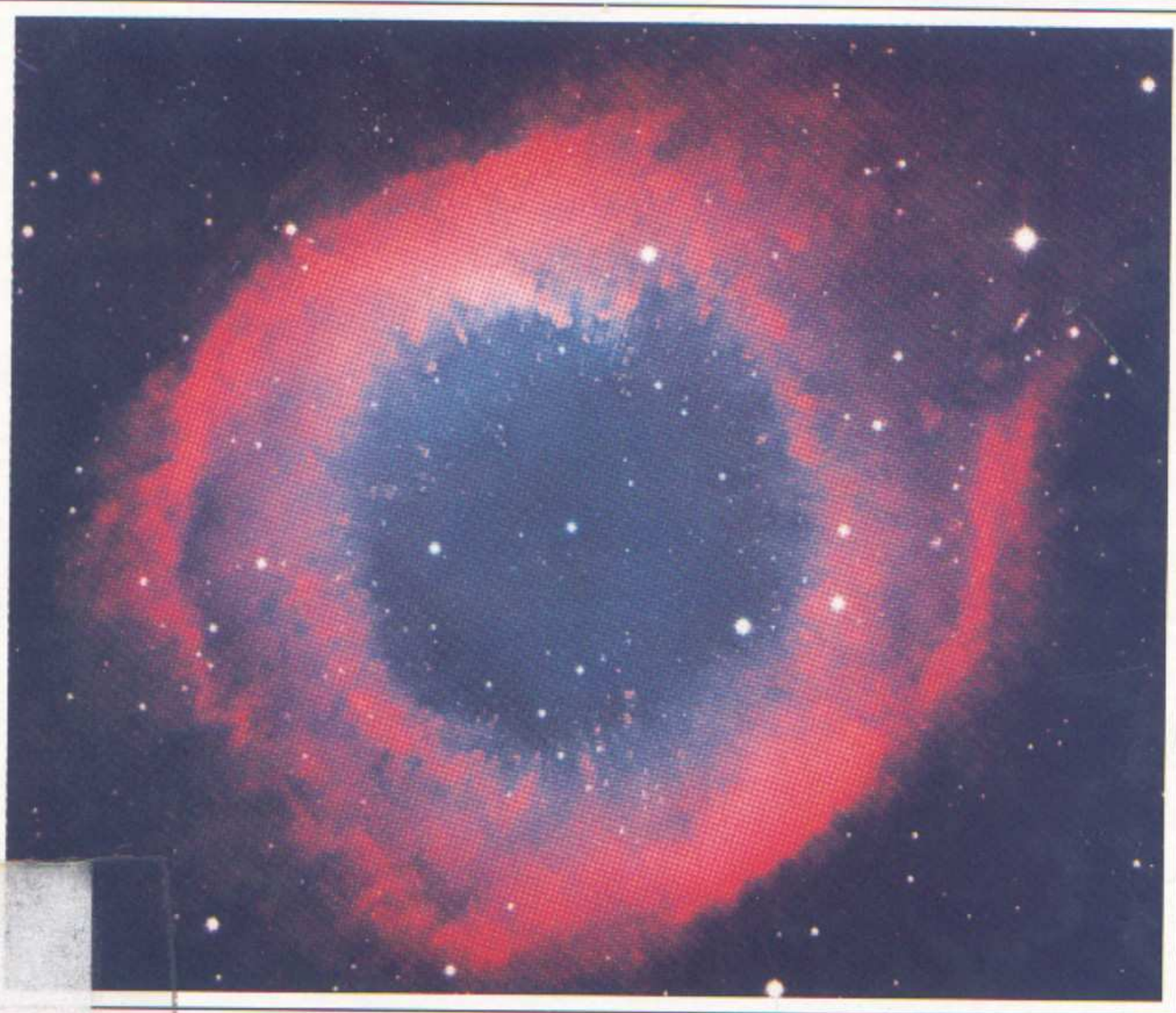
JAY M. PASACHOFF • DONALD H. MENZEL

GUÍA DE CAMPO DE LAS ESTRELLAS Y LOS PLANETAS DE LOS HEMISFERIOS NORTE Y SUR

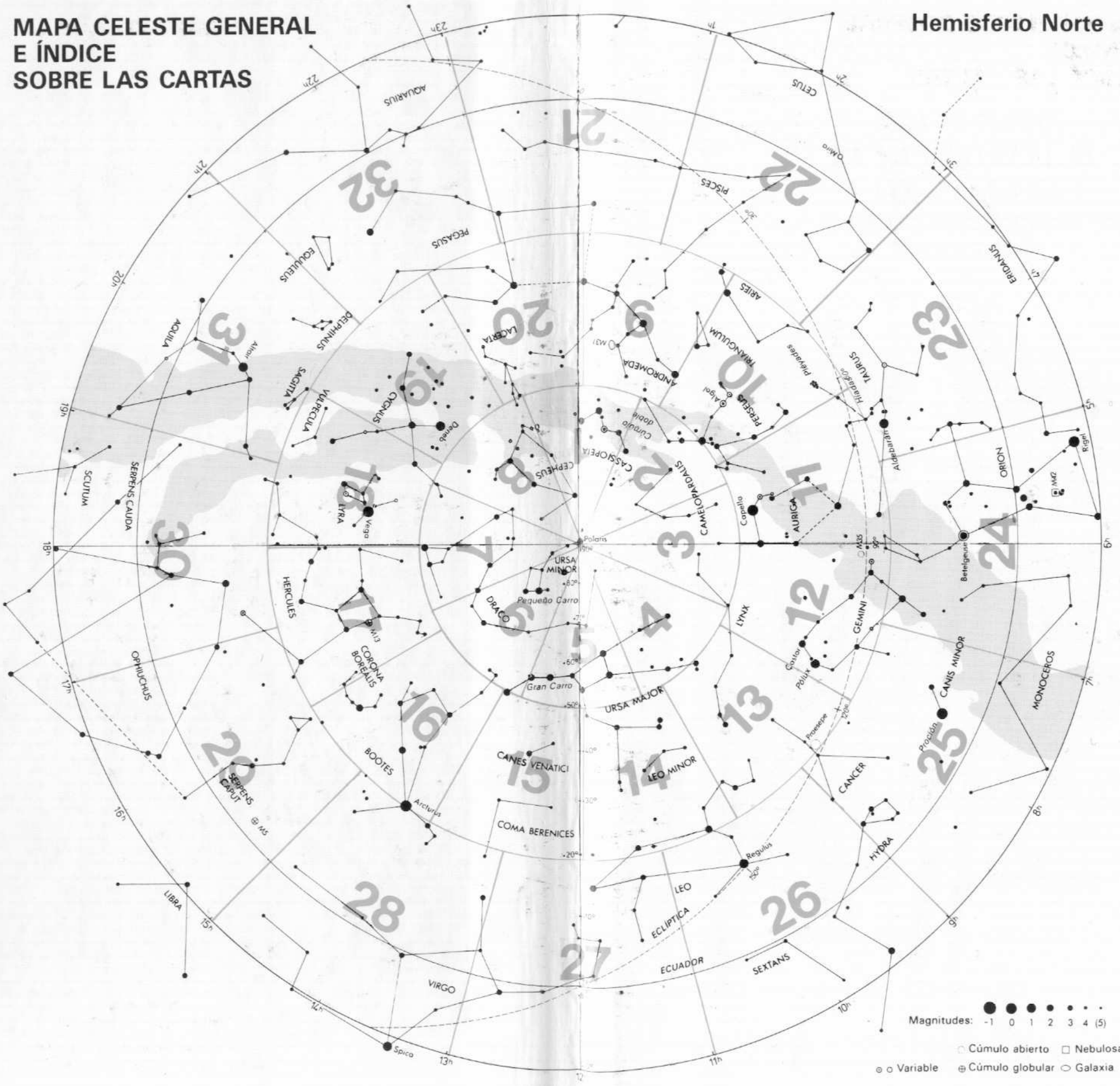


Con 72 mapas celestes mensuales, 52 cartas del firmamento entero, 9 mapas de la superficie lunar y 128 fotografías en color

OMEGA

MAPA CELESTE GENERAL E ÍNDICE SOBRE LAS CARTAS

Hemisferio Norte



GUÍA DE CAMPO

DE LAS ESTRELLAS Y LOS PLANETAS

DE LOS HEMISFERIOS NORTE Y SUR

ÍNDICE DE MATERIAS

Nota del editor v

Agradecimientos vii

Cómo debe usarse este libro 1

1 Una primera mirada al firmamento 6

2 Recorrido visual del cielo 20

3 Los mapas celestes mensuales 60

4 Las constelaciones 140

5 Estrellas, nebulosas y galaxias 155

6 Estrellas dobles y estrellas variables 200

7 Atlas del firmamento 213

8 La Luna 334

9 Cómo encontrar los planetas 367

10 Observación de los planetas 382

11 Cometas 419

12 Asteroides 428

13 Meteoros y lluvias de meteoros 431

14 Observación del Sol 438

15 Coordenadas, tiempo y calendarios 453

Apéndices 461

Glosario 497

Bibliografía 506

Información sobre telescopios 512

Índice alfabético 516

TABLAS Y APÉNDICES

Tablas

1. Las estrellas más brillantes del firmamento 9
2. Ángulos en el firmamento 13
3. Escala de magnitudes 63
4. Ejemplos de magnitudes 64
5. ¿Qué constelaciones vemos por la noche? 65
6. Índice sobre los mapas celestes mensuales 66
7. Estrellas dobles seleccionadas 194
8. Estrellas variables seleccionadas 194
9. Cúmulos abiertos y globulares seleccionados 195
10. Nebulosas y galaxias seleccionadas 195
11. Mínimos de Algol 202
12. Catálogo de Messier 217
13. Fases de la Luna 337
14. Misiones tripuladas por el hombre en dirección a la Luna 342
15. Eclipses lunares 345
16. Oposiciones de Júpiter 391
17. Oposiciones de Marte 405
18. Los asteroides más brillantes 429
19. Lluvias de meteoros principales 432
20. Eclipses solares 448
21. Fotografía de los eclipses solares 451
22. Unidades angulares para las coordenadas del firmamento 454
23. Zonas de Tiempo 460

Apéndices

1. Las constelaciones 462
2. Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 464
3. Propiedades de los principales tipos espectrales 477
4. Las estrellas más próximas 478
5. Nebulosas planetarias brillantes seleccionadas 479
6. Estrellas dobles 480
7. Estrellas variables de período largo 482
8. Estrellas variables de período corto 483
9. Propiedades de los planetas 484
10. Satélites planetarios 485
11. Longitudes planetarias 489
12. Tiempo sideral local 493
13. Regiones cubiertas por las cartas del firmamento 495
14. Días del año 496

CÓMO DEBE USARSE ESTE LIBRO

Esperamos que con esta *Guía de Campo de las Estrellas y los Planetas* en la mano, sea muy placentero para el lector encontrar su camino por el cielo. Se intentará que la descripción de lo que éste pueda ver sea fácil, al tiempo que le pondremos al corriente de los conocimientos comunes referentes al universo.

Organización general. En el capítulo 1 se describe un esquema para observar el firmamento. Primero se aprende a distinguir las estrellas de los planetas, a identificar las estrellas más brillantes y a localizar unas pocas de las agrupaciones más prominentes de estrellas en el firmamento. A renglón seguido, en el capítulo 2, se realiza un breve recorrido visual del firmamento, a lo largo de todas las estaciones. Este capítulo puede usarse junto con los mapas celestes mensuales que vienen a continuación en el capítulo 3. El uso de estos mapas no requiere ni conocimientos ni equipos especiales. Para los observadores del hemisferio norte aparece un conjunto de cuatro mapas para cada uno de los meses: dos mapas —uno con contornos de constelaciones y el otro sin ellos— para ser usados cuando la orientación es hacia el norte, y un par semejante para cuando la orientación es hacia el sur. Los observadores del hemisferio sur disponen de un conjunto de mapas con estrellas y contornos de constelaciones.

Luego, en el capítulo 4, se describen las constelaciones y los mitos clásicos referentes a éstas. Una lista de las constelaciones comunes (apéndice 1) aparece en la página 462.

En el capítulo 5, se describen los tipos de objetos cuya situación en el cielo es relativamente constante, incluyendo estrellas, nebulosas y galaxias. Se ofrecen al lector los conocimientos normales de los astrónomos sobre estos objetos, con mención de las fases de la vida de una estrella. Asimismo existe información sobre las épocas del año en que resulta visible una selección de las estrellas dobles y variables, los cúmulos estelares, las nebulosas y las galaxias más interesantes. En este capítulo, y en la sección de láminas en color asociada, se incluyen fotografías espectaculares de algunos de los objetos más bellos. Los objetos celestes que se desplazan con respecto a las estrellas —es decir, la Luna el Sol, los planetas, los cometas, los meteoros y los asteroides— son estudiados más adelante en los capítulos que les han sido dedicados.

El capítulo 7 es un Atlas del firmamento completo, formado por 52 cartas y dibujado por Wil Tirion. Están indicadas todas las estrellas más brillantes y todas las constelaciones, como en el caso de los ma-

pas celestes mensuales; sin embargo, las cartas presentan una visión más detallada de cada una de las regiones del firmamento. Si bien muchos de los objetos que figuran en las cartas pueden observarse a simple vista o con prismáticos, para el lector estas cartas resultarán más interesantes si dispone de un telescopio de tamaño medio o pequeño. En cada una de las cartas aparecen no sólo estrellas sino también nebulosas, galaxias y un amplio conjunto de otros objetos celestes. Las cartas presentan, a modo de complemento, descripciones de los objetos y fotografías de algunos de ellos. Una lista de objetos no estelares del espacio interestelar, el catálogo de Messier, precede a las cartas, junto con una tabla que indica la región del firmamento abarcada por cada una de las cartas. Las guardas finales de este libro ofrecen al lector una clave visual de las cartas.

El uso del Atlas requiere primero la localización de un objeto que resulte interesante para el lector, mediante el empleo de los mapas celestes mensuales o de las coordenadas celestes que figuran en el catálogo de Messier o en otras tablas de esta Guía. Luego el lector debe consultar la carta del Atlas en la cual aparece su objeto. O, por otra parte, puede optar por inspeccionar con un telescopio el área entera que indica la carta.

Como parte de la introducción a las cartas del Atlas, se da una explicación de los símbolos que se usan en las cartas y los nombres que designan a las estrellas y otros tipos de objetos astronómicos. También se explica, aunque sin profundizar en él, el sistema de coordenadas celestes —ascensión recta y declinación— que sirve para indicar la situación de los objetos en el cielo. La posición aparente de los objetos en el cielo cambia poco con los años debido a que la Tierra se balancea al girar sobre sí misma; a modo de compensación, se han dibujado las cartas y calculado las tablas correspondientes al año 2000, en vez de emplear las posiciones de 1950 presentes en la actualidad en la mayoría de los libros.

Si bien las posiciones de los objetos del universo alejados cambian muy poco en el firmamento, las de la Luna, la mayoría de los planetas y el Sol cambian de modo muy patente en el curso del año. El camino seguido por el Sol a través del firmamento a lo largo de un año recibe la denominación de *eclíptica*; está indicado por unas líneas de trazos en los mapas celestes mensuales y en las cartas del Atlas. La Luna y los planetas nunca se alejan de esta línea.

El capítulo 8 describe la Luna e incluye 10 mapas de sus cráteres y otros rasgos de su superficie. El capítulo 9 da directrices para localizar los planetas en el firmamento y para predecir cuándo todavía serán visibles. El capítulo 10 describe en qué consiste cada planeta y lo que el lector puede distinguir en la observación del mismo con ayuda de prismáticos o de un telescopio.

El capítulo 11 versa en torno a los cometas, prestando una atención especial al cometa Halley y su aparición en 1985-1986. El capítulo 12 trata sobre los meteoros y asteroides e incluye una lista de lluvias de meteoros que el lector puede observar en el firmamento en distintas épocas del año. Los meteoros de ordinario cruzan como un relámpago el cielo y los asteroides presentan un movimiento excesivamente lento como para que sea patente. Las luces que parecen desplazarse con lentitud y de modo uniforme a través del cielo son por lo general aviones o —de modo especial durante el par de horas que vienen a continuación de la puesta de Sol o antes de salir el Sol— satélites artificiales que describen órbitas alrededor de la Tierra. El capítulo 13 trata de los asteroides, los planetas menores.

En el capítulo 14 se pasa del estudio del cielo durante la noche al del firmamento durante el día y la atención se concentra en el objeto principal que es visible durante todo el día: el Sol. Se toca el tema del Sol no sólo en circunstancias comunes y de cómo observarlo, sino también el de la observación de un eclipse solar total y de su grandiosidad. Se mencionan asimismo los eclipses anulares, como el que fue visible desde el sureste de los Estados Unidos el 10 de mayo de 1994, y se dan directrices para observarlos.

Finalmente, en el capítulo 15, se aporta una discusión sobre aspectos técnicos de las posiciones de los objetos en el firmamento, modos de determinar el tiempo a partir de la observación del Sol y las estrellas. También se trata de los calendarios y de su historia.

Al final del libro, el lector puede encontrar cierta información sobre los telescopios, un glosario, sugerencias sobre lecturas adicionales, un conjunto exhaustivo de tablas y un índice.

Ilustraciones. El estudio del firmamento presenta muchas dificultades cuando ha de condensarse en un único libro. Sin embargo, estas dificultades han podido solventarse gracias a la colaboración del especialista en cartografía celeste, Wil Tirion. La presentación de los mapas celestes mensuales implica una proyección especial que hace que su uso resulte fácil, en tanto que la distorsión de la forma de las constelaciones es mínima.

Además de los 72 mapas celestes mensuales y de las 52 cartas debidos a Wil Tirion, 10 mapas detallados de la superficie lunar, elaborados conjuntamente por la National Geographic Society y el U.S. Geological Survey, suponen un perfeccionamiento notable de esta edición de la *Guía de Campo de las Estrellas y los Planetas*. Se ha dotado al libro asimismo de varios gráficos horarios para ayudar al lector en la determinación de cuándo aparecerán visibles las estrellas, los planetas y otros objetos celestes por encima del horizonte. Todas las fotografías de esta guía presentan como punto de orientación el norte en la parte superior (a menos que se indique lo contrario), al objeto de que sea más fácil compararlas con las cartas del capítulo 7.

Otras sugerencias para la observación. Los ojos del lector deben estar adaptados a la oscuridad para que la visión sea buena. Esto puede requerir de 5 a 10 minutos después de abandonar una habitación iluminada. Cuando el lector observa el cielo durante este tiempo, cada vez percibe más estrellas. A fin de mantener la adaptación a la oscuridad, debe recubrir la parte anterior de su linterna con plástico rojo.

Telescopios. Las sugerencias para la observación contenidas en esta guía están concebidas para ayudar a que el lector localice objetos interesantes en el firmamento, estando provisto o no de un telescopio. Cuando en esta Guía se menciona un "telescopio pequeño", se

trata de un aparato que posee una lente con un diámetro de menos de 10 cm. (La mayoría de los telescopios de pequeño tamaño tienen lentes en vez de espejos.) Un "telescopio de tamaño medio" está dotado de una lente con un diámetro de 10 a 25 cm. Si el lector está interesado en la adquisición de un telescopio, en la página 512 encontrará una lista de ciertos telescopios muy conocidos por los aficionados, junto con una lista de fabricantes de telescopios.

Cómo debe usarse este libro. Para inspeccionar las estrellas y las constelaciones, deben usarse las figuras 3 y 4 del capítulo 1 y los mapas celestes mensuales del capítulo 3. Los recorridos visuales estacionales ponen de relieve el desplazamiento de las constelaciones a través del cielo a medida que la Tierra gira alrededor del Sol. El gráfico horario de las estrellas más brillantes (fig. 1-2) que está incluido en el capítulo 1 indica cuándo estarán por encima del horizonte las estrellas más brillantes visibles desde las latitudes septentrionales medias.

Si el lector ve un objeto brillante en el firmamento y desea identificarlo, el primer paso consiste en determinar si es una estrella o un planeta (véase la pág. 6). Luego debe acudir a los gráficos horarios de las estrellas más brillantes del capítulo 1 o los gráficos horarios de los planetas del capítulo 9, al objeto de ver qué estrellas brillantes o planetas son visibles en la fecha de observación. O puede consultar los mapas celestes mensuales del capítulo 3. El lector puede fijar las posiciones de los planetas más brillantes en los mapas celestes mensuales del capítulo 3 (o en las cartas del capítulo 7) mediante el uso del apéndice 11, que indica las longitudes de los planetas a lo largo de la eclíptica.

Si el lector usa prismáticos o un telescopio y debe observar diversos objetos interesantes, como estrellas dobles y variables, cúmulos estelares, nebulosas o galaxias, debe utilizar los gráficos horarios del capítulo 5 para averiguar qué objetos serán visibles en la fecha de observación. Luego debe consultar las cartas del capítulo 7, en donde las cartas detalladas de cada región del firmamento presentan a modo de complemento notas sobre la observación. Cada carta presenta el norte en la parte superior como punto de orientación. Debe recordarse que los prismáticos producen una imagen derecha, pero la de la mayoría de los telescopios es invertida, con relación a la manera en que los objetos celestes aparecen a simple vista.

Si el lector desea observar los planetas con un telescopio, debe emplear la información del capítulo 10.

Si el lector desea ver una lluvia de meteoros, deberá utilizar la tabla del capítulo 13.

La información con respecto a cómo observar el Sol sin salir perjudicado, o cuándo y dónde se producirá el próximo eclipse solar, aparece en el capítulo 14.

Si el lector desea saber cómo conocer la hora a partir del Sol y de las estrellas, consulte el capítulo 15.

En las páginas 25-27 aparecen algunos comentarios sobre cómo fotografiar el cielo con cámaras inmóviles o con cámaras de vídeo.

De este modo, si el lector ha trabajado tomando este libro como guía, se habrá hecho amigo del Sol por la mañana y de las estrellas por la noche.

Los lectores más jóvenes y otros observadores novatos pueden consultar la bibliografía (pág 506) para encontrar las referencias a libros de bolsillo que constituyen una introducción al tema. Asimismo, los lectores que deseen un tratamiento más exhaustivo de la astronomía contemporánea allí encontrarán textos más avanzados y referencias a boletines, revistas y sociedades astronómicas.

1

UNA PRIMERA MIRADA AL FIRMAMENTO

Esperamos que el lector utilice este libro para familiarizarse con el cielo. El abrirse camino en el conocimiento del firmamento es parecido al correspondiente al de una gran ciudad: es fácil si uno está familiarizado con las calles y las ha recorrido con anterioridad, pero de lo contrario el familiarizarse con rutas y atajos requiere cierto tiempo. En este primer capítulo de la *Guía de Campo de las Estrellas y los Planetas*, se supondrá que el lector es un principiante en cuanto a conocimientos relacionados con la observación del firmamento. Se empezará desde el principio y se indicarán algunas de las maneras básicas que permitan orientarse al lector cuando esté realizando observaciones. La atención estará concentrada en algunas de las estrellas y constelaciones más prominentes que pueden ser observadas a simple vista o con prismáticos.

Antes de que el lector empiece a observar el cielo durante la noche, resultará útil determinar dónde están situados el norte, el sur, el este y el oeste. Si éste desconoce las direcciones de la brújula correspondientes al lugar desde donde se realiza la observación, en la página 13 se describe cómo determinarlas con ayuda del Gran Carro y de la estrella Polaris (popularmente conocida como Polar).

Una de las primeras cosas que se observa al iniciar el estudio del firmamento consiste en que las estrellas y otros objetos celestes presentan brillos distintos. Quizá la manera más sencilla de distinguir unos objetos de otros es aprovechar este hecho. Dejando aparte la Luna, durante la noche algunos de los planetas son los objetos más brillantes del cielo. Los planetas apenas si cambian de posición de una noche a otra con respecto a las estrellas; en el capítulo 9 se enseña al lector a localizar planetas en una noche cualquiera.

