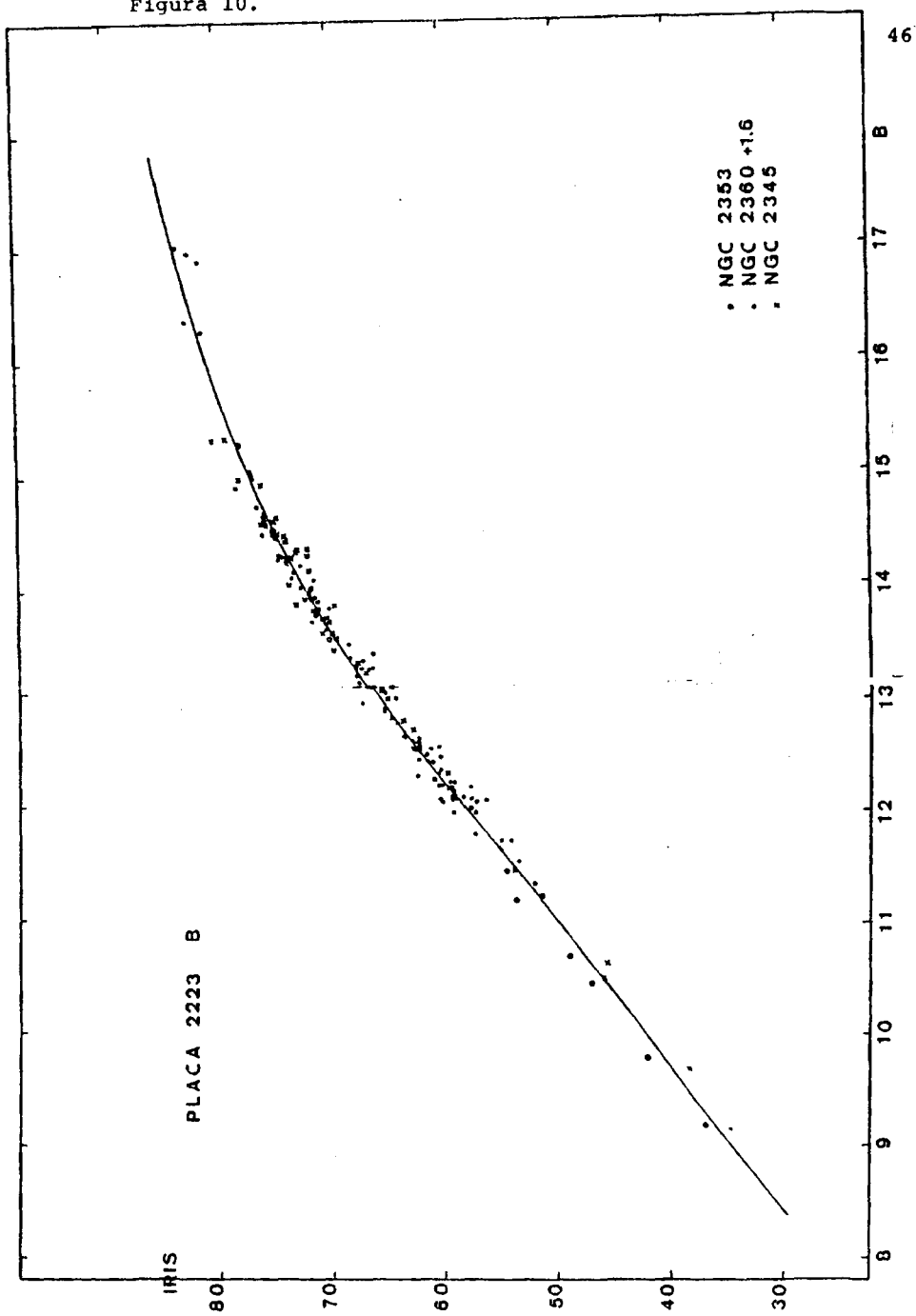


Figura 10.



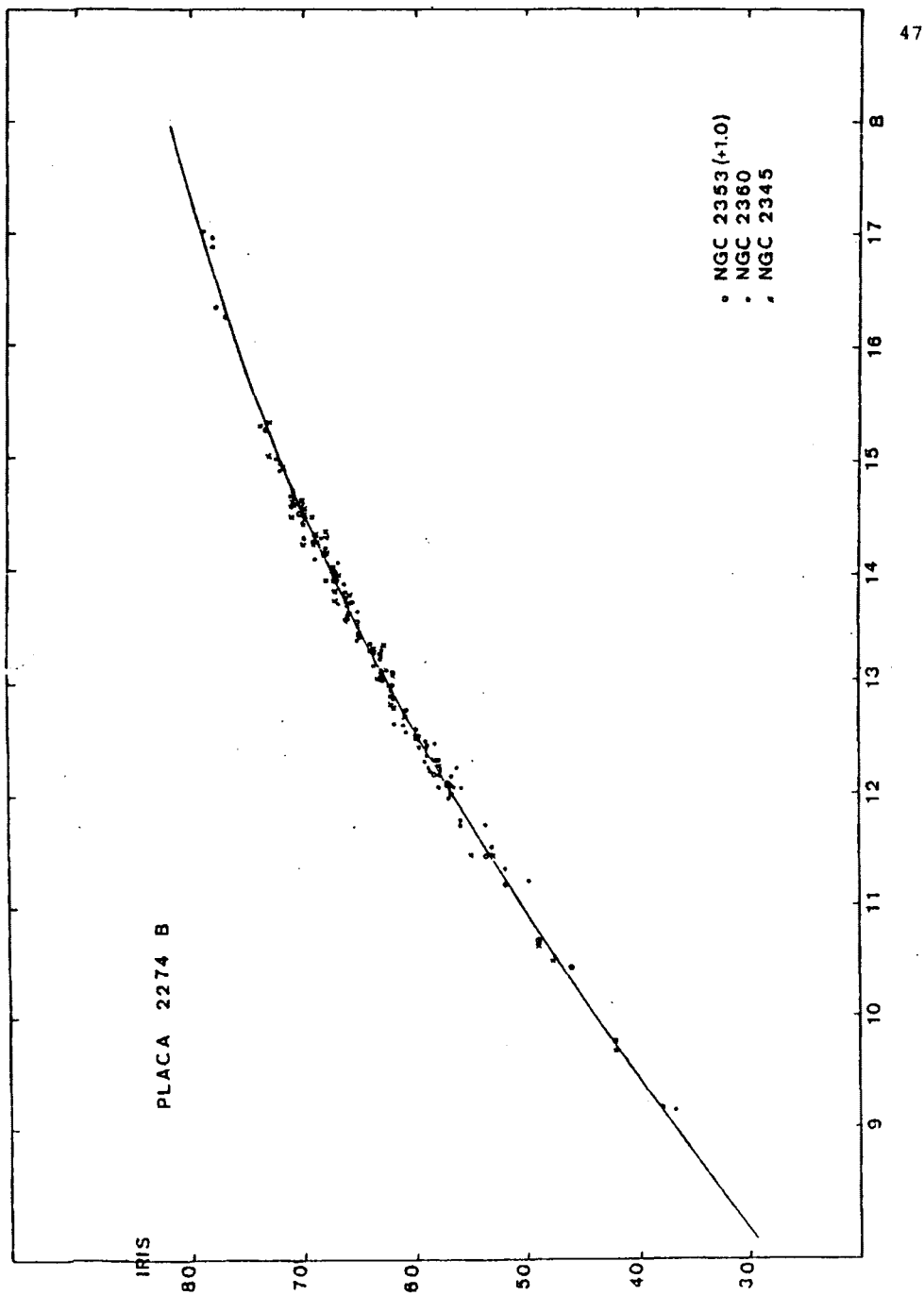
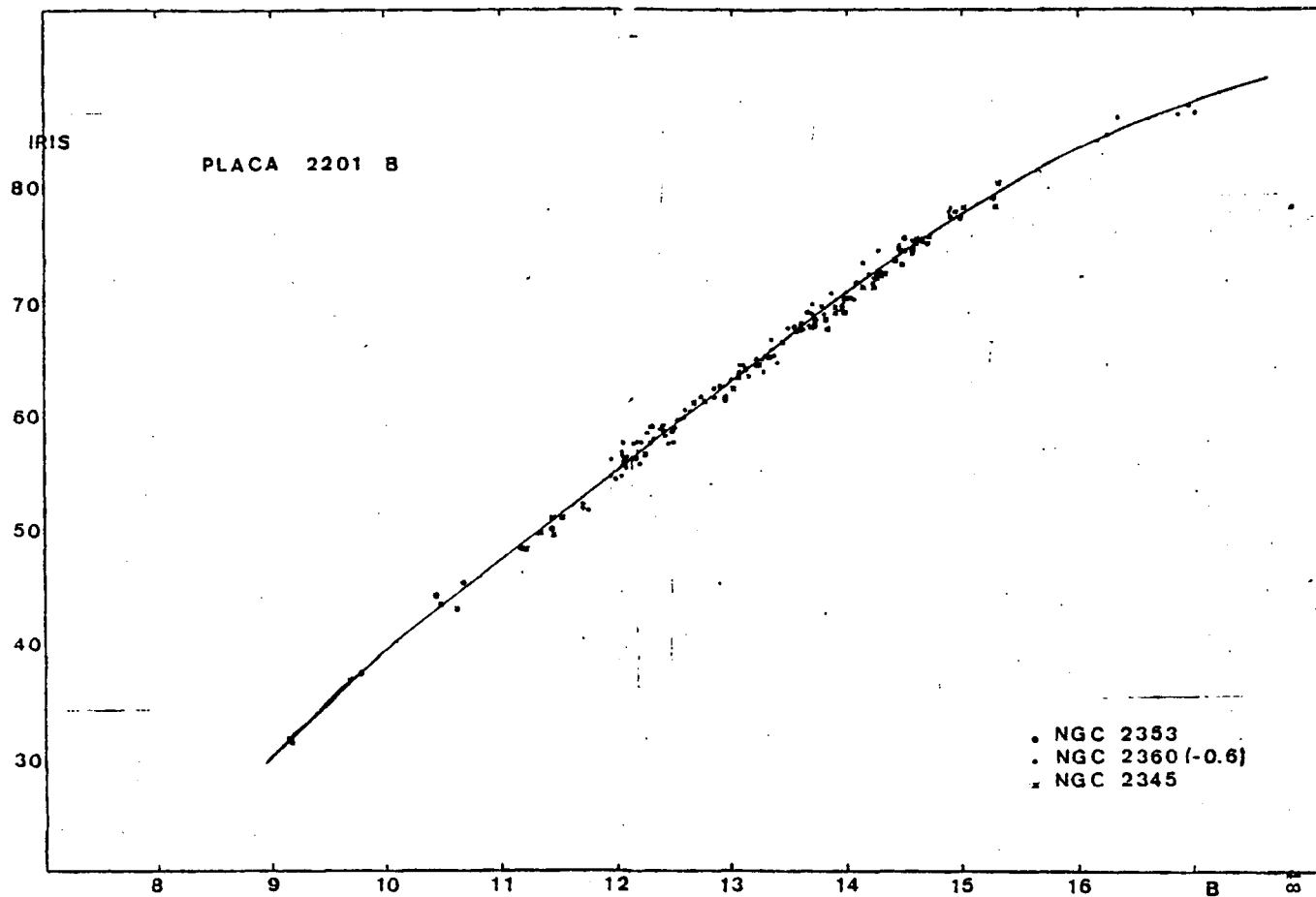


Figura 11.

Figura 12.



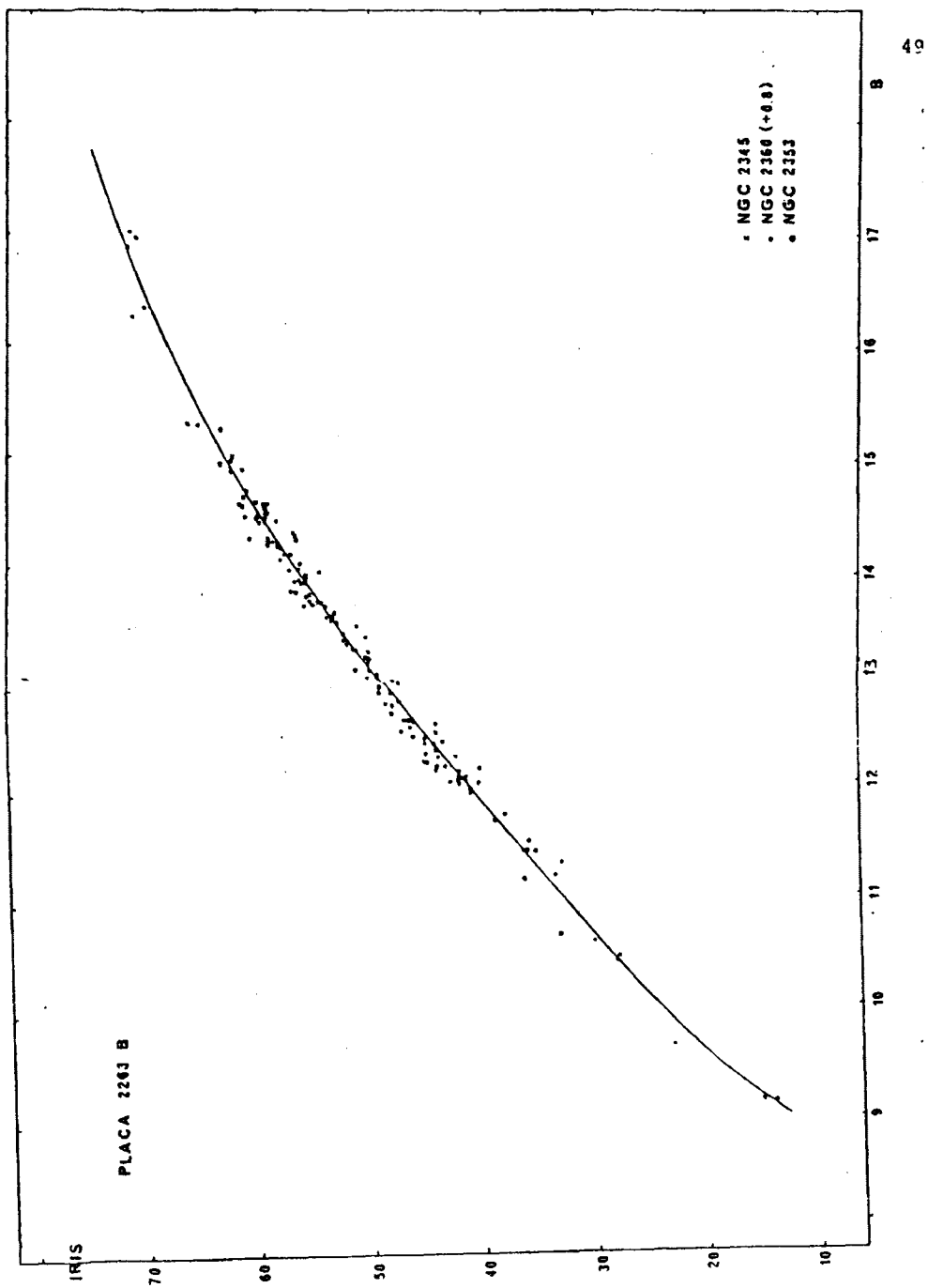


Figura 13.

Figura 14.

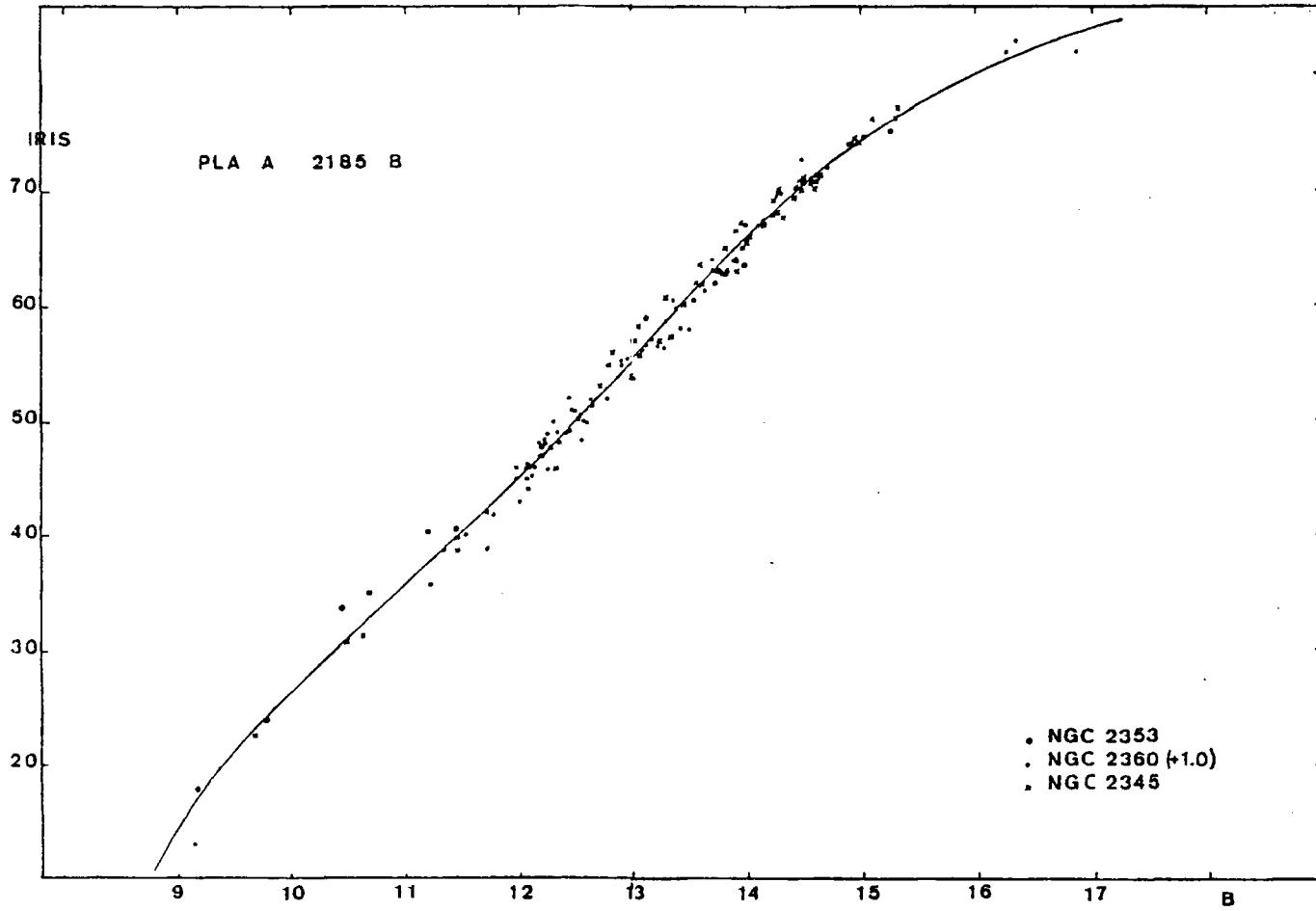
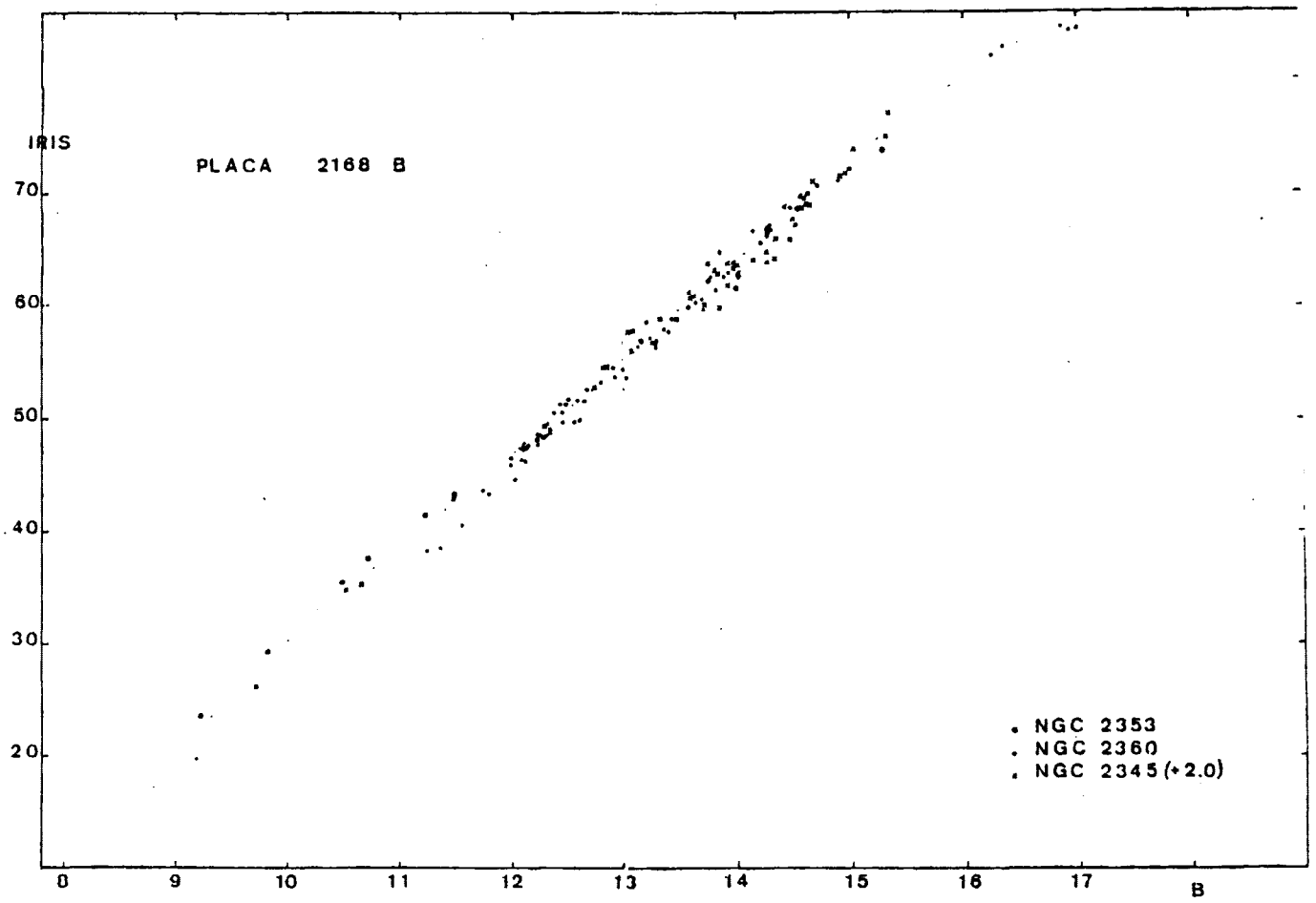


Figura 15.



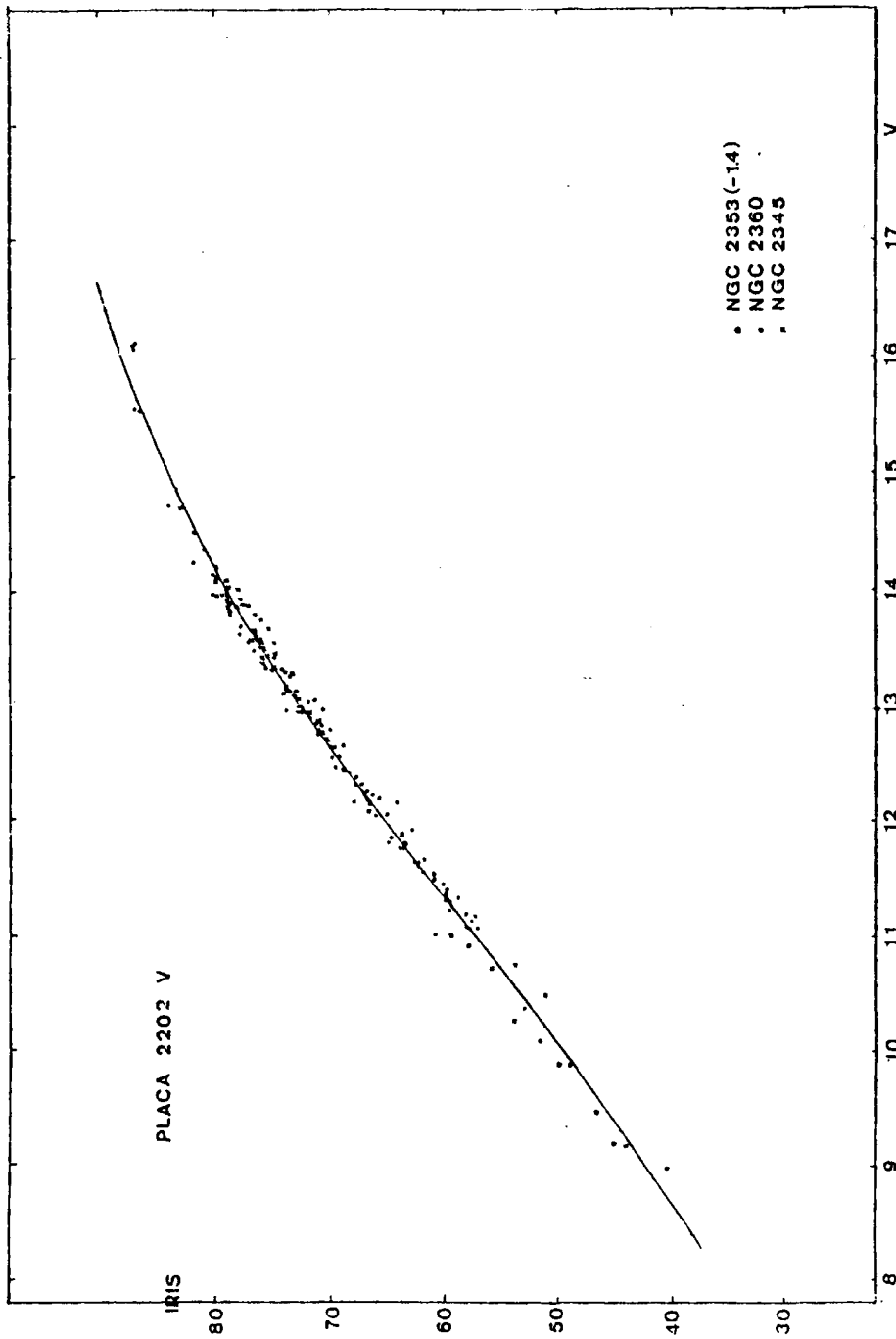
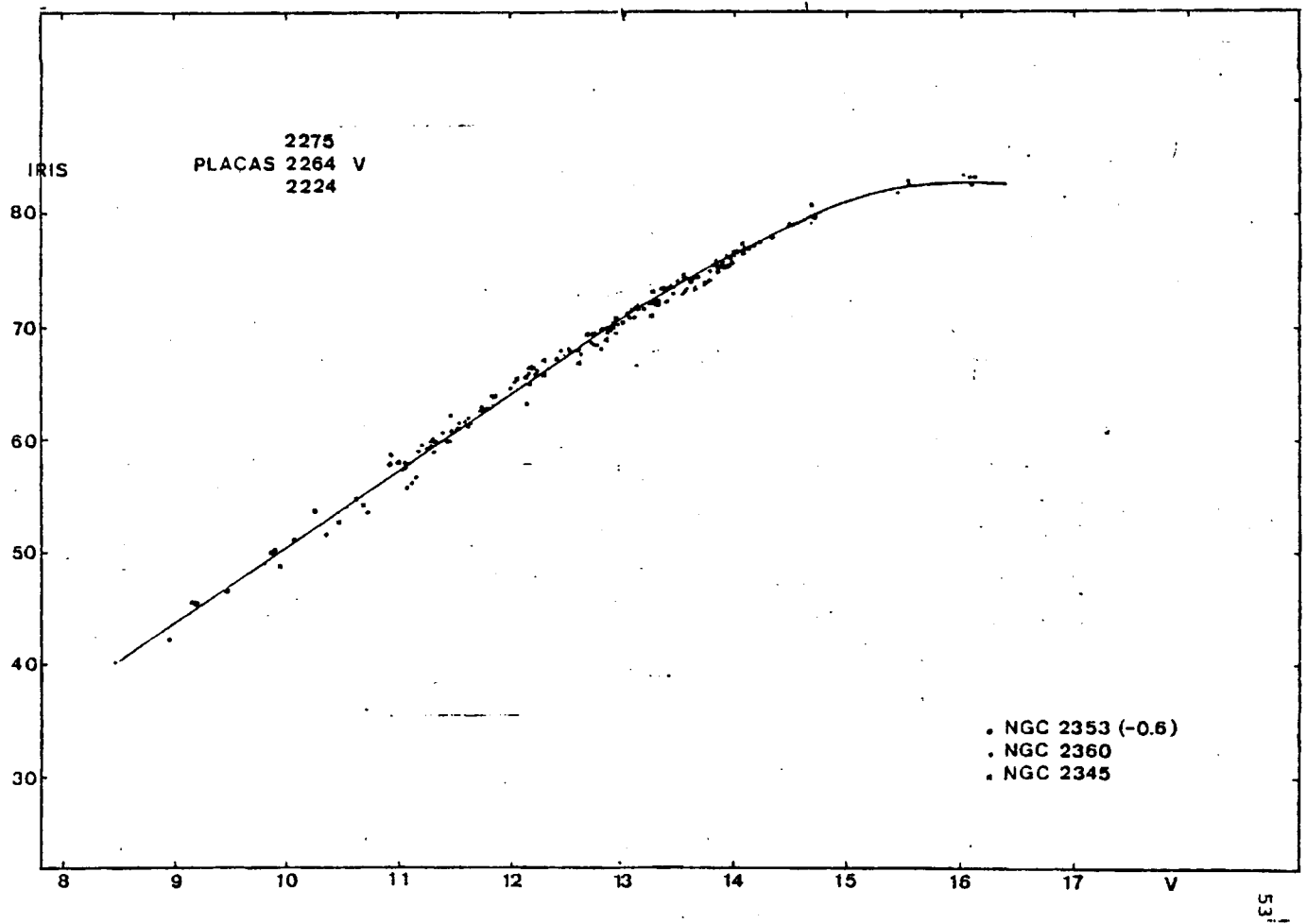


Figura 16.

Figura 17.



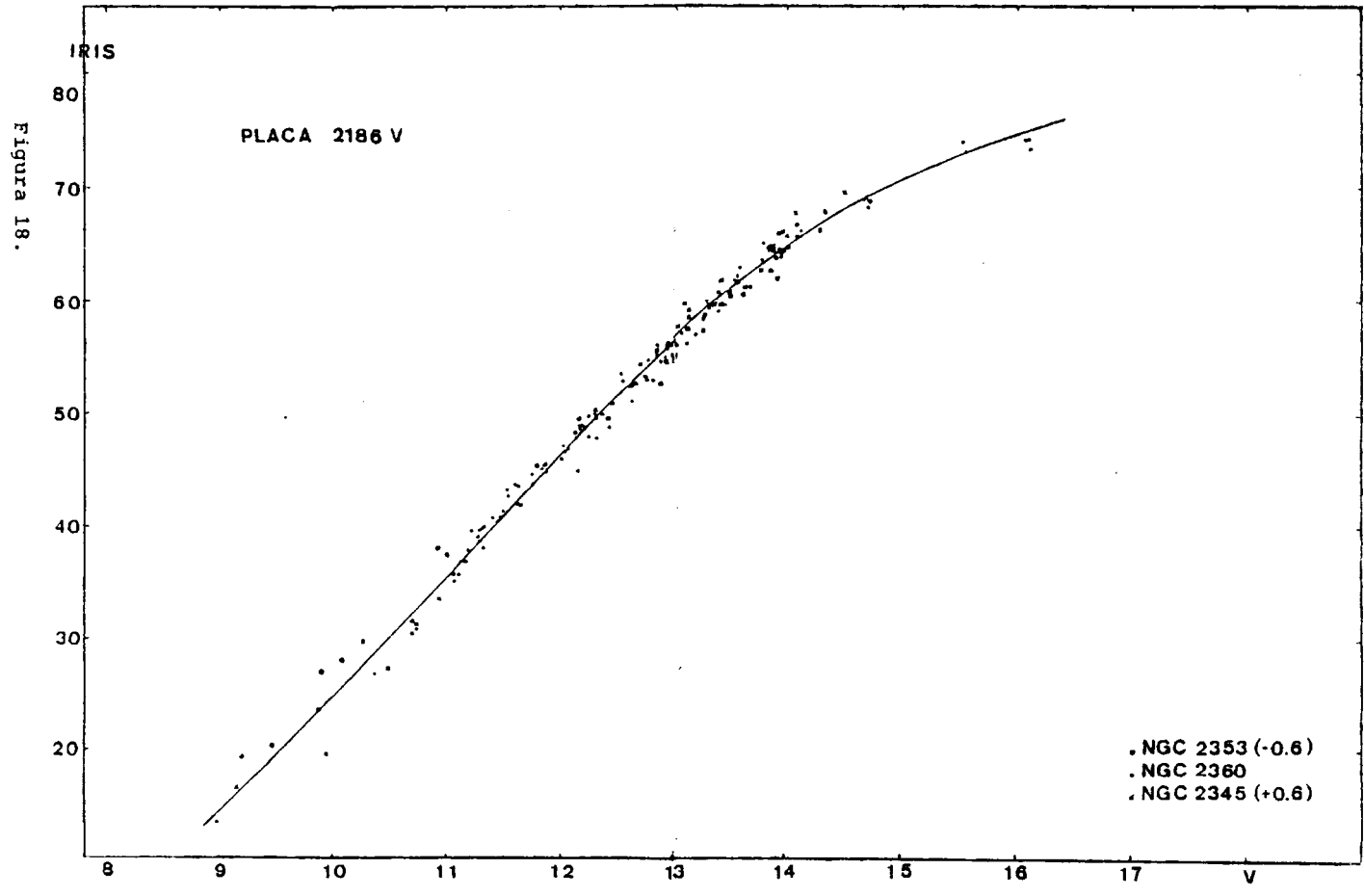
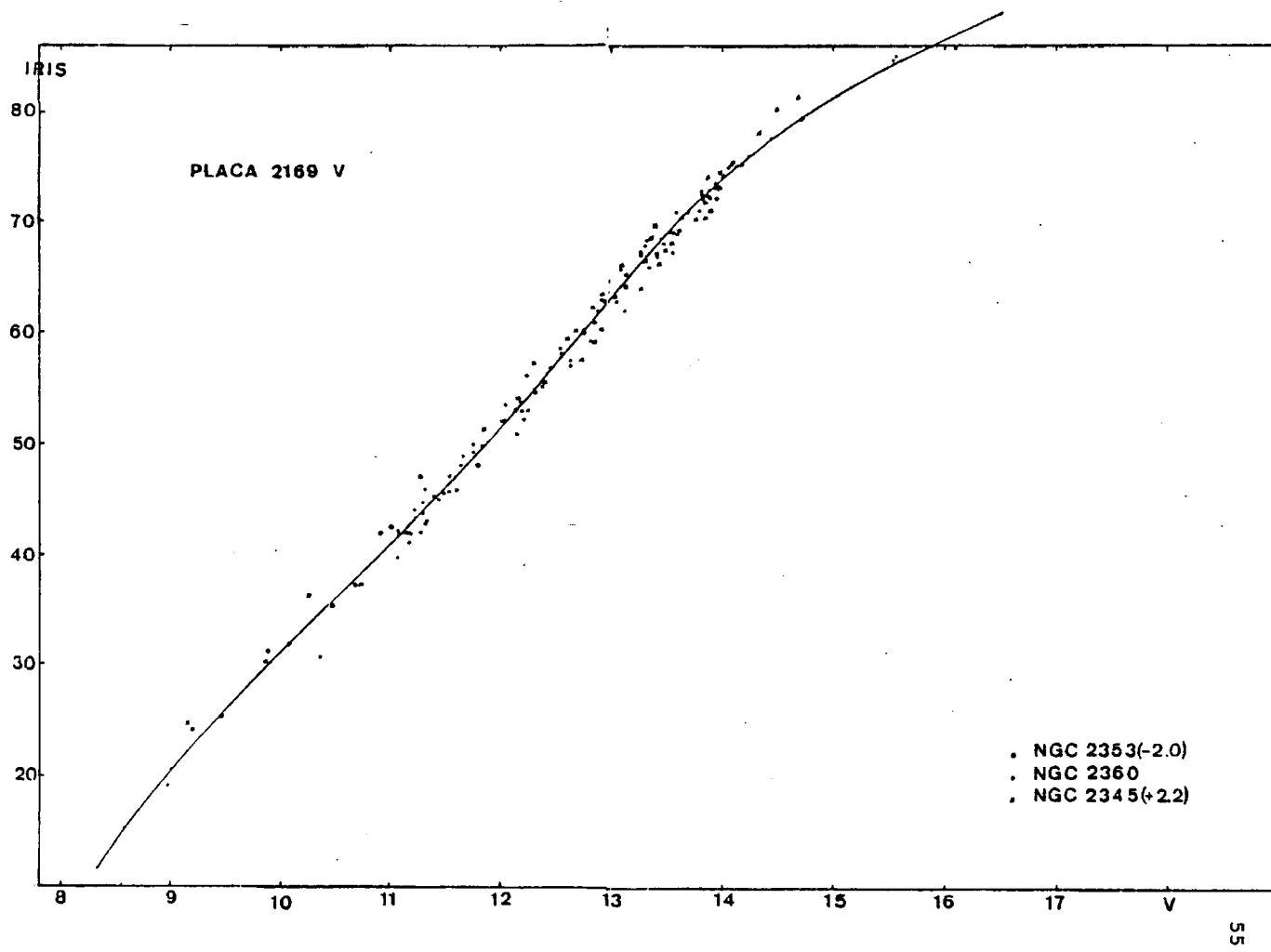


Figura 19.



### 3.3. Ecuación de magnitud y ecuación de color.-

La diferencia entre las magnitudes medidas en dos sistemas fotométricos diferentes es, en general, función de la magnitud y del color de la estrella cuyas medidas se comparan (Stock y Williams, 1962):

$$m_1 - m_2 = f(m, C)$$

donde  $m_1$  y  $m_2$  son las magnitudes en los dos sistemas,  $m$  es la magnitud en uno de los sistemas y  $C$  es un índice de color. Tal relación es conocida como "ecuación de color" entre los dos sistemas.

En nuestro trabajo, los dos sistemas que se comparan son el UBV fotoeléctrico y el UBV fotográfico, de cuyas ligeras diferencias hemos hablado en capítulo 2.2. Cuando las características de color de los dos sistemas son ligeramente diferentes, la representación de las lecturas del fotómetro en función de las magnitudes fotoeléctricas nos dará sólo una aproximación de la curva de calibrado, es decir una curva de calibrado afectada de ecuación de color, a no ser que esta fuera nula. Es de esperar que la representación muestre una dispersión con las estrellas rojas preferentemente a un lado de la curva media, mientras las estrellas azules ocupen, preferentemente, el lado opuesto. En tal caso, después de ajustar por mínimos cuadrados los puntos de la representación lecturas-magnitudes, se representan los desplazamientos de los puntos individuales respecto de la curva media obtenida, en función de sus colores con objeto de determinar la ecuación de color.

Para telescopios reflectores la ecuación de color es independiente de la magnitud, por lo que pueden corregirse independientemente ambos efectos:

$$m_{fg} - m_{fe} = f(C_{fe}) + f'(m_{fe})$$

por lo que hablaremos de ecuación de color ( $f$ ) y ecuación de magnitud ( $f'$ ). Una vez determinadas  $f$  y  $f'$ , las magnitudes fotográficas pueden ser transformadas al sistema fotoeléctrico, y construirse con ellas una nueva curva de calibrado en la que los desplazamientos de cada punto de la curva media ya no mostrarán dependencia del color.

Para las 17 placas medidas no se ha encontrado ecuación de magnitud apreciable individualmente, salvo para la media de las 5 placas U en la que la ecuación de magnitud es significativa (figura 20) teniendo el valor siguiente:

$$U < 12 \quad U_{fe} = \frac{\bar{U}_{fg} - 1.08}{0.90}$$

$$U > 12 \quad U_{fe} = \frac{\bar{U}_{fg} + 0.93}{1.0675}$$

donde  $U_{fe}$  es la magnitud U fotoeléctrica y  $\bar{U}_{fg}$  es la media aritmética de las magnitudes U fotográficas.

Lo mismo ocurre para la ecuación de color. Individualmente cada placa no presenta desviaciones, sin embargo para la media de las placas V se aprecia ecuación de color en (B-V), (figura 21) que se corrige de la siguiente manera:

$$V_{fe} = V_{fg} + 0.10 \quad (\text{para } (B-V) > 0.90)$$

donde  $V_{fe}$  es la magnitud V fotoeléctrica y  $\bar{V}_{fg}$  es la media aritmética de las 6 magnitudes fotográficas.

Para la media de las placas B y V, figuras 22 y 23, no se aprecia ecuación de color.

Las correcciones de ecuación de magnitud y ecuación de color se han realizado por medio del programa "Magnitudes finales" que aparece en el apéndice VIII. La explicación de dicho programa se encuentra en el apéndice V.3.

ECUACION DE MAGNITUD

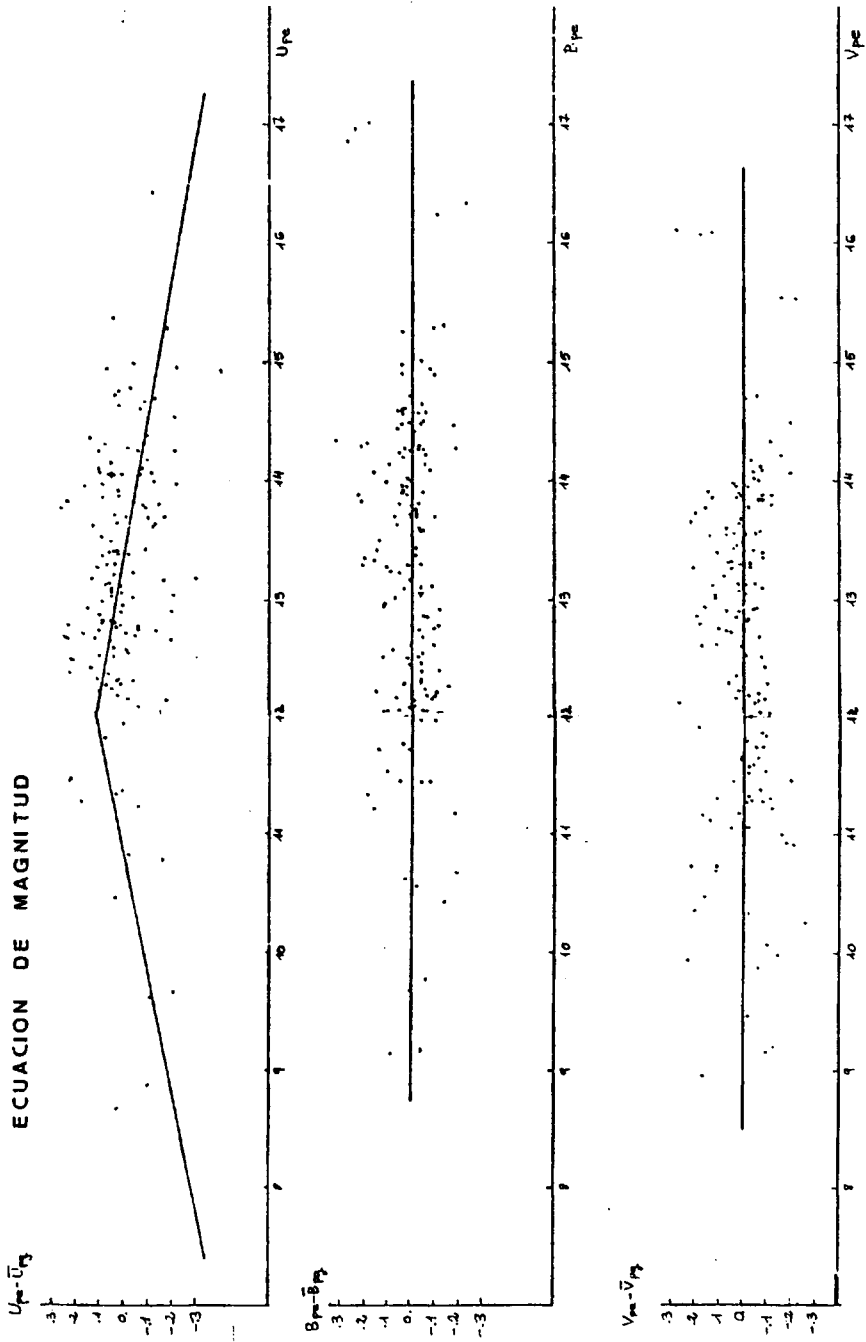


Figura 20.

Figura 21.

## ECUACION DE COLOR

## PLACAS V

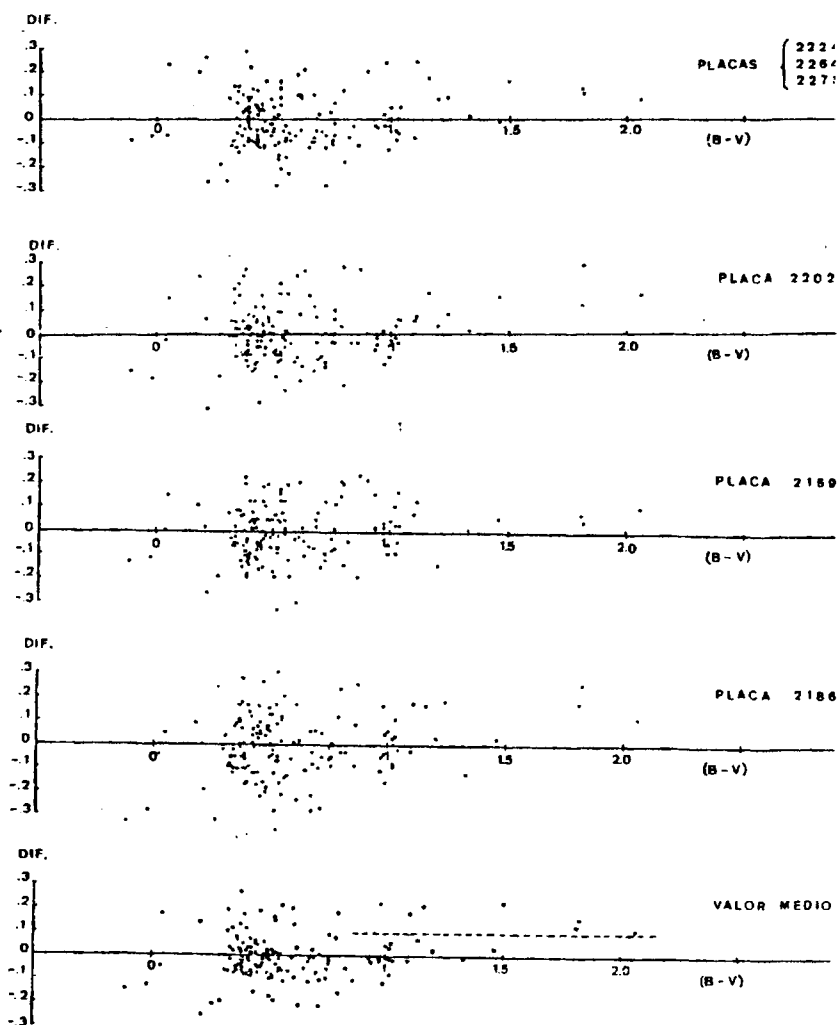
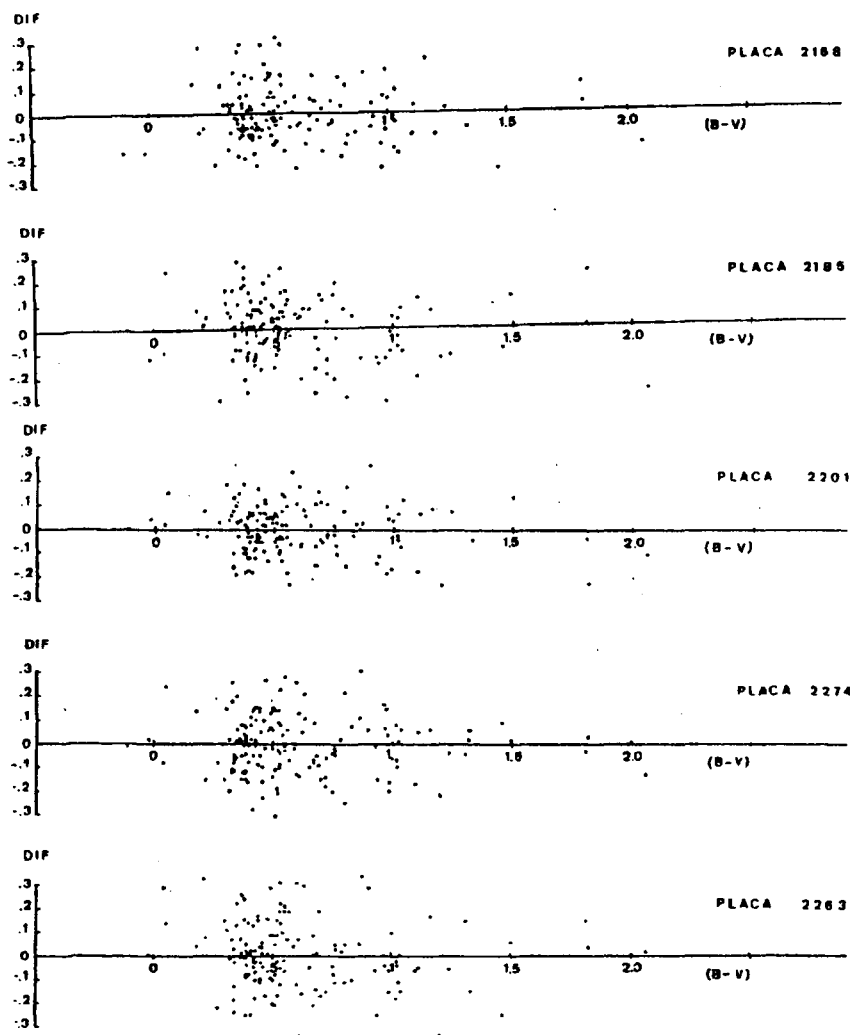


Figura 22.

ECUACION DE COLOR  
PLACAS B



PLACAS B (CONTINUACION)

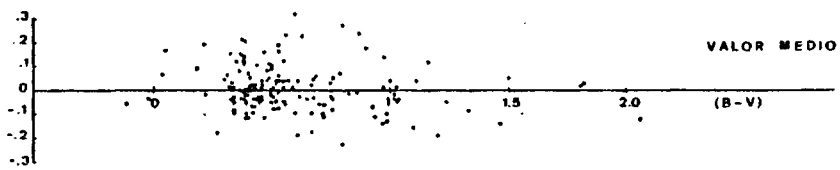
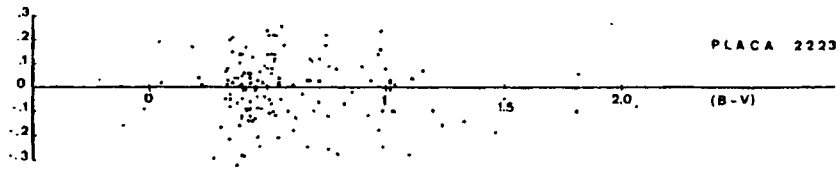
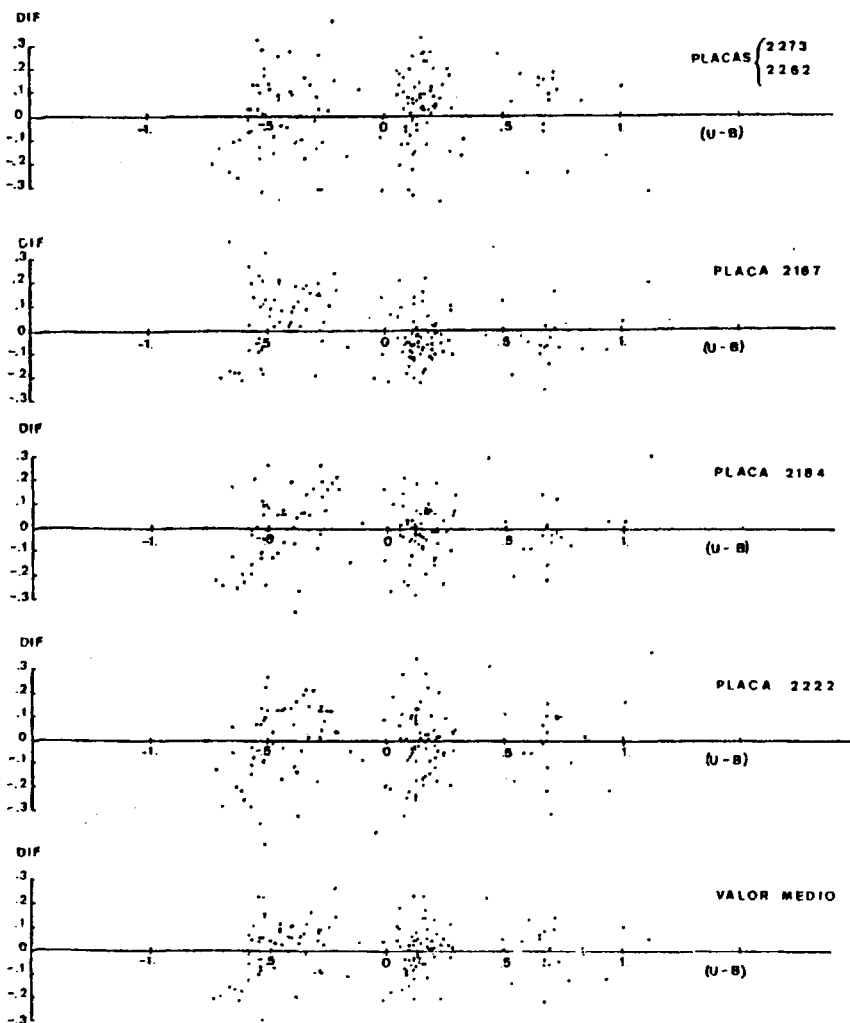


Figura 23.

ECUACION DE COLOR

PLACAS U



### 3.4. Errores de campo y de placa

El principio fundamental de la fotometría fotográfica consiste en que igual intensidad produce efectos fotográficos iguales, bajo idénticas condiciones. Generalmente, el efecto fotográfico utilizado como medida de la intensidad de la luz incidente es la transparencia de la imagen fotográfica obtenida. Sin embargo, ya que la respuesta de la emulsión fotográfica no es lineal, la transparencia integrada de la imagen fotográfica depende no sólo de la intensidad integrada de la imagen óptica sino también de la distribución de la intensidad en ella. La distribución de la intensidad en una imagen óptica depende de un gran número de factores que incluyen las condiciones atmosféricas ("seeing"), el guiado del telescopio durante la exposición y las propiedades y el ajuste del sistema óptico. El problema se complica más todavía con los efectos de adyacencia. La variación de estos factores de una placa a otra, con la posición de la placa y con la longitud de onda, es la causa de los errores de campo y de placa (Stock y Williams, 1962).

Cuando se fotografía una gran zona del cielo nos encontramos con la cuestión de si la relación existente entre las lecturas del iris y las magnitudes es la misma en toda la placa. Si existe o no la misma relación depende principalmente de los factores: 1) la uniformidad de la sensibilidad en toda la placa, y 2) la uniformidad de la estructura de la imagen. Si tales uniformidades no existen, las lecturas del iris se desviarán sistemática o aleatoriamente de la curva establecida para una

pequeña zona de la placa. Errores sistemáticos de esta naturaleza son llamados "errores de placa" si son debidos a la no uniforme sensibilidad de la placa y "errores de campo" si son debidos a imperfecciones de la óptica o a defectos en la colocación de la placa en el soporte o del soporte mismo. Algunos autores (p.ej. Schaltenbrand, 1974 y García-Pelayo, 1977) llaman a los errores de placa, "ecuación de magnitud", puesto que éstos efectivamente dependen de la magnitud de la estrella. En el presente trabajo se utilizará la nomenclatura de Stock y Williams (1962) para no tener confusión con la también llamada "ecuación de magnitud", que puede aparecer al hacer la transferencia del sistema fotoeléctrico al sistema fotográfico para las estrellas patrón.

Además de estas variaciones en gran escala de la sensibilidad de la placa, también hay fluctuaciones al azar de la densidad de granos que producen una dispersión en pequeña escala.

Los errores de placa causados por una distribución aleatoria de los granos y por la no uniformidad, en gran escala, de la sensibilidad de la placa, son en general diferentes de una placa a otra. Estos errores pueden ser compensados o reducidos sensiblemente si se toma el valor medio de un número suficiente de placas.

Este no es el caso de los errores de campo. Los errores debidos a imperfecciones de la óptica son una característica permanente del telescopio y producen efectos similares en todas

las placas. Por lo tanto no pueden ser eliminados tomando el valor medio de varias placas; sólo las variaciones de los errores de campo de una placa a otra pueden corregirse de esta manera. Evidentemente es necesario tener medios de comprobación de los errores de campo y eliminarlos si existen. Stock (1951) ha discutido este problema en el caso en el que los errores son de simetría radial. Una discusión más general ha sido presentada por Stock y Wehlau (1956). Cada telescopio tiene sus errores de campo característicos. Estos pueden ser también diferentes para cada combinación placa-filtro, a causa de los efectos cromáticos, así como de las no uniformidades de los filtros y pueden depender del "seeing", del tiempo de exposición, del enfoque, etc. Como estos errores de campo son debidos a efectos estructurales en las imágenes y a variaciones de la transmisión del telescopio, no se encuentran aleatoriamente distribuidos en todo el campo, sino que dependen claramente de las coordenadas (del lugar que ocupan en la placa), generalmente de una manera simple.

Un método para detectar ambos errores, de placa y de campo, si existen, es el siguiente, desarrollado por Schaltebrand (1974). Para detectar los errores de placa se comprueba si las magnitudes de cada placa presentan diferencias sistémicas respecto del correspondiente valor medio en las demás placas de ese color. Se hace esta comprobación dividiendo las estrellas en intervalos de magnitud aparente, ya que este tipo de error puede tener distinto valor según el valor de la magni

tud de la estrella. En nuestro caso se han dividido las estrellas en nueve grupos según su magnitud aparente ( $V < 10$ , 10-11, 11-12, 12-13, 13-14, 14-14.5, 14.5-15, 15-15.5,  $V > 15.5$ ).

En una placa  $p$  de color  $c$ , una estrella tiene una magnitud  $m(c,p,a)$  comprendida en un determinado intervalo de magnitudes  $a$ . El valor medio de las magnitudes que esa estrella tiene en las demás placas de ese color es  $\bar{m}$ , y la diferencia será:

$$d(c,p,a) = m(c,p,a) - \bar{m}$$

se define entonces como "error de placa" para el intervalo  $a$ , la media aritmética

$$h(c,p,a) = \frac{1}{i} \sum_1^i d(c,p,a)$$

donde  $i$  = número de estrellas que se encuentran en el intervalo de magnitudes  $a$ .

Un valor típico del error de placa de la placa  $p$ , correspondiente al color  $c$  es  $H(c,p)$  y se calcula por medio de su cuadrado

$$H^2(c,p) = \frac{1}{\sum_1^I g_h(i)} \sum_1^I \left\{ g_h(i) \cdot h^2(c,p,a) \right\}$$

siendo  $g_h(i)$  los pesos asignados a cada intervalo de magnitud (número de estrellas) e  $I$  el número de intervalos.

Para detectar los errores de campo que, como hemos dicho, dependen de las coordenadas de placa, se divide el campo en zonas de aproximadamente la misma área y se calculan para cada zona las diferencias entre la magnitud de una placa y la magnitud media de las restantes placas del mismo color.

Análogamente a como definimos el error de placa, se define el error de campo como la media aritmética

$$f(c, p, z) = \frac{1}{j} \sum_1^j d(c, p, z)$$

donde  $j$  = número de estrellas que se encuentran en la zona  $Z$ .

Un valor típico del error de campo de la placa  $p$ , correspondiente al color  $c$ , es  $F(c, p)$  que se calcula por:

$$F^2(c, p) = \frac{1}{\sum_1^J g_f(j)} \sum_1^J \left( g_f(j) f^2(c, p, z) \right)$$

siendo como antes  $g_f(j)$  los pesos asignados a cada zona (número de estrellas) y  $J$  el número de zonas. En nuestro caso hemos dividido el campo en 25 zonas de aproximadamente 100 estrellas cada una.

Debido a que ambos errores, de placa y de campo, producen resultados positivos o negativos sobre cada estrella no es posible corregir las magnitudes de errores de campo y placa separada e iterativamente ya que de ésta manera la corrección total no converge. Este método por lo tanto es válido solamente para comprobar la existencia de tales errores, no para corregirlos.

Para la corrección de estos errores se procedió de la siguiente manera. Se eligieron 400 estrellas repartidas por todo el campo y cubriendo todos los intervalos de magnitud y se determinaron sus magnitudes aparentes en cada placa. Se obtuvieron de esta manera 6 valores posibles de  $B$ , cuatro valores

de U y cuatro valores de V.

La única manera de saber cual de todas las posibles combinaciones de B, U y V es la correcta es representado por el diagrama de dos colores. En ausencia de absorción en este diagrama las estrellas de la Secuencia Principal forman una secuencia según su magnitud absoluta, (fig. 24) como se explica en la sección 4.1.

Un desplazamiento de la secuencia de estrellas hacia derecha o izquierda implica un error en  $(B-V)$  positivo o negativo, que puede ser debido a un error en B, un error en V o a una combinación de ambos.

Un desplazamiento de la secuencia de estrellas hacia arriba o hacia abajo de la secuencia teórica implica un error en  $(U-B)$  positivo o negativo, que puede ser debido a un error en U, un error en B o a una combinación de ambos.

Un desplazamiento de la secuencia de estrellas hacia la derecha y arriba o hacia la izquierda y por debajo de la secuencia teórica implica un error en B positivo o negativo.

En la práctica estos desplazamientos no son tan simples ni tan claros de ver, debido a que los errores de placa generalmente tienen distinto valor según la magnitud aparente. Además pueden estar perfectamente enmascarados por posibles errores de campo.

En nuestro caso el problema se complica todavía más por la existencia de una variación de la absorción con la distancia, en la dirección de observación. El resultado de la presencia

de absorción en la dirección de observación trae consigo una mayor dispersión de las estrellas del campo alrededor del diagrama teórico, con lo cual los desplazamientos, siendo, claro está, no muy grandes, no son tan claros.

Estudiando entonces los posibles diagramas de dos colores se fue comprobando que:

- 1) Sólo el diagrama que utilizaba la magnitud  $V$  proveniente de la media de las tres placas 2264, 2224 y 2275 no presentaba error en  $V$ .
- 2) Sólo el diagrama que utilizaba la magnitud  $U$  proveniente de la media de las dos placas 2273 y 2262, junto con la  $V$  (2264, 2224 y 2275) no presentaba error en  $U$ .
- 3) Todos los diagramas de dos colores que utilizaban los seis posibles valores de  $B$  presentaban un error en  $B$  mayor o menor, no siendo ninguno absolutamente satisfactorio. Por lo cual se tomó el valor medio de las seis placas  $B$ , comprobando que los errores de campo y placa existentes en las placas  $B$ , al mediarlas, estadísticamente se anulaban.

Con lo cual quedaban ya fijados los tres valores de las magnitudes aparentes medias  $B$ ,  $U$  y  $V$ .

Con estos nuevos valores se volvieron a calcular los errores de campo y placa.

En la tabla 5 aparecen las medias aritméticas de los  $H(c,p)$  de cada color después de las correcciones.

En la tabla 6 aparecen las medias aritméticas de los

$F(c,p)$  de todas las placas de cada color después de las correcciones efectuadas.

En el apéndice V aparecen 1) las correcciones aplicadas a cada placa para eliminar los errores de placa; 2) los valores finales de las magnitudes para cada placa después de la corrección así como el valor medio de la magnitud para cada color y el error standard de la media.

## T A B L A 5

Valores típicos de los errores de placa (magnitudes)

B(9.09 - 16.77)	± 0.0049
U(7.61 - 16.89)	± 0.0027
V(8.84 - 16.05)	± 0.0324

## T A B L A 6

Valores típicos de los errores de campo (magnitudes)

B(9.09 -16.77)	± 0.0361
U(7.61 - 16.89)	± 0.0193
V(8.84 - 16.05)	± 0.0265

### 3.5. Error medio de las magnitudes y de los índices de color.-

Para cada estrella, el polinomio de la placa  $p$  atribuye una magnitud fotográfica  $m_p$  a cada lectura del iris  $x_p$ . Los seis valores de cada color proporcionan un valor medio  $\bar{m}$  con la siguiente dispersión:

$$\sigma_{\bar{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_p - \bar{m})^2}{n(n-1)}}$$

donde:  $\bar{m}$  = magnitud media de ese color

$m_p$  = magnitud en cada placa

$n$  = número de placas medidas

Los valores aislados de  $m_p$  que se desvían fuertemente de  $\bar{m}$  han sido excluidos cuando su diferencia con la media es mayor que  $3 \sigma_{\bar{m}}$ .

Al error medio de las magnitudes aparentes contribuyen, además de la dispersión de la media ( $\sigma_{\bar{m}}$ ), los siguientes factores:

- 1) la precisión de las medidas del iris; se determina midiendo varias veces una misma placa. Un valor de  $\pm 0^m.01$  se obtiene prácticamente en todos los trabajos de fotometría fotográfica (Burkhead y Seeds, 1971)
- 2) el error de medida de las magnitudes fotoeléctricas utilizadas para la calibración dado por sus autores (Hoag et al., 1961; Eggen, 1968 y Moffat, 1974) que oscilan entre  $\pm 0^m.01$  y  $\pm 0^m.02$ .
- 3) dentro de la dispersión del valor medio final vienen incluidas la dispersión de las curvas de calibrado

y la dispersión del valor medio del iris cuando se utiliza una única curva de calibrado para varias pacas.

Los valores finales del error medio de las magnitudes aparentes para cada intervalo y para cada color vienen dados en la tabla 7. Estos errores vienen dados en magnitudes. De ellos se han calculado los errores medios de los índices de color para cada intervalo mediante:

$$(B-V) = \pm \sqrt{\sigma(B)^2 + \sigma(V)^2}$$

$$(U-B) = \pm \sqrt{\sigma(U)^2 + \sigma(B)^2}$$

Los valores de estos errores medios vienen dados en la tabla 8.

En el apéndice V.3 se encuentra el programa para el calculo de los errores.

T A B L A 7

Errores medios de las magnitudes aparentes (en magnitudes)

Magnitud	B	U	V
<10	$\pm 0.051$	$\pm 0.031$	$\pm 0.031$
10-11	0.039	0.027	0.023
11-12	0.041	0.018	0.021
12-13	0.042	0.020	0.025
13-14	0.048	0.024	0.031
14-14.5	0.051	0.024	0.041
14.5-15.0	0.056	0.029	0.045
15.0-15.5	0.061	0.033	0.044
>15.5	0.073	0.040	0.044

T A B L A 8

Errores medios de los índices de color (en magnitudes)

Magnitud	B-V	U-B
<10	$\pm 0.059$	$\pm 0.059$
10-11	0.045	0.048
11-12	0.046	0.045
12-13	0.049	0.047
13-14	0.057	0.054
14-14.5	0.065	0.056
14.5-15.0	0.072	0.063
15.0-15.5	0.075	0.069
>15.5	0.085	0.083

#### 4.1.- Diagrama de dos colores.

El estudio estadístico de un campo de estrellas se basa en el diagrama de dos colores en el que las estrellas están representadas por puntos tomando su índice de color (B-V) como abscisa y su índice (U-B) como ordenada. Siendo los índices de color independientes de la distancia, las estrellas enanas no enrojecidas ocupan una banda alargada, llamada Secuencia Principal, que puede ser calibrada en tipos espectrales y en magnitudes absolutas (fig. 24), comenzando en el extremo superior izquierdo del diagrama con las magnitudes absolutas más brillantes y desplazándose hasta el extremo inferior derecho al ir disminuyendo la magnitud absoluta. La SP se esquematiza por una línea continua en la figura 24 pero, en realidad, las estrellas se distribuyen a lo largo de esta línea con una cierta dispersión causada por errores observacionales y por la natural dispersión de las estrellas enanas.

Si las estrellas se comportasen como cuerpos negros, se situarían a lo largo de la línea de trazos de la fig. 24. La depresión de Balmer produce la primera parte, casi recta, de la curva. La parte curvada resulta de la combinación entre la disminución de la depresión de Balmer y el aumento de la depresión en el ultravioleta. La segunda parte, casi recta, muestra la influencia del aumento de la depresión en el ultravioleta al disminuir la temperatura.

Estas desviaciones de la radiación de las estrellas frente a la del cuerpo negro son función principalmente de la temperatura, es decir del tipo espectral.

La calibración en magnitudes absolutas se ha hecho con ayuda de estrellas de paralajes espectroscópicas conocidas y de algunos cúmulos galácticos. (Johnson y Morgan, 1953; Johnson, 1958).

Las estrellas gigantes de los primeros tipos se encuentran superpuestas a las de la SP, separándose a partir del tipo espectral G. (gigantes rojas).

