

Sobre una cadena de galaxias en Centauro

J. L. SÉRSIC y E. L. AGÜERO

Observatorio Astronómico, Córdoba y CNICT, Buenos Aires



Fig. 1 — Puede apreciarse en esta foto la existencia de 3 galaxias alineadas en dirección NE-SW con la elíptica NGC 7794 (N arriba, W a la derecha).

La cuenta anterior no incluye los objetos que se hallan comprendidos entre las declinaciones 0° y -30° , ya que estas zonas han sido bien estudiadas desde el norte.

Entre los objetos encontrados figuran algunos catalogados en la serie NGC o IC pero que gracias al alcance del telescopio se puede ver que presentan objetos de muy bajo brillo asociados; tal es el caso de NGC 7796 (fig. 1).

Dos de nosotros (J.L.S. y H.A.D.) hemos comenzado ya el estudio fotométrico y espectroscópico de los objetos encontrados.

Agradecemos al Sr. Emilio Lappacet por su colaboración en la obtención de coordenadas.

1. *Introducción:* El presente informe de trabajo constituye la primera entrega de un estudio más detallado de la Asociación de Galaxias en Centauro que fuera descrita en otro lugar (³) por uno de nosotros.

En la lámina II, figura a), muestra el conjunto de dicha Asociación de Galaxias y se identifica a sus miembros con la notación que habíamos introducido antes. En adelante nos concentraremos solamente en el objeto G5.

2. Los resultados fotométricos que se describen en esta sección se han derivado de placas tomadas en los rangos fotográficos y fotovisual (103a - O y 103a - G + GG 14) con el astrógrafo doble de la Estación Austral Yale-Columbia (*). La exposición de las mismas ha sido de una hora tanto para el objeto como para la región estándar E6. A esta última se ha dado un desenfoque adecuado para obtener densidades convenientes.

Se ha realizado la fotometría de estas galaxias siguiendo técnicas descripta en otro lugar(¹) trazándose sendos mapas de isofotas de los cuales se derivaron las respectivas magnitudes totales fotográfica (P) y fotovisual (V) y el índice de Color C, así como también los brillos superficiales medios (P_s) y (V_s) respectivos.

Por otra parte se realizó la integración parcial de la distribución de brillo del objeto central y separadamente para la parte N y S del filamento. Los valores así obtenidos se consignan en la tabla I.

Tabla I

	P	V	C	C'	P_s	V_s
Total	14.33	13.61	0.72	0.47	14.78	13.05
Filete (Norte)	16.33	16.17	0.16	-0.09	15.47	13.59
Cuerpo Central	14.98	14.05	0.93	0.68	14.25	12.81
Filete (Sur)	15.97	16.07	-0.10	-0.35	15.35	13.85

$C' = C - E = C - A/4 =$ color corregido por enrojecimiento galáctico.

G1
G2
G3
G4
G5
G6
G7



a - Asociación de Galaxias en Centauro. El N está hacia abajo y el E hacia la derecha. Arriba está la identificación de las galaxias.

Un primer hecho interesante que se desprende de la tabla precedente es la gran diferencia de color existente entre la región central ($C' = 0.68$, característico de espirales tempranas) y las extensiones N y S del filamento ($C' = -0.09$ y -0.35 respectivamente). En efecto, como uno de nosotros lo había notado ya en una comunicación anterior, la diferencia de color entre el objeto central y el filamento es evidente en simple inspección de las placas, siendo particularmente remarcable el color azul de la condensación observada en la mitad S del filete. Las cifras precedentes muestran que, efectivamente, el índice de color medio de esa región es negativo. Del prolijo estudio de colores y formas hecho por Holmberg ⁽²⁾ para 300 galaxias boreales no se encuentra galaxia normal alguna con índices de color tan pequeños como los correspondientes a ambas mitades del filete.

En cuanto a los valores integrados, el color total del objeto es $C' = 0.47$ típico de una espiral tardía.