Tres características ponen de manifiesto claramente que un objeto es un planeta.

1. ***Brillo.*** Algunos de los planetas simplemente presentan un aspecto demasiado brillante como para que puedan ser confundidos con estrellas. Un ejemplo lo tenemos en Venus, el planeta más brillante. Venus nunca puede estar muy alejado del Sol en el cielo, y por lo tanto siempre que aparezca en el firmamento una mancha extremadamente brillante de luz hacia el oeste después de la puesta del Sol —la "estrella vespertina"— o en el firmamento matutino hacia el este antes de la salida del Sol —el "lucero del alba"— se trata con toda probabilidad de Venus. Con frecuencia es el primer objeto brillante que se observa antes de que aparezcan estrellas en el firmamento. Mercurio también es percibido en estas áreas del cielo hacia la salida y la puesta del Sol, pero su aspecto nunca es tan brillante como el de Venus, ni se aleja tanto del Sol como Venus. Mercurio aparece sólo durante el crepúsculo y Venus es visible a lo largo de la noche.

Siempre que en el firmamento se capta un punto de luz blanco amarillento muy brillante en medio de la noche, es probablemente Júpiter. A diferencia de Mercurio y Venus, Júpiter no está siempre cerca del Sol en el firmamento, puede alcanzar una posición alta en el cielo a medianoche. Marte y Saturno pueden estar asimismo situados lejos del Sol en el firmamento, sobresaliendo con nitidez después de la puesta del Sol; sin embargo, Marte raramente presenta un brillo superior al de Júpiter y el brillo de Saturno nunca es igual al de Júpiter o Venus. A menudo lo que distingue a Marte es un matiz rojizo ligero pero distinto. Por otro lado, Saturno tiene un aspecto amarillento. Los otros planetas presentan un brillo demasiado débil como para ser percibidos a simple vista.

2. ***Titilación.*** De ordinario los planetas parecen brillar de modo uniforme, en tanto que las estrellas titilan. La titilación es un efecto de la turbulencia de la atmósfera de la Tierra: la atmósfera desvía la luz de las estrellas que la atraviesa, y a medida que se produce el movimiento de un lugar para otro de regiones pequeñas de la atmósfera, la intensidad de la luz de una estrella varía un poco, pero de un modo muy rápido. Las observaciones con telescopio revelan también cierto movimiento, si bien de poca monta, de las estrellas. La razón que justifica por qué las estrellas titilan en tanto que los planetas no lo hacen consiste en que las estrellas están tan alejadas que parecen puntos aun cuando se observen con grandes telescopios. Los planetas están lo suficientemente cerca de la Tierra como para que sus imágenes telescópicas sean discos diminutos. La luz procedente de distintas partes del disco que denota un planeta, alcanza un brillo promedio y hace que el planeta presente un brillo y una posición relativamente uniformes.

Si la atmósfera es turbulenta de modo especial, o si el lector realiza la observación a través de una cantidad considerablemente grande de atmósfera (cuando el objeto está situado a un nivel bajo en el cielo, de suerte que la línea de visión atraviesa oblicuamente la atmósfera), entonces los planetas también parecen titilar. En estas condiciones, el objeto que el lector observa aparentemente puede cambiar de color —cuando Venus está situado a un nivel bajo en la parte occidental del firmamento, es común que su color cambie de verdoso a rojizo y viceversa.

3. ***Situación.*** Todos los planetas siempre parecen estar situados cerca de una línea imaginaria que atraviesa el cielo, por lo cual los objetos situados lejos de esta línea no pueden ser planetas. La línea recibe el nombre de *eclíptica*, y a ella ajustan su posición (más o menos) no sólo los planetas sino también la Luna. (En realidad la eclíptica es el camino seguido por el Sol sobre el plano de fondo en el que parecen estar fijadas las estrellas en el curso del año.) Puesto que la Tierra es tan sólo uno de los planetas, y como quiera que todos los

planetas describen órbitas alrededor del Sol en aproximadamente el mismo plano, según nuestro punto de vista los planetas y el Sol deben seguir aproximadamente la misma línea a través del cielo. La Luna describe órbitas alrededor de la Tierra que forman un ángulo escaso con respecto al plano de los planetas y por todo ello también parece estar cerca de la eclíptica. La situación de la eclíptica está indicada en forma de línea de puntos en los mapas celestes mensuales del capítulo 3, que muestran el aspecto que ofrece el firmamento al ser observado a simple vista en tiempos distintos.

Desde las latitudes templadas septentrionales, incluyendo los Estados Unidos (parte continental), Canadá y Europa, la eclíptica cruza la parte meridional del firmamento. Esto significa que si un objeto brillante cualquiera está situado en posición cenital —directamente por encima de la cabeza del observador— o en la parte septentrional del cielo, no puede ser un planeta. (Cuando la observación se realiza desde las partes más meridionales de los Estados Unidos en algunas ocasiones esta regla no se cumple.)

Ahora que el lector sabe distinguir las estrellas de los planetas, puede observar el cielo e identificar a algunas de las estrellas más brillantes. Para algunas personas resulta más fácil identificar unas pocas estrellas brillantes individuales. Otras prefieren localizar unas cuantas constelaciones favoritas o *asterismos* —unas pocas estrellas, aproximadamente en la misma dirección con respecto al observador, que forman parte de una o más constelaciones.

Muchos individuos pueden identificar una o dos constelaciones específicas o asterismos, aun cuando no conozcan otras constelaciones. (Esta afirmación es válida para muchos astrónomos profesionales.) El asterismo más prominente en el firmamento es el Gran Carro, para los autores anglosajones la forma delineada es la de un cucharón (Dipper), cuyas siete estrellas delinean la forma de un carro en la parte septentrional del cielo (fig. 1-1). El Gran Carro es un asterismo y no una constelación debido a que constituye sólo una parte de la constelación Osa Mayor (Ursa Major) (fig. 2-1, pág. 21).

Fig. 1-1. El Gran Carro, con una aurora en el firmamento. Obsérvese que la estrella central de la vara es doble: la estrella más pálida, Alcor, está por encima de la estrella más brillante, Mizar. (Dennis Milon)

Las cuatro estrellas de la caja del Gran Carro dan lugar a una forma casi cuadrada (en realidad trapezoidal) con una amplitud de unos 10° (aproximadamente la amplitud del puño del lector, si se extiende el brazo hacia el cielo). Tres estrellas forman una vara curva para la caja y abarcan otros 15°. Todas las estrellas del Gran Carro, excepto una que conecta la vara con la caja, tienen aproximadamente el mismo brillo, por lo cual es fácil distinguir el Gran Carro en el cielo.

Tabla 1: Las estrellas más brillantes del firmamento

Orden	Estrella	Constelación	Magnitud	a.r. (época 2000,0)	dec. (época 2000,0)
1	Sirius	Canis Major	-1,46	6^h45^m	-16°43'
2	Canopus*	Carina	-0,72	6^h24^m	-52°42'
3	Rigil Kent*	Centaurus	-0,27 (dbl)	14^h40^m	-60°50'
4	Arcturus	Boötes	-0,04	14^h16^m	+19°11'
5	Vega	Lyra	+0,03	18^h37^m	+38°47'
6	Capella	Auriga	+0,08	5^h17^m	+46°00'
7	Rigel	Orion	+0,12 (dbl)	5^h15^m	-8°12'
8	Proción	Canis Minor	+0,38	7^h39^m	+5°14'
9	Achernar*	Eridanus	+0,46	1^h38^m	-57°14'
10	Betelgeuse	Orion	+0,50 (var)	5^h55^m	+7°24'
11	Hadar*	Centaurus	+0,61	14^h04^m	-60°20'
12	Altair	Aquila	+0,77	19^h51^m	+8°52'
13	Aldebarán	Taurus	+0,85 (var)	4^h36^m	+16°31'
14	Acrux*	Crux	+0,87 (dbl)	12^h27^m	-63°05'
15	Antares	Scorpius	+0,96 (var)	16^h29^m	-26°26'
16	Spica	Virgo	+0,98	13^h25^m	-11°10'
17	Pollux	Gemini	+1,14	7^h45^m	+28°02'
18	Fomalhaut*	Piscis Austrinus	+1,16	22^h58^m	-29°37'
19	Deneb	Cygnus	+1,25	20^h41^m	+45°17'
20	Mimosa*	Crux	+1,25	12^h47^m	-59°41'
21	Regulus	Leo	+1,35	10^h08^m	+11°58'

Notas: (dbl) = estrella doble; se da la magnitud combinada de las componentes.
(var) = estrella variable; se da la magnitud que denota brillo máximo.
a.r. = ascensión recta en horas y minutos (véase la pág. 453).
dec. = declinación, en grados y minutos (véase la pág. 454).
* = estrella no visible desde las latitudes septentrionales medias. El gráfico horario (página siguiente) indica cuándo pueden percibirse las estrellas septentrionales más brillantes sobre el horizonte desde las latitudes septentrionales medias; asimismo se da la altitud máxima que cada estrella alcanza sobre el horizonte septentrional o sobre el horizonte meridional (entre paréntesis) para los observadores situados a una latitud de 40° N.

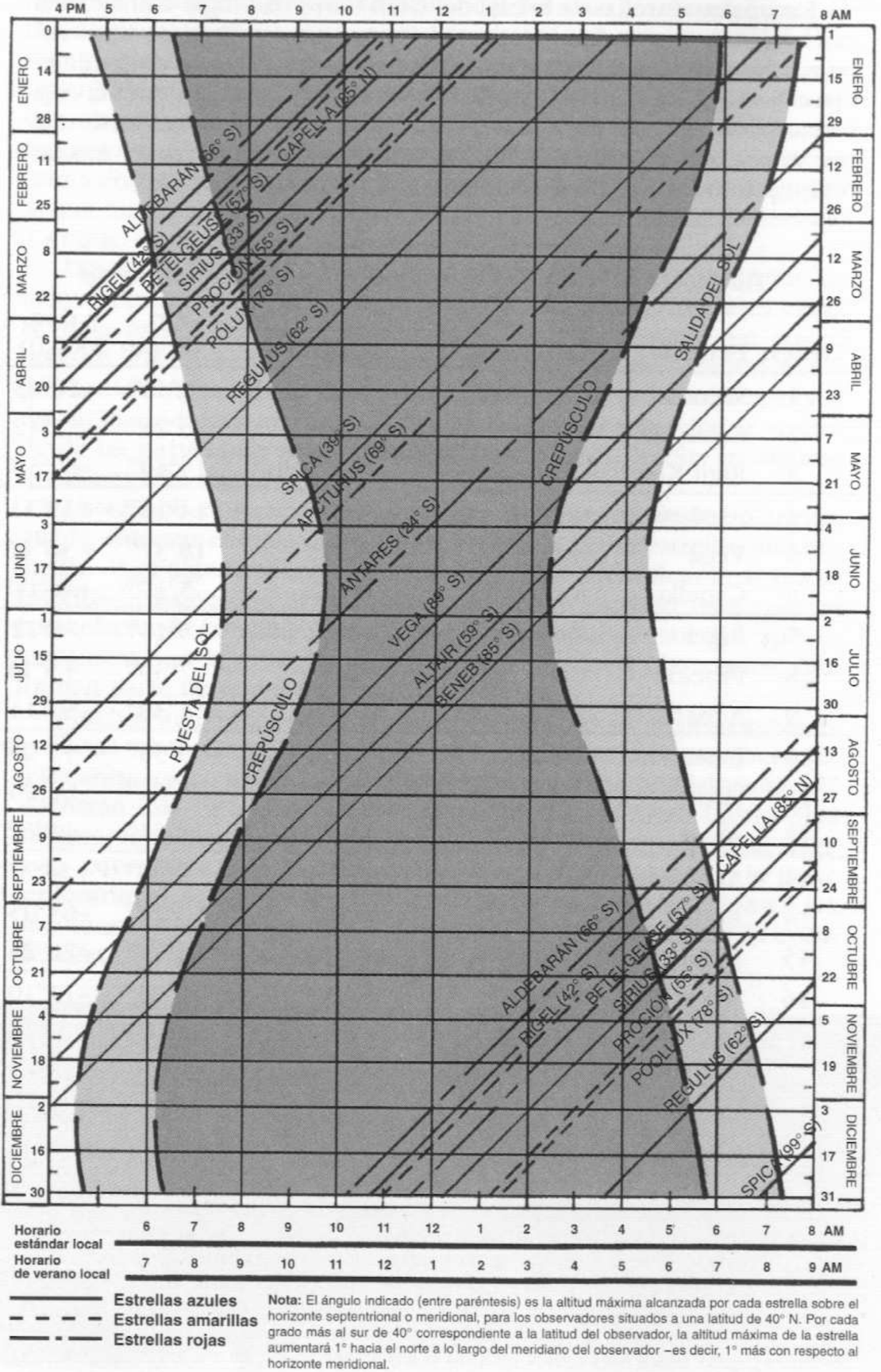


Fig. 1-2. Gráfico horario de las estrellas más brillantes. (© 1982 Scientia, Inc.)

Los observadores del firmamento —astrónomos profesionales e incluso aficionados— expresan de ordinario el brillo de las estrellas en magnitudes, cuya escala se describe detalladamente en el capítulo 3. Cuanto más baja sea la magnitud, tanto más brillante será la estrella. Las estrellas más brillantes del firmamento presentan la magnitud cero (0) o en dos casos las magnitudes —0,7 y —1,4, respectivamente. Las figuras 1-3 y 1-4 de las páginas 14-17 presentan las estrellas más brillantes del firmamento; la estrella más pálida que está incluida en las figuras presenta la magnitud 3,5. A simple vista pueden observarse estrellas aproximadamente 10 veces más pálidas que ésta e incluso estrellas de la sexta magnitud cuando las condiciones del cielo son perfectas.

La diferencia entre los mapas o cartas de esta Guía y el cielo real reside en que no todas las estrellas del firmamento presentan un aspecto puntual, aun cuando su brillo sea diferente. Las cartas y mapas de esta Guía representan las distintas magnitudes de brillo mediante círculos de tamaños diferentes.

Con frecuencia resulta interesante tomar como punto de partida la estrella más brillante situada cerca del cenit. La tabla 1 (pág. 9) presenta una lista de las 21 estrellas más brillantes del firmamento. En la página siguiente (pág. 10) hay un gráfico horario (fig. 1-2) que indica cuándo las estrellas más brillantes que pueden verse desde las latitudes septentrionales medias alcanzan su nivel más alto en el cielo. En una fecha cualquiera, distintas estrellas estarán en posición cenital en tiempos distintos de la noche; la secuencia entera cambia con las estaciones a medida que la Tierra describe órbitas alrededor del Sol. Las posiciones de las estrellas se repiten de un año a otro.

Para usar los gráficos horarios de las estrellas más brillantes (fig. 1-2) el lector debe deslizar el dedo por el lado de la figura hasta encontrar su fecha de observación, y luego debe desplazarlo hasta el otro costado de la página para encontrar el momento de la noche en que realiza la observación. De este modo, verá los nombres de las estrellas más brillantes que transitan en este momento, aproximadamente. Un objeto *transita* cuando pasa por el *meridiano* del observador, que es la línea imaginaria que pasa por los puntos norte y sur del horizonte y el cenit del observador.

En la figura 1-2 está indicado asimismo el nivel que alcanzan las estrellas en el cielo, en grados sobre el horizonte, en el momento de tránsito, para un observador situado a 40° de latitud N. Esta *altitud* sobre el horizonte es el punto más elevado que cada una de las estrellas alcanza en el arco que describe a través del firmamento. Por ejemplo, Sirius, la estrella más brillante del firmamento, alcanza como máximo 33° sobre el horizonte meridional —algo más de $\frac{1}{3}$ de la altitud del cenit. Puesto que el puño del lector abarca unos 10° del cielo (cuando se coloca el pulgar fuera del puño y se mantiene el brazo extendido), se puede determinar la altitud sobre el horizonte en segmentos de 10°. Asimismo, el lector puede verificar que nueve veces la amplitud determinada por su puño equivalen a 90° comprendidos entre el horizonte y el cenit.

En la región situada cerca de la eclíptica, un objeto brillante puede ser una estrella o un planeta. Cuando uno observa esta parte del fir-

mamento, debe cerciorarse de que sabe perfectamente qué planetas están sobre el horizonte. (Esta información la aportan los gráficos horarios del capítulo 9.)

Las figuras 1-3 y 1-4 son pares de mapas celestes centrados en los polos norte y sur del firmamento, respectivamente. Los polos celestes son los puntos imaginarios en donde se produce el encuentro de la prolongación del eje de la Tierra con la esfera celeste. Los polos norte y sur del firmamento están situados por encima y por debajo de los polos norte y sur de la Tierra, respectivamente. A medida que se produce la rotación de la Tierra, el cielo parece girar en dirección contraria alrededor de los polos celestes. Por consiguiente parece como si el firmamento girara alrededor de los polos celestes cada 24 horas. El *ecuador celeste* está situado a mitad de camino entre los polos celestes, en la esfera celeste, por encima del ecuador de la Tierra. El ecuador celeste separa las mitades norte y sur del firmamento.

La figura 1-3 presenta la mitad norte de la esfera celeste y ocupa dos páginas existiendo cierto solapamiento entre ellas. Este mapa está centrado en el polo norte del firmamento. Debajo del polo tenemos al Gran Carro. Puesto que el cielo parece girar alrededor de sus polos norte o sur (según en qué hemisferio esté situado el observador), cualquier polo que se observe siempre permanece a una altura constante en el firmamento. (Si el lector realiza la observación a partir de una latitud de 40° N desde la Tierra, el polo norte celeste estará inclinado hasta 40° al norte del horizonte; si la observación se realiza a partir de una latitud de 30° N el polo presentará una inclinación de 30°, etc.) Los observadores situados en latitudes septentrionales medias verán al Gran Carro girando alrededor del polo norte celeste cada 24 horas. Para estos observadores, el Gran Carro presenta la suficiente proximidad al polo norte celeste que nunca se pone, lo cual constituye un ejemplo de asterismo *circumpolar*.

En la figura 1-4 aparece la mitad sur de la esfera celeste. Incluye algunas estrellas (próximas al ecuador celeste) que los observadores situados en latitudes septentrionales medias pueden ver en algunas ocasiones, y algunas estrellas que nunca se elevan por encima del horizonte en las latitudes septentrionales.

El Gran Carro es un asterismo cuyo conocimiento resulta muy útil, debido a que el observador puede seguir líneas marcadas por las estrellas y prolongarlas a través del firmamento hasta otros objetos interesantes. La más conocida de las líneas es la marcada por las dos estrellas situadas en cada extremo de la caja, denominadas *los Punteros*. Estas dos estrellas señalan a la estrella Polaris; para encontrar a Polaris, debe trazarse una línea recta desde los Punteros que ascienda desde la caja del Gran Carro y se debe imaginar que la línea presenta una ligera curvatura a medida que sigue a la curva del cielo a lo largo de unos 30°. (Esto equivale a una amplitud de tres puños o unas cinco veces la distancia entre los Punteros, que están separadas por $5\frac{1}{2}$°.) Polaris está situada en el extremo de un asterismo denominado Pequeño Carro. Ninguna de la estrellas del Pequeño Carro es tan brillante como las cinco estrellas más brillantes del Gran Carro; puede

resultar difícil percibir a simple vista las dos estrellas de la parte posterior de la caja y las dos estrellas situadas entre la caja y Polaris.

Polaris no es una estrella excepcionalmente brillante, pero su brillo es suficiente como para que sea visible de ordinario. Es la estrella más brillante de esta región del firmamento, y por tanto es difícil que se la pueda confundir con otras estrellas. Polaris está situada dentro de 1° del polo norte celeste verdadero, y por consiguiente resulta útil no sólo para los navegantes que transitan por el mar sino también para los aficionados que, desde tierra, recorren visualmente el firmamento. Si el observador contempla Polaris, su orientación es hacia el norte. Por consiguiente, lo mejor es encontrar Polaris a fin de que el observador se oriente antes de usar cualquiera de las cartas o mapas de esta Guía.

Si el lector, a partir de los Punteros continúa a través de Polaris, llegará hasta el cuadro de Pegasus. Este camino y otros que conducen de una constelación a otra, están marcados con líneas de trazos en las figuras 1-3 y 1-4. Por ejemplo, en vez de recorrer el camino que va desde los Punteros hasta Polaris, el lector puede seguir la curva de la vara del Gran Carro a lo largo de unos 30° (la amplitud de tres puños, con el dedo pulgar incluido) hasta la estrella brillante Arcturus. Si puede continuar a lo largo del mismo arco otros 30° sin toparse con el horizonte, descubrirá la estrella brillante Spica. A modo de regla mnemotécnica, pasará del "arco de Arcturus" a la "espiga de Spica".

Si en vez de tomar como punto de partida Polaris, el lector parte de los Punteros o de las dos estrellas que forman la parte posterior de la caja del Gran Carro en la dirección opuesta, tropezará con la constelación Leo, el León, a una distancia de 35°. Leo contiene la estrella brillante Regulus, que está situada en la base de la "hoz" en la figura 1-3. Pueden encontrarse otras estrellas y constelaciones usando los caminos marcados en las figuras 1-3 y 1-4; los ángulos que separan algunas de las estrellas y constelaciones figuran en la tabla que viene a renglón seguido.

Tabla 2: Ángulos en el firmamento

Estrellas superiores de la caja del Gran Carro	10°
Punteros del Gran Carro	$5\frac{1}{2}$°
Cástor y Pólux (en Gemini)	$4\frac{1}{2}$°
Cuadrado de Pegasus, anchura	17°
Estrellas del extremo del cinturón de Orión	3°
Del cinturón de Orión a Betelgeuse o Rigel	9°
Del extremo del cinturón de Orión a Sirius	21°

Nota: Un puño (dedo pulgar incluido plano sobre el ápice del dedo índice) abarca unos 10° de firmamento.