En este diagrama las estrellas enrojecidas se desplazan a lo largo de una "dirección de enrojecimiento", determinada por las propiedades del sistema fotométrico y la ley de extinción interestelar. La línea de enrojecimiento en el sistema UBV viene dada por la expresión:

$$\frac{E(U-B)}{E(B-V)} = 0.72 + 0.05 \cdot E(B-V)$$

La absorción interestelar produce una distorsión de la SP y un desplazamiento de la rama de las gigantes. Ambos dependen de la distancia y características del material absorbente, las cuales pueden ser determinadas a partir de sus efectos en el DDC. Para un análisis más detallado se utilizan DDC fraccionados en intervalos de magnitud aparente, en los cuales la dispersión es menor debido al reducido intervalo de distancia que entra en juego en cada uno. De esta manera la determinación de los excesos de color de cada estrella así como la identificación de las gigantes rojas son más exactas que en un diagrama con todas las estrellas, en un gran intervalo de magnitudes aparentes.

En estos diagramas fraccionados las estrellas de la SP vienen indicadas por puntos y las gigantes rojas por círculos. Las estrellas superpuestas están indicadas por cruces para mostrar su comportamiento particular comparado con el de las estrellas con imagen normal.

Las enanas de los primeros tipos espectrales parecen ser escasas, lo que es debido al enrojecimiento interestelar que las desplaza en la dirección de enrojecimiento.

Los diagramas de dos colores para cada intervalo de magnitud aparente se encuentran en las figuras 26 a 34.

Respecto de esta SP puede identificarse la situación de los demás tipos espectrales. Las supergigantes de los primeros tipos espectrales se sitúan por encima de la SP debido a su pequeña absorción de Balmer. Lo mismo ocurre en general para las enanas blancas, mientras que las supergigantes de los últimos tipos se sitúan por debajo. Estas estrellas (supergigantes y enanas blancas) son extremadamente escasas comparadas con las de la SP y gigantes normales. Las estrellas de la Población II se desvían sistemáticamente de las correspondientes de la Población I en algunas partes del diagrama.

Las estrellas de alta velocidad de los tipos F y G, las cuales son también muy escasas, muestran un exceso ultravioleta comparadas con las de la SP causado por la baja intensidad de las líneas metálicas en esas estrellas. Las estrellas dobles, ópticas o físicas, ocupan una zona en la que también pueden presentarse estrellas enrojecidas de los primeros tipos

de la SP, enanas blancas o supergigantes. Las galaxias de diferentes tipos se sitúan exclusivamente a la derecha de la curva. Las gigantes de los primeros tipos espectrales aparecen en la misma posición que las de la SP, mientras que las gigantes de los últimos tipos espectrales se sitúan por debajo de ellas.

Para la finalidad de este trabajo (determinación de la función densidad en un campo en las proximidades del plano galáctico) el problema de la identificación de las estrellas de la Población II no nos afecta, debido a la gran distancia a que éstas se encuentran en nuestra dirección de observación, distancia no alcanzada por nuestra fotometría. Respecto de las estrellas de los primeros tipos espectrales de clases II, III y IV, que no se distinguen de las de clase V enrojecidas, debido a su gran escasez, su no identificación no tiene gran efecto en estadística estelar (Becker, 1962). La situación es diferente para las gigantes y supergigantes de tipos espectrales medios y tardíos. Las estrellas de la SP, aún las de muy débil magnitud aparente, son muy lejanas en comparación con las gigantes y supergigantes, por lo tanto es muy interesante separar las estrellas de clase de luminosidad V de las de otras clases de luminosidad para estos tipos espectrales.

En el sistema RGU, las gigantes G y K se encuentran en una rama separada de la SP y por debajo, en un diagrama de dos colores (Becker, 1952). La separación entre esas ramas es suficiente para separar gigantes y enanas con bastante precisión. No ocurre lo mismo en el sistema UBV en el que según Johnson

y Morgan (1953) la separación entre gigantes y enanas en un DDC sólo se produce a partir de los últimos tipos G ya que estas gigantes tienen un índice de color (U-B) mucho mayor que la más roja de las estrellas de la SP. Del problema práctico de separación entre gigantes y enanas en ambos sistemas fotométricos en un DDC hablaremos en el capítulo 4.3.

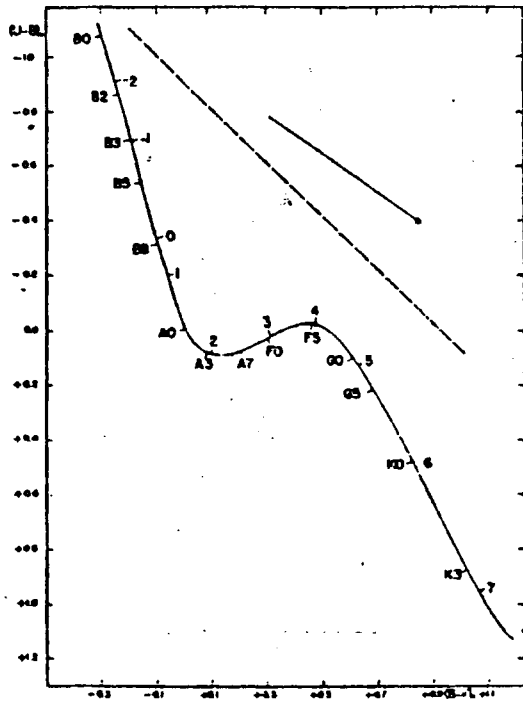
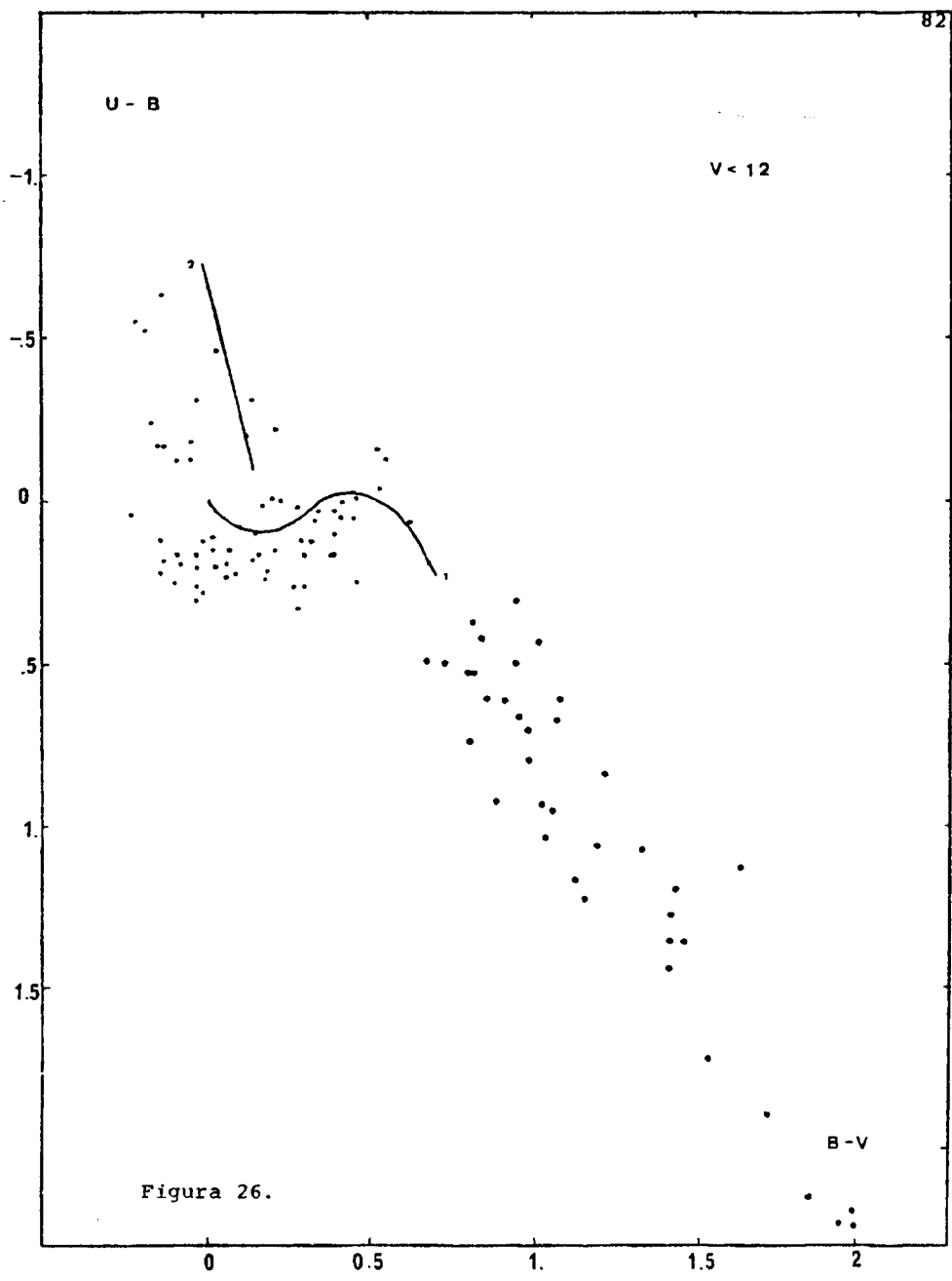


Figura 24.- Diagrama de dos colores calibrado en magnitudes absolutas V. En línea de puntos la radiación del cuerpo negro. La flecha indica la dirección de enrojecimiento.



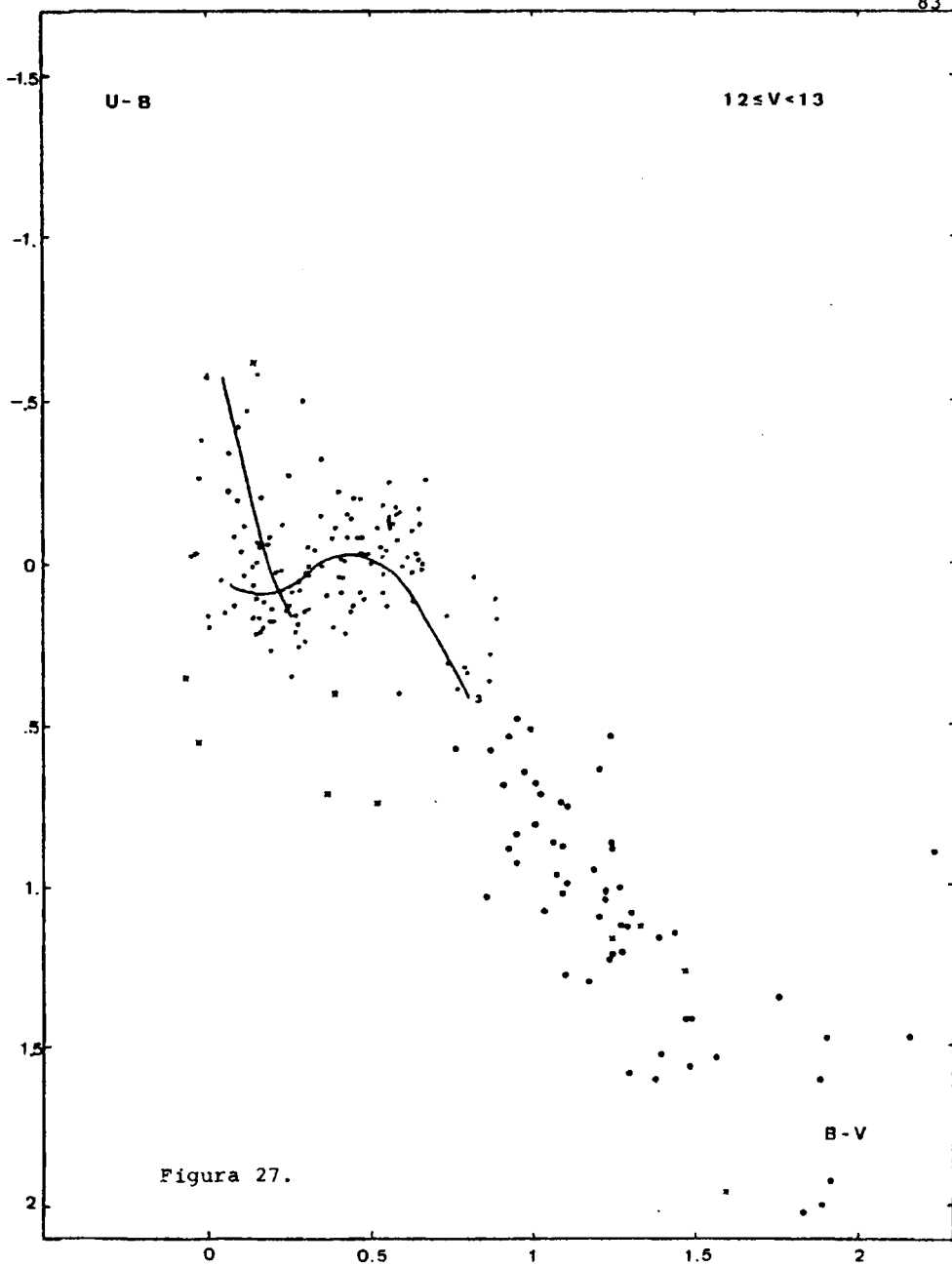
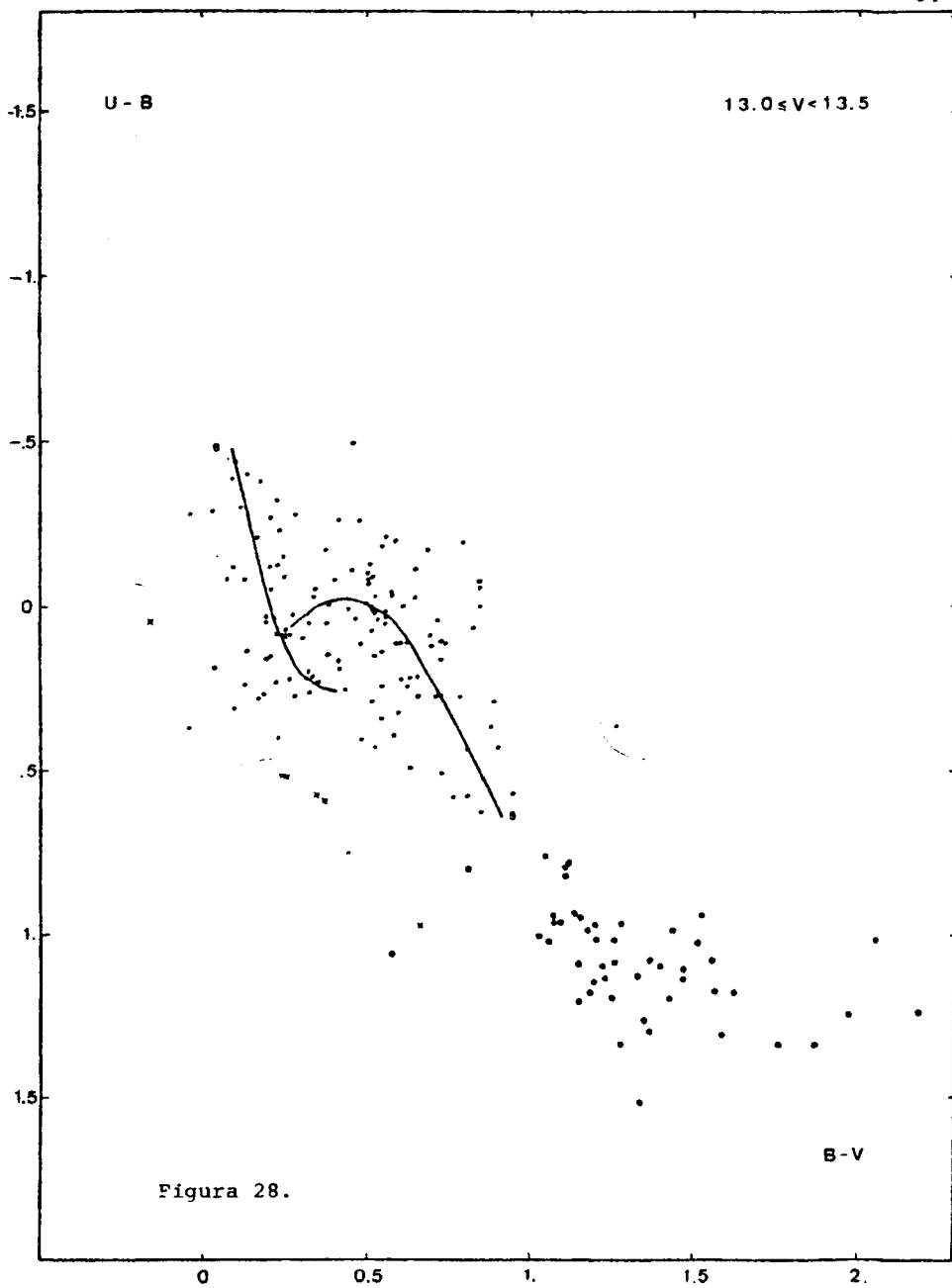
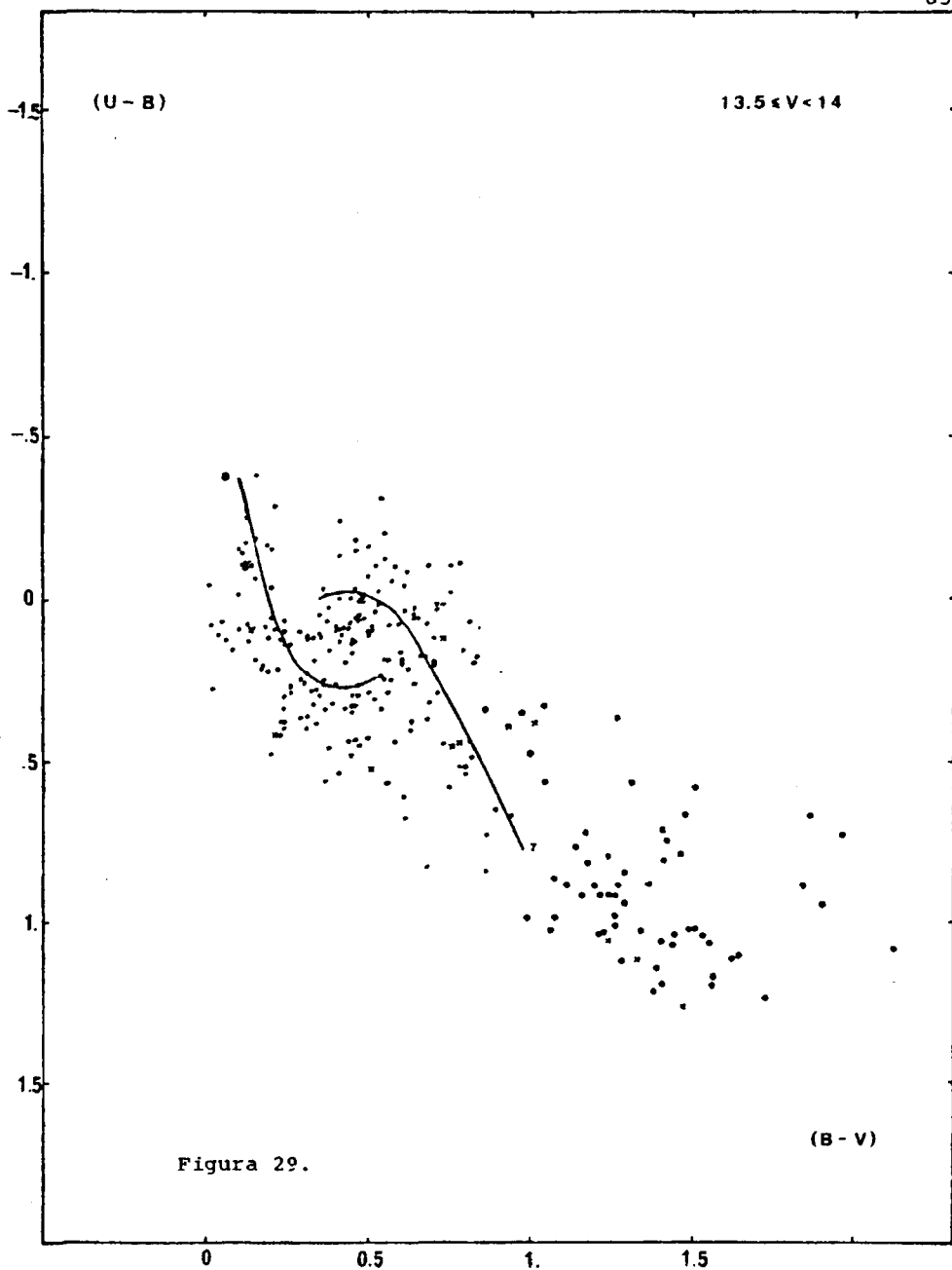


Figura 27.





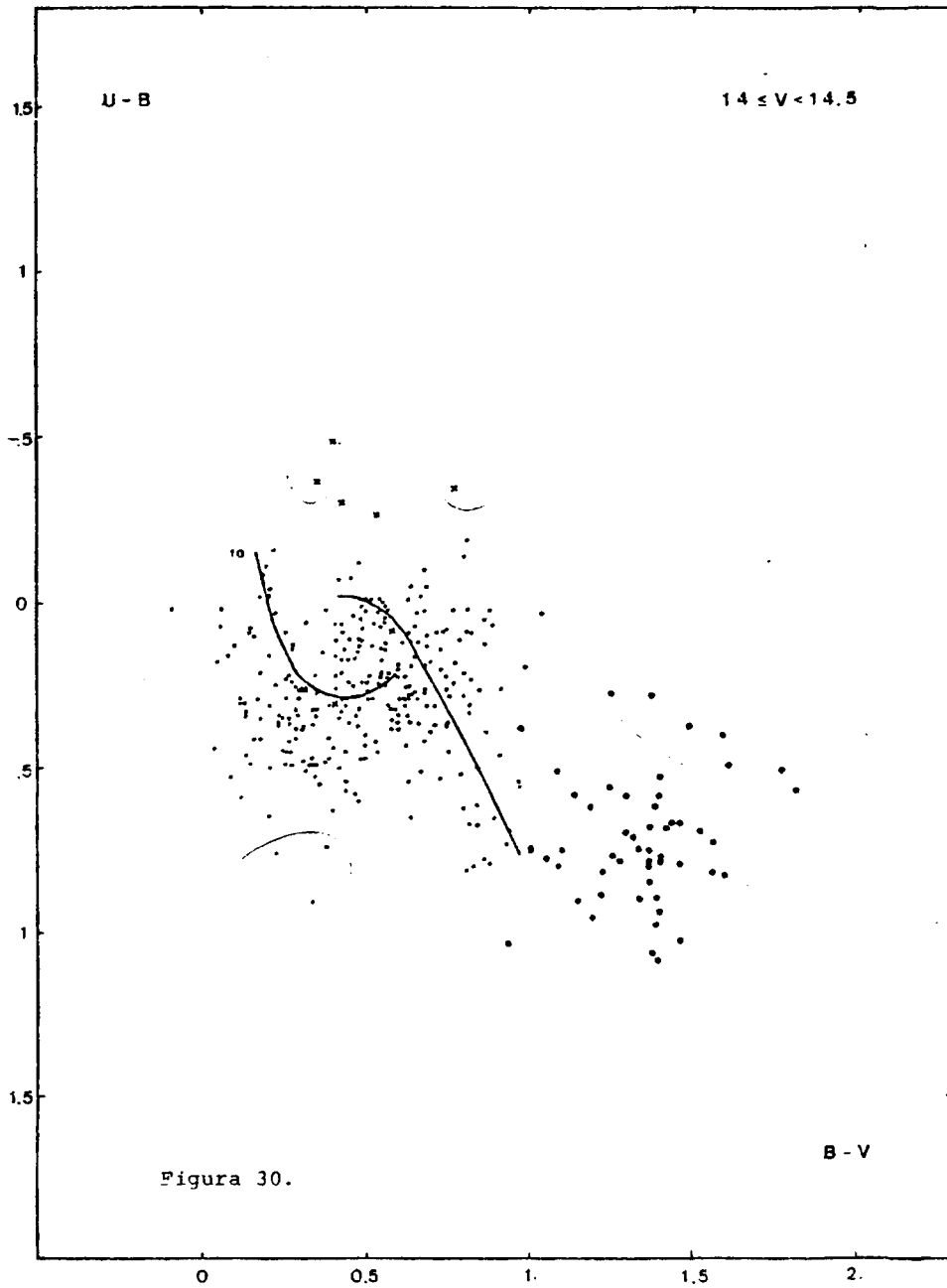
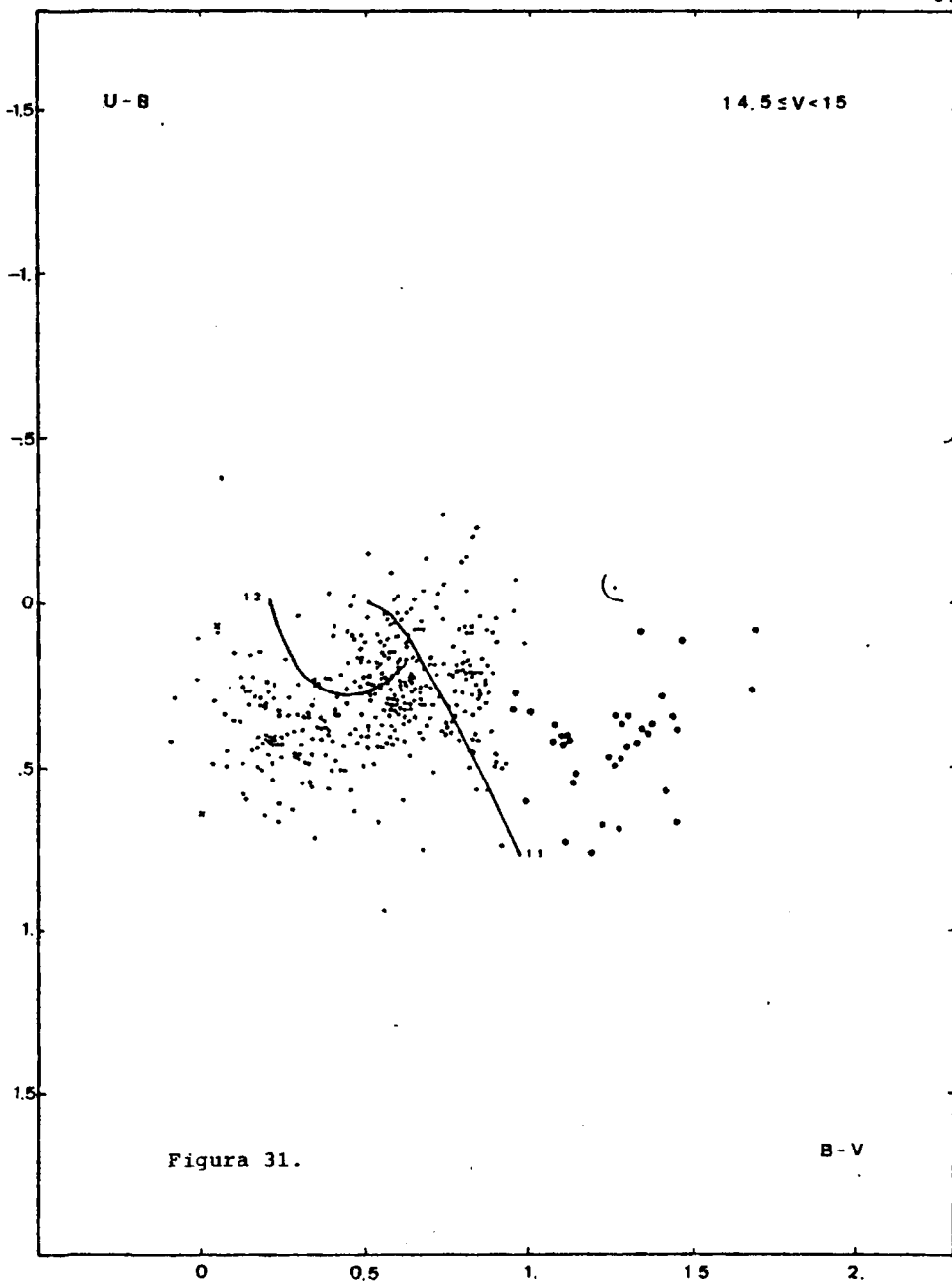


Figura 30.



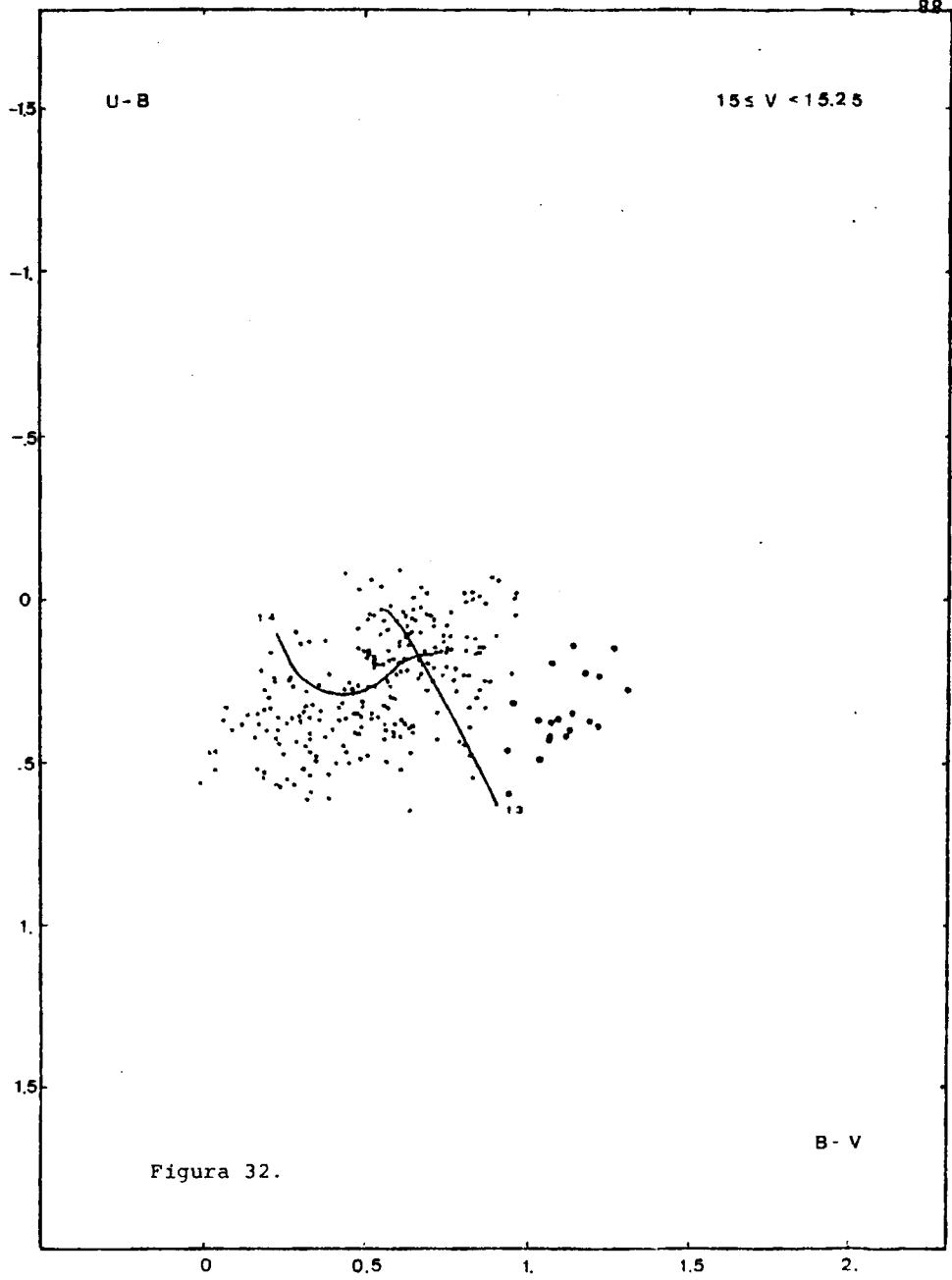


Figura 32.

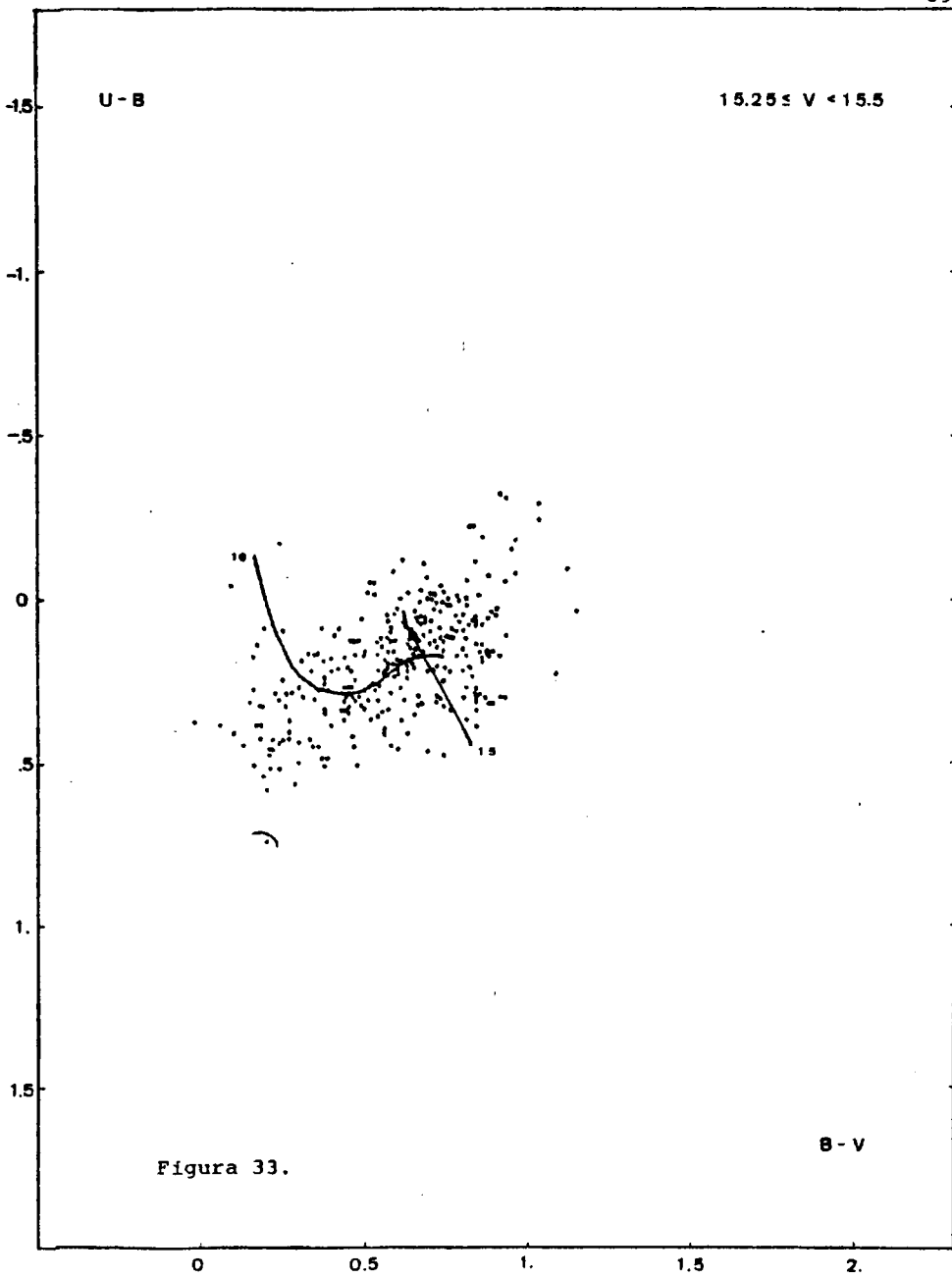
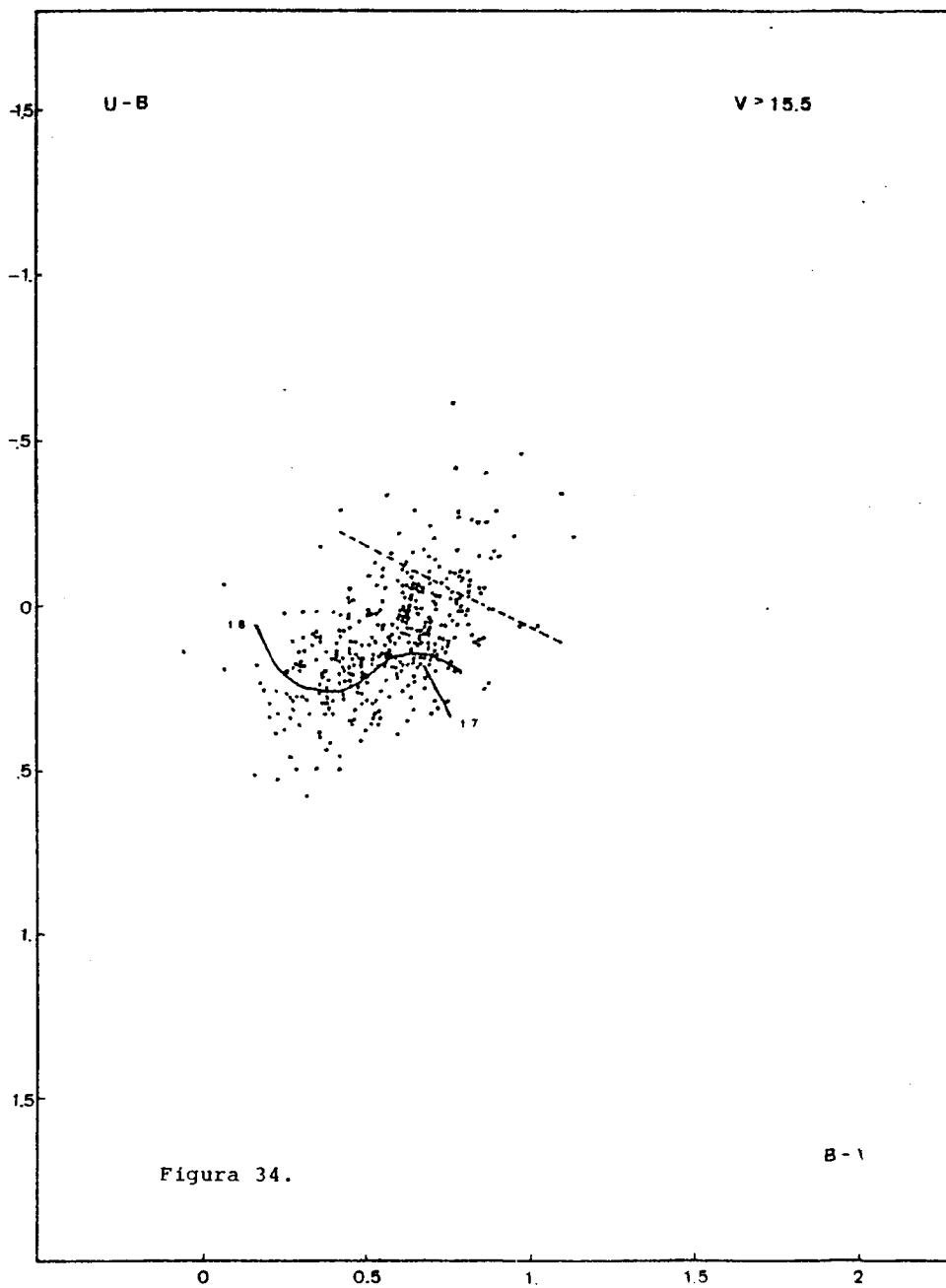


Figura 33.

B - V



#### 4.2. Determinación del enrojecimiento interestelar.-

La función de enrojecimiento ha sido determinada a partir de la distorsión de la SP en los diagramas de dos colores fraccionados. En nuestro campo se pueden observar determinadas partes de la SP cubiertas por estrellas y desplazadas una cierta cantidad en la dirección de enrojecimiento. Esto demuestra que en la dirección de nuestro campo no hay una función de enrojecimiento que crezca monótonamente al aumentar la distancia sino que es causada por una nube discreta de absorción. La nube afecta a todas las estrellas que se encuentran detrás de ella con la misma intensidad de enrojecimiento, de lo que se deduce que la nube es de pequeño espesor en distancia.

Cada parte desplazada de la SP está caracterizada por un exceso de color y un valor máximo y mínimo para el módulo de distancia aparente ( $m_V - M_V$ ). Este exceso de color afecta pues a todas las estrellas que se encuentren dentro de ese intervalo de distancia. Sin embargo hay que tener en cuenta que esas dos distancias límite no están muy bien definidas. Esto es debido al pequeño número de estrellas, a la dispersión natural en magnitud absoluta, a la dispersión causada por errores observacionales en los índices de color y por lo tanto en la magnitud absoluta y al tamaño finito del intervalo de magnitudes aparentes de cada diagrama de dos colores. Sin embargo es de esperar que las distancias límite para grupos de distintos enrojecimientos puedan superponerse más o menos.

En la tabla 9 se encuentran los datos para las diferentes partes de la SP, determinados a partir de los DDC fraccionados.

Para las gigantes estos datos se dan por intervalos de magnitud aparente B en lugar de V como se hace para las enanas debido a características de la calibración en magnitudes absolutas (capítulo 4.4). Todos estos datos se combinan en un diagrama que muestra como concuerdan unos con otros y si definen una función de enrojecimiento razonable. Esta función de enrojecimiento media aparece en la fig. 35 y muestra que en la dirección de nuestro campo existe una nube absorbente de bastante poco espesor a una distancia de aproximadamente 1380pc manteniéndose constante el enrojecimiento hasta una distancia de aproximadamente 11480pc, que es la mayor distancia que puede alcanzarse con las estrellas de este campo. Delante de esta nube absorbente parece no existir extinción interestelar. En la fig. 35 se han representado con puntos los valores del  $E(B-V)$  y los módulos de distancia máximo y mínimo de cada solución para las estrellas enanas y con círculos las soluciones para las gigantes. No se han representado las soluciones de extinción cero para las gigantes, ya que debido a su escasez en el campo resultan ser prácticamente valores individuales. En este diagrama se encuentran también representados por asteriscos los módulos de distancia y  $E(B-V)$  de los cúmulos galácticos medidos cerca del campo de los que se habló en el capítulo 1.2.

En el trabajo de P.B. Lucke (1978) sobre la distribución del enrojecimiento interestelar en el plano galáctico se hace notar la remarcable falta de enrojecimiento interestelar en la región comprendida entre  $210^\circ$  y  $255^\circ$  (región que cubre nuestro

campo situado a  $227^\circ$ ). Wilson y FitzGerald (1972) y Havlen (1972) han estudiado la distribución de estrellas OB en la región de Puppis ( $l^{\text{II}} = 245^\circ$ ) cercana a nuestro campo y encontrado excesos de color muy pequeños para distancias de hasta 5 ó 6Kpc, del orden de los encontrados en nuestro campo. Wilson y FitzGerald consideran que el pequeño valor del enrojecimiento es lógico tratándose de una región interbrazos.

Nuestro resultado está también en concordancia con el catálogo de absorción interestelar publicado por Th. Neckel (1967). En él se discute la extinción interestelar de 207 campos de la Galaxia. Para un campo en la misma dirección que el nuestro, pero mucho más grande, encontró un exceso de color interestelar constante y de valor  $E(B-V) = 0.21$ , para sólo 16 estrellas con distancias comprendidas entre 1Kpc y 5Kpc.

La corrección de extinción se ha hecho independientemente para cada intervalo de magnitudes aparentes, utilizando el valor del exceso de color que mejor se ajusta a todas las estrellas de dicho intervalo.

## T A B L A 9

Exceso de color, módulo de distancia mínimo y máximo para cada exceso de color para las estrellas de la SP y para las gigantes

## ESTRELLAS DE LA SECUENCIA PRINCIPAL

Intervalo mag. V aparente	E(B-V)	$V_V - M_V$ min-max	Número en las figs. 26 a 34
<12	0.00	6.8 -10.8	1
<12	0.25	11.7 -14.7	2
12.0 -13.0	0.00	6.8 -10.7	3
12.0 -13.0	0.25	11.5 -14.2	4
13.0 -13.5	0.00	6.95-10.65	5
13.0 -13.5	0.28	11.45-14.55	6
13.5 -14.0	0.00	7.25-10.65	7
13.5 -14.0	0.27	11.55-14.55	8
14.0 -14.5	0.00	7.75-10.65	9
14.0 -14.5	0.29	11.55-14.25	10
14.5 -15.0	0.00	8.25-10.65	11
14.5 -15.0	0.28	11.65-14.60	12
15.0 -15.25	0.00	8.82-10.62	13
15.0 -15.25	0.28	11.52-15.12	14
15.25-15.50	0.00	9.58-10.68	15
15.25-15.50	0.28	11.58-15.38	16
15.50-16.05	0.00	10.18-10.68	17
15.50-16.05	0.25	11.48-15.08	18

T A B L A 9 (cont.)

GIGANTES			
Intervalo mag.apar. B	E(B-V)	$\bar{M}_B=1.6$ $m_B-M_B$ min max	$\bar{M}_B=1.2$ $m_B-M_B$ min max
<12	0.0	10.4	10.8
12 -13	0.27	10.4-11.4	10.8-11.8
13 -13.5	0.27	11.4-11.9	11.8-12.3
13.5-14.0	0.27	11.9-12.4	12.3-12.8
14 -14.5	0.27	12.4-12.9	12.8-13.3
14.5-15.0	0.27	12.9-13.4	13.3-13.8
15 -15.50	0.27	13.4-13.9	13.8-14.3
15.5-16.0	0.27	13.9-14.4	14.3-14.8
16.0-16.5	0.27	14.4-14.9	14.8-15.3

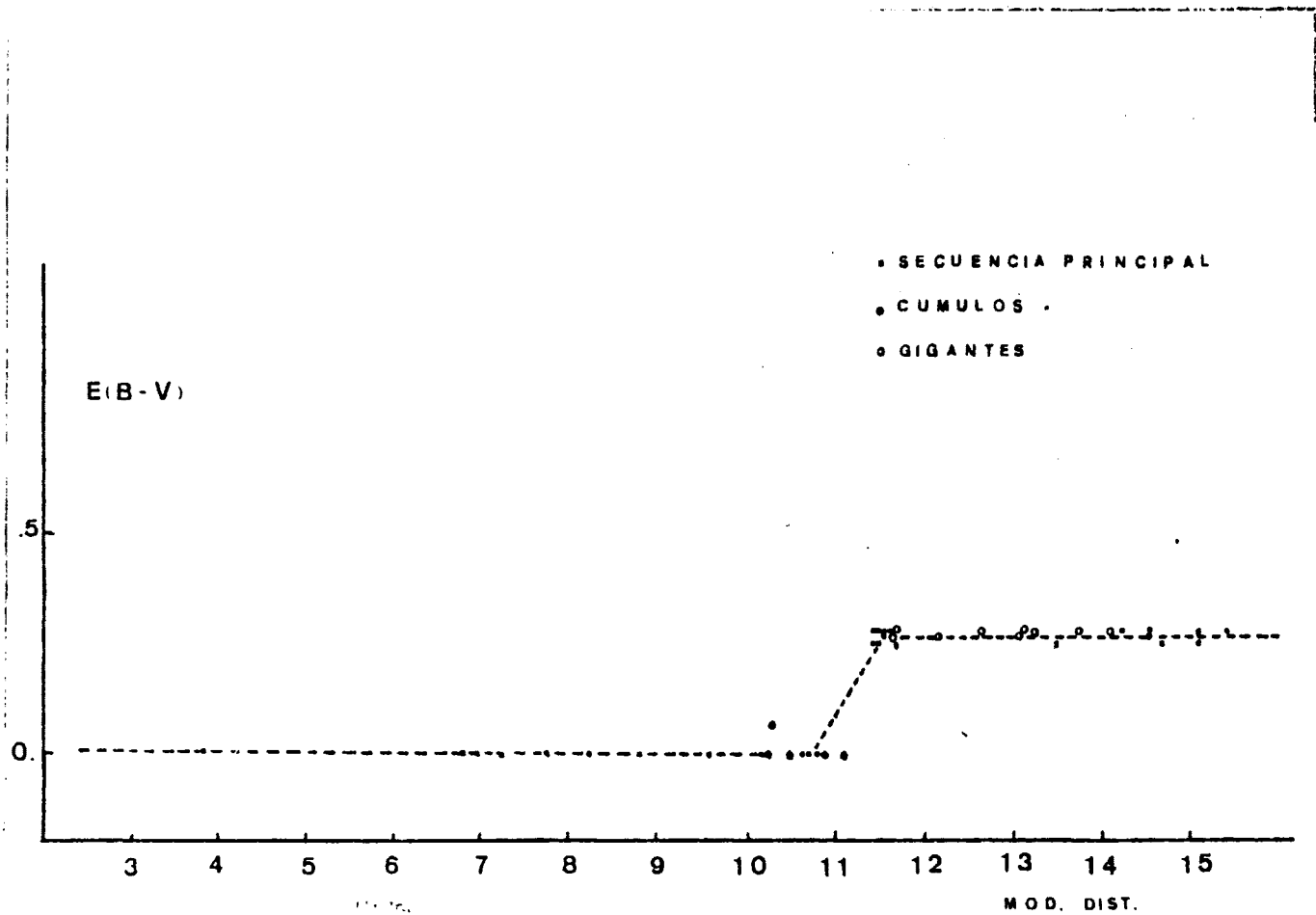


Figura 35.

#### 4.3. Separación entre enanas y gigantes en un diagrama de dos colores.-

Uno de los motivos por el cual no se había utilizado hasta ahora el sistema UBV para la medida de campos de estrellas es el hecho de que teóricamente parece mucho más difícil que con el sistema RGU el efectuar una separación entre estrellas enanas de los últimos tipos espectrales y estrellas gigantes rojas, debido a que ambos tipos de estrellas se distribuyen en la misma zona del diagrama de dos colores. Hasta ahora sólo se había utilizado el sistema RGU (Becker, 1938) con el cual, en el diagrama de dos colores, las gigantes rojas no afectadas de enrojecimiento interestelar, se encuentran ocupando una zona claramente separada de la SP, a la izquierda de ésta.

La finalidad del presente trabajo es, al mismo tiempo que calcular las funciones densidad y luminosidad de una zona determinada del cielo, la de comprobar si en la práctica el sistema UBV ofrece demasiadas dificultades y no es adecuado para este tipo de aplicación o si, por el contrario, su utilización no presenta mayores problemas que los encontrados al utilizar el sistema RGU.

Para la separación entre enanas y gigantes se dispone de tres criterios (Becker, 1962). Dos son básicamente estadísticos "criterio del hueco" y "criterio de densidad", por lo que son igualmente válidos para ambos sistemas fotométricos, como se demuestra en el presente trabajo. El tercero, llamado

"criterio del desplazamiento", en sus consecuencias, depende del sistema fotométrico utilizado.

Para aplicar el "criterio de la densidad" hay que calcular la densidad espacial suponiendo que las estrellas en litigio son enanas y también suponiendo que son gigantes. Estas densidades son naturalmente diferentes en ambos casos. En el caso de que esas estrellas sean gigantes, su interpretación como enanas conduciría a una densidad anormalmente alta para las enanas. Lo mismo ocurriría para la densidad de las gigantes si las estrellas fueran enanas. Este criterio de la densidad debe ser aplicado con prudencia en campos de área muy pequeña ya que pueden existir fluctuaciones locales de la densidad en pequeñas áreas (presencia de cúmulos, asociaciones, etc).

El "criterio del hueco" es así llamado porque a menudo aparece en los DDC fraccionados de las estrellas brillantes (aparentemente) y en las proximidades de  $M_V = 5$ , un sorprendente hueco de algunas décimas de índice de color. Si todas las estrellas (antes y después del hueco) fueran enanas, este hueco indicaría la falta de estrellas del tipo espectral correspondiente en esa zona medida, lo cual es altamente improbable, aunque no imposible, en pequeños campos. Lo que es mucho más probable es que las estrellas del hueco hacia abajo sean gigantes. Estamos considerando estrellas gigantes de  $\bar{M}_V = 1.0$  y estrellas enanas de magnitudes absolutas  $M_V = 6, 7$  y  $8$ , las dos en el mismo intervalo de magnitudes aparentes, por ejemplo  $m_V = 13-14$ , luego los volúmenes alcanzados están en propor

ción de 1000:1, 4000:1 y 16000:1. Se cumple este criterio para los dos sistemas fotométricos. Su eficacia es naturalmente mayor para aquel sistema que produzca mayor hueco, que es el caso del sistema RGU.

Para interpretar el "criterio del desplazamiento" hay que tener en cuenta que, para la misma magnitud aparente, las gigantes se encuentran esencialmente más lejos que las enanas y por lo tanto deben estar más enrojecidas. Un enrojecimiento determina su desplazamiento en el DDC en la dirección de enrojecimiento. Pero este desplazamiento afecta por igual a enanas y gigantes por lo cual tendremos dos SP una enrojecida y otra sin enrojecer en las que las gigantes rojas se mezclan con las enanas de los últimos tipos espectrales. Sin embargo, para poder separarlas se dispone además de una condición que han de cumplir las estrellas del campo, que es la de cumplir la función de enrojecimiento determinada para el campo. Tal condición puede considerarse como un cuarto criterio de separación entre enanas y gigantes.

La aplicabilidad de estos criterios depende fundamentalmente de la función de enrojecimiento.

En el apéndice VI se explican los criterios utilizados para la separación de enanas y gigantes en nuestro campo.

#### 4.4. Determinación de las magnitudes absolutas.-

Para determinar la magnitud absoluta de una estrella del disco galáctico se toma el valor correspondiente al punto más cercano de la SP calibrada en luminosidad. La precisión de las magnitudes absolutas así obtenidas puede estimarse fácilmente. Los errores observacionales en los índices de color (aproximadamente  $\pm 0.04$  mag, excepto para las estrellas muy débiles) pueden causar un error medio de  $\pm 0.2$  a  $\pm 0.5$  m. en la magnitud absoluta de la estrella, dependiendo de su posición en el DDC. La dispersión intrínseca de las  $M_v$  puede ser estimada en  $\pm 0.4$  (Wilson y Bappu, 1957; Parenago, 1958) lo que nos conduce a un error estimado para las magnitudes absolutas de  $\pm 0.4$  a  $\pm 0.6$  mag.

En este trabajo las magnitudes absolutas han sido determinadas por medio de un programa de cálculo, apéndice VII, que atribuye a cada estrella, corregida de absorción, el valor de la magnitud absoluta del punto más próximo de la SP. En las partes curvadas de la SP este valor puede no ser único (figura 36a) debido a que, en esta zona, la mínima distancia entre la estrella y la SP no define una única magnitud absoluta sino un cierto intervalo de magnitudes. En estos casos hay que tener en cuenta la distribución de las estrellas en esa zona en los sucesivos DDC para distribuir razonablemente las estrellas que no tengan valor único de la magnitud absoluta. Trabajando con un gran número de estrellas, la falta de unicidad en la asignación de la magnitud absoluta es, en parte, compensada estadísticamente.

Otra fuente de ambigüedad puede ser causada por el hecho de que para las estrellas enrojecidas la intersección de la dirección de enrojecimiento con la SP no está unívocamente determinada en todos los casos (fig. 36b). En ciertas partes del DDC pueden presentarse tres posibles valores del enrojecimiento y por lo tanto tres valores de la magnitud absoluta. En este caso también tenemos que considerar el comportamiento de un grupo de estrellas y no el de una sola. Una decisión equivocada conduciría a un valor de distancia para esa estrella que no cumpliría la función de enrojecimiento, lo que llevaría a su subsecuente corrección. Estas ambigüedades conciernen a muy pocas estrellas, por lo que su influencia sobre los gradientes de densidad y la función de luminosidad no serán apreciables.

La calibración en magnitudes absolutas de la SP ha sido tomada de Schmidt-Kaler (1965). Los valores intrínsecos de los índices de color de FitzGerald (1970).

La calibración en magnitudes absolutas  $V$  para las gigantes presenta gran dispersión, encontrándose en la literatura diferencias hasta de 1 mag. entre los valores dados por diferentes autores. Esta dispersión puede apreciarse en la fig. 37, en la que se representa el diagrama color-luminosidad de las estrellas cercanas según el catálogo de Gliese (las estrellas sobre o cerca de la SP están representadas por puntos, las gigantes y subgigantes por círculos) y las gigantes del catálogo de Adams (1935) corregidas sus magnitudes absolutas por Wilson y Bappu (1957) y Wilson (1959), que vienen representadas por puntos. Los números cerca de la SP indican las masas de las estrellas en  $M_{\odot}$ . El intervalo de confianza muestra el error medio observa

cional de las magnitudes de Mont Wilson. Se observa en la figura 36 que la  $M_V$  muestra una dependencia bastante complicada respecto del índice de color o tipo espectral, sin embargo la magnitud  $M_B$  no muestra esta dependencia, pudiéndosele asignar un único valor de  $\bar{M}_B$  a todas las gigantes. Para su posterior comparación en las funciones densidad, se han calculado las magnitudes  $M_V$  de las gigantes utilizando la calibración de Schmidt-Kaler (1965). También se han calculado los valores medios de  $M_B$  para las gigantes rojas (G0-M5) utilizando los valores de  $M_V$  de Schmidt-Kaler y de Keenan (1963) junto con el (B-V) de (1970) FitzGerald, resultando un valor medio para las gigantes de esos tipos de  $\bar{M}_B = 1.6$  y  $\bar{M}_B = 1.2$ , respectivamente.

Las desviaciones típicas de estas magnitudes medias son  $\pm 0.47$  (valor muy próximo al del valor medio  $\bar{M}_G = 1.0$ , utilizado para las gigantes rojas en el sistema RGU), y  $\pm 0.15$  para las medias de Schmidt-Kaler y Keenan respectivamente.

Las magnitudes absolutas de las estrellas del campo se calculan por medio de los programas "Magnitudes absolutas de las enanas" y "Magnitudes absolutas de las gigantes", que aparecen en el apéndice VIII. En los apéndices VII.1 y VII.2 se encuentran las explicaciones de dichos programas.

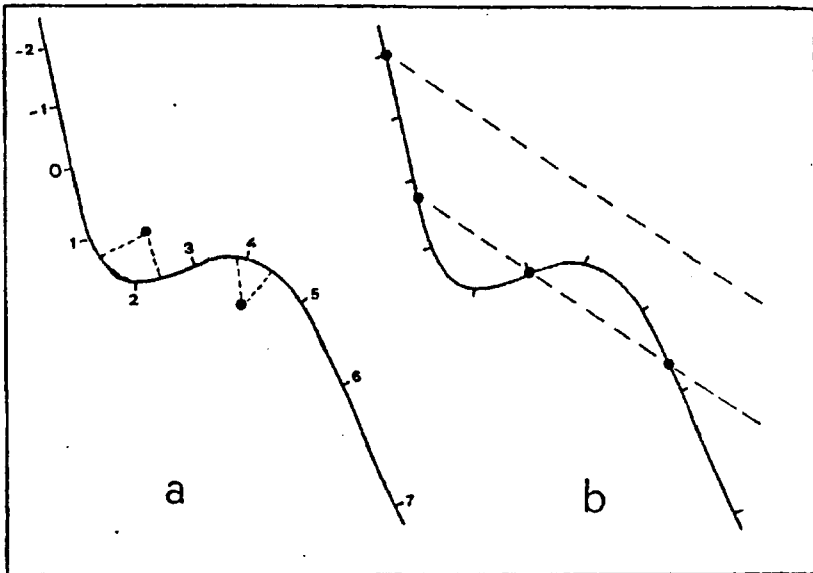


Figura 36.- Posición de las estrellas que no tienen valor único de la magnitud absoluta.

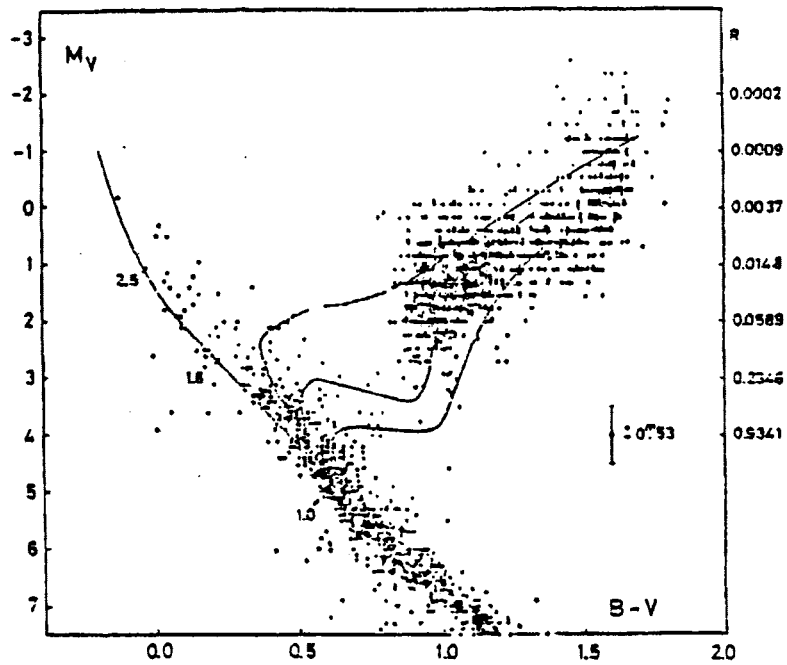


Figura 37.- Diagrama color-magnitud que incluye las estrellas cercanas del catálogo de Gliese y las gigantes de Mt. Wilson. Las líneas continuas marcan las ramas ascendentes de los cúmulos M 67, NGC 7789 y NGC 188. Los números cerca de la Secuencia Principal indican las masas de las estrellas enanas. La escala de la derecha relaciona el número de gigantes de Mt. Wilson con el volumen comprendido dentro de 22 pc. El intervalo de confianza de las magnitudes de Mt. Wilson viene indicado en la figura.

#### 4.5. Determinación de la distancia.-

El módulo de distancia aparente, corregido de absorción, nos permite calcular la distancia por medio de la expresión

$$(m_V - M_V)_0 = 5 \log r - 5$$

donde "r" es la distancia de la estrella en parsecs y  $(m_V - M_V)_0$  es el módulo de distancia verdadero que viene dado por

$$(m_V - M_V)_0 = m_V - M_V - A_V$$

donde  $m_V$  y  $M_V$  son las magnitudes aparente y absoluta de la estrella y  $A_V$  es la absorción total en V, dada por

$$A_V = R \times E(B-V)$$

La unicidad del valor de R en todas direcciones puesta en duda por Johnson (1965, 1968b) representó un grave problema para el estudio de la estructura galáctica ya que variaciones regionales de R implicarían un aumento o disminución de las distancias hasta de un 50%. Johnson obtuvo la relación

$$R = A_V / E(B-V) \text{ por los siguientes métodos:}$$

- 1) método del diámetro de los cúmulos (comparando módulos de distancia aparentes fotométricos con distancias geométricas estimadas a partir del diámetro aparente de los cúmulos galácticos);
- 2) método de la extinción variable (comparando las magnitudes aparentes de estrellas con diferente enrojecimiento dentro de un mismo cúmulo o asociación, con lo que puede ser calculada la relación  $A_V / E(B-V)$ );
- 3) método de la diferencia de color (basado en la curva de extinción interestelar obtenida a partir de fotometría multicolor hasta el infrarrojo lejano).

El primer argumento fué profundamente discutido por Lynds (1967) con el resultado de que un valor constante  $R=3$  no introduce diferencias sistemáticas entre distancias medidas fotométrica y geométricamente. El segundo argumento fué criticado por Becker (1966) que demostró que la inclusión de no miembros en cúmulos y asociaciones conducía generalmente a un valor más alto de  $R$ . También, diferencias evolutivas entre subgrupos de una asociación con diferentes enrojecimientos tienden a hacer  $R$  demasiado alto (Schmidt-Kaler, 1961).

El método de la diferencia de color fue atacado por el hecho de que las supergigantes de tipos tardíos y las estrellas con envoltura ("shell") de tipos primitivos presentasen los mayores valores de  $R$ . El mismo Johnson (1967, 1968a) demostró más tarde que los excesos infrarrojos de estas estrellas eran debidos a su envoltura circumestelar.

Finalmente, investigaciones que cubren más o menos toda la Galaxia, indican el mismo resultado: si se adoptase la variación regional de  $R$  de Johnson, la distribución de estrellas de tipo primitivo perdería su disposición en estructura espiral y se haría bastante caótica, y la cinemática de las estrellas OB y cefeidas conduciría a inconsistencias en la rotación galáctica (Schmidt-Kaler, 1967; Fernie y Hube, 1968). En consecuencia el valor  $R=3.0$  puede aplicarse para toda dirección galáctica con posibles variaciones de hasta  $\pm 0.50$ . El error  $dr$  de la distancia  $r$  calculada de esta manera se deduce de la conocida expresión que define el módulo de distancia

$$(m_v - M_v)_0 = 5 \log r - 5$$

donde  $(m_v - M_v)_0$  es el módulo de distancia corregido de extinción interestelar. Despejando la distancia  $r$  y diferenciando:

$$\frac{dr}{r} \log_{10} e = \frac{d(m_v - M_v)_0}{5}$$

$$\frac{dr}{r} \approx \frac{d(m_v - M_v)_0}{2.17} = 0.46 d(m_v - M_v)_0$$

El error relativo en distancia es por lo tanto 0.46 veces el error del módulo de distancia verdadero, el cual, a su vez, viene determinado por el error de la magnitud absoluta tomada del DDC.

Para la determinación de la distancia de las gigantes rojas se ha utilizado también la magnitud B para la cual la absorción total toma el valor

$$A_B = 4 * E(B-V)$$

aceptando  $R=3$  como valor universal.

La determinación de la distancia de cada estrella se realiza en los programas "Magnitudes absolutas de las enanas" y "Magnitudes absolutas de las gigantes", que aparecen en el apéndice VIII. En los apéndices VII.1 y VII.2 se explican dichos programas.

Para las estrellas gigantes se han calculado tres distancias diferentes para cada estrella, una utilizando la magnitud aparente  $m_v$  y la magnitud absoluta  $M_v$  de Schmidt-Kaler (1965); otra utilizando la magnitud aparente  $m_B$  y la magnitud absoluta media  $\bar{M}_B = 1.6$ , obtenida a partir de las  $M_v$  de Schmidt-Kaler (1965) y los índices de color intrínsecos de FitzGerald (1970), con las que se calcula el módulo de dis-

tancia  $(m_B - M_B)_0$ , y la tercera utilizando la magnitud absoluta media  $\bar{M}_B = 1.2$ , obtenida a partir de las  $M_V$  de Keenan (1963) y los índices de color intrínsecos de FitzGerald (1970).

### 5.1. Módulo de distancia límite.-

Como hemos mencionado anteriormente nuestras magnitudes límite aparentes son de 16.86, 16.64 y 15.95 en U, B y V respectivamente.

Para cada intervalo de magnitud absoluta se puede calcular hasta qué distancia se han medido todas las estrellas del campo de esa magnitud absoluta. A partir de esa distancia,  $d_{lim}$ , (definida para una determinada magnitud absoluta,  $M_V$ ), las estrellas más débiles intrínsecamente que  $M_V$  no serán perceptibles sobre la placa, por lo que en las funciones densidad para  $d > d_{lim}$  faltarán esas estrellas. Las funciones densidad estarán entonces completas sólo hasta una determinada distancia, distinta para cada magnitud absoluta.

En los diagramas que muestran los gradientes de densidad están representados estos límites de distancia por líneas verticales, con el correspondiente valor de la magnitud absoluta a la derecha.

El cálculo de la distancia límite es el siguiente: conocida la magnitud límite y la absorción máxima en el campo, puede determinarse la distancia a la que dejarán de verse las estrellas de una magnitud absoluta dada por medio de la definición de módulo de distancia.

$$\log r = 0.2 (m_{lim\ V} - M_V - A_V) + 1$$

siendo la absorción máxima en el campo de  $0^{m.84}$  en V y la magnitud límite  $V=15.95$ , los valores de las distancias límite para

cada magnitud absoluta de las estrellas enanas vienen dados en la tabla 10.

El comportamiento de las gigantes en los DDC, correspondientes a magnitudes aparentes  $V > 14.5$  no está muy claro. Su posición desplazada hacia la derecha de la posición normal de las estrellas gigantes enrojecidas no ha sido explicada hasta la fecha. Becker las llama gigantes del lado derecho no habiéndose establecido su identidad. Gigantes de este tipo se han encontrado también en el sistema RGU en otros campos del disco galáctico, por ejemplo en Aquila (Spenhauer, 1977). Si no tenemos en cuenta estas gigantes a la hora de calcular las funciones densidad, la magnitud límite  $V$  para las estrellas gigantes será de 14.5 con lo que el módulo de distancia límite se reduce a:

$$2582.25 \text{ pc para } \bar{M}_V = 1.6$$

En los diagramas fraccionados en magnitudes aparentes  $B$ , estas gigantes de comportamiento extraño empiezan a aparecer para  $B > 15.5$ , por lo que las funciones densidad estarán completas hasta una distancia:

$$3664.37 \text{ para } \bar{M}_B = 1.6$$

$$4405.54 \text{ para } \bar{M}_B = 1.2$$

T A B L A 10

Distancias límites hasta las cuales la función densidad está  
completa para las enanas

$M_v$	log r	r (pc)
1	3.8164	6552.38
2	3.6164	4134.27
3	3.4164	2608.55
4	3.2164	1645.88
5	3.0164	1038.48
6	2.8164	655.24
7	2.6164	413.43



### 5.2. Función densidad de las gigantes rojas.-

Los gradientes de densidad para las gigantes rojas del campo se han calculado para los tres valores distintos de la distancia, obtenidos a partir de tres valores de la magnitud absoluta (cap. 4.4). En la tabla 13 aparecen los correspondientes gradientes calculados a partir de  $M_V$  (Schmidt-Kaler),  $\bar{M}_B=1.6$  (Schmidt-Kaler, FitzGerald) y  $\bar{M}_B=1.2$  (Keenan, FitzGerald).