En la figura 2 se ilustran las distribuciones de brillo en dos colores (P, V), cotejando el área (S) con la magnitud superficial (m) de la isofota que la contiene. Como puede observarse para isofotas con $m > 24$ mag/□" las áreas correspondientes a las isofotas fotográficas son sistemáticamente mayores que aquellas de las magnitudes fotovisuales indicando que a partir de ese brillo superficial la contribución al color de las regiones externas (filete) es negativa.

En la región central ($m < 24$ mag/□") por el contrario las áreas de las isofotas fotovisuales son mayores y por consiguiente el índice de color es positivo.

Hacemos notar finalmente, que en el cómputo de los valores totales se extrapolaron las contribuciones del brillo como es usual, mientras que para los valores parciales no se han efectuado dichas extrapolaciones.

3. En la lámina II, figura b, se muestra una ampliación del espectro de este objeto obtenida con el espectrógrafo nebular y tubo de imágenes en uso en la Estación

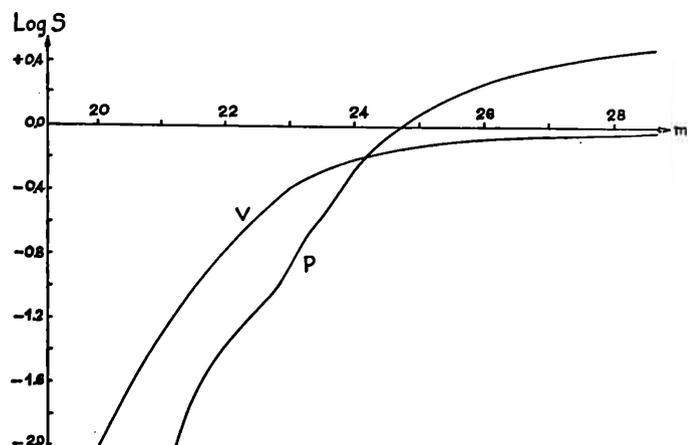
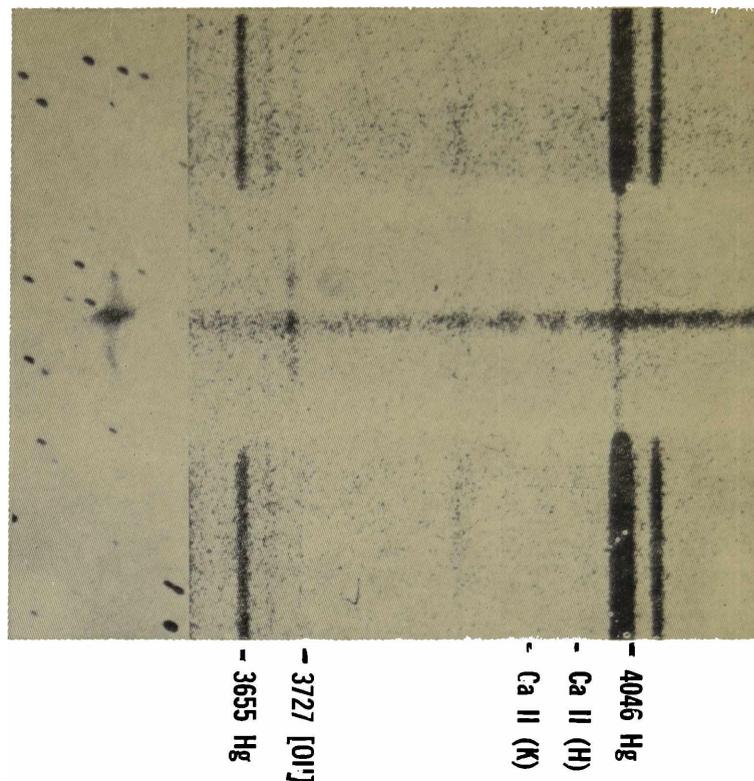


Fig. 2 — Ag 38. Comparación de distribuciones de brillo en P y V.