Otro asterismo puede atraer de modo especial la atención cuando el observador contempla el firmamento. Esta agrupación prominente está delimitada por la línea recta marcada por tres estrellas brillantes

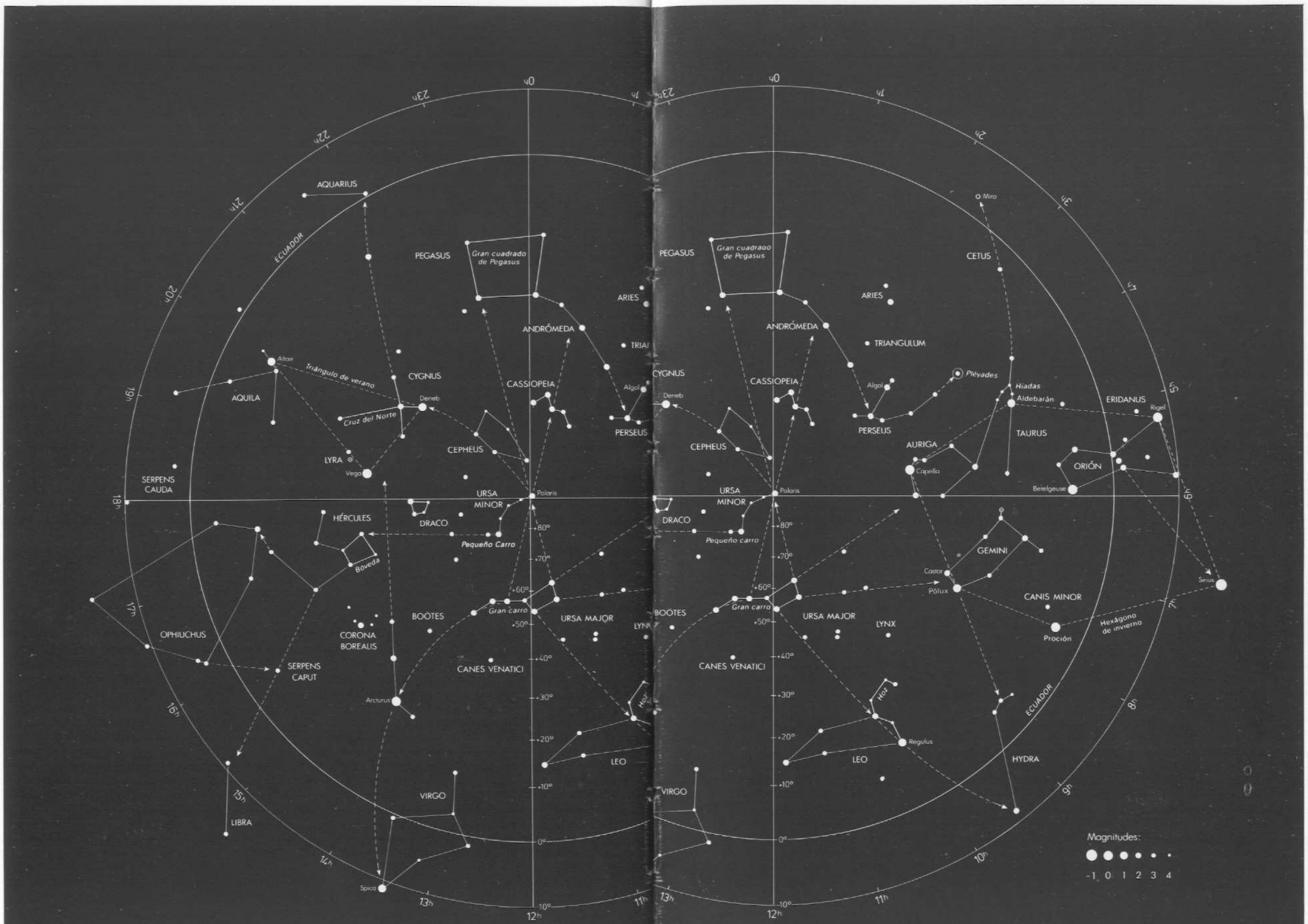
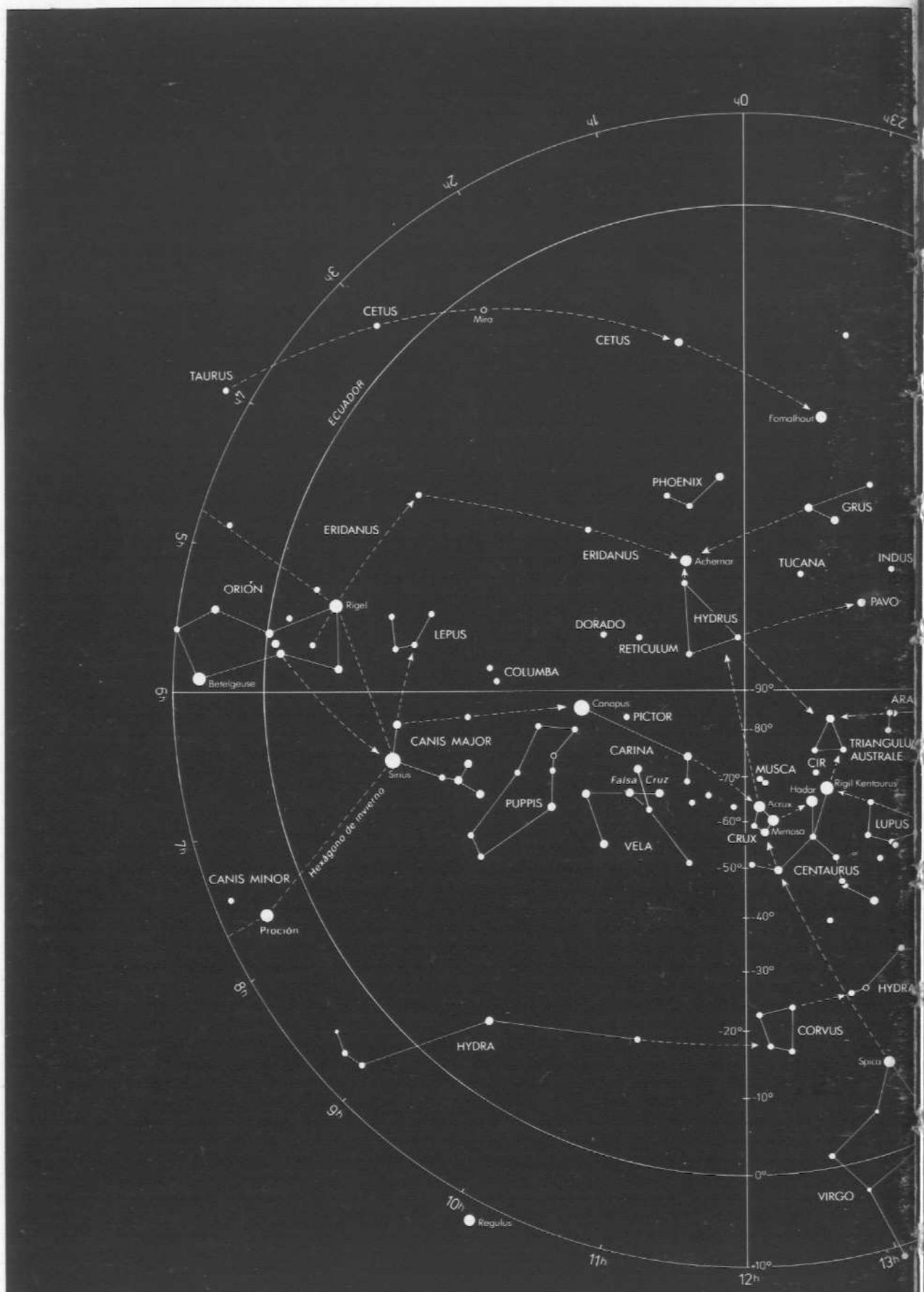


Fig. 1-3. Las estrellas más brillantes de la mitad septentrional del firmamento. Las flechas indican algunos de los senderos que ayudan a los observadores a localizar e identificar a las estrellas. (Wil Tirion)



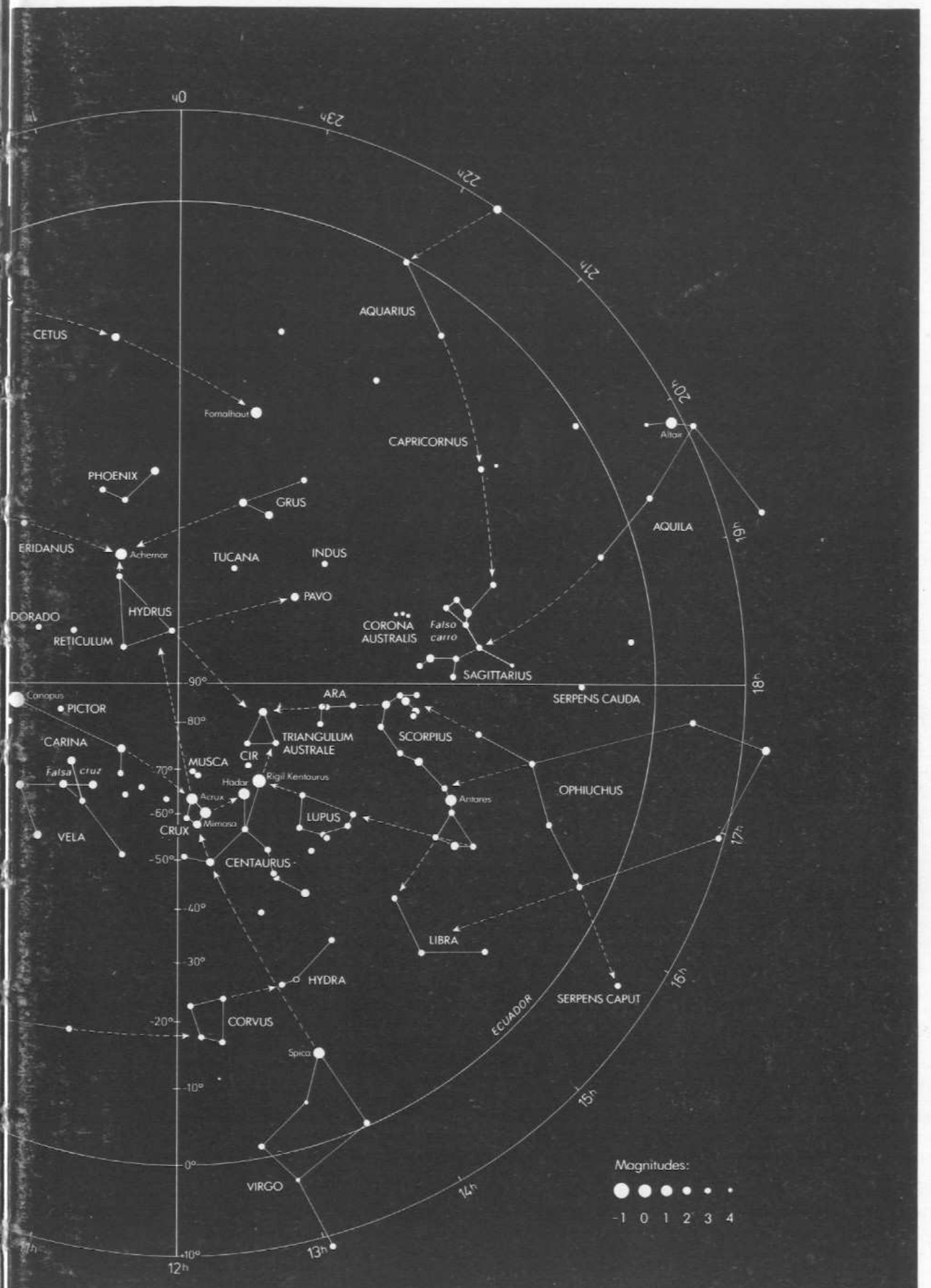


Fig. 1-4. Las estrellas más brillantes de la mitad meridional del firmamento. Las flechas indican algunos de los senderos que ayudan a los observadores a localizar e identificar a las estrellas. (Wil Tirion)

separadas por tan sólo 3°; está situada en el extremo derecho de la figura 1-3 y en el extremo izquierdo de la figura 1-4. Estas estrellas constituyen el cinturón de Orión y aparecen en el firmamento en los atardeceres de invierno. Una de las estrellas está situada en el ecuador celeste, lo cual explica la posición de Orión en la parte meridional del firmamento para un observador radicado en una latitud septentrional media.

Aproximadamente 10° al norte del cinturón de Orión tenemos a la estrella rojiza brillante Betelgeuse, y casi 10° al sur del mismo cinturón se percibe la estrella azulada brillante Rigel. En el capítulo 5 se verá que los colores de las estrellas revelan su temperatura; Betelgeuse es una estrella fría y Rigel es una estrella caliente. Si se sigue la línea marcada por el cinturón de Orión hacia el este (o hacia la izquierda, cuando el observador está orientado hacia el sur), pronto se hallará la estrella blanco azulada Sirius, que es la más brillante del cielo.

Los individuos que usen esta Guía de Campo de modo exhaustivo concentrarán su interés no sólo en las estrellas y constelaciones, sino también en las estrellas dobles y las estrellas variables, los cúmulos estelares, las nebulosas y las galaxias, cuya descripción aparece en los capítulos 5 y 6. (Este capítulo contiene también un conjunto de gráficos horarios que indican cuándo son visibles unos pocos de los ejemplos más descollantes de estos objetos por encima del horizonte.) Las nebulosas —nubes de gas y polvo que aparecen en forma de regiones brumosas en el firmamento o como masas oscuras cuyo contorno percibimos— son objetos cuya observación resulta fascinante. Las galaxias están situadas más lejos en el espacio —grupos gigantes de estrellas, gas y polvo. El hombre vive en la Galaxia de la Vía Láctea; desde nuestra posición ventajosa, las estrellas, el gas y el polvo de nuestra galaxia se extienden a través del firmamento dando lugar a una franja débil conocida como Vía Láctea. En el capítulo 4 se explica la importancia de las nebulosas y las galaxias para la ciencia de la astronomía; su belleza es tal que el individuo no necesita tener ningún tipo de conocimiento científico para disfrutar de su observación.

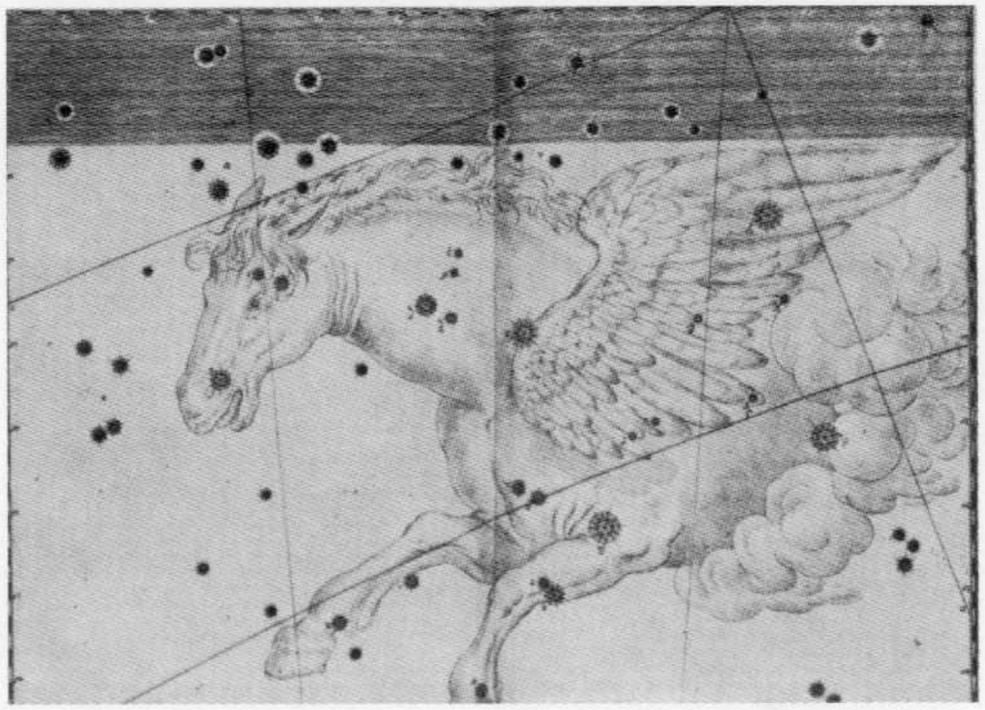


Fig. 1-5. Pegaso, en el atlas estelar de Bayer; la primera edición fue publicada en 1603. (Jay M. Pasachoff)

2

RECORRIDO VISUAL DEL CIELO

El Sol domina el cielo diurno. La luz solar se dispersa por la atmósfera, provocando el color azul del cielo. Este cielo azul es más brillante que las estrellas que se encuentran detrás de él, por lo cual de ordinario durante el día no se pueden ver las estrellas. Cuando el cielo está lo suficientemente despejado, la Luna con frecuencia puede verse incluso de día, en especial si el observador sabe en qué lugar debe fijar la mirada. El capítulo 8 examina las fases de la Luna y la posición de la Luna en el firmamento.

Poco antes de la salida del Sol o inmediatamente después de la puesta del Sol, el firmamento adquiere una oscuridad tal que es posible ver los planetas y las estrellas más brillantes. Venus es el más brillante de estos objetos y algunas veces su brillo es suficiente como para producir sombras patentes. Si el lector percibe un objeto excesivamente brillante en el este en la puesta de Sol o después de ella —"la estrella vespertina"— de ordinario es Venus. Si lo que percibe es un objeto brillante en exceso en el este antes de la salida de Sol o en ella —"el lucero del alba"— de ordinario es asimismo Venus. Un segundo objeto brillante en el firmamento, de ordinario más cerca del Sol, puede ser Mercurio.

Júpiter, Marte y Saturno pueden asimismo descollar en el firmamento y estar muy alejados del Sol, de manera que los planetas visibles a últimas horas de la noche pertenecen a esta tríada. El matiz rojo de Marte es sutil y fácil de captar incluso a simple vista. Los anillos de Saturno pueden observarse con un telescopio pequeño pero no pueden percibirse a simple vista. Los satélites de Júpiter, sus cinturones y la Gran Mancha Roja también requieren un telescopio pequeño. Para saber con rapidez qué planetas son visibles en el firmamento en la noche de observación, el lector puede usar los gráficos horarios del capítulo 9. Las características que ayudan a distinguir los planetas de las estrellas brillantes cercanas a ellos se describen en el capítulo 1.

Más allá del Sistema Solar

Cuando el firmamento se oscurece, las estrellas más brillantes se vuelven visibles. En una ciudad, sólo es posible percibir unas pocas docenas de estrellas debido a que el firmamento permanece muy bri-

llante incluso de noche. Pero lejos de este halo de polución y del resplandor de las luces de la ciudad pueden observarse a simple vista unas 3000 estrellas. Un número igual de estrellas están escondidas más allá del horizonte y la mayoría pueden percibirse esperando a lo largo de la noche o el advenimiento de una época distinta del año. El resto de las estrellas sólo aparece visible para los observadores situados más cerca del ecuador o en el hemisferio opuesto al del observador. Las cartas y las descripciones del capítulo 7 muestran el firmamento entero: las estrellas y las constelaciones que son visibles desde el hemisferio sur así como las que pueden verse desde el hemisferio norte. No obstante, puesto que la mayoría de los usuarios de esta Guía están situados en latitudes septentrionales medias, gran parte de las explicaciones que vienen a continuación han sido concebidas para ellos.

La región del firmamento cerca de Polaris es visible desde las latitudes septentrionales medias a lo largo de todo el año. En esta región puede observarse con facilidad el Gran Carro, el asterismo que forma parte de la constelación Ursa Major, la Osa Mayor. En el cielo de los atardeceres otoñales, la caja del Gran Carro aparece hacia arriba a la derecha, en tanto que en el firmamento de los atardeceres primaverales la caja aparece invertida. La figura 2-1 muestra a la Osa Mayor, incluyendo el Gran Carro, en el atlas celeste publicado por Johann Bayer en 1603.

En el lado anterior de la caja del Gran Carro, los Punteros señalan en dirección de Polaris, que está situada en el extremo de la vara del

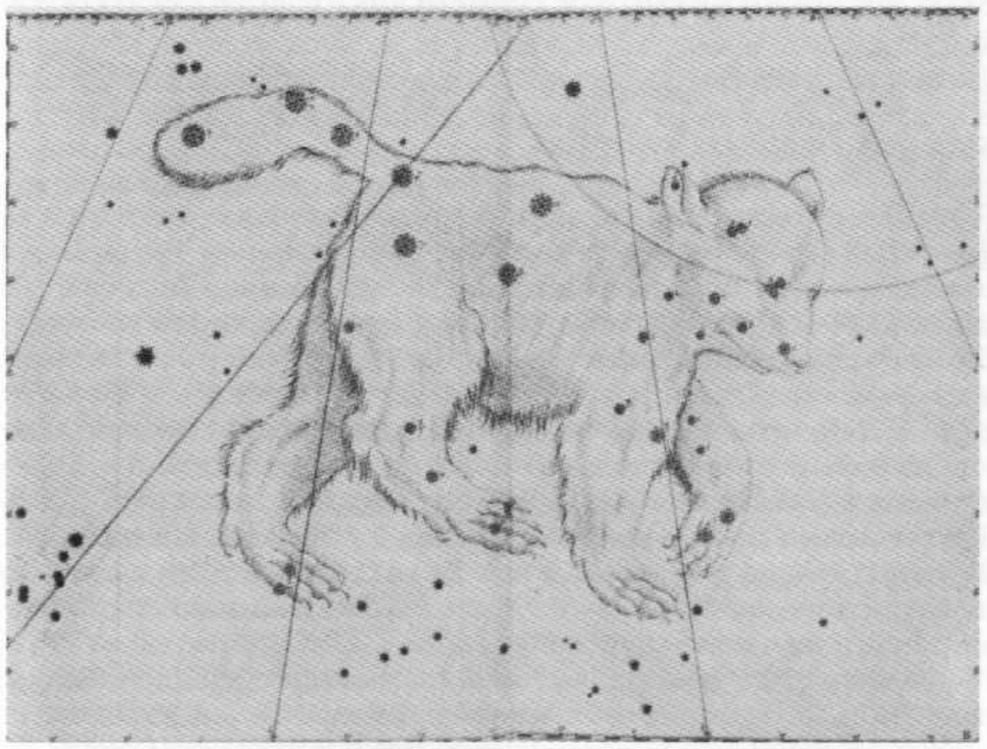


Fig. 2-1. Ursa Major, Osa Mayor, en el atlas de estrellas de Bayer (1603). La vara o limonera del Gran Carro está situada en la cola de la Osa y la caja está en sus espaldas. (Jay M. Pasachoff)

Pequeño Carro. Para encontrar a Polaris, debe seguirse una línea que se extiende hacia el norte a partir de los Punteros a lo largo de unos 30°. Treinta grados son equivalentes a $\frac{1}{3}$ de la distancia entre el horizonte y el cenit. El lector debe extender su brazo a partir de la horizontal $\frac{1}{3}$ del camino hasta el cenit para hacerse una idea de la magnitud de 30°. (Asimismo 30° equivalen aproximadamente a tres amplitudes de su mano cuando su brazo está extendido.) La altitud de Polaris por encima del horizonte es igual a la latitud del lector. Por ejemplo, si el lector está en la latitud de 40°, la altura de Polaris es 40° sobre el horizonte. Si la latitud en la que se encuentra el lector es de 90°, es decir, en el polo norte, Polaris está 90° sobre el horizonte, es decir, se halla en posición cenital.

Polaris permanece en la misma posición en el firmamento durante todo el año. Dado que su posición es estacionaria, Polaris es visible a lo largo del año y aparece en los mapas celestes mensuales correspondientes al hemisferio norte del capítulo 3. El lector puede usar Polaris en todas las estaciones como punto de referencia para localizar otras estrellas. La Osa Mayor, la Osa Menor y las demás constelaciones circumpolares situadas en la proximidad de Polaris también son visibles sobre el horizonte a lo largo de todo el año. Otros grupos de estrellas, como se verá a renglón seguido, sólo son visibles durante ciertas estaciones del año. Cada noche estas estrellas se elevan por encima del horizonte oriental, viajan por encima y alrededor de Polaris y luego se ponen, desapareciendo debajo del horizonte occidental. A medida que las estaciones progresan, puede verse que grupos sucesivos de constelaciones realizan este recorrido a través del cielo.

Distancias hasta las estrellas

Todas las estrellas están tan alejadas que la medida de la distancia se basa en el tiempo requerido por la luz para alcanzar la Tierra. La luz viaja con una celeridad considerable: 300 000 km/seg. Esto equivale a 1 080 000 000 km/h, 10 millones de veces la velocidad de un coche. La luz puede recorrer siete veces la distancia alrededor de la Tierra en tan sólo un segundo, puede viajar desde la Luna hasta la Tierra en algo más de un segundo y puede desplazarse desde el Sol en ocho minutos. La luz requiere más de cuatro años para alcanzar la Tierra desde la estrella más próxima, Próxima Centauri. La distancia que la luz recorre en un año se denomina *año-luz* y puede afirmarse que Próxima Centauri está situada a una distancia de cuatro años-luz. Sólo unas pocas docenas de estrellas están alejadas dentro de 20 años-luz de nuestro Sol (véase el apéndice 4).

Para comparar las estrellas, es útil e importante saber el brillo que tendrían si todas estuvieran a la misma distancia de la Tierra, con lo cual el resultado sólo vendría afectado por diferencias intrínsecas de brillo y no meramente por sus posiciones. La distancia estándar que los astrónomos usan para esta finalidad es de aproximadamente 32,6 años-luz (véase pág. 24).