En la fig. 38 se observa que las funciones densidad calculadas con la magnitud B presentan un gradiente monótonamente decreciente, como es de esperar, en la dirección observada. En cambio el gradiente de densidad calculado con la magnitud V muestra unos máximos y mínimos que no pueden ser explicados con relación a la estructura espiral de la Galaxia sino más bien debido a deficiencias de la calibración en magnitudes absolutas.

Los valores de la densidad en los alrededores del Sol han sido deducidos del catálogo de Gliese (1969). El número de gigantes rojas del catálogo es pequeño (36 estrellas con  $B-V \geq 0.85$  y distancia menor que 22 pc) por lo que la densidad no está determinada muy exactamente. Según el trabajo de Neckel (1975) la densidad espacial de Gliese  $3.1 \times 10^{-4}$  puede ser considerada como un valor máximo debido a la presumible gran frecuencia de estrellas con errores positivos de la paralaje (Dyson, 1926). Neckel da como valor de la densidad espacial en los alrededores del Sol  $6.3 \times 10^{-4}$  estrellas por  $\text{pc}^3$ . Resultados comparables dados por otros autores, pero que no incluyen a las subgigantes y por lo tanto son menores en un factor de 1.5 a 2, son:  $2.7 \times 10^{-4}$

(Uppgren, 1962; gigantes II),  $3.8 \times 10^{-4}$  (Mc Cuskey, 1956, gigantes F8-M) y  $6 \times 10^{-4}$  (Allen, 1973; gigantes y supergigantes F-M).

La extrapolación de nuestra función densidad empírica a distancia cero da un valor para la densidad espacial en los alrededores del Sol intermedio entre los valores de Gliese (1969) y de Neckel (1975).

Comparando con los resultados de otros autores para campos del disco galáctico en la dirección del anticentro (apéndice I) los resultados obtenidos con la magnitud B concuerdan exactamente para distancias mayores que  $\approx 1.6$  Kpc. Para distancias menores nuestros valores de la densidad espacial son sensiblemente menores que la media de los otros campos. Esta disminución de la densidad espacial puede tener relación con la estructura espiral, como veremos en el capítulo 5.3.

Estas funciones densidad están completas sólo hasta una distancia de aproximadamente 3 Kpc; a partir de esa distancia empiezan a faltar las estrellas intrínsecamente más débiles debido a los límites en magnitud aparente de las placas.

En los tres diagramas de la figura 38 aparecen en línea continua la función densidad para las gigantes de  $V < 14.5$  y en línea de trazos la correspondiente a todas las gigantes del campo. Se ha hecho esta diferenciación porque las gigantes de magnitud aparente  $14.5 < V < 15.25$  aparecen muy desplazadas hacia la derecha de su posición propia. La casi totalidad de estas estrellas tienen magnitud  $U > 16.60$ , que es prácticamente la magnitud límite de las placas, por lo cual, al ser su posición

dudosa en el diagrama de dos colores, su inclusión en las funciones densidad podría falsear los resultados. En todo caso su inclusión sólo afectaría a las funciones densidad para distancias mayores de 3.4 Kpc, distancia para la cual debido a las magnitudes límite de la placa la función densidad de las gigantes no está completa.

Puede completarse la función densidad hasta por lo menos 5 Kpc por medio del siguiente razonamiento, que permite estimar la cantidad de gigantes que, debido a su distancia, no son ya perceptibles sobre la placa aunque su magnitud absoluta sea igual que la de las estrellas cercanas: siendo la posición de las estrellas en el diagrama de dos colores indicativa de su magnitud absoluta, la situación de la estrella gigante más roja de todas las medidas nos indicará la estrella más débil absolutamente en magnitud U del campo. Para que una función densidad se considere completa, han de estar medidas en esa zona todas las estrellas comprendidas entre dos límites de magnitud absoluta. En nuestros diagramas de dos colores las gigantes más rojas se encuentran en el intervalo de magnitudes aparentes 13.5-14.0 con un  $(U-B)_{\text{medio}}=2.30$ .

En los diagramas anteriores (más brillantes aparentemente) no existen estrellas tan rojas, lo cual nos indica que en nuestra pirámide visual no hay estrellas tan débiles absolutamente como las del diagrama 13.5-14.0, que se encuentren por delante de ellas, ya que si existieran deberían observarse con el mismo (U-B) en los diagramas correspondientes a magnitudes aparentes

más brillantes. En los diagramas correspondientes a magnitudes aparentes más débiles se observa que el  $(U-B)_{lim}$  de la estrella más roja del intervalo va disminuyéndose (ver tabla 11) es decir, que el intervalo de magnitudes absolutas detectable va siendo menor debido a la distancia.

Tenemos para las gigantes un intervalo de magnitudes absolutas cuya magnitud límite más débil viene fijada por la estrella más roja medida y cuya magnitud límite más brillante viene fijada por la estrellas más azul, que, como puede observarse en los diagramas de dos colores (figuras 26 a 34), tiene aproximadamente el mismo  $(U-B)$  para todos los diagramas fraccionados. Dentro de estos límites en magnitud absoluta los únicos diagramas de dos colores que están completos son los de magnitud aparente más brillante que  $V=14^m.0$ . Los demás diagramas están incompletos, no apreciándose en ellos más que las estrellas más brillantes y dejándose de ver, debido a su distancia, las estrellas más débiles intrínsecamente de nuestro intervalo de magnitudes absolutas.

Suponemos que la distribución de las estrellas gigantes es uniforme por toda la Galaxia, lo cual se cumple excepto para las gigantes M2-M4 que parecen tener mayor concentración a lo largo del brazo local de la Galaxia (Mavridis, 1971). En este supuesto puede considerarse que la proporción en que se encuentran las estrellas de distintas magnitudes absolutas en los diagramas que están completos ha de ser la misma que en los incompletos. Razón por la cual y conocida esta proporción de los diagramas más brillantes que la  $14^m.0$  (tabla 12), podemos

completar los demás diagramas.

La proporción  $N_{\text{total}}/N_{(U-B)\text{lim}}$  es la corrección del número de gigantes en cada diagrama. Al aumentar la magnitud aparente (estrellas más débiles) este factor aumentará debido a que aumenta el número de estrellas que faltan.

En la figura 39 vemos la nueva función densidad completa en línea de trazos y la función densidad primitiva completa hasta 3 Kpc en línea continua.

Se observa que la densidad espacial en el último intervalo de distancias, correspondientes a estrellas de  $V > 14^m.5$ , es anormalmente alta. Lo cual nos confirma que las gigantes de magnitud aparente  $V > 14^m.5$  no deben incluirse en las funciones densidad por su posición dudosa en el diagrama de dos colores. El número de estrellas en cada intervalo de distancias y su densidad,  $\log D+10$ , para las tres magnitudes absolutas utilizadas se encuentran en la tabla 13.

Las funciones densidad nos describen la variación de la densidad de estrellas con la distancia en la dirección de observación.

En la dirección elegida del campo, puede definirse como densidad espacial de estrellas  $\rho^{P,K,(M,M')}(dj)$  de población P, clase de luminosidad K y magnitudes absolutas comprendidas entre M y M', a la distancia dj del Sol, al cociente

$$\rho^{P,K,(M,M')}(dj) = \frac{N^{P,K,(M,M')}}{|Tj|}$$

siendo:  $N^{P,K,(M,M')}$  = número de estrellas del campo de población  $P$ , clase de luminosidad  $K$  e intervalo de magnitudes absolutas  $(M-M')$  comprendidas en el volumen piramidal parcial  $T_j$ , a la distancia media  $d_j$  del Sol, y  $|T_j|$  el volumen de  $T_j$  en  $pc^3$ .

Para formar tales funciones densidad se suponen eliminadas todas las frecuencias sistemáticas locales de estrellas en la dirección estudiada, causadas por la presencia de asociaciones o cúmulos en la pirámide visual, que provocarían en nuestro campo un exceso de densidad poco representativo.

La presencia de cúmulos en el campo observado se da con frecuencia por motivos técnicos de la fotometría fotográfica, ya que las estrellas patrón fotoeléctricas son a menudo miembros físicos de cúmulos.

La eliminación del cúmulo que falsea la estadística de densidad se puede llevar a cabo, en principio, por dos métodos: se elimina del campo la supuesta área del cúmulo  $H$ , por tanto, del volumen  $T_j$ , el subvolumen  $H_j$ , siendo  $|H_j| = |T_j| \cdot H/F$ ; dejándolo fuera de la estadística, o se determinan los posibles miembros físicos del cúmulo que se quitan luego de la estadística.

La primera posibilidad es la más fácil, puesto que no hay que hacer ninguna determinación de miembros. La segunda posibilidad tiene la ventaja de que todo el campo  $F$  queda incluido en la estadística, pero tiene el inconveniente de que, a la distancia del cúmulo, las funciones densidad representan sólo valores límite inferiores, ya que entre los posibles miembros

bros físicos eliminados pueden haber sido eliminadas también estrellas de campo a la distancia del cúmulo. Un error de tal especie, puede notarse por un déficit de densidad a la distancia del cúmulo y compensarse, al menos estadísticamente.

La decisión acerca de qué posibilidad hay que elegir en una investigación dada, debe analizarse en cada caso. En nuestro caso no se presentó tal problema puesto que los cúmulos fotosféricos se encuentran alejados del campo.

Una vez separadas las estrellas en clases de luminosidad y habiéndoles asignado un valor estadístico de la magnitud absoluta  $M$ , puede conocerse su módulo de distancia verdadero.

$$u_0 = m_0 - M$$

siendo  $m_0$  su magnitud aparente corregida de extinción, con lo que se tiene el valor de la distancia real

$$d = 10^{1+u_0/5}$$

Se distribuyen entonces las estrellas, enanas y gigantes por separado, en intervalos sucesivos de magnitud absoluta  $(M_i(V), M_{i+1}(V))$   $i=1, \dots, n$  y de módulos de distancia  $(u_j, u_{j+1})$   $j=1, \dots, m$ . En nuestro campo no encontramos más que estrellas de la Población I, habiendo dos clases de luminosidad representativas: enanas, E, y gigantes, G. Entonces

$$N_j^{(PI)E}(M_i(V), M_{i+1}(V)) \text{ y } N_j^{(PI)G}(M_i(V), M_{i+1}(V))$$

es el número de enanas o gigantes de la Población I cuyos valores estadísticos de magnitud absoluta  $V$  caen en el intervalo  $(M_i(V), M_{i+1}(V))$  y cuyos módulos de distancias verdaderos caen dentro del intervalo  $(u_j, u_{j+1})$ , siendo

$$d_j = \frac{1}{2} ( 10^{1+u_j/5} + 10^{1+u_j+1/5} )$$

y siendo el volumen del correspondiente tronco de pirámide visual

$$T_j = \frac{1}{3} \left( \frac{\pi}{180} \right)^2 |F| 10^3 (10^{3u_j+1/5} - 10^{3u_j/5} )$$

siendo  $|F|$  el área del campo en grados cuadrados. Las densidades espaciales de enanas y gigantes correspondientes son entonces:

$$\rho_{(PI)E(M_i(V), M_{i+1}(V))} (d_j) = \frac{N_j^{(PI)E(M_i(V), M_{i+1}(V))}}{|T_j|}$$

$$\rho_{(PI)G(M_i(V), M_{i+1}(V))} (d_j) = \frac{N_j^{(PI)G(M_i(V), M_{i+1}(V))}}{|T_j|}$$

Tanto el cálculo del volumen, como el recuento del número de estrellas existentes en cada intervalo de magnitud absoluta y de distancia, se ha realizado por medio de un programa de cálculo (apéndice VIII.6 y VIII.7). Los volúmenes parciales obtenidos para nuestro campo de 0.89 grados cuadrados son los siguientes:

DISTANCIA PC	VOLUMEN PC <sup>3</sup>
0 200	0.723E 03
200 400	0.506E 04
400 600	0.137E 05
600 800	0.267E 05
800 1000	0.441E 05
1000 1200	0.656E 05
1200 1400	0.918E 05
1400 1600	0.122E 06
1600 1800	0.157E 06
1800 2000	0.196E 06
2000 2200	0.239E 06
2200 2400	0.267E 06
2400 2600	0.339E 06
2600 2800	0.395E 06
2800 3000	0.456E 06
3000 3200	0.521E 06
3200 3400	0.591E 06

3400	3600	0.660E 06
3600	3800	0.742E 06
3800	4000	0.825E 06
4000	4200	0.912E 06
4200	4400	0.100E 07
4400	4600	0.110E 07
4600	4800	0.120E 07
4800	5000	0.130E 07
5000	5200	0.141E 07
5200	5400	0.152E 07
5400	5600	0.164E 07
5600	5800	0.176E 07
5800	6000	0.189E 07
6000	6200	0.202E 07
6200	6400	0.215E 07
6400	6600	0.229E 07
6600	6800	0.243E 07
6800	7000	0.258E 07
7000	7200	0.273E 07
7200	7400	0.289E 07
7400	7600	0.305E 07

T A B L A 11

Valores del color (U-B) de la gigante más roja en cada intervalo de magnitudes aparentes B.

Intervalo	(U-B) límite
B < 14.0	2.30
14.0 -14.5	2.00
14.5 -15.0	1.50
15.0 -15.25	1.30
15.25-15.5	1.20
15.5 -16.0	1.00
B > 16	0.50

T A B L A 12

Número de gigantes medidas de magnitud aparente más brillante que  $14^m.0$  en cada intervalo de (U-B)

Intervalo	N°de estrellas medidas
(U-B) < 2.30	74 = $N_{TOTAL}$
(U-B) < 2.00	70
(U-B) < 1.50	66
(U-B) < 1.30	62
(U-B) < 1.20	56
(U-B) < 1.00	42
(U-B) < 0.50	8

T A B L A 13

Densidad espacial log D+10 de las gigantes rojas

	$\bar{M}_B=1.6$		$\bar{M}_B=1.2$		$M_V$ -(Schmidt-Kaler)	
	N°	logD+10	N°	logD+10	N°	logD+10
0-200						
200-400					1	6.30
400-600	1	5.86	1	5.86	1	5.86
600-800	3	6.05	-	--	4	6.18
800-1000	5	6.05	4	5.96	10	6.36
1000-1200	10	6.18	8	6.08	14	6.33
1200-1400	17	6.27	9	5.99	25	6.44
1400-1600	19	6.19	10	5.91	20	6.21
1600-1800	13	5.92	16	6.01	34	6.34
1800-2000	12	5.79	11	5.75	25	6.10
2000-2200	22	5.96	14	5.77	18	5.88
2200-2400	17	5.77	9	5.50	31	6.03
2400-2600	17	5.70	18	5.72	21	5.79
2600-2800	20	5.70	16	5.61	18	5.66
2800-3000	14	5.49	13	5.45	8	5.24
3000-3200	14	5.43	12	5.36	3	4.76
3200-3400	15	5.40	17	5.46	10	5.23
3400-3600	16	5.38	11	5.22	6	4.96
3600-3800	11	5.17	14	5.28	10	5.13
3800-4000	12	5.16	15	5.26	6	4.86
4000-4200	11	5.08	13	5.15	10	5.04
4200-4400	10	5.00	8	4.90	8	4.90
4400-4600	5	4.66	8	4.86	6	4.74
4600-4800	9	4.88	11	4.96	6	4.70
4800-5000	10	4.89	9	4.84		
5000-5200	7	4.70	9	4.80		
5200-5400	2	4.12	6	4.60		

T A B L A 13 (cont)

	$\bar{M}_B=1.6$		$\bar{M}_B=1.2$	
	N°	logD <sub>±10</sub>	N°	logD <sub>±10</sub>
5400-5600	2	4.09	4	4.39
5600-5800			10	4.75
5800-6000			6	4.50
6000-6200			7	4.54
6200-6400			2	3.97
6400-6600			2	3.94
6600-6800			1	3.61

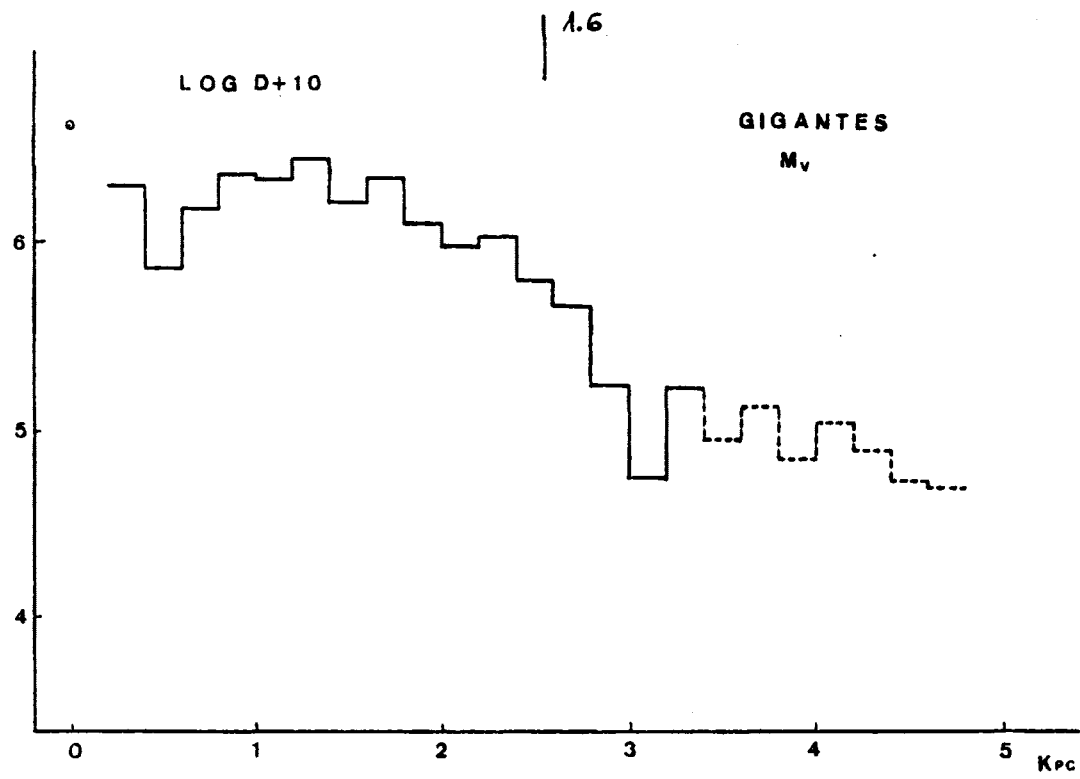


Figura 38.- Función densidad para las gigantes, calculada a partir de  $M_V$

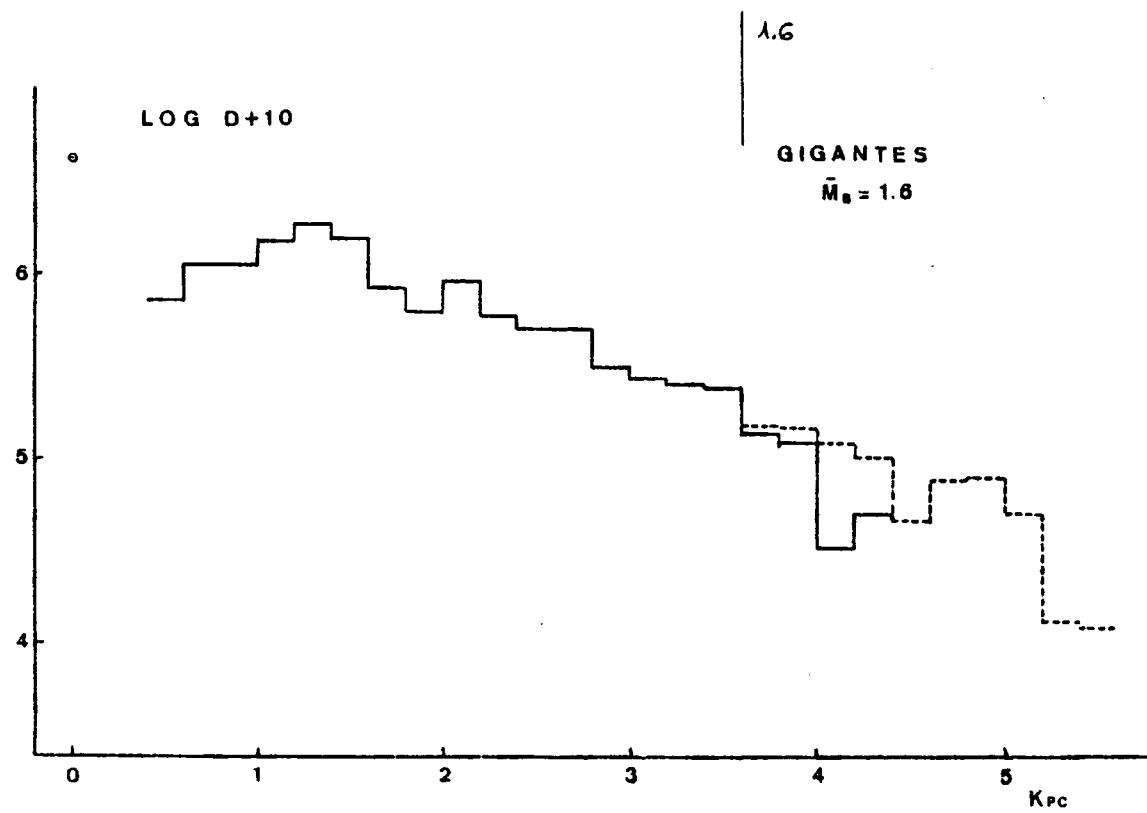


Figura 38.- Función densidad para las gigantes, calculada a partir de  $\bar{M}_B = 1.6$

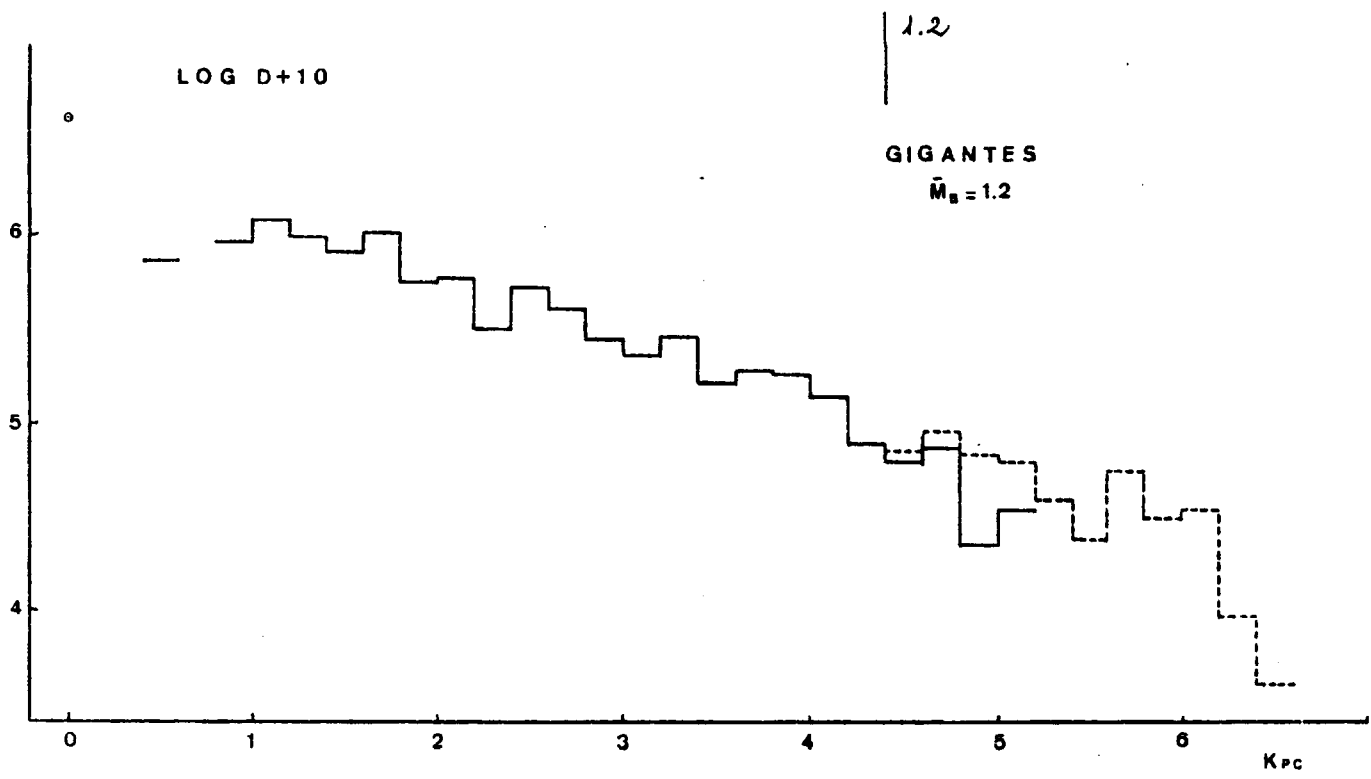


Figura 38.- Función densidad para las gigantes, calculada a partir de  $\bar{M}_B = 1.2$

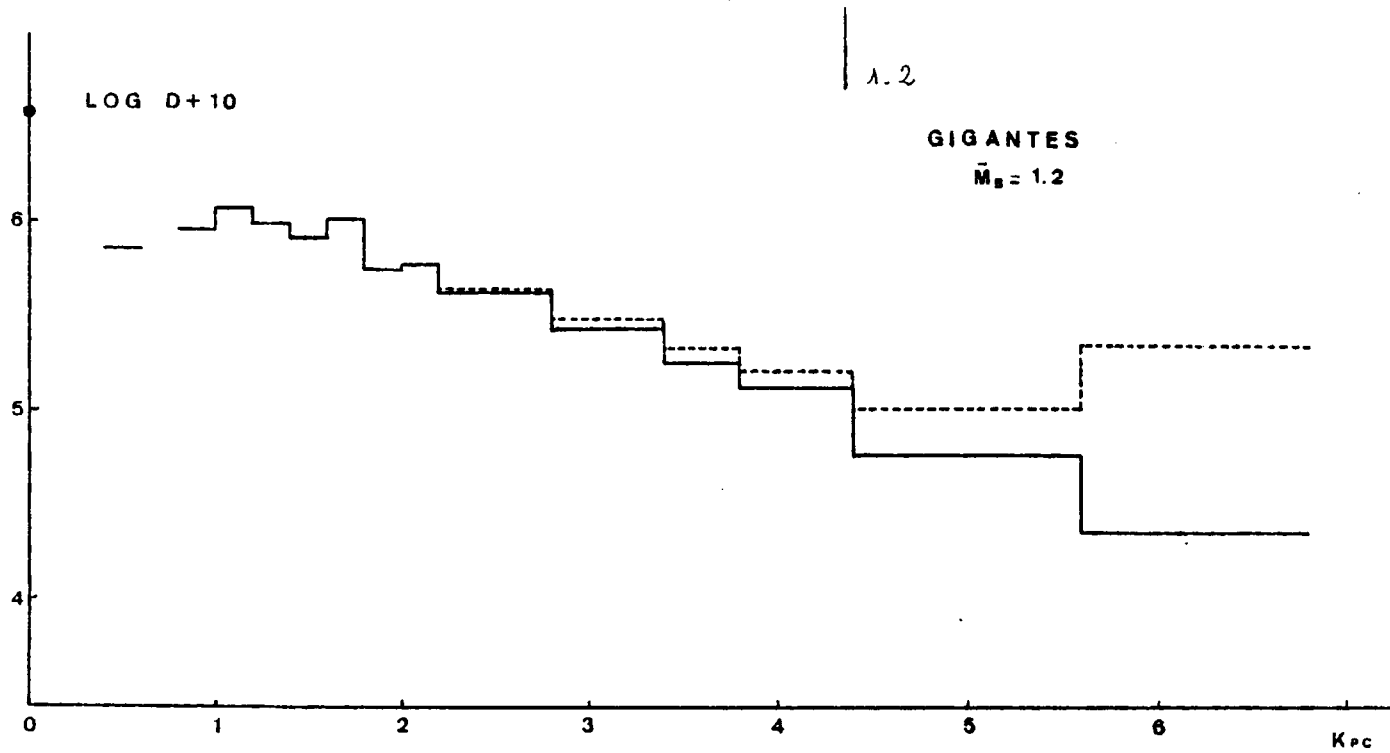


Figura 39.- Función densidad para las gigantes completada.

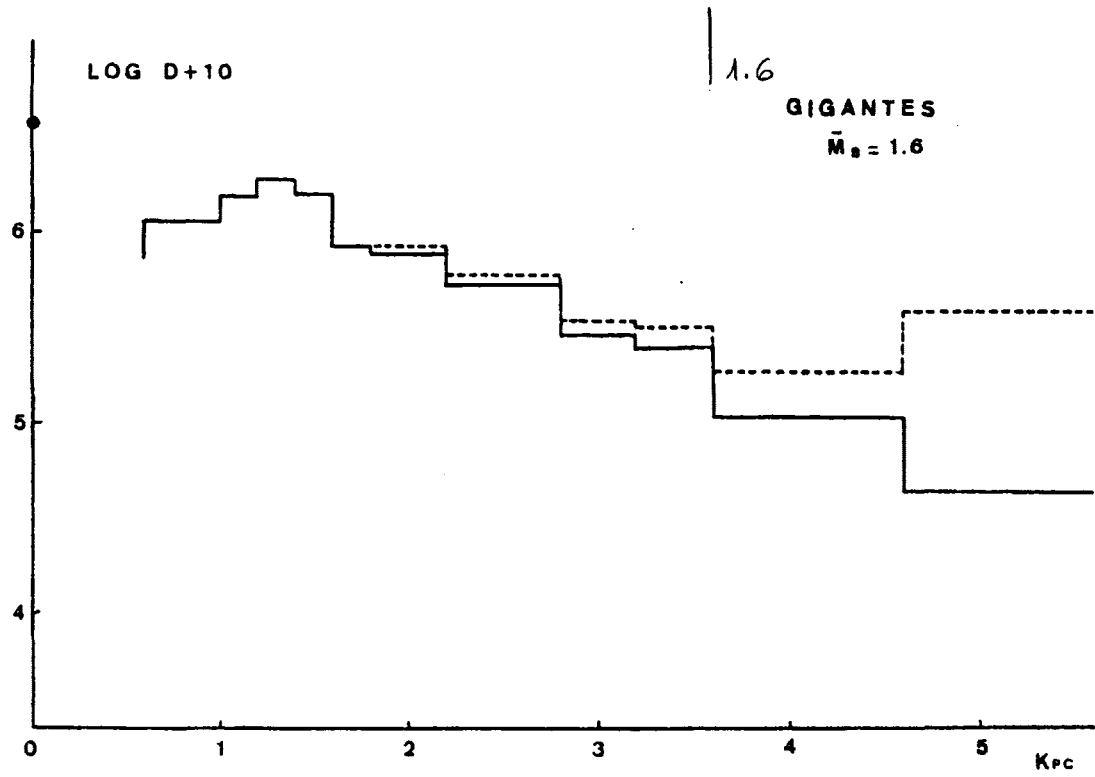


Figura 39.- Función densidad para las gigantes completada.

### 5.3. Función densidad de las estrella de la Secuencia Principal.-

Los gradientes de densidad de las estrellas de la SP se han determinado para pequeños intervalos de magnitud absoluta. Para tales intervalos, las distancias límites hasta las cuales las funciones densidad están completas, están claramente definidas, lo que no ocurriría si se calculara la función densidad para todas las estrellas.

Los gradientes de densidad vienen dados en la tabla 14 y representados en la figura 40. En ella los límites hasta los cuales la función densidad está completa vienen marcados con una línea vertical, con el correspondiente valor de la mag nitud absoluta a la derecha.

La densidad espacial de las estrellas con  $M_v$  comprendi da entre 0 y 2 es mayor que la de las gigantes de la misma magnitud absoluta para distancias mayores de 1.6 Kpc. Para distancias menores la densidad espacial de este grupo de estrellas es claramente menor. Esto, unido al hecho de que para estas mismas distancias la densidad espacial de las gigantes es menor que las obtenidas en otros campos en la dirección del anticentro, podría interpretarse como el efecto producido al atravesar la dirección de observación ( $l^{\text{II}}=227^\circ$ ) un desdoblamiento del brazo local en dos con su correspondiente espacio interbrazos de menor densidad estelar. En la figura 41 puede observarse el mapa de la estructura espiral de la Gala xia realizado por Walborn (1973) representando la distribución de estrellas 0. Esta distribución coincide en líneas generales

con la distribución de jóvenes cúmulos galácticos (Becker y Fenkart (1970), Moffat y Vogt (1973), Fenkart y Binggeli (1979)) y con la distribución de regiones H II realizada por Crampton y Georgelin (1975). En estos tres trabajos se reconoce fácilmente la conocida representación de la estructura de la Galaxia (Becker, 1964) conteniendo tres segmentos de brazo espiral. En todos ellos aparece, en la dirección de observación del presente trabajo, una zona con menor abundancia de objetos indicadores de brazo espiral que coincide en distancia con el mínimo encontrado en las funciones densidad de estrellas de  $M_V < 2$ . En la representación de Walborn (fig. 41) puede verse claramente que esta zona de menor densidad comienza a  $225^\circ$  de longitud galáctica. Una afirmación rotunda de la existencia de tal bifurcación del brazo local en dos en esta dirección sólo podría hacerse midiendo otros campos entre  $225^\circ$  y  $260^\circ$  para comprobar que el resultado encontrado en nuestro campo no se trata de una fluctuación accidental de la densidad en la zona observada. En todo caso es obvio que nuestra dirección de observación atraviesa una zona pobre en estrellas de tipos primitivos y en regiones H II, como hemos dicho anteriormente. En nuestro campo solamente se adivina tal espacio vacío para las funciones densidad de las estrellas brillantes y de las gigantes rojas. Tales estrellas (estrellas OB y gigantes de tipos espectrales M2 - M4) están clasificadas como indicadores de brazo espiral por su corta edad y gran luminosidad.

La extrapolación del gradiente de densidad para este intervalo de magnitudes absolutas, a distancia cero, nos condu

ce a una densidad ligeramente superior a la de Gliese (1969) para los alrededores del Sol.

Las funciones densidad de las estrellas de la Secuencia Principal de menor magnitud absoluta muestran un comportamiento diferente. La función densidad para el intervalo  $2 < M_V < 3$  muestra una densidad constante, no muy diferente a la de los alrededores del Sol, hasta una distancia de 2 Kpc a la cual comienza una disminución monótona hasta llegar a la distancia a la que empiezan a dejar de verse las estrellas de  $M_V = 3$ , donde la disminución se hace más brusca.

La extrapolación de la función densidad de las estrellas de  $M_V$  comprendidas entre 3 y 4 a distancia cero concuerda con el valor de Gliese para los alrededores del Sol. El gradiente de densidad es muy pronunciado hasta una distancia de 2 Kpc, a la que aparece un máximo dentro ya de los límites en los que la función densidad no está completa. Debido a que este máximo no es muy pronunciado y a que se encuentra fuera de la zona en la que la función densidad está completa, puede considerarse como una variación regional accidental sin ninguna relación con la estructura de la Galaxia.

Para magnitudes absolutas  $M_V > 4$  la extrapolación de la densidad a distancia cero conduce a un valor de la densidad espacial superior al calculado por Gliese para los alrededores del Sol. Esta abundancia de objetos intrínsecamente débiles se ha observado en la mayoría de los campos medidos en el anticentro.

Según Gschwind (1975) el efecto de la dispersión de

las magnitudes absolutas de la SP es pequeño, por lo tanto no se ha tenido en cuenta este efecto en nuestros gradientes de densidad. Una corrección basada en la dispersión de las magnitudes absolutas podría significar una pérdida de información debido a la determinación individual de la magnitud absoluta de las estrellas, lo cual es inherente al método de la fotometría en tres colores. Un valor medio para un intervalo de magnitudes absolutas, más un valor de la dispersión (distribución de Gauss), produciría una distribución diferente de la observada, la cual está deducida de valores individuales de la magnitud absoluta en el mismo intervalo. La distribución observada, en general, no muestra una distribución gaussiana como se supondría al hacer la corrección (Spaenhauer, 1977, 1978 y 1979).

La comparación de nuestras funciones densidad con las observadas en otras direcciones del anticentro galáctico sería complicada, debido a los diferentes intervalos de magnitud absoluta. Para otros trabajos los intervalos se han tomado de acuerdo a la magnitud absoluta  $M_G$  y no a la  $M_V$  como en nuestro caso. Pero, aún para diferentes intervalos de magnitud absoluta, no se aprecian diferencias espectaculares.

La comparación con los trabajos de McCuskey (1965) es complicada también, debido a los límites en magnitud absoluta, y además a que sus observaciones no cubren la dirección de nuestro campo. Pero, en líneas generales, y salvando estas diferencias, los resultados concuerdan al encontrar McCuskey en la dirección del anticentro las siguientes características:

- a) Para las enanas B8 - A5 ( $0 < M_V < 2$ ) así como para las gigantes rojas, una disminución monótona de la función densidad al aumentar la distancia (McCuskey hasta 1Kpc).
- b) Para las enanas F0 - F5 ( $3 \leq M_V < 4$ ) una disminución con gradiente más pronunciado al aumentar la distancia (McCuskey hasta 1Kpc).
- c) Para las enanas de tipos F8 - K3 una constancia de la densidad espacial hasta distancias de 400 pc.

Resultados que cualitativamente son los mismos que los encontrados en este campo, siendo la comparación cuantitativa carente de sentido por los motivos mencionados anteriormente.

La función densidad para cada intervalo de magnitudes absolutas se ha calculado por medio del programa "Magnitudes absolutas de las enanas", que aparece en el apéndice VIII y viene explicado en el apéndice VII.1.

T A B L A 14

Densidad espacial por  $\text{pc}^3$ ,  $\log D+10$ , de las estrellas de la SP  
de magnitudes absolutas comprendidas entre 0 y 2

Distancia (Kpc)	n°	$\log D+10$	Distancia (Kpc)	n°	$\log D+10$
0		6.46			
0.0-0.2	--	---	3.8-4.0	22	5.43
0.2-0.4	--	---	4.0-4.2	22	5.38
0.4-0.6	6	6.64	4.2-4.4	23	5.36
0.6-0.8	5	6.27	4.4-4.6	17	5.19
0.8-1.0	10	6.36	4.6-4.8	11	4.96
1.0-1.2	4	5.78	4.8-5.0	6	4.66
1.2-1.4	6	5.82	5.0-5.2	5	4.55
1.4-1.6	11	5.96	5.2-5.4	9	4.77
1.6-1.8	26	6.22	5.4-5.6	7	4.63
1.8-2.0	29	6.21	5.6-5.8	2	4.06
2.0-2.2	33	6.14	5.8-6.0	2	4.02
2.2-2.4	40	6.14	6.0-6.2	2	4.00
2.4-2.6	39	6.06	6.2-6.4	2	3.97
2.6-2.8	35	5.95	6.4-6.6	1	3.64
2.8-3.0	44	5.98	6.6-6.8	2	3.91
3.0-3.2	35	5.83	6.8-7.0	1	3.59
3.2-3.4	34	5.76	7.0-7.2	1	3.56
3.4-3.6	43	5.81	7.2-7.4	3	4.02
3.6-3.8	33	5.65	7.4-7.6	3	3.99



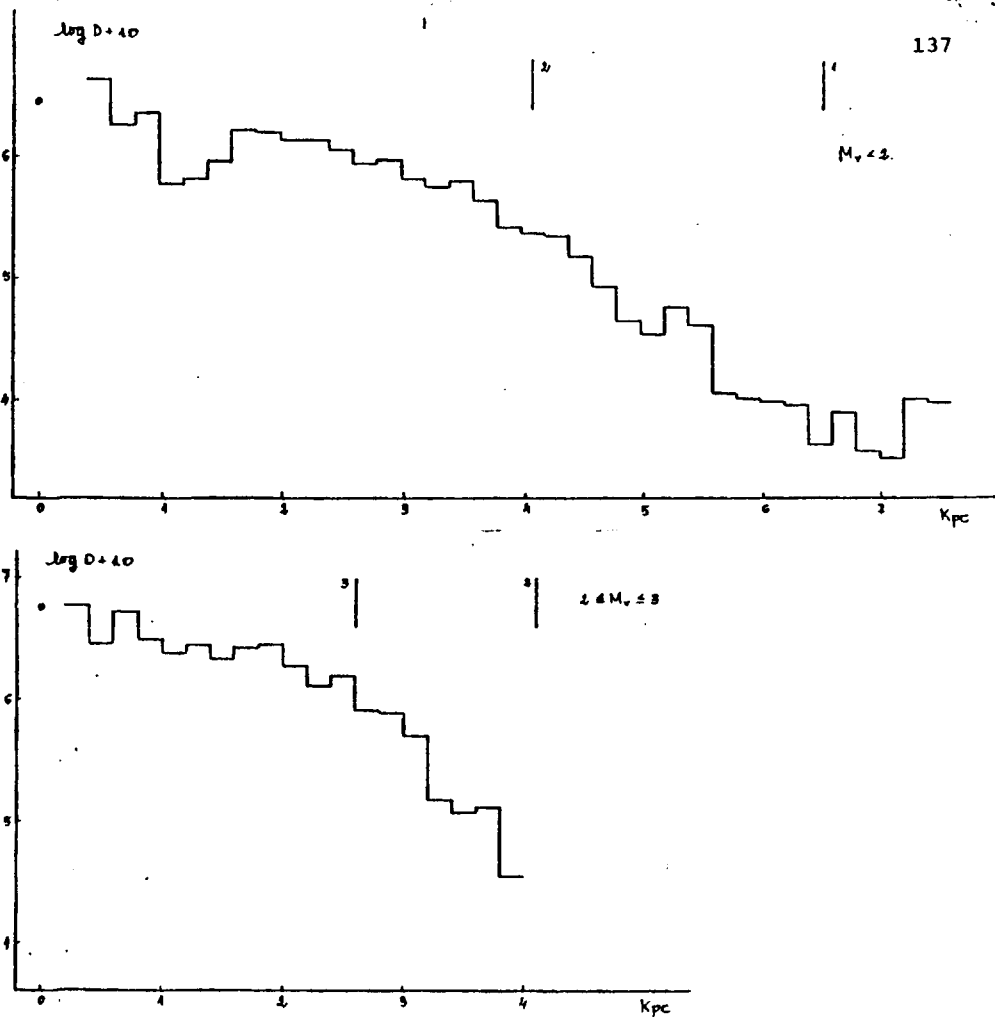
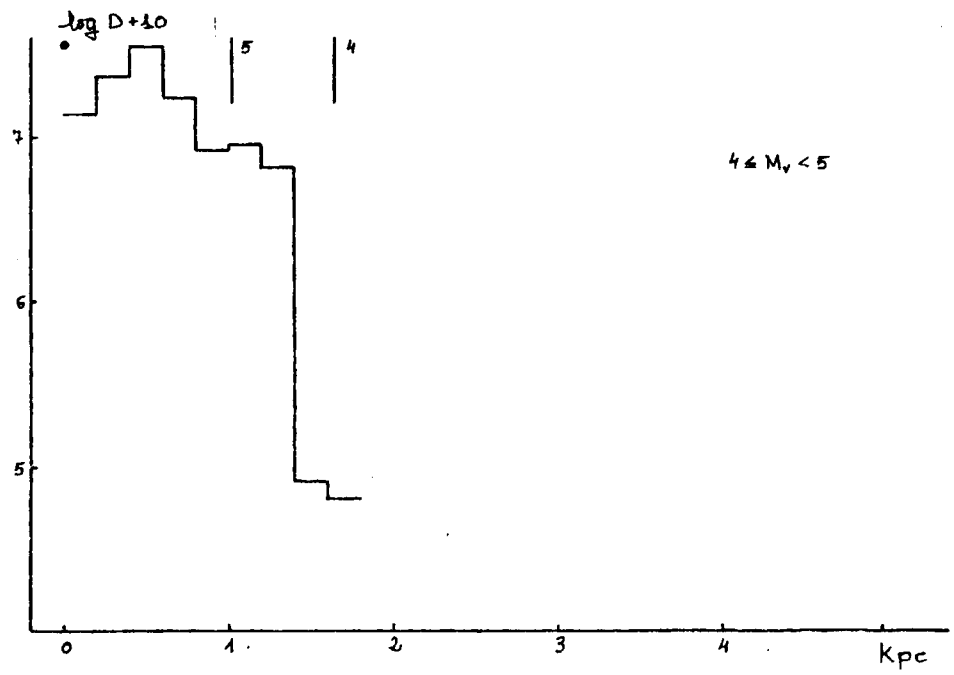
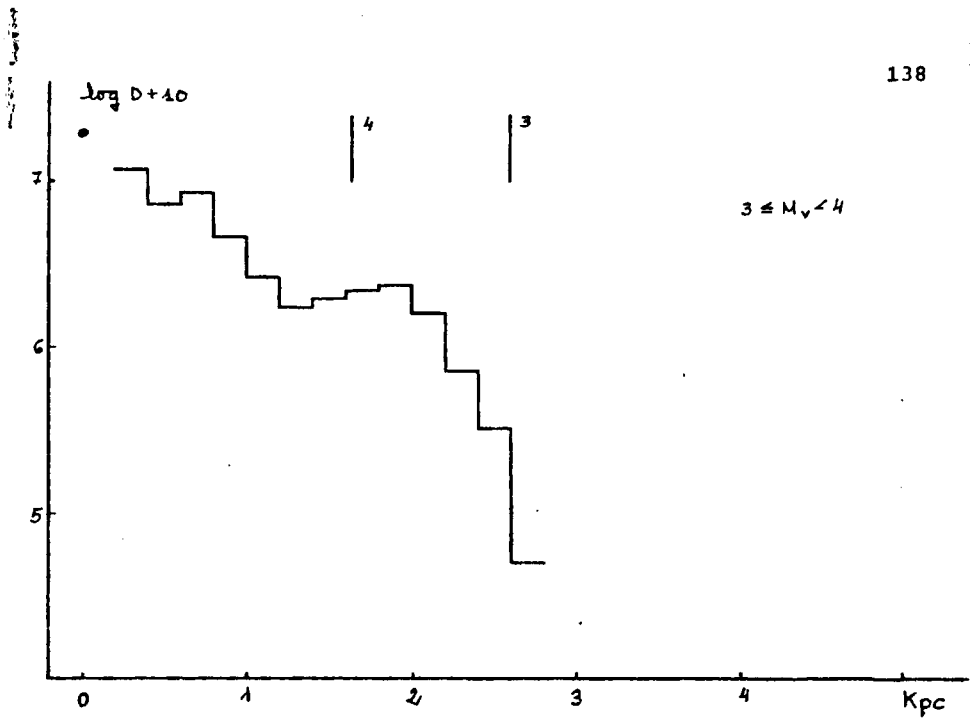
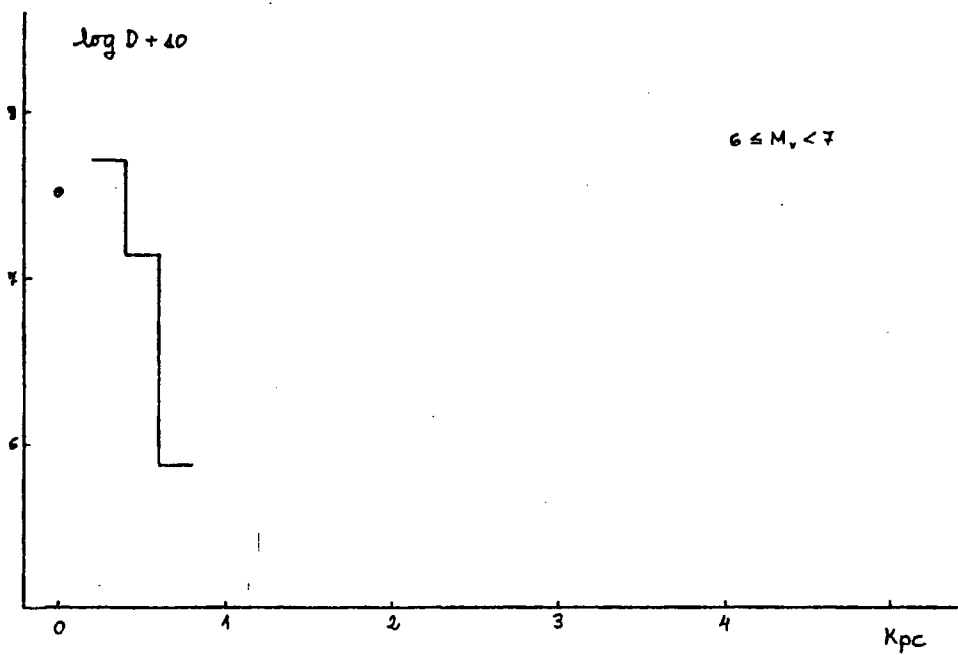
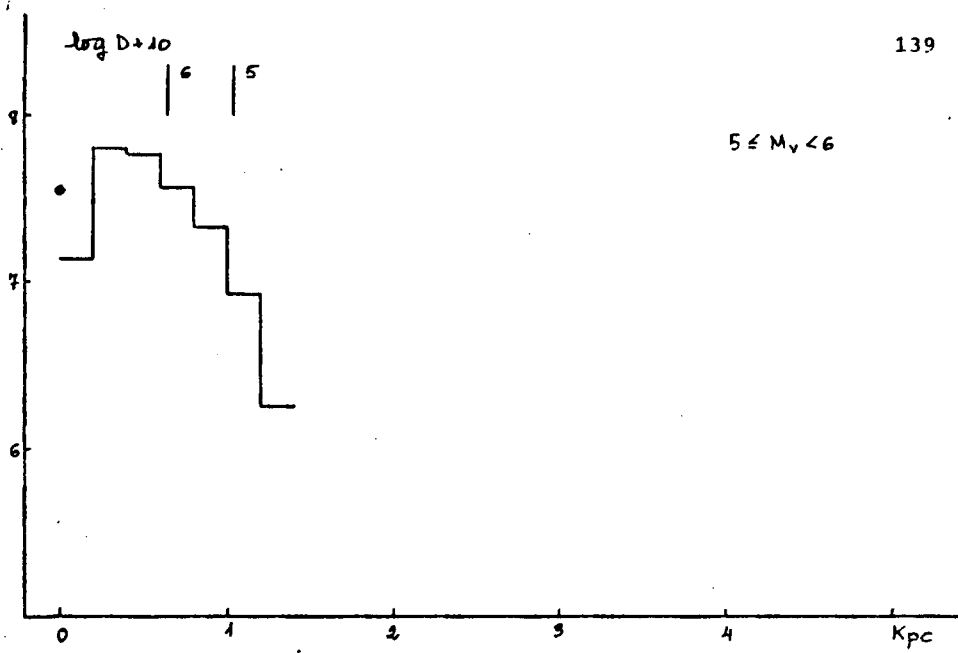


Figura 40.- Funciones de densidad para las estrellas de la Secuencia Principal de magnitud absoluta menor que 2.0, y comprendida entre 2 y 3. En las dos páginas siguientes aparecen las funciones densidad para los demás intervalos de magnitud absoluta.





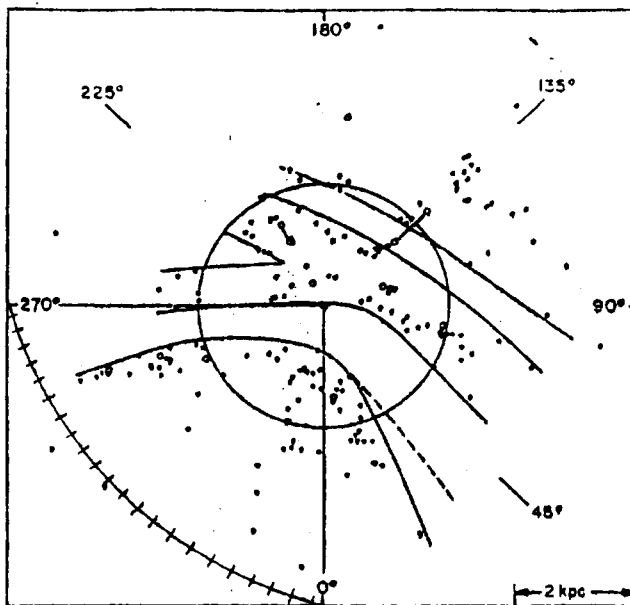


Figura 41.- Mapa de la estructura espiral de la Galaxia realizado por Walborn (1973)

#### 5.4. Fiabilidad de las funciones densidad.-

Se han omitido 57 estrellas en la discusión de la densidad espacial de las estrellas de la SP debido a su comportamiento anómalo en los DDC. El número de estrellas omitidas ha sido:

- 6 estrellas demasiado superpuestas
- 8 estrellas superpuestas
- 13 estrellas con magnitud U no visible
- 30 estrellas no superpuestas

Sus magnitudes aparentes están uniformemente repartidas por todos los intervalos:

V	< 12	2 estrellas
12	- 13	2 estrellas
13	- 13.5	4 estrellas
13.5	- 14.0	7 estrellas
14.0	- 14.5	12 estrellas
14.5	- 15.0	8 estrellas
15	- 15.25	7 estrellas
15.25	- 15.5	7 estrellas
V	> 15.5	8 estrellas

representado aproximadamente el 0.26% de las estrellas de cada intervalo, por lo que su contribución al posible falseamiento de las funciones densidad puede considerarse nula.

De entre las estrellas de magnitud aparente  $V > 15.5$ , que están ya cerca del límite de las placas hay un grupo de ellas (señaladas con línea de puntos en el DDC) que

ocupan una posición muy dudosa que podría corresponder a la de galaxias, enanas blancas, estrellas de alta velocidad o estrellas dobles y han sido por lo tanto omitidas en el cálculo de la función densidad. Estas estrellas si fueran enanas tendrían magnitudes absolutas comprendidas entre 3 y 5, luego su omisión sólo podría afectar a las funciones densidad  $3 \leq M_v < 4$  y  $4 \leq M_v < 5$ . A éste último intervalo de magnitudes sólo pertenecen 6 estrellas de las omitidas que contribuirían a elevar la densidad a distancias mayores que 1400 pc que es practicamente la distancia límite a partir de la cual la función densidad ya no está completa para este intervalo de magnitud absoluta. Luego su inclusión u omisión no introduce ninguna variación en la función densidad.

Las estrellas no incluidas en la función densidad para magnitudes comprendidas entre 3 y 4 de ser enanas se encontrarían repartidas en los siguientes intervalos de distancia

1400 - 1600	1 estrella
1600 - 1800	15 estrellas
1800 - 2000	20 estrellas
2000 - 2200	5 estrellas
2200 - 2400	1 estrella
TOTAL	<hr/> 42 estrellas

Como puede verse en la función densidad para este intervalo estas estrellas contribuirían a acentuar el máximo situado a 1600 - 2000 pc pero no a cubrir el hueco encontrado entre 1000 y 1600 pc.

En conclusión, el número de estrellas omitidas no podría hacer variar las funciones densidad de una manera apreciable excepto para la función densidad de las estrellas de magnitud absoluta comprendida entre 3 y 4.

De las estrellas gigantes medidas sólo se han rechazado 14 estrellas, todas dentro de los límites de distancia posteriormente completados, por lo que su omisión ha sido después compensada.

### 5.5. Funciones de luminosidad.-

La función de luminosidad para las estrellas de la SP ha sido calculada para dos intervalos de distancia, de 0-0.8 Kpc y de 0.8-1.2 Kpc, donde el número de estrellas es suficientemente grande. Los valores de la función luminosidad para estas distancias vienen dados en la tabla 15 y pueden considerarse completas sólo hasta  $M(V)=5.0$ .

En la figura 42 está representada en línea continua la función luminosidad para los alrededores del Sol (Gliese, 1969) y en línea de trazos las funciones de luminosidad para los dos intervalos considerados. Para el intervalo 0-0.8 Kpc la pendiente del gradiente no difiere apreciablemente de la de los alrededores del Sol, siendo las densidades ligeramente menores excepto para las estrellas de  $5 \leq M_V < 6$ . El valor de la frecuencia de estrellas de  $6 \leq M_V < 7$  acusa la falta de estrellas intrínsecamente débiles debido a la magnitud límite de la placa. La función luminosidad para el intervalo de distancia 0.8-1.2 Kpc muestra el mismo comportamiento, siendo las frecuencias menores que en el intervalo anterior.

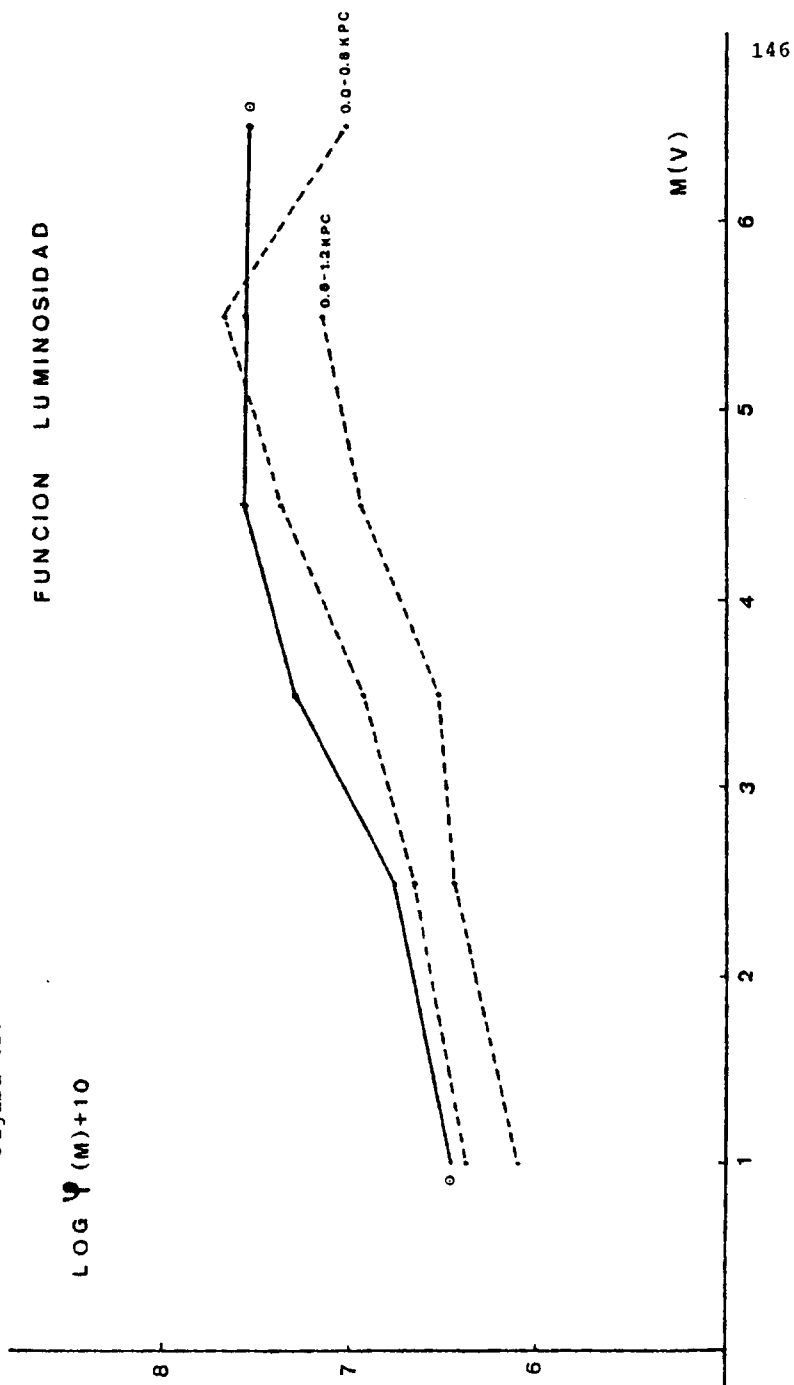
En ambas funciones de luminosidad son los objetos menos luminosos los más abundantes, lo mismo que ocurre en las proximidades del Sol.

T A B L A 15

Función de luminosidad para dos intervalos de distancia

M(V)	log $\rho$ (M)+10	
	0.0-0.8 Kpc	0.8-1.2 Kpc
1	6.38	6.10
2.5	6.66	6.44
3.5	6.93	6.53
4.5	7.37	6.94
5.5	7.66	7.14
6.5	7.01	---

Figura 42.



## 6.- Conclusiones

La absorción interestelar en la dirección observada es causada por una nube discreta, situada a una distancia de aproximadamente 1380 pc. y que produce un  $E(B-V) = 0.27$ .

Los gradientes de densidad para las estrellas de todos los tipos son negativos, mostrando un decrecimiento monótono con la distancia como el encontrado en todos los trabajos anteriores de estadística estelar en la dirección del anticentro.

La extrapolación de las densidades a los alrededores del Sol conduce a valores intermedios entre los obtenidos por Gliese (1969) y Neckel (1975) para las estrellas gigantes. Para las estrellas enanas, dicha interpolación conduce a valores que concuerdan con los de Gliese (1969) para estrellas de magnitud absoluta  $M_V < 3$ . Siendo las estrellas intrínsecamente débiles más abundantes en esta dirección que el valor medio obtenido por Gliese para los alrededores del Sol. Esta abundancia de estrellas débiles ha sido registrada en todos los campos medidos en la dirección del anticentro.

Las funciones de luminosidad de nuestro campo indican valores ligeramente menores de la frecuencia de estrellas que en los alrededores del Sol. Excepto para el intervalo  $5 < M_V < 6$  en el que se acusa la abundancia de estrellas intrínsecamente débiles registrada en las funciones densidad.

El gradiente de la función de luminosidad es el mismo que el de los alrededores del Sol (Gliese, 1969).

Las funciones densidad de las enanas y gigantes de magnitud absoluta  $M_V < 2$ , presentan un mínimo bastante acentuado para distancias comprendidas entre 1 y 1.6 Kpc. Este mínimo coincide en distancia y en dirección con una zona de menor densidad de objetos indicadores de brazo espiral (cúmulos galácticos jóvenes, estrellas OB, regiones de H II, regiones de hidrógeno neutro), por lo que puede interpretarse como una bifurcación, a esa distancia, del brazo espiral local.

Respecto de la comparación entre el sistema RGU y el UBV, en este trabajo se demuestra que, en la dirección de observación elegida y con las condiciones de extinción existentes en ella, el sistema UBV es perfectamente capaz de realizar una separación entre estrellas enanas y gigantes. Esto es debido a que cuando el valor de la extinción es pequeño (del orden del encontrado en nuestro campo), en el sistema RGU se produce un solapamiento de la zona de las gigantes rojas con la zona de la Secuencia Principal de los últimos tipos espectrales, análogo al que presenta el sistema UBV para cualquier valor de la extinción.

Por esta razón, puede decirse que para campos del disco galáctico en la dirección del anticentro podría utilizarse el sistema UBV con los mismos resultados que si se utilizase el sistema RGU. Además en la dirección del anticentro, la posición de las gigantes rojas en el diagrama de dos colores del sistema RGU no está tan claramente diferenciada de las estrellas de la Secuencia Principal como ocurre en la dirección del centro y del halo. Encontrándose en la dirección del anticen-

tro estrellas gigantes, no sólo a la izquierda y por debajo de la SP, sino también sobre ella y aún a la derecha.

Puede decirse que, en ausencia total de absorción, el sistema RGU presenta en un diagrama de dos colores una separación mucho más clara entre enanas y gigantes que el sistema UBV. Pero la separación entre enanas y gigantes no depende únicamente de la posición relativa de esos dos tipos de estrellas en un diagrama de dos colores, sino que también depende de las frecuencias de distribución relativas en los mismos, que se traducen en varios criterios independientes que controlan la identificación estadística de las estrellas gigantes con un alto grado de confianza. Estos criterios pueden aplicarse para los dos sistemas. Por lo tanto, habría que estudiar con el sistema UBV otros campos, en ausencia de absorción, para comprobar si uno de los dos sistemas es mejor que el otro para efectuar la separación.

Lo que sí es obvio es que, mientras no se consiga reproducir fotoeléctricamente el sistema RGU, el sistema UBV será más ventajoso para la fotometría fotográfica, por evitarse las ecuaciones de transformación necesarias para obtener las magnitudes RGU de las estrellas patrón fotoeléctricas.

Los programas realizados para el estudio de este campo se adjuntan en el apéndice VIII. Estos programas son aplicables al estudio de cualquier campo, cambiando únicamente las condiciones de absorción interestelar. Asimismo pueden utilizarse para el sistema RGU sin más que incluir las ecuaciones de transformación entre los dos sistemas y sustituir la calibración en magnitudes absolutas.

### 8. Catálogo.-

En la tabla 16 se encuentran los datos de las estrellas enanas del campo que se han utilizado para el cálculo de las funciones de densidad y de luminosidad. De izquierda a derecha las columnas indican

- 1) número de la estrella dentro del campo.
- 2) magnitud V aparente.
- 3) índice de color (B-V)
- 4) índice de color (U-B)
- 5) magnitud absoluta V asignada a la estrella
- 6) absorción  $A(V)$
- 7) distancia

En la tabla 17 aparece la magnitud aparente V y los índices de color (B-V) y (U-B) de las estrellas de la SP rechazadas junto con su número de orden. En la tabla 18 se encuentran las estrellas superpuestas de la SP con los mismos datos que en la tabla 16.

En la tabla 19 se encuentran los datos de las estrellas gigantes. Las siete primeras columnas contienen la misma información que para las enanas. Las columnas 8 y 9 contienen las distancias obtenidas a partir de la magnitud aparente B y las magnitudes absolutas medias  $\bar{M}_B = 1.6$  y  $\bar{M}_B = 1.2$  respectivamente. Análogamente a las enanas en la tabla 20 aparecen las gigantes rechazadas y en la tabla 21 las estrellas superpuestas gigantes. Finalmente, todas las estrellas superpuestas que han sido rechazadas del estudio estadístico aparecen en la tabla 22.

Algunas de las estrellas rechazadas de la tabla 17 aparecen también en la tabla 16, identificándose por una R a la derecha de la última columna.