Astrofísica de Bosque Alegre. La región ilustrada se halla comprendida entre las líneas $\lambda 3650$ y $\lambda 4046$ de Hg, correspondiendo a una exposición de 4^h con la ranura en PA 160° , es decir, alineada con la mayor extensión del objeto.



b — Ag - 38. El N está hacia abajo. A la derecha una ampliación del espectro mostrando (de derecha a izquierda) H, K y $\lambda 3727$. Obsérvese la relación entre la última línea y la estructura del objeto a la izquierda.

Se observa claramente el continuo de la región central en el cual se notan las absorciones correspondientes a las líneas H y K del Ca II mientras que la línea $\lambda 3727$ del [OII] no sólo se observa como muy intensa sobre el continuo del objeto central sino extendiéndose a ambos lados del mismo en unos $40''$, en coincidencia con las extensiones N y S del filete. No ha sido posible establecer fehacientemente la presencia de H_α en emisión correspondiente a estas extensiones en $\lambda 3727$, pero existen trazas de H_α en emisión sobre el continuo. La casi totalidad del flujo luminoso del filete se halla, así, concentrada en $\lambda 3727$, lo que explica el índice de color extremadamente negativo del mismo.

La tabla II resume los valores de la velocidad radial correspondiente al objeto central, deducida de las tres líneas. El valor promedio resultante es de 2530 km/seg. Más adelante se discutirán los valores de la velocidad radial que se desprenden de las mediciones a lo largo de [OII] $\lambda 3727$.

Tabla II — Velocidades Radiales corregidas

Espectro EN 462	V_R (km/seg)
O II 3727	2545
Ca II 3934 (K)	2591
Ca II 3969 (H)	2454
Promedio	2530

Como hemos mencionado en otra parte (3) el objeto que estamos estudiando forma parte de una cadena o asociación de galaxias cuyo principal miembro es un objeto SBO(R) que hemos denominado G3, para el cual se ha hallado una velocidad radial de 2975 km/seg. Con el fin de estimar razonablemente la distancia del grupo de galaxias en cuestión hemos usado el valor medio de las velocidades radiales de G3 y G5 que llega a ser 2752 km/seg y una constante de Hubble de 100 km/seg por Mpc, de donde se obtiene $D = 27,5$ Mpc. De aquí sale un módulo de distancia verdadero $(m - M)_0 = 32$ mag y, con la absorción galáctica sacada de las tablas de de Vaucouleurs y Malik (4) resulta un módulo aparente $(m - M) = 33$. Las magnitudes absolutas fotográficas del objeto integrado y de su región central resulta ser entonces -18.7 y -18.0 respectivamente.

La figura 3 muestra la curva de velocidad radial deducida de las mediciones de la línea $\lambda 3727$ [OII]. Hacia el N nuestras mediciones se han extendido $35''$ mientras que hacia el S llegan hasta $45''$. La máxima amplitud de la velocidad medida llega sólo a 166 km/seg. evidenciándose un gradiente sistemático desde $-35''$ a $+35''$, así como un contragradiante desde $-35''$ a $-45''$. Se han indicado también los puntos correspondientes a las líneas de absorción H y K del Ca II.

4. De la distancia estimada para este objeto se deduce que el punto donde cambia el gradiente de la curva de

rotación se encuentra a 4,4 kpc del objeto central ($33''$ a una escala de $1'' = 133$ pc). Por otra parte la semiamplitud de la curva de rotación es de 83 km/seg. Si consideramos a este objeto constituido de una región central masiva (estelar) y al filete como extensión gaseosa de masa despreciable, deberíamos aplicar una simple fórmula kepleriana para la estima de la masa, es decir,

$$M = 233 \times \left(\frac{\Delta V}{\text{sen } i} \right)^2 \times R$$

donde las unidades usadas son pc y km/seg. e i es el ángulo de la inclinación del plano de rotación con el plano de cielo. La masa que resulta aplicando la fórmula anterior es:

$$7,1 \times 10^9 \cdot / \text{sen}^2 i$$

Con las magnitudes absolutas previamente estimadas se deduce una relación

$$M/L = 1,6/\text{sen}^2 i \quad \text{y} \quad 3/\text{sen}^2 i$$

para el objeto como un todo y su región central respectivamente.