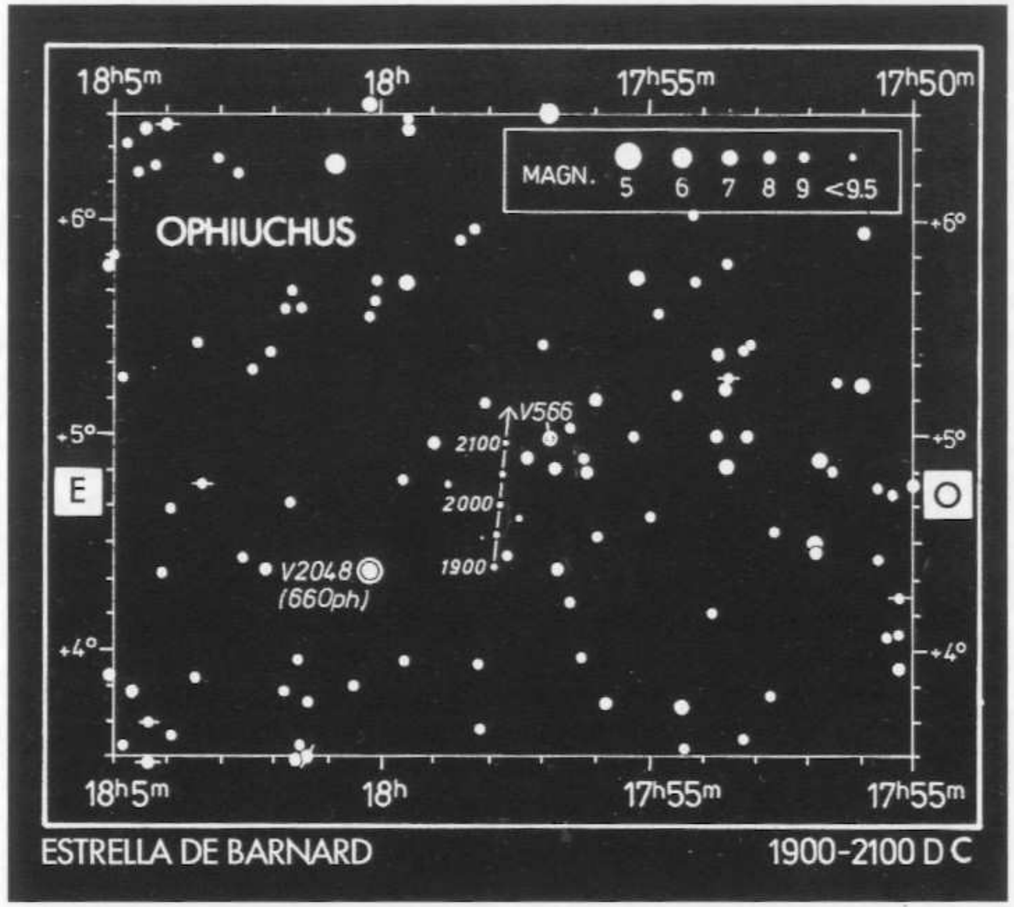


Fig. 2-2. La trayectoria de la estrella de Barnard a través del firmamento. Parece que esta estrella se desplaza a través del cielo con respecto a estrellas más distantes, tal como se ha marcado mediante la flecha, cubriendo una distancia tan grande como el diámetro de nuestra Luna en unos 180 años. (Wil Tirion)

Los astrónomos pueden medir la velocidad a la cual se están aproximando a nosotros o retrocediendo, midiendo su efecto Doppler, las ligeras variaciones de color que son el resultado de dicho movimiento. (El lector puede oír el efecto Doppler en el caso de las ondas sonoras, con el cambio de tono que tiene lugar cuando un objeto pasa de largo. El efecto Doppler para las ondas luminosas es similar.) Sin embargo, la mayoría de las estrellas están muy lejos de nosotros para que podamos detectar su movimiento a través del cielo. No obstante, para las estrellas más cercanas, podemos detectar los *movimientos propios*, los movimientos a través del cielo. La estrella con el mayor movimiento propio es la de Barnard. Se halla a seis años-luz de nosotros. Atraviesa el cielo lo bastante deprisa como para cubrir una distancia tan grande como el diámetro de nuestra Luna en sólo unos 180 años (fig. 2-2). Utilizando el efecto Doppler para medir el movimiento de las estrellas hacia nosotros o alejándose de nosotros, junto con el movimiento propio para la dirección transversal, se obtiene la velocidad real de la estrella en el espacio.

Medición de distancias y ángulos

Los astrónomos miden la distancia hasta las estrellas más próximas mediante un método de triangulación denominado *paralaje trigonométrico*: la estrella más próxima parece desplazarse ligeramente con respecto a las estrellas más lejanas. Para lograr un efecto semejante, el lector debe elevar el pulgar con el brazo extendido y observarlo primero con un ojo cerrado y luego, sin mover la cabeza, con el otro ojo cerrado. Entonces se percata uno de que el pulgar parece desplazarse algo por el plano de fondo. Ahora debe realizarse lo mismo con el brazo doblegado a fin de que el pulgar esté más cerca del ojo del lector —el movimiento aparente del pulgar todavía será mayor. Análogamente, cuanto mayor sea el grado de movimiento de una estrella a medida que la Tierra describe órbitas alrededor del Sol, más próxima es su posición.

Los astrónomos calculan qué grado de separación tendrían que presentar la Tierra y el Sol para que la distancia entre la Tierra y el Sol abarcara un ángulo de tan sólo 1 segundo de arco (en donde 1 segundo de arco es $^1/_{60}$ de un minuto de arco, 1 minuto de arco es $^1/_{60}$ de un grado [1°] y 1° es $^1/_{360}$ del recorrido circular del cielo). Por consiguiente 1 segundo de arco es un ángulo pequeño, $^1/_{3600}$ de un grado de arco. La distancia a la cual el ángulo entre la Tierra y el Sol es de sólo 1 segundo de arco se denomina *1 parsec* (a partir de las palabras "parallax" [paralaje] para el método que mide distancias, y "second" [segundo] para el ángulo real). El valor de 1 parsec resulta ser de 3,262 años-luz.

La distancia estándar usada por los astrónomos a fin de determinar la magnitud absoluta de las estrellas es de 10 parsecs.

El brillo que una estrella tendría a la distancia de unos 32,6 años-luz de la Tierra se denomina *magnitud absoluta*. La magnitud absoluta es una medida del brillo intrínseco de la estrella, realmente lo brillante que la estrella es. Contrastando con ello, el brillo aparente de una estrella, lo brillante que nos parece como oposición a lo brillante que es intrínsecamente, es la *magnitud aparente*. La magnitud aparente de una estrella no sólo se ve afectada por lo brillante que dicha estrella es intrínsecamente, sino también por lo lejos que está de nosotros. En el siguiente capítulo, discutiremos aspectos prácticos de la escala de magnitud.

Al terminar el siglo, Ejnar Hertzsprung y Henry Norris Russell representaron muchas estrellas en el mismo gráfico, eliminando el efecto de la distancia sobre el brillo mediante la inclusión exclusiva de un grupo de estrellas situadas a la misma distancia o por medio del uso de las magnitudes absolutas. Cuando representaron la temperatura en un eje y la magnitud en el otro, observaron que los puntos correspondientes a la mayoría de las estrellas formaban una banda estrecha en el gráfico: *la secuencia principal*. Las estrellas más brillantes son, en su mayoría, más calientes y las más pálidas más frías.

Unas pocas estrellas son más brillantes que las estrellas de la secuencia principal de la misma temperatura. Estas estrellas excepcionales se denominan *gigantes* y unas cuantas estrellas, todavía más brillantes, son conocidas por *supergigantes*. Las gigantes y las supergigantes además de ser brillantes de modo especial, son particularmente grandes. Unas cuantas estrellas son más pálidas que las estrellas de la secuencia principal de la misma temperatura. Estas estrellas excepcionalmente pálidas son las *enanas blancas*, y su tamaño es extraordinariamente pequeño para una estrella, un tamaño equiparable al del planeta Tierra.

Fotografiando el cielo

A mucha gente le gusta fotografiar el cielo y los objetos que hay en él. A veces las fotografías del firmamento se toman a través de los telescopios, pero pueden hacerse fotografías bastante bonitas del cielo y de los fenómenos celestiales con cámaras fotográficas ordinarias y lentes montadas sobre trípodes.

Las películas en color sensibles, conocidas como "rápidas", se pueden obtener hoy en día con gran facilidad, y permiten tomar fotografías de las constelaciones en algunos segundos con una cámara y una lente ordinarias. No obstante, cuanto "más rápida" o más sensible sea

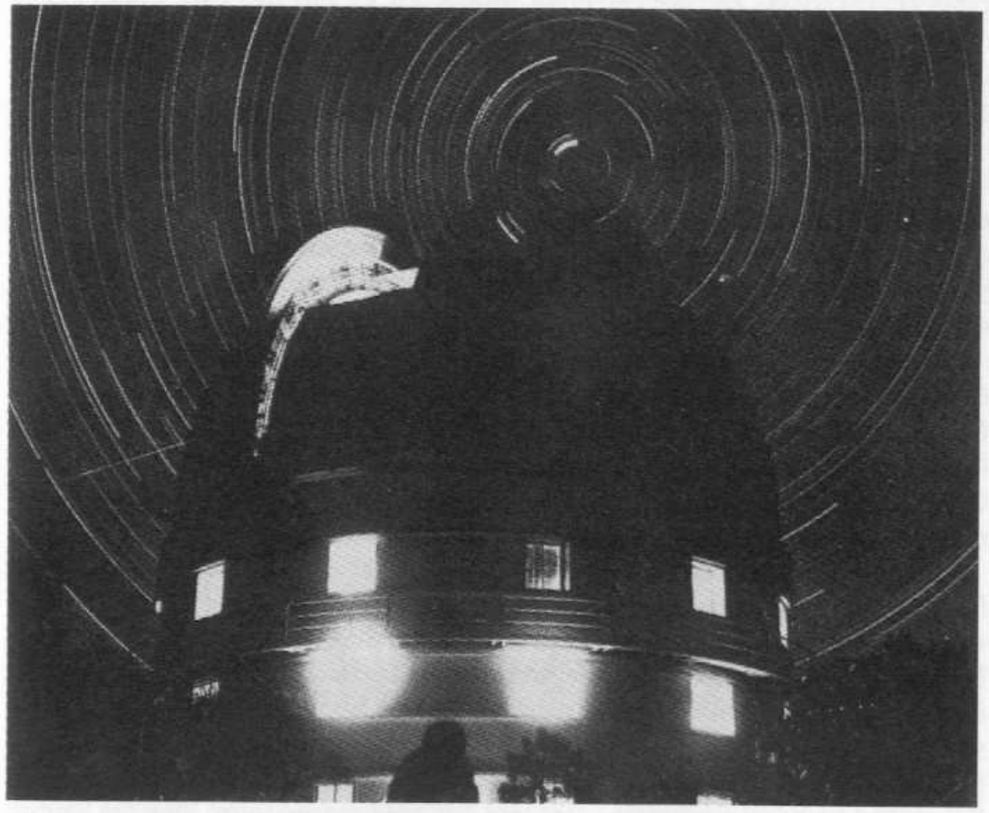


Fig. 2-3. Trayectorias de las estrellas, con un observatorio en primer plano. Aparece una trayectoria de meteoro a la derecha. (Dale Cruikshank)

la película, más granulada suele aparecer la imagen, de manera que cada uno debe encontrar su propio equilibrio entre velocidad y grano. Una lente normal de 50 mm, montada en una cámara réflex de una sola lente de 35 mm, da una amplitud de campo de unos 50° transversales, lo que permite ver diversas constelaciones. La clave para una buena fotografía de constelaciones es tener un trípode robusto que no vibre. Generalmente es mejor utilizar un disparador de cable o un dispositivo de disparo retardado, que le permita iniciar la exposición sin mover la cámara al tocarla. Intente una serie de exposiciones, tal como de 1, 2, 4, y 8 segundos. Si la lente está lo más abierta posible, puede que el lector vea más distorsión en la imagen —particularmente en los márgenes— que si la lente está algo "cerrada". Por ejemplo, la apertura máxima de una lente puede ser llamada *f*/2. Cada posición de *f* —1,4, 2, 2,8, 4, 5,6, 8, 11, 16, 21— representa un cambio en la apertura de la lente por un factor de 2. Así, *f*/2,8 deja la mitad de luz que *f*/2. Además, una lente abierta a *f*/4 deja entrar la mitad de luz que la lente a *f*/2,8, y por lo tanto un cuarto de la luz que la lente abierta a *f*/4. Pero la imagen de *f*/4 puede ser mejor, incluso aunque el tiempo de exposición deba ser más largo, debido a que permite menos distorsión.

A veces es divertido tomar exposiciones muy largas, incluso de varias horas, para mostrar el recorrido de las estrellas a través del firmamento. Cuando el polo norte celeste se halla en la fotografía, dichas trayectorias de las estrellas muestran el círculo que éstas recorren alrededor del polo. Para tomar una fotografía de este tipo, la cámara se deberá situar sobre un trípode robusto. El lector debe situarse lo más lejos posible de cualquier luz artificial, que "nublaría" —o le daría un brillo uniforme— a su película, y por lo tanto limitaría la duración de la exposición. Para limitar la niebla celeste, a menudo es mejor tomar fotografías de las trayectorias estelares a aproximadamente *f*/11. De nuevo en este caso, ello constituirá un experimento para el lector. No existe una única exposición o tiempo de exposición correctos.

La Luna puede ser fotografiada con una lente ordinaria. Al contrario de lo que cabría esperar, precisa una apertura de la lente y un tiempo de exposición similares a una fotografía de la Tierra a la luz del Sol. Después de todo, existe aproximadamente la misma distancia desde el Sol hasta donde estamos. Se precisará un teleobjetivo para mostrar las características de la superficie lunar.

El lector también puede utilizar su cámara de vídeo para fotografiar la Luna, las estrellas y los planetas. Una ventaja de la cámara de vídeo estriba en que el lector puede ver los resultados de inmediato. Las cámaras con una tele que pueden enfocar con el zoom hasta las distancias focales más largas, pueden llenar la pantalla con la Luna. La sensibilidad de la cámara para debilitar los niveles de luz es más importante para incluir los planetas y las estrellas. Éstos sólo se ven en forma de puntos de luz; se precisa un telescopio para ver las características de la superficie de los planetas.

Para tomar fotografías como la mayoría de las de este libro, el lector debe unir su cámara a un telescopio. En esos casos, el telescopio actúa como una lente, así que generalmente se quita la lente de la cámara. El telescopio se programa para seguir las estrellas, lo que requiere un simple motor que haga girar el telescopio una vez al día a la velocidad de las estrellas. Tales telescopios pueden adquirirse en los comercios. Una afición bastante distinta, aunque también interesante, es construirse el telescopio uno mismo. Si el lector une una cámara ordinaria a un telescopio de seguimiento, sus fotografías mostrarán estrellas menos brillantes y pueden revelar la Vía Láctea.

La revolución electrónica permite hoy en día que tanto los astrónomos amateurs como los profesionales tomen imágenes mucho más deprisa que antes. En vez de que la luz del telescopio caiga en la película, ahora se hace incidir en un chip de silicona sensible a la luz, denominado dispositivo acoplado a la carga (DAC, charge-coupled device). Tales DACs se usan corrientemente en la electrónica de consumo, tal como en las cámaras de vídeo. Los DACs registran aproximadamente el 50 % de la luz que incide en ellos, mientras que la película sólo toma aproximadamente el 1 %, de forma que los DACs son 50 veces más sensibles que la película. Así, una exposición que precisaba casi una hora con una película, puede ser hecha en un minuto con un DAC. La superficie del DAC está dividida en delicados elementos de imagen, o "píxels". Los chips comunes tienen 512 elementos de imagen en cada dirección, y por lo tanto tienen en total unos 250 000 píxels. Cuando la luz llega a un píxel, se produce un bit de carga electrónica. Un ordenador controla cómo se mueve la carga a lo largo de una hilera de píxels, un píxel cada vez (así que la carga es "acoplada" con la del píxel adyacente). Un ordenador debe procesar la imagen. El precio de un DAC ha bajado drásticamente; consúltese *Sky & Telescope* o *Astronomy* para más detalles.

Recorridos estacionales

Cuando el lector lea las explicaciones correspondientes a cada recorrido visual debe consultar el mapa celeste mensual apropiado del capítulo 3. Muchas de las rutas invisibles del firmamento que recorreremos visualmente aparecen en las figuras 1-3 y 1-4 del capítulo 1.

El cielo otoñal (mapa mensual 8)

En el cielo oscurecido de los atardeceres otoñales, los Punteros de la caja del Gran Carro señalan hacia arriba en dirección de Polaris. A partir de Polaris, el lector debe seguir visualmente el Pequeño Carro, que está invertido. Según una leyenda de los indios americanos el Pequeño Carro derrama los colores otoñales en esta época del año, haciendo que los árboles adquieran colores brillantes.

El lector debe continuar por el arco que va desde los Punteros hasta Polaris, recorriendo la misma distancia por el otro lado de Po-

BIBLIOTECA CADIZ PUBLICA

Fig. 2-4. Casiopea, según el atlas de estrellas de Bayer (1603). El objeto más brillante indicado era una estrella en explosión —una supernova— visible solamente en la época en que fue dibujada la carta. (Mendillo Collection of Astronomical Prints)

laris. El lector encontrará una constelación prominente en forma de W, Casiopea (fig. 2-4). Esta constelación, como la mayoría de las demás constelaciones, era conocida por los griegos antiguos y su nombre se basa en un personaje de la mitología griega. Casiopea estaba casada con Cefeo, rey de Etiopía, quien a su vez posee su propia constelación, en forma de casa con tejado puntiagudo, situada al oeste de Casiopea.

Si se continúa el recorrido visual hacia arriba a partir de Casiopea, encontramos la constelación cuyo nombre constituye un homenaje a Andrómeda, quien fue la hija de Casiopea en la mitología griega. En Andrómeda a veces puede observarse a simple vista una mancha de luz borrosa pálida. Esta mancha procede en realidad del centro de la Gran Galaxia en Andrómeda, que es la galaxia más próxima a la nuestra. (Una galaxia es un grupo enorme de billones de estrellas, pero también contiene polvo y gas.) La Galaxia de Andrómeda (M31) está mucho más alejada de la Tierra que cualquiera de las estrellas individuales que vemos en el firmamento, por lo cual constituye el límite de lo que podemos ver a simple vista. Se necesita un telescopio para revelar la forma espiral de esta galaxia.

Ahora el lector debe fijar su mirada en la parte alta del firmamento, en dirección al sur de Andrómeda. Percibirá cuatro estrellas que marcan los vértices de un cuadrado, denominado el cuadrado de Pegaso (fig. 1-5). Surgió de la sangre de Medusa después de que Perseo la matase. Una de las estrellas del cuadrado está en realidad en la constelación de Andrómeda.

Si el grado de oscuridad es considerable, el lector puede ver asimismo la Vía Láctea que se extiende en lo alto directamente a través de Casiopea. La Vía Láctea —agrupación de estrellas, polvo y gas de nuestra propia galaxia— forma una franja brumosa a través del firmamento, con márgenes mellados, manchas oscuras y hendiduras (fig. 2-5). Es en realidad el gas, el polvo y las estrellas de nuestra propia galaxia, un disco que podemos ver desde una posición dentro de ella. Las fotografías de gran ángulo con películas rápidas de color, con la cámara montada en un trípode, darán bellas visiones de la Vía Láctea.

Realizando un recorrido visual desde el este de Casiopea a lo largo de la Vía Láctea, se encuentra la constelación de Perseus (Perseo). Según la mitología griega, Perseo fue un héroe que mató a la Medusa, huyó volando sobre Pegasus (que está situado cerca en el cielo) y luego desde su montura alada vio a Andrómeda, a quien salvó del monstruo marino, Cetus (véase fig. 2-6). Mediante prismáticos o un telescopio el observador ve un par de *cúmulos abiertos*, siendo cada uno de ellos un grupo de muchas estrellas, unas cerca de otras en Perseo. Este cúmulo doble es poco usual; los cúmulos suelen aparecer solos. Así, el cúmulo doble es relativamente fácil de detectar. En general, los cúmulos abiertos, también llamados cúmulos galácticos, suelen contener unos pocos cientos de estrellas. Las estrellas de los cúmulos abiertos son bastante jóvenes según los estándares astronómicos, entre 10 a 1000 millones de años de edad.

También en Perseo se encuentra quizás la más conocida de las estrellas variables, Algol, a menudo denominada la estrella demoníaca,

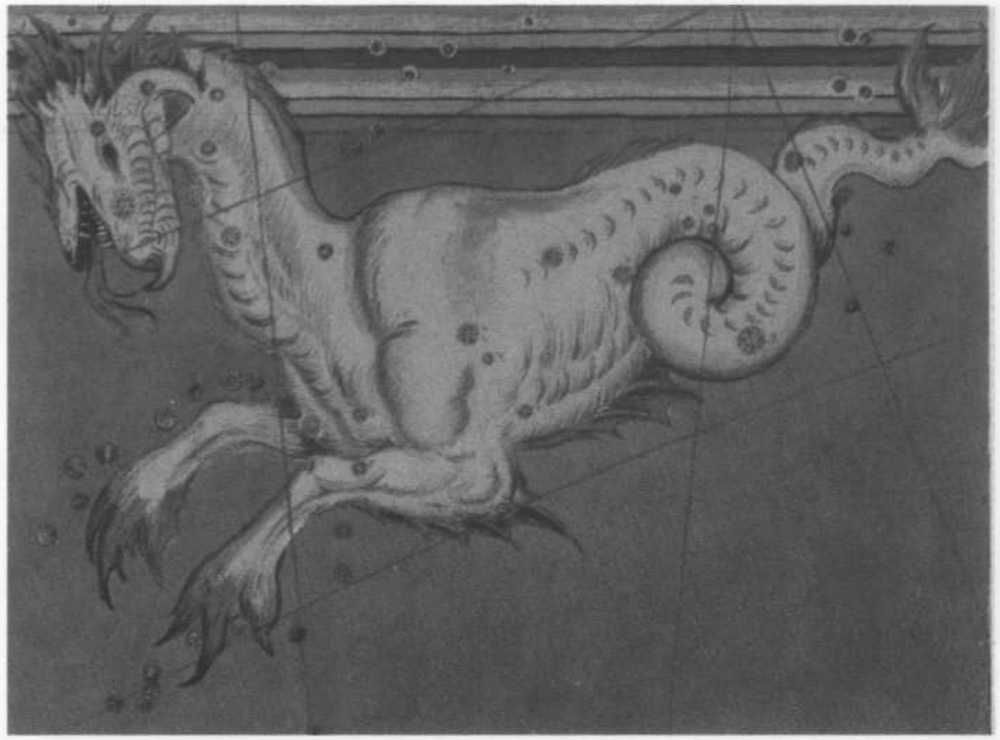


Fig. 2-6. La constelación de Cetus, el Monstruo Marino (a veces también denominada Ballena), de la carta celeste de Bayer publicada en 1603. (Jay M. Pasachoff)

a partir de su nombre árabe. Algol es en realidad una pareja de estrellas que giran una alrededor de la otra de forma que se hallan una frente a la otra cada 2,9 días. Durante estos eclipses, el brillo total que vemos desciende espectacularmente. Hablaremos de Algol y daremos una tabla de su brillo mínimo en el capítulo 6.

En el lado opuesto de Casiopea, más allá de Cefeo a lo largo de la Vía Láctea, puede verse una cruz de estrellas brillantes directamente en posición cenital. Esta agrupación prominente de estrellas, denominada Cruz del Norte, está situada en la constelación de Cygnus, el Cisne. Este cisne parece volar hacia el sur, que es lo propio de las aves en esta época del año. Deneb es la estrella situada en la cola del Cisne. Un poco al oeste del Cisne, puede verse la estrella brillante Vega en la constelación de Lyra, la Lira. Vega es la tercera estrella más brillante que puede verse desde latitudes septentrionales medias.