Table with columns: 751-814, 749, 748, 747, 746, 745, 744, 743, 742, 741, 740, 739, 738, 737, 736, 735, 734, 733, 732, 731, 730, 729, 728, 727, 726, 725, 724, 723, 722, 721, 720, 719, 718, 717, 716, 715, 714, 713, 712, 711, 710, 709, 708, 707, 706, 705, 704, 703, 702, 701, 700, 699, 698, 697, 696, 695, 694, 693, 692, 691, 690, 689, 688, 687, 686, 685, 684, 683, 682, 681, 680, 679, 678, 677, 676, 675, 674, 673, 672, 671, 670, 669, 668, 667, 666, 665, 664, 663, 662, 661, 660, 659, 658, 657, 656, 655, 654, 653, 652, 651, 650, 649, 648, 647, 646, 645, 644, 643, 642, 641, 640, 639, 638, 637, 636, 635, 634, 633, 632, 631, 630, 629, 628, 627, 626, 625, 624, 623, 622, 621, 620, 619, 618, 617, 616, 615, 614, 613, 612, 611, 610, 609, 608, 607, 606, 605, 604, 603, 602, 601, 600, 599, 598, 597, 596, 595, 594, 593, 592, 591, 590, 589, 588, 587, 586, 585, 584, 583, 582, 581, 580, 579, 578, 577, 576, 575, 574, 573, 572, 571, 570, 569, 568, 567, 566, 565, 564, 563, 562, 561, 560, 559, 558, 557, 556, 555, 554, 553, 552, 551, 550, 549, 548, 547, 546, 545, 544, 543, 542, 541, 540, 539, 538, 537, 536, 535, 534, 533, 532, 531, 530, 529, 528, 527, 526, 525, 524, 523, 522, 521, 520, 519, 518, 517, 516, 515, 514, 513, 512, 511, 510, 509, 508, 507, 506, 505, 504, 503, 502, 501, 500, 499, 498, 497, 496, 495, 494, 493, 492, 491, 490, 489, 488, 487, 486, 485, 484, 483, 482, 481, 480, 479, 478, 477, 476, 475, 474, 473, 472, 471, 470, 469, 468, 467, 466, 465, 464, 463, 462, 461, 460, 459, 458, 457, 456, 455, 454, 453, 452, 451, 450, 449, 448, 447, 446, 445, 444, 443, 442, 441, 440, 439, 438, 437, 436, 435, 434, 433, 432, 431, 430, 429, 428, 427, 426, 425, 424, 423, 422, 421, 420, 419, 418, 417, 416, 415, 414, 413, 412, 411, 410, 409, 408, 407, 406, 405, 404, 403, 402, 401, 400, 399, 398, 397, 396, 395, 394, 393, 392, 391, 390, 389, 388, 387, 386, 385, 384, 383, 382, 381, 380, 379, 378, 377, 376, 375, 374, 373, 372, 371, 370, 369, 368, 367, 366, 365, 364, 363, 362, 361, 360, 359, 358, 357, 356, 355, 354, 353, 352, 351, 350, 349, 348, 347, 346, 345, 344, 343, 342, 341, 340, 339, 338, 337, 336, 335, 334, 333, 332, 331, 330, 329, 328, 327, 326, 325, 324, 323, 322, 321, 320, 319, 318, 317, 316, 315, 314, 313, 312, 311, 310, 309, 308, 307, 306, 305, 304, 303, 302, 301, 300, 299, 298, 297, 296, 295, 294, 293, 292, 291, 290, 289, 288, 287, 286, 285, 284, 283, 282, 281, 280, 279, 278, 277, 276, 275, 274, 273, 272, 271, 270, 269, 268, 267, 266, 265, 264, 263, 262, 261, 260, 259, 258, 257, 256, 255, 254, 253, 252, 251, 250, 249, 248, 247, 246, 245, 244, 243, 242, 241, 240, 239, 238, 237, 236, 235, 234, 233, 232, 231, 230, 229, 228, 227, 226, 225, 224, 223, 222, 221, 220, 219, 218, 217, 216, 215, 214, 213, 212, 211, 210, 209, 208, 207, 206, 205, 204, 203, 202, 201, 200, 199, 198, 197, 196, 195, 194, 193, 192, 191, 190, 189, 188, 187, 186, 185, 184, 183, 182, 181, 180, 179, 178, 177, 176, 175, 174, 173, 172, 171, 170, 169, 168, 167, 166, 165, 164, 163, 162, 161, 160, 159, 158, 157, 156, 155, 154, 153, 152, 151, 150, 149, 148, 147, 146, 145, 144, 143, 142, 141, 140, 139, 138, 137, 136, 135, 134, 133, 132, 131, 130, 129, 128, 127, 126, 125, 124, 123, 122, 121, 120, 119, 118, 117, 116, 115, 114, 113, 112, 111, 110, 109, 108, 107, 106, 105, 104, 103, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 87, 86, 85, 84, 83, 82, 81, 80, 79, 78, 77, 76, 75, 74, 73, 72, 71, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63, 62, 61, 60, 59, 58, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 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

















T A B L A 17

Magnitudes aparentes de las estrellas enanas rechazadas

N°	V	B-V	U-B
71	14.88	0.35	0.72
294	15.53	0.76	-0.61
374	14.92	1.26	-0.05
438	13.63	2.38	-0.22
453	15.37	0.20	0.59
543	14.35	0.34	0.91
754	15.84	0.77	-0.41
809	14.17	0.38	0.74
827	8.53	-0.04	-0.32
1432	16.06	0.35	0.87
1463	15.72	1.09	-0.34
1612	15.66	0.97	-0.46
1661	15.56	1.13	-0.21
1807	11.90	1.50	-0.32
1883	15.25	0.20	0.74
1933	14.39	0.23	0.76
1959	14.86	0.56	0.94
1996	13.49	0.45	0.75
2056	14.27	0.40	0.63
2153	15.85	0.86	-0.40
2173	15.27	1.12	-0.08
2222	14.98	0.22	0.85
2276	15.42	0.91	-0.32
2285	15.30	1.03	-0.29

T A B L A 17(cont)

N°	V	B-V	U-B
2309	15.42	0.93	-0.31
2312	15.14	1.18	-0.49
2331	15.18	1.09	-0.14
2354	15.40	1.03	-0.24
2365	13.59	1.27	0.37
2380	15.61	0.90	-0.29

T A B L A 18

## Estrellas superpuestas de la Secuencia Principal

N°	V	B-V	U-B	E(B-V)	$M_v$ (SK)	d (pc)
1512	12.70	-0.07	0.36	0.0	2.5	1096
604	12.77	0.38	0.41	0.0	5.2	1096
430A	13.02	0.25	0.09	0.0	2.5	1270
1809	13.21	0.25	0.52	0.28	1.9	1241
1813	13.22	0.37	0.60	0.28	2.1	1137
557B	13.33	-0.16	0.05	0.28	0.12	2978
449B	13.43	0.35	0.58	0.28	2.0	1312
404B	13.51	0.76	0.46	0.0	5.74	358
1808	13.61	0.23	0.43	0.0	2.2	1914
2046	13.66	0.73	0.13	0.0	5.1	515
1059	13.70	0.14	-0.10	0.27	0.15	3483
284A	13.75	0.47	0.0	0.0	3.9	933
362A	13.77	0.78	0.45	0.0	5.75	401
587	13.86	0.51	0.53	0.27	2.4	1348
159A	14.12	0.31	0.27	0.28	1.6	2167
2046	14.15	0.58	0.09	0.0	4.68	783
159B	14.18	0.60	0.09	0.0	4.7	787
533A	14.25	0.53	-0.26	0.0	3.8	1230
300	1437	0.43	-0.30	0.0	3.5	1492
2065	14.46	0.40	0.31	0.28	2.0	2108
700	14.50	0.05	0.09	0.28	0.55	4130
533B	14.72	0.21	0.42	0.28	1.6	2818
101	14.82	0.92	0.74	0.0	6.42	478

Tabla 19.- Catálogo de las estrellas gigantes.

8	13.21	1.93	0.99	1.18	G.84	1727.0	2412.4	2700.8
15	13.74	1.24	1.01	1.29	G.41	2145.3	2933.6	3527.5
16	13.25	1.12	0.79	1.00	G.84	1943.1	2315.5	2462.6
17	13.26	1.03	1.00	1.24	G.75	1601.9	1384.4	1444.6
19	13.40	1.34	1.63	1.17	G.81	2344.2	3227.0	3979.7
32	11.44	0.85	0.41	1.00	G.03	1501.0	1446.4	2027.0
52	12.41	0.74	0.57	1.00	G.75	1353.1	1299.9	1542.4
59	13.27	1.19	1.10	1.11	G.84	1635.7	2224.1	2674.5
62	12.80	0.95	0.93	1.12	G.75	1593.4	1741.9	2114.3
69	14.40	1.25	0.54	1.00	G.44	3349.3	3949.3	4794.2
72	13.25	1.05	0.70	1.00	G.24	1872.8	2024.8	2434.3
85	14.00	1.39	1.09	1.09	G.21	2427.7	3404.4	4191.4
89	12.94	1.30	1.41	0.52	G.75	2114.1	2201.7	2647.0
92	15.02	1.06	0.37	1.00	G.44	4314.0	4744.4	5726.1
101	14.14	1.14	0.50	1.00	G.44	2909.7	3277.3	3946.2
106	15.14	1.13	G.25	1.20	G.24	4541.5	5111.4	6145.2
114	12.74	G.35	1.03	1.34	G.75	1327.4	1579.2	1994.7
117	14.14	1.34	0.90	1.52	G.44	2291.8	3503.2	4307.9
134	14.95	1.14	G.52	1.30	G.44	4194.8	4721.1	5474.0
137	13.44	1.55	1.07	1.03	G.41	2529.1	3404.5	4189.3
140	14.13	1.37	G.85	1.59	G.44	2234.1	3446.2	4431.6
154	13.43	1.11	0.82	1.00	G.44	2001.5	2310.2	2771.5
155	14.44	1.18	0.62	1.00	G.44	3317.3	3415.4	4547.3
144	13.43	1.20	1.15	1.14	G.44	1954.7	2414.0	2909.2
160	13.44	1.57	1.05	1.04	G.41	2504.2	3404.4	4194.9
162	12.93	0.87	0.59	1.30	G.75	1729.4	1742.4	2094.9
166	12.43	1.00	0.31	1.00	G.75	1441.4	1587.0	1900.0
193	10.15	0.89	0.92	1.10	G.03	622.2	773.0	929.3
194	14.33	1.30	1.07	1.13	G.44	2500.6	3441.9	4130.1
200	15.03	1.36	0.42	1.00	G.44	4344.9	4714.4	5473.3
201	13.24	1.34	1.52	0.70	G.44	2193.1	2333.4	2824.4
219	12.54	1.24	1.12	1.00	G.75	1447.9	1714.2	2049.4
233	12.44	1.39	2.00	-0.40	G.75	2434.5	2330.9	2444.2
239	11.54	1.05	2.14	-0.40	G.75	1745.5	2302.7	2744.4
250	11.47	0.41	0.73	1.10	G.03	1357.1	1713.7	2064.7
254	14.34	1.42	0.49	1.00	G.44	3105.8	4067.7	4894.5
261	13.40	1.11	0.89	1.24	G.41	2344.0	2922.4	3513.4
263	14.15	1.37	0.44	1.00	G.44	2494.5	3427.1	4144.7
270	11.55	1.54	1.17	0.91	G.41	2325.9	3072.7	3491.4
275	14.13	1.44	1.63	1.13	G.44	2449.4	3702.5	4461.4
290	11.42	1.44	1.07	1.09	G.41	2214.1	2994.3	3599.2
294	10.73	1.42	1.43	0.44	G.03	1127.9	1249.9	1524.4
301	13.43	0.94	G.34	1.00	G.41	2534.1	2520.7	3030.5
334	15.14	1.19	0.23	1.00	G.44	4449.7	5346.4	6492.0
309	14.35	1.40	0.94	1.31	G.44	2752.3	4044.4	4942.5
311	12.44	1.22	1.03	1.22	G.75	1374.9	1400.0	1744.1
314	13.24	1.20	1.02	1.37	G.44	1422.2	2227.2	2477.7
315	13.43	1.24	0.97	1.54	G.41	2009.9	3149.2	3744.2
342	15.23	1.27	0.34	1.00	G.44	4704.1	5124.9	6141.5
347	14.13	1.27	0.49	1.43	G.44	2435.5	3424.4	4135.3
349	14.44	0.95	0.33	1.00	G.44	3474.4	4117.2	4950.0
352	13.14	1.10	0.99	1.49	G.44	1440.4	2124.3	2554.3
362	14.13	1.24	0.77	1.00	G.44	2432.4	3381.4	4045.4
367	13.54	1.21	0.82	1.40	G.41	1724.9	2445.2	3044.3
369	15.13	1.11	0.47	1.00	G.44	4444.4	4974.7	5444.4
373	12.45	1.44	0.51	1.00	G.75	1444.4	1547.4	1920.5
380	13.19	1.40	1.31	0.75	G.44	2047.7	2591.3	3114.1
390	11.74	1.54	1.20	0.44	G.41	2417.8	3405.3	4093.7
404	13.93	1.41	0.72	1.11	G.41	2510.5	3411.4	4101.4
410	10.77	1.03	0.93	1.10	G.03	454.4	1094.4	1315.7
414	14.05	1.20	0.74	1.10	G.44	2450.9	3324.9	3947.4
434	12.27	1.10	0.74	1.00	G.75	1159.5	1249.1	1541.0
441	14.13	1.29	0.51	1.00	G.44	3351.7	3491.4	4444.7
442	13.45	1.22	1.10	1.17	G.44	1924.9	2414.2	2924.5
452	14.23	1.23	0.42	1.13	G.44	2594.4	3224.2	3841.2
454	13.54	1.06	1.07	1.52	G.41	1742.4	2437.3	2931.1
457	15.15	1.07	0.20	1.00	G.44	4572.4	5304.3	6021.0
462	13.73	1.40	1.14	1.11	G.41	2391.1	3162.4	3724.2
454	14.11	1.54	0.62	1.45	G.44	2310.8	3474.3	4444.0
458	14.74	1.34	0.09	1.00	G.44	3444.3	4440.1	5224.9



Table with 10 columns containing numerical data. The columns represent various values ranging from approximately 1.00 to 5.00. The rows are numbered sequentially from 1472 to 1972.

T A B L A 20

## Magnitudes aparentes de las gigantes rechazadas

N°	V	B-V	U-B
241	14.19	1.81	0.57
317	13.18	2.20	1.24
374	14.57	1.26	-0.05
442	13.66	1.96	0.73
745	14.34	1.77	0.50
821	14.47	1.49	0.37
1025	13.89	1.87	0.67
1066	14.53	1.68	0.27
1193	13.12	2.06	1.02
1386	14.87	1.69	0.09
1840	13.59	2.12	1.09
1856	14.48	1.59	0.40
2006	14.40	1.61	0.49
2294	13.21	0.58	1.06

T A B L A 21

## Estrellas gigantes superpuestas

N°	V	B-V	U-B	B	Av	M <sub>v</sub>	dM <sub>v</sub> (S-K)
362B	12.62	1.36	1.12	13.98	0.75	1	1492
430B	12.64	1.24	1.06	13.88	0.75	1	1506
2171	12.46	1.47	1.27	13.93	0.75	0.8	1520
557A	12.72	1.59	1.97	14.31	0.75	0.18	2280
404A	13.78	0.93	0.40	14.71	0.81	1	2477
741	13.51	1.07	0.39	14.58	0.81	1	2187

## T A B L A 22

## Estrellas superpuestas rechazadas

116A	14.15	0.35	-0.36
116B	14.28	0.40	-0.48
284B	15.28	-0.09	0.91
449B	13.43	0.35	0.58
450A	14.42	-0.30	0.51
450B	14.55	0.00	0.65
557B	13.33	-0.16	0.05
692	12.25	0.52	0.76

APENDICE I

## I.1.- CAMPOS MEDIDOS EN LA DIRECCION DEL ANTICENTRO,

En la siguiente tabla se enumeran los campos medidos en la dirección del anticentro ( $90 < l^{II} < 270$ ) dentro del programa de investigación de estructura de la Galaxia del Observatorio de Basilea. En la tabla aparece el nombre del autor, el año en que se terminó la reducción de los datos y las coordenadas galácticas,  $l^{II}$  y  $b^{II}$  (1950.0) del centro del campo, por orden cronológico

1.- Fenkart	1964	186°8	+3°2
2.- Wick	1965	186°6	+0°1
3.- Yilmaz	1968	178°7	+1°2
4.- Becker y Fang	1973	161°7	-0°5
5.- Hersperger	1973	185°0	+1°7
6.- Topaktas	1975	186°0	+1°5
7.- Becker y Svolopoulos	1976	177°8	+2°5
8.- García Pelayo	1977	128°0	-1°5
9.- Becker y Wooden II	1978	134°0	-1°5

Las magnitudes aparentes, índices de color, y localización en el campo de cada una de las estrellas medidas en estos campos, así como la clase de luminosidad asignada a cada una de ellas aparecen periódicamente en catálogos publicados por el Observatorio de Basilea.

Estos catálogos contienen también las estrellas de campos medidos en la dirección del centro galáctico y del halo.

El primero de estos catálogos fué publicado en 1976 y el sexto acaba de aparecer en 1979.

## I.2.- Estudio de la estructura de la Galaxia por medios ópticos

Con objeto de explicar la finalidad del presente trabajo, además de la de comparar dos sistemas fotométricos, expondremos en este anéndice el programa de investigación de la estructura galáctica, llevado a cabo por el Instituto de Astronomía de la Universidad de Basilea (Suiza). El presente trabajo se encuadra en el apartado segundo del programa y sus resultados se utilizarán, junto con los demás resultados obtenidos con el sistema RGU, para determinar la estructura de la Galaxia en los alrededores del Sol.

Todo el programa se realiza por medio de la fotometría en tres colores, utilizando fundamentalmente el sistema RGU.

Este programa, propuesto por Becker (1942), puede dividirse en cuatro partes principales, básicas para el estudio de la Galaxia por medios ópticos. Estas son:

- 1) Estudio de cúmulos galácticos.
- 2) Distribución de las estrellas en el disco galáctico.
- 3) Distribución de las estrellas en el halo galáctico.
- 4) Estudio de objetos blancos en altas latitudes galácticas.

Daremos para cada uno de ellos sus líneas generales.

### 1.- Cúmulos galácticos.

Las observaciones fotométricas de cúmulos galácticos se llevan a cabo exclusivamente por dos métodos: a) por medio de medidas fotoeléctricas de un único cúmulo obtenidas con es

pejos parabólicos; y b) por medio de medidas fotoográficas de placas de gran campo que contienen por lo menos un cúmulo medido fotoeléctricamente, que ha de servir para la calibración de las placas fotográficas. Estas placas son tomadas con telescopios Schindt.

Para las medidas de los cúmulos galácticos se utiliza indistintamente el sistema fotométrico UBV o el sistema RCU, de los cuales hablaremos en el capítulo 2.2. El Observatorio de Basilea publica sucesivos catálogos de los cúmulos medidos en ambos sistemas, tanto fotoeléctrica como fotoográficamente (Becker y Stock, 1958; Becker, 1961; Becker, 1963; Becker y Fenkart, 1971 y Fenkart y Binggeli, 1979) con 40, 82, 156, 216 y el último conteniendo 190 nuevos cúmulos.

Los cúmulos jóvenes (cuyo tipo espectral más primitivo es anterior a B3) son particularmente importantes como indicadores de estructura espiral, por lo que la determinación de sus distancias es fundamental para el estudio de la estructura de la Galaxia. Las distancias determinadas por medio de placas fotográficas son casi de la misma calidad que las determinadas fotoeléctricamente, pero siempre queda alguna posibilidad de que las distancias determinadas fotoográficamente estén afectadas por errores de campo residuales. Sin embargo no se ha observado ninguna diferencia en la distribución espacial de los cúmulos jóvenes medidos fotoeléctricamente y los medidos fotoográficamente.

Existen dos métodos de determinar la distancia de un cúmulo: el método A, que utiliza los dos diagramas color-luminosidad que proporciona la fotometría en tres colores, y el método B que utiliza un diagrama color luminosidad junto con el diagrama de dos colores. El método A conduce a una mejor identificación de los probables miembros físicos y a una determinación más precisa de la absorción interestelar y de la distancia (Becker, 1963). Por este motivo, la distancia de todos los cúmulos jóvenes (tipo espectral < B3), que había sido calculada por el método B ha sido nuevamente calculada por el método A y éstos representados proyectados en el plano galáctico.

En la figura 1.1 puede observarse la primera representación de cúmulos jóvenes junto con las regiones de HII, dos de los más potentes indicadores de brazo espiral, realizada por Becker y Fenkart en 1970. En la figura 1.2 puede observarse la distribución espacial de los cúmulos cuya estrella más primitiva es de tipo espectral comprendido entre B3 y F8 (Becker y Fenkart, 1970). La distribución de estos cúmulos viejos parece ser bastante al azar, sin embargo la distribución de los cúmulos jóvenes de la figura 1.1, así como la más reciente de Fenkart y Binggeli (1979), figura 1.3, define una estructura espiral local con cuatro brazos espirales -II, -I, 0 y +I, clásicamente llamados brazo de Norma, de Sagitario, local y de Perseo. Las regiones sombreadas de la figura 1.3 dan una idea aproximada de la forma de los brazos. La posición original de los cúmulos (obtenida por el método B) está determinada por las

flechas que parten de los triángulos negros, que representan las nuevas posiciones determinadas por el método A. En más de 1/3 de los casos la discrepancia entre las distancias obtenidas por ambos métodos es considerablemente mayor que el error medio de la determinación de distancias por medio de la fotometría en tres colores, que es de aproximadamente  $\pm 10\%$  (Becker, 1972a).

Una contribución de la autora del presente trabajo al programa de estudio de cúmulos galácticos es la medida del cúmulo King 19 (Vives, Morales, García-Pelayo y Barbero, 1974).

## 2.- Distribución de las estrellas en el disco galáctico.

Esta parte del programa, realizada únicamente por métodos fotográficos, de carácter puramente estadístico, no tiene por objeto dar una idea de la estructura espiral de la Galaxia sino que va a describir la estructura galáctica en términos de densidades locales y funciones de luminosidad en varias direcciones con origen en el Sol. Estas funciones están definidas hasta distancias de 3 a 8 Kpc del Sol, dependiendo de varios factores, tales como la dirección del campo de observación, la cantidad de absorción interestelar, la función luminosidad de las estrellas observadas y las magnitudes límite de las placas utilizadas.

Con telescopios Schmidt de tamaño medio puede alcanzarse una magnitud límite de 16 a 17 en G, mientras que los grandes telescopios pueden alcanzar hasta la magnitud 19. Los campos muy ricos en estrellas, en algunas direcciones del disco galáctico, presentan dificultades para las medidas fotométricas

a causa del gran número de estrellas superpuestas. A partir de la magnitud 17, el 50% de las estrellas pueden estar superpuestas en tales campos. Serían necesarios telescopios de distancia focal muy larga y extremadamente buenas condiciones de observación para obtener sobre la placa tales estrellas débiles sin superponer.

Para elegir la zona a medir, además de la necesidad de contener en la misma placa un cúmulo galáctico medido fotoeléctricamente (calibrado de la placa), hay que tener en cuenta que la distribución de absorción en esa dirección no sea demasiado complicada, lo cual dificultaría el estudio de los diagramas de dos colores, ni que la absorción sea muy intensa, lo cual haría disminuir considerablemente la distancia límite hasta la cual las funciones densidad pueden considerarse completas. Para ello existen dos trabajos (Neckel, 1967 y FitzGerald, 1968) que dan una idea del comportamiento de la absorción en la Galaxia. Estos trabajos están realizados por medio de relativamente pocos objetos y para zonas de gran área, por lo que sólo pueden darnos una idea aproximada, pero muy útil, de lo que puede ocurrir en nuestra pequeña zona.

El tamaño de cada campo viene determinado por la abundancia de estrellas en la dirección de observación. Como se pretende medir todas las estrellas contenidas en el campo, hasta las más débiles registradas en las placas, en zonas de mucha concentración estelar los campos medidos serán de menor tamaño para no sobrepasar el número de 1500 a 2000 estrellas necesario

para hacer una buena estadística de la zona. Además el estudio de campos de pequeña área, de 0.5 a 1 grado cuadrado, tiene dos ventajas: 1) que se evitan variaciones regionales de la extinción interestelar dentro del campo, y 2) que la posibilidad de encontrar estrellas de tipos espectrales poco abundantes, especialmente supergigantes y estrellas de tipos espectrales más primitivos que B3, puede ser excluida de la estadística. Con lo que el contenido estelar de la estadística puede considerarse limitado exclusivamente a estrellas enanas de tipos más tardíos que B3 y gigantes rojas, sin incurrir en ningún error considerable.

La primera aplicación de la fotometría en tres colores para la obtención de gradientes de densidad fué realizada en el año 1962 (Becker, 1962b). Actualmente existen resultados en unos 20 campos del disco galáctico pero se está todavía lejos del número necesario para realizar una síntesis de los resultados individuales. Síntesis preliminares de los trabajos realizados en el disco galáctico han sido publicadas por Becker (1972a y b) y Spaenhauer y Fenkart (1979). Todos estos campos han sido medidos utilizando el sistema RGU de Becker. El presente trabajo constituye el primer intento de utilizar el sistema UBV para la determinación de funciones densidad, con el fin de comparar prácticamente la eficiencia de ambos sistemas fotométricos en el campo de la estadística estelar.

De las síntesis preliminares pueden obtenerse algunas

conclusiones sobre la estructura de la Galaxia. Se refieren a la distribución de las gigantes rojas y de las enanas de la misma magnitud absoluta, en la dirección del centro y del anti centro galácticos (figura 1.4). En la dirección del centro se observa un máximo en la densidad a la distancia a la que se encuentra el brazo espiral de Scutum-Carina; en la dirección opuesta sin embargo, se observa que la densidad disminuye monó tonamente sin apreciarse ninguna variación al atravesar el brazo de Perseo.

El hecho de no registrarse, en las funciones densidad de estos tipos espectrales, el brazo de Perseo es explicable debido a la escasez de objetos jóvenes en dicho brazo en la dirección del anticentro, sin embargo, como puede apreciarse en las figuras 1.1 y 1.3, el brazo de Scutum-Carina, presenta una gran concentración de tales objetos muy luminosos. En la dirección del centro galáctico se observa que las funciones densidad no llegan más que hasta 5Kpc, ello es debido a la gran absorción interestelar en esa dirección y a la gran concentra ción estelar que hace que el número de estrellas superpuestas sea demasiado grande para grandes distancias. Por el contrario, en la dirección del anticentro se llega hasta 10Kpc. Aumentando la magnitud límite de las placas medidas se podría llegar a deter minar exactamente la extensión del disco galáctico en la direc ción del anticentro.

Otro resultado que se ha obtenido de los campos medios

hasta la fecha es la distinta posición que presentan, en un diagrama de dos colores, las gigantes rojas. En los campos medidos en la dirección del centro las gigantes se presentan ocupando una zona a la izquierda de la Secuencia Principal y más o menos paralela a ella pero extendiéndose hasta valores del índice de color (U-G) mucho mayores que los de las estrellas enanas. En cambio en la dirección del anticentro, en general, las gigantes se encuentran predominantemente sobre la Secuencia Principal y hacia la derecha de ella, sobre todo para las estrellas débiles. Este resultado se ha observado también en el sistema UBV en el presente trabajo, en el que al ir aumentando la magnitud aparente, las gigantes se van desplazando hacia la derecha en el diagrama de dos colores. Las razones de este distinto comportamiento de las gigantes en el centro y el anticentro no se conocen, probablemente son debidas a diferencias locales de la composición química o de la evolución de este tipo de estrellas.

### 3.- Distribución de las estrellas en el halo galáctico.

Las ideas convencionales sobre el halo galáctico sugieren que en él las estrellas se disponen formando elipsoides concéntricos de la misma densidad, con centro en el núcleo galáctico. Seleccionando direcciones de observación en un plano perpendicular al disco galáctico y conteniendo el Sol y el centro galáctico, si estas ideas son correctas, las funciones obtenidas en todas direcciones de este plano podrían ser combinadas para obtener líneas de igual densidad.

Síntesis de los resultados obtenidos en este plano, en diferentes direcciones del halo galáctico han sido realizadas por Fenkart y Steinlin (1977), Fenkart (1977), Buser et al. (1979) y Becker (1980). La representación dada por Buser et al. (1979), para estrellas de magnitud absoluta comprendida entre  $4 < M_G < 7$ , (fig. 1.5) expresa claramente el comportamiento de tales líneas de igual densidad. Las líneas de puntos en la dirección del centro galáctico son trabajos en curso que no han sido todavía analizados y que servirán para darnos una idea del comportamiento del halo alrededor del núcleo galáctico, así como de su extensión.

Para el estudio de las estrellas del halo se ha utilizado también exclusivamente el sistema RGU por presentar una mayor facilidad para separar las estrellas del disco de las del halo. Hasta la fecha no se ha hecho ningún intento de medir un campo del halo galáctico con el sistema UBV.

En un diagrama de dos colores, las estrellas del halo y del disco muestran comportamientos diferentes encontrándose las estrellas del halo siempre por encima de las del disco a causa de su exceso ultravioleta. Los diagramas de dos colores de las estrellas brillantes (aparentemente) muestran mayor abundancia en estrellas del disco que del halo, pero a medida que aumenta la magnitud aparente (estrellas más débiles) comienzan a faltar las estrellas más brillantes del disco, mientras que las estrellas del halo se hacen más abundantes, ya que se alcanzan los límites del disco y comenzamos a adentrarnos en el halo. En los diagramas de dos colores de las estrellas débiles la casi totalidad

de las estrellas pertenece al halo, excepto en la zona de los últimos tipos espectrales de la Secuencia Principal de la Población I en la que todavía quedan estrellas del disco que se mezclan con las estrellas del halo.

Las estrellas del halo comienzan a hacerse más abundantes que las del disco para una magnitud aparente determinada, dependiendo del tiempo de permanencia de la dirección de observación dentro del disco galáctico. En cada intervalo de magnitudes aparentes irán desapareciendo las estrellas de la Población I más brillantes que una determinada magnitud absoluta, que viene fijada por el módulo de distancia en el que se termina el disco.

El exceso ultravioleta y el efecto de caída que sufren los objetos del disco en el diagrama de dos colores, a medida que la magnitud aparente se hace más débil, permiten, en principio, separar ambas poblaciones en el sistema RGU, siendo prácticamente imposibles las confusiones. Para la zona en la que se mezclan las estrellas de ambas poblaciones, inmediatamente por encima y a la derecha de la SP de la Población I, en la que pueden encontrarse tanto estrellas del disco con mayor dispersión, como objetos del halo con pequeño "efecto blanketing" (debido a la pobreza en metales), la separación se lleva a cabo estadísticamente, suponiendo que las estrellas del disco se distribuyen simétricamente alrededor de la SP de tal modo que de la mezcla que está por encima y a la derecha de la SP consideraremos un número igual de estrellas del disco como objetos de la misma

población hay por debajo y a la izquierda. Además del número hay que tener en cuenta la magnitud de la dispersión alrededor de la SP.

La magnitud absoluta de las estrellas del halo se determina desplazando estas estrellas hacia la SP a lo largo de la dirección del "efecto blanketing" asignándole el valor de la magnitud absoluta del punto de intersección.

Todos los campos estudiados muestran ausencia de extinción interestelar y su densidad decrece monótonamente, como era de esperar por la forma del halo. Con una magnitud límite de 19.5 en G se alcanzan distancias de hasta 14 Kpc para las estrellas intrínsecamente más brillantes del halo.

El hecho, encontrado en estos trabajos, de que las estrellas débiles en un determinado intervalo de índice de color, en un diagrama de dos colores, son exclusivamente estrellas del halo, permite extender la fotometría hasta los límites que permiten los grandes telescopios, hasta distancias del orden de 20 Kpc. No se necesita la magnitud U para ello. Se miden exclusivamente las magnitudes G y R o B y V. La línea de igual distancia en un diagrama color-magnitud que separa la parte del diagrama en la que sólo pueden encontrarse estrellas del halo de la parte en la que las estrellas del halo y del disco están mezcladas, puede determinarse con una fotometría en tres colores previa de la zona. En el mencionado intervalo de índice de color, éste es una medida de la magnitud absoluta. Hasta ahora se ha aplicado este método en dos campos, Selected Area 51 y Selected Area 57 (Becker, 1967,

1970b) para las que se han tomado placas B y V con el reflector Hale de 200 pulgadas, además de las placas Schmidt de 48" obtenidas en el RGU. Este análisis proporciona una estimación de las densidades espaciales en el halo hasta distancias de alrededor de 20 Kpc. Las observaciones en la dirección del anticentro (SA51) indican que las densidades espaciales se hacen cero para distancias del orden de 35 Kpc.

En la zona de los DDC asignada a las estrellas del halo pueden presentarse sin embargo, galaxias y objetos azules que podrían falsear la estadística. Su estudio constituye la cuarta parte del programa del Observatorio de Basilea.

#### 4.- Objetos blancos en altas latitudes galácticas

Durante las medidas de campos del halo se han encontrado algunos objetos más azules que las estrellas normales del halo ( $U-G < 1^m.2$ ). Para los pequeños campos medidos (máximo 2° cuadrados) el número de objetos es insignificante por lo que su no identificación no falsea las funciones de densidad determinadas para el halo.

Debido al interés de tales objetos se han estudiado las placas enteras (4.7 x 4.7° cuadrados) con el comparador de centelleo para determinar la posición de todos los objetos azules existentes en ellas. Posteriormente se han medido estos objetos con el fotómetro de iris variable en el sistema RGU. Los datos de tales objetos azules aparecen en el Catálogo de Steppe (1978).

Becker (1970b) clasifica estos objetos como enanas blancas o QSO ("quasi-stellar objects"). La frecuencia de estos objetos es de esperar que aumente para magnitudes límites más débiles, mientras que, al mismo tiempo, el número de estrellas normales del halo disminuya debido a que se alcanzarían los límites del halo y debido al gradiente negativo de densidad del halo observado en la dirección del anticentro (SA51) y del polo norte galáctico (SA57). Además de estos objetos, de aspecto estelar en las placas Schmidt, se detecta también un gran número de imágenes difusas o alargadas de galaxias débiles.

La zona teórica de aparición de las enanas blancas en un diagrama de dos colores para el sistema RGU ha sido calculada con los modelos de Terashita y Matsushima (1969) ( $7000^{\circ}\text{K} < T_{\text{ef}} < 25000^{\circ}\text{K}$ ,  $6 < \log g < 9$ ). En esta zona caen algunos de los objetos azules del catálogo de Steppe (1978). Serían necesarios modelos de enanas blancas de menor gravedad y de menor temperatura para extender esta zona hacia la parte roja del color G-R (Buser, 1979).

Los lugares teóricos de los diferentes tipos morfológicos de galaxias observadas con varios corrimientos hacia el rojo, han sido también calculados para el sistema RGU (Bruzual y Buser, 1980). Los objetos difusos encontrados caen en el área de las galaxias con pequeño corrimiento hacia el rojo.

Steppe et al. (1979) han identificado como QSO algunos de los objetos azules descubiertos en el halo por Steppe (1978).

Actualmente se están estudiando placas de magnitud límite ( $V \sim 21^{\text{m}}$ ) en colores B y V para continuar la búsqueda e identificación de tales objetos azules.

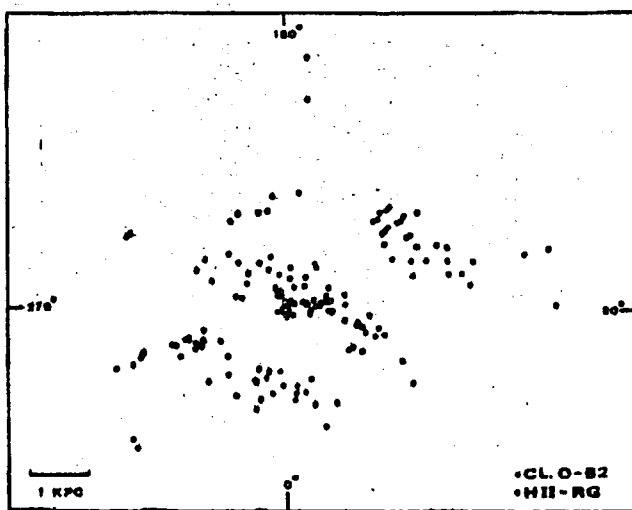


Figura 1.1.- Distribución espacial de cúmulos jóvenes y regiones H II. Becker y Fenkart (1970).

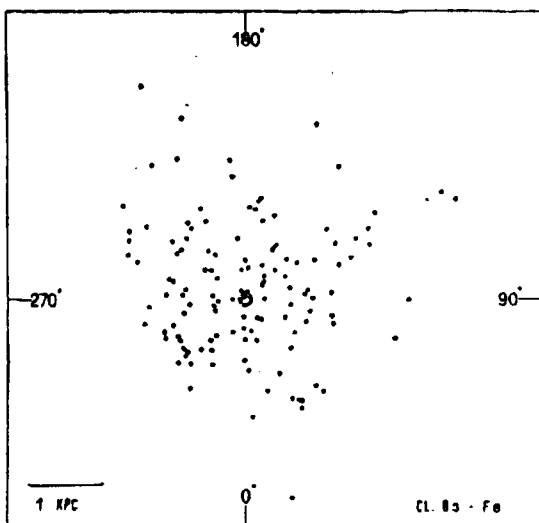


Figura 1.2.- Distribución espacial de los cúmulos cuya estrella más primitiva es de tipo espectral comprendido entre B3 y F8, Becker y Fenkart (1970)

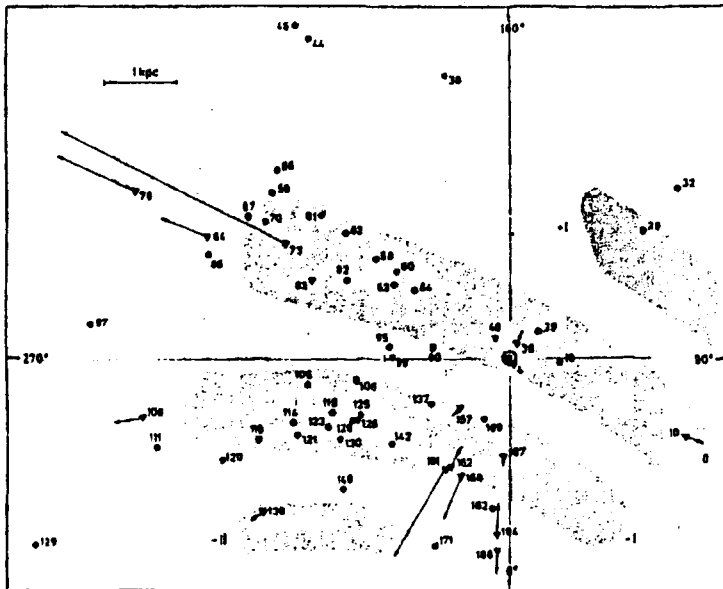


Figura 1.3.- Distribución espacial de 60 cúmulos jóvenes incluidos en el V catálogo de cúmulos de Basilea. Fenkart y Binggeli (1979).

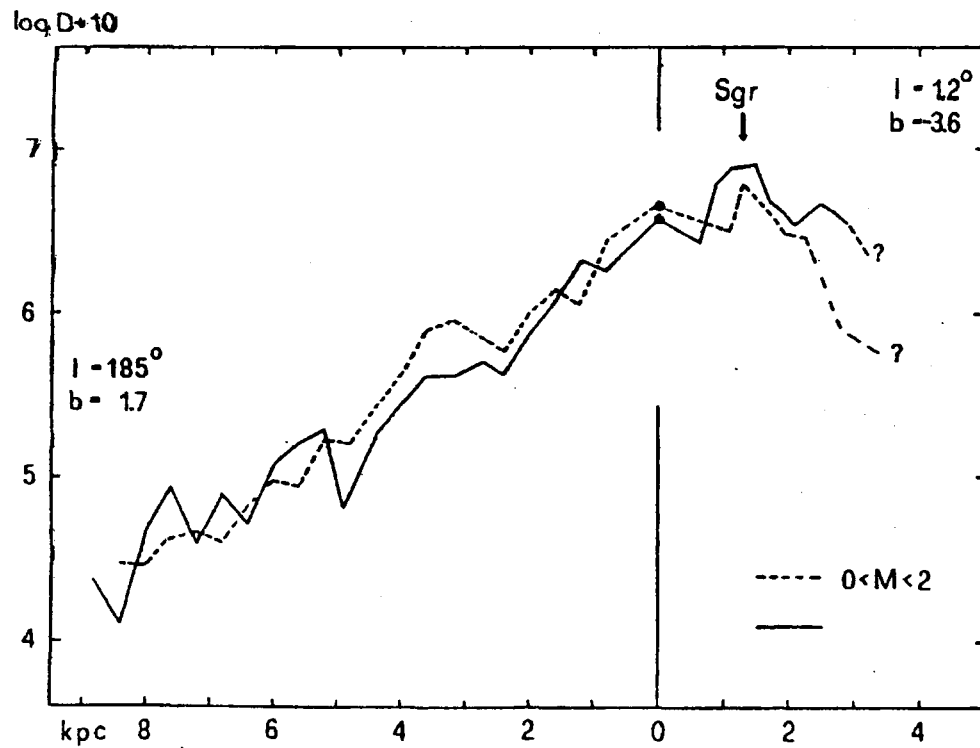


Figura 1.4.- Gradientes de densidad de las gigantes rojas y estrellas de la Secuencia Principal de la misma magnitud absoluta en la dirección del centro y del anticentro. Becker (1972a).

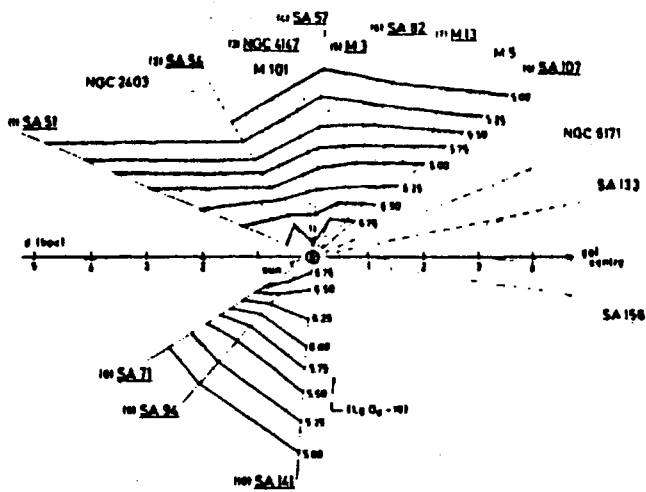


Figura 1.5.- Líneas de igual densidad espacial de estrellas en un plano perpendicular al disco galáctico y conteniendo el centro galáctico y el Sol. Buser et al. (1979).

9.- Bibliografia

- Adams, W.S., Joy, A.H., Humason, M.L., Brayton, A.M.  
1935 *Astrophys. J.* 81, 187
- Allen, C.W. 1973 *Astrophysical Quantities*. The Athlone  
Press. London
- Azusienis, A., Stralzyz, V. 1969 *Soviet Astron. A.J.*  
13, 316
- Becker, W. 1938 *Zs. f. Astrophys.* 15, 225
- Becker, W. 1942 *Astr. Nach.* 272, 179
- Becker, W. 1946 *Veröff. Univ. Sternw. Göttingen* n° 79
- Becker, W. 1952 *Zs. f. Astrophys.* 31, 249
- Becker, W., Biber, C. 1956 *Zs. f. Astrophys.* 41, 52
- Becker, W., Stock, J. 1958 *Zs. f. Astrophys.* 45, 269
- Becker, W. 1961 *Zs. f. Astrophys.* 51, 151
- Becker, W. 1962a *Zs. f. Astrophys.* 54, 55
- Becker, W. 1962b *Zs. f. Astrophys.* 54, 155
- Becker, W. 1963a *Applications of Multicolor Photometry.*  
*Stars and Stellar Systems*, vol. III
- Becker, W. 1963b *Zs. f. Astrophys.* 57, 117
- Becker, W. 1964 *Zs. f. Astrophys.* 58, 202
- Becker, W. 1965 *Zs. f. Astrophys.* 62, 54

- Becker, W. 1966 Zs. f. Astrophys. 64, 77
- Becker, W. 1967 Zs. f. Astrophys. 66, 404
- Becker, W. 1970a Astron. Astrophys. 9, 127
- Becker, W. 1970b Astron. Astrophys. 9, 204
- Becker, W., Fenkart, R.P. 1970 The Spiral Structure of Our Galaxy, IAU Symposium n° 38. Reidel, Dordrecht
- Becker, W., Fenkart, R.P. 1971 Astron. Astrophys. Suppl. 4, 241
- Becker, W. 1972a The Role of Schmidt Telescopes in Astronomy. Proceedings Conference Hamburg
- Becker, W. 1972b Q.Jl.R. Astron. Soc. 13, 226
- Becker, W., Fang, Ch. 1973 Astron. Astrophys. 22, 187
- Becker, W., Svolopoulos, S. 1976 Astron. Astrophys. Suppl. 23, 97
- Becker, W., Wooden II, W. 1977 Photometric Catalogue for Stars in Selected Areas and other Fields in the RGU-System, vol. III. Astron. Inst. Univ. Basel
- Becker, W. 1980 Astron. Astrophys. 80, 1
- Bell, R.A. 1972a Monthly Notices Roy. Astron Soc. 159, 349
- Bell, R.A. 1972b Monthly Notices Roy. Astron. Soc. 159, 357
- Bruzual, G., Buser, R., 1980 en preparación
- Burkhead, M., Seeds, M. 1971 A.A.S. Photo-Bull n° 1

31. Buser, R. 1978a *Astron. Astrophys.* 62, 411
32. Buser, R. 1978b *Astron. Astrophys.* 62, 425
33. Buser, R., Kuruckz, R.L. 1978 *Astron. Astrophys.* 70, 555
34. Buser, R. 1979 Problems of Calibration of Multicolour Photometric Systems. Dudley Obs. Report n° 14 ed., A.G. Davis Philip
35. Buser, R., Fenkart, R.P., Steinlin, U.W., Trefzger, Ch. 1979 Astronomical Uses of the Space Telescope. ESA/ESO Workshop, Genève
36. Crampton, D., Georgelin, Y.M. 1975 *Astron. Astrophys.* 40, 317
37. Crawford, D.L., Mandwewala, N. 1976 *Publ. Astron. Soc. Pacific* 88, 917
38. Dyson, F. 1926 *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.* 86, 686
39. Eggen, O.J. 1968 *Astrophys. J.* 152, 83
40. Fenkart, R.P. 1964 *Z.f. Astrophys.* 59, 56
41. Fenkart, R.P., Buser, R., Ritter, H., Schmitt, H., Steppe, H., Wagner, R., Wiedemann, D. 1972 *Astron. Astrophys. Suppl.* 7, 487
42. Fenkart, R.P., Steinlin, U.W. 1977 Highlights of Astronomy vol. 4, part. II, 53 Ed. F.A. Müller
43. Fenkart, R.P. 1977 *Astron. Astrophys.* 56, 91

44. Fenkart, R.P., Binggeli, B. 1979 Astron. Astrophys. Suppl. 35, 271
45. Fernie, J.D., Hube, J.O. 1968 Astrophys. J. 153, L111
46. FitzGerald, M.P. 1968 Astron. J. 73, n° 10 part. 1
47. FitzGerald, M.P. 1970 Astron. Astrophys. 4, 234
48. García-Pelayo, J.M. 1977 Revista de la Real Academia de Ciencias, Tomo LXXI, cuad. 3° y 4°
49. Georgelin, Y.M., Georgelin, Y.P., Sivan, J-P. 1978 The Large-Scale Characteristics of the Galaxy. ed. W.B. Burton. Reidel
50. Gliese, W. 1969 Astron. Rechen-Inst. Heidelberg. Mitt. A. n° 8
51. Golay, M. 1971 Introduction to Astronomical Photometry. D. Reidel Publishing Company
52. Gschwind, P. 1975 Astron. Astrophys. Suppl. 19, 281
53. Havlen, R.J. 1972 Astron. Astrophys. 17, 413
54. Hayes, D.S. 1975 Multicolour Photometry and the Theoretical H-R Diagram. eds. A.G. Davis Philip, D.S. Hayes. Dudley Obs. Rep. n° 9, 309

- Heintze, J.R.W. 1973 Problems of Calibration of Absolute Magnitudes and Temperatures of Stars.  
IAU Symposium n° 54, eds. B. Hauck,  
B.E. Westerlund, Reidel, Dordrecht
- Hersperger, Th. 1973 *Astron. Astrophys.* 22, 195
- Hiltner, W.A., Johnson, H.L. 1956 *Astrophys. J.* 124, 367
- Hoag, A.A., Johnson, H.L., Iriarte, B., Mitchell, R.I.,  
Hallam, K.L., Sharpless, S. 1961 Publ.  
of the United States Naval Observatory,  
Second Series, vol. XVII, Part VII, p.422
- Johnson, H.L., Morgan, W., 1953 *Astrophys. J.* 117, 313
- Johnson, H.L. 1958 *Lowell Obs. Bull* n° 90
- Johnson, H.L. 1963 Stars and Stellar Systems, vol. III,  
p. 204 Ed. Univ. of Chicago Press
- Johnson, H.L. 1965 *Astrophys. J.* 141, 923
- Johnson, H.L. 1966 *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 4, 193
- Johnson, H.L. 1967 *Astrophys. J.* 149, 345
- Johnson, H.L. 1968a *Astrophys. J.* 150, L39
- Johnson, H.L. 1968b Nebulae and Interstellar Matter  
Ed. by B.M. Middlehurst y L.H. Aller  
Univ. of Chicago Press, p. 167
- Keenan, Ph.C. 1963 Stars and Stellar Systems. Vol. III,  
p. 92

- Kuruckz, R.L. 1979 *Astrophys. J. Suppl.* 40, n°1, 13
- Linblad, B. 1941 *Stockholm Obs. Ann.* 13, 10
- Lin. C.C. 1966 *SIAM J. Appl. Math.* 14, 876
- Lucke, P.B. 1978 *Astron. Astrophys.* 64, 367
- Lynds, B.T. 1967 *Publ. Astron. Soc. Pacific.* 79, 448
- Malmquist, K.G. 1920 *Medd. Lunds. Astron. Obs. Ser. II*  
n° 22, 19
- Matthews, T.A., Sandage, A.R. 1963 *Astrophys. J.* 138, 30
- Mavridis, L.N. 1971 Structure and evolution of the Galaxy
- McCuskey, S.W. 1956 *Astrophys. J.* 123, 458
- McCuskey, S.W. 1965 Stars and Stellar Systems, vol. V, p.1
- McCuskey, S.W. 1966 Vistas in Astronomy, vol. 7, p. 155
- Moffat, A.F.J., Vogt, N. 1973 *Astron. Astrophys.* 23, 317
- Moffat, A.F.J. 1974 *Astron. Astrophys. Suppl.* 16, 33
- Neckel, Th. 1967 *Heidelberg Veröffentlichungen* n°19
- Neckel, Th. 1975 *Astron. Astrophys.* 42, 379
- Parenago, P.P. 1958 *Soviet Astron. A.J.* 2, 151

- Schaltenbrand, R.A. 1974 *Astron. Astrophys. Suppl.* 18, 27
- Schmidt-Kaler, Th. 1961 *Astron. Nachr.* 286, 113
- Schmidt-Kaler, Th. 1965 Landolt-Börnstein, vol. VI/I, p.301
- Schmidt-Kaler, Th. 1967 Radio Astronomy and the Galactic System IAU Symposium n° 31, p. 161
- Siedentopf, H. 1934 *Astron. Nachr.* 254, 33
- Smith, L.L., Steinlin, U.W. 1964, *Zs. f. Astrophys.* 58, 253
- Spaenhauer, A.M. 1977 *Astron. Astrophys. Suppl.* 30, 63
- Spaenhauer, A.M. 1978 *Astron. Astrophys.* 65, 313
- Spaenhauer, A.M. 1979 *Astron. Astrophys. Suppl.* 35, 249
- Spaenhauer, A.M., Fenkart, R.P. 1979 *Astron. Astrophys. Suppl.* 35, 249
- Steinlin, U. 1956 *Zs. f. Astrophys.* 39, 210
- Steinlin, U.W. 1968 *Zs. f. Astrophys.* 69, 276
- Steppe, H. 1978 *Astron. Astrophys. Suppl.* 31, 209
- Steppe, H., Véron, P., Véron, M.P. 1979 *Astron. Astrophys.* 78, 125
- Stock, J. 1951 *A. N.* 280, 121
- Stock, J., Wehlau, W.H. 1956 *Astron. J.* 61, 80
- Stock, J., Williams, A.D. 1962 Stars and Stellar Systems, vol. II, p. 374

- Straizys, V., Sviderskiene, Z. 1972 Bull. Vilnius Astron. Obs. 35
- Tamman, G.A. 1975 Optical Observing Programs on Galactic Structure and Dynamics. Preceedings edited by Th. Schmidt-Kaler. Bochum
- Terashita, Y. Matsushima, S. 1969 Astrophys. J. 156, 201
- Topaktas, L. 1975 Astron. Astrophys. Suppl. 20, 269
- Uggren, A.R. 1962 Astron. J. 67, 37
- Vives, T.J., Morales, C., García-Pelayo, J. y Barbero, J. 1974 Urania n° 281 y 282
- Walborn, N.R. 1973 Astron. J. 78, 1067
- Whitford, A.E. 1958 Astron. J. 63, 201
- Wick, Ch. 1965 Zs. f. Astrophys. 61, 110
- Wildey, R.L., Burbidge, E.M., Sandage, A.R., Burbidge, G.R. 1962 Astrophys. J. 135, 94
- Wilson, O.C., Bappu, M.K.V. 1957 Astrophys. J. 125, 661
- Wilson, O.C. 1959 Astrophys. J. 130, 499
- Wilson, W.J.F., FitzGerald, M.P. 1972 J. Roy. Astron. Soc. Canada 66, 254
- Yilmaz, F. 1968 Publ. Astron. Institute University Istarbul n° 88

ESTUDIO FOTOMETRICO DE UN CAMPO  
SITUADO EN EL PLANO DE LA GA  
LAXIA EN LA DIRECCION DEL ANTI  
CENTRO



INDICE

## APENDICE II.- VALORES DEL IRIS CON ELECTRONICA

- II.1.- Valores del iris de las estrellas de los cúmulos..... 3
- II.2.- Valores del iris de las estrellas del campo..... 10

## APENDICE III.- ESTRELLAS SUPERPUSTAS

- III.1.- Valores del iris sin electrónica de las estrellas de los cúmulos..... 60
- III.2.- Valores del iris sin electrónica de las estrellas del campo..... 66
- III.3.- Curvas de calibrado utilizadas para las estrellas superpuestas,..... 70
- III.4.- Coeficientes de los polinomios que mejor ajustan a las curvas de calibrado de las estrellas superpuestas..... 75
- III.5.- Relación entre los valores del iris de las medidas sin electrónica y las medidas con electrónica..... 77
- III.6.- Magnitudes aparentes de las estrellas superpuestas..... 80

## APENDICE IV.- CURVAS DE CALIBRADO

- IV.1.- Coeficientes de los polinomios que mejor ajustan a las curvas de calibrado..... 82

## APENDICE V.- MAGNITUDES APARENTES

- V.1.- Cálculo de las magnitudes de las estrellas

del campo.....	89
V.2.- Cálculo de los diagramas de dos colores posibles.....	91
V.3.- Valores finales de las magnitudes para cada placa.....	115
APENDICE VI.- SEPARACION ENTRE ENANAS Y GIGANTES	
VI.1.- Separación entre enanas y gigantes.....	151
APENDICE VII.- MAGNITUDES ABSOLUTAS	
VII.1.- Cálculo de las magnitudes absolutas de las estrellas enanas.....	164
VII.2.- Cálculo de las magnitudes absolutas de las estrellas gigantes.....	168
APENDICE VIII.- PROGRAMAS	
VIII.1.- Programa magnitudes estrellas super- puestas.....	169
VIII.2.- Programa magnitudes aparentes.....	170
VIII.3.- Programa diagramas de dos colores.....	172
VIII.4.- Programa representación de los diagramas de dos colores.....	178
VIII.5.- Programa magnitudes finales.....	182
VIII.6.- Programa magnitudes absolutas de las estrellas enanas.....	190
VIII.7.- Programa magnitudes absolutas de las estrellas gigantes.....	200

APENDICE II

## II.1.- VALORES DEL IRIS DE LAS ESTRELLAS DE LOS CUMULOS

En las páginas ① y ② aparecen los valores del iris de las estrellas del cúmulo NGC 2360. En las columnas 8, 17 y 25 se encuentran los valores de las magnitudes fotoeléctricas B, U y V, respectivamente, con la misma numeración de Eggen (1968). En las columnas 2 a la 7 aparecen los valores del iris para las seis placas B. En la columna 9 se encuentran los valores del iris de la placa 2223 B, medida por segunda vez. En las columnas 10 a la 15 aparecen los valores del iris de las cinco placas U, más la placa 2222 U medida por segunda vez. En las columnas 19 a 24 aparecen los valores del iris de las seis placas V. En la columna 30 aparece el valor medio del iris de las placas 2264, 2224 y 2275 V.

Las estrellas que tienen una "b" al lado del valor del iris son estrellas superpuestas ("blended"), por lo que no han sido utilizadas para obtener las curvas de calibrado.

En las páginas ③ y ④ aparecen las medidas del iris y las magnitudes fotoeléctricas de las estrellas pertenecientes al cúmulo NGC 2345, según la numeración de Moffat (1974). La disposición en columnas es la misma que la del NGC 2360.

En la página ⑤ aparecen los mismos valores para el cúmulo NGC 2353, con la misma ordenación que los anteriores.

En todos los casos los valores que aparecen son el complemento de los valores del iris respecto de 100.

Las medidas que se utilizaron para la placa 2223 B fueron las correspondientes a la columna 9, por no estar completas - las medidas realizadas para la misma placa anteriormente, que se encuentran en la columna 5.

Cuando la numeración de las páginas aludidas en el texto está rodeada por un círculo, no se refiere a la numeración de este apéndice sino a la numeración de los estadillos utilizados para apuntar el valor de las medidas. Tal notación se utiliza para todas las medidas del iris que aparece en los sucesivos apéndices.

OBJEKT: NGC 2360

verantwortlich für Messungen:  
Mittelschule

Beobachtet:

Bemerkungen:

Skala:

Datum		Ort		Zeit		Temperatur		Wind		Mond		Wetter		Höhe		Barometer		Luftdruck		Feuchtigkeit		Sichtweite		Windrichtung		Wolken		Sonnenhöhe		Sonnenzeit		Merkmal		Bemerkung																									
Tag	Nacht	Ort	Höhe	Uhr	Min	Luft	Luft	Wind	Wind	Phase	Höhe	Wolke	Wolke	Wolke	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft																								
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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50										
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60									
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	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
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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

205









## II.2.- VALORES DEL IRIS DE LAS ESTRELLAS DEL CAMPO.

En las páginas ① a ④9 aparecen los valores del iris de las estrellas del campo con la numeración correspondiente a la figura 2. Como se observa en esta figura sólo hay 2400 estrellas numeradas, las 21 estrellas restantes son estrellas que en la reproducción en papel no aparecían suficientemente claras y no se habían numerado o bien estrellas que se había olvidado numerar, como es el caso de las f,g,h,i,j,k y l cercanas a la 2117; las m y n cercanas a la 2133 y las 1609, 1610, 1611 y 1612 que habían sido numeradas dos veces en la reproducción en papel.

Las estrellas que tienen una "b" o un asterisco son estrellas cuya imagen no es exactamente circular, por lo cual han sido posteriormente medidas sin electrónica.



OBJEKT: FIELD

verantwortlich für Messungen: Miteinsbildung

Bearbeiter:

Seite: 2

Funk:  
Quadr:  
Messung:  
Messpunkt:  
Punkt Nr.  
Quadrat:

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	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
101	93	102	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

212





Fahrer:                      RO                      00                      00  
 Ort/Nr:                      00                      00  
 Station:                      00                      00  
 Datum:                      00                      00                      00

Station	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	31																																																																																																																																							
01	767	814	870	926	982	1038	1094	1150	1206	1262	1318	1374	1430	1486	1542	1598	1654	1710	1766	1822	1878	1934	1990	2046	2102	2158	2214	2270	2326	2382	2438	2494	2550	2606	2662	2718	2774	2830	2886	2942	2998	3054	3110	3166	3222	3278	3334	3390	3446	3502	3558	3614	3670	3726	3782	3838	3894	3950	4006	4062	4118	4174	4230	4286	4342	4398	4454	4510	4566	4622	4678	4734	4790	4846	4902	4958	5014	5070	5126	5182	5238	5294	5350	5406	5462	5518	5574	5630	5686	5742	5798	5854	5910	5966	6022	6078	6134	6190	6246	6302	6358	6414	6470	6526	6582	6638	6694	6750	6806	6862	6918	6974	7030	7086	7142	7198	7254	7310	7366	7422	7478	7534	7590	7646	7702	7758	7814	7870	7926	7982	8038	8094	8150	8206	8262	8318	8374	8430	8486	8542	8598	8654	8710	8766	8822	8878	8934	8990	9046	9102	9158	9214	9270	9326	9382	9438	9494	9550	9606	9662	9718	9774	9830	9886	9942	10000



Parce:	RD	Reserve	Schwanzangabe	UD	OG	Reserve	Bemerk.
1	1	1					
2	2	2					
3	3	3					
4	4	4					
5	5	5					
6	6	6					
7	7	7					
8	8	8					
9	9	9					
10	10	10					
11	11	11					
12	12	12					
13	13	13					
14	14	14					
15	15	15					
16	16	16					
17	17	17					
18	18	18					
19	19	19					
20	20	20					
21	21	21					
22	22	22					
23	23	23					
24	24	24					
25	25	25					
26	26	26					
27	27	27					
28	28	28					
29	29	29					
30	30	30					
31	31	31					
32	32	32					
33	33	33					
34	34	34					
35	35	35					
36	36	36					
37	37	37					
38	38	38					
39	39	39					
40	40	40					
41	41	41					
42	42	42					
43	43	43					
44	44	44					
45	45	45					
46	46	46					
47	47	47					
48	48	48					
49	49	49					
50	50	50					
51	51	51					
52	52	52					
53	53	53					
54	54	54					
55	55	55					
56	56	56					
57	57	57					
58	58	58					
59	59	59					
60	60	60					
61	61	61					
62	62	62					
63	63	63					
64	64	64					
65	65	65					
66	66	66					
67	67	67					
68	68	68					
69	69	69					
70	70	70					
71	71	71					
72	72	72					
73	73	73					
74	74	74					
75	75	75					
76	76	76					
77	77	77					
78	78	78					
79	79	79					
80	80	80					
81	81	81					
82	82	82					
83	83	83					
84	84	84					
85	85	85					
86	86	86					
87	87	87					
88	88	88					
89	89	89					
90	90	90					
91	91	91					
92	92	92					
93	93	93					
94	94	94					
95	95	95					
96	96	96					
97	97	97					
98	98	98					
99	99	99					
100	100	100					



FABR: DIN:	Werkstoff: F-Nr.:	Querschnitt:	Messergebnisse																												Norm-Nr.:
			Schwanzumfang							Resonanz				Schwingungszustand																	
			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	
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	31	32
4	01	72	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	31	32
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	31	32
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	31	32

219



Table with columns for object details (Objekt, Ort, etc.), monthly data (1-12), and quarterly/annual totals. Includes sub-columns for 'Reserve' and 'Schwundmenge'.

221







Stamm-Nr.	Rechnungsperiode		Rechnungsart		Rechnungsgegenstand		Rechnungsdatum		Stamm-Nr.
	Rechnungs-Nr.	Rechnungsdatum	Rechnungs-Nr.	Rechnungsdatum	Rechnungs-Nr.	Rechnungsdatum	Rechnungs-Nr.	Rechnungsdatum	
01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
02	02	02	02	02	02	02	02	02	02
03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
04	04	04	04	04	04	04	04	04	04
05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
06	06	06	06	06	06	06	06	06	06
07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
08	08	08	08	08	08	08	08	08	08
09	09	09	09	09	09	09	09	09	09
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

225















Faktor -Oktav Bänder -Mittelwert -Quadrat	RG										UG										GG										Sonneneinstrahlung					Strom Nr.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	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		31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	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	31	32	33	34	35		36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	111	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

233

11.50







Messführung:

Werte	RG								UG								GG								Revers	Schwärtzungssatz			Reserve	Strom-fr.								
	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	27	28			29	30	31					
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43													01
																																					02	
																																					03	
																																					04	
																																					05	
																																					06	
																																					07	
																																					08	
																																					09	
																																					10	
																																					11	
																																					12	
																																					13	
																																					14	
																																					15	
																																					16	
																																					17	
																																					18	
																																					19	
																																					20	
																																					21	
																																					22	
																																					23	
																																					24	
																																					25	
																																					26	
																																					27	
																																					28	
																																					29	
																																					30	
																																					31	



Beauftragter:

verantwortlich für Messungen: Mitglieder:

OBJEKT:

Objekt:			NG					UG					GG					Reserve			Schwermittel			Reserve		Stimmte					
Kategorie	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	Kategorie	Werte	
																															1
44	20	47	1	1	10	84	1	1	1	1	1	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
45	20	48	1	1	10	84	1	1	1	1	1	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
46	20	49	1	1	10	84	1	1	1	1	1	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
47	20	50	1	1	10	84	1	1	1	1	1	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
48	20	51	1	1	10	84	1	1	1	1	1	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103



Formel:	RG											UG											Reserve				Summe															
	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	31										
45	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	
U <sub>max</sub>																																										
U <sub>min</sub>																																										
U <sub>mittel</sub>																																										
Quantität																																										

241

Fall-Nr.	RG												US												G3			Schwanzumfang			Reine	Stm-Nr.
	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		
29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	

212

AG



**OBJEKT:**

verantwortlich für Messungen:  
Mitarbeiter:

Dr. G. G. G.

Bemerkungen:

Seite: 34

Folio	RG										UG										Reserve	Sonderungsmittel			Reserve	Stamm-Nr.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1-5					6-10					11-15					16-20						RG	UG	UG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	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	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
16	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000









Prüfung	RD			UG			GQ			Schriftprüfung				Reserve	Skieur																
	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
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310
2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310
3	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310



Abz.	Ordnung	RG						UG						GG						Reserve	Sonderungsmess				Runde	Summe									
		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	31
1		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

251



Feld-Nr.	RG		UG		GG		Reserve	Sachverteilung			Reserve	Stamm-Nr.																			
	1	2	3	4	5	6		7	8	9																					
1	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	31
1	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	31
1	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	31

253

Station	RG			SG							UG				Reserve	Stempel															
	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
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310

Zeitraum	RG							UG							GG							Reserve				Schulden Summe	RG	UG	GG	Stichtag																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	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	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
22	400	415	430	445	460	475	490	505	520	535	550	565	580	595	610	625	640	655	670	685	700	715	730	745	760	775	790	805	820	835	850	865	880	895	910	925	940	955	970	985	1000	1015	1030	1045	1060	1075	1090	1105	1120	1135	1150	1165	1180	1195	1210	1225	1240	1255	1270	1285	1300	1315	1330	1345	1360	1375	1390	1405	1420	1435	1450	1465	1480	1495	1510	1525	1540	1555	1570	1585	1600	1615	1630	1645	1660	1675	1690	1705	1720	1735	1750	1765	1780	1795	1810	1825	1840	1855	1870	1885	1900	1915	1930	1945	1960	1975	1990	2005	2020	2035	2050	2065	2080	2095	2110	2125	2140	2155	2170	2185	2200	2215	2230	2245	2260	2275	2290	2305	2320	2335	2350	2365	2380	2395	2410	2425	2440	2455	2470	2485	2500	2515	2530	2545	2560	2575	2590	2605	2620	2635	2650	2665	2680	2695	2710	2725	2740	2755	2770	2785	2800	2815	2830	2845	2860	2875	2890	2905	2920	2935	2950	2965	2980	2995	3010	3025	3040	3055	3070	3085	3100	3115	3130	3145	3160	3175	3190	3205	3220	3235	3250	3265	3280	3295	3310	3325	3340	3355	3370	3385	3400	3415	3430	3445	3460	3475	3490	3505	3520	3535	3550	3565	3580	3595	3610	3625	3640	3655	3670	3685	3700	3715	3730	3745	3760	3775	3790	3805	3820	3835	3850	3865	3880	3895	3910	3925	3940	3955	3970	3985	4000	4015	4030	4045	4060	4075	4090	4105	4120	4135	4150	4165	4180	4195	4210	4225	4240	4255	4270	4285	4300	4315	4330	4345	4360	4375	4390	4405	4420	4435	4450	4465	4480	4495	4510	4525	4540	4555	4570	4585	4600	4615	4630	4645	4660	4675	4690	4705	4720	4735	4750	4765	4780	4795	4810	4825	4840	4855	4870	4885	4900	4915	4930	4945	4960	4975	4990	5005	5020	5035	5050	5065	5080	5095	5110	5125	5140	5155	5170	5185	5200	5215	5230	5245	5260	5275	5290	5305	5320	5335	5350	5365	5380	5395	5410	5425	5440	5455	5470	5485	5500	5515	5530	5545	5560	5575	5590	5605	5620	5635	5650	5665	5680	5695	5710	5725	5740	5755	5770	5785	5800	5815	5830	5845	5860	5875	5890	5905	5920	5935	5950	5965	5980	5995	6010	6025	6040	6055	6070	6085	6100	6115	6130	6145	6160	6175	6190	6205	6220	6235	6250	6265	6280	6295	6310	6325	6340	6355	6370	6385	6400	6415	6430	6445	6460	6475	6490	6505	6520	6535	6550	6565	6580	6595	6610	6625	6640	6655	6670	6685	6700	6715	6730	6745	6760	6775	6790	6805	6820	6835	6850	6865	6880	6895	6910	6925	6940	6955	6970	6985	7000	7015	7030	7045	7060	7075	7090	7105	7120	7135	7150	7165	7180	7195	7210	7225	7240	7255	7270	7285	7300	7315	7330	7345	7360	7375	7390	7405	7420	7435	7450	7465	7480	7495	7510	7525	7540	7555	7570	7585	7600	7615	7630	7645	7660	7675	7690	7705	7720	7735	7750	7765	7780	7795	7810	7825	7840	7855	7870	7885	7900	7915	7930	7945	7960	7975	7990	8005	8020	8035	8050	8065	8080	8095	8110	8125	8140	8155	8170	8185	8200	8215	8230	8245	8260	8275	8290	8305	8320	8335	8350	8365	8380	8395	8410	8425	8440	8455	8470	8485	8500	8515	8530	8545	8560	8575	8590	8605	8620	8635	8650	8665	8680	8695	8710	8725	8740	8755	8770	8785	8800	8815	8830	8845	8860	8875	8890	8905	8920	8935	8950	8965	8980	8995	9010	9025	9040	9055	9070	9085	9100	9115	9130	9145	9160	9175	9190	9205	9220	9235	9250	9265	9280	9295	9310	9325	9340	9355	9370	9385	9400	9415	9430	9445	9460	9475	9490	9505	9520	9535	9550	9565	9580	9595	9610	9625	9640	9655	9670	9685	9700	9715	9730	9745	9760	9775	9790	9805	9820	9835	9850	9865	9880	9895	9910	9925	9940	9955	9970	9985	10000

255

verantwortlich für Messungen:  
Mittelabteilung:

Standort:

Bemerkungen:

Seite: 46

F.Nr.	RU			U3			G3			Reserve	Schwanzschicht			Reserve	Stirn-Nr.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	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	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
42	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

20  
100



Rang	Vollname																	Strom-Nr			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
1	150	320	120	200	100	50	250	350	150	250	100	150	200	100	150	100	150	Reserve	Reserve	Reserve	258
2	200	350	150	250	120	60	300	400	200	300	150	200	250	150	200	150	200	UG	UG	UG	
3	250	400	200	300	150	75	350	450	250	350	200	250	300	200	250	200	250	Rd	Rd	Rd	

OBJEKT:

verantwortlich für Messungen:  
Mitarbeiter:

Gezeichnet:

Benutzungen:

Seite 49

Datum	US										SK				V			Reserve	Sammelstunden			Stunde																							
	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	31												
1983/01/01																																													
1983/01/02																																													
1983/01/03																																													
1983/01/04																																													
1983/01/05																																													
1983/01/06																																													
1983/01/07																																													
1983/01/08																																													
1983/01/09																																													
1983/01/10																																													
1983/01/11																																													
1983/01/12																																													
1983/01/13																																													
1983/01/14																																													
1983/01/15																																													
1983/01/16																																													
1983/01/17																																													
1983/01/18																																													
1983/01/19																																													
1983/01/20																																													
1983/01/21																																													
1983/01/22																																													
1983/01/23																																													
1983/01/24																																													
1983/01/25																																													
1983/01/26																																													
1983/01/27																																													
1983/01/28																																													
1983/01/29																																													
1983/01/30																																													
1983/01/31																																													

250

APENDICE IIIIII.1.- VALORES DEL IRIS SIN ELECTRONICA DE LAS ESTRELLAS DE  
LOS CUMULOS.