Los valores hallados carecen de sentido a menos que se suponga i bastante pequeño. En efecto si la mayor parte de la masa se encuentra concentrada en el objeto central deberíamos adoptar el último valor de M/L como el más probable, pero nuestra discusión previa sobre la fotometría del mismo nos muestra un elevado índice de color,

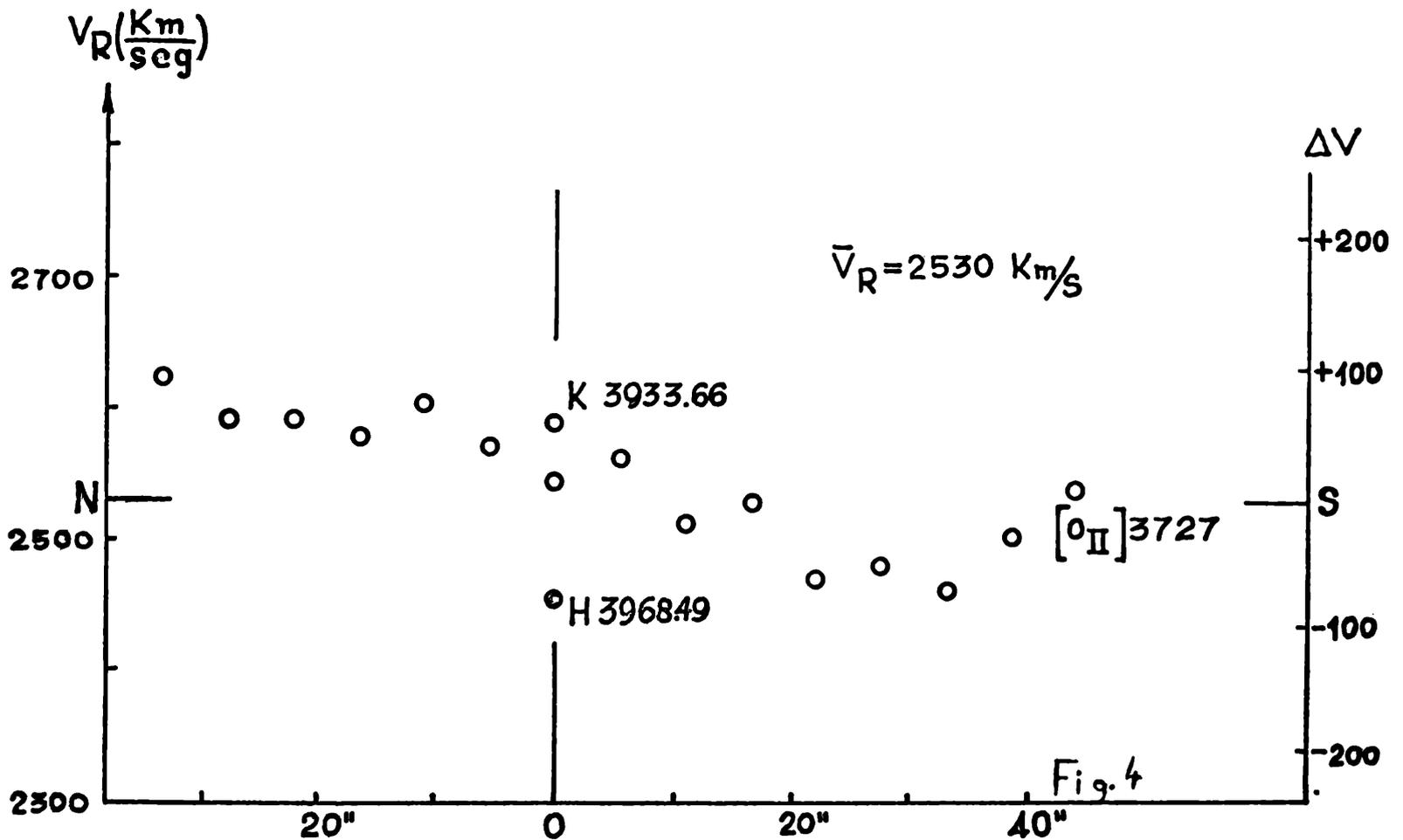


Fig. 3 — Ag 38. Curva de velocidad radial — AP = 160°.