Más hacia el oeste, dejando atrás Vega, tenemos la constelación de Hércules, cuyo nombre se basa en el héroe griego que realizó 12 grandes trabajos. Con prismáticos o un telescopio pequeño, apenas si

Fig. 2-5. *(página anterior)* La Vía Láctea, alzándose casi perpendicularmente hacia el horizonte en el cielo veraniego. (Compárese, por ejemplo, con el mapa celeste 7, pág. 95.) Es visible a simple vista durante las noches oscuras si se está lejos de las luces de la ciudad. (Dennis de Cicco)

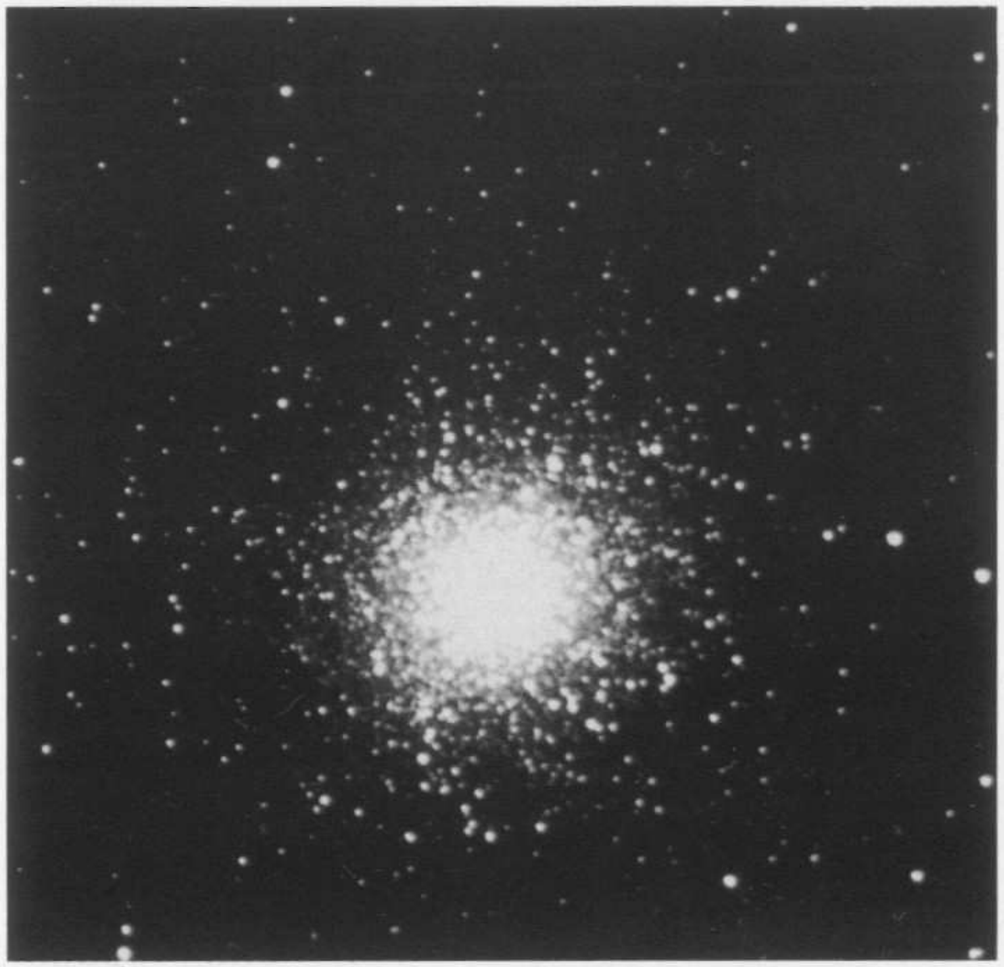


Fig. 2-7. El cúmulo globular M13. (© Ben Mayer)

puede verse un objeto parecido a una bola de alcanfor brumosa. Se trata de un *cúmulo globular*, un grupo esférico de millares de estrellas. Se le designa como M13, a partir del lugar que ocupa en un catálogo de objetos no estelares —el catálogo de Messier (tabla 12, pág. 217), compilado en el siglo XVIII por Charles Messier. M13 es el cúmulo globular más billante que podemos ver desde el hemisferio norte. Los cúmulos globulares son interesantes debido a que todas las estrellas que los forman tienen la misma edad. Ninguna es mucho más joven de 10 000 millones de años. Además, todas están a la misma distancia de nosotros, lo que hace que sea relativamente fácil que los astrónomos comparen sus propiedades sin preocuparse de los efectos de la distancia.

Fig. 2-8. Las Pléyades, un cúmulo abierto de estrellas conocido como las Siete Hermanas. En la mitología griega, estas hermanas fueron perseguidas por Orión y se refugiaron en el cielo. (© 1985 Royal Observatory Edinburgh/Anglo-Australian Telescope Board)

El cielo invernal (mapa mensual 11)

Al anochecer en invierno, el Gran Carro está en un nivel bajo en el firmamento septentrional. Las constelaciones que eran más fáciles de ver en otoño ahora aparecerán cada vez más cercanas al horizonte occidental a la misma hora en cada noche sucesiva. El día 1 de enero, Cygnus, el Cisne, se pone en el firmamento occidental en la parte inicial del atardecer; Casiopea está situada en lo alto en posición cenital hacia nuestro norte; por su parte, Perseo está incluso en un nivel más alto en el firmamento.

La Vía Láctea, la franja brumosa de gas y polvo que da a nuestra galaxia su nombre, también aparece en lo alto del cielo a principios del atardecer en esta época del año. Puesto que nuestra galaxia, la Galaxia de la Vía Láctea, tiene forma de disco, se ven muchas estrellas y mucho polvo y gas cuando la observación se realiza a lo largo del plano del disco, pero pocas estrellas y poco polvo y gas cuando las direcciones son distintas. La constelación siguiente hacia el sureste a lo largo de la Vía Láctea es Auriga, el cochero, con su estrella brillante Capella.

Hacia el sur de esta parte de la Vía Láctea, puede percibirse un cúmulo de seis o siete estrellas que están cerca unas de otras en el cielo. Aunque pálidas, impresionan la retina del observador, cuando éste realiza el recorrido visual del firmamento. Estas estrellas son las Pléyades, las Siete Hermanas de la mitología griega, las hijas de Atlas. Las Pléyades constituyen un cúmulo de más de cien estrellas; cuanto mayores sean los prismáticos o el telescopio de campo amplio, tanto más cosas verá el observador. La figura 7-10 de la pág. 238, que acom-

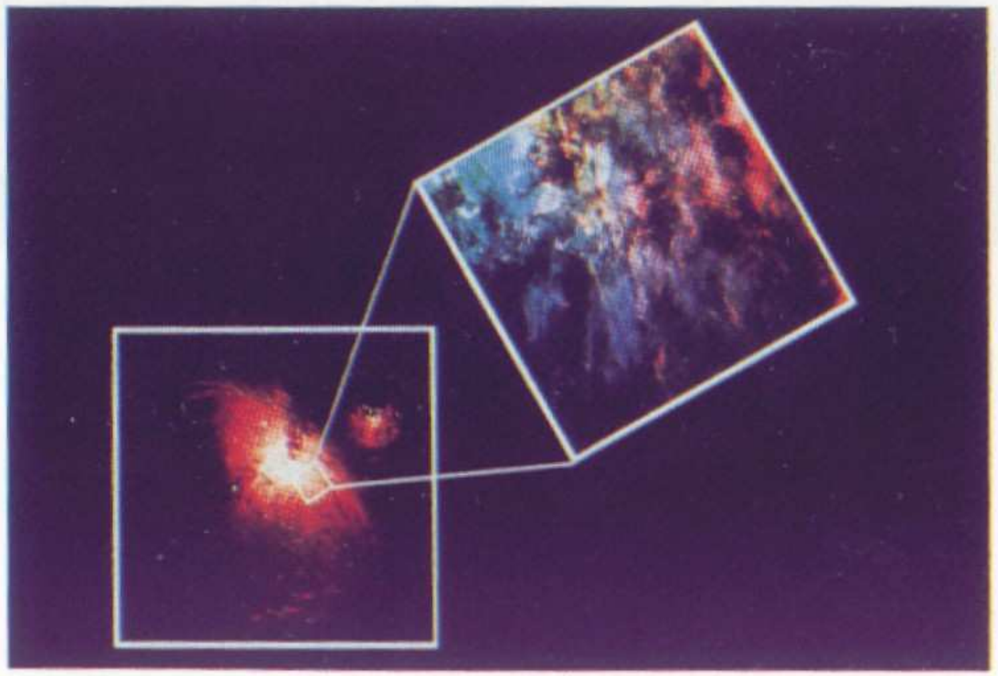


Fig. 2-9. *(página anterior)* Una visión de la Nebulosa de Orión tomada desde Tierra, y *(arriba)* una vista con mayor poder de resolución de una parte de la nebulosa con el telescopio espacial Hubble (véase también fig. 2-12). El norte está en el extremo superior derecho. Orión se distingue por las tres estrellas de su cinturón, con Betelgeuse arriba y a la izquierda y Rigel abajo a la derecha del cinturón. Sirius, en el Can Mayor, está abajo a la izquierda. (*arriba*, Akira Fujii; *página anterior*, Space Telescope Science Institute)

paña a la carta del firmamento 10, muestra las estrellas más brillantes de las Pléyades.

Obsérvese más al sur, y compárese con el mapa celeste 11, de cara al sur (pág. 108). (El margen derecho del libro estará muy cerca del lector.) El grupo más prominente de estrellas en invierno consiste en tres estrellas brillantes que forman una línea recta. Dan lugar al cinturón de Orión (fig. 2-9). La espada de Orión se extiende hacia abajo desde el cinturón. Sobre el hombro de Orión se observa la estrella rojiza Betelgeuse, una de las estrellas más brillantes que pueden verse desde las latitudes septentrionales medias. Al otro lado del cinturón de Orión y en posición simétrica, se encuentra la estrella azulada Rigel, marcando el talón de Orión. En el capítulo 4, se verá que el color de las estrellas nos indica su temperatura; las estrellas rojizas son relativamente frías —unos 3000 °C— y las estrellas azuladas son relativamente calientes —más de 10 000 °C.

En el área de la espada de Orión (fig. 2-10) existe una región brumosa, la Nebulosa de Orión, que puede verse con prismáticos o telescopios pequeños. Una *nebulosa* es una región brumosa del firmamento que contiene nubes de gas o polvo (véase la pág. 172). La Nebulosa de Orión (fig. 2-11) indica la presencia de una nube de gas y polvo; en su proximidad se están formando nuevas estrellas. Muchas nebulosas son en realidad "criaderos" de estrellas jóvenes que han nacido hace poco y constituyen el emplazamiento de los nacimientos

Fig. 2-14. Orión, a partir del atlas de estrellas de Bayer (1603). Orión mantiene en alto su escudo para protegerse de Taurus, el toro. (Mendillo Collection of Astronomical Prints)

Fig. 2-15. La región celeste que contiene los importantes cúmulos abiertos conocidos como las Pléyades y las Híadas, ambas de la constelación de Taurus, el Toro. (Dennis W. Dawson, Western Connecticut State University)

de estrellas en marcha; este tema se examina con más amplitud en el capítulo 5.

El telescopio espacial Hubble ha sido girado para estudiar la Nebulosa de Orión. El procesamiento computarizado de la imagen ha vencido las limitaciones del espejo del telescopio espacial. La imagen de la figura 2-12 muestra la región cercana al Trapecio, una serie de brillantes estrellas próximas al centro de la nebulosa visible. La resolución, que ha mejorado, muestra que la nebulosa posee estrechos chorros. Los estudios de estos objetos más pequeños nos dicen cómo se forman las estrellas en regiones tales como ésta.

La Nebulosa de la Cabeza del Caballo, cerca de la estrella que se halla en el extremo izquierdo del cinturón de Orión, es difícil de ver con un telescopio pequeño, pero es muy bella en las fotografías. El polvo oscuro absorbe la luz que viene desde detrás de ella para acentuar la silueta de la cabeza del caballo (fig. 2-13).

Orión (fig. 2-14) parece ser el guardián de Taurus, constelación que puede percibirse fijando la mirada más allá del escudo de Orión. Entre la parte superior del escudo y las Pléyades tenemos un grupo

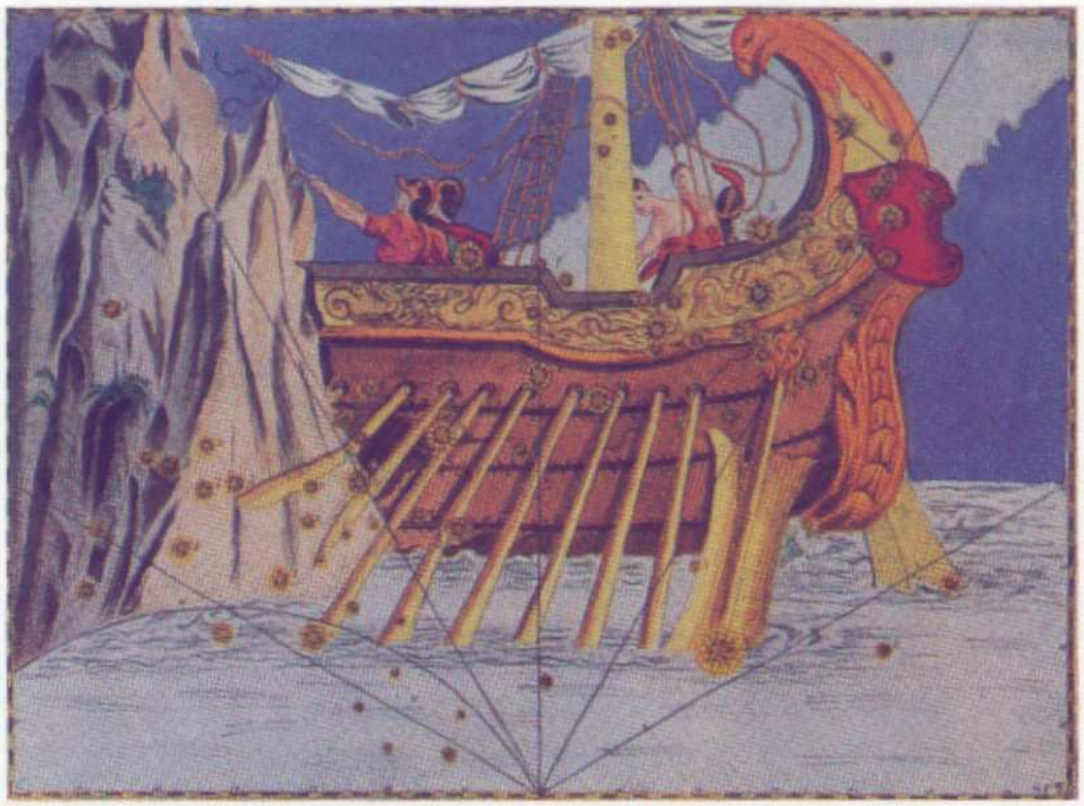


Fig. 2-16. Argo Navis, el barco, del atlas de Bayer (1603). Esta constelación anterior ha sido dividida ahora en Vela (las Velas), Puppis (la Popa), Pyxis (la Brújula) y Carina (la Quilla). Estas constelaciones no son visibles a partir de las latitudes septentrionales medias. (Jay M. Pasachoff)

en forma de V de estrellas, las Híadas (fig. 2-15). La estrella rojiza Aldebarán delimita el extremo de un lado de la V. Las Híadas forman el contorno de la cara de Taurus; las Pléyades montan sobre los lomos del toro. Las Híadas y las Pléyades son *cúmulos abiertos* de estrellas (denominados también *cúmulos galácticos*); estos cúmulos son regiones en las que están situadas 100 o más estrellas unas cerca de otras constituyendo un grupo de forma irregular.

A los talones de Orión, tenemos a su perro, Canis Major. El cinturón de Orión está orientado directamente hacia Sirius, que es la estrella más brillante del cielo y la estrella más brillante de la fotografía de la constelación de Orión (fig. 2-9). Sirius sale al firmamento poco después de Orión, su aspecto es blanco azulado y forma parte de la constelación Canis Major. Proción está situada en la parte superior izquierda de la fotografía y pertenece a Canis Minor. Esta estrella brillante forma un triángulo casi equilátero con Sirius y Betelgeuse.

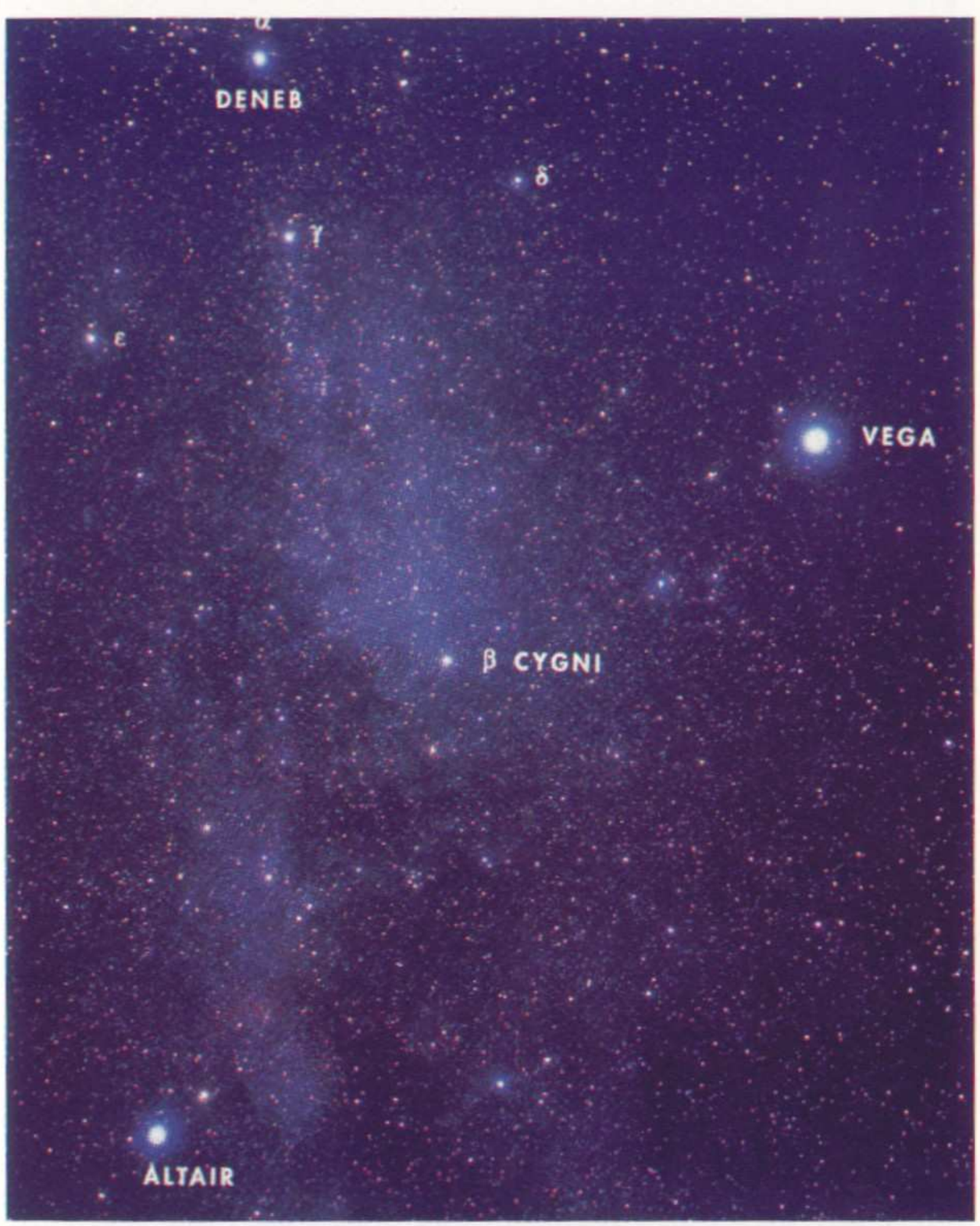


Fig. 2-17. La brillante estrella Vega, de la constelación de Lira, es el objeto más brillante. Cygnus se halla en el extremo superior izquierdo; sus estrellas más brillantes forman la Cruz del Norte (Carta del Atlas 18), que se encuentra a lo largo de la Vía Láctea. Deneb, α Cygni, se halla en el extremo izquierdo; β Cygni es la estrella rojiza del centro. Perpendicular a ellas se halla el travesaño de la Cruz del Norte: ε, γ y δ Cygni aparecen formando una línea ligeramente inclinada hacia arriba. (Compárese con la Carta 18.) Altair, α Aquilae (Carta 31), es una estrella brillante. El norte se halla arriba. (Akira Fujii)

El firmamento primaveral (mapa mensual 2)

Cuando se acerca la primavera, Orión y las Híadas en forma de V se aproximan cada vez más al horizonte occidental cada atardecer y al final desaparecen de nuestra vista en la puesta del Sol. Ahora el lector verá un par de estrellas, Cástor y Pólux, en el firmamento occidental al anochecer. Aunque las dos estrellas tienen aproximadamente el mismo brillo, Pólux parece ligeramente rojiza, en tanto que Cástor no lo es. Estas estrellas son parte integrante de la constelación de Gemini, los Gemelos, cuyo nombre proviene de dos dioses militares romanos.

Al sur de los Gemelos, la estrella brillante Sirius es conspicua en el firmamento occidental, perteneciendo a la constelación Canis Major. Al sur de Sirius tenemos la constelación de Puppis (la Popa). Esta constelación incluye una estrella, zeta Puppis, que es una de las estrellas intrínsecamente más brillantes y calientes del cielo. Sin embargo, zeta Puppis está tan alejada, que no es conspicua cuando se observa esta parte del cielo. Puppis y otras constelaciones de esta región y otras situadas más al sur fueron incluidas con anterioridad en una constelación gigante, Argo Navis (fig. 2-16).

Ursa Major, la Osa Mayor, aparece en lo alto en el cielo septentrional en los atardeceres primaverales, y está tan inclinada que las cosas imaginarias contenidas en el Gran Carro podrían desparramarse. Si el lector sigue con la vista el recorrido de los Punteros hacia atrás, verá la constelación Leo, el León, inmediatamente al sur del cenit. Para la mayoría de las personas Leo se parece más a un interrogante final o a una hoz que a la cabeza de un león. Una estrella brillante, Regulus, aparece en la base del interrogante, en el corazón del león. Al este de Regulus, un triángulo de estrellas marca el resto del cuerpo de Leo. Muchos individuos visualizan a Leo como un león en el firmamento con una cabeza en forma de hoz (falciforme) y una cola triangular.

En el mapa septentrional de estrellas, si el lector en su recorrido visual sigue un arco que empieza por las estrellas de la vara o limonera del Gran Carro, encontrará una estrella rojiza brillante, Arcturus. Esta estrella pertenece a la constelación de Boötes, el Boyero. Más alejada, a lo largo del arco que va desde el Gran Carro a través de Arcturus, se halla otra estrella brillante, Spica. Esta estrella blanco azulada aparece en la región este-sureste en la constelación Virgo, la Virgen.

Ahora el lector debe dirigir su mirada hacia el noroeste, hacia la parte izquierda inferior de Boötes y Hércules, que aparecen en el este al atardecer. En esta región, en la constelación Lyra (fig. 2-17), se encuentra Vega, una estrella que es más brillante que Spica.