En el encabezamiento de cada columna se indica la placa y el color correspondientes.

Excepto para las placas U, los valores del iris dados en estas páginas son el complemento del iris respecto de 100.



PROJEKT:

NGC 2360  
UNBLENDER

verantwortlich für Messung:

WE

Mitglieder:

Beobachter:

Bearbeitung:

Seite:

2

Uhrzeit	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	31	
01										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							01
02										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							02
03										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							03
04										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							04
05										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							05
06										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							06
07										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							07
08										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							08
09										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							09
10										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							10
11										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							11
12										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							12
13										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							13
14										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							14
15										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							15
16										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							16
17										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							17
18										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							18
19										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							19
20										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							20
21										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							21
22										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							22
23										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							23
24										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							24
25										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							25
26										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							26
27										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							27
28										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							28
29										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							29
30										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							30
31										620	620	620	623	630	627	627		210	210	210	210	220	210	210	210							31







### III.2.- VALORES DEL IRIS SIN ELECTRONICA DE LAS ESTRELLAS DEL CAMPO.

Se han medido sin electrónica todas las estrellas del campo cuya imagen no era circular, señaladas con una "b" o un asterisco a lo largo de su medida con electrónica. Algunas de ellas eran claramente superpuestas y se pudieron medir las dos componentes sin electrónica (señaladas en la hoja de medida con el número correspondiente y las siguientes aclaraciones : E: encima; D: debajo; i: izquierda; d: derecha), otras resultaron ser imágenes borrosas pero no dobles que se rechazaron de la estadística y otras resultaron ser demasiado superpuestas para ser medidas con este método y también fueron rechazadas.

Las magnitudes V que aparecen en la columna 25 son las correspondientes a la curva de calibrado sin corregir de ecuación de color. Las magnitudes U de la columna 16 las correspondientes a la curva de calibrado U, antes de corregir los cúmulos. Las magnitudes corregidas de estas estrellas se encuentran en las tablas 18,21 y 22.



OBJEKT: BLENDEN  
FIELD

verantwortlich für Messungen:  
Mittelbildung

Bemerkungen:

Bemerkungen:

Seite 2

Station	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	31	
1	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	
2	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	
3	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
4	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	
5	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	
6	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	
7	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	
8	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	
9	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	
10	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	
11	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	
12	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	
13	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	
14	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	
15	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	
16	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	
17	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	
18	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	
19	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	
20	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	
21	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	
22	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	
23	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	
24	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	
25	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	
26	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	
27	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	
28	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	
29	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000											

897

.....

Plan-Nr.	IN		UK		G3		Schwungrad	Reserve	Jahr-Nr.	
	1	2	3	4	5	6				7
1	1	1	1	1	1	1				
2	2	2	2	2	2	2				
3	3	3	3	3	3	3				
4	4	4	4	4	4	4				
5	5	5	5	5	5	5				
6	6	6	6	6	6	6				
7	7	7	7	7	7	7				
8	8	8	8	8	8	8				
9	9	9	9	9	9	9				
10	10	10	10	10	10	10				
11	11	11	11	11	11	11				
12	12	12	12	12	12	12				
13	13	13	13	13	13	13				
14	14	14	14	14	14	14				
15	15	15	15	15	15	15				
16	16	16	16	16	16	16				
17	17	17	17	17	17	17				
18	18	18	18	18	18	18				
19	19	19	19	19	19	19				
20	20	20	20	20	20	20				
21	21	21	21	21	21	21				
22	22	22	22	22	22	22				
23	23	23	23	23	23	23				
24	24	24	24	24	24	24				
25	25	25	25	25	25	25				
26	26	26	26	26	26	26				
27	27	27	27	27	27	27				
28	28	28	28	28	28	28				
29	29	29	29	29	29	29				
30	30	30	30	30	30	30				
31	31	31	31	31	31	31				
32	32	32	32	32	32	32				
33	33	33	33	33	33	33				
34	34	34	34	34	34	34				
35	35	35	35	35	35	35				
36	36	36	36	36	36	36				
37	37	37	37	37	37	37				
38	38	38	38	38	38	38				
39	39	39	39	39	39	39				
40	40	40	40	40	40	40				
41	41	41	41	41	41	41				
42	42	42	42	42	42	42				
43	43	43	43	43	43	43				
44	44	44	44	44	44	44				
45	45	45	45	45	45	45				
46	46	46	46	46	46	46				
47	47	47	47	47	47	47				
48	48	48	48	48	48	48				
49	49	49	49	49	49	49				
50	50	50	50	50	50	50				
51	51	51	51	51	51	51				
52	52	52	52	52	52	52				
53	53	53	53	53	53	53				
54	54	54	54	54	54	54				
55	55	55	55	55	55	55				
56	56	56	56	56	56	56				
57	57	57	57	57	57	57				
58	58	58	58	58	58	58				
59	59	59	59	59	59	59				
60	60	60	60	60	60	60				
61	61	61	61	61	61	61				
62	62	62	62	62	62	62				
63	63	63	63	63	63	63				
64	64	64	64	64	64	64				
65	65	65	65	65	65	65				
66	66	66	66	66	66	66				
67	67	67	67	67	67	67				
68	68	68	68	68	68	68				
69	69	69	69	69	69	69				
70	70	70	70	70	70	70				
71	71	71	71	71	71	71				
72	72	72	72	72	72	72				
73	73	73	73	73	73	73				
74	74	74	74	74	74	74				
75	75	75	75	75	75	75				
76	76	76	76	76	76	76				
77	77	77	77	77	77	77				
78	78	78	78	78	78	78				
79	79	79	79	79	79	79				
80	80	80	80	80	80	80				
81	81	81	81	81	81	81				
82	82	82	82	82	82	82				
83	83	83	83	83	83	83				
84	84	84	84	84	84	84				
85	85	85	85	85	85	85				
86	86	86	86	86	86	86				
87	87	87	87	87	87	87				
88	88	88	88	88	88	88				
89	89	89	89	89	89	89				
90	90	90	90	90	90	90				
91	91	91	91	91	91	91				
92	92	92	92	92	92	92				
93	93	93	93	93	93	93				
94	94	94	94	94	94	94				
95	95	95	95	95	95	95				
96	96	96	96	96	96	96				
97	97	97	97	97	97	97				
98	98	98	98	98	98	98				
99	99	99	99	99	99	99				
100	100	100	100	100	100	100				

52

III.3.- CURVAS DE CALIBRADO UTILIZADAS PARA LAS ESTRELLAS SUPUESTAS.

Se ha utilizado una curva de calibrado para cada color (figuras 3.1, 3.2 y 3.3). Sólo se han hecho correcciones a los cúmulos de las placas U, por no estimarse necesaria la corrección en las placas B y V. Las correcciones aplicadas son:

NGC 2360	0.0	(unidades de iris)
NGC 2345	+0.08	
NGC 2353	-0.14	

La curva de calibrado corregida aparece en la figura 3.4.

No se ha encontrado ecuación de magnitud para estas medidas en ninguno de los tres colores. Sólo se ha encontrado ecuación de color apreciable para las placas V, su valor aparece en el apéndice III.4.

En estas representaciones, los valores que aparecen en el eje de ordenadas son los complementos del valor del iris respecto de 100, excepto para las placas U, en las que las ordenadas representan el valor del iris.

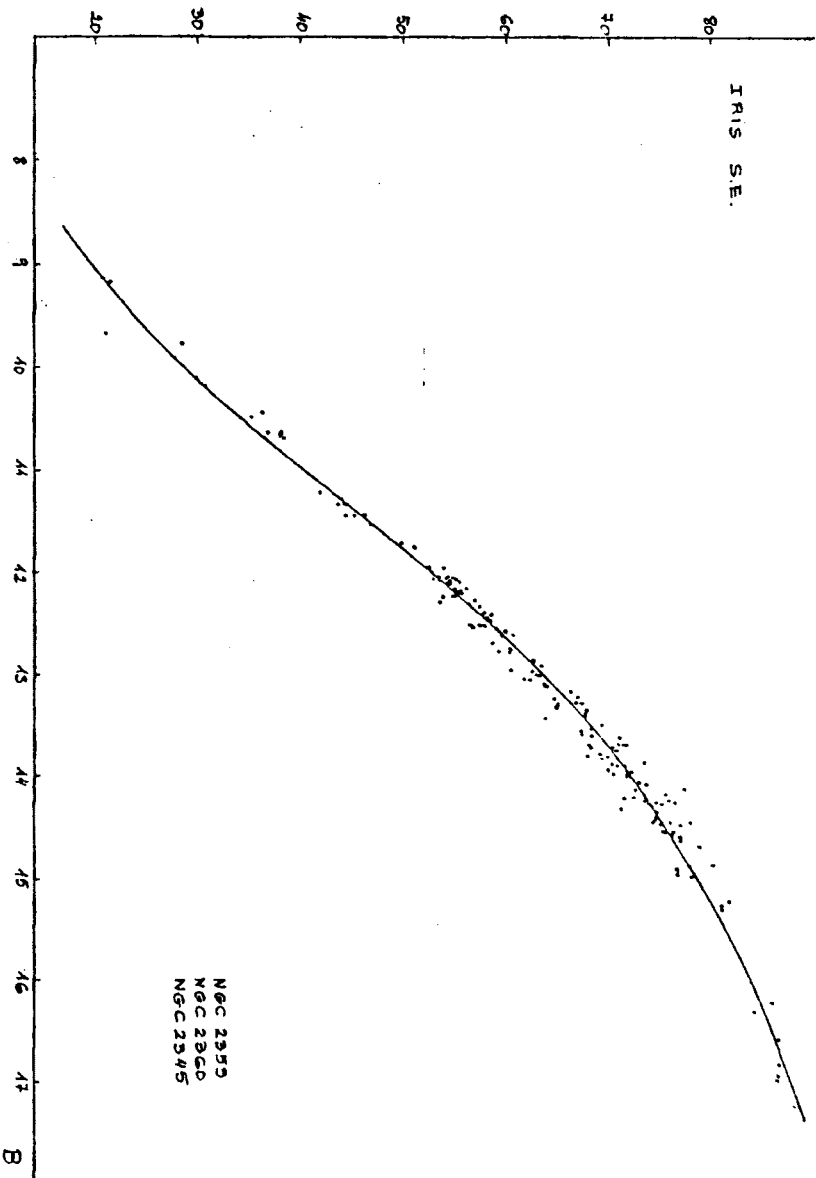


Figura 3.1

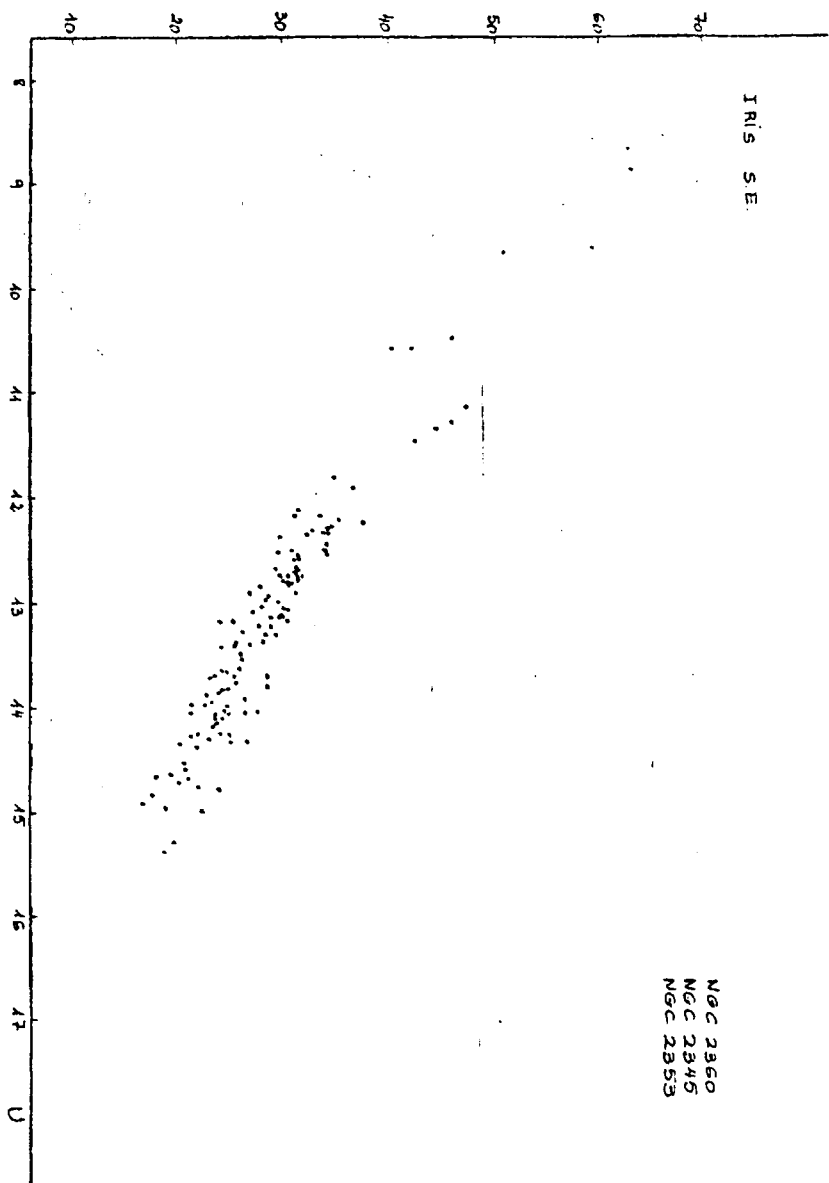


Figura 3.2

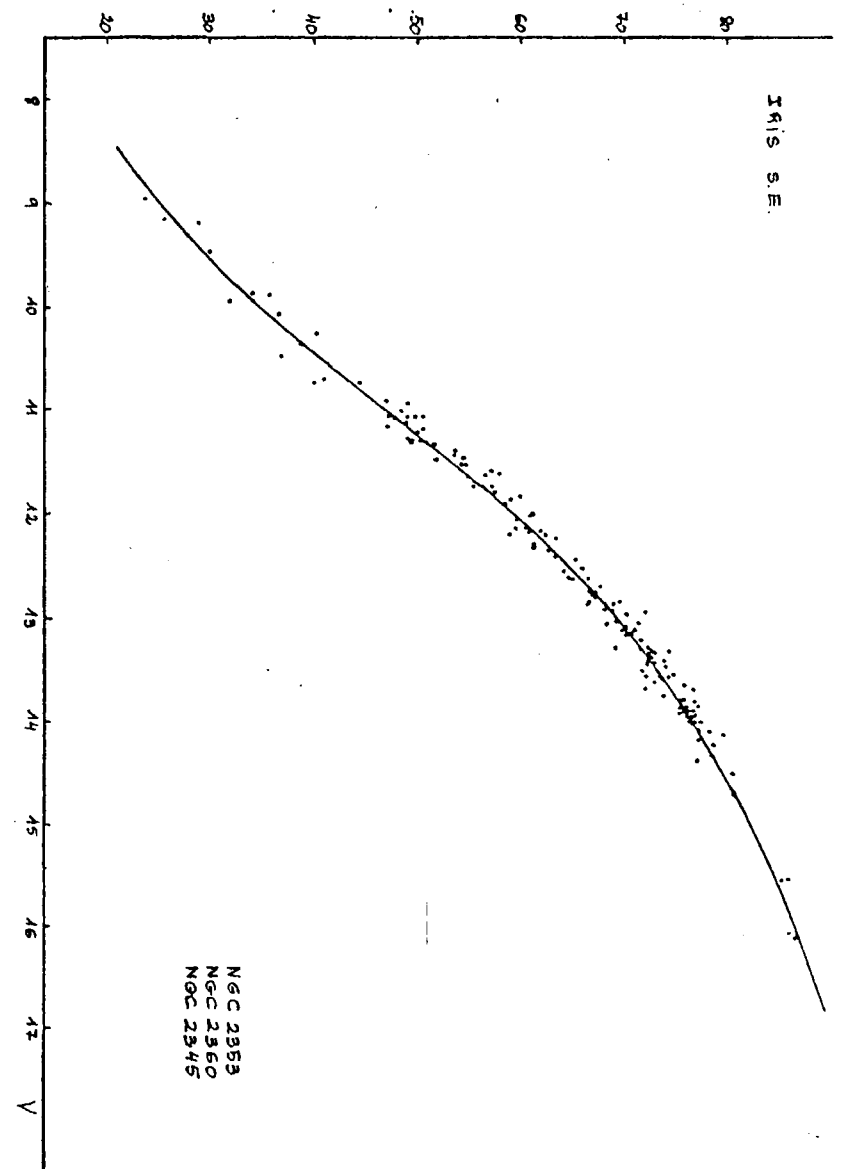


FIGURA 3.3

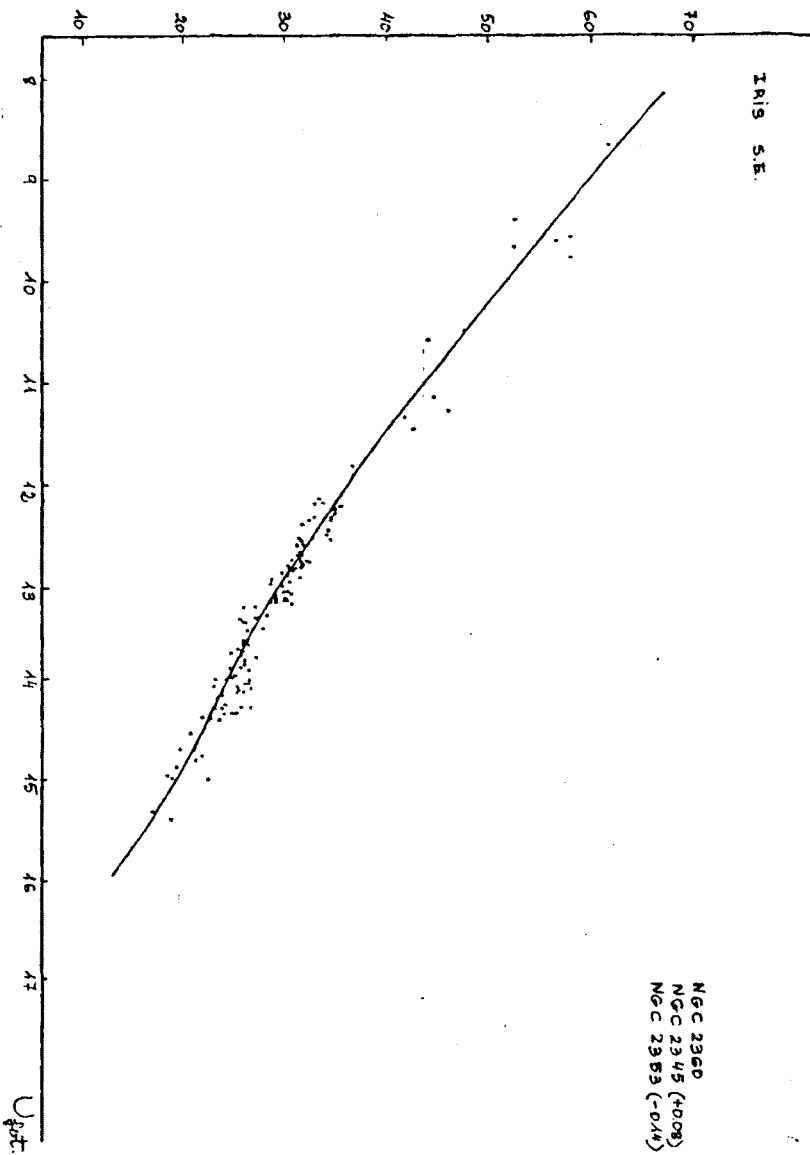


Figura 3.4

III.4.- COEFICIENTES DE LOS POLINOMIOS QUE MEJOR AJUSTAN A LAS  
CURVAS DE CALIBRADO DE LAS ESTRELLAS SUPERPUESTAS.

Estos coeficientes corresponden a las curvas de cali-  
brado, una vez corregidos los desplazamientos de los cúmulos en  
las placas U y la ecuación de color de las placas V.

PLACAS B

1. 0.68646 E 01
2. 0.11010 E 00
3. 0.47965 E-03
4. -0.26390 E-04
5. 0.24294 E-06

desviación típica = 0.1726

ecuación de color:  $\Delta B = 0.041959 (B-V) - 0.025018$

PLACAS U

1. 0.22317 E 02
2. -0.52078 E 00
3. 0.88215 E-02
4. -0.63632 E-04

desviación típica = 0.2765

ecuación de color:  $\Delta U = 0.018670 (U-B) - 0.002723$

PLACAS V

1. 0.59207 E 01
2. 0.12960 E 00
3. 0.21619 E-03
4. -0.26906 E-04
5. 0.25968 E-06

desviación típica = 0.1317

ecuación de color antes de corregir :

$$\Delta v = 0.135541 (B-V) - 0.081062$$

ecuación de color después de corregir :

$$\Delta v = 0.004481 (B-V) - 0.002569$$

### III.5.- RELACION ENTRE LOS VALORES DEL IRIS DE LAS MEDIDAS SIN ELECTRONICA Y LAS MEDIDAS CON ELECTRONICA

El iris de las medidas sin electrónica nos proporciona una medida del diámetro de las estrellas, más o menos exacta debido a que los bordes de las imágenes no están claramente definidos sino que aparecen un poco difuminados. Lógicamente las mayores desviaciones se producirán para las estrellas débiles debido a su menor tamaño sobre la placa.

El diámetro de la imagen focal nos proporciona una medida de la intensidad de la luz incidente. Relaciones empíricas o semiempíricas entre el diámetro de la imagen "d" y la intensidad de la luz incidente "I" han sido obtenidas por Ross (1936), Eberhard (1931), Lundmark (1932) y Edwards (1942). De una manera general estas relaciones pueden escribirse de la forma

$$d = a + b \log I$$

(Stock and Williams, 1962)

Todas estas expresiones deducidas empíricamente no tienen en cuenta un gran número de complicados factores que dependen de las condiciones de cada medida y de las características de cada placa por lo cual no es posible obtener una ley general que sea válida para todas ellas. Este es el motivo por el que en la actualidad las medidas de diámetros sólo se hacen para casos como el de las estrellas superpuestas en el cual no es posible realizar una medida en la que se tengan en

cuentan esos factores. Para los demás casos las medidas se realizan teniendo en cuenta además del diámetro de la imagen, su transparencia o más exactamente la relación entre la intensidad que atraviesa la placa a través de la superficie de la estrella con respecto a una intensidad constante.

Una manera de comprobar que los diámetros están medidos con exactitud es compararlos con las medidas de la intensidad que deja pasar la placa fotográfica a través de la superficie de la estrella (medidas con electrónica) o por el mismo motivo es una manera de comprobar que las medidas con electrónica son razonables comparadas con los tamaños de las imágenes focales.

Se realizó tal comparación para las medidas del iris con y sin electrónica de la placa 2168 B. En la figura 3.5, puede observarse que la relación entre los valores del iris presenta la misma dispersión y el mismo carácter que las curvas de calibrado (iris-magnitudes).

#### Bibliografía

Eberhard, G. 1931 Hdb. d. Ap. 2, 431

Edwards, D.L. 1942 M.N. 102, 242

Lundmark, K. 1932 Hdb d. Ap. 5, 296

Ross, F.E. 1936 Astrophys. J. 84, 241

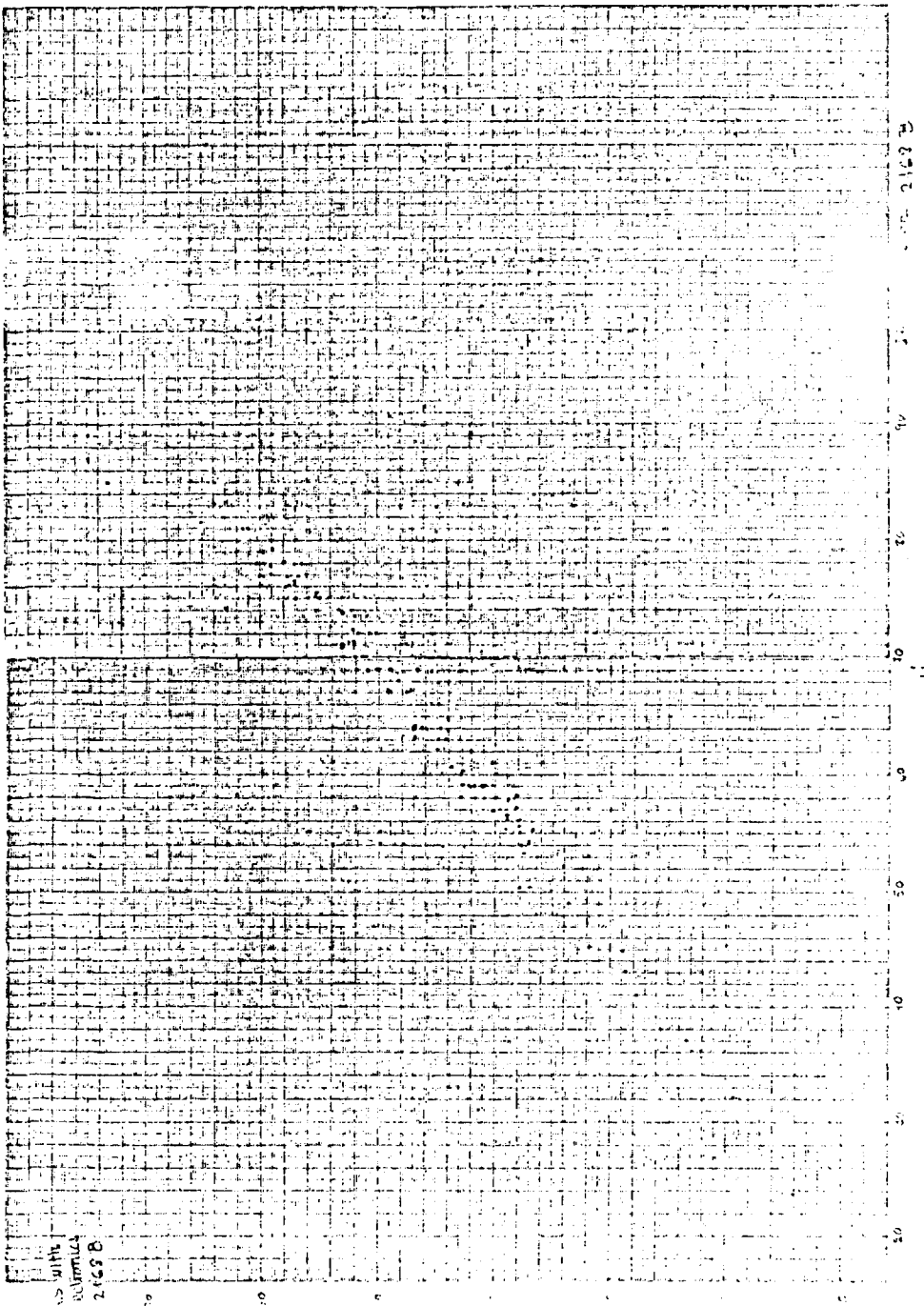


Figura 3.5

with  
2.620

### III.6.- MAGNITUDES APARENTES DE LAS ESTRELLAS SUPERPUESTAS

Una vez conocidas las relaciones entre las medidas del iris y las magnitudes fotoeléctricas de las estrellas de los cúmulos (curvas de calibrado), pueden obtenerse las magnitudes correspondientes a los valores del iris de las estrellas del campo, de las cuales no se conoce la magnitud fotoeléctrica. Estas magnitudes se han obtenido con ayuda del programa "Magnitudes estrellas superpuestas" que aparece en el apéndice VIII.

La sentencia 2 dimensiona los datos y su significado es el siguiente:

NCB..... número de coeficientes de las tres curvas de calibrado B, U y V  
 COEF..... coeficientes de los polinomios que mejor ajustan a las tres curvas de calibrado.  
 A..... valores del iris de cada estrella en cada color.  
 P..... valor de la magnitud obtenida para cada estrella en cada color.

En las sentencias 3 a 8 se leen los datos de entrada siendo NSTD, n°de estrellas superpuestas y NCB y COEF los datos de las curvas de calibrado que aparecen en el apéndice 3.4.

La sentencia 12 lee los datos de cada estrella, siendo:

NS..... número de orden  
 A..... valores del iris  
 R..... subíndice E, D, i, d

Las sentencias 14 a 20 calculan las magnitudes B, U y V de cada estrella.

Las sentencias 21 y 22 calculan los índices de color (B-V) y (U-B) de cada estrella.

Las sentencias 9 y 23 escriben los resultados.

APENDICE IV

IV.1.- COEFICIENTES DE LOS POLINOMIOS QUE MEJOR AJUSTAN A LAS  
CURVAS DE CALIBRADO

Se ajustaron los valores del iris de las estrellas de los tres cúmulos, corregidos con las cantidades que aparecen en la tabla 2, a polinomios de grados crecientes de 1 a 12. Se eliminaron aquellas estrellas cuya desviación de la curva ajustada era mayor que  $3\sigma$ .

Los coeficientes de los polinomios resultantes para cada placa son los siguientes:

PLACAS B

2168 -----	1.	0.84903 E 01
	2.	-0.35937 E-01
	3.	0.33518 E-02
	4.	-0.32637 E-05
	5.	-0.59758 E-06
	6.	0.45964 E-08
2201 -----	1.	0.85975 E 01
	2.	-0.74432 E-01
	3.	0.26653 E-02
	4.	0.21382 E-04
	5.	-0.47147 E-06
	6.	-0.20251 E-08
	7.	0.40351 E-10

2185 ----- 1. 0.87131 E 01  
2. -0.33150 E-01  
3. 0.38934 E-02  
4. -0.19179 E-04  
5. -0.59975 E-06  
6. 0.59114 E-08

2274 ----- 1. 0.48055 E 01  
2. 0.67376 E-01  
3. 0.15341 E-02  
4. -0.15609 E-05  
5. -0.12437 E-06  
6. -0.22477 E-08  
7. 0.40406 E-10

2263 ----- 1. 0.88533 E 01  
2. -0.38427 E-01  
3. 0.45645 E-02  
4. -0.33998 E-04  
5. -0.48501 E-06  
6. 0.66922 E-08

2223 ----- 1. 0.76782 E 01  
2. -0.77148 E-01  
3. 0.33652 E-02  
4. 0.20973 E-04  
5. -0.61952 E-06  
6. -0.37354 E-08  
7. 0.74505 E-10

## PLACAS U

2167 ----- 1. 0.49059 E 01  
2. 0.50188 E-01  
3. 0.17661 E-02  
4. -0.10811 E-04

2184 ----- 1. 0.69557 E 01  
2. 0.29966 E-01  
3. 0.15536 E-02  
4. -0.56788 E-05  
5. -0.18234 E-06  
6. 0.16932 E-08

2222 ----- 1. 0.53472 E 01  
2. 0.16695 E-01  
3. 0.52290 E-03  
4. 0.15394 E-04  
5. -0.99204 E-07

2273 + 2262 ----- 1. -0.95773 E 01  
2. 0.29096 E 00  
3. 0.56812 E-02  
4. -0.78097 E-04  
5. -0.67651 E-06  
6. 0.96886 E-08

## PLACAS V

2264 -----	1.	0.47256 E 01
2224	2.	-0.19049 E-01
2275	3.	0.33984 E-02
	4.	0.25549 E-05
	5.	-0.46787 E-06
	6.	-0.16169 E-08
	7.	0.50071 E-10
2169 V -----	1.	0.79411 E 01
	2.	0.36265 E-02
	3.	0.26980 E-02
	4.	-0.12730 E-04
	5.	-0.43235 E-06
	6.	0.41259 E-08
2186 V -----	1.	0.69614 E 01
	2.	0.16749 E 00
	3.	-0.21563 E-02
	4.	-0.16999 E-04
	5.	0.19642 E-05
	6.	-0.35547 E-07
	7.	0.21392 E-09
2202 -----	1.	0.36819 E 01
	2.	0.52493 E-01
	3.	0.28623 E-02
	4.	-0.16520 E-04

5. -0.42745 E-06

6. 0.42563 E-08

La placa 2222 U fué medida en dos partes. Los coeficientes que se han dado anteriormente corresponde al polinomio que mejor ajusta a la curva de calibrado con la que se han medido las primeras 1100 estrellas del campo (la llamamos 2222 U 1<sup>a</sup>). Los coeficientes del polinomio que mejor ajusta a la curva de calibrado con la que se han medido las restantes estrellas del campo, que llamaremos 2222 U 2<sup>a</sup>, son:

1. -0.72686 E 01

2. 0.24250 E 00

3. 0.49663 E-02

4. -0.61830 E-04

5. -0.63313 E-06

6. 0.84512 E-08

La relación existente entre los valores del iris de las estrellas patrón de ambas medidas aparece en la figura 4, 1 y se ajusta por un polinomio de grado 3, cuyos coeficientes son los siguientes:

1. -0.97941 E 00

2. 0.11313 E 01

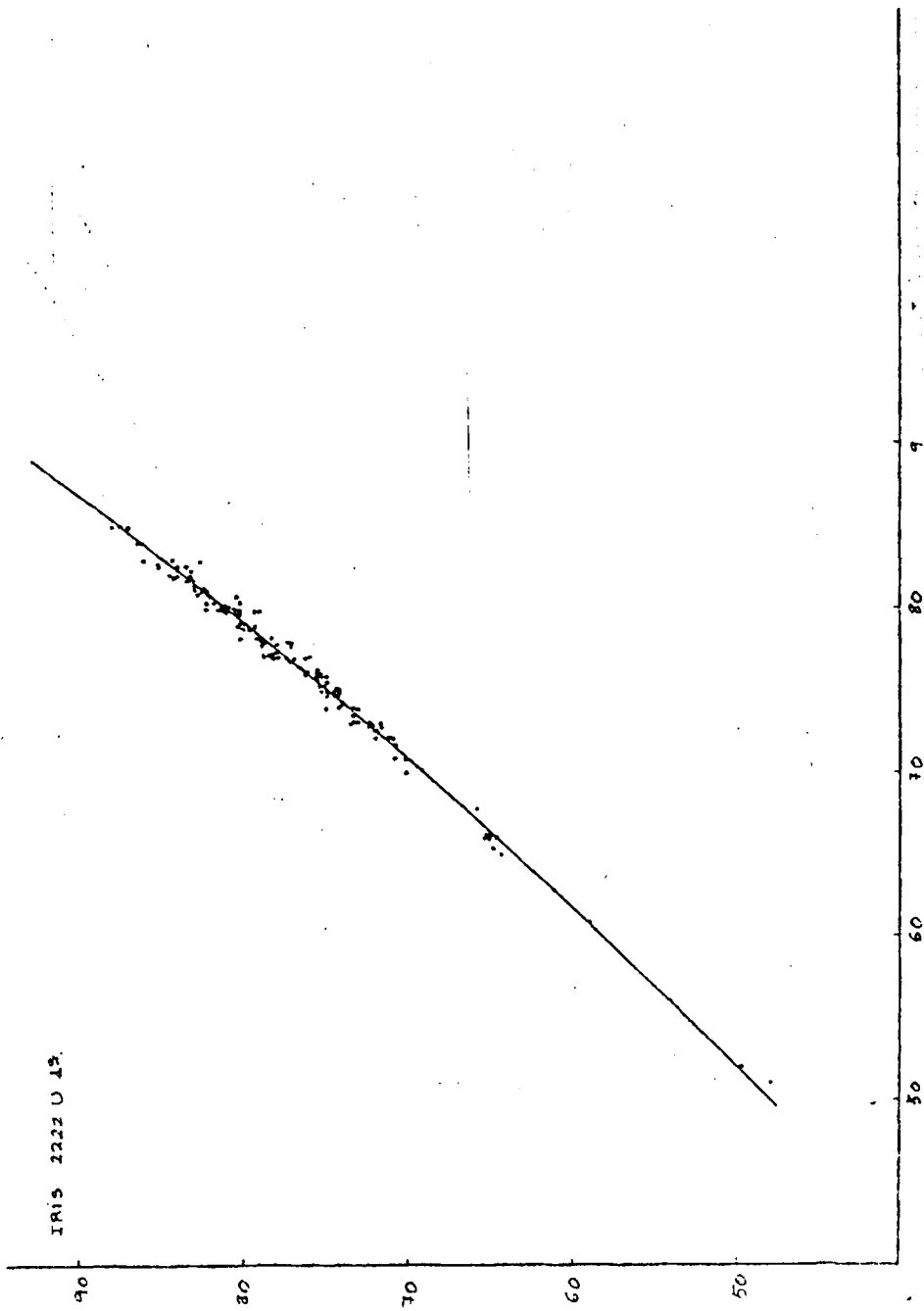
3. -0.56903 E-02

4. 0.54168 E-04

Se han utilizado estos coeficientes para transformar los

valores del iris de las estrellas del campo 2222 U 2<sup>a</sup> a los de la 2222 U 1<sup>a</sup> y utilizar la misma curva de calibrado. Sin embargo, a la hora de estudiar los posibles diagramas de dos colores se han tenido en cuenta las dos posibilidades, 2222 U 1<sup>a</sup> y 2222 U 2<sup>a</sup>.

Figura 4.1



APENDICE V

## V.1.- CALCULO DE LAS MAGNITUDES DE LAS ESTRELLAS DEL CAMPO

Con ayuda de las curvas de calibrado de cada placa, cuyas ecuaciones aparecen en el apéndice IV, se transforman las medidas del iris de las estrellas del campo en magnitudes. La transformación se ha hecho con ayuda del programa "magnitudes aparentes" que aparece en el apéndice VIII.

Las sentencias 1 y 2 dimensionan los datos y su significado es el siguiente:

B ..... valores del iris de las placas B  
 U ..... valores del iris de las placas U  
 V ..... valores del iris de las placas V  
 COEFB ..... coeficientes de las curvas de calibrado de las placas B  
 COEFU ..... coeficientes de las curvas de calibrado de las placas U  
 COEFV ..... coeficientes de las curvas de calibrado de las placas V  
 NCB ..... número de coeficientes de las curvas de calibrado de cada placa B  
 NCU ..... número de coeficientes de las curvas de calibrado de cada placa U  
 NCV ..... número de coeficientes de las curvas de calibrado de cada placa V

PB ..... magnitudes B de cada estrella

PU ..... magnitudes U de cada estrella

PV ..... magnitudes V de cada estrella

Las sentencias 3 a 14 leen los datos de cada placa y de cada estrella.

Las sentencias 18 a 24 calculan los valores de la magnitud B en cada placa.

Las sentencias 28 a 43 calculan los valores de la magnitud U en cada placa.

Las sentencias 44 a 61 calculan los valores de la magnitud V en cada placa.

Las sentencias 65 a 70 corrigen las magnitudes J de ecuación de magnitud.

Las sentencias 74 a 81 escriben los resultados para cada placa.

## V.2.- CALCULO DE LOS DIAGRAMAS DE DOS COLORES POSIBLES

Viendo que las magnitudes de las estrellas del campo no eran iguales en cada placa de cada color, sólo con ayuda del diagrama de dos colores era posible decidir cual de las magnitudes era la válida para las estrellas del campo. Para lo cual se determinaron las correcciones que habría que aplicar a cada placa suponiendo que una de ellas era la válida. Para ello se seleccionaron 200 estrellas del campo uniformemente repartidas por todo él y cubriendo todo el intervalo de magnitudes aparentes.

### a) PLACAS V

Para estas placas se dispone de cuatro posibles valores de la magnitud, uno proveniente de la media de las tres placas 2275, 2264 y 2224 y los otros tres provenientes de las placas 2202, 2169 y 2186. Se representaron las diferencias en magnitudes existentes entre cada placa y la media de las tres placas ( $\bar{V}_3$ ) y se ajustaron los puntos por mínimos cuadrados. La representación de tales diferencias aparece en la figura 5.1.

Suponiendo que cada placa es la válida, las correcciones que hay que hacer a las restantes placas para que sus magnitudes coincidan con ella son las siguientes:

1.- Solución V1 (todas las placas corregidas para hacerlas coincidir con la  $\bar{V}_3$ ); en el programa VAG(4,N)

$$(V2186)^{C1} = V2186 + V2186 * 0.01771 - 0.151375$$

$$(V2169)^{C1} = V2169 - V2169 * 0.01927 + 0.414625$$

$$(V2202)C1 = V2202 - V2202 * 0.0143 + 0.1511$$

2.- Solución V2: Todas las placas corregidas para hacerlas coincidir con la 2186. En el programa VAG(1,N)

$$(V2186)C2 = ((V2186)C1 + 0.151375) / 1.01771$$

$$(V2169)C2 = ((V2169)C1 + 0.151375) / 1.01771$$

$$(V2202)C2 = ((V2202)C1 + 0.151375) / 1.01771$$

$$(\bar{V}3)C2 = (\bar{V}3 + 0.151375) / 1.01771$$

3.- Solución V3. Todas las placas corregidas para hacerlas coincidir con la 2169. En el programa VAG(2,N)

$$(V2186)C3 = ((V2186)C2 * 1.01771 - 0.566) / (1 - 0.01927)$$

$$(\bar{V}3)C3 = ((\bar{V}3)C2 * 1.01771 - 0.566) / (1 - 0.01927)$$

$$(V2169)C3 = ((V2169)C2 * 1.01771 - 0.566) / (1 - 0.01927)$$

$$(V2202)C3 = ((V2202)C2 * 1.01771 - 0.566) / (1 - 0.01927)$$

4.- Solución V4. Todas las placas corregidas para hacerlas coincidir con la 2202. En el programa VAG(3,N)

$$V(2186)C4 = ((V2186)C3 * (1 - 0.01927) + 0.263525) / (1 - 0.0143)$$

$$(\bar{V}3)C4 = ((\bar{V}3)C3 * (1 - 0.01927) + 0.263525) / (1 - 0.0143)$$

$$(V2169)C4 = ((V2169)C3 * (1 - 0.01927) + 0.263525) / (1 - 0.0143)$$

$$(V2202)C4 = ((V2202)C3 * (1 - 0.01927) + 0.263525) / (1 - 0.0143)$$

b) PLACAS B

Para estas placas se dispone de seis posibles valores de la magnitud, una por placa. Con las 200 estrellas seleccionadas se calcularon las diferencias en magnitud de cada placa a una de ellas y se representó en función de las magnitudes de cada pla

ca. Las representaciones pueden verse en las figuras 5.2, 5.3 y 5.4 en función de la placa 2185. Los puntos se ajustaron a una recta por mínimos cuadrados, eliminando las estrellas cuya diferencia con la recta ajustada era mayor que  $3\sigma$ . Sólo fué posible ajustar por una recta en el caso de la placa 2274, en los demás casos el comportamiento de las estrellas débiles era diferente del de las estrellas brillantes por lo cual se ajustó por dos rectas, una para las estrellas de  $B > 14.0$  y otra para las de  $B < 14$ . En el caso de la placa 2201 el ajuste tuvo que hacerse por tres rectas, una para las estrellas brillantes, otra para las estrellas intermedias y otra para las débiles.

Suponiendo que la placa 2185 es la válida, las correcciones que habría que hacer a las restantes placas para ajustarlas a ella son las siguientes:

Para  $B < 14.0$

$$(B2168)C = B2168 + 0.43$$

$$(B2223)C = B2223 + 0.33$$

$$(B2263)C = B2263 + 0.26$$

$$(B2274)C = B2274 * 1.074 - 0.639$$

$$(B2201)C = B2201 * 1.12 - 1.34 (B < 12.2)$$

$$(B2201)C = B2201 + 0.13 (B > 12.2)$$

Para  $B > 14.0$

$$(B2168)C = B2168 * 1.23 - 2.80$$

$$(B2223)C = B2223 * 0.853 + 2.393$$

$$(B2263)C = B2263 * 1.146 - 1.783$$

$$(B2274)C = B2274 * 1.074 - 0.639$$

$$(B2201)C = B2201 + 0.13 \quad (B < 15.0)$$

$$(B2201)C = B2201 * 0.76 + 3.73 \quad (B > 15.0)$$

En el programa esta solución corresponde a la BAG(6,N). Las otras 5 soluciones se deducen de ésta como en el caso de las placas V y en el programa reciben la notación

BAG(1,N) ---- ajuste a la placa 2168

BAG(2,N) ---- ajuste a la placa 2223

BAG(3,N) ---- ajuste a la placa 2263

BAG(4,N) ---- ajuste a la placa 2274

BAG(5,N) ---- ajuste a la placa 2201

#### c) PLACAS U

Para estas placas se dispone de una magnitud proveniente de la media de las placas 2273 y 2262, que llamaremos  $\bar{U}_2$ , y de tres magnitudes provenientes de las placas 2222, 2167 y 2184 respectivamente. En el caso de la placa 2222 además hay dos grupos de magnitudes, uno el correspondiente a las estrellas cuyo número va del 1 al 1100 y otro el de las estrellas cuyo número es mayor que 1100.

En la figura 5.5 pueden verse las representaciones de la diferencia de magnitud entre cada placa y la media  $\bar{U}_2$ . Debido a la dificultad de estos ajustes se procedió a calcular la diferencia de magnitud de cada placa individual respecto de una de ellas (figuras 5.6 y 5.7). Por este procedimiento obtenemos 8 soluciones posibles:

1.- Solución U1. Las placas individuales corregidas para hacer

las coincidir con la 2184 y la media de estas tres placas ( $\bar{U}_3$ ) corregida hasta hacerla coincidir con la  $\bar{U}_2$ . En el programa llamada UAG(8,N)

$$(U2167)C = (U2167 - 0.4244)/0.95$$

$$(U2222)C = U2222*1.1021544 - 0.6394073 \quad (N > 1100)$$

$$(U2222)C = U2222*0.986 + 0.3997256 \quad (N < 1100)$$

paso  $\bar{U}_1$  a  $\bar{U}_2$ ; grado 8

coeficientes: 1. -0.18123 E 01  
 2. 0.43432 E 00  
 3. 0.16883 E 00  
 4. -0.36112 E-02  
 5. -0.74278 E-03  
 6. -0.19016 E-04  
 7. 0.33902 E-05  
 8. 0.11359 E-06  
 9. -0.82209 E-08

2.- Solución U2. Las placas individuales corregidas para hacer las coincidir con la 2184. La media  $\bar{U}_2$  corregida hasta hacerla coincidir con la media de estas tres. En el programa llamada

UAG(1,N), paso  $\bar{U}_2$  a  $\bar{U}_3$ ; grado 7

coeficientes: 1. 0.15022 E 02  
 2. -0.23039 E 01  
 3. 0.15366 E 00  
 4. 0.34592 E-02  
 5. 0.23726 E-03  
 6. -0.20590 E-04

7. -0.25527 E-05

8. 0.12131 E-06

3.- Solución U3. Las placas individuales corregidas para hacerlas coincidir con la 2167, y la media de estas tres placas  $\bar{U}_1$  corregida hasta hacerla coincidir con la  $\bar{U}_2$ . En el programa llamada UAG(2,N)

$$(U2184)_c = U2184 * 0.95 + 0.4244$$

$$(U2222)_c = U2222 * 1.0470467 - 0.183037 \quad (N > 1100)$$

$$(U2222)_C = U2222 * 0.9367 + 0.8041394 \quad (N < 1100)$$

Paso  $\bar{U}_3$  a  $\bar{U}_2$ ; grado 8

coeficientes: 1. -0.13736 E 02

2. 0.34927 E 01

3. -0.20205 E-01

4. -0.11247 E-01

5. 0.23482 E-03

6. -0.37980 E-04

7. 0.34678 E-05

8. 0.13891 E-06

9. -0.10333 E-07

4.- Solución U4. Las placas individuales corregidas para hacerlas coincidir con la 2167. La media  $\bar{U}_2$  corregida para hacerla coincidir con la media de estas tres placas. En el programa llamada UAG(3,N)

Paso  $\bar{U}_2$  a  $\bar{U}_3$ ; grado 7

coeficientes: 1. 0.16488 E 02

2. -0.26567 E 01

3. 0.18534 E 00
4. 0.19824 E-02
5. 0.28570 E-03
6. -0.23399 E-04
7. -0.24571 E-05
8. 0.12107 E-06

5.- Solución U5. Las placas individuales corregidas para hacer las coincidir con la 2222 ( $N > 1100$ ), y la media de estas tres placas  $\bar{U}_3$  corregida para hacerla coincidir con la U2. En el programa llamada UAG(4,N)

$$(U2222)C = U2222 * 0.8946119 + 0.9428197 \quad (N < 1100)$$

$$(U2167)C = U2167 * 0.955 + 0.1748$$

$$(U2184)C = U2184 * 0.9073 + 0.580$$

paso  $\bar{U}_3$  a  $\bar{U}_2$ ; grado 4

- coeficientes:
1. -0.12008 E 02
  2. 0.35267 E 01
  3. -0.56816 E-01
  4. -0.14451 E-01
  5. 0.74286 E-03

6.- Solución U6. Las placas individuales corregidas para hacer las coincidir con la 2222 ( $N > 1100$ ). La media  $\bar{U}_2$  corregida para hacerla coincidir con la media de estas tres placas. En el programa llamado solución UAG(5,N)

paso  $\bar{U}_2$  a  $\bar{U}_3$ ; grado 3

- coeficientes:
1. 0.2657 E 02
  2. -0.23831 E 01

3. 0.29121 E 00

4. -0.84297 E-02

7.- Solución U7. Las placas individuales corregidas para hacerlas coincidir con la 2222 ( $N < 1100$ ) y la media de estas tres placas  $\bar{U}_3$  corregida para hacerla coincidir con la  $\bar{U}_2$ . En el programa llamada solución UAG(6,N).

$$(U2222)C = U2222 * 1.09067 - 0.6844 \quad (N > 1100)$$

$$(U2167)C = (U2167 - 0.474) / 0.96$$

$$(U2184)C = (U2184 * 0.95 - 0.0496) / 0.96$$

paso  $\bar{U}_3$  a  $\bar{U}_2$  ; grado 8

coeficientes : 1. -0.54895 E 01

2. 0.18165 E 01

3. 0.40994 E-01

4. -0.55511 E-02

5. -0.32873 E-03

6. 0.13836 E-04

7. 0.81280 E-06

8. 0.60456 E-07

9. -0.38924 E-08

8.- Solución U8. Las placas individuales corregidas para hacerlas ajustar a la 2222 ( $N < 1100$ ). La media  $\bar{U}_2$  corregida para hacerla coincidir con la media de estas tres placas. En el programa llamada solución UAG(7,N).

paso  $\bar{U}_2$  a  $\bar{U}_3$  ; grado 8

coeficientes: 1. 0.10974 E 02

2. -0.78971 E 00

3. -0.34659 E-01

4. 0.11525 E-01

- 5. 0.75780 E-04
- 6. -0.11065 E-04
- 7. -0.47767 E-06
- 8. -0.14714 E-06
- 9. 0.75911 E-08

Todas estas soluciones se han calculado con ayuda del programa "Diagramas de dos colores" que aparece en el apéndice VIII.

Las sentencias 1 a 4 dimensionan los datos. El significado de las variables :

B, U, V, COEFB, COEFV, COEFU, NCB, NCU, NCV, PB, PU, PV y NES

es el mismo que en el programa "magnitudes aparentes", explicado en el apéndice V.1.

El significado de las demás variables es el siguiente:

- VAG..... valores finales de la magnitud V
- UAG..... valores finales de la magnitud U
- BAG..... valores finales de la magnitud B
- NCUV..... número de coeficientes de las transformaciones  $\bar{U}_3 \rightarrow \bar{U}_2$  y  $\bar{U}_2 \rightarrow \bar{U}_3$

R ----- coeficientes de estas transformaciones

PR ----- valores de las magnitudes B iniciales de cada  
placa

Las sentencias 5 a 19 leen los datos, siéndo NE el número de orden de cada estrella en el campo.

Las sentencias 24 a 30 calculan los valores de las magnitudes de cada placa  $PB(I)$ .

Las sentencias 31 a 33 calculan el número de placas medidas para cada estrella  $NPB$ .

La sentencia 34 se cumple en el caso en el que no haya ninguna placa B medida.

Las sentencias 35 y 36 almacenan en la variable PR los valores iniciales de las magnitudes B de cada placa sin ninguna corrección.

Las sentencias 37 a 57 calculan la solución  $BAG(6,N)$ .

Las sentencias 58 a 64 calculan la solución  $BAG(1,N)$ .

Las sentencias 65 a 71 calculan la solución  $BAG(2,N)$ .

Las sentencias 72 a 78 calculan la solución  $BAG(3,N)$ .

Las sentencias 79 a 81 calculan la solución  $BAG(4,N)$ .

Las sentencias 82 a 91 calculan la solución  $BAG(5,N)$ .

Las soluciones  $BAG(1,N)$  a  $BAG(8,N)$  están explicadas en el apartado b) de este mismo apéndice.

Las sentencias 96 a 99 corrigen las magnitudes U de la

placa 2222 de las estrellas cuyo número de orden es mayor que 1100.

Las sentencias 100 a 103 calculan el número de placas medidas para calcular la media  $\bar{U}_2$ . (M)

Las sentencias 104 a 105 calculan el valor medio de los iris de las placas 2273 y 2262.

Las sentencias 106 a 112 calculan los valores de las magnitudes  $U$  de cada placa.

Las sentencias 113 a 114 calculan el número de placas medidas para calcular la media de las tres placas independientes (NPU).

Las sentencias 115 a 116 hacen pasar a los cálculos de la magnitud  $V$  en el caso en que no haya ninguna placa  $U$  medida.

Las sentencias 117 a 131 calculan la solución  $UAG(8,N)$ .

Las sentencias 132 a 138 calculan la solución  $UAG(1,N)$ .

Las sentencias 139 a 151 calculan la solución  $UAG(2,N)$ .

Las sentencias 152 a 158 calculan la solución  $UAG(3,N)$ .

Las sentencias 159 a 170 calculan la solución  $UAG(4,N)$ .

Las sentencias 171 a 177 calculan la solución  $UAG(5,N)$ .

Las sentencias 178 a 189 calculan la solución  $UAG(6,N)$ .

Las sentencias 190 a 196 calculan la solución  $UAG(7,N)$ .

Las sentencias 198 a 202 calculan el número de placas medidas que contribuyen a la medida  $\bar{U}_3$  (NPU).

La sentencia 202 se cumple en el caso de no haber ninguna

medida para las tres placas 2275, 2264 y 2224.

La sentencia 203 calcula el valor medio de los iris de estas tres placas.

Las sentencias 204 a 215 calculan los valores de la magnitud V en cada placa.

Las sentencias 216 a 237 calculan la solución VAG(4,N).

Las sentencias 238 a 249 calculan la solución VAG(1,N).

Las sentencias 250 a 261 calculan la solución VAG(2,N).

Las sentencias 262 a 273 calculan la solución VAG(3,N).

La explicación de las soluciones VAG(1,N) a VAG(4,N) se encuentra en el apartado a) de este mismo apéndice.

La sentencia 274 manda la ejecución de los mismos cálculos para la estrella siguiente, empezando en la sentencia 19.

La sentencia 275 hace continuar el programa cuando ya se han hecho los cálculos para todas las estrellas.

Las sentencias 276 a 285 corrigen las magnitudes U de la ecuación de magnitud.

Las sentencias 289 a 303 corrigen las magnitudes V de ecuación de color y calculan los índices de color BMV y UMB, escribiéndolos para todas las posibles combinaciones.

Para no sobrecargar el trabajo se incluyen sólo los resultados para una solución al azar, la B1, U6, V3, para 200 estrellas. (páginas 113 a 116)

Con estos resultados se dibujaron los diagramas de dos

colores de las posibles combinaciones. En la figura 5.8 puede verse el diagrama de dos colores elegido de entre todos ellos.

La representación de los diagramas de dos colores se realizó con una Hewlett-Packard 9831A con impresora 9871.

El programa para la "representación de los diagramas de dos colores" se encuentra en el apéndice VIII . En él se dimensionan inicialmente 200 datos en la sentencia 10 porque la memoria no permite meter los 400 a la vez.

Las sentencias 20 a 300 dan los límites de los ejes.

Las sentencias 310 a 330 leen 200 datos de cada color.

Las sentencias 335 a 370 corrigen la ecuación de magnitud y ecuación de color.

La sentencia 380 llama a la subrutina 620 que representa un punto para cada estrella.

La sentencia 390 pasa a la siguiente estrella.

Las sentencias 400 a 430 leen otro grupo de 200 datos.

La sentencia 450 corrige la ecuación de magnitud y de color y representa los puntos como para los 200 primeros datos.

Las sentencias 510 a 2300 son subrutinas de la máquina para pintar los ejes y los puntos de cada estrella.

Para la representación de los diagramas de dos colores se seleccionaron 200 estrellas más repartidas por todo el campo y en todos los intervalos de magnitud aparente, ya que los diagrama

gramas de dos colores de 200 estrellas no permitían juzgar con entera precisión si su posición era correcta.

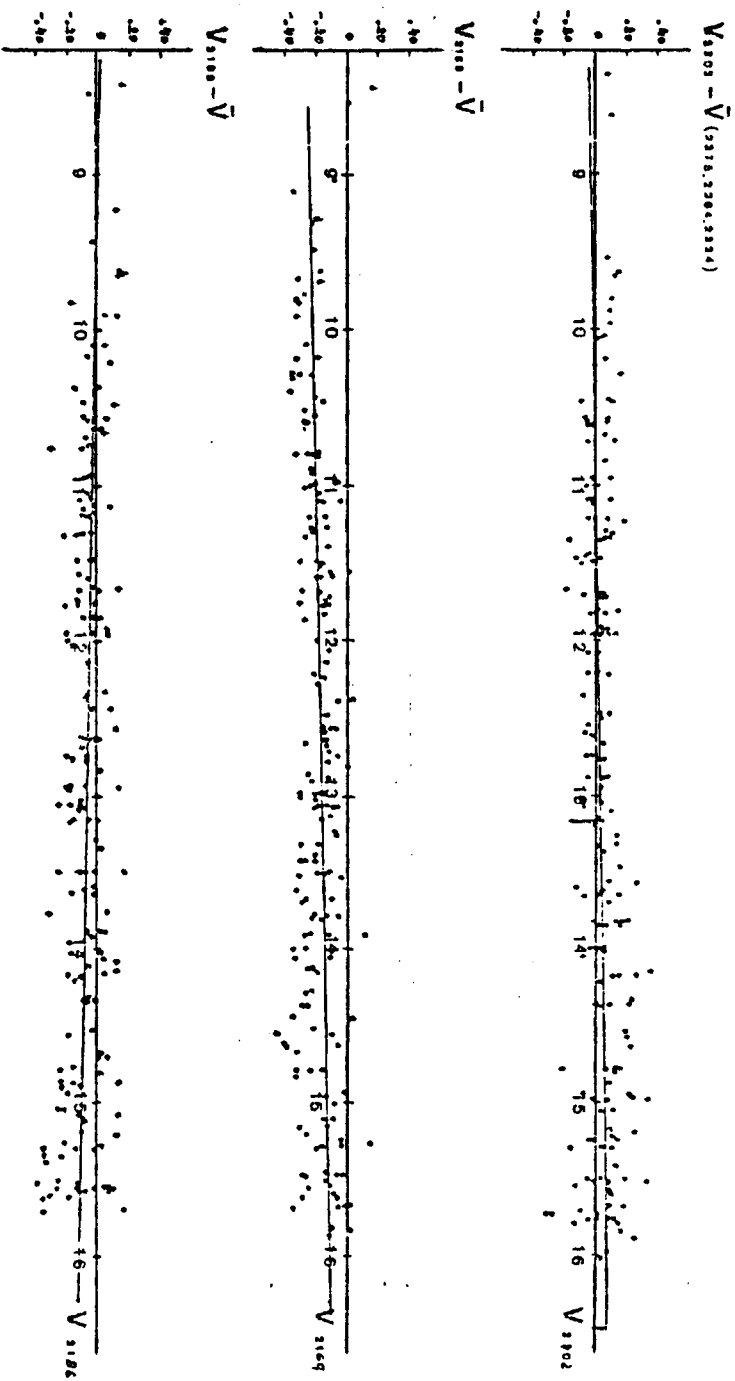


Figura 5.11

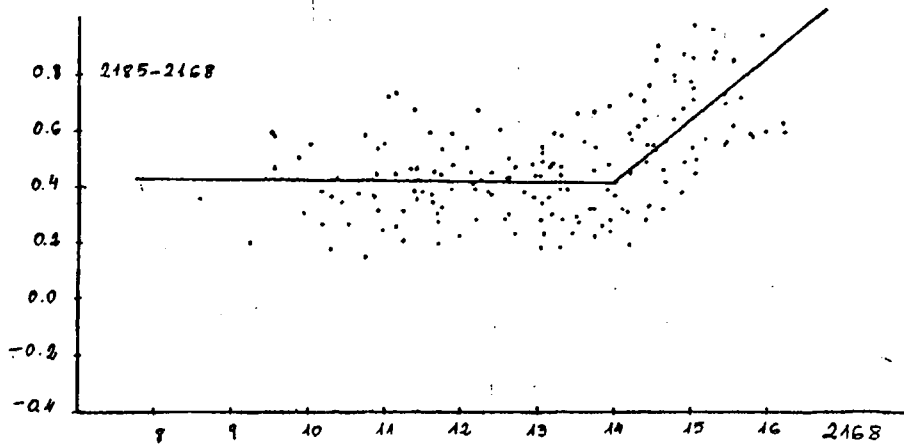
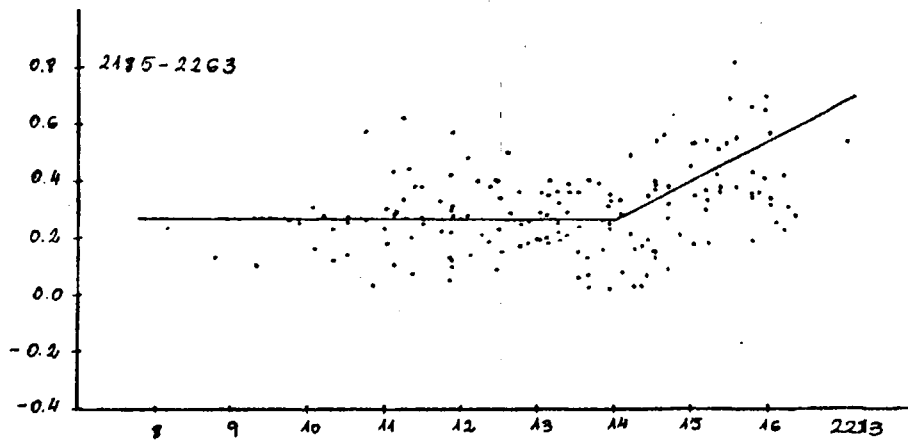


Figura 5.2

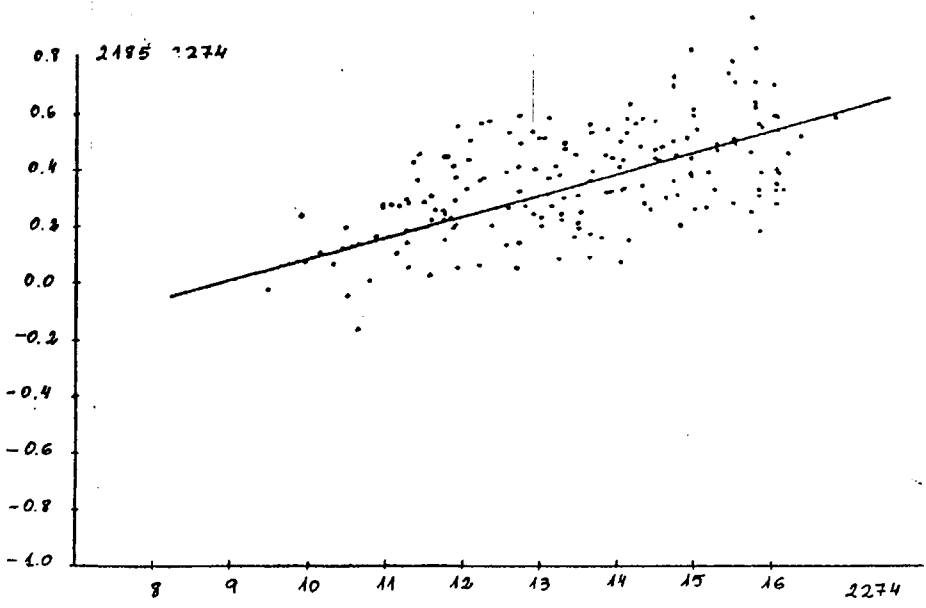
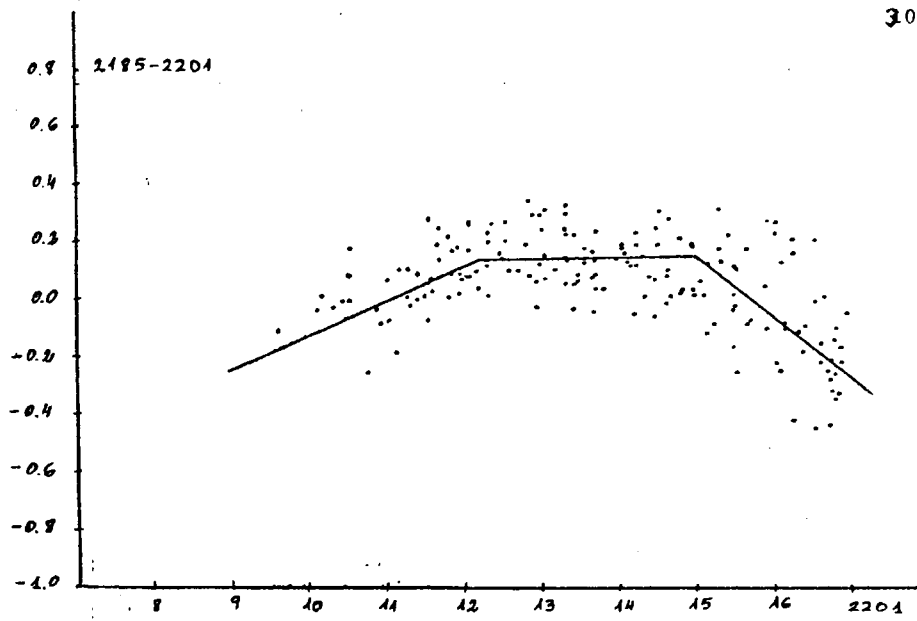