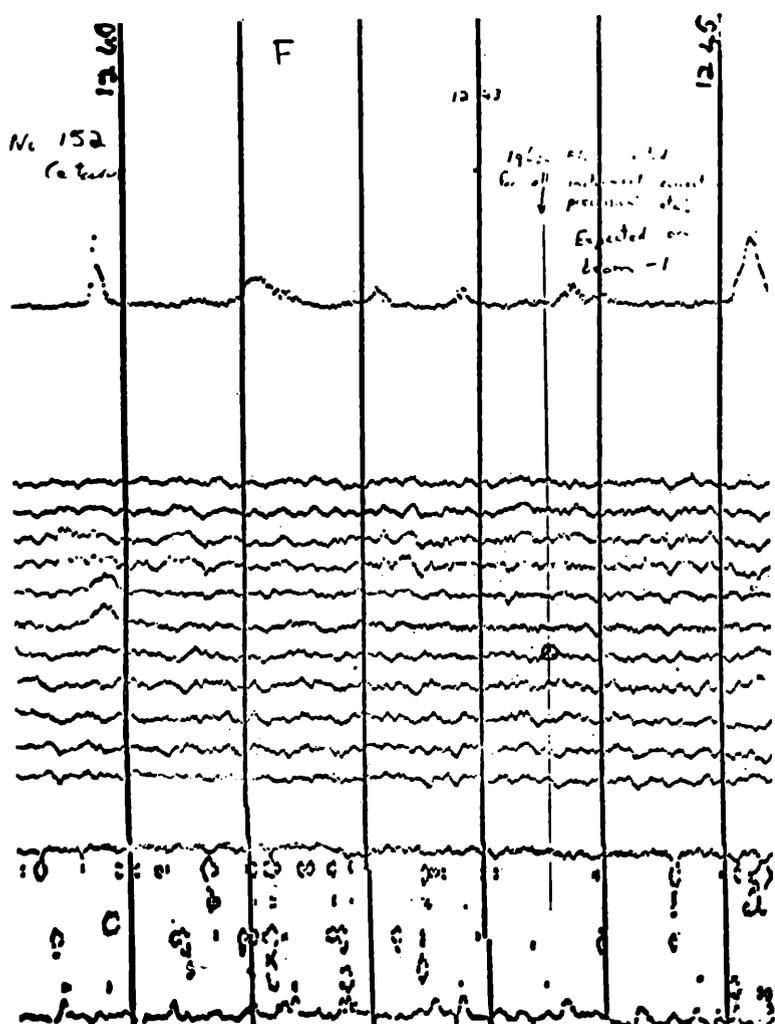


Fig. 4 — Registro obtenido en Sydney.

lo que sugiere también una relación M/L por lo menos un orden de magnitud mayor o sea que $\sin i \approx 0.3$. Esto no es más que una conjetura desde el punto de vista conservador, pues también es posible, y quizás sea probable, que no estemos enfrentados con una cinemática puramente rotacional.