El firmamento estival (mapa mensual 5)

En los atardeceres estivales, durante la puesta del Sol, Vega es la estrella más brillante cerca del cenit. Arcturus, algo más brillante que Vega, es la estrella rojiza que también está en un nivel alto del cielo hacia el oeste. La constelación Cygnus, que incluye las estrellas descollantes que constituyen la Cruz del Norte, está situada al este de Vega a lo largo de la parte más alta de la Vía Láctea. Hércules está unos 10° al oeste de Vega.

Siguiendo el recorrido visual hacia el norte, a lo largo de la Vía Láctea, desde Cygnus, el lector encontrará la constelación en forma de W, Casiopea (fig. 2-18). Al sureste de Casiopea tenemos Andrómeda, cerca del horizonte. La Gran Galaxia de Andrómeda, M31 (fig. 2-19), puede verse vagamente a simple vista como una zona nebulosa en el cielo. La galaxia en espiral M33 se halla en la constelación del Triángulo, hacia el lado de Andrómeda. M31 y M33 son los objetos más lejanos que se pueden ver a simple vista, aunque hay que decir

Fig. 2-18. La constelación de Cassiopea, el O en el cielo. (Cliff Holmes)

que la visión de neblina que se puede observar no revela la belleza que se ve en las fotografías de larga exposición. El Gran Cuadrado de Pegasus se halla más al sur, al mismo lado de la Vía Láctea que Andrómeda.

La estrella brillante Spica está ubicada hacia el suroeste, en la constelación Virgo, la Virgen. Al sur tenemos la estrella rojiza brillante Antares, en la constelación de Scorpius, el Escorpión (fig. 2-20). ("Antares" significa "comparado con Ares", nombre griego de Marte, dado que Antares es tan rojiza.) Las estrellas de Scorpius forman una curva muy amplia a través del firmamento.

Al este de Scorpius, el lector verá la constelación Sagittarius (Sagitario), en la cual está situado el centro de nuestra galaxia. Cuanto más al sur está el observador, a un nivel más alto en el cielo aparecerá Sagittarius, y tanto mejor podrán observarse las nubes estelares en la dirección del centro de la Vía Láctea.

Realizando en su recorrido visual a lo largo de la Vía Láctea un desplazamiento hacia el sur, el lector encontrará la estrella Altair en la constelación de Aquila, el Águila. Altair, Deneb (perteneciente a la constelación de Cygnus) y Vega constituyen el Triángulo de verano.

Todos los veranos alrededor del 12 de agosto, se produce la lluvia de meteoros de las Perseidas (fig. 2-21). En el punto álgido de esta lluvia, puede llegarse a observar hasta un meteoro por minuto en las horas anteriores al alba. Los meteoros pasan veloces a través del firmamento como estrellas fugaces, si bien se trata sólo de fragmentos de polvo interplanetario que se queman en la atmósfera de la Tierra. Las fechas de las lluvias de meteoros forman una lista en una tabla del capítulo 12. Para fotografiar una lluvia de meteoros, sitúese una cámara ordinaria sobre un trípode, como se haría para fotografiar trayectorias de las estrellas. Úsese un gran angular para cubrir una zona apreciable del cielo. Luego tómense fotografías de una duración de al menos unos pocos minutos cada una. No hay forma de saber cuándo un meteoro cruzará delante de su cámara. Pero se debe tener la lente de la cámara ya abierta y de cara al cielo, ya que no hay tiempo de prepararse para fotografiar la trayectoria de un meteoro al momento.

Ahora que el lector ha realizado estos recorridos estacionales, puede usar los mapas celestes mensuales del capítulo siguiente para abrirse camino en el conocimiento del cielo en cualquier época del año.

Fig. 2-19. La Galaxia de Andrómeda, la galaxia mayor y más brillante de la constelación de Andrómeda. Esta galaxia en espiral a menudo se conoce como M31, debido al lugar que ocupa en el catálogo de Messier. Cerca de ella se encuentran dos pequeñas galaxias elípticas, M32 y NGC 205 (arriba a la derecha). La Galaxia de Andrómeda es uno de los objetos más lejanos que se pueden ver a simple vista. (© 1959 California Institute of Technology)

El firmamento austral (mapas # 13-24)

Si el lector es lo bastante afortunado como para poder ver el cielo austral, encontrará algunos de los objetos celestiales más bellos en él. Los mapas celestes 13-24 muestran el aspecto del cielo mes a mes desde las latitudes meridionales.

En una localidad dada, vemos las estrellas sólo a 90° del punto situado sobre nuestras cabezas, nuestro cenit. Las estrellas demasiado cercanas al polo opuesto nunca llegan a nuestro campo de visión. Así, muchas de las constelaciones del sur nunca se ven desde las latitudes septentrionales medias. El mapa de la mitad sur del cielo contiene muchas constelaciones cuyos nombres nos son relativamente desconocidos (fig. 2-22).

Entre los asterismos más obvios que vemos desde las latitudes meridionales se encuentra un par de estrellas de la constelación de Centaurus, alpha Centauri y beta Centauri. Alpha Centauri es el sistema estelar más próximo a nosotros, sólo a unos 4,2 años-luz de distancia. Se trata de un sistema de tres estrellas. La más próxima de las tres, demasiado tenue para ser observada con facilidad, es la estrella única más próxima a nosotros, por lo que recibe el nombre de Próxima Centauri.

La línea de alfa a beta, de la más brillante a la más tenue del par, lleva hasta Crux, la Cruz del Sur (fig. 2-23). A pesar de que se dice que

Fig. 2-22. La mitad austral del firmamento, del atlas de Cellarius. (Institute for Advanced Study, Princeton, fotografía de Jay M. Pasachoff)

es una cruz, en realidad carece de la estrella central, de forma que parece más una cometa. Tres de sus estrellas son azules y por lo tanto calientes, mientras que la cuarta es muy roja y por lo tanto relativamente fría. Justo en el lado de Centaurus de la Cruz del Sur se encuentra el Saco de Carbón, una región oscura de polvo absorbente. La Cruz del Sur y el Saco de Carbón se ven bastante bien a simple vista.

Si miramos hacia arriba desde un lugar oscuro cuando estamos en las latitudes meridionales, podremos ver un par de regiones del espacio apagadas y neblinosas. Estos objetos fueron considerados nubes por la tripulación del barco de Magallanes, de manera que hoy se conocen como las Nubes de Magallanes. La Gran Nube de Magallanes y la Pequeña Nube de Magallanes (fig. 2-24) son en realidad pequeñas galaxias que se asocian con nuestra propia Galaxia de la Vía Láctea. Hoy en día sabemos, a partir de estudios de una interesante supernova que explotó en ella, que la Gran Nube de Magallanes se halla a 169 000 años-luz de nosotros. Las Nubes de Magallanes se ven mejor en los meses próximos a enero, que constituyen el verano austral (y el invierno en el hemisferio norte).

Fig. 2-23. Las constelaciones Centaurus y Crux. Alpha Centauri y beta Centauri apuntan hacia el Saco de Carbón, más allá del cual se encuentra Crux, la Cruz del Sur. Estas constelaciones son visibles únicamente desde las latitudes meridionales. (Akira Fujii)

3

LOS MAPAS CELESTES MENSUALES

Cuando se observan las estrellas de noche, se tiene la sensación de estar debajo de una cuenca gigante. Aunque en realidad las estrellas están situadas a muchas distancias distintas de la Tierra, que gira sobre sí misma debajo de ellas, a menudo es conveniente describir el firmamento como lo hicieron los antiguos: con las estrellas unidas a una esfera gigante que gira en lo alto. El conjunto de las constelaciones que vemos, parece girar $^1/_{12}$ del recorrido alrededor del cielo cada mes y por lo tanto, en el mismo momento de la noche, un mes más tarde, se perciben nuevas constelaciones 30° al este y se pierden de vista constelaciones que se han puesto en el oeste.

Evidentemente es muy difícil trasladar una esfera a un plano para que pueda reproducirse en una página. Las distorsiones que trae consigo la proyección Mercator de la Tierra, en la cual Groenlandia parece tan grande como Sudamérica meramente debido a que está situada más cerca de un polo, son familiares para todos nosotros.

Se ha escogido una nueva manera de dibujar estos mapas de estrellas a fin de minimizar las distorsiones en las regiones del firmamento que se estudian con más frecuencia. Los mapas estelares se diseñan proyectando las posiciones de las estrellas sobre un plano como si sus sombras procedieran de un punto dado. Se ha realizado esta elección al objeto de que la posición que se encuentra a mitad de camino hasta el cenit (45° de altitud) presente una distorsión mínima. Si bien las constelaciones cerca de los límites de los mapas están expansionadas, la cantidad de expansión no es demasiado grande y las constelaciones cerca del horizonte no están comprimidas. Asimismo, gracias a la proyección usada, cuando el lector realiza un recorrido visual desde una constelación hasta otra usando ciertos pares de estrellas los ángulos entre los senderos de los mapas serán idénticos a los del firmamento.

Cómo usar los mapas

Estos mapas celestes mensuales están diseñados de modo que su uso sea fácil. La mayoría de los objetos representados en estos mapas son de la magnitud 4,5 o más brillantes —el brillo es suficiente como para ser percibidos a simple vista. Están incluidos 72 mapas. Los 48 primeros son para los observadores del hemisferio norte; están marcados de modo especial para las latitudes comprendidas entre 10° N y 50° N y también pueden usarse hasta cierto punto fuera de este rango.

El segundo conjunto, formado por 24 mapas, es para observadores del hemisferio sur; estos mapas están marcados de modo especial para las latitudes comprendidas entre el ecuador y 40° de latitud S y pueden usarse asimismo fuera de este rango. Las palabras "mapa celeste" y el número del mapa están impresos al revés (negro sobre blanco, no blanco sobre negro) de estos mapas, a fin de que el lector pueda distinguir los mapas del hemisferio sur de los mapas del hemisferio norte con sólo echarles un vistazo.

En la parte inferior de cada mapa se tiene una serie de líneas curvadas que representan el horizonte para observadores situados en distintas latitudes. En la porción media superior de cada mapa, el cenit (el punto situado directamente sobre la cabeza del observador) correspondiente a los observadores de cada una de las latitudes está marcado con un signo +. Las direcciones este y oeste están marcadas en los extremos.

Cada uno de los mapas presenta una cantidad considerable de firmamento más allá del cenit, a fin de que resulte más fácil la orientación del lector. El lector pronto se familiarizará con las localizaciones de los horizontes norte y sur y del cenit correspondiente a su latitud. Para algunos individuos resultará útil recortar mascarillas de papel opaco y usarlas para ocultar las estrellas situadas debajo del horizonte correspondiente a su latitud.

Cada conjunto de mapas es válido para tiempos específicos de días específicos como se indica en la tabla 6 (págs. 66-67). Por ejemplo, el mapa celeste 1 —que es válido en nuestro sistema ordinario de contar el tiempo para la medianoche del 1 de enero— está dibujado para el tiempo sideral (tiempo según las estrellas, que se describe en el capítulo 15) de 6^h40^m. Cada uno de los mapas sucesivos es válido dos horas después en la misma fecha o un mes más tarde en el mismo tiempo. Algunos de los tiempos de la noche en los cuales los mapas son válidos están indicados en la parte izquierda inferior de las páginas de la izquierda. Las flechas cerca de los puntos este y oeste muestran la dirección en la cual gira el cielo a lo largo de la noche.

De hecho cada mapa celeste mensual diseñado para el hemisferio norte está formado por dos pares de mapas: en el primer par están dibujadas las figuras de la constelación; el segundo par muestra las mismas estrellas y omite los contornos de las figuras que representan las constelaciones. (En el caso del hemisferio sur, todos los mapas incluyen los contornos de las constelaciones.) En cada par de mapas, la página de la izquierda presenta lo que el lector verá cuando esté orientado hacia el norte y la página de la derecha lo que percibirá cuando su orientación sea hacia el sur. Cuando el lector esté orientado hacia el norte, debe sostener el libro con su margen izquierdo hacia él y estudiar el mapa. Ésta es la orientación correcta para que mapa y firmamento se correspondan. Cuando la orientación del lector sea hacia el sur, debe sostener el libro con el margen derecho hacia él y examinar el mapa, ya que en este caso mapa y firmamento se corresponden.

En los mapas, las estrellas de brillo distinto (magnitud distinta en cuanto al brillo) están indicadas como puntos de distintos tamaños.

Se describe la escala de magnitudes en cuanto a brillo a continuación. Los mapas de sección incluyen sólo estrellas que disponen de un brillo suficiente como para poderse percibir a simple vista. Además están indicados la Vía Láctea y unos cuantos objetos de interés especial. Estos objetos están también indicados y descritos en el capítulo 7, en donde un conjunto de cartas escinde el firmamento en 52 secciones. Las cartas (destinadas en principio a la observación mediante telescopio) están más detalladas que los mapas celestes mensuales de este capítulo; cada mapa celeste mensual abarca la mitad del cielo visible en un tiempo dado.

Escala de magnitud

Los astrónomos describen el brillo de las estrellas con una escala que tiene un fundamento histórico. En el siglo II antes de Cristo, el astrónomo griego Hiparco clasificó las estrellas según su brillo, y durante el primer siglo de nuestra era, las estrellas a menudo se dividían en seis clases de brillo. Aproximadamente el año 140 de nuestra era, Ptolomeo, quizás citando a Hiparco, dijo que las estrellas más brillantes eran "de primera magnitud", el siguiente grupo de brillo de estrellas era "de segunda magnitud", etc. Las estrellas más pálidas que podían percibirse a simple vista eran de la sexta magnitud.

Esta escala fue dotada de una base matemática a mediados del siglo XIX. Las mediciones realizadas pusieron de manifiesto que una diferencia de 5 magnitudes se correspondía con un factor de aproximadamente 100 en cuanto a brillo; la escala ordinaria de magnitud se define de modo que un factor de 100 corresponde exactamente a 5 magnitudes. Unas pocas estrellas tienen un brillo superior al denotado por la primera magnitud y han sido acomodadas dotando a la escala de 0 y de números negativos. La estrella más brillante del firmamento es Sirius, cuya magnitud es —1,4. Canopus, que en cuanto a brillo ocupa el segundo lugar, no es visible al norte de los Estados Unidos meridionales y posee una magnitud de —0,7. Alpha Centauri, la tercera estrella más brillante (que tampoco es visible desde las latitudes septentrionales medias), y Arcturus, la cuarta estrella más brillante, presentan un brillo que supera en algo la magnitud 0,0. Otra docena de estrellas son más pálidas que la magnitud 0,0 pero más brillantes que la magnitud 1,0. La mayoría de la estrellas son mucho más pálidas; el número de estrellas por cada unidad de magnitud aumenta rápidamente cuando las magnitudes denotan menos brillo.

La escala de magnitud se distingue de la mayoría de las escalas de uso corriente en que el aumento en cuanto a brillo de una unidad de la escala de magnitudes corresponde a la multiplicación por un número fijo (aproximadamente 2,51) en una escala de brillos dada en unidades de energía. Por ejemplo, si se considera primero una estrella de la tercera magnitud y luego se pregunta en qué grado su brillo es superior al de una estrella de la segunda magnitud, se ha restado 1 de la escala de magnitudes. El resultado es el siguiente: la estrella de la segunda magnitud es unas 2,5 veces más brillante que la estrella de

la tercera magnitud. Por consiguiente, por cada magnitud sumada o restada, las estrellas son 2,5 veces menos brillantes o más brillantes, respectivamente. Por definición, por cada 5 magnitudes adicionadas, las estrellas son exactamente 100 veces menos brillantes. (Por lo tanto, cada magnitud corresponde exactamente a la raíz quinta de 100 o 2,512, es decir, la estrella es unas 2,5 veces más o menos brillante.) Un incremento o un decremento de dos magnitudes corresponde a $(2{,}512)^2$, es decir, a un poco más de 6 veces; tres magnitudes corresponden a $(2{,}512)^3$, o sea, a algo más de 15 veces, etc., como indica la tabla 3.

Aunque Sirius, con una magnitud de —1,4, es la estrella más brillante, la Luna y algunos de los planetas aparecen algo más brillantes en el firmamento. Venus puede alcanzar la magnitud de —4,4. La Luna llena presenta una magnitud de —12,6 y al Sol corresponde la magnitud de —26,8. Obsérvese que cuanto menor sea la magnitud (o cuanto más negativa), tanto *más brillante* será el objeto.

En cuanto a magnitudes que denotan menos brillo, la sexta es la más débil que puede captarse a simple vista en las mejores condiciones de observación. Un telescopio de tamaño medio (con una lente o espejo con un diámetro de 15-25 cm) hace posible la visión de estrellas de magnitud 10 o 12. Los mejores telescopios radiados en la Tierra pueden captar hasta la magnitud 25. El Telescopio Espacial, diseñado para ser puesto en órbita en 1990, posibilitará la observación de objetos con una magnitud de 28.

El lector no necesita un telescopio para usar los mapas celestes mensuales que hemos visto; están diseñados para observaciones a simple vista o con prismáticos. Si se desean observar regiones del firmamento con mayor detalle, pueden usarse las cartas del capítulo 7, que están concebidas fundamentalmente para observaciones telescópicas.

Tabla 3: Escala de magnitudes

Diferencia en cuanto a magnitud	Factor en cuanto a brillo
1 mag	2,512 veces
2 mag	6,31 veces
3 mag	15,85 veces
4 mag	39,81 veces
5 mag	100 veces
6 mag	251 veces
7 mag	631 veces
8 mag	1585 veces
9 mag	3981 veces
10 mag	10 000 veces

Tabla 4: Ejemplos de magnitudes

—27	Sol
—13	Luna
—5 a —2	Venus
—3 a —1	Júpiter
—2 a +2	Marte
—2 a +3	Mercurio (gama visible)
—1,4	*Sirius (la estrella más brillante)*
0	*Vega*
0 a +1	Saturno
+1,8 a +3,3	*estrellas del Gran Carro*
+2,0 a +5,0	*estrellas del Pequeño Carro*
+6	*estrella más tenue a simple vista*
+6	Urano
+8	Neptuno
+14	Plutón
+25	*límite de los telescopios situados en la Tierra*
+28	*límite del telescopio espacial Hubble*

Nota: Los objetos del sistema solar se encuentran en redonda; los demás objetos, en *cursiva*.

Tabla 5: ¿Qué constelaciones vemos por la noche?
(Constelaciones al menos 20° por encima del horizonte desde los 40° N)

Véase la mitología de las constelaciones en el capítulo 6 y las abreviaturas de las constelaciones en el apéndice 1.

Circumpolares (siempre visibles de noche): UMi, UMa, Dra, Cep, Cas, Cam

Andromeda: 1N, 7-12N
Aquarius: 7-11S
Aquila: 5S-10SN
Aries: 1SN, 8N-12NS
Auriga: 1-3NS, 10-12NS
Boötes: 2-8NS
Camelopardalis: todas N; más alta: 12N
Cancer: 1-5N, 11-12N
Canes Venatici: 1-7N, 1S, 2S, 6S
Canis Major: 1-3S, 11-12S
Canis Minor: 1-4SN, 11S-12SN
Capricornus: 7-9S
Cassiopeia: 1N, 6N-12N
Cepheus: 6-12N
Cetus: 1S, 9-12S
Coma Berenices: 2-7NS
Corona Borealis: 3-8NS
Corvus: 2-5S
Cygnus: 5-11N
Delphinus: 5-11NS
Draco: todas N; más alta: 6N
Equuleus: 6-11SN
Eridanus: 1S, 10-12S
Gemini: 1-4NS, 11-12NS
Hercules: 4-9N
Hydra: 1-4S, 12S
Lacerta: 6-12N
Leo: 1-6NS, 12NS
Leo Minor: 1-5NS, 12NS
Lepus: 1-2S, 11-12S
Libra: 4-5S
Lynx: 1-4N, 11-12N
Lyra: 4N, 5-10NS
Monoceros: 1-3S, 11-12S
Ophiuchus: 4-8S, 4N, 8N
Orion: 1S, 2-3SN, 10-11SN, 12S
Pegasus: 7-12N, 8-12S
Perseus: 1-2N, 9-12N
Pisces: 1NS, 8-12NS
Sagitta: 5-10SN
Sagittarius: 6-8S
Scorpius: 5-6S
Serpens Caput: 3-8S
Serpens Cauda: 5-8S, 3-9N
Sextans: 1-5S
Taurus: 1-2SN, 9S-11SN, 12S
Triangulum: 1NS, 8-12NS
Ursa Major: todas N; más alta: 4N
Ursa Minor: todas N
Vulpecula: 5-10NS
Virgo: 2S-7S, 2N, 6N

Tabla 6: Índice sobre los mapas celestes mensuales

Estándar/Verano	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
6 p.m. /7 p.m. 18 h /19 h	10		11		12		1		2		3	
7 p.m. /8 p.m. 19 h /20 h		11		12		1		2		3		4
8 p.m. /9 p.m. 20 h /21 h	11		12		1		2		3		4	
9 p.m. /10 p.m. 21 h /22 h		12		1		2		3		4		5
10 p.m. /11 p.m. 22 h /23 h	12		1		2		3		4		5	
11 p.m./medianoche 23 h /24 h		1		2		3		4		5		6
medianoche/1 a.m. 24 h /1 h	1		2		3		4		5		6	
1 a.m. /2 a.m. 1 h /2 h		2		3		4		5		6		7
2 a.m. /3 a.m. 2 h /3 h	2		3		4		5		6		7	
3 a.m. /4 a.m. 3 h /4 h		3		4		5		6		7		8
4 a.m. /5 a.m. 4 h /5 h	3		4		5		6		7		8	
5 a.m. /6 a.m. 5 h /6 h		4		5		6		7		8		9
6 a.m. /7 a.m. 6 h /7 h	4		5		6		7		8		9	

Nota: Para los mapas celestes del hemisferio sur debe sumarse 12 a los números de los mapas celestes de esta tabla.

Tabla 6: Índice sobre los mapas celestes mensuales (cont.)