Figura 5.3

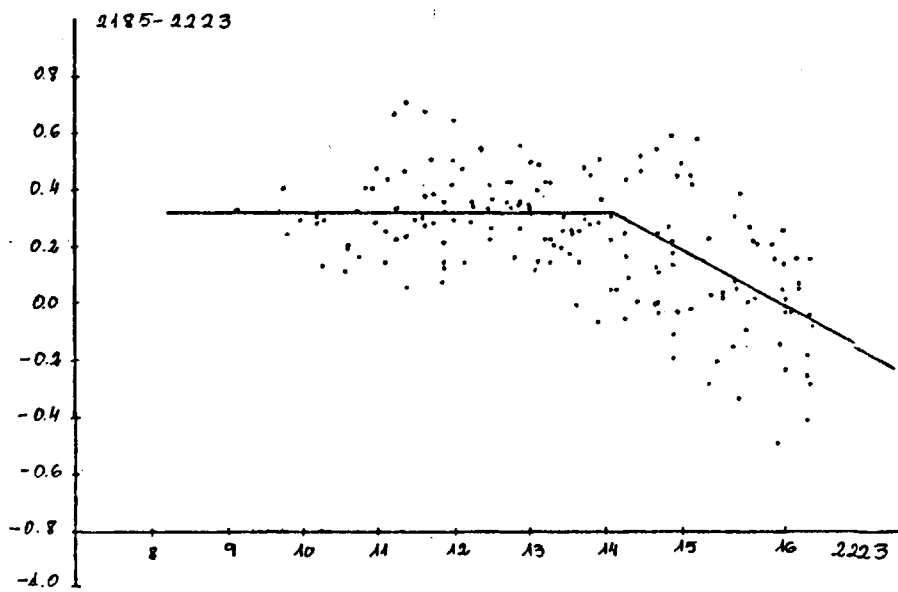


Figura 5.4

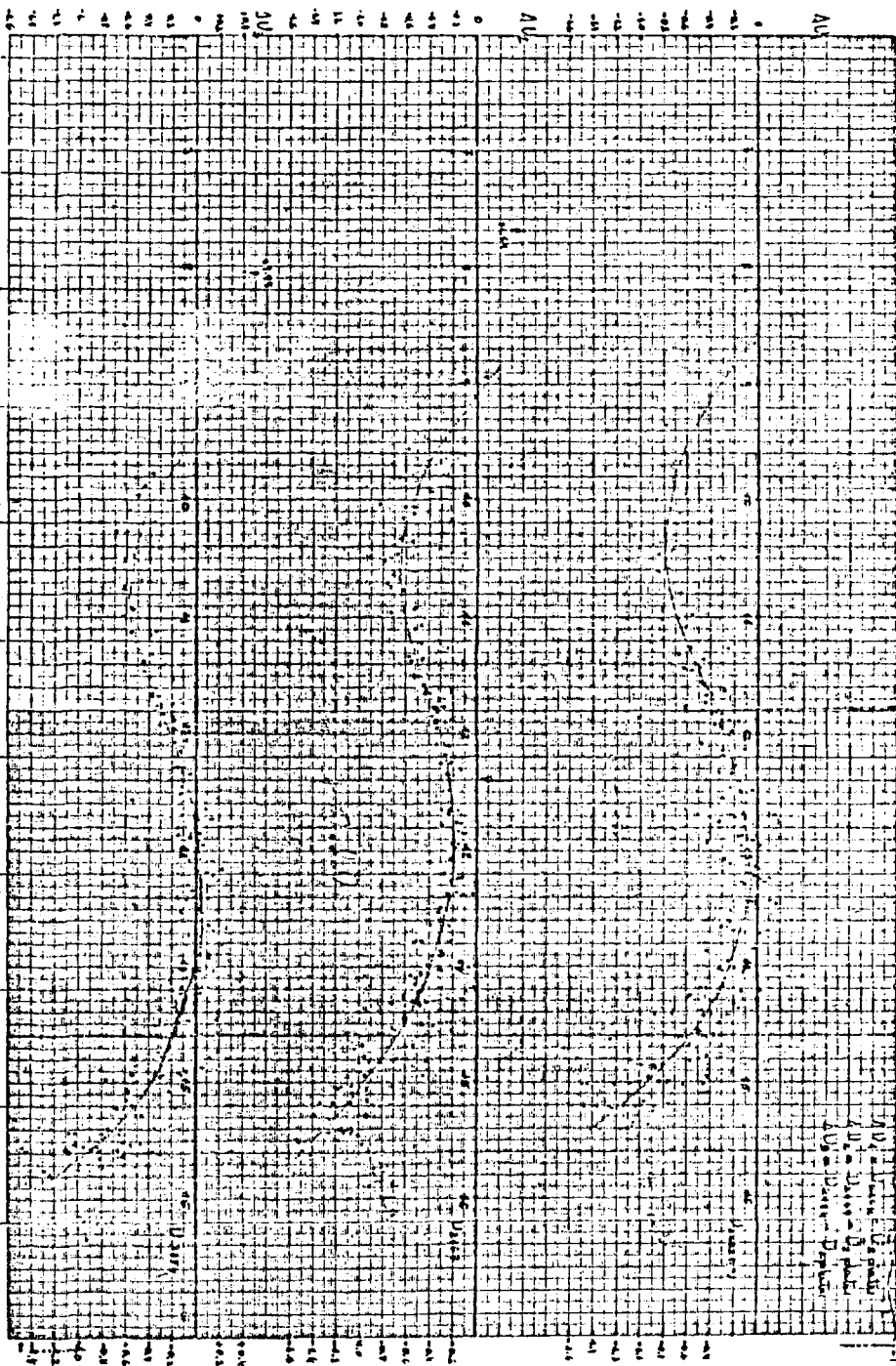
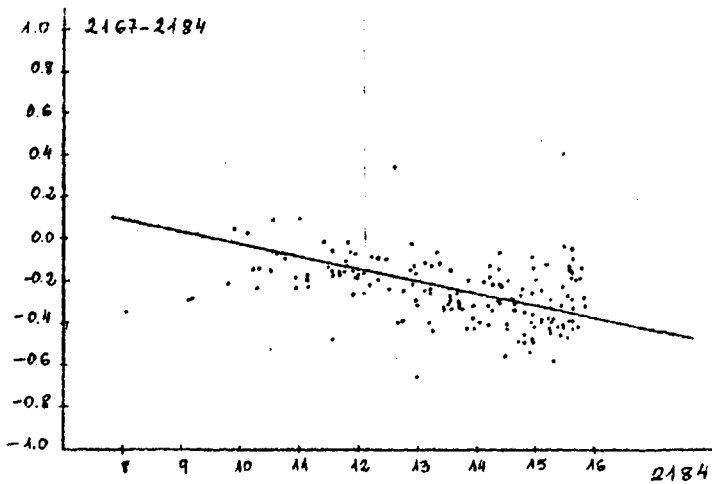
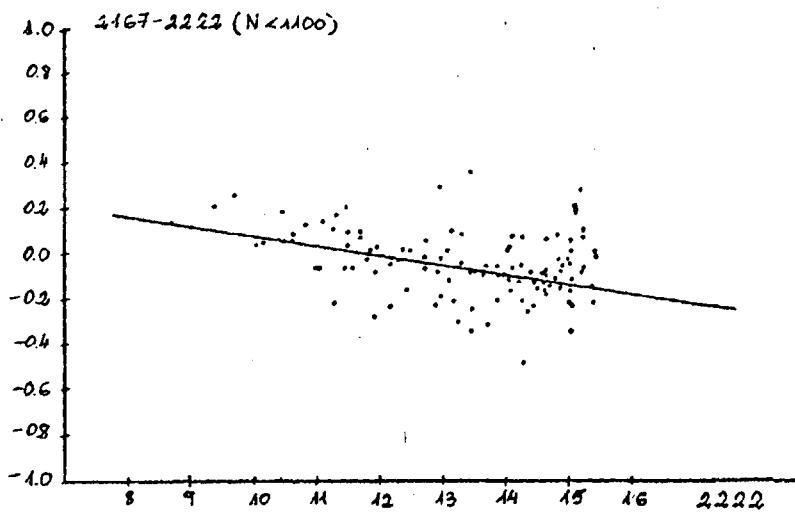


Figura 5.6



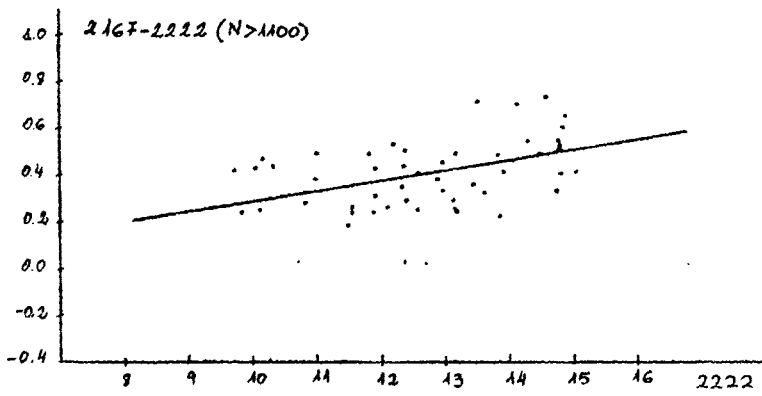
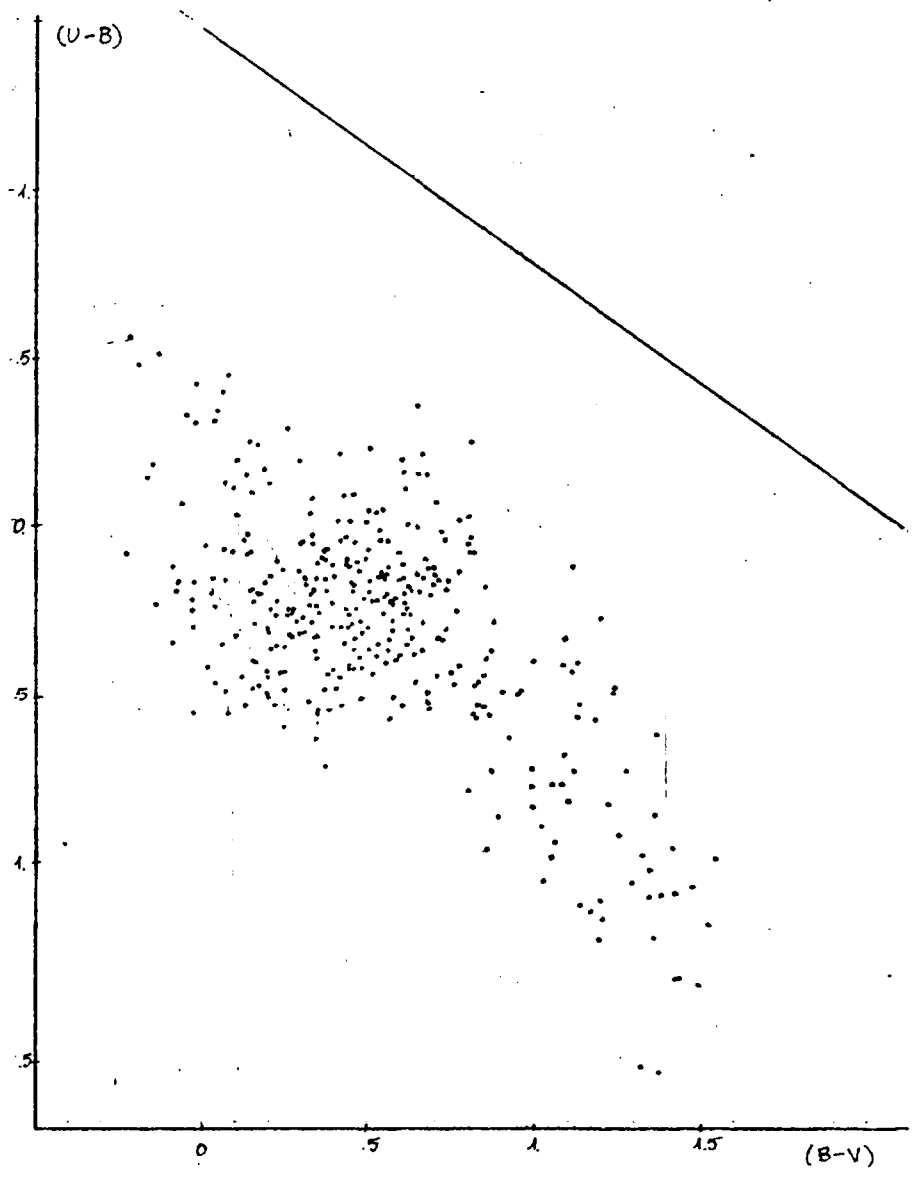


Figura 5.7

Figura 5.8



B P1 U #6 Y Z3

H.	B	U	V	B-V	U-B
4	16.35	16.25	15.60	0.74	-0.09
63	16.47	16.62	16.09	0.38	0.15
150	16.56	16.58	15.74	0.82	0.22
273	15.84	16.78	14.05	1.79	0.94
40	16.47	16.57	15.70	0.77	0.10
92	16.39	16.66	14.98	1.41	0.27
65	15.51	15.64	15.11	0.39	0.13
67	15.67	15.65	15.08	0.58	-0.02
308	16.64	16.86	15.14	1.50	0.20
309	16.04	16.89	14.30	1.73	0.86
537	16.80	16.77	15.99	0.81	-0.03
584	16.74	16.74	15.77	0.97	0.00
827	8.68	7.61	8.54	0.14	-1.08
1037	9.52	9.02	9.56	-0.05	-0.50
354	10.59	9.88	10.54	0.06	-0.71
1967	10.04	10.13	9.93	0.11	0.10
1058	13.91	13.83	13.03	0.88	-0.08
340	10.58	10.47	10.62	-0.04	-0.11
1989	10.29	10.33	10.14	0.15	0.04
1962	11.04	10.37	11.03	0.01	-0.67
1605	10.57	10.62	10.42	0.16	0.04
1727	12.15	10.72	11.12	0.03	-0.43
949	10.41	10.44	9.83	0.58	0.03
51	10.70	10.31	10.54	0.16	0.11
1994	10.85	10.77	10.64	0.22	-0.08
678	11.52	10.35	11.28	0.24	-0.67
220	10.89	10.93	10.78	0.10	0.05
1046	11.14	11.03	11.08	0.06	-0.11
2085	11.28	11.04	10.61	0.67	-0.24
148	11.55	11.14	11.50	0.06	-0.42
1054	10.07	11.21	8.35	1.72	1.14
481	11.39	11.35	11.23	0.16	-0.24
1946	11.36	11.27	11.24	0.12	-0.09
338	11.60	11.38	10.98	0.62	-0.22
36	11.31	11.22	11.02	0.29	-0.03
444	12.14	11.53	11.95	0.19	-0.61
1191	11.28	11.54	11.21	0.67	-0.33
297	11.20	11.54	11.13	0.67	-0.23
1774	11.74	11.56	11.20	0.54	-0.18
654	11.39	11.62	10.37	1.02	0.23
215	11.76	11.69	11.56	0.40	-0.07
1767	10.96	11.81	9.33	1.43	0.25
193	11.24	11.84	10.05	1.19	0.60
69	12.26	11.73	11.92	0.34	-0.53
47	12.09	11.76	11.44	0.64	-0.33
2202	11.95	11.8e	11.76	0.19	-0.09
70	11.69	11.37	11.72	0.27	-0.12
93	12.06	11.67	11.54	0.32	-0.14
838	11.63	11.70	10.74	0.89	0.16
1336	12.69	11.9e	12.50	0.19	-0.73
248	12.12	11.99	11.70	0.42	-0.13
376	12.05	11.97	11.56	0.49	-0.03
97	12.21	12.00	11.70	0.51	-0.22

318	12.11	12.11	11.61	0.51	-0.00
2060	12.53	12.24	12.21	0.32	-0.30
176	12.57	12.28	11.96	0.61	-0.30
120	13.07	12.39	12.80	0.27	-0.67
202	12.53	12.66	12.06	0.77	-0.37
310	12.75	12.63	11.84	0.91	-0.12
409	12.86	12.50	12.31	0.55	-0.37
2181	13.37	12.78	12.91	0.67	-0.59
540	13.23	12.92	12.86	0.37	-0.35
1607	13.06	12.90	12.53	0.53	-0.16
1800	13.48	12.97	13.10	0.38	-0.51
360	12.91	12.88	12.42	0.49	-0.03
119	13.47	13.03	12.83	0.64	-0.44
2061	11.49	13.12	9.43	2.04	1.64
112	13.27	13.20	12.90	0.37	-0.07
102	13.51	13.39	13.18	0.35	-0.14
296	12.35	13.53	10.40	1.75	1.18
2150	13.84	13.62	13.30	0.54	-0.22
82	13.48	13.41	12.89	0.59	-0.07
2007	13.60	13.54	13.06	0.54	-0.06
1502	13.73	13.61	13.12	0.61	-0.12
806	13.84	13.57	12.74	1.09	0.04
941	14.07	13.39	13.66	0.41	-0.18
144	13.79	13.95	13.34	0.45	0.16
1992	12.14	12.69	10.86	1.28	0.34
1957	12.31	12.85	10.74	1.55	0.54
1452	12.56	13.08	11.25	1.31	0.51
1416	12.97	13.79	11.30	1.67	0.82
1412	11.63	12.56	10.14	1.48	0.93
1397	12.13	12.31	11.17	0.96	0.17
1285	12.70	12.70	11.43	1.27	0.20
986	11.83	12.11	10.65	1.18	0.28
872	12.77	11.72	12.01	0.38	-0.65
785	12.33	12.35	11.25	1.25	0.32
728	12.43	11.91	11.72	0.36	-0.16
687	12.50	13.17	11.11	1.38	0.68
630	13.11	13.52	11.70	1.41	0.41
250	13.01	13.48	11.89	1.13	0.47
1292	13.24	13.71	13.40	0.44	-0.13
1291	13.78	13.39	13.37	0.42	-0.37
64	14.25	14.09	14.03	0.23	-0.16
54	13.51	13.15	13.23	0.28	-0.36
92	13.41	13.74	12.43	0.78	0.32
46	13.80	13.61	13.17	0.72	-0.27
44	13.19	12.99	12.43	0.76	-0.20
39	13.58	12.79	13.21	0.17	-0.57
32	12.93	13.10	11.90	1.07	0.15
23	13.40	13.46	12.93	0.67	-0.14
21	13.29	13.33	12.70	0.70	-0.07
7	13.22	12.95	12.69	0.52	-0.26
1922	11.25	11.96	9.90	1.36	0.71
98	14.03	14.30	13.18	0.29	0.27
114	13.24	14.68	12.67	1.19	0.83
1040	15.13	15.36	14.05	1.09	0.23
363	14.74	14.59	15.27	0.87	-0.14
370	14.47	14.56	15.61	0.67	-0.13

364	16.53	16.50	15.65	0.88	-0.03
289	16.64	16.63	15.61	1.02	-0.01
118	16.55	16.60	15.64	0.90	0.05
369	16.49	16.62	15.06	1.42	0.33
187	16.58	16.79	15.67	0.91	0.21
108	16.53	16.81	15.10	1.43	0.27
488	16.25	16.67	14.92	1.44	0.32
469	16.67	16.55	15.75	0.72	0.07
670	14.73	14.85	14.51	0.42	0.12
539	15.67	16.04	15.33	0.55	0.15
942	14.91	14.68	14.21	0.70	-0.23
804	15.41	15.77	15.14	0.74	0.36
805	16.50	16.57	15.76	0.74	0.06
1336	16.43	16.44	15.74	0.69	0.03
1149	16.47	16.43	15.60	0.87	-0.02
1150	16.25	16.69	14.84	1.41	-0.44
1151	16.21	16.16	15.47	0.75	-0.05
997	15.38	15.67	15.02	0.56	0.09
998	15.20	15.40	14.44	0.97	0.40
999	14.92	15.08	14.09	0.83	0.16
940	14.15	14.02	13.21	0.95	-0.13
1337	14.31	14.45	13.65	0.67	0.14
1392	15.99	16.30	15.27	0.72	0.31
1391	16.55	16.67	15.77	0.78	0.12
1390	14.92	14.85	14.25	0.67	-0.07
1501	15.10	14.89	14.38	0.72	-0.21
1500	15.49	15.62	15.00	0.49	0.15
1609	14.80	15.05	13.93	0.88	0.25
1608	15.62	15.94	14.39	1.23	0.32
1773	14.13	13.98	13.74	0.39	-0.15
1763	16.24	16.48	14.93	1.31	0.24
1764	16.14	16.24	15.54	0.60	0.10
1606	14.50	14.66	13.93	0.52	0.15
1812	14.29	14.54	13.70	0.59	0.25
2113	13.77	13.97	11.95	1.82	1.31
2100	15.70	16.32	13.99	1.71	0.62
2032	15.79	16.16	14.78	1.03	0.39
2000	15.29	15.37	14.45	0.84	0.08
113	16.24	16.40	15.62	0.42	0.16
105	17.51	15.62	14.79	0.71	0.17
130	17.00	14.49	13.24	0.74	0.30
99	14.18	14.27	13.44	0.92	-0.11
1759	14.55	14.23	13.63	0.72	-0.13
885	13.43	14.27	11.90	1.53	0.84
861	13.58	14.47	11.96	1.62	0.89
259	15.68	15.69	11.48	2.18	2.03
91	16.15	16.31	15.50	0.65	0.16
94	14.84	14.65	14.11	0.72	-0.17
83	15.03	14.98	14.72	0.31	-0.05
89	14.58	14.07	12.67	1.71	1.47
72	14.51	15.10	13.14	1.37	0.53
73	14.24	14.33	13.33	0.95	0.05
75	15.13	15.52	14.76	0.37	0.29
76	14.87	14.87	14.00	0.82	-0.00
78	14.14	15.15	13.69	1.15	0.51
59	14.72	15.76	13.21	1.51	1.05

42	14.08	14.82	12.81	1.27	0.74
49	15.11	15.26	14.54	0.57	0.13
50	15.22	15.28	14.23	0.99	0.05
42	14.29	14.88	14.14	0.75	-0.01
45	14.22	14.27	13.76	0.47	0.05
33	15.64	15.64	15.22	0.42	-0.01
34	16.62	16.35	15.69	0.93	-0.28
35	15.12	15.15	14.35	0.75	0.03
25	15.14	15.12	14.40	0.76	-0.04
26	15.77	15.67	14.86	0.91	-0.10
27	16.02	16.12	15.21	0.81	0.10
28	16.03	16.31	15.44	0.64	0.23
29	15.37	15.54	14.62	0.55	0.17
31	16.74	16.80	15.96	0.77	0.06
24	16.09	16.36	15.28	0.82	0.27
22	15.64	15.80	14.76	0.88	0.16
8	14.90	15.75	13.14	1.76	0.85
9	15.99	15.98	15.32	0.67	-0.01
10	16.96	16.55	16.08	0.87	-0.41
11	16.78	16.50	15.77	1.01	-0.29
12	15.72	16.09	15.32	0.40	0.37
13	16.49	16.47	15.67	0.81	-0.22
14	16.64	16.23	16.02	0.62	-0.41
15	15.30	16.18	13.70	1.59	0.88
16	14.71	13.34	13.27	1.44	0.63
17	13.36	14.45	12.20	1.35	0.87
18	15.50	16.42	13.83	1.68	0.92
19	16.52	16.30	15.79	0.72	-0.21
20	16.34	16.38	15.76	0.59	0.04
2	15.54	15.79	15.15	0.39	0.23
3	16.10	16.43	15.05	1.04	0.33
5	14.57	14.61	13.78	0.79	0.03
6	15.81	15.98	15.39	0.42	0.17
1	14.59	14.84	14.12	0.46	0.25
48	14.54	14.31	13.57	0.77	-0.03

### V.3.- VALORES FINALES DE LAS MAGNITUDES PARA CADA PLACA

Estudiados los diagramas de dos colores se seleccionaron las siguientes soluciones:

#### a) PLACAS V

Se seleccionó la solución V que corregía las tres placas con magnitudes individuales para hacerlas coincidir con la magnitud proveniente de las tres placas 2264, 2224 y 2275 ( $\bar{V}3$ ).

Las correcciones aplicadas a las tres placas independientes son:

$$(V2186)C = V2186 + V2186 * 0.01771 - 0.151375$$

$$(V2169)C = V2169 - V2169 * 0.01927 + 0.414625$$

$$(V2202)C = V2202 - V2202 * 0.0143 + 0.1511$$

El valor final de la magnitud V para cada estrella se obtuvo mediando los 4 valores de V existentes con su peso correspondiente:

$$\bar{V} = \frac{(V2186)C + (V2169)C + (V2202)C + \bar{V}3*3}{6}$$

#### b) PLACAS B

El valor final de la magnitud B para cada estrella se obtuvo mediando los seis valores B existentes sin ninguna corrección.

En realidad lo que se hace es corregir cada placa B para hacerla coincidir con el valor de la media de las seis placas sin corregir. Los valores de estas correcciones se realizaron de la siguiente manera: se calculó la magnitud media  $\bar{B}$  de las

400 estrellas seleccionadas y se representaron las diferencias  $\bar{B} - B_i$  de cada placa en función de  $\bar{B}$  (figuras 5.9 a 5.14). Se ajustaron los puntos por polinomios de grados de 1 a 12 y se eligió el que mejor ajustaba.

Los coeficientes de estos polinomios son:

1.- Placa 2168

polinomio de grado 8

desviación típica = 0.1083

coeficientes: 1. -0.32797 E 01  
2. 0.61996 E 00  
3. -0.29420 E-02  
4. -0.32431 E-02  
5. 0.93124 E-04  
6. -0.75907 E-05  
7. 0.49746 E-07  
8. 0.10639 E-06  
9. -0.45923 E-08

2.- Placa 2201

polinomio de grado 2

desviación típica = 0.1128

coeficientes: 1. -0.24926 E 01  
2. 0.38842 E 00  
3. -0.15826 E-01

3.- Placa 2185

polinomio de grado 2

desviación típica = 0.1397

coeficientes: 1. 0.57681 E 00  
2. -0.10575 E 00  
3. 0.32398 E-02

4.- Placa 2274

polinomio de grado 1

desviación típica = 0.1357

coeficientes: 1. -0.61153 E 00  
2. 0.54366 E-01

5.- Placa 2263

polinomio de grado 8

desviación típica = 0.1244

coeficientes: 1. -0.38733 E 01  
2. 0.66607 E 00  
3. -0.25004 E-02  
4. -0.26590 E-02  
5. -0.18177 E-04  
6. -0.40989 E-05  
7. 0.62235 E-06  
8. 0.45799 E-07  
9. -0.28771 E-08

6.- Placa 2223

polinomio de grado 8

desviación típica = 0.1750

coeficientes: 1. 0.36343 E 01

2. -0.58762 E 00
3. 0.16295 E-02
4. 0.25451 E-02
5. 0.10863 E-04
6. 0.25946 E-05
7. -0.55869 E-06
8. -0.41809 E-07
9. 0.27710 E-08

c) PLACAS U

Siendo las magnitudes provenientes de la curva de calibrado resultante de mediar las placas 2273 y 2262 ( $\bar{U}_2$ ) las que proporcionan un diagrama de dos colores razonable para las estrellas del campo se corrigieron las magnitudes de las otras tres placas. Como ya dijimos en el apéndice V.2, se corrigieron las tres placas individuales con las correcciones siguientes:

$$(U2184)C = (U2184 - 0.4244)/0.95$$

$$(U2222)C = U2222 * 1.1021544 - 0.639473 \quad (N > 1100)$$

$$(U2222)C = U2222 * 0.986 + 0.3997256 \quad (N < 1100)$$

se obtuvo el valor medio para estas tres placas:

$$\bar{U}_3 = \frac{(U2184)C + (U2167) + (U2222)C}{3}$$

La relación entre las magnitudes  $\bar{U}_3$  y  $\bar{U}_2$  aparece en la figura

5.15. Los coeficientes del polinomio ajustado son los siguientes:

1. 0.18395 E 02
2. -0.20852 E 01
3. 0.42046 E-01

4. 0.32529 E-02
5. 0.89707 E-03
6. -0.14455 E-04
7. -0.30566 E-05
8. -0.65570 E-07
9. 0.73078 E-08

Con ayuda de este polinomio se corrigieron las magnitudes  $\bar{U}_3$ . El valor final de la magnitud U para cada estrella es pues el siguiente:

$$\bar{U} = \frac{(\bar{U}_3)_{\text{corr}} * 3 + \bar{U}_2 * 2}{5}$$

Para aplicar las correcciones mencionadas y calcular las magnitudes finales de las estrellas se utilizó el programa "magnitudes finales". En él se calculan también los errores de las magnitudes finales como se explica en el capítulo 3.5 y los errores de campo y placa según las ecuaciones expuestas en el capítulo 3.4.

En este programa las sentencias 1 a 6 dimensionan los datos cuyo significado es:

CORFE ---- coeficientes de las correcciones de las placas  
 B.  
 NCE ----- número de coeficientes de cada placa B.  
 EE ----- valores corregidos de las magnitudes B.

VINTER --- intervalos de magnitud aparente en los que se dividen las estrellas del campo.

NM ----- número de estrellas de cada color en cada intervalo de magnitud aparente

INT ----- zonas en las que se divide el campo.

EMM ----- valor medio de los errores de las magnitudes de todas las estrellas del campo para cada color.

EMAG ----- error de placa para cada placa por intervalos de magnitud aparente.

NEI ----- número de estrellas de cada placa en cada intervalo de magnitudes aparentes.

EMA ----- error de placa para cada placa por zonas.

NCI ----- número de estrellas de cada placa por zonas.

ERR ----- diferencia entre el valor de la magnitud en cada placa y el valor medio de la magnitud en las restantes placas.

R ----- coeficientes de la corrección de las placas U.

BUV ----- valor final de las magnitudes de cada color.

Las sentencias 7 a 20 y la 40 leen los datos de entrada siéndo NCUV el número de coeficientes necesarios para la corrección de las placas U.

Las sentencias 21 a 47 preparan los datos y calculan los límites de cada zona de la placa.

Las sentencias 48 a 59 calculan los valores iniciales de las magnitudes B de cada placa y el valor medio de todos ellos.

Las sentencias 63 a 88 calculan los valores de las magnitudes

tudes B corregidas y el error típico de la magnitud B final, eliminando las magnitudes de aquellas placas cuya diferencia con la media sea mayor que  $3\sigma$ , para errores  $> 0.10$ .

Las sentencias 89 a 99 calculan el error de placa para las placas B.

Las sentencias 100 a 108 calculan el error de campo para las placas B.

Las sentencias 109 a 115 calculan el valor medio de los errores típicos de las magnitudes B por intervalos de magnitud aparente.

Las sentencias 119 y 160 calculan las magnitudes U de cada placa corregidas y su valor medio.

Las sentencias 164 a 197 calculan el error típico de la magnitud U final, eliminando las magnitudes de aquellas placas cuya diferencia con la media sea mayor que  $3\sigma$ , para errores mayores que 0.10.

Las sentencias 198 a 218 calculan el error de placa para las placas U.

Las sentencias 219 a 227 calculan el error de campo para las placas U.

Las sentencias 228 a 234 calculan el valor medio de los errores típicos de las magnitudes U por intervalos de magnitud aparente.

Las sentencias 238 a 276 calculan los valores de la magnitud V corregida para cada placa y el valor medio de todos ellos.

Las sentencias 280 a 319 calculan el error típico de la magnitud  $V$  final, eliminando las magnitudes de aquellas placas cuya diferencia con la media sea mayor que  $3\sigma$ , para errores mayores que 0.10.

Las sentencias 320 a 342 calculan el error de placa para las placas  $V$ .

Las sentencias 343 a 351 calculan el error de campo para las placas  $V$ .

Las sentencias 352 a 358 calculan el valor medio de los errores típicos de la magnitud  $V$  final, por intervalos de magnitud aparente.

Las sentencias 359 a 364 corrigen las magnitudes de ecuación de color y ecuación de magnitud.

Las sentencias 368 a 371 escriben los resultados para cada placa con el valor medio y su error tal como aparecen a continuación en este mismo apéndice. (páginas 127 a 150).

Las sentencias 374 a 411 escriben los errores de placa, errores de campo y el valor medio de los errores típicos de las magnitudes.

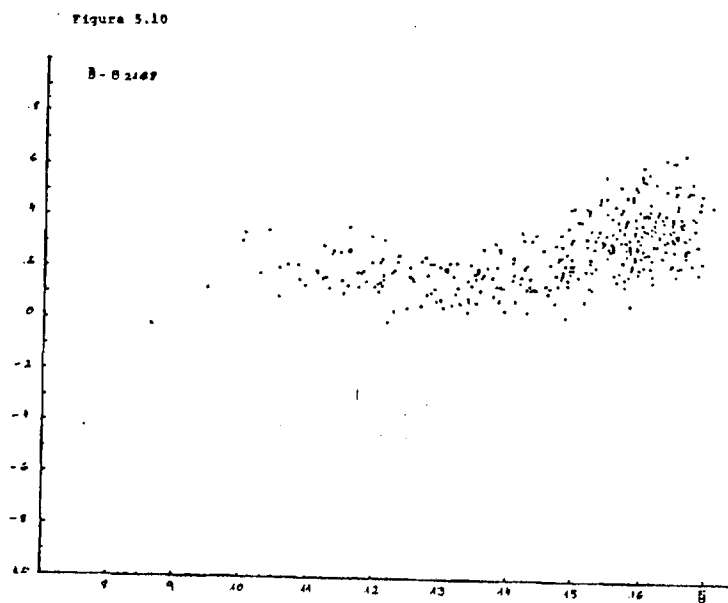
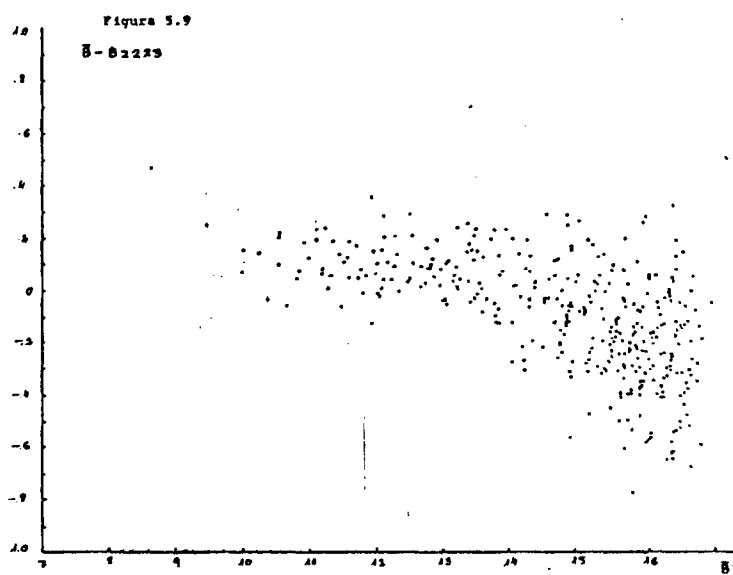


Figura 5.11

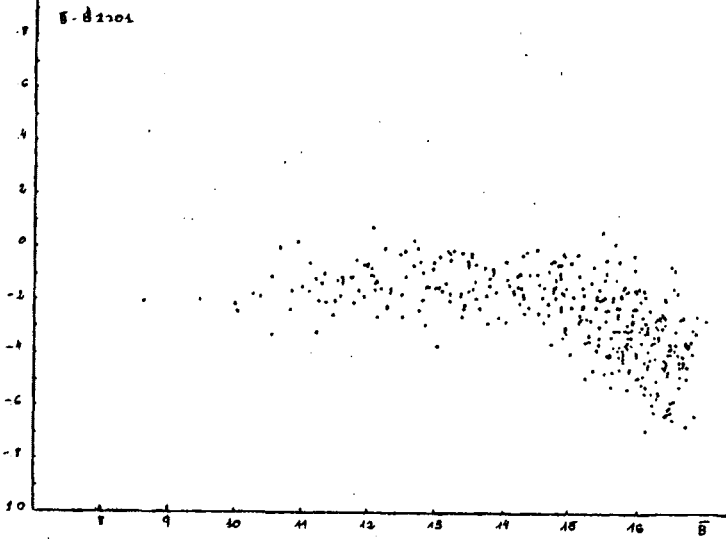


Figura 5.12

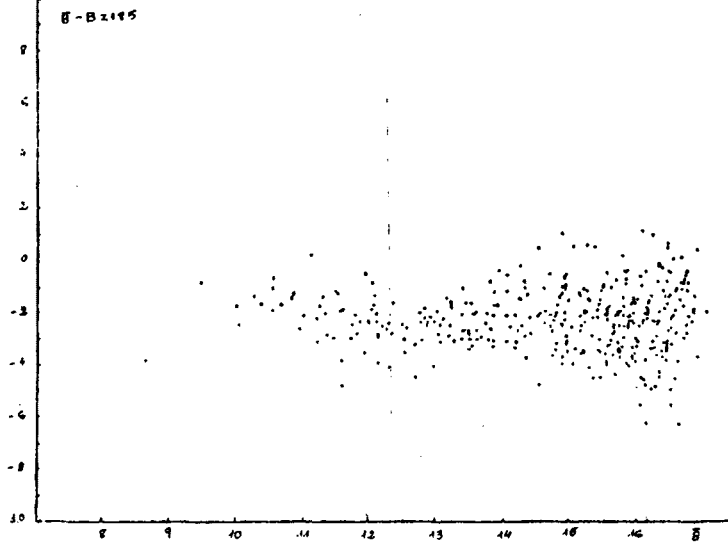


Figure 5.13

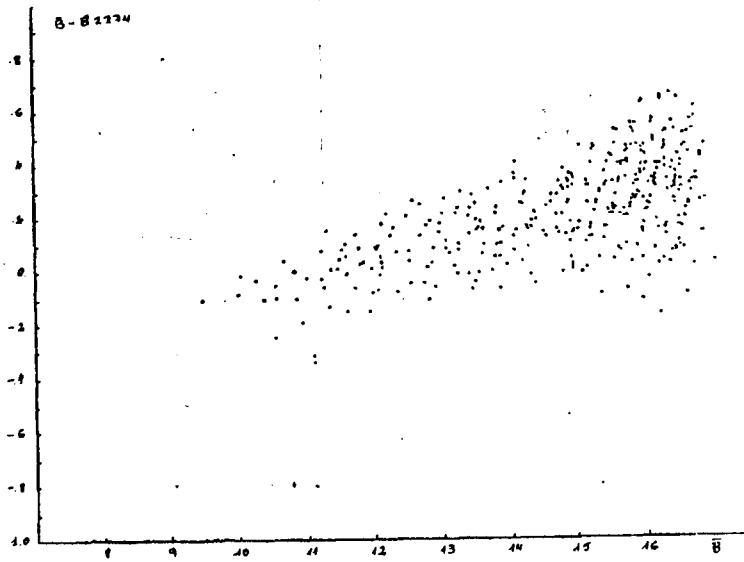
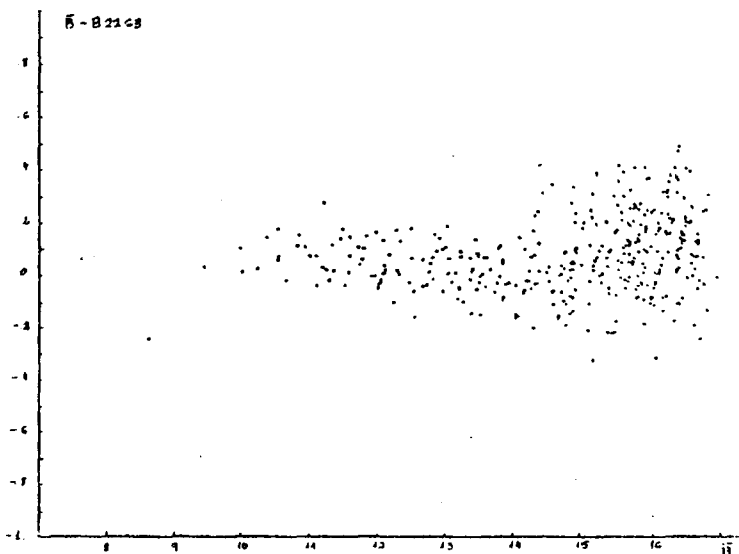


Figure 5.14



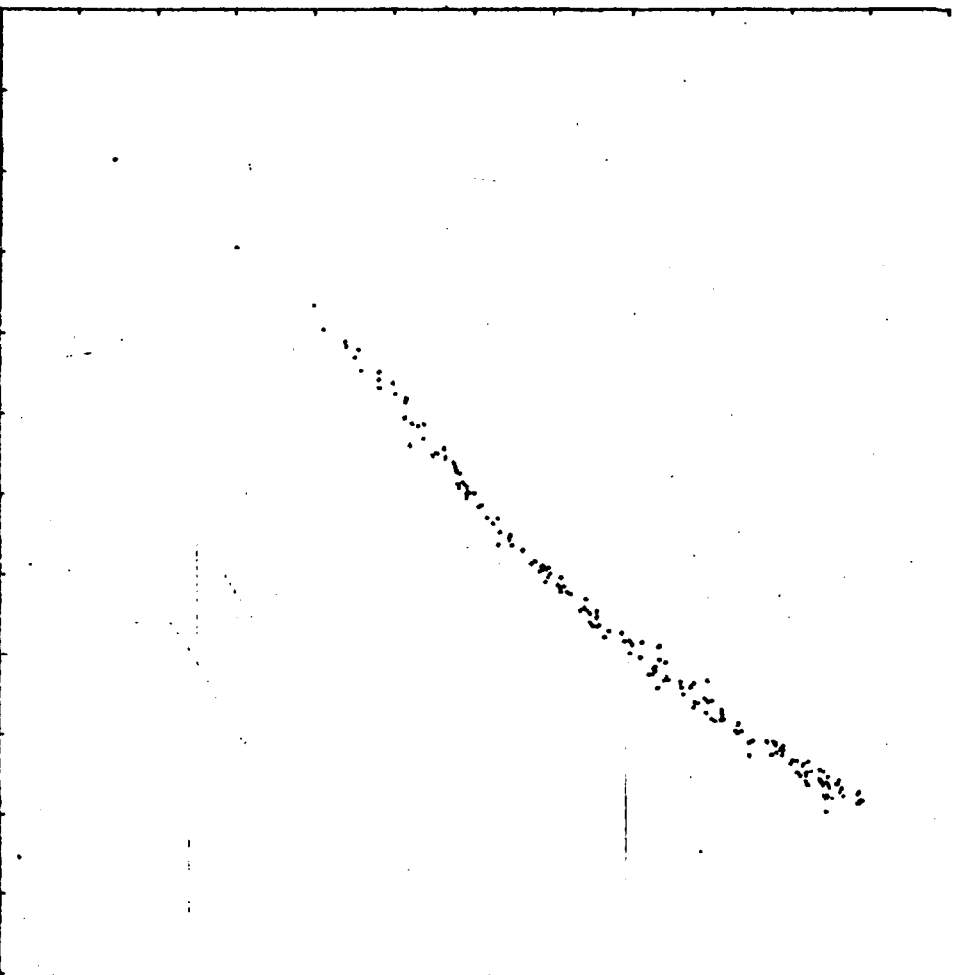
326

MED 2

(U)

11  
16  
15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7

7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17





W.E.	2221	2167	2276	2267	2223	MEJIA	WFM	2166	2167	2222	MIKJ	MEJIA	WFM	2166	MIKJ	2167	2222	MEJIA	WFM	
97	11.54	11.70	11.80	11.81	11.82	11.83	11.84	11.85	11.86	11.87	11.88	11.89	11.90	11.91	11.92	11.93	11.94	11.95	11.96	11.97
98	11.98	12.00	12.02	12.04	12.06	12.08	12.10	12.12	12.14	12.16	12.18	12.20	12.22	12.24	12.26	12.28	12.30	12.32	12.34	12.36
99	12.38	12.40	12.42	12.44	12.46	12.48	12.50	12.52	12.54	12.56	12.58	12.60	12.62	12.64	12.66	12.68	12.70	12.72	12.74	12.76
100	12.78	12.80	12.82	12.84	12.86	12.88	12.90	12.92	12.94	12.96	12.98	13.00	13.02	13.04	13.06	13.08	13.10	13.12	13.14	13.16
101	13.18	13.20	13.22	13.24	13.26	13.28	13.30	13.32	13.34	13.36	13.38	13.40	13.42	13.44	13.46	13.48	13.50	13.52	13.54	13.56
102	13.58	13.60	13.62	13.64	13.66	13.68	13.70	13.72	13.74	13.76	13.78	13.80	13.82	13.84	13.86	13.88	13.90	13.92	13.94	13.96
103	13.98	14.00	14.02	14.04	14.06	14.08	14.10	14.12	14.14	14.16	14.18	14.20	14.22	14.24	14.26	14.28	14.30	14.32	14.34	14.36
104	14.38	14.40	14.42	14.44	14.46	14.48	14.50	14.52	14.54	14.56	14.58	14.60	14.62	14.64	14.66	14.68	14.70	14.72	14.74	14.76
105	14.78	14.80	14.82	14.84	14.86	14.88	14.90	14.92	14.94	14.96	14.98	15.00	15.02	15.04	15.06	15.08	15.10	15.12	15.14	15.16
106	15.18	15.20	15.22	15.24	15.26	15.28	15.30	15.32	15.34	15.36	15.38	15.40	15.42	15.44	15.46	15.48	15.50	15.52	15.54	15.56
107	15.58	15.60	15.62	15.64	15.66	15.68	15.70	15.72	15.74	15.76	15.78	15.80	15.82	15.84	15.86	15.88	15.90	15.92	15.94	15.96
108	15.98	16.00	16.02	16.04	16.06	16.08	16.10	16.12	16.14	16.16	16.18	16.20	16.22	16.24	16.26	16.28	16.30	16.32	16.34	16.36
109	16.38	16.40	16.42	16.44	16.46	16.48	16.50	16.52	16.54	16.56	16.58	16.60	16.62	16.64	16.66	16.68	16.70	16.72	16.74	16.76
110	16.78	16.80	16.82	16.84	16.86	16.88	16.90	16.92	16.94	16.96	16.98	17.00	17.02	17.04	17.06	17.08	17.10	17.12	17.14	17.16
111	17.18	17.20	17.22	17.24	17.26	17.28	17.30	17.32	17.34	17.36	17.38	17.40	17.42	17.44	17.46	17.48	17.50	17.52	17.54	17.56
112	17.58	17.60	17.62	17.64	17.66	17.68	17.70	17.72	17.74	17.76	17.78	17.80	17.82	17.84	17.86	17.88	17.90	17.92	17.94	17.96
113	17.98	18.00	18.02	18.04	18.06	18.08	18.10	18.12	18.14	18.16	18.18	18.20	18.22	18.24	18.26	18.28	18.30	18.32	18.34	18.36
114	18.38	18.40	18.42	18.44	18.46	18.48	18.50	18.52	18.54	18.56	18.58	18.60	18.62	18.64	18.66	18.68	18.70	18.72	18.74	18.76
115	18.78	18.80	18.82	18.84	18.86	18.88	18.90	18.92	18.94	18.96	18.98	19.00	19.02	19.04	19.06	19.08	19.10	19.12	19.14	19.16
116	19.18	19.20	19.22	19.24	19.26	19.28	19.30	19.32	19.34	19.36	19.38	19.40	19.42	19.44	19.46	19.48	19.50	19.52	19.54	19.56
117	19.58	19.60	19.62	19.64	19.66	19.68	19.70	19.72	19.74	19.76	19.78	19.80	19.82	19.84	19.86	19.88	19.90	19.92	19.94	19.96
118	19.98	20.00	20.02	20.04	20.06	20.08	20.10	20.12	20.14	20.16	20.18	20.20	20.22	20.24	20.26	20.28	20.30	20.32	20.34	20.36
119	20.38	20.40	20.42	20.44	20.46	20.48	20.50	20.52	20.54	20.56	20.58	20.60	20.62	20.64	20.66	20.68	20.70	20.72	20.74	20.76
120	20.78	20.80	20.82	20.84	20.86	20.88	20.90	20.92	20.94	20.96	20.98	21.00	21.02	21.04	21.06	21.08	21.10	21.12	21.14	21.16
121	21.18	21.20	21.22	21.24	21.26	21.28	21.30	21.32	21.34	21.36	21.38	21.40	21.42	21.44	21.46	21.48	21.50	21.52	21.54	21.56
122	21.58	21.60	21.62	21.64	21.66	21.68	21.70	21.72	21.74	21.76	21.78	21.80	21.82	21.84	21.86	21.88	21.90	21.92	21.94	21.96
123	21.98	22.00	22.02	22.04	22.06	22.08	22.10	22.12	22.14	22.16	22.18	22.20	22.22	22.24	22.26	22.28	22.30	22.32	22.34	22.36
124	22.38	22.40	22.42	22.44	22.46	22.48	22.50	22.52	22.54	22.56	22.58	22.60	22.62	22.64	22.66	22.68	22.70	22.72	22.74	22.76
125	22.78	22.80	22.82	22.84	22.86	22.88	22.90	22.92	22.94	22.96	22.98	23.00	23.02	23.04	23.06	23.08	23.10	23.12	23.14	23.16
126	23.18	23.20	23.22	23.24	23.26	23.28	23.30	23.32	23.34	23.36	23.38	23.40	23.42	23.44	23.46	23.48	23.50	23.52	23.54	23.56
127	23.58	23.60	23.62	23.64	23.66	23.68	23.70	23.72	23.74	23.76	23.78	23.80	23.82	23.84	23.86	23.88	23.90	23.92	23.94	23.96
128	23.98	24.00	24.02	24.04	24.06	24.08	24.10	24.12	24.14	24.16	24.18	24.20	24.22	24.24	24.26	24.28	24.30	24.32	24.34	24.36
129	24.38	24.40	24.42	24.44	24.46	24.48	24.50	24.52	24.54	24.56	24.58	24.60	24.62	24.64	24.66	24.68	24.70	24.72	24.74	24.76
130	24.78	24.80	24.82	24.84	24.86	24.88	24.90	24.92	24.94	24.96	24.98	25.00	25.02	25.04	25.06	25.08	25.10	25.12	25.14	25.16
131	25.18	25.20	25.22	25.24	25.26	25.28	25.30	25.32	25.34	25.36	25.38	25.40	25.42	25.44	25.46	25.48	25.50	25.52	25.54	25.56
132	25.58	25.60	25.62	25.64	25.66	25.68	25.70	25.72	25.74	25.76	25.78	25.80	25.82	25.84	25.86	25.88	25.90	25.92	25.94	25.96
133	25.98	26.00	26.02	26.04	26.06	26.08	26.10	26.12	26.14	26.16	26.18	26.20	26.22	26.24	26.26	26.28	26.30	26.32	26.34	26.36
134	26.38	26.40	26.42	26.44	26.46	26.48	26.50	26.52	26.54	26.56	26.58	26.60	26.62	26.64	26.66	26.68	26.70	26.72	26.74	26.76
135	26.78	26.80	26.82	26.84	26.86	26.88	26.90	26.92	26.94	26.96	26.98	27.00	27.02	27.04	27.06	27.08	27.10	27.12	27.14	27.16
136	27.18	27.20	27.22	27.24	27.26	27.28	27.30	27.32	27.34	27.36	27.38	27.40	27.42	27.44	27.46	27.48	27.50	27.52	27.54	27.56
137	27.58	27.60	27.62	27.64	27.66	27.68	27.70	27.72	27.74	27.76	27.78	27.80	27.82	27.84	27.86	27.88	27.90	27.92	27.94	27.96
138	27.98	28.00	28.02	28.04	28.06	28.08	28.10	28.12	28.14	28.16	28.18	28.20	28.22	28.24	28.26	28.28	28.30	28.32	28.34	28.36
139	28.38	28.40	28.42	28.44	28.46	28.48	28.50	28.52	28.54	28.56	28.58	28.60	28.62	28.64	28.66	28.68	28.70	28.72	28.74	28.76
140	28.78	28.80	28.82	28.84	28.86	28.88	28.90	28.92	28.94	28.96	28.98	29.00	29.02	29.04	29.06	29.08	29.10	29.12	29.14	29.16
141	29.18	29.20	29.22	29.24	29.26	29.28	29.30	29.32	29.34	29.36	29.38	29.40	29.42	29.44	29.46	29.48	29.50	29.52	29.54	29.56
142	29.58	29.60	29.62	29.64	29.66	29.68	29.70	29.72	29.74	29.76	29.78	29.80	29.82	29.84	29.86	29.88	29.90	29.92	29.94	29.96
143	29.98	30.00	30.02	30.04	30.06	30.08	30.10	30.12	30.14	30.16	30.18	30.20	30.22	30.24	30.26	30.28	30.30	30.32	30.34	30.36
144	30.38	30.40	30.42	30.44	30.46	30.48	30.50	30.52	30.54	30.56	30.58	30.60	30.62	30.64	30.66	30.68	30.70	30.72	30.74	30.76
145	30.78	30.80	30.82	30.84	30.86	30.88	30.90	30.92	30.94	30.96	30.98	31.00	31.02	31.04	31.06	31.08	31.10	31.12	31.14	31.16
146	31.18	31.20	31.22	31.24	31.26	31.28	31.30	31.32	31.34	31.36	31.38	31.40	31.42	31.44	31.46	31.48	31.50	31.52	31.54	31.56
147	31.58	31.60	31.62	31.64	31.66	31.68	31.70	31.72	31.74	31.76	31.78	31.80	31.82	31.84	31.86	31.88	31.90	31.92	31.94	31.96

W.E.	2221	2167	2276	2267	2223	MEJIA	WFM	2166	2167	2222	MIKJ	MEJIA	WFM	2166	MIKJ	2167	2222	MEJIA	WFM	
148	31.98	32.00	32.02	32.04	32.06	32.08	32.10	32.12	32.14	32.16	32.18	32.20	32.22	32.24	32.26	32.28	32.30	32.32	32.34	32.36
149	32.38	32.40	32.42	32.44	32.46	32.48	32.50	32.52	32.54	32.56	32.58	32.60	32.62	32.64	32.66	32.68	32.70	32.72	32.74	32.76
150	32.78	32.80	32.82	32.84	32.86	32.88	32.90	32.92	32.94	32.96	32.98	33.00	33.02	33.04	33.06	33.08	33.10	33.12	33.14	33.16
151	33.18	33.20	33.22	33.24	33.26	33.28	33.30	33.32	33.34	33.36	33.38	33.40	33.42	33.44	33.46	33.48	33.50	33.52	33.54	33.56
152	33.58	33.60	33.62	33.64	33.66	33.68	33.70	33.72	33.74	33.76	33.78	33.80	33.82	33.84	33.86	33.88	33.90	33.92	33.94	33.96
153	33.98	34.00	34.02	34.04																

YE	2100	2211	2100	2276	2263	2273	MEIA	ME	2100	2107	2222	MEWJ	MEIA	ME	2100	MEWV	2100	2232	MEIA	ME
199	10.39	10.49	10.43	11.90	10.71	11.06	10.27	0.26	10.34	10.49	10.47	10.42	10.47	10.51	10.51	10.37	10.42	10.50	10.50	10.38
200	10.40	10.45	10.44	11.91	10.72	11.07	10.28	0.27	10.35	10.50	10.48	10.43	10.48	10.52	10.52	10.38	10.43	10.51	10.51	10.39
201	10.41	10.46	10.45	11.92	10.73	11.08	10.29	0.28	10.36	10.51	10.49	10.44	10.49	10.53	10.53	10.39	10.44	10.52	10.52	10.40
202	10.42	10.47	10.46	11.93	10.74	11.09	10.30	0.29	10.37	10.52	10.50	10.45	10.50	10.54	10.54	10.40	10.45	10.53	10.53	10.41
203	10.43	10.48	10.47	11.94	10.75	11.10	10.31	0.30	10.38	10.53	10.51	10.46	10.51	10.55	10.55	10.41	10.46	10.54	10.54	10.42
204	10.44	10.49	10.48	11.95	10.76	11.11	10.32	0.31	10.39	10.54	10.52	10.47	10.52	10.56	10.56	10.42	10.47	10.55	10.55	10.43
205	10.45	10.50	10.49	11.96	10.77	11.12	10.33	0.32	10.40	10.55	10.53	10.48	10.53	10.57	10.57	10.43	10.48	10.56	10.56	10.44
206	10.46	10.51	10.50	11.97	10.78	11.13	10.34	0.33	10.41	10.56	10.54	10.49	10.54	10.58	10.58	10.44	10.49	10.57	10.57	10.45
207	10.47	10.52	10.51	11.98	10.79	11.14	10.35	0.34	10.42	10.57	10.55	10.50	10.55	10.59	10.59	10.45	10.50	10.58	10.58	10.46
208	10.48	10.53	10.52	11.99	10.80	11.15	10.36	0.35	10.43	10.58	10.56	10.51	10.56	10.60	10.60	10.46	10.51	10.59	10.59	10.47
209	10.49	10.54	10.53	12.00	10.81	11.16	10.37	0.36	10.44	10.59	10.57	10.52	10.57	10.61	10.61	10.47	10.52	10.60	10.60	10.48
210	10.50	10.55	10.54	12.01	10.82	11.17	10.38	0.37	10.45	10.60	10.58	10.53	10.58	10.62	10.62	10.48	10.53	10.61	10.61	10.49
211	10.51	10.56	10.55	12.02	10.83	11.18	10.39	0.38	10.46	10.61	10.59	10.54	10.59	10.63	10.63	10.49	10.54	10.62	10.62	10.50
212	10.52	10.57	10.56	12.03	10.84	11.19	10.40	0.39	10.47	10.62	10.60	10.55	10.60	10.64	10.64	10.50	10.55	10.63	10.63	10.51
213	10.53	10.58	10.57	12.04	10.85	11.20	10.41	0.40	10.48	10.63	10.61	10.56	10.61	10.65	10.65	10.51	10.56	10.64	10.64	10.52
214	10.54	10.59	10.58	12.05	10.86	11.21	10.42	0.41	10.49	10.64	10.62	10.57	10.62	10.66	10.66	10.52	10.57	10.65	10.65	10.53
215	10.55	10.60	10.59	12.06	10.87	11.22	10.43	0.42	10.50	10.65	10.63	10.58	10.63	10.67	10.67	10.53	10.58	10.66	10.66	10.54
216	10.56	10.61	10.60	12.07	10.88	11.23	10.44	0.43	10.51	10.66	10.64	10.59	10.64	10.68	10.68	10.54	10.59	10.67	10.67	10.55
217	10.57	10.62	10.61	12.08	10.89	11.24	10.45	0.44	10.52	10.67	10.65	10.60	10.65	10.69	10.69	10.55	10.60	10.68	10.68	10.56
218	10.58	10.63	10.62	12.09	10.90	11.25	10.46	0.45	10.53	10.68	10.66	10.61	10.66	10.70	10.70	10.56	10.61	10.69	10.69	10.57
219	10.59	10.64	10.63	12.10	10.91	11.26	10.47	0.46	10.54	10.69	10.67	10.62	10.67	10.71	10.71	10.57	10.62	10.70	10.70	10.58
220	10.60	10.65	10.64	12.11	10.92	11.27	10.48	0.47	10.55	10.70	10.68	10.63	10.68	10.72	10.72	10.58	10.63	10.71	10.71	10.59
221	10.61	10.66	10.65	12.12	10.93	11.28	10.49	0.48	10.56	10.71	10.69	10.64	10.69	10.73	10.73	10.59	10.64	10.72	10.72	10.60
222	10.62	10.67	10.66	12.13	10.94	11.29	10.50	0.49	10.57	10.72	10.70	10.65	10.70	10.74	10.74	10.60	10.65	10.73	10.73	10.61
223	10.63	10.68	10.67	12.14	10.95	11.30	10.51	0.50	10.58	10.73	10.71	10.66	10.71	10.75	10.75	10.61	10.66	10.74	10.74	10.62
224	10.64	10.69	10.68	12.15	10.96	11.31	10.52	0.51	10.59	10.74	10.72	10.67	10.72	10.76	10.76	10.62	10.67	10.75	10.75	10.63
225	10.65	10.70	10.69	12.16	10.97	11.32	10.53	0.52	10.60	10.75	10.73	10.68	10.73	10.77	10.77	10.63	10.68	10.76	10.76	10.64
226	10.66	10.71	10.70	12.17	10.98	11.33	10.54	0.53	10.61	10.76	10.74	10.69	10.74	10.78	10.78	10.64	10.69	10.77	10.77	10.65
227	10.67	10.72	10.71	12.18	10.99	11.34	10.55	0.54	10.62	10.77	10.75	10.70	10.75	10.79	10.79	10.65	10.70	10.78	10.78	10.66
228	10.68	10.73	10.72	12.19	11.00	11.35	10.56	0.55	10.63	10.78	10.76	10.71	10.76	10.80	10.80	10.66	10.71	10.79	10.79	10.67
229	10.69	10.74	10.73	12.20	11.01	11.36	10.57	0.56	10.64	10.79	10.77	10.72	10.77	10.81	10.81	10.67	10.72	10.80	10.80	10.68
230	10.70	10.75	10.74	12.21	11.02	11.37	10.58	0.57	10.65	10.80	10.78	10.73	10.78	10.82	10.82	10.68	10.73	10.81	10.81	10.69
231	10.71	10.76	10.75	12.22	11.03	11.38	10.59	0.58	10.66	10.81	10.79	10.74	10.79	10.83	10.83	10.69	10.74	10.82	10.82	10.70
232	10.72	10.77	10.76	12.23	11.04	11.39	10.60	0.59	10.67	10.82	10.80	10.75	10.80	10.84	10.84	10.70	10.75	10.83	10.83	10.71
233	10.73	10.78	10.77	12.24	11.05	11.40	10.61	0.60	10.68	10.83	10.81	10.76	10.81	10.85	10.85	10.71	10.76	10.84	10.84	10.72
234	10.74	10.79	10.78	12.25	11.06	11.41	10.62	0.61	10.69	10.84	10.82	10.77	10.82	10.86	10.86	10.72	10.77	10.85	10.85	10.73
235	10.75	10.80	10.79	12.26	11.07	11.42	10.63	0.62	10.70	10.85	10.83	10.78	10.83	10.87	10.87	10.73	10.78	10.86	10.86	10.74
236	10.76	10.81	10.80	12.27	11.08	11.43	10.64	0.63	10.71	10.86	10.84	10.79	10.84	10.88	10.88	10.74	10.79	10.87	10.87	10.75
237	10.77	10.82	10.81	12.28	11.09	11.44	10.65	0.64	10.72	10.87	10.85	10.80	10.85	10.89	10.89	10.75	10.80	10.88	10.88	10.76
238	10.78	10.83	10.82	12.29	11.10	11.45	10.66	0.65	10.73	10.88	10.86	10.81	10.86	10.90	10.90	10.76	10.81	10.89	10.89	10.77
239	10.79	10.84	10.83	12.30	11.11	11.46	10.67	0.66	10.74	10.89	10.87	10.82	10.87	10.91	10.91	10.77	10.82	10.90	10.90	10.78
240	10.80	10.85	10.84	12.31	11.12	11.47	10.68	0.67	10.75	10.90	10.88	10.83	10.88	10.92	10.92	10.78	10.83	10.91	10.91	10.79
241	10.81	10.86	10.85	12.32	11.13	11.48	10.69	0.68	10.76	10.91	10.89	10.84	10.89	10.93	10.93	10.79	10.84	10.92	10.92	10.80
242	10.82	10.87	10.86	12.33	11.14	11.49	10.70	0.69	10.77	10.92	10.90	10.85	10.90	10.94	10.94	10.80	10.85	10.93	10.93	10.81
243	10.83	10.88	10.87	12.34	11.15	11.50	10.71	0.70	10.78	10.93	10.91	10.86	10.91	10.95	10.95	10.81	10.86	10.94	10.94	10.82
244	10.84	10.89	10.88	12.35	11.16	11.51	10.72	0.71	10.79	10.94	10.92	10.87	10.92	10.96	10.96	10.82	10.87	10.95	10.95	10.83
245	10.85	10.90	10.89	12.36	11.17	11.52	10.73	0.72	10.80	10.95	10.93	10.88	10.93	10.97	10.97	10.83	10.88	10.96	10.96	10.84
246	10.86	10.91	10.90	12.37	11.18	11.53	10.74	0.73	10.81	10.96	10.94	10.89	10.94	10.98	10.98	10.84	10.89	10.97	10.97	10.85
247	10.87	10.92	10.91	12.38	11.19	11.54	10.75	0.74	10.82	10.97	10.95	10.90	10.95	11.00	11.00	10.85	10.90	10.98	10.98	10.86
248	10.88	10.93	10.92	12.39	11.20	11.55	10.76	0.75	10.83	10.98	10.96	10.91	10.96	11.01	11.01	10.86	10.91	10.99	10.99	10.87
249	10.89	10.94	10.93	12.40	11.21	11.56	10.77	0.76	10.84	10.99	10.97	10.92	10.97	11.02	11.02	10.87	10.92	11.00	11.00	10.88
250	10.90	10.95	10.94	12.41	11.22	11.57	10.78	0.77	10.85	11.00	10.98	10.93	10.98	11.03	11.03	10.88	10.93	11.01	11.01	10.89
251	10.91	10.96	10.95	12.42	11.23	11.58	10.79	0.78	10.86	11.01	10.99	10.94	10.99	11.04	11.04	10.89	10.94	11.02	11.02	10.90
252	10.92	10.97	10.96	12.43	11.24	11.59	10.80	0.79	10.87	11.02	11.00	10.95	11.00	11.05	11.05	10.90	10.95	11.03	11.03	10.91
253	10.93	10.98	10.97	12.44	11.25	11.60	10.81	0.80	10.88	11.03	11.01	10.96	11.01	11.06	11.06	10.91	10.96	11.04	11.04	10.92
254	10.94	10.99	10.98	12.45	11.26	11.61	10.82	0.81	10.89	11.04	11.02	10.97	11.02	11.07	11.07	10.92	10.97	11.05	11.05	10.93
255	10.95	11.00	10.99	12.46	11.27	11.62	10.83	0.82	10.90	11.05	11.03	10.98	11.03	11.08	11.08	10.93	10.98	11.06	11.06	10.94
256	10.96	11.01	11.00	12.47	11.28	11.63	10.84	0.83	10.91	11.0										

















Table with multiple columns of numerical data, likely representing a grid or matrix. The columns are labeled with numbers and the rows contain numerical values.

Table with multiple columns of numerical data, likely representing a grid or matrix. The columns are labeled with numbers and the rows contain numerical values.

ME	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300
1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400																			

ME	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300
1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400																																																																					

M.E. 2000 2201 2105 2274 2263 2223 ME10A HSP 2104 2167 2222 MWJ MEDIA HEM 2106 HEMV 2167 2207 MEDIA HEM

Table with multiple columns of numerical data, likely representing measurements or coordinates. The data is organized in a grid-like structure with many rows and columns.

M.E. 2000 2201 2105 2274 2263 2223 ME10A HSP 2104 2167 2222 MWJ MEDIA HEM 2106 HEMV 2167 2207 MEDIA HEM

Table with multiple columns of numerical data, similar to the one above, representing a second set of measurements or coordinates.