5. En un trabajo anterior sobre la Asociación de Galaxias en Centauro, uno de nosotros ⁽³⁾ interpretó las eyecciones de G5 como nubes de electrones relativistas de suficiente energía como para que su radiación de sincrotrón se extendiese hasta frecuencias ópticas. El objeto cercano G6 sería entonces el remanente de una eyección previa que, por ser la componente más distante, con velocidad positiva, es observada aún en un estado temprano de su evolución y por consiguiente radiando en el rango óptico. La otra nube, simétrica, no se observa empero en el rango visual, porque su radiación se ha originado en un estadio posterior y las frecuencias ópticas ya han decaído. Así lo explican M. Ryle y M. Longair (1967) en un modelo que han propuesto para las radiofuentes.

Se plantea así el problema de si existe radioemisión asociada a este objeto.

La tabla III da las coordenadas celestes para el equinoccio 1968.0 de G5, G6 y la posible radiofuente simétrica a G6 que hemos denominado Gx. La figura 4 muestra los registros amablemente realizados a nuestro pedido por M. J. Cameron en 1968 con el interferómetro de Mills en Sydney. Puede observarse en ascensión recta $12^h 42^m 44^s \pm 5^s$ (1968.0) y en beams + 3, + 4 (equivalente a Dec. $-42^\circ 26'$) una débil radiofuente en aproximada coincidencia con Gx. Las observaciones hechas por Cameron son en 408 megaciclos con una sensibilidad que permite detectar radiofuentes por encima de 0.2 unidades de flujo. Como por otra parte en nuestra discusión previa habíamos notado que el flujo debía ser inferior a una unidad de 11 cm, resulta plausible nuestra identificación.

Tabla III

	Asc. Recta	Dec.
G5	$12^h 42^m 55^s$	$-40^\circ 33' 07''$
G6	$12^h 42^m 59^s$	$-40^\circ 36' 17''$
Gx	$12^h 42^m 50^s$	$-40^\circ 28' 58''$

Queda demostrado en consecuencia, que existe radioemisión continua proveniente de la región donde debería esperarse se halle el objeto Gx.

* Uno de los autores (E.L.A.) agradece a los Dres. C.U. Cesco y C. Smith el haberle permitido realizar estas observaciones.

- 1) Sérsic, J. L., Atlas de Galaxias Australes, Univ. Córdoba, 1968.
- 2) Holmberg, E., Lund Medd. 136, 1958.
- 3) Sérsic, J. L., Z. für Ap. 67, 306, 1967.
- 4) de Vaucouleurs, G. y Malik, G.M., M.N. of R.A.S. 142, 387, 1969.

El objeto Fourcade-Figueroa

C. R. FOURCADE

Observatorio Astronómico, Córdoba

En placas tomadas en el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, Chile, con la Cámara Curtis Schmidt ($f/3,5 - 5^\circ$ de Campo) fue encontrado un objeto no catalogado en la siguiente posición A.R. = $13^h 32^m,5$ (1960.0) Dec. = $-45^\circ 13'$.

Esta región contiene otros dos cuerpos celestes interesantes del cielo austral: el cúmulo globular NGC 5139 y la galaxia NGC 5128. El objeto FF está situado a 2° al noreste de Omega Centauro y $2^\circ,5$ al sudeste de NGC 5128.

En placas tomadas posteriormente con el telescopio reflector de Bosque Alegre, Córdoba, República Argentina (ver fotografía) en dos colores (103a-O + GG13 y 103a-D + GG14) se a podido determinar que consiste de dos objetos separados por una distancia angular de $4'$ de arco. El objeto principal tiene una longitud de $4'$ y un ancho de $19''$ de arco y no presenta indicios de núcleo, siendo en general un objeto alargado y amorfo. El objeto secundario tiene una longitud de $47''$ y un ancho de $13''$ de arco apuntando hacia el extremo sudeste del objeto principal en dirección aproximada norte-sur.