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500									

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																								
1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526	1527	1528	1529	1530	1531	1532	1533	1534	1535	1536	1537	1538	1539	1540	1541	1542	1543	1544	1545	1546	1547	1548	1549	1550	1551	1552	1553	1554	1555	1556	1557	1558	1559	1560	1561	1562	1563	1564	1565	1566	1567	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582	1583	1584	1585	1586	1587	1588	1589	1590	1591	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598	1599	1600

№	2291	2135	2274	2263	2223	№1014	№11	2186	2167	2222	№101	№1014	№11	2186	№101	2167	2222	№1014	№11	
1526	15.05	15.12	15.18	15.17	15.16	15.09	15.04	15.07	15.16	15.15	15.03	15.08	15.08	15.04	15.04	15.05	15.12	15.04	15.01	15.02
1527	15.10	15.13	15.14	15.13	15.12	15.09	15.04	15.07	15.16	15.15	15.03	15.08	15.08	15.04	15.04	15.05	15.12	15.04	15.01	15.02
1528	15.15	15.18	15.19	15.18	15.17	15.14	15.09	15.07	15.16	15.15	15.03	15.08	15.08	15.04	15.04	15.05	15.12	15.04	15.01	15.02
1529	15.20	15.23	15.24	15.23	15.22	15.19	15.14	15.11	15.20	15.19	15.07	15.12	15.12	15.08	15.08	15.05	15.12	15.04	15.01	15.02
1530	15.25	15.28	15.29	15.28	15.27	15.24	15.19	15.16	15.25	15.24	15.12	15.17	15.17	15.13	15.13	15.10	15.12	15.04	15.01	15.02
1531	15.30	15.33	15.34	15.33	15.32	15.29	15.24	15.21	15.30	15.29	15.17	15.22	15.22	15.18	15.18	15.15	15.12	15.04	15.01	15.02
1532	15.35	15.38	15.39	15.38	15.37	15.34	15.29	15.26	15.35	15.34	15.22	15.27	15.27	15.23	15.23	15.20	15.12	15.04	15.01	15.02
1533	15.40	15.43	15.44	15.43	15.42	15.39	15.34	15.31	15.40	15.39	15.26	15.31	15.31	15.27	15.27	15.24	15.12	15.04	15.01	15.02
1534	15.45	15.48	15.49	15.48	15.47	15.44	15.39	15.36	15.45	15.44	15.32	15.37	15.37	15.33	15.33	15.30	15.12	15.04	15.01	15.02
1535	15.50	15.53	15.54	15.53	15.52	15.49	15.44	15.41	15.50	15.49	15.36	15.41	15.41	15.37	15.37	15.34	15.12	15.04	15.01	15.02
1536	15.55	15.58	15.59	15.58	15.57	15.54	15.49	15.46	15.55	15.54	15.42	15.47	15.47	15.43	15.43	15.40	15.12	15.04	15.01	15.02
1537	16.00	16.03	16.04	16.03	16.02	15.59	15.54	15.51	16.00	15.99	15.46	16.01	16.01	15.57	15.57	15.54	15.12	15.04	15.01	15.02
1538	16.05	16.08	16.09	16.08	16.07	16.04	15.99	15.96	16.05	16.04	15.52	16.03	16.03	15.59	15.59	15.56	15.12	15.04	15.01	15.02
1539	16.10	16.13	16.14	16.13	16.12	16.09	16.04	16.01	16.10	16.09	15.56	16.05	16.05	15.61	15.61	15.58	15.12	15.04	15.01	15.02
1540	16.15	16.18	16.19	16.18	16.17	16.14	16.09	16.06	16.15	16.14	15.60	16.07	16.07	15.65	15.65	15.62	15.12	15.04	15.01	15.02
1541	16.20	16.23	16.24	16.23	16.22	16.19	16.14	16.11	16.20	16.19	15.64	16.09	16.09	15.69	15.69	15.66	15.12	15.04	15.01	15.02
1542	16.25	16.28	16.29	16.28	16.27	16.24	16.19	16.16	16.25	16.24	15.68	16.13	16.13	15.73	15.73	15.70	15.12	15.04	15.01	15.02
1543	16.30	16.33	16.34	16.33	16.32	16.29	16.24	16.21	16.30	16.29	15.72	16.17	16.17	15.77	15.77	15.74	15.12	15.04	15.01	15.02
1544	16.35	16.38	16.39	16.38	16.37	16.34	16.29	16.26	16.35	16.34	15.76	16.21	16.21	15.81	15.81	15.78	15.12	15.04	15.01	15.02
1545	16.40	16.43	16.44	16.43	16.42	16.39	16.34	16.31	16.40	16.39	15.80	16.25	16.25	15.85	15.85	15.82	15.12	15.04	15.01	15.02
1546	16.45	16.48	16.49	16.48	16.47	16.44	16.39	16.36	16.45	16.44	15.84	16.29	16.29	15.89	15.89	15.86	15.12	15.04	15.01	15.02
1547	16.50	16.53	16.54	16.53	16.52	16.49	16.44	16.41	16.50	16.49	15.88	16.33	16.33	15.93	15.93	15.90	15.12	15.04	15.01	15.02
1548	16.55	16.58	16.59	16.58	16.57	16.54	16.49	16.46	16.55	16.54	15.92	16.37	16.37	15.97	15.97	15.94	15.12	15.04	15.01	15.02
1549	17.00	17.03	17.04	17.03	17.02	16.99	16.94	16.91	17.00	16.99	15.96	16.41	16.41	16.01	16.01	15.98	15.12	15.04	15.01	15.02
1550	17.05	17.08	17.09	17.08	17.07	17.04	16.99	16.96	17.05	17.04	16.00	16.45	16.45	16.05	16.05	16.02	15.12	15.04	15.01	15.02
1551	17.10	17.13	17.14	17.13	17.12	17.09	17.04	17.01	17.10	17.09	16.04	16.49	16.49	16.09	16.09	16.06	15.12	15.04	15.01	15.02
1552	17.15	17.18	17.19	17.18	17.17	17.14	17.09	17.06	17.15	17.14	16.08	16.53	16.53	16.13	16.13	16.10	15.12	15.04	15.01	15.02
1553	17.20	17.23	17.24	17.23	17.22	17.19	17.14	17.11	17.20	17.19	16.12	16.57	16.57	16.17	16.17	16.14	15.12	15.04	15.01	15.02
1554	17.25	17.28	17.29	17.28	17.27	17.24	17.19	17.16	17.25	17.24	16.16	16.61	16.61	16.21	16.21	16.18	15.12	15.04	15.01	15.02
1555	17.30	17.33	17.34	17.33	17.32	17.29	17.24	17.21	17.30	17.29	16.20	16.65	16.65	16.25	16.25	16.22	15.12	15.04	15.01	15.02
1556	17.35	17.38	17.39	17.38	17.37	17.34	17.29	17.26	17.35	17.34	16.24	16.69	16.69	16.29	16.29	16.26	15.12	15.04	15.01	15.02
1557	17.40	17.43	17.44	17.43	17.42	17.39	17.34	17.31	17.40	17.39	16.28	16.73	16.73	16.33	16.33	16.30	15.12	15.04	15.01	15.02
1558	17.45	17.48	17.49	17.48	17.47	17.44	17.39	17.36	17.45	17.44	16.32	16.77	16.77	16.37	16.37	16.34	15.12	15.04	15.01	15.02
1559	17.50	17.53	17.54	17.53	17.52	17.49	17.44	17.41	17.50	17.49	16.36	16.81	16.81	16.41	16.41	16.38	15.12	15.04	15.01	15.02
1560	17.55	17.58	17.59	17.58	17.57	17.54	17.49	17.46	17.55	17.54	16.40	16.85	16.85	16.45	16.45	16.42	15.12	15.04	15.01	15.02
1561	18.00	18.03	18.04	18.03	18.02	17.99	17.94	17.91	18.00	17.99	16.44	16.89	16.89	16.49	16.49	16.46	15.12	15.04	15.01	15.02
1562	18.05	18.08	18.09	18.08	18.07	18.04	17.99	17.96	18.05	18.04	16.48	16.93	16.93	16.53	16.53	16.50	15.12	15.04	15.01	15.02
1563	18.10	18.13	18.14	18.13	18.12	18.09	18.04	18.01	18.10	18.09	16.52	16.97	16.97	16.57	16.57	16.54	15.12	15.04	15.01	15.02
1564	18.15	18.18	18.19	18.18	18.17	18.14	18.09	18.06	18.15	18.14	16.56	17.01	17.01	16.61	16.61	16.58	15.12	15.04	15.01	15.02
1565	18.20	18.23	18.24	18.23	18.22	18.19	18.14	18.11	18.20	18.19	16.60	17.05	17.05	16.65	16.65	16.62	15.12	15.04	15.01	15.02
1566	18.25	18.28	18.29	18.28	18.27	18.24	18.19	18.16	18.25	18.24	16.64	17.09	17.09	16.69	16.69	16.66	15.12	15.04	15.01	15.02
1567	18.30	18.33	18.34	18.33	18.32	18.29	18.24	18.21	18.30	18.29	16.68	17.13	17.13	16.73	16.73	16.70	15.12	15.04	15.01	15.02
1568	18.35	18.38	18.39	18.38	18.37	18.34	18.29	18.26	18.35	18.34	16.72	17.17	17.17	16.77	16.77	16.74	15.12	15.04	15.01	15.02
1569	18.40	18.43	18.44	18.43	18.42	18.39	18.34	18.31	18.40	18.39	16.76	17.21	17.21	16.81	16.81	16.78	15.12	15.04	15.01	15.02
1570	18.45	18.48	18.49	18.48	18.47	18.44	18.39	18.36	18.45	18.44	16.80	17.25	17.25	16.85	16.85	16.82	15.12	15.04	15.01	15.02
1571	18.50	18.53	18.54	18.53	18.52	18.49	18.44	18.41	18.50	18.49	16.84	17.29	17.29	16.89	16.89	16.86	15.12	15.04	15.01	15.02
1572	18.55	18.58	18.59	18.58	18.57	18.54	18.49	18.46	18.55	18.54	16.88	17.33	17.33	16.93	16.93	16.90	15.12	15.04	15.01	15.02
1573	19.00	19.03	19.04	19.03	19.02	18.99	18.94	18.91	19.00	18.99	16.92	17.37	17.37	16.97	16.97	16.94	15.12	15.04	15.01	15.02
1574	19.05	19.08	19.09	19.08	19.07	19.04	18.99	18.96	19.05	19.04	16.96	17.41	17.41	17.01	17.01	16.98	15.12	15.04	15.01	15.02
1575	19.10	19.13	19.14	19.13	19.12	19.09	19.04	19.01	19.10	19.09	17.00	17.45	17.45	17.05	17.05	17.02	15.12	15.04	15.01	15.02

№	2291	2135	2274	2263	2223	№1014	№11	2186	2167	2222	№101	№1014	№11	2186	№101	2167	2222	№1014	№11
---	------	------	------	------	------	-------	-----	------	------	------	------	-------	-----	------	------	------	------	-------	-----

Y.E	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250					
1026	10.26	10.27	10.28	10.29	10.30	10.31	10.32	10.33	10.34	10.35	10.36	10.37	10.38	10.39	10.40	10.41	10.42	10.43	10.44	10.45	10.46	10.47	10.48	10.49	10.50	10.51	10.52	10.53	10.54	10.55	10.56	10.57	10.58	10.59	10.60	10.61	10.62	10.63	10.64	10.65	10.66	10.67	10.68	10.69	10.70	10.71	10.72	10.73	10.74	10.75	10.76	10.77	10.78	10.79	10.80

Y.E	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300																																																																						
1079	10.79	10.80	10.81	10.82	10.83	10.84	10.85	10.86	10.87	10.88	10.89	10.90	10.91	10.92	10.93	10.94	10.95	10.96	10.97	10.98	10.99	11.00	11.01	11.02	11.03	11.04	11.05	11.06	11.07	11.08	11.09	11.10	11.11	11.12	11.13	11.14	11.15	11.16	11.17	11.18	11.19	11.20	11.21	11.22	11.23	11.24	11.25	11.26	11.27	11.28	11.29	11.30	11.31	11.32	11.33	11.34	11.35	11.36	11.37	11.38	11.39	11.40	11.41	11.42	11.43	11.44	11.45	11.46	11.47	11.48	11.49	11.50	11.51	11.52	11.53	11.54	11.55	11.56	11.57	11.58	11.59	11.60	11.61	11.62	11.63	11.64	11.65	11.66	11.67	11.68	11.69	11.70	11.71	11.72	11.73	11.74	11.75	11.76	11.77	11.78	11.79	11.80	11.81	11.82	11.83	11.84	11.85	11.86	11.87	11.88	11.89	11.90	11.91	11.92	11.93	11.94	11.95	11.96	11.97	11.98	11.99	12.00

N.E. 2000 2201 2105 2276 2262 2223 MEDIA WPM 2104 2107 2222 MIMJ MEDIA WPM 2104 MIMV 2109 2202 MEDIA WPM

Table with multiple columns of numerical data, likely representing performance metrics for various entities or systems. The data is organized in a grid format with approximately 20 columns and 40 rows.

N.E. 2000 2201 2105 2276 2262 2223 MEDIA WPM 2104 2107 2222 MIMJ MEDIA WPM 2104 MIMV 2109 2202 MEDIA WPM

Table with multiple columns of numerical data, similar to the first table, representing performance metrics. It contains approximately 20 columns and 40 rows of data.













APENDICE VI

## VI.1.- SEPARACION ENTRE ENANAS Y GIGANTES.

En nuestro campo en el que la nube de absorción se encuentra a  $(m_V - M_V) \approx 10.80$ , todas las gigantes de magnitud aparente  $m_V < 13.0$  se encuentran delante de la nube y por lo tanto sin enrojecer. Para estas gigantes brillantes (aparentemente) tenemos dos diagramas de dos colores fraccionados.

- 1) el de las estrellas de  $m_V < 12.0$  (fig. 26) en el que se aprecia un claro hueco para la separación, a la altura de las enanas de  $M_V \approx 5.0$ .
- 2) el DDC de las estrellas de magnitud aparente comprendida entre 12 y 13 (fig. 27). En él pueden observarse dos posibles huecos, uno casi imperceptible a la altura de las enanas de  $M_V = 4.8$  y otro un poco mayor para las enanas de  $M_V = 5.4$ . Las estrellas que se encuentran entre estos dos huecos pueden ser tanto enanas como gigantes, por lo tanto hay que comprobar si cumplen la función de enrojecimiento ya que tratándose de sólo 11 estrellas su influencia en las funciones densidad es despreciable. Sólo dos de estas estrellas cumplen la función de enrojecimiento al considerarlas como gigantes, las demás dan una distancia demasiado grande para ser gigantes sin enrojecer. Tratándose de un estudio estadístico en el que no se consideran las estrellas individualmente sino grupos de ellas, todas las estrellas del grupo han de ser enanas o gigantes para que se cumpla el criterio del hueco. Por lo tanto, y dada la proporción

de estrellas del grupo que no pueden ser gigantes, consideramos que todas ellas pertenecen a la clase de luminosidad V.

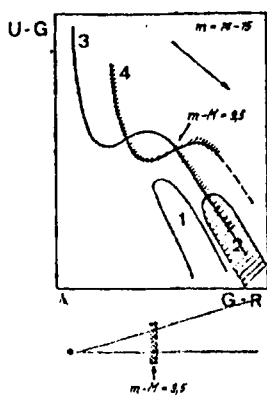
Para las estrellas gigantes de magnitud aparente mayor que 13, de la función de enrojecimiento se deduce que han de estar todas detrás de la nube y por lo tanto enrojecidas. Vamos a ver que no hay posibilidad de confusión entre las gigantes enrojecidas y las enanas enrojecidas para magnitudes aparentes  $m_V > 13.0$ .

Tomando una absorción  $A_V = 0.84$ , absorción media del campo, las magnitudes absolutas de las enanas enrojecidas para cada intervalo de magnitudes aparentes, han de ser:

$m_V$	d(pc)	$M_V$
13.0	>1380	<1.46
13.5	>1380	<1.96
14.0	>1380	<2.46
14.5	>1380	<2.96
15.0	>1380	<3.46
15.25	>1380	<3.96

Tales magnitudes absolutas no son lo suficientemente rojas en el diagrama de dos colores como para poder ser confundida su situación con la de las gigantes rojas, que empiezan a aparecer a partir de las enanas G 5 hacia abajo en el DDC (vease fig. 24). Por lo cual no hay confusión posible entre enanas y gigantes, ambas enrojecidas.

Sin embargo, debido al pequeño valor del enrojecimiento interestelar en la dirección de observación y a las dispersiones existentes en los DDC (dispersión intrínseca de la rama de las gigantes, dispersión observacional en los índices de color de enanas y gigantes), la confusión es de esperar que se presente entre las enanas sin enrojecer y las gigantes enrojecidas. Esta misma confusión se presenta también para el sistema RGU en campos de pequeña absorción. Becker (1962) esquematiza este caso para el RGU de la siguiente manera:



- 1.- Gigantes sin enrojecer
- 2.- Gigantes enrojecidas
- 3.- Enanas sin enrojecer
- 4.- Enanas enrojecidas

Figura 6.1.- Efecto de la extinción interestelar en un DDC; caso de una nube de absorción situada a una distancia de  $m-M=9.5$

En el DDC de Becker se observa que las gigantes sin enrojecer (1) se encuentran claramente separadas, pero las gigantes enrojecidas (2) se superponen completamente a las enanas sin enrojecer (3); estando las enanas enrojecidas (4) por encima de la zona de las gigantes.

En la figura 6.2 puede verse para el sistema UBV el solapamiento de la zona de las gigantes enrojecidas (en línea de trazos fina) con las enanas sin enrojecer (en línea continua gruesa). En esta figura el  $E(B-V)$  se ha tomado igual a 0.25; para valores mayores del enrojecimiento el solapamiento desaparecería pero el estudio de los DDC se haría mucho más complicado debido a la dependencia de la pendiente de enrojecimiento del exceso de color (para grandes valores de la absorción).

La conclusión que puede deducirse de las figuras 6.1 y 6.2 es que, para pequeños valores de la extinción el problema de separación entre enanas y gigantes presenta dificultades similares en ambos sistemas.

En nuestro campo las dificultades aparecen para las estrellas de  $m_v > 13.5$ . Para el intervalo de magnitudes 13-13.5 (fig. 28) se observa un hueco a la altura de las enanas de  $M_v = -6.3$ , con el cual pueden separarse las enanas las gigantes. Para los demás diagramas la separación entre enanas y gigantes no puede hacerse con ayuda del "criterio del hueco" y hay que utilizar el "criterio de la densidad". Para lo cual se hacen dos suposiciones: 1) todas las estrellas del campo son enanas; 2) todas las estrellas del campo situadas en la zona de aparición de las gigantes (zona de las estrellas de la SP de tipo

espectral más tardío que G5) son gigantes. Estas dos suposiciones son para las estrellas de  $m_v > 13.5$ , permaneciendo las de menor magnitud aparente separadas como se indica previamente. Para los dos casos se calcula la función densidad para cada intervalo de magnitudes absolutas.

El número de estrellas que ocupa la zona de la gigantes (para  $m_v > 13.5$ ) es de 150. Como puede observarse en las tablas 6.1. y 6.2 y en las figuras 6.3 a 6.8, el considerar estas estrellas como enanas (caso 1, tabla 6.2) produciría una densidad anormalmente baja, en la función densidad de las gigantes, para distancias mayores que aproximadamente 2Kpc. Sobre todo para distancias mayores que 2.8Kpc es imposible que no haya ninguna gigante sobre la placa, ya que a estas distancias el volumen de cielo comprendido en un intervalo de 200pc en la dirección de observación es muy grande y la magnitud límite de las placas nos indica que las estrellas de  $M_v = 1$  son visibles hasta una distancia de 3404pc. En tan gran volumen es muy improbable que no haya ninguna gigantes de  $M_v = 1$ . Sin embargo, el considerar esas estrellas como gigantes (caso 2, tabla 6.2) no produce una densidad anormalmente alta para las gigantes, lo cual nos indica que bien podrían ser todas gigantes.

Para las enanas las funciones de densidad afectadas por estas estrellas son las correspondientes a magnitudes absolutas menos brillantes que  $M_v = 5$ . El considerar estas estrellas como enanas produce unas funciones densidad para las enanas anormalmente alta (caso 1, tabla 6.1) en los tres intervalos de magnitud absoluta, en los que las densidades son 27 y 11

veces mayores que en los alrededores del Sol. Si consideramos estas estrellas como gigantes, las funciones densidad para las enanas de magnitudes absolutas 5-6, 6-7 y 7-8, toman unos valores ligeramente menores que el valor de la densidad en los alrededores del Sol y que los resultados obtenidos para estas estrellas débiles en otros campos del anticentro.

De estas funciones densidad calculadas con las dos suposiciones se deduce que no es posible que todas las estrellas que se encuentran en la zona de las gigantes de nuestros diagramas de dos colores, sean enanas. Tampoco es posible que todas sean gigantes pues esto produce densidades muy bajas para las enanas, sobre todo en el intervalo  $6 < M_V < 7$ . Luego llegamos a la conclusión que la mayoría de ellas son gigantes sobre todo las que corresponderían a enanas de  $M_V$  entre 6 y 8.

Una vez que se conoce que la mayoría de ellas son gigantes se estudia su posición en cada DDC fraccionado y, teniendo en cuenta que se trata de grupos de estrellas y no de estrellas individuales, se le asigna una clase de luminosidad, por grupos, de la manera convencional en este tipo de trabajos. Campos medidos en el sistema RGU en los que se mezclan las enanas y gigantes de esta manera son, p.ejemplo, los medidos por Hershperger (1973), Becker y Fang (1973) y Topaktas (1975).

Para estos diagramas de dos colores la separación se lleva a cabo estadísticamente, suponiendo que las estrellas enanas se disponen simétricamente alrededor de la SP de tal modo que de

las estrellas que están a la derecha de la SP consideraremos un número igual de enanas como el que haya a la izquierda. Además debe conservarse la forma que presenta la zona de las gigantes en un DDC.

Como para la formación de funciones densidad según clase de luminosidad debe determinarse cuántas estrellas, de una determinada luminosidad, dentro un determinado intervalo de magnitudes absolutas, van cayendo en los sucesivos intervalos de módulo de distancia, no se tiene en cuenta la magnitud absoluta o la luminosidad de cada estrella individual, sino el número relativo de objetos en cada clase de luminosidad, magnitud absoluta e intervalo de distancia.

#### Bibliografía

Becker, W. 1962 Zs. f. Astrophys. 54, 155

Becker, W., Fang, Ch. 1973 Astron. Astrophys. 22, 187

Herberger, Th. 1973 Astron. Astrophys. 22, 195

Topaktas, L. 1975 Astron. Astrophys. Suppl. 20, 269

TABLA 6.1.- FUNCION DENSIDAD DE LAS ESTRELLAS DE LA SECUENCIA PRINCIPAL.

CASO 1: todas las estrellas de  $m_v > 13.5$  tomada como enanas

CASO 2: todas las estrellas de  $m_v > 13.5$  situadas en la zona de las gigantes tomadas como gigantes

CASO 3: solución adoptada en el presente trabajo

$$5 < M_v \leq 6$$

	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
	n°	logD+10	n°	logD+10	n°	logD+10
0		7.54		7.54		7.54
0-200	1	7.14	-		1	7.14
200-400	40	7.90	27	7.72	32	7.80
400-600	127	7.97	70	7.71	81	7.77
600-800	99	7.57	91	7.53	99	7.57
800-1000	95	7.33	95	7.33	95	7.33
1000-1200	56	6.93	56	6.93	56	6.93
1200-1400	17	6.26	17	6.26	17	6.26

$$6 < M_v \leq 7$$

	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
	n°	logD+10	n°	logD+10	n°	logD+10
0		7.52				
0-200	68	8.97	-		-	
200-400	32	7.80	7	7.14	26	7.71
400-600	19	7.14	-		19	7.14
600-800	2	5.87	1	5.57	2	5.87

$$7 < M_v \leq 8$$

	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
	n°	logD+10	n°	logD+10	n°	logD+10
0		7.48				
0-200	27	8.57	-		-	

TABLA 6.2.- FUNCION DENSIDAD PARA LAS GIGANTES ROJAS

CASO 2: todas las estrellas de  $m_v > 13.5$  situadas en la zona de las gigantes tomadas como gigantes

CASO 3: solución adoptada en el presente trabajo.

CASO 1: todas las estrellas de  $m_v > 13.5$  tomadas como enanas.

	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
	n° logD+10		n° logD+10		n° logD+10	
0						
0-200						
200-400	1	6.30	1	6.30	1	6.30
400-600	1	5.86	1	5.86	1	5.86
600-800	4	6.18	4	6.18	4	6.18
800-1000	10	6.36	10	6.36	10	6.36
1000-1200	14	6.33	14	6.33	14	6.33
1200-1400	25	6.44	25	6.44	25	6.44
1400-1600	20	6.21	20	6.21	20	6.21
1600-1800	28	6.25	34	6.34	34	6.34
1800-2000	17	5.94	25	6.10	25	6.10
2000-2200	14	5.77	18	5.88	18	5.88
2200-2400	4	5.14	38	6.12	31	6.03
2400-2600	3	4.95	28	5.92	21	5.79
2600-2800	4	5.00	23	5.76	18	5.66
2800-3000			10	5.34	8	5.24
3000-3200			10	5.28	3	4.76
3200-3400			20	5.53	10	5.23
3400-3600			11	5.22	6	4.96
3600-3800			12	5.21	10	5.13
3800-4000			12	5.15	6	4.86
4000-4200			13	5.15	10	5.04
4200-4400			13	5.15	8	4.90
4400-4600			8	4.86	6	4.74
4600-4800			8	4.82	6	4.70

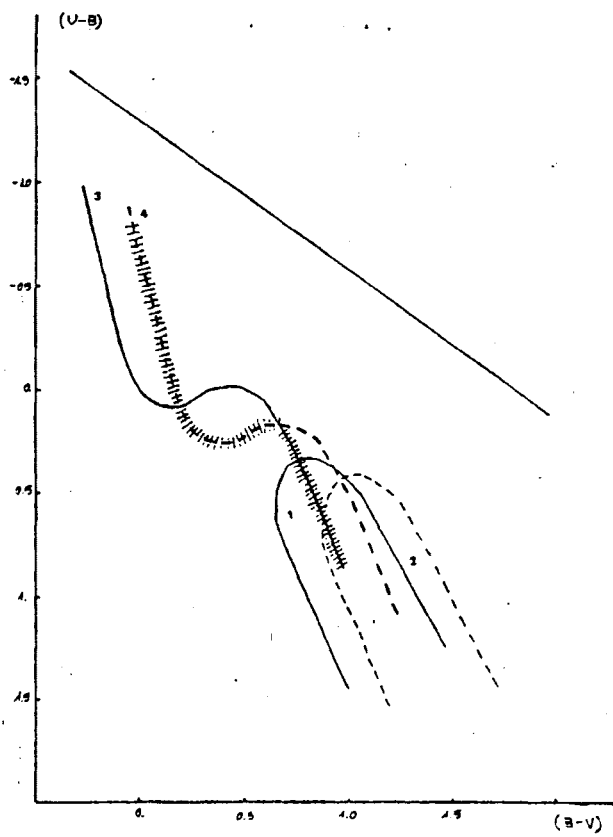


Figura 6.2.- Efecto de la extinción interestelar en el sistema UBV.

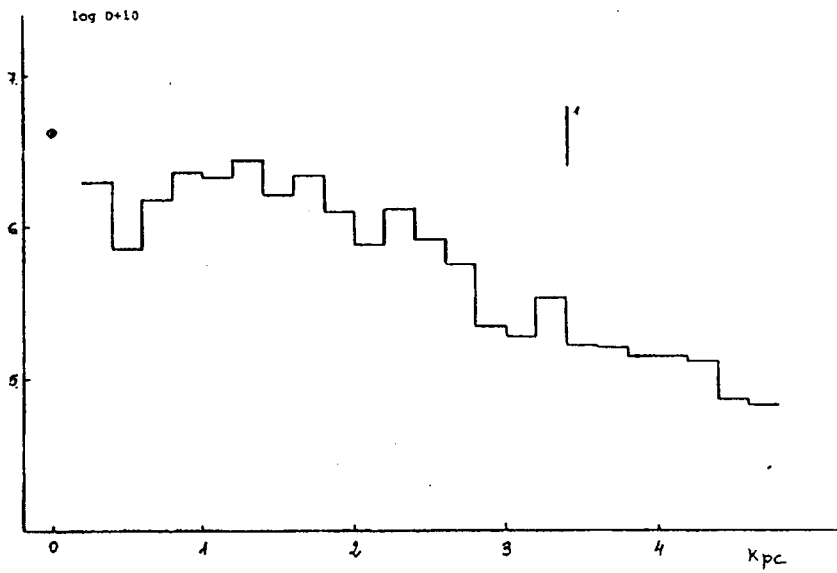


Figura 6.3.- Función densidad de las gigantes (Caso 2, tabla 6.2)

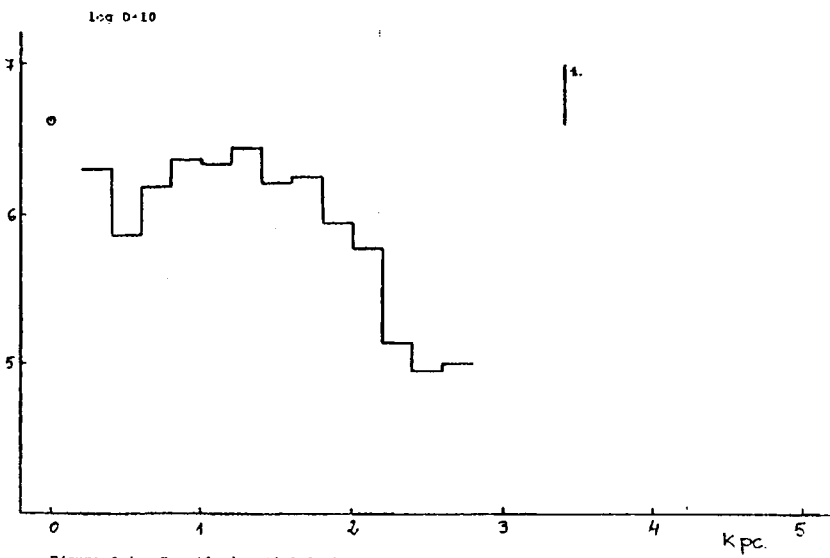


Figura 6.4.- Función densidad de las gigantes (Caso 1, tabla 6.2)

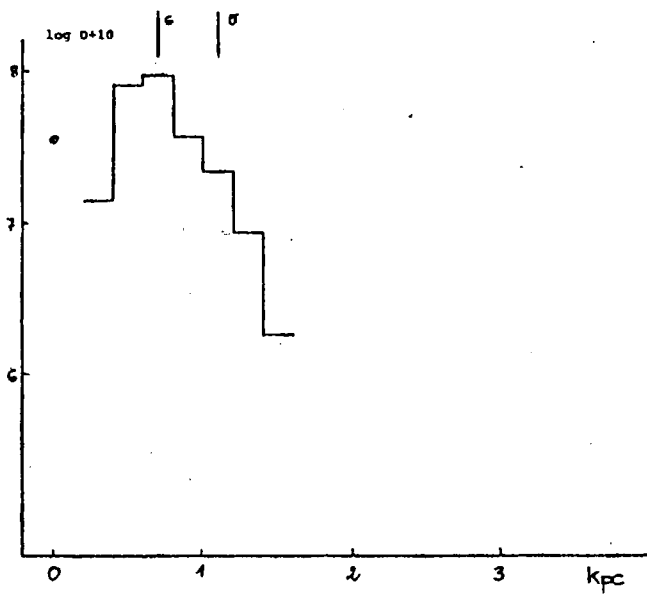


Figura 6.5.- Función densidad de las estrellas de la SP con  $5 < V_0 < 6$ .  
(Caso 1, tabla 6.1)

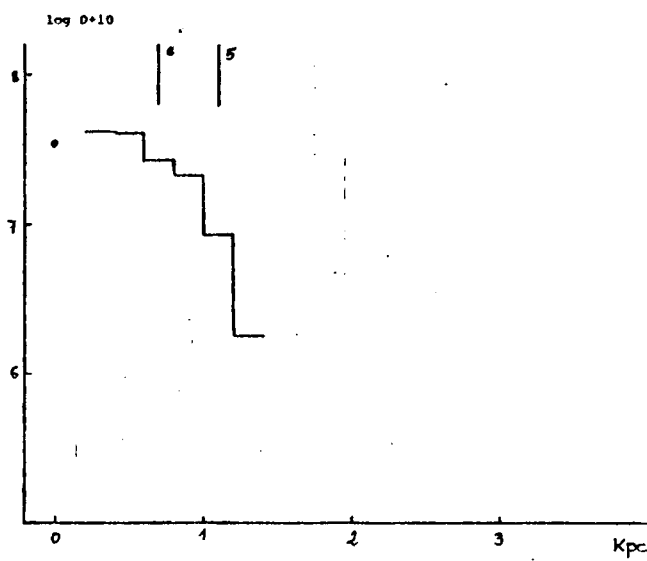


Figura 6.6.- Función densidad de las estrellas de la SP con  $5 < V_0 < 6$ .  
(Caso 2, tabla 6.1)

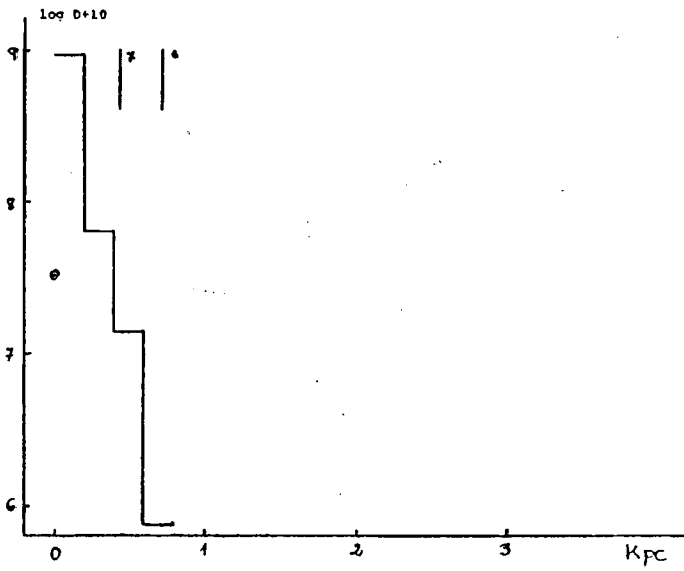


Figura 6.7.- Función densidad de las estrellas de la SP con  $6 < M_v < 7$ .  
(Caso 1, tabla 6.1)

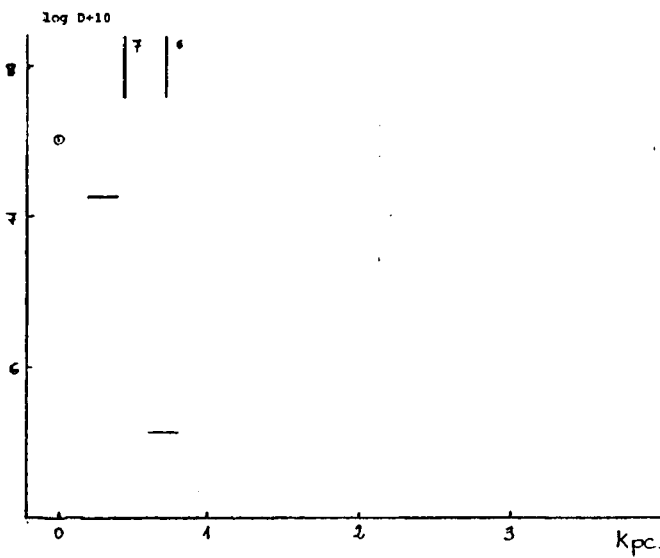


Figura 6.8.- Función densidad de las estrellas de la SP con  $6 < M_v < 7$ .  
(Caso 2, tabla 6.1)

## APENDICE VII

### VII.1. CALCULO DE LAS MAGNITUDES ABSOLUTAS DE LAS ESTRELLAS ENANAS

Como es usual en este tipo de trabajos, se le asigna a cada estrella enana la magnitud absoluta del punto más cercano de la Secuencia Principal. Hasta ahora tal asignación se hacía manualmente para cada estrella y para cada DDC fraccionado. Únicamente en un campo del halo galáctico (Schaltenbrant, 1974) se utilizó un método de cálculo automático por medio de ordenador. Tal método, que tenía en cuenta el intervalo de confianza dentro del cual podían encontrarse los valores observados de los índices de color para la asignación de la magnitud absoluta, resultaba demasiado complicado, necesitando un tiempo de ordenador desmesurado y una gran memoria, por lo que no volvió a ser utilizado en campos posteriores. El método que se utiliza en este trabajo, en cambio, resulta muy sencillo, pudiéndose realizar con un ordenador pequeño o con una calculadora de mesa. Esto facilitará grandemente la reducción de los campos medidos con posterioridad.

El programa para el cálculo de las magnitudes absolutas aparece en el apéndice VIII. Previo al cálculo de la magnitud absoluta, se encuentran en este programa todos los cálculos para corregir de errores de placa las magnitudes de cada color; también está el cálculo de la dispersión de la media ( $\sigma_m$ ) y la eliminación de las medidas cuya diferencia con la media es mayor que  $3\sigma$ . El cálculo de las magnitudes absolutas propiamente dicho comienza en la sentencia 278 y termina en la 481. Este

mismo programa calcula además la función densidad, para las enanas, para seis intervalos de magnitud absoluta.

Las sentencias 2 a 5 dimensionan los datos, teniendo las variables: COEFE, NCE, EE, VINTER, B, U, V, COEFB, COEFU, COEFV, NCB, NCU, NCV, PB, PU, PV, BUUV, los mismos significados que en los programas precedentes siendo los significados de las nuevas variables los siguientes:

PEI .....número de estrellas contenidas en cada intervalo de distancia , por intervalo de magnitudes absolutas.

DS .....valor de la distancia en parsecs.

JA, JB .....valores mínimo y máximo de la distancia, entre los que se define cada intervalo de distancias

VOL .....volumen comprendido entre dos intervalos de distancia.

ERR.....no se utiliza en este programa.

BMVC .....valores del índice de color (B-V) intrínseco.

UMBC .....valores del índice de color (U-B) intrínseco.

MV .....valor de la magnitud absoluta.

AV .....valor de la absorción interestelar Av.

DIST .....distancia de cada estrella a la SP, en unidades de índice de color.

Las sentencias 8 a 26 y la 53 leen los datos de las curvas de calibrado, de la Secuencia Principal teórica y los valo

res del iris de cada estrella.

Las sentencias 30 a 49 calculan los volúmenes comprendidos entre cada dos intervalos de distancia.

Las sentencias 54 a 72 calculan los valores de la magnitud B para cada placa y el valor medio de todos ellos.

Las sentencias 76 a 103 calculan la desviación típica de la media de las magnitudes B y eliminan aquel valor cuya diferencia con la media sea mayor que  $3\sigma$ , volviendo a calcular la media y el error sin este valor.

Las sentencias 107 a 148 calculan los valores de la magnitud U de cada placa y el valor medio de todos ellos.

Las sentencias 152 a 185 calculan la desviación típica de la media de las magnitudes U, de manera análoga a las magnitudes B.

Las sentencias 189 a 227 calculan los valores de las magnitudes V y el valor medio de todos ellos.

Las sentencias 231 a 271 calculan la desviación típica de la media de las magnitudes V, de manera análoga a las magnitudes U y B.

Las sentencias 272 a 277 corrigen las magnitudes medias de ecuación de color y ecuación de magnitud.

Las sentencias 278 a 356 asignan a cada estrella el valor de la extinción interestelar que les corresponde.

Las sentencias 357 a 402 calculan la magnitud absoluta de cada estrella.

Las sentencias 406 a 438 calculan la distancia de la estrella al punto de la SP más cercano y la distancia de la estrella al Sol en parsecs.

Las sentencias 439 a 478 comprueban que la distancia de cada estrella cumple la función de enrojecimiento, asignándole otro valor de la extinción en caso de que no la cumplan y volviendo a calcular la magnitud absoluta y las distancias.

Las sentencias 449, 461 y 475 escriben los resultados para cada estrella.

La sentencia 479 sólo se cumple cuando la estrella no encuentra un valor adecuado de la magnitud absoluta.

Las sentencias 487 a 493 asignan a cada estrella el número correspondiente al intervalo de distancia en el que se encuentran.

Las sentencias 497 a 503 asignan a cada estrella el número correspondiente al intervalo de magnitud absoluta en el que se encuentran.

Las sentencias 507 a 519 cuentan el número de estrellas que se encuentran en cada intervalo de distancia, por intervalos de magnitud absoluta.

Las sentencias 520 a 527 escriben el número de estrellas que se encuentran en cada intervalo de distancias y los valores máximo y mínimo de la distancia en cada intervalo.

Las sentencias 528 a 536 calculan y escriben la densidad de estrellas en cada intervalo de distancias y de magnitud absoluta.

## VII.2. Cálculo de las magnitudes absolutas de las gigantes rojas

Análogamente a como se ha hecho para las estrellas enanas, a las gigantes rojas se les asigna la magnitud absoluta del punto más próximo de la rama de las gigantes.

En este programa, como en el de las enanas, también se calcula la función densidad para las gigantes con un sólo intervalo de magnitudes absolutas. Los significados de las variables son los mismos que en el programa anterior. A partir de la sentencia 278 comienza el cálculo de la magnitud absoluta, asignándole a cada estrella el valor de la absorción que le corresponde, previamente determinada de los diagramas de dos colores fraccionados.

En este programa se calculan también las distancias con ayuda de las magnitudes absolutas medias de Keenan (1963),  $\bar{M}_B=1.2$  y de Schmidt-Kaler (1965),  $\bar{M}_B=1.6$ , para las gigantes de tipos espectrales G0 a M5, así como la distancia determinada a partir de las magnitudes absolutas  $M_V$  de Schmidt-Kaler (1965).

A partir de la sentencia 421 se calcula la función densidad de las gigantes rojas, el programa es el mismo que el de las enanas, a partir de la sentencia 487 de las enanas.

### Bibliografía

Keenan, Ph.C. 1963 Stars and Stellar Systems, vol. III

Schmidt-Kaler 1965 Landolt-Bornstein, vol. VI/I, p. 301

APENDICE VIII

## VIII.1.- PROGRAMA "MAGNITUDES ESTRELLAS SUPERPUESTAS"

UNIVAC OS/3 BASIC FORTRAN, VERSION 4.0  
 THIS COMPILATION DONE ON 79/01/11 AT 11.54

```

0001      PROGRAM MAHEN
0002      DIMENSION NCB(3),COEF(9,3),A(3),P(3)
0003      READ(5,100) NSTD
0004      100 FORMAT(I2)
0005      READ(5,101) NCB
0006      101 FORMAT(3I1)
0007      READ(5,102) COEF
0008      102 FORMAT(6(E12.5,1X),2X)
0009      WRITE(6,13)
0010      13 FORMAT(1H1,7X,'N.      B      U      V      B-V      U-B',/1)
0011      DO 10 I=1,NSTD
0012      READ(5,103) NS,A,R
0013      103 FORMAT(14,1X,F3.1,21X,F3.1,17X,F3.1,22X,A1)
0014      DO 11 J=1,3
0015      IGR=NCB(J)-1
0016      F(J)=COEF(1,J)
0017      DO 12 K=1,IGR
0018      12 P(J)=P(J)+COEF(K+1,J)*A(J)**K
0019      IF(P(J).EQ.COEF(1,J)) P(J)=0
0020      11 CONTINUE
0021      BMV=P(1)-P(3)
0022      UMB=P(2)-P(1)
0023      WRITE(6,14) NS,R,(P(J),J=1,3),BMV,UMB
0024      14 FORMAT(1H ,4X,14,1X,A1,3X,3(F5.2,2X),1X,2(F5.2,2X))
0025      10 CONTINUE
0026      STOP
0027      END

```

## VIII.2.- PROGRAMA MAGNITUDES APARENTES

IIVAC 05/3 EXTENDED FORTRAN, VERSION 4.3 (N 79/12/12 AT 11 4)

```

1.      DIMENSION B(6),U(5),V(6),COEFC(7,6),CCEFU(7,4),COEFC(7,4),NCB(6)
2.      DIMENSION NCU(4),NCV(4),PB(6),PL(6),PV(6)
3.      READ(5,101) NCB,NCU,NCV
4.      READ(5,100) CCEFB,CCEFU,CCEFC
5.      101 FORMAT(18I1)
6.      100 FORMAT(6E12.5,1X),2X)
7.      N=0
8.      C
9.      C      LECTURA DE UNA FICHA DE DATOS
10.     C
11.     J READ(5,102) NE,B,U,V
12.     IF(NE.LE.0) GO TO 9C
13.     N =N +1
14.     102 FORMAT(14,1X,17(F3.1,1X),7X)
15.     C
16.     C      CALCULOS PARA LA B
17.     C
18.     DC 70 I=1,6
19.     IER=NCB(I)-1
20.     PB(I)=CCEFB(I,1)
21.     DC 71 J=1,16R
22.     71 PB(I)=PB(I)+CCEFB(J+1,1)*B(I)**J
23.     IF(PB(I).EQ.CCEFB(I,1)) PB(I)=0
24.     70 CONTINUE
25.     C
26.     C      CALCULOS PARA LA U
27.     C
28.     30 IF(NE.LE.1) GO TO 18
29.     IF(U(3).EQ.0) GO TO 18
30.     U(4)=-0.57941*U(3)**.1313-(U(3)**2)*0.00569*U(3)**3+0.00005
31.     18 CONTINUE
32.     M=3
33.     DC 19 I=4,5
34.     19 IF(U(I).EQ.0) M=M-1
35.     IF(M.EQ.1) GO TO 31
36.     U(4)=(U(4)+U(5))/(M-1)
37.     DC 73 I=1,4
38.     IER=NCU(I)-1
39.     PU(I)=CCEFU(I,1)
40.     DC 74 J=1,16R
41.     74 PU(I)=PU(I)+CCEFU(J+1,1)*U(I)**J
42.     IF(PU(I).EQ.CCEFU(I,1)) PU(I)=0
43.     73 CONTINUE
44.     33 NPV=4
45.     IF(V(2).EQ.0) NPV=NPV-1
46.     IF(V(4).EQ.0) NPV=NPV-1
47.     IF(V(5).EQ.0) NPV=NPV-1
48.     IF(NPV.EQ.1) GO TO 34
49.     V(2)=(V(2)+V(4)+V(5))/(NPV-1)
50.     34 DC 76 I=1,3
51.     IER=NCV(I)-1
52.     PV(I)=CCEFC(I,1)

```

AM 9MAIN

```

53.      DC 77 J=1,1GR
54.      77 PV(I)=PV(I)+CCEFV(J,I)*V(I)**J
55.      IF (PV(I).EQ.CCEFV(I,I)) PV(I)=0
56.      76 CONTINUE
57.      IFR=NCV(4)-1
58.      PV(6)=CCEFV(I,4)
59.      DC 78 J=1,1GR
60.      78 PV(6)=PV(6)+CCEFV(IJ+1,4)*V(6)**J
61.      IF (PV(6).EQ.CCEFV(I,4)) PV(6)=0
62.      C
63.      C      ECUACION DE MAGNITUD
64.      C
65.      DC 135 I=1,4
66.      IF (PUI).GT.11.88) GO TO 134
67.      PUI)=(PUI)-1./CBI/C.9D
68.      GO TO 135
69.      134 PUI)=(PUI)+C.93)/1./C.675
70.      135 CONTINUE
71.      C
72.      C      IMPRESION DE RESULTADOS PARA CADA ESTRELLA
73.      C
74.      IF (N-N/50*50.EQ.1) WRITE(6,200)
75.      200 FORMAT(IH), 'N.E 2168 2201 2165 2274 2263 2225 2184 214
76.      27 2222 PEDU 2186 PEDV 2169 2202/IX,9)1*-*)
77.      WRITE(6,201) NE,PR,PUI,I=1,4),IPV(I),I=1,3),PV(6)
78.      201 FORMAT(IH,14,IX,6(IFS.2,IX),2X,4(IFS.2,IX),2X,4(IFS.2,IX))
79.      GO TO 1
80.      90 STOP
81.      END

```

UNIVAC OS/3 EXTENDED FORTRAN, VERSION 4.3 (N 79/12/11) AT 14 51

```

1.      DIMENSION B(6),L(5),V(6),COEFB(7,6),CCEFU(7,4),COEFV(7,1),NCB(6)
2.      DIMENSION NCU(4),NCV(4),PR(1),PL(1),PV(1),V/G(4,4CO)
3.      DIMENSION U/G(8,4CO),NCLV(8),R(9,1),B/G(6,4CO)
4.      DIMENSION PR(1),NESINCO)
5.      READ(5,101) NCB,NCU,NCV
6.      READ(5,102) CCEFB,CCEFU,CCEFV
7.      1C1 FCRPAT(1811)
8.      1C0 FCRPAT(12.5,1X1,2X)
9.      DC 5 J=1,6
10.     READ(5,103) NCUV(IJ)
11.     NCA=NCUV(IJ)
12.     5 READ(5,104) (R(1,J),I=1,NCA)
13.     1C3 FCRPAT(111)
14.     1C4 FCRPAT(12.5,1X1,2X)
15.     N=0
16.
17. C      LECTURA DE UNA FICHA DE DATOS
18. C
19.     1 READ(5,102) NE,B,L,V
20.     IF(NE.LE.0) GO TO 9C
21.     N=N+1
22.     NESIN)=NE
23.     1C2 FCRPAT(19,1X,17(13,1),1X1,7X)
24.     DC 70 I=1,6
25.     IER=NCB(11)-1
26.     PB(1)=CCEFB(1,1)
27.     DC 71 J=1,IER
28.     71 PB(1)=PB(1)+CCEFB(IJ+1,I)+B(11)*J
29.     IF(PB(1).EQ.CCEFB(1,1)) PB(1)=0
30.     70 CONTINUE
31.     NPB=7
32.     DC 79 I=1,6
33.     79 IF(PB(1).EQ.0) NPB=NPB-1
34.     IF(NPB.EQ.1) GO TO 30
35.     DC 52 M=1,6
36.     52 PR(M)=PB(M)
37.     IF(PB(1).LE.14) GO TO 7C0
38.     PB(1)=PB(1)+1.23-2.10
39.     20C0 IF(PB(2).LE.12.2) GO TO 2C01
40.     IF(PB(2).LE.15) GO TO 2C03
41.     PB(2)=PB(2)+0.7(+3.73
42.     20C2 IF(PB(4).NE.0) PB(4)=PB(4)+1.(7*-(-.639
43.     IF(PB(5).LE.14) GO TO 2C04
44.     PB(5)=PB(5)+1.146-1.7E3
45.     20C5 IF(PB(6).LE.14) GO TO 2C0E
46.     PB(6)=PB(6)+0.853+2.393
47.     GO TO 7C2
48.     7C0 IF(PB(1).NE.0) PB(1)=PB(1)+.43
49.     GO TO 2C0C
50.     20C1 IF(PB(2).NE.0) PR(2)=PB(2)+.12-.34
51.     GO TO 2C02
52.     20C3 PB(2)=PB(2)+0.13

```

PROGRAM MAIN

```

53.      GC TO 2C07
54. 20C4 IF (PB (5) .NE. 0) PB (5) = PB (5) * C .26
55.      GC TO 2C05
56. 20C6 IF (PB (6) .NE. 0) PB (6) = PB (6) * C .23
57. 7C2 B/G (6, N) = (PB (1) * PB (2) * PB (3) * PB (4) * PB (5) * PB (6)) / (INPB - 1)
58.      DC 53 M = 1, 6
59.      IF (PR (M) .LE. 14) GC TO 2C
60.      PB (7) = PB (7) * 0.813 * 2.276
61.      GC TO 53
62. 20 IF (PB (M) .NE. 0) PB (M) = PB (M) - C .43
63. 53 CONTINUE
64. B/G (1, N) = (PB (1) * PB (2) * PB (3) * PB (4) * PB (5) * PB (6)) / (INPB - 1)
65.      DC 54 M = 1, 6
66.      IF (PR (M) .LE. 14) GC TO 21
67.      PB (7) = PB (7) * 1.442 - 6.027
68.      GC TO 54
69. 21 IF (PB (M) .NE. 0) PB (M) = PB (M) * C .1
70. 54 CONTINUE
71. B/G (2, N) = (PB (1) * PB (2) * PB (3) * PB (4) * PB (5) * PB (6)) / (INPB - 1)
72.      DC 55 M = 1, 6
73.      IF (PR (M) .LE. 14) GC TO 22
74.      PB (7) = PB (7) * 0.745 * 3.645
75.      GC TO 55
76. 22 IF (PB (M) .NE. 0) PB (M) = PB (M) * C .(7
77. 55 CONTINUE
78. B/G (3, N) = (PB (1) * PB (2) * PB (3) * PB (4) * PB (5) * PB (6)) / (INPB - 1)
79.      DC 56 M = 1, 6
80. 56 IF (PB (M) .NE. 0) PB (M) = PB (M) * (.931 + (.2371
81.      B/G (4, N) = (PB (1) * PB (2) * PB (3) * PB (4) * PB (5) * PB (6)) / (INPB - 1)
82.      DC 58 M = 1, 6
83.      IF (PB (2) .LE. 12.2) GC TO 59
84.      IF (PB (2) .LE. 15) GC TO 6C
85.      PB (7) = (PB (M) * (.74 - 4.369) / 0.76
86.      GC TO 58
87. 59 IF (PB (M) .NE. 0) PB (M) = (PB (7) * 1.074 * 0.7(11) / .12
88.      GC TO 58
89. 60 PB (7) = PB (7) * 1.074 - 0.769
90. 58 CONTINUE
91. B/G (5, N) = (PB (1) * PB (2) * PB (3) * PB (4) * PB (5) * PB (6)) / (INPB - 1)
92.      GC TO 3C
93. C
94. C   CALCULOS PARA L / L
95. C
96. 30 IF (M .LE. 11) GO TO C 18
97.      IF (L (3) .EQ. C) GO TO C 18
98.      U (3) = -0.97941 * U (3) + 1.7313 - (L (3) * 2) * 0.0(5(9 + U (3) * 3 * 0.0(0(5
99. 18 CONTINUE
100.      NPU = 4
101.      M = 3
102.      DC 19 I = 4, 5
103. 19 IF (L (1) .EQ. C) M = M - 1
104.      IF (I .EQ. 1) GO TO C 31
105.      U (4) = (U (4) * L (5)) / (M - 1)
106. 31 DC 23 I = 1, 4

```

## PROGRAM SMAIN

```

107.      IER=NCU(I)-1
108.      PL(I)=CCEFUI(I,I)
109.      DC 79 J=1,IER
110.      74 PL(I)=PL(I)+CCEFUI(J,I)*L(I)*J
111.      IF (PU(I).EQ.CCEFUI(I,I)) PL(I)=0
112.      73 CCN7 INUE
113.      DC 3 I=1,3
114.      3 IF (PU(I).EQ.0) NPL=NPL-I
115.      IF (NPL.NE.1) GO TO 32
116.      IF (P.EQ.1) GO TO 33
117.      32 IF (PU(2).NE.0) PU(2)=IPL(2)-.42441/.95
118.      IF (NE.LE.1) GO TO 33
119.      IF (PU(3).NE.0) PU(3)=PU(3)+.1021544-C.E394(73)
120.      GO TO 116
121.      115 IF (PU(3).NE.0) IPL(3)=IPU(3)+C.96*0.049(I)/0.95
122.      116 UR=R(I,1)
123.      PL(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPL-1)
124.      PR(1)=0
125.      PR(1)=PL(6)
126.      NER=NCU(I)-1
127.      DC 2 J=1,NGR
128.      2 UR=LR*R(J,1)+PU(4)*J
129.      IF (LR.EC.R(I,1)) LR=0
130.      PL(4)=UR
131.      10C1 U/G(1,N)=(IPL(6)*(NPL-1)+PL(4)*(I-1))/(M*NPU-2)
132.      UR=R(I,2)
133.      NER=NCU(I)-1
134.      DC 2 J=1,NER
135.      62 UR=LR*R(J,2)+PU(6)*J
136.      IF (LR.EC.R(I,2)) LR=0
137.      PL(6)=UR
138.      U/G(1,N)=(IPL(6)*(NPL-1)+PR(1)*(I-1))/(M*NPU-2)
139.      PL(4)=PR(1)
140.      L=M
141.      DC 3 M=1,3
142.      63 IF (PU(M).NE.0) PU(M)=PU(M)+C.95*0.4244
143.      PL(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPL-1)
144.      PR(1)=PL(6)
145.      UR=R(I,3)
146.      NER=NCU(I)-1
147.      DC 4 J=1,NER
148.      64 UR=LR*R(J,3)+PU(4)*J
149.      IF (LR.EC.R(I,3)) LR=0
150.      PL(4)=UR
151.      U/G(2,N)=(IPL(6)*(NPL-1)+PL(4)*(I-1))/(L*NPU-2)
152.      UR=R(I,4)
153.      NER=NCU(I)-1
154.      DC 5 J=1,NER
155.      65 UR=LR*R(J,4)+PU(6)*J
156.      IF (LR.EC.R(I,4)) LR=0
157.      PL(6)=UR
158.      U/G(3,N)=(IPL(6)*(NPL-1)+PR(1)*(I-1))/(L*NPU-2)
159.      PL(4)=PR(1)
160.      DC 6 M=1,3

```

PROGRAM SMAIN

```

161.      66 IF (PUMI).NE.01 PUMI=(IPL(I)*0.1E3E37)/1.0*740967
162.      PL(I)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(INPL-1)
163.      PR(I)=PL(I)
164.      UR=R(I,5)
165.      NER=NCUV(5)-1
166.      DC 67 J=1,NER
167.      67 UR=(R+R(I)*1,5)*PU(4)**J
168.      IF (LR.EC.R(I,5)) LR=0
169.      PL(I)=UR
170.      UAG(I,N)=(IPL(I)*(INPL-1)+PL(I)*IL-1)/(IL*NPU-2)
171.      UR=R(I,6)
172.      NER=NCUV(6)-1
173.      DC 68 J=1,NER
174.      68 UR=(R+R(I)*1,6)*PU(6)**J
175.      IF (LR.EC.R(I,6)) LR=0
176.      PL(I)=UR
177.      UAG(I,N)=(IPL(I)*(INPL-1)+PR(I)*IL-1)/(IL*NPU-2)
178.      PL(I)=PR(I)
179.      DC 69 M=1,3
180.      69 IF (PL(I).NE.C) PL(I)=(PUMI-(.E275144)/C.91E8E45
181.      PL(I)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(INPL-1)
182.      PR(I)=PL(I)
183.      UR=R(I,7)
184.      NER=NCUV(7)-1
185.      DC 91 J=1,NER
186.      91 UR=(R+R(I)*1,7)*PU(4)**J
187.      IF (LR.EC.R(I,7)) LR=0
188.      PL(I)=UR
189.      UAG(I,N)=(IPL(I)*(INPL-1)+PL(I)*IL-1)/(IL*NPU-2)
190.      UR=R(I,8)
191.      NER=NCUV(8)-1
192.      DC 92 J=1,NER
193.      92 UR=(R+R(I)*1,8)*PU(6)**J
194.      IF (LR.EC.R(I,8)) LR=0
195.      PL(I)=UR
196.      UAG(I,N)=(IPL(I)*(INPL-1)+PR(I)*IL-1)/(IL*NPU-2)
197.      GC TO 33
198.      33 NPV=4
199.      IF (V(2).EC.C) NPV=NPV-1
200.      IF (V(4).EC.C) NPV=NPV-1
201.      IF (V(5).EC.C) NPV=NPV-1
202.      IF (NPV.EQ.1) EO TC 34
203.      V(2)=(V(2)+V(4)+V(5))/(NPV-1)
204.      34 DC 76 I=1,3
205.      IER=NCV(I)-1
206.      PV(I)=CCEFV(I,1)
207.      DC 77 J=1,IER
208.      77 PV(I)=PV(I)+CCEFV(I,J,1)*V(I)**J
209.      IF (PV(I).EQ.CCEFV(I,1)) PV(I)=0
210.      76 CCNT INU
211.      IER=NCV(I)-1
212.      PV(I)=CCEFV(I,4)
213.      DC 78 J=1,IER
214.      78 PV(I)=PV(I)+CCEFV(I,J,4)*V(I)**J

```

## PROGRAM MAIN

```

215.      IF (PV(6).EQ.CCEPV(1,N)) PV(6)=0
216.      NPVA=4
217.      IF (PV(1).EQ.0) GO TO 80
218.      PV(1)=PV(1)+PV(1)*0.01771-0.151375
219.      GO TO 81
220.      E0 NPVA=NPVA-1
221.      E1 IF (PV(3).EQ.0) GO TO 82
222.      PV(3)=PV(3)-PV(3)*0.01927*0.414625
223.      GO TO 83
224.      E2 NPVA=NPVA-1
225.      E3 IF (PV(6).EQ.0) GO TO 84
226.      PV(6)=PV(6)-PV(6)*0.0143*0.1511
227.      GO TO 85
228.      E4 NPVA=NPVA-1
229.      E5 IF (NPV.EQ.1) GO TO 35
230.      IF (NPVA.EC.1) GO TO 36
231.      VAG(1,N)=(PV(1)+PV(2)+INPV-1)+PV(3)+PV(6)/(INPV+NPVA-2)
232.      GO TO 37
233.      36 VAG(1,N)=PV(2)
234.      GO TO 37
235.      35 IF (NPVA.EC.1) GO TO 37
236.      VAG(1,N)=(PV(1)+PV(3)+PV(6))/(INPV-1)
237.      37 CONTINUE
238.      DC (39,1)=1,3
239.      139 IF (PV(1).NE.0) PV(1)=(PV(1)+0.151375)/(1+0.01771)
240.      IF (NPV.EQ.1) GO TO 140
241.      IF (NPVA.EC.1) GO TO 141
242.      IF (PV(6).NE.0) PV(6)=(PV(6)+0.151375)/(1+0.01771)
243.      VAG(1,N)=(PV(1)+PV(2)+INPV-1)+PV(3)+PV(6)/(INPV+NPVA-2)
244.      GO TO 142
245.      141 VAG(1,N)=PV(2)
246.      GO TO 142
247.      140 IF (NPVA.EC.1) GO TO 142
248.      VAG(1,N)=(PV(1)+PV(3)+PV(6))/(INPV-1)
249.      142 CONTINUE
250.      DC (43,1)=1,3
251.      143 IF (PV(1).NE.0) PV(1)=(PV(1)+1.01771-0.5661/(1+0.01927))
252.      IF (PV(6).NE.0) PV(6)=(PV(6)+1.01771-0.5661/(1+0.01927))
253.      IF (NPV.EQ.1) GO TO 144
254.      IF (NPVA.EC.1) GO TO 145
255.      VAG(2,N)=(PV(1)+PV(2)+INPV-1)+PV(3)+PV(6)/(INPV+NPVA-2)
256.      GO TO 146
257.      145 VAG(2,N)=PV(2)
258.      GO TO 146
259.      144 IF (NPVA.EC.1) GO TO 146
260.      VAG(2,N)=(PV(1)+PV(3)+PV(6))/(INPV-1)
261.      146 CONTINUE
262.      DC (47,1)=1,3
263.      147 IF (PV(1).NE.0) PV(1)=(PV(1)+1-C.(1927)+0.2(3525)/(1-C.(143))
264.      IF (PV(6).NE.0) PV(6)=(PV(6)+1-C.(1927)+0.2(3525)/(1-C.(143))
265.      IF (NPV.EQ.1) GO TO 148
266.      IF (NPVA.EC.1) GO TO 149
267.      VAG(3,N)=(PV(1)+PV(2)+INPV-1)+PV(3)+PV(6)/(INPV+NPVA-2)
268.      GO TO 150

```

PROGRAM SHAIN

```

269.      149 V/G(I,N)=PV(I)
270.          GC TO 150
271.      148 IF (NPVA.EC.) GC TO 150
272.          V/G(I,N)=(PV(I)*PV(I)+PV(I))/INPVJ-1
273.      150 CONTINUE
274.          GC TO 1
275.          90 CONTINUE
276.      C
277.      C      ECUACION DE PAGNITIO
278.      C
279.          DC 135 J=1,N
280.          DC 135 J=1,e
281.          IF (LAE(J,1).GT.11.0) GC TO 134
282.          U/G(J,1)=(UAG(J,1)-1.C8)/C.90
283.          GC TO 135
284.          134 U/G(J,1)=(UAG(J,1)+C.93)/C.675
285.          135 CONTINUE
286.      C
287.      C      IMPRESION DE RESULTADOS PARA (ADA ESTRELLA)
288.      C
289.          DC 137 J=1,e
290.          DC 137 P=1,e
291.          DC 137 L=1,4
292.          WRITE(16,211)J,K,L
293.          211 F(1P)AT(1H),3HB : ,1),2X,3HC = ,1),2X,3HV = ,1)
294.          WRITE(16,210)
295.          210 F(1P)AT(1HC, ' N.      B      L      V      B-V      U-B* )
296.          DC 136 I=1,N
297.          BPV=B/G(I,1)-VAC(I,1)
298.          UPB=U/G(I,1)-BAC(I,1)
299.          IF (BMV.GT.0.9C) VAG(I,1)=WAC(I,1)*0.1C
300.          BPV=B/G(I,1)-VAC(I,1)
301.          136 WRITE(16,2C9) MES(1),B/G(I,1),LAC(J,1),VAG(I,1),BMV,LMB
302.          2C9 F(1P)AT(1H) , 1A,5F7.2)
303.          137 CONTINUE
304.          STOP
305.          END

```

```

10 COM RS[200],US[200],GS[202]
20 FORMAT 17X,F1.0
30 WRITE (6,20) " ";
40 FORMAT 2B
50 WRITE (6,40)27,49;
60 R0=6
70 P1=11.1
80 P2=14
90 P3=14
100 GOSUB 1850
110 P1=9.342519685
120 P2=12.99212598
130 P3=0.1
140 P4=1
150 GOSUB 1050
160 P1=-0.5
170 P2=2
180 P3=-1.5
190 P4=1.8
200 GOSUB 1100
210 P1=1.8
220 P2=0.1
230 P3=-0.5
240 P4=2
250 GOSUB 1160
260 P1=-0.5
270 P2=0.1
280 P3=-1.5
290 P4=1.8
300 GOSUB 1360
310 LOAD DATA 45,R
320 LOAD DATA 33,U
330 LOAD DATA 2,G
335 T=0
340 FOR I=1 TO 200
341 H=R[I]-G[I]
342 IF H>0.9 THEN 344
343 GOTO 346
344 G[I]=G[I]+0.1
346 IF G[I]<15.5 THEN 390
350 P1=R[I]-G[I]
351 IF U[I]<12 THEN 354
352 U[I]=(U[I]+0.93)/1.0675
353 GOTO 360
354 U[I]=(U[I]-1.08)/0.9
360 P2=U[I]-R[I]
370 P3=42
380 GOSUB 620
389 DISP I;
390 NEXT I
400 IF T=1 THEN 510
410 LOAD DATA 46,R
420 LOAD DATA 34,U
430 LOAD DATA 35,G
440 T=1
450 GOTO 340
510 FORMAT B
520 WRITE (6,510)13;
530 END

```

VIII.4.- PROGRAMA REPRESENTA  
 CION DIAGRAMA DE DOS  
 COLORES

```

540 REM MOVE
550 WRITE (R0,570)27,65,INT((P1-X)*U/64),INT((P1-X)*U),INT((P2-Y)*V/64);
560 WRITE (R0,570)INT((P2-Y)*V);
570 FORMAT 6B
580 RETURN
590 REM IMOVE
600 WRITE (R0,570)27,82,INT(P1*U/64),INT(P1*U),INT(P2*V/64),INT(P2*V);
610 RETURN
620 REM PLT
630 WRITE (R0,570)27,65,INT((P1-X)*U/64),INT((P1-X)*U),INT((P2-Y)*V/64);
640 WRITE (R0,570)INT((P2-Y)*V);
650 IF P3#0 AND P3#46 THEN 680
660 P3=46
670 WRITE (R0,570)27,82,0,0,0,6;
680 WRITE (R0,570)P3,8;
690 IF P3#46 THEN 710
700 WRITE (R0,570)27,82,0,0,63,-6;
710 RETURN
720 REM FPLT
730 WRITE (R0,570)27,97,INT((P1-X)*U/64),INT((P1-X)*U),INT((P2-Y)*V/64);
740 WRITE (R0,570)INT((P2-Y)*V);
750 IF P3#0 AND P3#46 THEN 780
760 P3=46
770 WRITE (R0,570)27,82,0,0,0,6;
780 WRITE (R0,570)P3,8;
790 IF P3#46 THEN 810
800 WRITE (R0,570)27,82,0,0,63,-6;
810 RETURN
820 REM IPLT
830 WRITE (R0,570)27,82,INT(P1*U/64),INT(P1*U),INT(P2*V/64),INT(P2*V);
840 IF P3#0 AND P3#46 THEN 870
850 P3=46
860 WRITE (R0,570)27,82,0,0,0,6;
870 WRITE (R0,570)P3,8;
880 IF P3#46 THEN 900
890 WRITE (R0,570)27,82,0,0,63,-6;
900 RETURN
910 REM FIPLT
920 WRITE (R0,570)27,114,INT(P1*U/64),INT(P1*U),INT(P2*V/64),INT(P2*V);
930 IF P3#0 AND P3#46 THEN 960
940 P3=46
950 WRITE (R0,570)27,82,0,0,0,6;
960 WRITE (R0,570)P3,8;
970 IF P3#46 THEN 990
980 WRITE (R0,570)27,82,0,0,63,-6;
990 RETURN
1000 REM CHAR
1010 IF P2#0 THEN 1030
1020 P2=5
1030 WRITE (R0,570)27,46,P1,INT(P2/64),P2,P3;
1040 RETURN
1050 REM PSIZ
1060 H=P2
1070 W=P1
1080 WRITE (R0,570)27,79,INT(P3*120/64),P3*120,INT(P4*96/64),P4*96;
1090 RETURN
1100 REM SCL
1110 U=120*W/(P2-P1)

```

```
1120 V=96*H/(P4-P3)
1130 X=P1
1140 Y=P3
1150 RETURN
1160 REM XAXIS
1170 IF (P3<P4 OR (P3=P4 AND P3=0)) AND P2 >= 0 THEN 1210
1180 BEEP
1190 DISP "X AXIS ERROR"
1200 END
1210 WRITE (R0,570)27,46,95,0,5,9;
1220 IF P3#0 OR P4#0 THEN 1250
1230 P3=X
1240 P4=X+120*W/U
1250 IF P2#0 THEN 1270
1260 P2=P4-P3
1270 WRITE (R0,570)27,65,INT((P3-X)*U/64),INT((P3-X)*U),INT((P1-Y)*V/64);
1280 WRITE (R0,570)INT((P1-Y)*V);
1290 P5=P3
1300 WRITE (R0,570)43,8;
1310 WRITE (R0,570)27,114,INT(P2*U/64),P2*U,0,0;
1320 WRITE (R0,570)43,8;
1330 P5=P5+P2
1340 IF P5<P4 THEN 1310
1350 RETURN
1360 REM YAXIS
1370 IF (P3<P4 OR (P3=P4 AND P3=0)) AND P2 >= 0 THEN 1410
1380 BEEP
1390 DISP "Y AXIS ERROR"
1400 END
1410 WRITE (R0,570)27,46,124,0,3,0;
1420 IF P3#0 OR P4#0 THEN 1450
1430 P3=Y
1440 P4=Y+96*H/V
1450 IF P2#0 THEN 1470
1460 P2=P4-P3
1470 WRITE (R0,570)27,65,INT((P1-X)*U/64),INT((P1-X)*U),INT((P3-Y)*V/64);
1480 WRITE (R0,570)INT((P3-Y)*V);
1490 P5=P3
1500 WRITE (R0,570)43,8;
1510 WRITE (R0,570)27,114,0,0,INT(P2*V/64),P2*V;
1520 WRITE (R0,570)43,8;
1530 P5=P5+P2
1540 IF P5<P4 THEN 1510
1550 RETURN
1560 REM SPACE
1570 IF P1<0 THEN 1620
1580 FOR P2=P1 TO 1 STEP -1
1590 WRITE (R0,570)32;
1600 NEXT P2
1610 RETURN
1620 FOR P2=P1 TO -1 STEP 1
1630 WRITE (R0,570)3;
1640 NEXT P2
1650 RETURN
1660 REM SKIP
1670 IF P1<0 THEN 1720
1680 FOR P2=P1 TO 1 STEP -1
1690 WRITE (R0,570)10;
```

```
1700 NEXT P2
1710 RETURN
1720 FOR P2=P1 TO -1 STEP 1
1730 WRITE (R0,570)27,10;
1740 NEXT P2
1750 RETURN
1760 REM CSPC
1770 IF P2>0 THEN 1790
1780 P2=6
1790 WRITE (R0,570)27,86,INT(96/P2/64),96/P2;
1800 IF P1 <= 0 THEN 1830
1810 WRITE (R0,570)27,72,INT(120/P1/64),120/P1;
1820 RETURN
1830 WRITE (R0,570)27,80;
1840 RETURN
1850 REM FORM
1860 WRITE (R0,570)27,77;
1870 WRITE (R0,570)27,84;
1880 IF P1#0 THEN 1900
1890 P1=13.2
1900 IF P2#0 THEN 1920
1910 P2=11
1920 IF P3#0 THEN 1940
1930 P3=11
1940 WRITE (R0,570)27,87,INT(120*P1/64),120*P1;
1950 WRITE (R0,570)27,76,INT(96*P2/64),96*P2;
1960 WRITE (R0,570)27,70,INT(96*P3/64),96*P3;
1970 RETURN
1980 REM PTYP
1990 P1=RBYTE0
2000 IF P1#18 THEN 2020
2010 RETURN
2020 IF P1#20 THEN 2050
2030 P1=8
2040 GOTO 2260
2050 IF P1#21 THEN 2070
2060 P1=32
2070 IF P1>128 THEN 1990
2080 IF P1#23 THEN 2110
2090 WRITE (R0,570)27,50;
2100 GOTO 1990
2110 IF P1#22 THEN 2140
2120 WRITE (R0,570)27,49;
2130 GOTO 1990
2140 IF P1#15 THEN 2170
2150 WRITE (R0,570)9;
2160 GOTO 1990
2170 IF P1#14 THEN 2200
2180 WRITE (R0,570)27,52;
2190 GOTO 1990
2200 IF P1#17 THEN 2230
2210 WRITE (R0,570)27,10;
2220 GOTO 1990
2230 IF P1#16 THEN 2250
2240 P1=10
2250 IF P1=9 OR P1=11 OR P1=8 THEN 1990
2260 WRITE (R0,570)P1;
2270 GOTO 1990
2280 REM VIEW
2290 WRITE (R0,570)27,63,INT(P1/64),P1;
2300 RETURN
```

## VIII.5.- PROGRAMA "MAGNITUDES FINALES"

UNIVAC OS/3 EXTENDED FORTRAN, VERSION 4.3 CN 79/12/19 AT 12 30

```

1.      PROGRAM MAHEN
2.      DIMENSION COEFC(9,6),NCE(6),CE(6),VINTER(9),EPR(6),B(6),NCU(4),
3.      2      U(5),V(6),CCEFB(7,6),COEFV(7,4),CCEFU(7,4),NCB(6),
4.      3      NCV(4),PB(6),PU(6),PV(6),RIS(7),BLV(3)
5.      DIMENSION NM(9,3),EMP(9,3),EPAE(5,6,3),NE(19,6,3),INT(25),
6.      2      LMA(25,6,3),NCI(25,6,3)
7.      DATA VINTER/ 10.,11.,12.,13.,14.,14.5,15.,15.5,100./
8.
9.      C
10.     C      LECTURA DE LOS ERRORES DE CADA POLINOMIO Y DE LOS COEFICIENTES
11.     C
12.     READ(5,101) NCB,NCU,NCV
13.     101 FORMAT(I8)
14.     READ(5,100) COEFC,CCEFB,CCEFU,CCEFV
15.     100 FORMAT(6(E12.5,1X),2X)
16.     READ(5,103) NCUV
17.     103 FORMAT(I1)
18.     READ(5,100) (R(I),I=1,NCUV)
19.     READ(5,400) NCE
20.     400 FORMAT(6I)
21.     READ(5,100) COEFC
22.     DC 20 L=1,3
23.     DC 20 K=1,9
24.     NPK(L)=0
25.     EPM(K,L)=0
26.     DC 20 J=1,6
27.     EPAE(K,J,L)=0
28.     NEI(K,J,L)=0
29.     20 CONTINUE
30.     DC 703 F=1,25
31.     703 INT=INT*100
32.     DC 539 J=1,6
33.     DC 539 L=1,3
34.     EPAE(J,L)=0
35.     539 NCI(J,L)=0
36.     0
37.     C
38.     C      LECTURA DE UNA FICHA DE DATOS
39.     C
40.     1 READ(5,102) NE,B,U,V
41.     102 FORMAT(I4,1X,17(F3.1,1X))
42.     IF(NE.LE.0) GO TO 90
43.     DC 505 J=1,3
44.     505 BLV(J)=0
45.     ER=0
46.     EV=0
47.     EZ=0
48.     DC 70 I=1,6
49.     IER=NCB(I)-1
50.     PR(I)=CCEFB(I,1)
51.     DC 71 J=1,ICR
52.     71 PR(I)=PR(I)+COEFC(J+1,I)*B(I)*J

```

```

53.      IF (PB (1),EQ.CCFB (1,1)) PB (1)=0
54.      70 CONTINUE
55.      NPB=7
56.      DC 79 I=1,6
57.      79 IF (PB (1),EQ.0) NPB=NPB-1
58.      IF (NPB.EQ.1) GO TO 30
59.      66 BUV (1) = (PB (1)+PB (2)+PB (3)+PB (4)+PB (5)+PB (6))/(NPB-1)
60.
61.      C
62.      C      CALCULO DE ERRORES PARA B
63.      C
64.      552 IF (NPB.EQ.2) GO TO 30
65.      L2=0
66.      DC 401 I=1,6
67.      IF (PB (1),EQ.0) GO TO 401
68.      ICR=NCE (1)-1
69.      EE (1)=CCEFE (1,1)
70.      DC 402 J=1,1GR
71.      402 EE (1)=EE (1)+CCEFE (J+1,1)*BUV (1)**J
72.      EE (1)=EE (1)+PB (1)
73.      EZ=EZ+(BUV (1)-EE (1))**2
74.      401 CONTINUE
75.      EZ=SQRT (EZ/(NPB-2)*(NPB-1)))
76.      SAG=0
77.      IF (EZ.LE.C.1) GO TO 551
78.      DC 550 J=1,6
79.      IF (PB (J),EQ.0) GO TO 550
80.      SIG=EE (J)-BUV (1)
81.      IF (SIG.LY.0) SIG=-1*SIG
82.      IF (SIG.LE.3*EZ) GO TO 550
83.      SAG=1
84.      PR (J)=0
85.      EE (J)=0
86.      NPB=NPB-1
87.      550 CONTINUE
88.      IF (SAG.EQ.0) GO TO 551
89.      GO TO 66
90.      551 DC 21 K=1,9
91.      DC 21 J=1,6
92.      IF (PB (J),EQ.0) GO TO 21
93.      IF (K.EQ.1) GO TO 801
94.      IF (EE (J).LT.VINTER (K-1)) GO TO 21
95.      801 IF (EE (J).GE.VINTER (K)) GO TO 21
96.      NEI (K,J,1)=NEI (K,J,1)*I
97.      H=(BUV (1) + (NPB-1)-EE (J))/NPB-2
98.      ERR (J)=EE (J)-H
99.      EPAG (K,J,1)=EMAE (K,J,1)*ERR (J)
100.      21 CONTINUE
101.      DC 704 P=1,25
102.      DC 704 J=1,6
103.      IF (PB (J),EQ.0) GO TO 704
104.      IF (P.EQ.1) GO TO 900
105.      IF (NE .LE.INT (P-1)) GO TO 704
106.      900 IF (NE .GT.INT (P)) GO TO 704
107.      NCI (K,J,1)=NCI (P,J,1)*I

```

```

107.      EPAIN,J,1)=ERP(J)*EPAIN,J,1)
108.      704 CONTINUE
109.      DC 587 M=1,9
110.      IF (P.EQ.1) GO TO 530
111.      IF (BUV(1)) .LT.VINTER(K-1) GO TO 587
112.      530 IF (BUV(1)) .GE.VINTER(K) GO TO 547
113.      NP(K,1)=NP(K,1)+1
114.      EP(K,1)=EP(K,1)+EZ
115.      587 CONTINUE
116.      C      CALCULO DE PARA LA U
117.      C
118.      30 IF (NE.LE.1100) GO TO 18
119.      IF (U(1).EQ.0) GO TO 18
120.      U(3)=-0.9794)*U(1)+1.1313-(U(1)+*2)*0.00569+U(1)+*3*0.00005
121.      18 CONTINUE
122.      NPU=4
123.      M=3
124.      DC 19 I=4,5
125.      19 IF (U(1).EQ.0) M=M-1
126.      IF (P.EQ.1) GO TO 31
127.      U(4)=(U(4)+U(5))/(M-1)
128.      31 DC 73 I=1,4
129.      IER=NCU(I)-1
130.      PL(I)=CCEFUI(I,1)
131.      DC 74 J=1,IER
132.      74 PL(I)=PL(I)+CCEFUI(J+1,I)*L(I)**J
133.      IF (PU(1).EQ.CCEFUI(1,1)) PU(1)=0
134.      73 CONTINUE
135.      DC 3 I=1,3
136.      3 IF (PU(I).EQ.0) NPU=NPU-1
137.      IF (NPU.NE.1) GO TO 32
138.      IF (P.EQ.1) GO TO 33
139.      32 IF (PU(2).NE.0) PU(2)=(PU(2)-.4244)/.95
140.      IF (NE.LE.1100) GO TO 115
141.      IF (PU(3).NE.0) PU(3)=PU(3)+1.1021544-C.639473
142.      GO TO 116
143.      115 IF (PU(3).NE.0) PL(3)=(PU(3)+0.96+0.0496)/0.95
144.      116 IF (NPU.EQ.1) GO TO 910
145.      PL(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPL-1)
146.      GO TO 911
147.      910 PL(6)=0
148.      BLV(2)=PU(4)
149.      GO TO 912
150.      911 NER=NCUV-1
151.      DC 520 I=1,3
152.      UR=R(I)
153.      DC 91 J=1,NGR
154.      91 UR=UR+R(I+1)*PU(I)**J
155.      IF (UR.EC.R(I)) UR=0
156.      520 PU(I)=UR
157.      570 BLV(2)=PL(1)+PL(2)+PU(3)+PU(4)*(P-1)/(M*NPU-2)
158.      IF (NPU.EQ.1) GO TO 912
159.      571 PL(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPL-1)
160.      C

```

```

161. C      CALCULO DE ERRORES PARA U
162. C
163. 912 IF (PU16).EQ.0) GO TO 701
164. ER=(BUV(2)-PU16)**2
165. GC TO 7C2
166. 7C1 ER=C
167. GC TO 913
168. 7C2 IF (PU14).EQ.0) GO TO 22
169. EB=(BUV(2)-PU14)**2
170. GC TO 23
171. 22 EB=C
172. 23 IF (P.EQ.1) GO TO 514
173. EF=(ER+INPU-1)*EB*(P-1)/(M*INPU-3)
174. ER=SQRT(ER/(M*INPU-2))
175. GC TO 913
176. 514 IF (INPU.EQ.2) GO TO 33
177. ER=(ER+INPU-1)/(INPL-2)
178. ER=SQRT(ER/(INPU-1))
179. 913 SAG=0
180. IF (ER.LE.C.1) GO TO 554
181. DC 553 J=1,4
182. IF (PU1J).EQ.0) GO TO 553
183. SIG=PU1J-BUV(2)
184. IF (SIG.LT.0) SIG=-1*SIG
185. IF (SIG.LE.3*ER) GO TO 553
186. SAG=1
187. PL1J)=0
188. IF (J.EQ.4) M=)
189. IF (J.NE.4) NPU=INPU-1
190. 553 CCNTINJE
191. IF (SAG.EQ.0) GO TO 554
192. IF (P.EQ.1) GO TO 556
193. GC TO 570
194. 556 BUV(2)=(PU(1)+PL(2)+PU(3))/(INPU-1)
195. GC TO 571
196. 554 DC 13 K=1,9
197. IF (PU16).EQ.0) GO TO 13
198. IF (PU14).EQ.0) GO TO 13
199. IF (K.EQ.1) GO TO 803
200. IF (PU14).LT.V*INTER(K-1)) GO TO 13
201. 8C3 IF (PU14).CC.V*INTER(K)) GO TO 13
202. NE1(K,4,2)=NE1(K,4,2)*)
203. ERR(K)=PU14-PU16)
204. EPAG(K,4,2)=EPAG(K,4,2)+ERR(K)
205. 13 CCNTINJE
206. DC 14 K=1,9
207. DC 14 J=1,3
208. IF (PU1J).EQ.0) GO TO 14
209. IF (K.EQ.1) GO TO 802
210. IF (PU1J).LT.V*INTER(K-1)) GO TO 14
211. 8C2 IF (PU1J).GE.V*INTER(K)) GO TO 14
212. NE1(K,J,2)=NE1(K,J,2)*)
213. H=(BUV(2) * (M*INPU-2)-PU(J))/(M*INPU-3)
214. ERR(J)=PU1J)-H

```

```

215.      EMAG(K,J,2)=EMAG(K,J,2)+EPR(IJ)
216.      14 CONTINUE
217.      DC 502 K=1,25
218.      DC 502 J=1,4
219.      IF (PU(IJ).EQ.0) GO TO 902
220.      IF (P.EQ.1) GO TO 904
221.      IF (NE .LE. INT(P-1)) GO TO 902
222.      904 IF (NE .GT. INT(P)) GO TO 902
223.      NC1(M,J,2)=NC1(P,J,2)+1
224.      EPATM(J,2)=EMAT(P,J,2)*ERR(IJ)
225.      902 CONTINUE
226.      DC 505 K=1,9
227.      IF (K.EQ.1) GO TO 531
228.      IF (BUV(I2) .LT. VINTER(K-1)) GO TO 528
229.      531 IF (BUV(I2) .GE. VINTER(K)) GO TO 528
230.      NP(K,2)=NPK(2)+1
231.      EM(K,2)=EMPK(2)*ER
232.      528 CONTINUE
233.      C
234.      C      CALCULOS PARA LA V
235.      C
236.      33 NPV=4
237.      IF (V(2).EC.C) NPV=NPV-1
238.      IF (V(4).EC.C) NPV=NPV-1
239.      IF (V(5).EC.C) NPV=NPV-1
240.      IF (NPV.EQ.1) GO TO 34
241.      V(2)=(V(2)+V(4)+V(5))/(NPV-1)
242.      34 DC 76 J=1,3
243.      ICR=NCV(I)-1
244.      PV(I)=CCEFV(I,1)
245.      DC 77 J=1,IER
246.      77 PV(I)=PV(I)+CCEFV(IJ+1,1)*V(I)**J
247.      IF (PV(I).EQ.CCEFV(I,1)) PV(I)=0
248.      76 CONTINUE
249.      ICR=NCV(4)-1
250.      PV(4)=CCEFV(1,4)
251.      DC 78 J=1,IER
252.      78 PV(4)=PV(4)+CCEFV(IJ+1,4)*V(4)**J
253.      IF (PV(4).EQ.CCEFV(1,4)) PV(4)=0
254.      NPVA=4
255.      IF (PV(1).EQ.0) GO TO 80
256.      PV(1)=PV(1)+PV(4)*0.01771-0.151375
257.      GO TO 81
258.      80 NPVA=NPVA-1
259.      81 IF (PV(3).EQ.0) GO TO 82
260.      PV(3)=PV(3)-PV(3)*0.01927+0.414625
261.      GO TO 83
262.      82 NPVA=NPVA-1
263.      83 IF (PV(6).EQ.0) GO TO 84
264.      PV(6)=PV(6)-PV(6)*0.0143+C.1511
265.      GO TO 85
266.      84 NPVA=NPVA-1
267.      85 IF (NPV.EQ.1) GO TO 35
268.      IF (NPVA.EC.1) GO TO 36

```

```

269.      BLV(3) = (PV(1)+PV(2)*(NPV-1)+PV(3)+PV(6))/(INPV+NPVA-2)
270.      GC TO 37
271. 36 BLV(3)=PV(2)
272.      GC TO 37
273. 35 IF (NPVA-EC.1) GC TO 37
274.      BLV(3) = (PV(1)+PV(3)+PV(6))/(INPV-1)
275. C
276. C   CALCULO DE ERRORES PARA V
277. C   I
278. 37 IF (NPVA-EC.1) GC TO 511
279.      IF (PV(1).EQ.0) GO TC 24
280.      EA=(BLV(3)-PV(1))*2
281.      GC TO 25
282. 24 EA=C
283. 25 IF (PV(2).EQ.0) GO TC 26
284.      EG=(BLV(3)-PV(2))*2
285.      GC TO 27
286. 26 EB=C
287. 27 IF (PV(3).EQ.0) GO TC 28
288.      EC=(BLV(3)-PV(3))*2
289.      GC TO 29
290. 28 EC=C
291. 29 IF (PV(6).EQ.0) GO TC 38
292.      ED=(BLV(3)-PV(6))*2
293.      GC TO 39
294. 38 ED=C
295. 39 IF (NPV.EQ.1) GO TC 512
296.      EA=(EA+EB*(NPV-1)+EC+ED)/(INPV+NPVA-3)
297.      EV=SQRT(EA/(INPV+NPVA-2))
298.      GC TO 513
299. 512 IF (NPVA-EC.2) GC TO 511
300.      EA=(EA+EC+ED)/(INPV-2)
301.      EV=SQRT(EA/(INPV-1))
302.      GC TO 513
303. 511 EV=C
304. 513 SAG=0
305.      IF (EV.LE.C.1) GC TO 557
306.      DC 555 J=1,4
307.      IF (PV(J).EQ.0) GO TC 555
308.      SIG=PV(J)-BLV(3)
309.      IF (SIG.LT.0) SIG=-1*SIG
310.      IF (SIG.LE.3*EV) GO TO 555
311.      SAG=SAG+SIG
312.      PV(J)=0
313.      IF (J.EQ.2) NPV=1
314.      IF (J.NE.2) NPVA=NPVA-1
315. 555 CCNT INUE
316.      IF (SAG.EQ.0) GO TO 557
317.      GC TO 85
318. 557 DC 16 K=1,9
319.      DC 15 J=1,3
320.      IF (J.EQ.1) INV=2
321.      IF (J.EQ.2) INV=NPV
322.      IF (J.EQ.3) INV=2

```

```

323.      IF (PV(IJ).EQ.0) GO TO 15
324.      (K.EQ.1) GO TO 804
325.      IF (PV(IJ).LT.VINTER(K-1)) GO TO 15
326. 804 IF (PV(IJ).GE.VINTER(K)) GO TO 15
327.      NEI(K,J,3)=NEI(K,J,3)+1
328.      H=(BUV(3) * INPV+NPVA-2)-PV(IJ)*(INV-1))/(INPV+NPVA-NU-1)
329.      ERR(IJ)=PV(IJ)-H
330.      EPAG(K,J,3)=EPAC(K,J,3)+ERR(IJ)
331.      15 CONTINUE
332.      IF (PV(16).EQ.0) GO TO 16
333.      IF (K.EQ.1) GO TO 805
334.      IF (PV(16).LT.VINTER(K-1)) GO TO 16
335. 805 IF (PV(16).GE.VINTER(K)) GO TO 16
336.      NCI(K,4,3)=NCI(K,4,3)+1
337.      H=(FUV(3) * INPV+NPVA-2)-PV(16)/(INPV+NPVA-3)
338.      ERR(16)=PV(16)-H
339.      EPAE(K,4,3)=EPAE(K,4,3)+ERR(16)
340.      16 CONTINUE
341.      DC 906 M=1,25
342.      DC 906 J=1,4
343.      IF (PV(IJ).EQ.0) GO TO 906
344.      IF (K.EQ.1) GO TO 906
345.      IF (INE .LE. INT(M-1)) GO TO 906
346. 908 IF (INE .GT. INT(M-1)) GO TO 906
347.      NCI(M,J,3)=NCI(M,J,3)+1
348.      EPAIM(J,3)=EPAI(M,J,3)+ERR(IJ)
349.      906 CONTINUE
350.      DC 595 K=1,9
351.      IF (K.EQ.1) GO TO 532
352.      IF (BUV(3) .LT.VINTER(K-1)) GO TO 589
353. 532 IF (BUV(3) .GE.VINTER(K)) GO TO 589
354.      HPI(K,3)=HPI(K,3)+1
355.      EPM(K,3)=EPM(K,3)+EV
356.      589 CONTINUE
357.      IF (BUV(1)-BUV(3).GT.0.9C) BUV(3)=BUV(3)+0.1
358.      IF (BUV(2).GT.11.88) GO TO 134
359.      BLV(2)=(BUV(2)-1).C81/C.90
360.      GO TO 135
361. 134 BLV(2)=(BLV(2)+C.931/1).0675
362.      135 CONTINUE
363.      C
364.      C      IMPRESION DE RESULTADOS PARA CADA PLACA
365.      C
366.      IF (N-N/50*.5C.EQ.1) WRITE(6,200)
367. 200 FCRPAT(IH),N,E 2168 2201 2185 2274 2263 2223 MEDIA MFM 2
368.      2169 2167 2222 MIRU MEDIA MFM 2186 MTRV 2169 2202 MEDIA
369.      3MFM*/IX,1781-' '
370.      WRITE(6,201)INE,EE,BLV(1),E2,(PU(1),1=1,4),BUV(2),ER,(PV(1),1=1,3),
371.      1 PV(16),BLV(3),EV
372. 201 FCRPAT(IH),IX,IX,6(F5.2,1X),F5.2,1X,F5.3,5(1X,F5.2),1X,F5.3,5(1X,F
373.      -S.1,1X,F5.3)
374.      GO TO 1
375.      90 CONTINUE
376.      WRITE(6,537)

```

```

377.      537 FORMAT (1H, '//')
378.      DC 706 L=1,3
379.      IF (L.EQ.1) JJ=6
380.      IF (L.EQ.2) JJ=4
381.      IF (L.EQ.3) JJ=4
382.      DC 706 K=1,9
383.      DC 536 J=1, JJ
384.      IF (NE1(K,J,L).EQ.C) GO TO 706
385.      EPAG(K,J,L)=EPAB(K,J,L)/NE1(K,J,L)
386.      536 CONTINUE
387.      WRITE(6,705) K, (EPAG(K,J,L), NE1(K,J,L), J=1, JJ)
388.      705 FORMAT (1H, '5X, I2, 5X, 6(F7.4, 2X, I4, 5X)')
389.      706 CONTINUE
390.      DC 710 L=1,3
391.      WRITE(6,537)
392.      DC 710 P=1, 25
393.      IF (L.EQ.1) JJ=6
394.      IF (L.EQ.2) JJ=4
395.      IF (L.EQ.3) JJ=4
396.      DC 709 J=1, JJ
397.      IF (NC1(P,J,L).EQ.D) GO TO 709
398.      EPAC(P,J,L)=EPAD(P,J,L)/NC1(P,J,L)
399.      709 CONTINUE
400.      WRITE(6,705) P, (EPAC(P,J,L), NC1(P,J,L), J=1, JJ)
401.      710 CONTINUE
402.      DC 533 K=1,9
403.      DC 534 L=1,3
404.      534 EPH(K,L)=EMP(K,L)/MP(K,L)
405.      WRITE(6,535) (MP(K,L), EPH(K,L), L=1,3)
406.      535 FORMAT (1H, ' ) OX, 3(I4, 5X, F5.3)')
407.      RAS=EPH(K,1)**2*EMPH(K,3)**2
408.      RES=SQRT(RAS)
409.      RES=EMP(K,2)**2*EMPH(K,1)**2
410.      RES=SQRT(RES)
411.      WRITE(6,5F2) K, RAS, RES
412.      5F2 FORMAT (1H, '//, I4, I1, 2(I5, F5.3)')
413.      533 CONTINUE
414.      650 STOP
415.      END

```

IIVAC OS/3 BASIC FORTRAN, VERSION 4.0  
 IS COMPILATION DONE ON 79/07/03 AT 16.00

VIII.6.- PROGRAMA MAGNITUDES  
 ABSOLUTAS DE LAS ESTRELLAS  
 ENANAS.

// PARAM OUT=(OTFFUT)

```

0001 PROGRAM MANEN
0002 DIMENSION PEI(7,38),COEFE(9,6),NCE(6),EE(6),DS(29),JA(38),JR(38)
0003 2 VOL(38),VINTER(9),ERR(6),BMVC(28),LMB C(28),MV(28),R(6)
0004 3 AV(29),DIST(29),L(5),V(6),COEFB(7,6),COEFU(7,4),COEFV(
0005 4 4),NCB(6),NCU(4),NCV(4),PB(6),PU(6),PV(6),R(9),BUV(3)
0006 INTEGER PEI
0007 REAL MVI,MV
0008 DATA VINTER/ 10.,11.,12.,13.,14.,14.5,15.,15.5,100./
0009 ISAC
0010 C
0011 C LECTURA DE LOS GRADOS DE CADA POLINOMIO Y DE LOS COEFICIENTES
0012 C
0013 READ(5,101) NCB,NCU,NCV
0014 101 FORMAT(I8II)
0015 READ(5,100) COEFB,COEFU,COEFV
0016 100 FORMAT(6(E)2.5,1X1,2X1)
0017 READ(5,103) NCUV
0018 103 FORMAT(II)
0019 READ(5,100) (R(I),J=1,NCUV)
0020 READ(5,300) (PV(I),BMVC(I),LMB C(I),I=1,4)
0021 300 FORMAT(6X,12(F5.2,1X),2X)
0022 READ(5,104) (PV(I),BMVC(I),LMB C(I),I=5,28)
0023 104 FORMAT(13(F5.2,1X),2X)
0024 READ(5,400) NCE
0025 400 FORMAT(6II)
0026 READ(5,100) COEFE
0027 C
0028 C CALCULO DEL VOLUMEN
0029 C
0030 FAC=10.89*(3.1416/180)**2/3
0031 T=200.
0032 VOL(I)=FAC*T**3
0033 DO 140 I=2,38
0034 JR(I)=200*I
0035 JA(I)=200*(I-1)
0036 SSS1=JB(I)
0037 SSS2=JA(I)
0038 140 VOL(I)=FAC*(SSS1**3-SSS2**3)
0039 WRITE(6,500)
0040 500 FORMAT(11H,10X,'DISTANCIA',5X,'VOLUMEN',/,13X,'PC',11X,'PC',/)
0041 JA(I)
0042 JB(I)=200
0043 DO 141 I=1,38
0044 141 WRITE(6,501) JA(I),JB(I),VOL(I)
0045 501 FORMAT(11H,10X,I4,1X,I4,7X,E12.3)
0046 DO 145 K=1,6
0047 DO 145 L=1,38
0048 145 PEI(K,L)=0

```

```

0049      NES=C
0050 C
0051 C      LECTURA DE UNA FICHA DE DATOS
0052 C
0053      1 READ (4) NE,B,U,V,IEX
0054      IF (NE.LE.0) GO TO 90
0055      NES=NES+1
0056      DO 505 J=1,3
0057 505 BU(J)=0
0058      LR=0
0059      EV=0
0060      FZ=0
0061      L=7 C I=1,6
0062      IGR=NCB(I)-1
0063      PB(I)=COEFB(I,1)
0064      DO 71 J=1,IGR
0065 71 PB(I)=PB(I)+COEFB(J+1,1)*B(I)**J
0066      IF (PB(I).EQ.COEFB(I,1)) PB(I)=C
0067 70 CONTINUE
0068      NPB=7
0069      DO 79 I=1,6
0070 79 IF (PB(I).EQ.C) NPB=NPB-1
0071      IF (NPB.EQ.1) GO TO 30
0072 66 BU(I) = (PB(1)*PB(2)*PB(3)*PB(4)*PB(5)*PB(6))/(NPB-1)
0073 C
0074 C      CALCULO DE ERRORES PARA B
0075 C
0076 552 IF (NPB.EQ.2) GO TO 30
0077      EZ=0
0078      DO 401 I=1,6
0079      IF (PB(I).EQ.0) GO TO 401
0080      IGR=NCE(I)-1
0081      EE(I)=COEFE(I,1)
0082      DO 402 J=1,IGR
0083 402 EE(I)=EE(I)+COEFE(J+1,1)*BU(I)**J
0084      EE(I)=EE(I)*PB(I)
0085      EZ=EZ+(BU(I)-EE(I))**2
0086 401 CONTINUE
0087      EZ=SQRT(EZ/(NPB-2)+(NPB-1))
0088      SAG=C
0089      IF (EZ.LE.0.1) GO TO 551
0090      DO 550 J=1,6
0091      IF (PB(J).EQ.C) GO TO 550
0092      SIG=EE(J)-BU(J)
0093      IF (SIG.LT.C) SIG=-1*SIG
0094      IF (SIG.LE.3*EZ) GO TO 550
0095      SAG=1
0096      PB(J)=0
0097      EE(J)=0
0098      NPB=NPB-1
0099      NEC=1
0100 550 CONTINUE
0101      IF (SAG.EQ.C) GO TO 551
0102      GO TO 66
0103 551 CONTINUE
0104 C

```

```

0105 C      CALCULOS PARA LA U
0106 C
0107 30 IF (NE.LE.1100) GO TO 18
0108 IF (U(3).EQ.0) GO TO 18
0109 U(3)=-0.97941+U(3)*1.1313-(U(3)**2)*C.00569+U(3)**3+C.C0005
0110 18 CONTINUE
0111 NPL=4
0112 P=3
0113 DO 19 I=4,5
0114 19 IF (U(I).EQ.0) P=M-1
0115 IF (M.EQ.1) GO TO 31
0116 U(4)=(U(4)*U(5))/(M-1)
0117 31 DO 73 I=1,4
0118 IGR=NCU(I)-1
0119 PU(I)=COEFU(I,1)
0120 DO 74 J=1,IGR
0121 74 PU(I)=PU(I)+COEFU(J+1,1)*U(I)**J
0122 IF (PU(I).EQ.COEFU(I,1)) PU(I)=C
0123 73 CONTINUE
0124 DO 3 I=1,3
0125 3 IF (PU(I).EQ.0) NPU=NPU-1
0126 IF (NPU.NE.1) GO TO 32
0127 IF (M.EQ.1) GO TO 33
0128 32 IF (PU(2).NE.0) PU(2)=(PU(2)-.4244)/.95
0129 IF (NE.LE.1100) GO TO 115
0130 IF (PU(3).NE.0) PU(3)=PU(3)*1.1C21544-0.6394073
0131 GO TO 116
0132 115 IF (PU(3).NE.0) PU(3)=(PU(3)+0.96+0.0496)/C.95
0133 116 IF (NPU.EQ.1) GO TO 910
0134 PU(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPU-1)
0135 GO TO 911
0136 910 PU(6)=0
0137 BUV(2)=PU(4)
0138 GO TO 912
0139 911 NGR=NCUV-1
0140 DO 520 I=1,3
0141 UR=R(I)
0142 DO 91 J=1,NGR
0143 91 UR=UR+R(J+1)*PU(I)**J
0144 IF (UR.EQ.R(I)) UR=0
0145 520 PU(1)=UR
0146 570 BUV(2)=(PU(1)+PU(2)+PU(3)+PU(4)*(M-1))/(NPU-2)
0147 IF (NPU.EQ.1) GO TO 912
0148 571 PU(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPU-1)
0149 C
0150 C      CALCULO DE ERRORES PARA U
0151 C
0152 912 IF (PU(6).EQ.0) GO TO 701
0153 ER=(BUV(2)-PU(6))**2
0154 GO TO 702
0155 701 ER=0
0156 GO TO 913
0157 702 IF (PU(4).EQ.0) GO TO 22
0158 EB=(BUV(2)-PU(4))**2
0159 GO TO 23
0160 22 EB=0

```

```

0161 23 IF (M.EQ.1) GO TO 514
0162 ER=(ER*(NPL-1)+EB*(M-1))/(M*NPL-3)
0163 ER=SCRT(ER/(M*NPU-2))
0164 GO TO 913
0165 514 IF (NPU.EQ.2) GO TO 33
0166 ER=(ER*(NPU-1))/(NPU-2)
0167 ER=SCRT(ER/(NPU-1))
0168 913 SAC=C
0169 IF (ER.LE.0.1) GO TO 554
0170 DO 553 J=1,4
0171 IF (PL(J).EQ.C) GO TO 553
0172 SIG=PU(J)-BUV(2)
0173 IF (SIG.LT.C) SIG=-1+SIG
0174 IF (SIG.LE.3*ER) GO TO 553
0175 SAC=1
0176 PU(J)=0
0177 IF (J.EQ.4) M=1
0178 IF (J.NE.4) NPU=NPU-1
0179 553 CONTINUE
0180 IF (SAG.EQ.C) GO TO 554
0181 IF (M.EQ.1) GO TO 556
0182 GO TO 570
0183 556 EOV(2)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPL-1)
0184 GO TO 571
0185 554 CONTINUE
0186 C
0187 C CALCULOS PARA LA V
0188 C
0189 33 NPV=4
0190 IF (V(2).EQ.0) NPV=NPV-1
0191 IF (V(4).EQ.0) NPV=NPV-1
0192 IF (V(5).EQ.0) NPV=NPV-1
0193 IF (NPV.EQ.1) GO TO 34
0194 V(2)=(V(2)+V(4)+V(5))/(NPV-1)
0195 34 DO 76 I=1,3
0196 IGR=NCV(I)-1
0197 PV(I)=COEFV(I,1)
0198 DO 77 J=1,IGR
0199 PV(I)=PV(I)+COEFV(J+1,1)+V(I)+*J
0200 IF (PV(I).EQ.COEFV(I,1)) PV(I)=C
0201 76 CONTINUE
0202 IGR=NCV(4)-1
0203 PV(6)=COEFV(1,4)
0204 DO 78 J=1,IGR
0205 PV(6)=PV(6)+COEFV(J+1,4)+V(6)+*J
0206 IF (PV(6).EQ.COEFV(1,4)) PV(6)=C
0207 NPVA=4
0208 IF (PV(1).EQ.C) GO TO 80
0209 PV(1)=PV(1)+PV(1)+0.01771-C.151375
0210 GO TO 81
0211 80 NPVA=NPVA-1
0212 81 IF (PV(3).EQ.C) GO TO 82
0213 PV(3)=PV(3)-PV(3)+0.01927+C.414625
0214 GO TO 83
0215 82 NPVA=NPVA-1
0216 83 IF (PV(6).EQ.C) GO TO 84

```

```

0217     PV(6)=PV(6)-PV(6)*0.0143*0.1511
0218     GO TC 85
0219     84 NPVA=NPVA-1
0220     85 IF (NPV.EQ.1) GO TO 35
0221     IF (NPVA.EQ.1) GO TO 36
0222     RUV(3) = (PV(1)+PV(2)+(NPV-1)+PV(3)+PV(6))/(NPV+NPVA-2)
0223     GO TC 37
0224     36 RUV(3)=PV(2)
0225     GO TC 37
0226     35 IF (NPVA.EQ.1) GO TO 37
0227     RUV(3) = (PV(1)+PV(3)+PV(6))/(NPVA-1)
0228 C
0229 C     CALCULO DE ERRORES PARA V
0230 C
0231     37 IF (NPVA.EQ.1) GO TO 511
0232     IF (PV(1).EQ.C) GO TO 24
0233     EA=(RUV(3)-PV(1))*2
0234     GO TC 25
0235     24 EA=0
0236     25 IF (PV(2).EQ.C) GO TO 26
0237     EB=(RUV(3)-PV(2))*2
0238     GO TC 27
0239     26 EB=0
0240     27 IF (PV(3).EQ.0) GO TO 28
0241     EC=(RUV(3)-PV(3))*2
0242     GO TC 29
0243     28 EC=0
0244     29 IF (PV(6).EQ.C) GO TO 38
0245     ED=(RUV(3)-PV(6))*2
0246     GO TC 39
0247     38 ED=0
0248     39 IF (NPV.EQ.1) GO TO 512
0249     EA=(EA+EB+(NPV-1)*EC+ED)/(NPV+NPVA-3)
0250     EV=SQRT(EA/(NPV+NPVA-2))
0251     GO TC 513
0252     512 IF (NPVA.EQ.2) GO TO 511
0253     EA=(EA+EC+ED)/(NPVA-2)
0254     EV=SQRT(EA/(NPVA-1))
0255     GO TC 513
0256     511 EV=0
0257     513 SAG=E
0258     IF (EV.LE.0.1) GO TO 557
0259     DO 555 J=1,4
0260     IF (PV(J).EQ.C) GO TO 555
0261     SIG=(PV(J)-RUV(3))
0262     IF (SIG.LT.C) SIG=-1*SIG
0263     IF (SIG.LE.3*EV) GO TO 555
0264     SAG=1
0265     PV(J)=0
0266     IF (J.EQ.2) NPV=1
0267     IF (J.NE.2) NPVA=NPVA-1
0268     555 CONTINUE
0269     IF (SAG.EQ.0) GO TO 557
0270     GO TC 85
0271     557 CONTINUE
0272     IF (BLV(1)-RUV(3).GT.0.90) RUV(3)=RUV(3)+C

```

```

0273      IF (BLV(2).GT.11.88) GO TO 134
0274      PUV(2)=(BUV(2)-1.08)/0.90
0275      CO TC 135
0276 134 BUV(2)=(BUV(2)+0.93)/1.0675
0277 135 CONTINUE
0278      NC=24
0279      BMV=BUV(1)-BLV(3)
0280      LMB=BUV(2)-BLV(1)
0281      IF (NE.EQ.2257) IEX=1
0282      IF (NF.EQ.2245) IEX=1
0283      IF (NF.EQ.1666) IEX=3
0284      IF (NE.EQ.2125) IEX=3
0285      IF (NE.EQ.331) IEX=4
0286      IF (NL.EQ.379) IEX=4
0287      IF (NE.EQ.1653) IEX=4
0288      IF (NF.EQ.142) IEX=1
0289      IF (NF.EQ.2405) IEX=1
0290      IF (IEX.EQ.C) GO TO 707
0291      IF (ILX-3) 16C,305,302
0292 707 IF (BLV(3).LE.12) GO TO 50
0293      IF (BLV(3).LE.13) GO TO 51
0294      IF (BLV(3).LE.13.5) GO TO 45
0295      IF (BLV(3).LE.14.) GO TO 46
0296      IF (BLV(3).LE.14.5) GO TO 44
0297      IF (BLV(3).LE.15.0) GO TO 49
0298      IF (BLV(3).LE.15.25) GO TO 48
0299      IF (BLV(3).LE.15.5) GO TO 304
0300      IF (B*V.GT.C.26) GO TO 60
0301      IF (L*V.GT.C.574+BMV-0.23) GO TO 310
0302      IF (B*V.GT.C.50) GO TO 60
0303 310 BV=BMV-0.25
0304      LV=UPB-0.25+C.72
0305      #S=C.25+3
0306      CO TC 303
0307 60 BV=BMV
0308      LV=UPB
0309      #S=C
0310      CO TC 303
0311 0 CO TC 60
0312 51 Z=-1.1364+BMV+0.166
0313      IF (UPB.LE.2) GO TO 310
0314      Z=-0.7364+BMV+1.0547
0315      IF (UPB.GT.2) GO TO 136
0316      CO TC 60
0317 45 IF (L*V.LE.-0.24) GO TO 302
0318      IF (B*V.LE.C.30) GO TO 302
0319      Z=-0.5+BMV+1.15
0320      IF (L*V.GT.2) GO TO 136
0321      CO TC 60
0322 302 BV=BMV-0.28
0323      LV=UPB-0.28+C.72
0324      #S=C.28+3
0325      CO TC 303
0326 46 Z=-1.40+BMV
0327      IF (UPB.GT.2) GO TO 1
0328      Z=2+BMV-1.30

```

```

0329      IF (UMB.GT.Z) GO TO 2
0330      IF (UMB.GT.C.25) GO TO 1
0331      2  IF (RMV.LE.C.35) GO TO 305
0332      GO TO 60
0333      305 RV=3MV-0.27
0334      LB=UMB-0.27+C.72
0335      ABS=C.27+3
0336      GO TO 303
0337      44  IF (RMV.GT.1.0) GO TO 136
0338      IF (NE.EQ.2163) GO TO 136
0339      IF (UMB.GT.C.95) GO TO 136
0340      IF (RMV.GT.C.93) GO TO 60
0341      IF (UMB.LE.BMV+2-0.62) GO TO 60
0342      GO TO 302
0343      49  IF (RMV.LT.0.95) GO TO 306
0344      Z=C.94-0.73*BMV
0345      IF (UMB.GT.Z) GO TO 1
0346      306 IF (RMV.LE.C.43) GO TO 302
0347      IF (RMV.GT.C.60) GO TO 60
0348      IF (UMB.GT.1.84*BMV-0.63) GO TO 302
0349      GO TO 60
0350      48  IF (UMB.GT.1.84-1.63*BMV) GO TO 136
0351      IF (RMV.GT.C.70) GO TO 60
0352      IF (UMB.GT.2.42*BMV-1.01) GO TO 302
0353      GO TO 60
0354      304 IF (RMV.GT.0.65) GO TO 60
0355      IF (UMB.LE.C.81*BMV-0.30) GO TO 60
0356      GO TO 302
0357      303 IZ=0
0358      DO 40 J=1,NC
0359      IF (J.EQ.1) GO TO 40
0360      IF (IZ.EQ.1) GO TO 40
0361      IF (UMB.GT.UMB(J)) GO TO 40
0362      IZ=1
0363      IF (RV.LE.BMV(J)) GO TO 41
0364 C      ESTRELLA A LA DERECHA
0365      KK=J-1
0366      KF=NC-1
0367      GO TO 42
0368 C      ESTRELLA A LA IZQUIERDA
0369      41  KK=1
0370      KF=J-1
0371      42  L=C
0372      DO 43 M=KK,KF
0373      PC=(L*BC(K)-UMB(C(K+1)))/(BMV(K)-BMV(C(K+1)))
0374      A=L*MC(K)-PC*B*PV(C(K))
0375      PCA=LB+(1/PC)*BV
0376      X=(PCA-A)/(PC*1/PC)
0377      IF (X.GT.BMV(C(K+1))) GO TO 52
0378      IF (X.LT.BMV(K)) GO TO 54
0379      L=L+1
0380      Y=PC*X+A
0381 C
0382 C      CALCULO DE LA MAGNITUD ABSOLUTA
0383 C
0384      IF (MV(K).EQ.MV(K+1)) GO TO 614

```

```

0385      PV I=B M V C (K I)-B M V C (K+1)
0386      PV I=P V (K I)-P V (K+1)
0387      B M I=B M V C (K I)-X
0388      A V (L I)=M V (K I)-((B M I)+P V I I)/B V I I
0389      E O T C 53
0390 52 I F (X-B M V C (K+1)).G T .0.06) G O T O 43
0391      L=L+1
0392      P V (L I)=P V (K+1)
0393      X=B M V C (K+1)
0394      Y=L M B C (K+1)
0395      E O T C 53
0396 54 I F (B M V C (K I)-X.G T .0.06) G O T O 43
0397      X=B M V C (K I)
0398      Y=L M B C (K I)
0399      L=L+1
0400      A V (L I)=P V (K I)
0401      E O T C 53
0402 614 A V (L I)=P V (K I)
0403 C
0404 L      C A L C U L O D E L A D I S T A N C I A E N P A R S E C S
0405 L
0406 53 D=(U R-Y I)**2+(B V-X)**2
0407      D I S T (L I)=S Q R T (D I)
0408      D S (L I)=(B U V (L I)-A V (L I)*5-ABS I)/5
0409      D S (L I)=1.0+D S (L I)
0410 43 C O N T I N U E
0411 40 C O N T I N U E
0412      C O T C 613
0413 612 L=1
0414      A V (L I)=-0.4
0415      D I S T (L I)=0.0
0416      D S (L I)=(B U V (L I)-A V (L I)*5-ABS I)/5
0417      D S (L I)=1.0+D S (L I)
0418 613 I F (L.EQ.1) G O T O 68
0419      I F (L.EQ.0) G O T O 137
0420      L I=L-1
0421      G O 47 K=1,L I
0422      K A=K+1
0423      D O 63 K K=K A,L
0424      I F (D I S T (K I).L E.D I S T (K K)) G O T O 63
0425      A U X=D I S T (K I)
0426      R A L X=A V (K I)
0427      R A L X=D S (K I)
0428      D I S T (K I)=D I S T (K K)
0429      A V (K I)=A V (K K)
0430      D S (K I)=D S (K K)
0431      D I S T (K K)=A U X
0432      A V (K K)=R A U X
0433      D S (K K)=R A U X
0434 63 C O N T I N U E
0435 47 C O N T I N U E
0436      I Z=C
0437      I Z=0
0438      L I=L-1
0439      D O 95 K=1,L I
0440      I F (I Z.EQ.1) E O T C 95

```

```

0441      IF (DIST(K).EQ.DIST(K+1))GO TO 711
0442      IF (ABS.NE.G) GO TO 713
0443      IF (DS(K).LE.1350) GO TO 713
0444      IZ=1
0445      IZZ=1
0446      GO TO 95
0447  713  AMV=AV(K)
0448      ADS=DS(K)
0449      WRITE(6,209) NE,BUV(3),BMV,UMB,AV(K),ABS,DIST(K),DS(K)
0450  209  FORMAT(1H ,14,5F7.2,1F8.3,F8.3)
0451      IZ=1
0452      GO TO 95
0453  711  IF (AV(K).EQ.AV(K+1))GO TO 92
0454      IF (ABS.NE.G) GO TO 712
0455      IF (DS(K).LE.1350) GO TO 712
0456      IZ=1
0457      IZZ=1
0458      GO TO 95
0459  92  IF (L.EQ.2) IZZ=2
0460      GO TO 95
0461  712  WRITE(6,209) NE,BUV(3),BMV,UMB,AV(K),ABS,DIST(K),DS(K)
0462      AMV=AV(K)
0463      ADS=DS(K)
0464  95  CONTINUE
0465      IF (IZZ.EQ.2) GO TO 68
0466      IF (IZZ.EQ.1) GO TO 714
0467      GO TO 139
0468  68  IF (ABS.NE.0) GO TO 142
0469      IF (DS(K).LE.1350) GO TO 142
0470  714  IF (BUV(3).LE.13) GO TO 310
0471      IF (BLV(3).LE.13.5) GO TO 302
0472      IF (BLV(3).LE.14)GO TO 305
0473      IF (BLV(3).GT.15.5) GO TO 310
0474      GO TO 302
0475  142  WRITE(6,209) NE ,BUV(3),BMV,UMB,AV(L),ABS,DIST(L),DS(L)
0476      AMV=AV(L)
0477      ADS=DS(L)
0478      GO TO 139
0479  137  WRITE(6,138) NE,BMV,UMB,ABS,Z,KK,KF,PC,A,X,L
0480  138  FORMAT(1H ,14,4F7.2,2I7,4F7.2,17)
0481      GO TO 139
0482  136  GO TO 1
0483  139  CONTINUE
0484  C
0485  C      ASIGNACION INTERVALO DE DISTANCIA
0486  C
0487  C      DAS=39
0488  C      DO 154 K=1,38
0489  C      IF (ADS.GT.JA(K))GO TO 153
0490  C      GO TO 154
0491  153  IF (ADS.GT.JB(K))GO TO 154
0492  C      DAS=K
0493  154  CONTINUE
0494  C
0495  C      ASIGNACION INTERVALO MAG. ABSOLUTA
0496  C

```

```

0497     PAC=7
0498     JF (APV.LT.2) MAG=1
0499     DO 143 K=2,6
0500     JF (APV.LT.K) GO TO 143
0501     JF (APV.GE.K+1) GO TO 143
0502     PAC=K
0503 143 CONTINUE
0504 C
0505 C     CALCULO DE LA DENSIDAD
0506 C
0507     DO 146 K=1,6
0508     DO 147 L=1,38
0509     JF (MAG.NE.K) GO TO 144
0510     JF (DAS.NE.L) GO TO 144
0511     PEI(K,L)=PEI(K,L)+1
0512 144 CONTINUE
0513 147 CONTINUE
0514 146 CONTINUE
0515     GO TO 1
0516 90 CONTINUE
0517     NUF=C
0518     DO 600 K=1,6
0519     KK=K+1
0520     WRITE(6,98) KK
0521 98  FORMAT(IH,'PAG. ABS. MENOR CUE',I2)
0522     DO 600 L=1,38
0523     JF (PEI(K,L).EQ.0) GO TO 600
0524     WRITE(6,99) JA(L),JB(L)
0525 99  FORMAT(IH,'DISTANCIA ',I4,'-',I4)
0526     WRITE(6,506) PEI(K,L)
0527 506 FORMAT(IH,'NUMERO DE ESTRELLAS EN EL INTERVALO=',I3)
0528     Y=PEI(K,L)/VCL(L)
0529     DEN=L*LOG10(Y)*10.
0530     WRITE(6,507) DEN
0531 507 FORMAT(IH,'/2X','LOG D*10=',F8.5)
0532     NUF=NUF+PEI(K,L)
0533 600 CONTINUE
0534     WRITE(6,97) NUF
0535     WRITE(6,97) NES
0536 97  FORMAT(IH1,I7)
0537 650 STOP
0538     END

```

WIVAC OS/3 BASIC FORTRAN, VERSION 4.0  
HIS COMPILATION DONE ON 79/07/02 AT 14.02

VIII.7.- PROGRAMA MAGNITUDES

ABSOLUTAS DE LAS  
GIGANTES

400

```
0001 PROGRAM MAMEN
0002 DIMENSION PEI(7,38),COEFC(9,6),NCE(6),EE(6),DS(29),JA(38),JB(38),
0003 2 VOL(38),VINTER(9),ERR(6),BMVC(28),LMB C(28),MV(28),P(6),
0004 3 AV(29),DIST(29),UIS(3),V(6),COEFB(7,6),COEFU(7,4),COEFV(7,
0005 4 4),NCB(6),NCU(4),NCV(4),PB(6),PU(6),PV(6),R(9),BUV(3)
0006 INTEGER PEI
0007 REAL MV(1),XV
0008 DATA VINTER/ 10.,11.,12.,13.,14.,14.5,15.,15.5,100./
0009 ISW=0
0010 C
0011 C LECTURA DE LOS GRADOS DE CADA POLINOMIO Y DE LOS COEFICIENTES
0012 C
0013 READ(5,101) NCB,NCU,NCV
0014 101 FORMAT(I1,I1)
0015 READ(5,100) COEFB,COEFU,COEFV
0016 100 FORMAT(6(E12.5,1X),2X)
0017 READ(5,103) NCUV
0018 103 FORMAT(I1)
0019 READ(5,100) (R(I),I=1),NCUV
0020 NC=1
0021 READ(5,104) (MV(I),BMVC(I),LMB C(I),I=1),NCI
0022 104 FORMAT(13(F5.2,1X),2X)
0023 READ(5,400) NCE
0024 400 FORMAT(6I1)
0025 READ(5,100) COEFC
0026 C
0027 C CALCULO DEL VOLUMEN
0028 C
0029 FAC=(0.89+(3.1416/180)**2)/3
0030 T=200.
0031 VOL(1)=FAC*T**3
0032 DO 140 I=2,38
0033 JB(I)=200*I
0034 JA(I)=200*(I-1)
0035 SSS1=JB(I)
0036 SSS2=JA(I)
0037 140 VOL(I)=FAC*(SSS1**3-SSS2**3)
0038 WRITE(6,500)
0039 500 FORMAT(11H1,10X,'DISTANCIA',5X,'VOLUMEN',J,13X,'PC',11X,'PC',/)
0040 JA(I)=0
0041 JB(I)=200
0042 DO 141 I=1,38
0043 141 WRITE(6,501) JA(I),JB(I),VOL(I)
0044 501 FORMAT(1H ,10X,10,1X,14,7X,E12.3)
0045 DO 145 K=1,6
0046 DO 145 L=1,38
0047 145 PEI(K,L)=0
0048 NES=0
0049 C
```

```

0050 C      LECTURA DE UNA FICHA DE DATOS
0051 C
0052      1 READ (5,102) NE,B,U,V,IEK
0053 102 FORMAT (I4,1X,17(F3.1,1X),6X,I1)
0054      IF (NE.LE.0160 TO 90
0055          NES=NES+1
0056      DO 505 J=1,3
0057 505 RUV(J)=0
0058          ER=0
0059          EV=0
0060          EZ=0
0061          DO 70 I=1,6
0062              IGR=NCR(I)-1
0063              PB(I)=COEFB(I,I)
0064              DO 71 J=1,IGR
0065 71 PB(I)=PB(I)+COEFB(J+1,I)*B(I)*J
0066              IF (PB(I).EQ.COEFB(I,I)) PB(I)=0
0067 70 CONTINUE
0068          NPB=7
0069          DO 79 I=1,6
0070 79 IF (PB(I).EQ.0) NPB=NPB-1
0071              IF (NPB.EQ.1) GO TO 30
0072 66 BUV(I) = (PB(1)*PB(2)+PB(3)*PB(4)+PB(5)*PB(6))/(NPB-1)
0073 C
0074 C      CALCULO DE ERRORES PARA B
0075 C
0076 552 IF (NPB.EQ.2) GO TO 30
0077          EZ=0
0078          DO 401 I=1,6
0079 401 IF (PB(I).EQ.0) GO TO 401
0080              ICR=NCR(I)-1
0081              EE(I)=COEFE(I,I)
0082              DO 402 J=1,IGR
0083 402 EE(I)=EE(I)+COEFE(J+1,I)*BUV(I)*J
0084              EE(I)=EE(I)*PB(I)
0085              EZ=EZ+(BUV(I)-EE(I))^2
0086 401 CONTINUE
0087          EZ=SQRT(EZ/(INPB-2)*(INPB-1))
0088          SAG=C
0089          IF (EZ.LE.0.) GO TO 551
0090          DO 550 J=1,6
0091 550 IF (PB(J).EQ.0) GO TO 550
0092              SIG=EE(J)-BUV(I)
0093              IF (SIG.LT.0) SIG=-1*SIG
0094              IF (SIG.LE.3*EZ) GO TO 550
0095              SAG=1
0096              PB(J)=0
0097              EE(J)=0
0098              NPB=NPB-1
0099              NCR=1
0100 550 CONTINUE
0101          IF (SAG.EQ.0) GO TO 551
0102          GO TO 66
0103 551 CONTINUE
0104 C
0105 C      CALCULOS PARA LA U

```

```

0106 C
0107 30 IF (NE.LE.1) GO TO 18
0108 IF (U(3).EQ.0) GO TO 18
0109 U(3)=-0.97941*U(3)*1.1313-(U(3)**2)*C.00569*U(3)**3*C.0000
0110 18 CONTINUE
0111 NPU=4
0112 P=3
0113 DO 19 I=1,5
0114 19 IF (U(I).EQ.0) M=M-1
0115 IF (M.EQ.1) GO TO 31
0116 S(I)=(U(4)+U(5))/(M-1)
0117 31 DO 73 J=1,4
0118 NGR=NCU(I)-1
0119 PU(I)=COEFU(I,1)
0120 DO 74 J=1,16R
0121 74 PU(I)=PU(I)+COEFU(J,1)*U(I)**J
0122 IF (PU(I).EQ.COEFU(I,1)) PU(I)=C
0123 73 CONTINUE
0124 DO 3 I=1,3
0125 3 IF (IPU(I).EQ.0) NPU=NPU-1
0126 IF (NPU.NE.1) GO TO 32
0127 IF (M.EQ.1) GO TO 33
0128 32 IF (IPU(2).NE.0) PU(2)=(PU(2)-.4244)/.95
0129 IF (NE.LE.1) GO TO 115
0130 IF (IPU(3).NE.0) PU(3)=PU(3)*1.1021544-0.6394073
0131 GO TO 116
0132 115 IF (IPU(3).NE.0) PU(3)=(PU(3)+0.96*0.0496)/C.95
0133 116 IF (NPU.EQ.1) GO TO 910
0134 PU(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPU-1)
0135 GO TO 911
0136 910 PU(6)=0
0137 BUV(2)=PU(4)
0138 GO TO 912
0139 911 NGR=NCU-1
0140 DO 520 I=1,3
0141 UR=R(I)
0142 DO 91 J=1,NGR
0143 91 UR=UR+R(J)+PU(I)**J
0144 IF (UR.EQ.R(I)) UR=0
0145 520 PU(I)=UR
0146 570 BUV(2)=(PU(1)+PU(2)+PU(3)+PU(4)*(M-1))/(P+NPU-2)
0147 IF (NPU.EQ.1) GO TO 912
0148 571 PU(6)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPU-1)
0149 C
0150 C CALCULO DE ERRORES PARA U
0151 C
0152 912 IF (IPU(6).EQ.0) GO TO 701
0153 ER=(BUV(2)-PU(6))**2
0154 GO TO 702
0155 701 ER=0
0156 GO TO 913
0157 702 IF (IPU(4).EQ.0) GO TO 22
0158 EB=(BUV(2)-PU(4))**2
0159 GO TO 23
0160 22 EB=0
0161 23 IF (M.EQ.1) GO TO 514

```

```

0162 ER=(ER*(NPU-1)+EB*(M-1))/(M*NPU-3)
0163 ER=SQRT(ER/(M*NPU-2))
0164 EO TC 913
0165 514 IF (NPU.EQ.2) GO TO 33
0166 ER=(ER*(NPU-1))/(NPU-2)
0167 ER=SQRT(ER/(NPU-1))
0168 913 SAE=0
0169 IF (ER.LE.0.1) GO TO 554
0170 DO 553 J=1,4
0171 IF (PU(J).EQ.0) GO TO 553
0172 SIG=PU(J)-BUV(2)
0173 IF (SIG.LT.0) SIG=-1*SIG
0174 IF (SIG.LE.3*ER) GO TO 553
0175 SAE=|
0176 PU(J)=0
0177 IF (J.EQ.4) M=|
0178 IF (J.NE.4) NPU=NPU-1
0179 553 CONTINUE
0180 IF (SAG.EQ.0) GO TO 554
0181 IF (M.EQ.1) GO TO 556
0182 CO TO 570
0183 556 BUV(2)=(PU(1)+PU(2)+PU(3))/(NPU-1)
0184 EO TC 571
0185 554 CONTINUE
0186 C
0187 C CALCULOS PARA LA V
0188 C
0189 33 NPV=4
0190 IF (V(2).EQ.0) NPV=NPV-1
0191 IF (V(4).EQ.0) NPV=NPV-1
0192 IF (V(5).EQ.0) NPV=NPV-1
0193 IF (NPV.EQ.1) GO TO 34
0194 V(2)=(V(2)+V(4)+V(5))/(NPV-1)
0195 34 DO 76 I=1,3
0196 IGR=NCV(I)-1
0197 PV(I)=COEFV(I,1)
0198 DO 77 J=1,IGR
0199 77 PV(I)=PV(I)+COEFV(J+1,1)*V(I)**J
0200 IF (IPV(I).EQ.COEFV(I,1)) PV(I)=0
0201 76 CONTINUE
0202 IGR=NCV(4)-1
0203 PV(4)=COEFV(1,4)
0204 DO 78 J=1,IGR
0205 78 PV(4)=PV(4)+COEFV(J+1,4)*V(4)**J
0206 IF (IPV(4).EQ.COEFV(1,4)) PV(4)=0
0207 NPVA=4
0208 IF (IPV(1).EQ.0) GO TO 80
0209 PV(1)=PV(1)+PV(1)*0.01771-0.151375
0210 CO TC 81
0211 80 NPVA=NPVA-1
0212 01 IF (PV(13).EQ.0) GO TO 82
0213 PV(13)=PV(13)-PV(13)+0.01927+0.414625
0214 GO TO 83
0215 82 NPVA=NPVA-1
0216 83 IF (IPV(6).EQ.0) GO TO 84
0217 PV(6)=PV(6)-PV(6)+0.0143+0.1511

```

```

0216      GO TO 05
0219      84 NPVA=NPVA-1
0220      85 IF (NPV.EQ.1) GO TO 35
0221      IF (NPVA.EQ.1) GO TO 36
0222      BUV (3) = (PV (1)+PV (2)+ (NPV-1)*PV (3)+PV (6))/(NPV+NPVA-2)
0223      GO TO 37
0224      36 BUV (3)=PV (2)
0225      GO TO 37
0226      35 IF (NPVA.EQ.1) GO TO 37
0227      BUV (3) = (PV (1)+PV (3)+PV (6))/(NPVA-1)
0228 C
0229 C      CALCULO DE ERRORES PARA V
0230 C
0231      37 IF (NPVA.EQ.1) GO TO 511
0232      IF (PV (1).EQ.0) GO TO 24
0233      EA=(BUV (3)-PV (1))*2
0234      GO TO 25
0235      24 EA=0
0236      25 IF (PV (2).EQ.0) GO TO 26
0237      EB=(BUV (3)-PV (2))*2
0238      GO TO 27
0239      26 EB=0
0240      27 IF (PV (3).EQ.0) GO TO 28
0241      EC=(BUV (3)-PV (3))*2
0242      GO TO 29
0243      28 EC=0
0244      29 IF (PV (6).EQ.0) GO TO 38
0245      ED=(BUV (3)-PV (6))*2
0246      GO TO 39
0247      38 ED=0
0248      39 IF (NPV.EQ.1) GO TO 512
0249      EA=(EA+EB+(NPV-1)*EC+ED)/(NPV+NPVA-3)
0250      EV=SQRT (EA/(NPV+NPVA-2))
0251      GO TO 513
0252      512 IF (NPVA.EQ.2) GO TO 511
0253      EA=(EA+EC+ED)/(NPVA-2)
0254      EV=SQRT (EA/(NPVA-1))
0255      GO TO 513
0256      511 EV=0
0257      513 SAG=0
0258      IF (EV.LE.0.1) GO TO 557
0259      DO 555 J=1,4
0260      IF (PV (J).EQ.0) GO TO 555
0261      SIG=PV (J)-BUV (3)
0262      IF (SIG.LT.0) SIG=-1+SIG
0263      IF (SIG.LE.3*EV) GO TO 555
0264      SAG=1
0265      PV (J)=0
0266      IF (J.EQ.2) NPV=1
0267      IF (J.NE.2) NPVA=NPVA-1
0268      555 CONTINUE
0269      IF (SAG.EQ.0) GO TO 557
0270      GO TO 05
0271      557 CONTINUE
0272      IF (BUV (1)-BUV (3).GT.0.90) BUV (3)=BUV (3)+C.1
0273      IF (BUV (2).GT.11.88) GO TO 134

```

```

0274      RUV(2)=(B UV(2)-1.081/0.90
0275      (O TC 135
0276 134 RUV(2)=(B UV(2)+0.931/1.0675
0277 135 CONTINUE
0278      NC=11
0279      BMV=B UV(1)-B UV(3)
0280      LMB=RUV(2)-B UV(1)
0281 707 IF (B UV(3)).LE.12)GO TO 50
0282      IF (B UV(3)).LE.13) GO TO 51
0283      IF (B UV(3)).LE.13.5) GO TO 45
0284      IF (B UV(3)).LE.14.5) GO TO 46
0285      IF (B UV(3)).LE.14.5) GO TO 44
0286      IF (B UV(3)).LE.15.0) GO TO 49
0287      IF (B UV(3)).LE.15.25) GO TO 48
0288      GO TO 1
0289      50 GO TO 60
0290      45 GO TO 302
0291      46 GO TO 305
0292      44 GO TO 302
0293      49 GO TO 302
0294      48 GO TO 302
0295      51 BV=B PV-0.25
0296      LB=UPB-0.25*0.72
0297      ABS=C.25*3
0298      GO TO 303
0299      60 BV=B PV
0300      UB=UPB
0301      ABS=C
0302      GO TO 303
0303      302 BV=B PV-0.28
0304      UB=UPB-0.28*0.72
0305      ABS=C.28*3
0306      GO TO 303
0307      305 BV=B PV-0.27
0308      UB=UPB-0.27*0.72
0309      ABS=C.27*3
0310      GO TO 303
0311      303 IF (ABS.EQ.0) GO TO 620
0312      EBV=ABS/3.
0313      RB S=(4*ABS)/3
0314      GO TO 621
0315      620 EBV=0
0316      RB S=C
0317      EGR=C
0318      E=(B UV(1))-0.06*UB+0.93*BV-0.22
0319      (O TC 623
0320      621 E=(B UV(1))-0.06*UB+0.93*BMV-0.12*EBV+0.045*EBV**2-0.22
0321      [GR=].39*EBV+0.015*EBV**2
0322      623 AG=(C-)+5-2.69*EGR)/5
0323      AG=10**AG
0324      GF=(B UV(1))-1.6*5-RB S)/5
0325      CF=10**GF
0326      GK=(B UV(1))-1.2*5-RB S)/5
0327      CK=10**GK
0328      F=-0.67*BV+2.84
0329      IZ=0

```

```

0330 IF (UR.GT.F) GO TO 612
0331 DO 40 J=1,NC
0332 IF (J.EQ.1) GO TO 40
0333 IF (IZ.EQ.1) GO TO 40
0334 IF (UR.GT.UMBC(J)) GO TO 40
0335 IZ=1
0336 IF (BV.LE.BMVC(J)) GO TO 41
0337 C ESTRELLA A LA DERECHA
0338 KK=J-1
0339 KF=NC-1
0340 GO TO 42
0341 C ESTRELLA A LA IZQUIERDA
0342 41 MK=J
0343 KF=J-1
0344 42 L=0
0345 DO 43 K=KK,KF
0346 PC=(UMBC(K)-UMBC(K+1))/(BMVC(K)-BMVC(K+1))
0347 A=UMBC(K)-PC*BMVC(K)
0348 PCA=UB*(1/PC)*BV
0349 X=(PCA-A)/(PC+1/PC)
0350 IF (X.GT.BMVC(K+1)) GO TO 52
0351 IF (X.LT.BMVC(K)) GO TO 54
0352 L=L+1
0353 Y=PC*X+A
0354 C
0355 C CALCULO DE LA MAGNITUD ABSOLUTA
0356 C
0357 IF (MV(K).EQ.MV(K+1)) GO TO 614
0358 BVI=BMVC(K)-BMVC(K+1)
0359 PVI=MV(K)-MV(K+1)
0360 BHI=BMVC(K)-X
0361 AV(IL)=MV(K)-(BHI*PVI)/BVI
0362 GO TO 53
0363 52 IF (X-BMVC(K+1).GT.0.06) GO TO 43
0364 L=L+1
0365 AV(IL)=MV(K+1)
0366 X=BMVC(K+1)
0367 Y=UMBC(K+1)
0368 GO TO 53
0369 54 IF (BMVC(K)-X.GT.0.06) GO TO 43
0370 X=BMVC(K)
0371 Y=UMBC(K)
0372 L=L+1
0373 AV(IL)=MV(K)
0374 GO TO 53
0375 614 AV(IL)=MV(K)
0376 C
0377 C CALCULO DE LA DISTANCIA EN PARSECS
0378 C
0379 53 D=(UB-Y)**2+(BV-X)**2
0380 DIST(IL)=SORT(D)
0381 DS(IL)=(UBV(3)-AV(IL))*5-ABS(1/5)
0382 DS(IL)=10**DS(IL)
0383 43 CONTINUE
0384 40 CONTINUE
0385 GO TO 613

```

```

0386 612 L=1
0387 AV(L)=0.4
0388 DIST(L)=0.0
0389 DS(L)=(BUV(3)-AV(L)*5-ABS)/5
0390 DS(L)=10**DS(L)
0391 613 IF(L.EQ.1) GO TO 68
0392 IF(L.EQ.01) GO TO 137
0393 L1=L-1
0394 DO 47 K=1,L1
0395 KA=K+1
0396 DO 63 KK=KA,L
0397 IF(DIST(K)-LE.DIST(KK)) GO TO 63
0398 AUX=DIST(K)
0399 BALX=AV(K)
0400 RALX=DS(K)
0401 DIST(K)=DIST(KK)
0402 AV(K)=AV(KK)
0403 DS(K)=DS(KK)
0404 DIST(KK)=AUX
0405 AV(KK)=BALX
0406 DS(KK)=RALX
0407 63 CONTINUE
0408 47 CONTINUE
0409 68 WRITE(6,209)N,C,BUV(3),BMV,UMB,AV(1),ABS,DS(1),DMU(1),GF,
0410 2 EK,G,AG
0411 209 FORMAT(1H,14,5F7.2,F9.1,F8.2,2F9.1,F8.2,F9.1)
0412 GO TO 139
0413 137 WRITE(6,138)NE,BMV,UMB,ABS,2,KK,KF,PC,A,X,L
0414 138 FORMAT(1H,14,4F7.2,2I7,4F7.2,17I
0415 EO TO 139
0416 136 GO TO 1
0417 139 CONTINUE
0418 C
0419 C ASIGNACION INTERVALO DE DISTANCIA
0420 C
0421 DAS=39
0422 DO 154 K=1,38
0423 IF(ADS.GT.JA(K))GO TO 153
0424 GO TO 154
0425 153 IF(ADS.GT.JB(K))GO TO 154
0426 DAS=K
0427 154 CONTINUE
0428 C
0429 C ASIGNACION INTERVALO MAG. ABSOLUTA
0430 C
0431 MAE=7
0432 IF(APV.LT.2) MAG=1
0433 GO 143 K=2,6
0434 IF(APV.LT.K) GO TO 143
0435 IF(APV.GE.K+1) GO TO 143
0436 MAG=K
0437 143 CONTINUE
0438 C
0439 C CALCULO DE LA DENSIDAD
0440 C
0441 DO 146 K=1,6

```