Julio		Agosto		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.		Estándar/Verano
1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	
4		5		6		7		8		9		6 p.m. /7 p.m. 18 h /19 h
	5		6		7		8		9		10	7 p.m. /8 p.m. 19 h /20 h
5		6		7		8		9		10		8 p.m. /9 p.m. 20 h /21 h
	6		7		8		9		10		11	9 p.m. /10 p.m. 21 h /22 h
6		7		8		9		10		11		10 p.m. /11 p.m. 22 h /23 h
	7		8		9		10		11		12	11 p.m./medianoche 23 h /24 h
7		8		9		10		11		12		medianoche/1 a.m. 24 h /1 h
	8		9		10		11		12		1	1 a.m. /2 a.m. 1 h /2 h
8		9		10		11		12		1		2 a.m. /3 a.m. 2 h /3 h
	9		10		11		12		1		2	3 a.m. /4 a.m. 3 h /4 h
9		10		11		12		1		2		4 a.m. /5 a.m. 4 h /5 h
	10		11		12		1		2		3	5 a.m. /6 a.m. 5 h /6 h
10		11		12		1		2		3		6 a.m. /7 a.m. 6 h /7 h

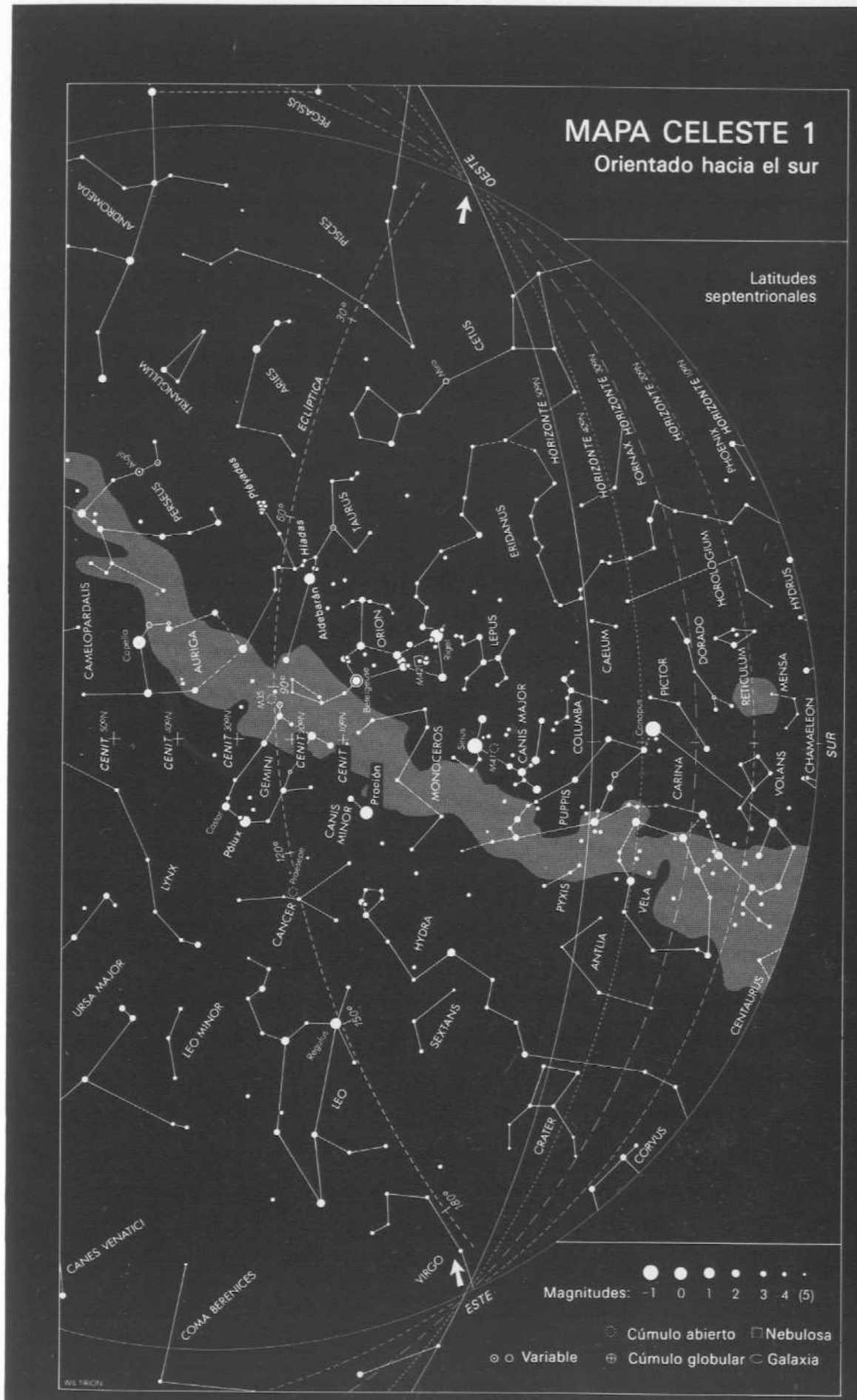
Nota: Para los mapas celestes del hemisferio sur debe sumarse 12 a los números de los mapas celestes de esta tabla.

MAPA CELESTE 1
Orientado hacia el norte

	Tiempo	H.V.
1 enero	24 h	
15 enero	23 h	
1 febrero	22 h	
15 febrero	21 h	
1 marzo	20 h	21 h
etc.		

ÉPOCA 2000.0

MAPA CELESTE 1
Orientado hacia el sur



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⊂ Galaxia

MAPA CELESTE 1

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

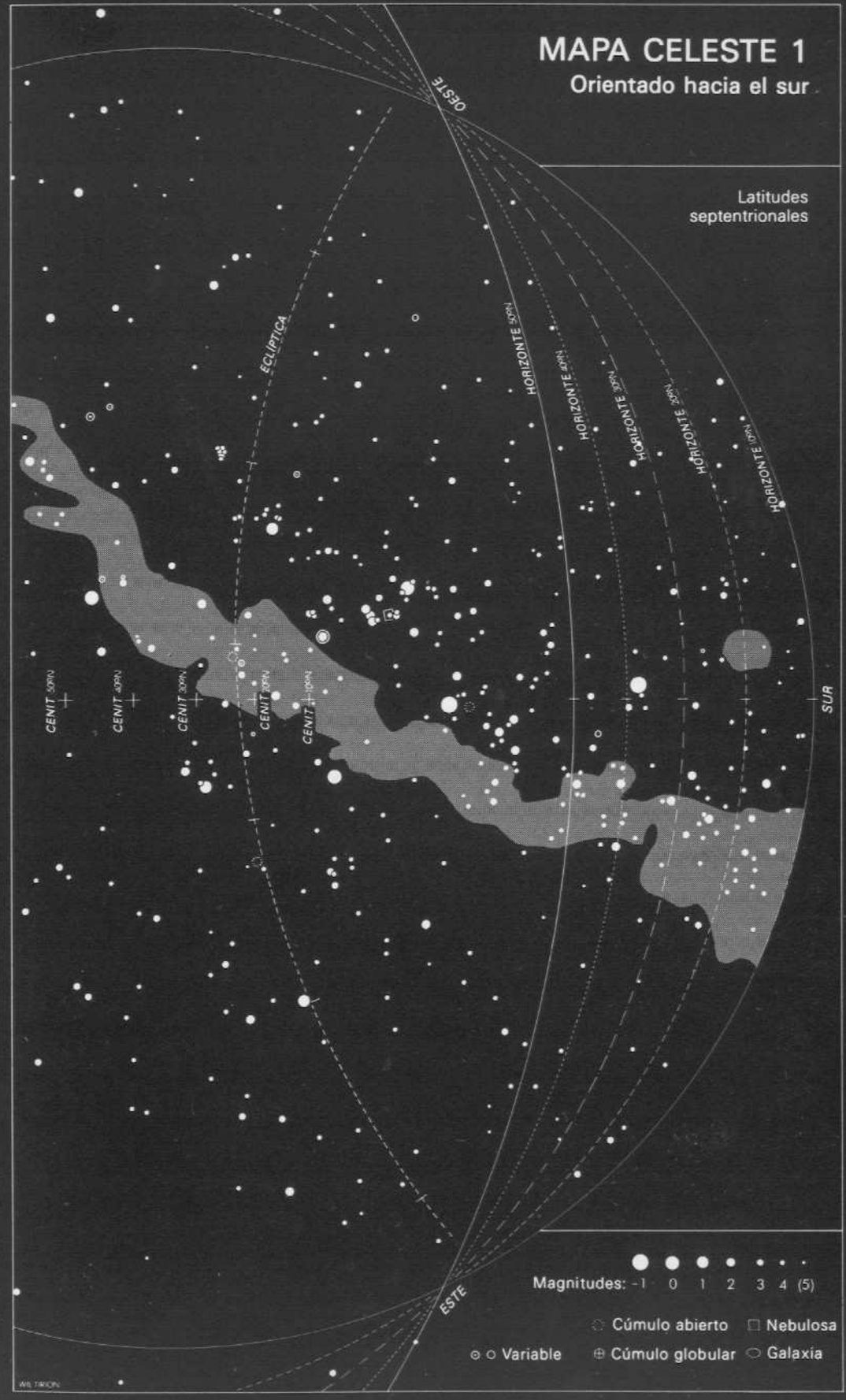
	Tiempo	H.V.
1 enero	24 h	
15 enero	23 h	
1 febrero	22 h	
15 febrero	21 h	
1 marzo	20 h	*21 h*
etc.		

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 1

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

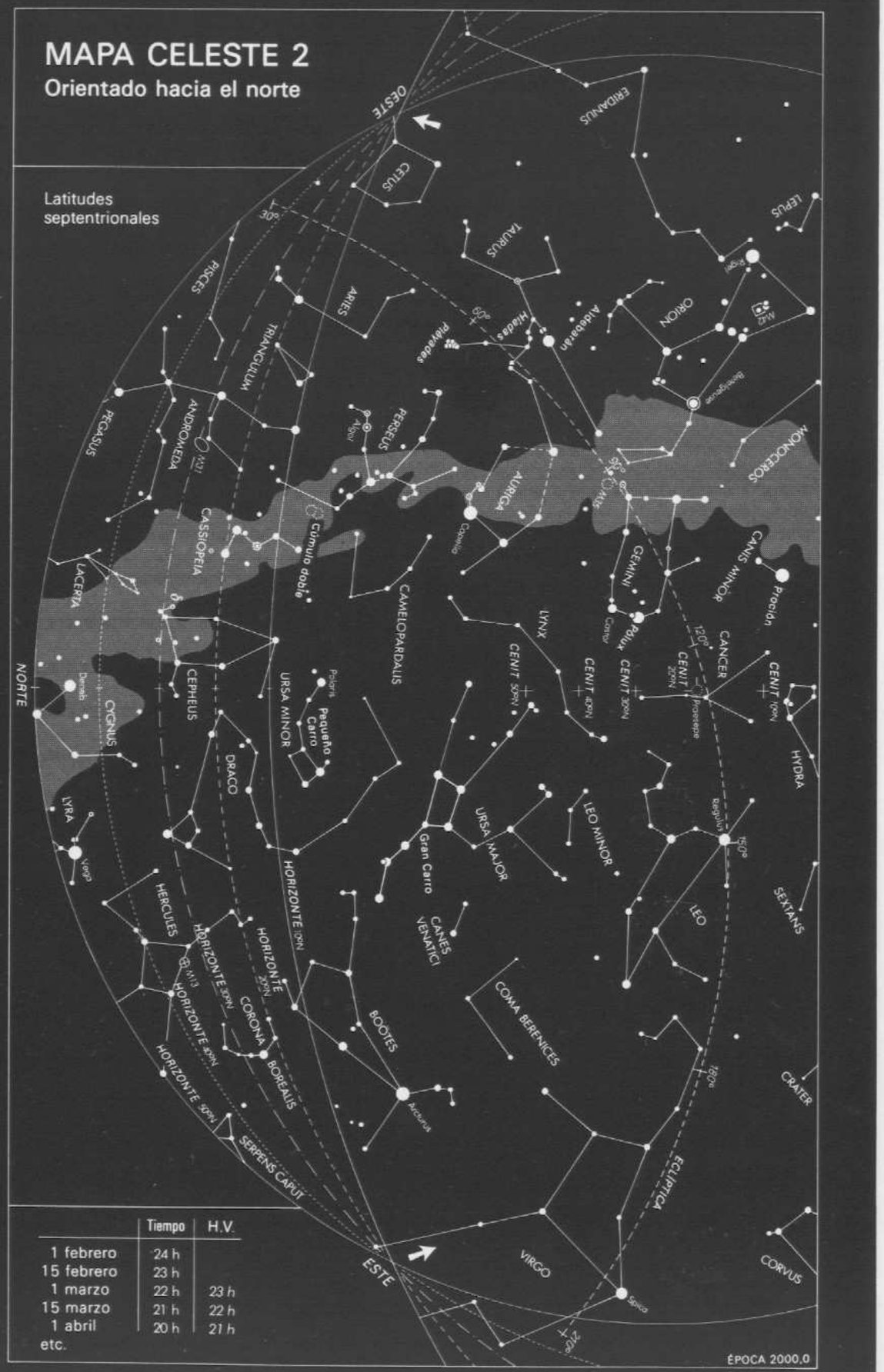
○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

MAPA CELESTE 2

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



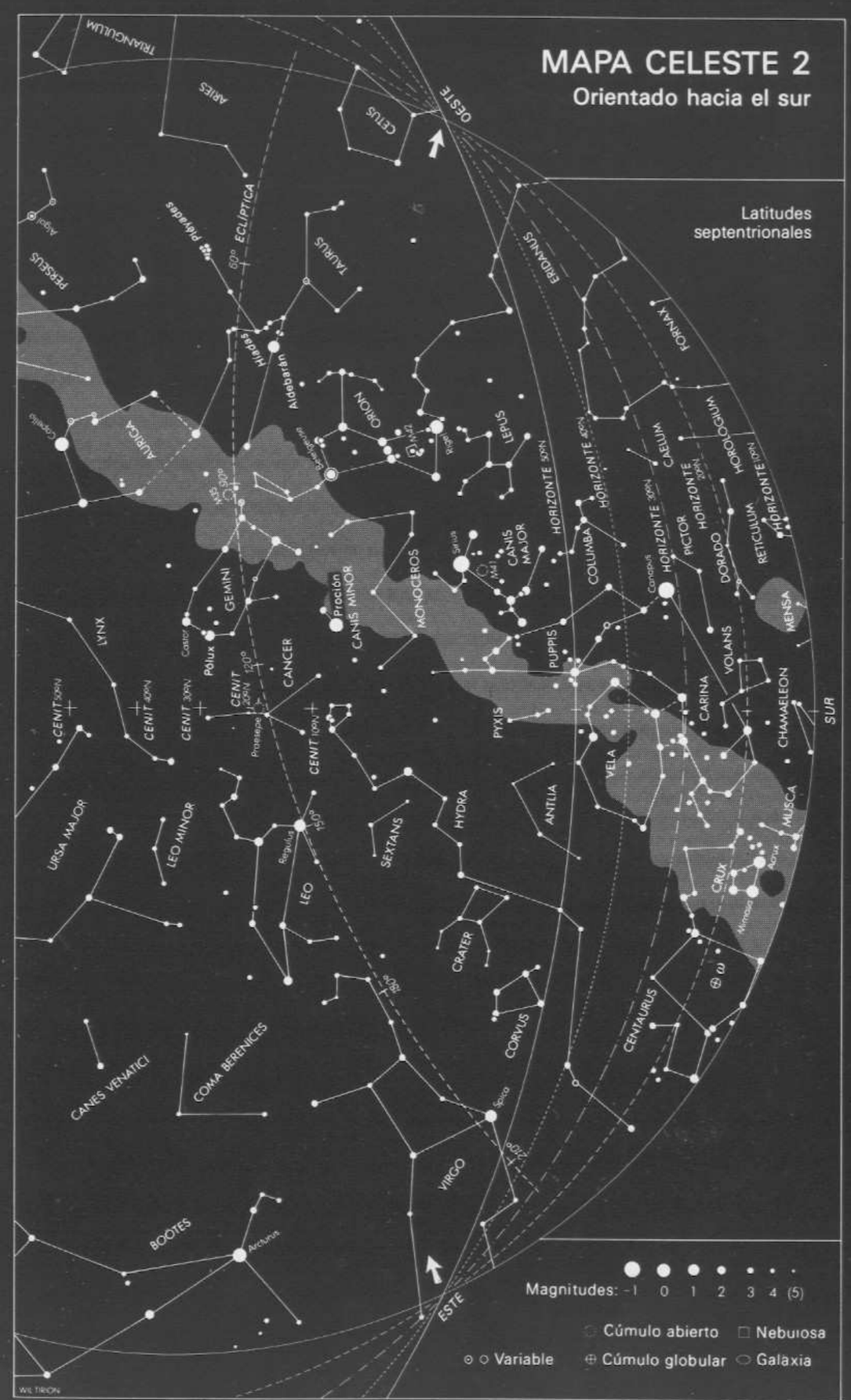
	Tiempo	H.V.
1 febrero	24 h	
15 febrero	23 h	
1 marzo	22 h	23 h
15 marzo	21 h	22 h
1 abril	20 h	21 h
etc.		

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 2

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto · Nebulosa

Variable · Cúmulo globular · Galàxia

WE TIRION

MAPA CELESTE 2

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

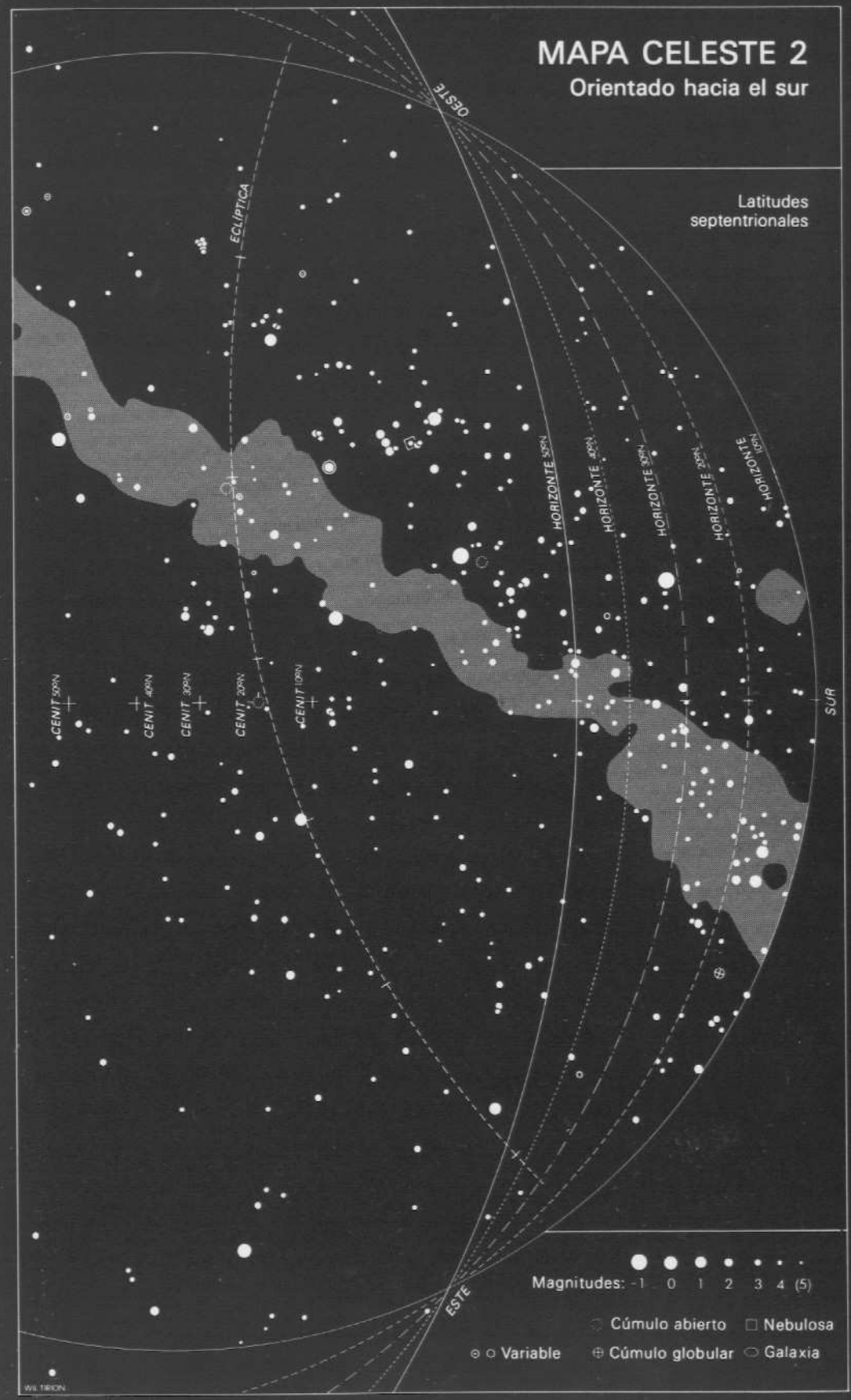
	Tiempo	H.V.
1 febrero	24 h	
15 febrero	23 h	
1 marzo	22 h	23 h
1 abril	21 h	22 h
etc.	20 h	21 h

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 2

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

WIL TIRION

MAPA CELESTE 3

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

	Tiempo	H.V.
1 marzo	24 h	01 *h*
15 marzo	23 h	24 *h*
1 abril	22 h	23 *h*
15 abril	21 h	22 *h*
1 mayo	20 h	21 *h*
etc.		

MAPA CELESTE 3

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto · Nebulosa · Variable · Cúmulo globular · Galaxia

MAPA CELESTE 3

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

	Tiempo	H.V.
1 marzo	24 h	01 h
15 marzo	23 h	24 h
1 abril	22 h	23 h
15 abril	21 h	22 h
1 mayo	20 h	21 h

etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 3

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

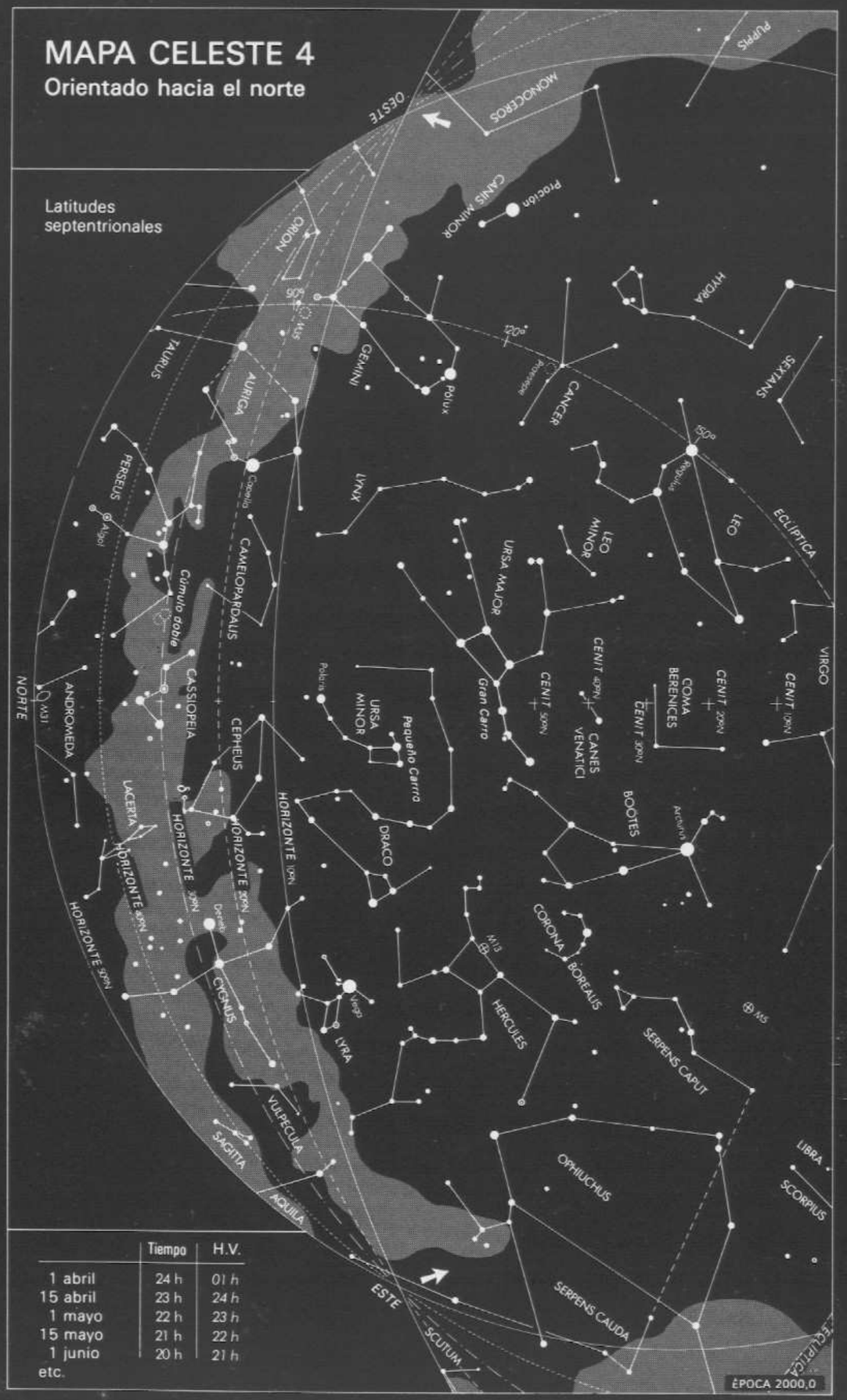
Cúmulo abierto Nebulosa

Variable Cúmulo globular Galaxia

WIL TIRION

MAPA CELESTE 4
Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

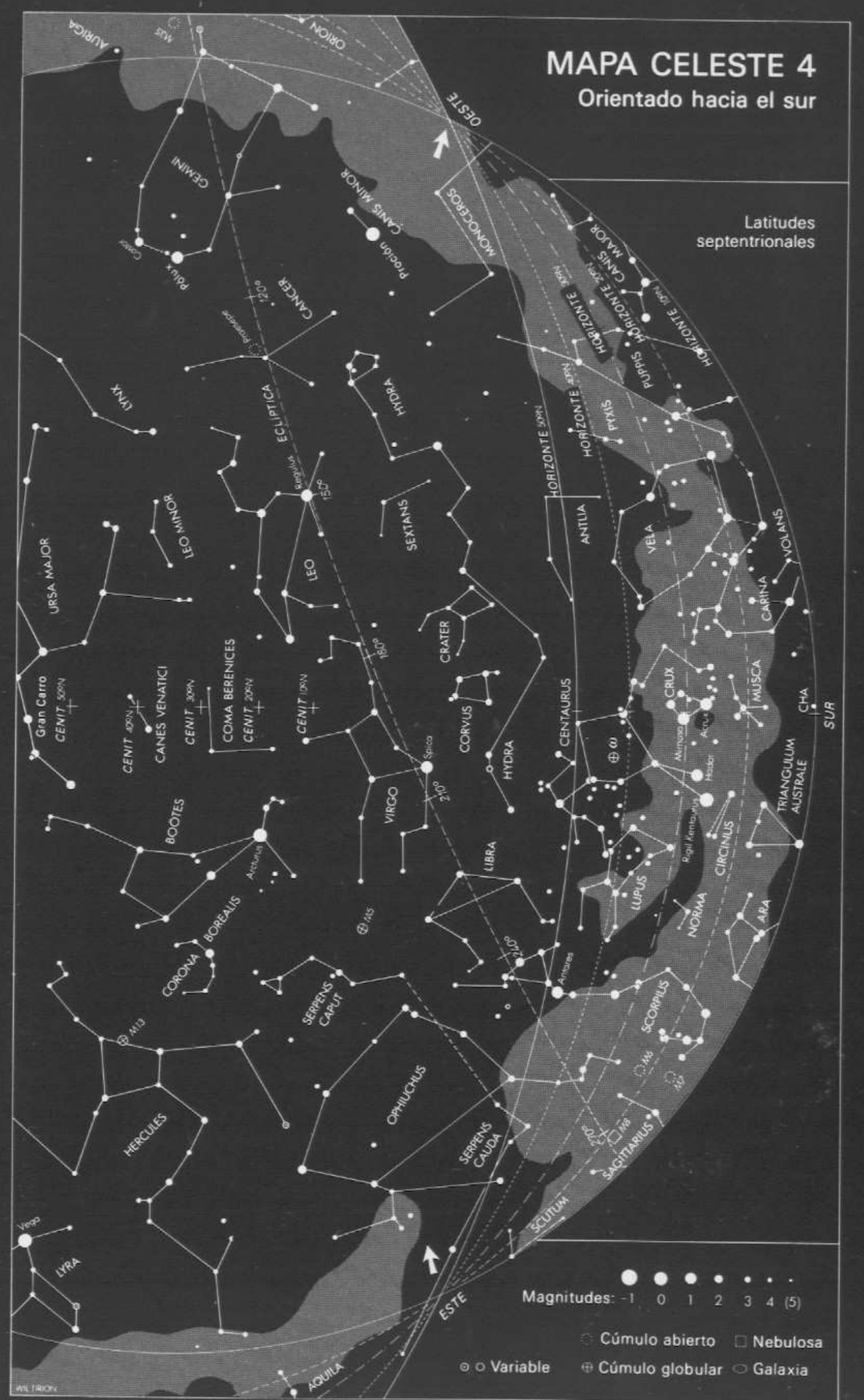


	Tiempo	H.V.
1 abril	24 h	*01 h*
15 abril	23 h	*24 h*
1 mayo	22 h	*23 h*
15 mayo	21 h	*22 h*
1 junio	20 h	*21 h*
etc.		

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 4
Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

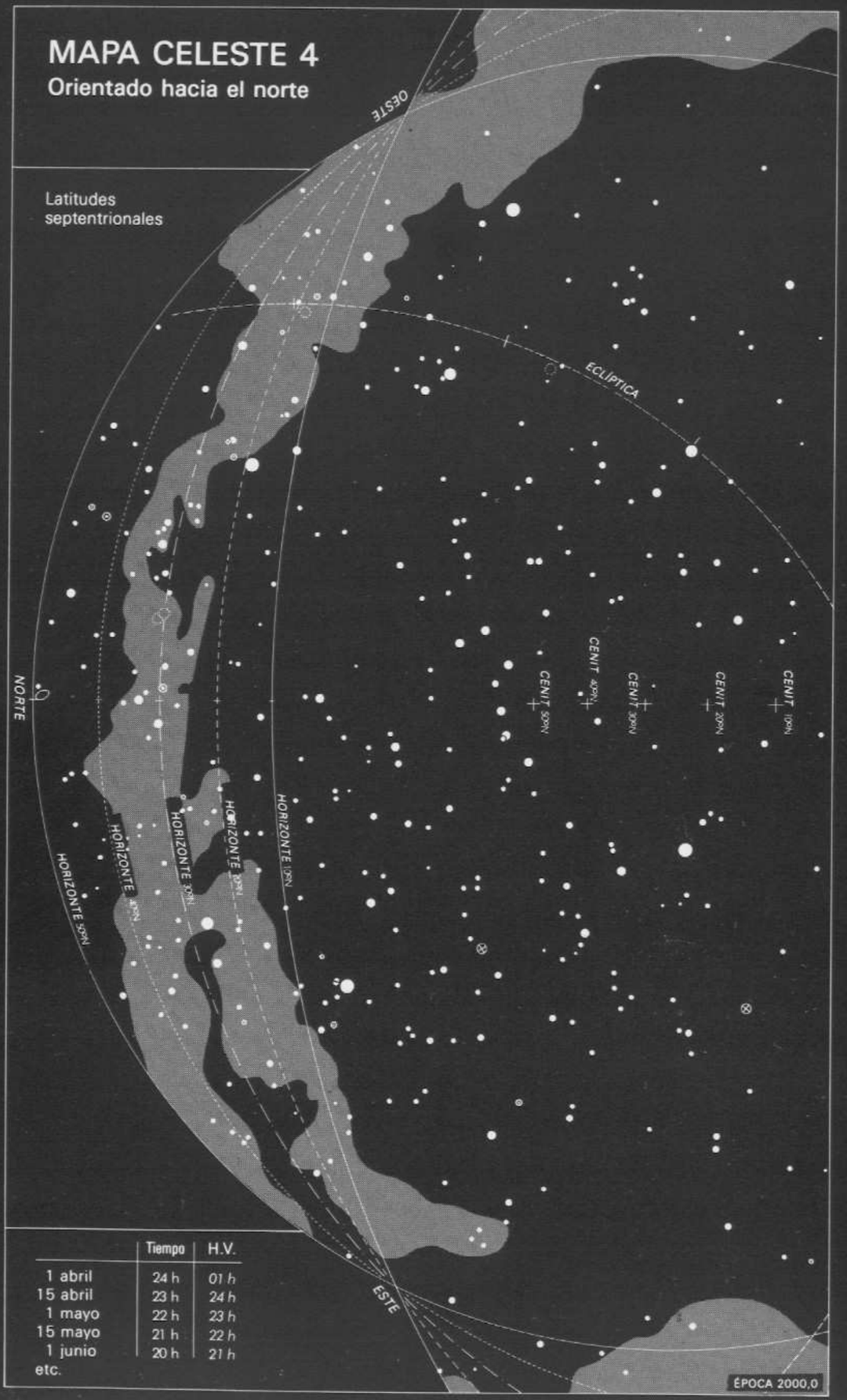
○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

MAPA CELESTE 4

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



	Tiempo	H.V.
1 abril	24 h	01 h
15 abril	23 h	24 h
1 mayo	22 h	23 h
15 mayo	21 h	22 h
1 junio	20 h	21 h
etc.		

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 4

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

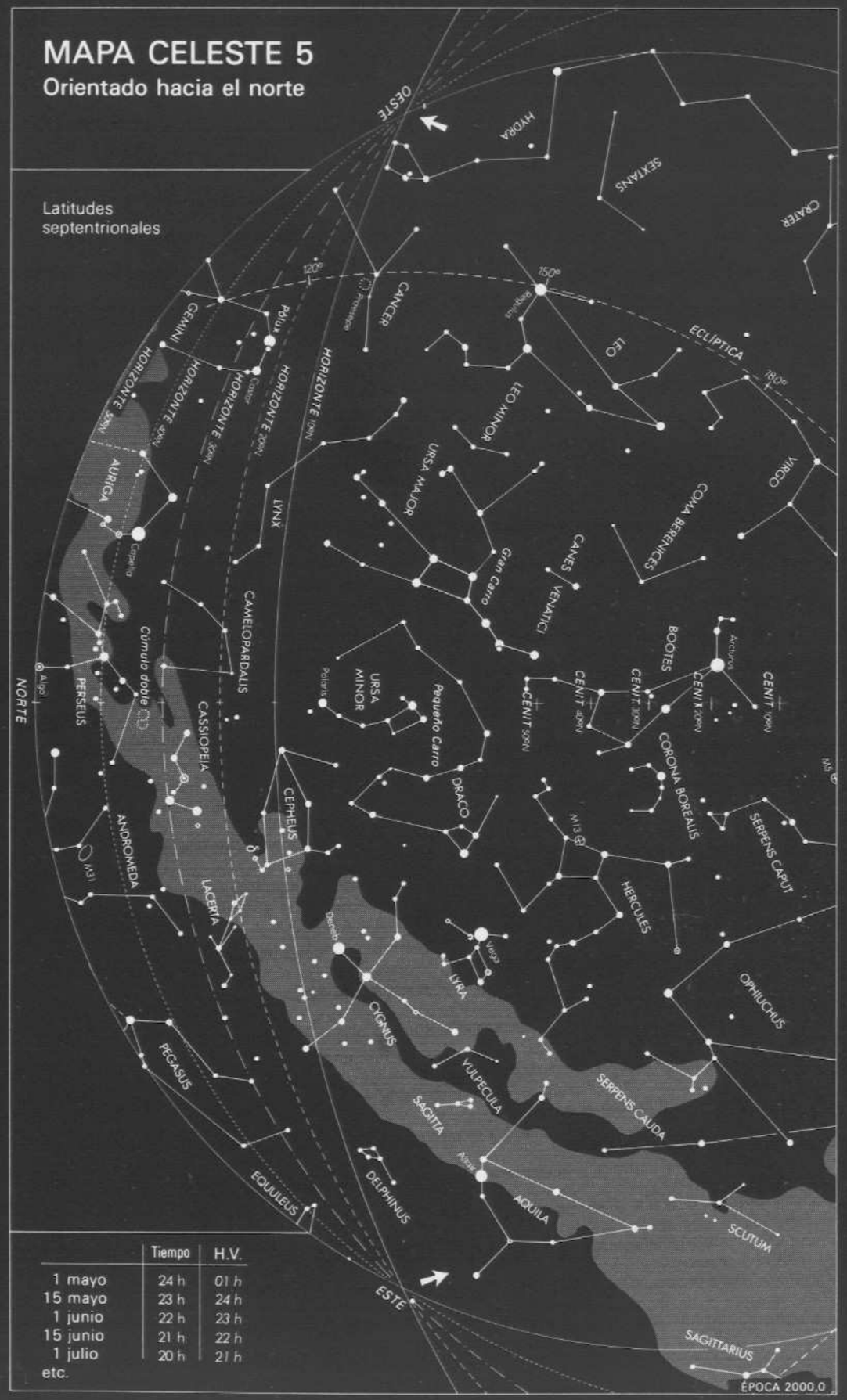
⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

WIL TIRION

MAPA CELESTE 5

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

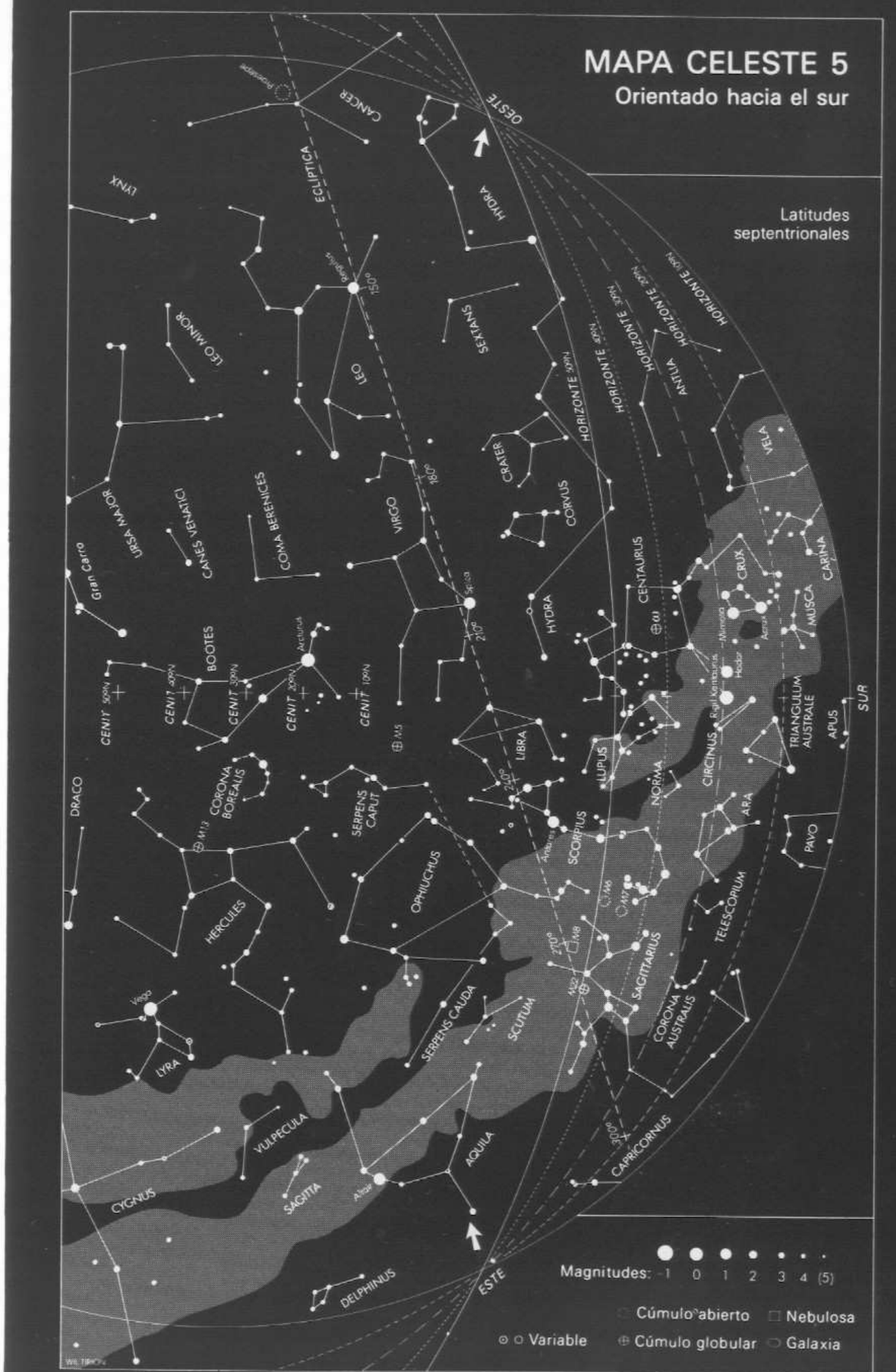


	Tiempo	H.V.
1 mayo	24 h	01 h
15 mayo	23 h	24 h
1 junio	22 h	23 h
15 junio	21 h	22 h
1 julio	20 h	21 h
etc.		

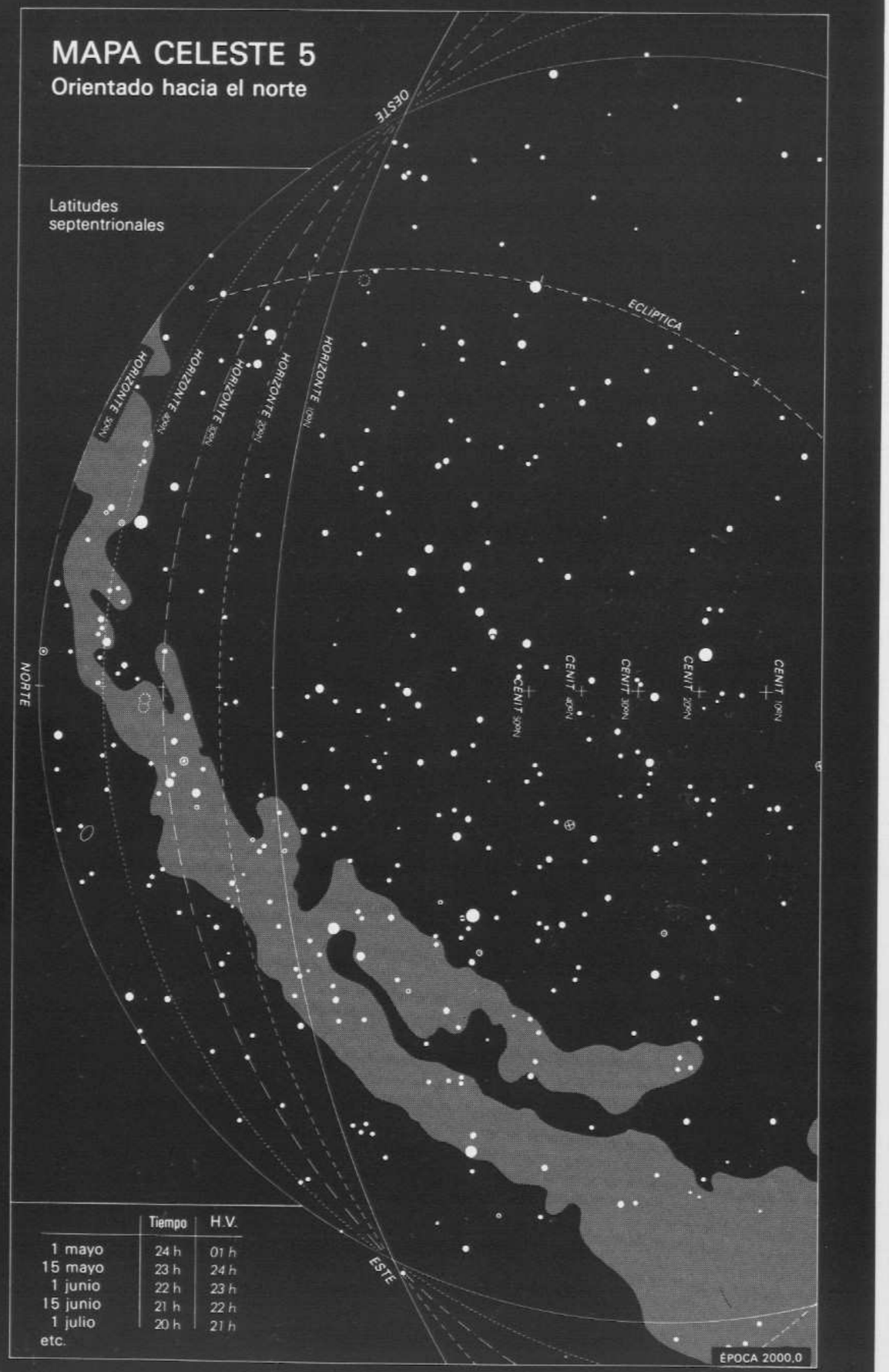
MAPA CELESTE 5

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



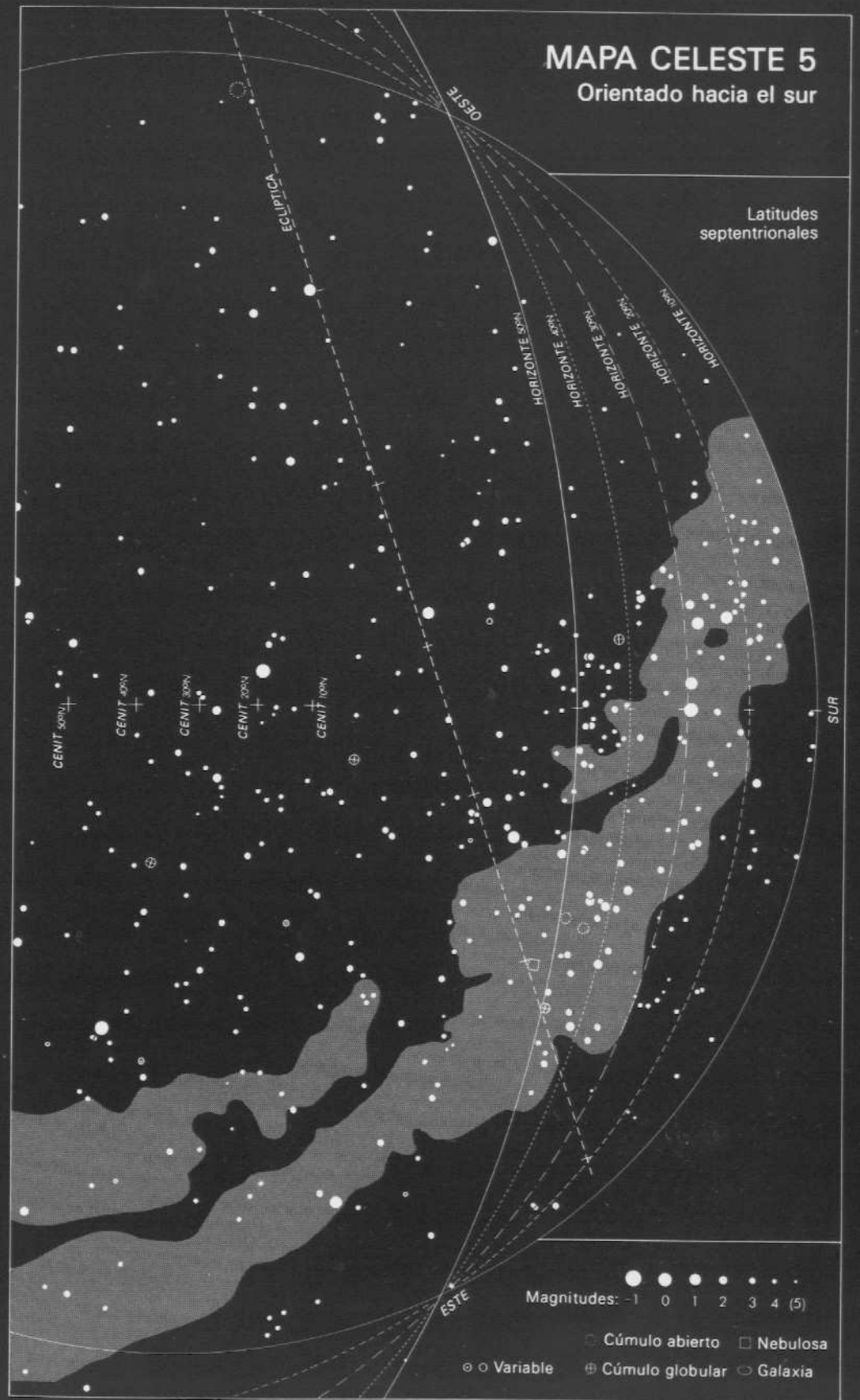
MAPA CELESTE 5
Orientado hacia el norte



	Tiempo	H.V.
1 mayo	24 h	01 h
15 mayo	23 h	24 h
1 junio	22 h	23 h
15 junio	21 h	22 h
1 julio	20 h	21 h
etc.		

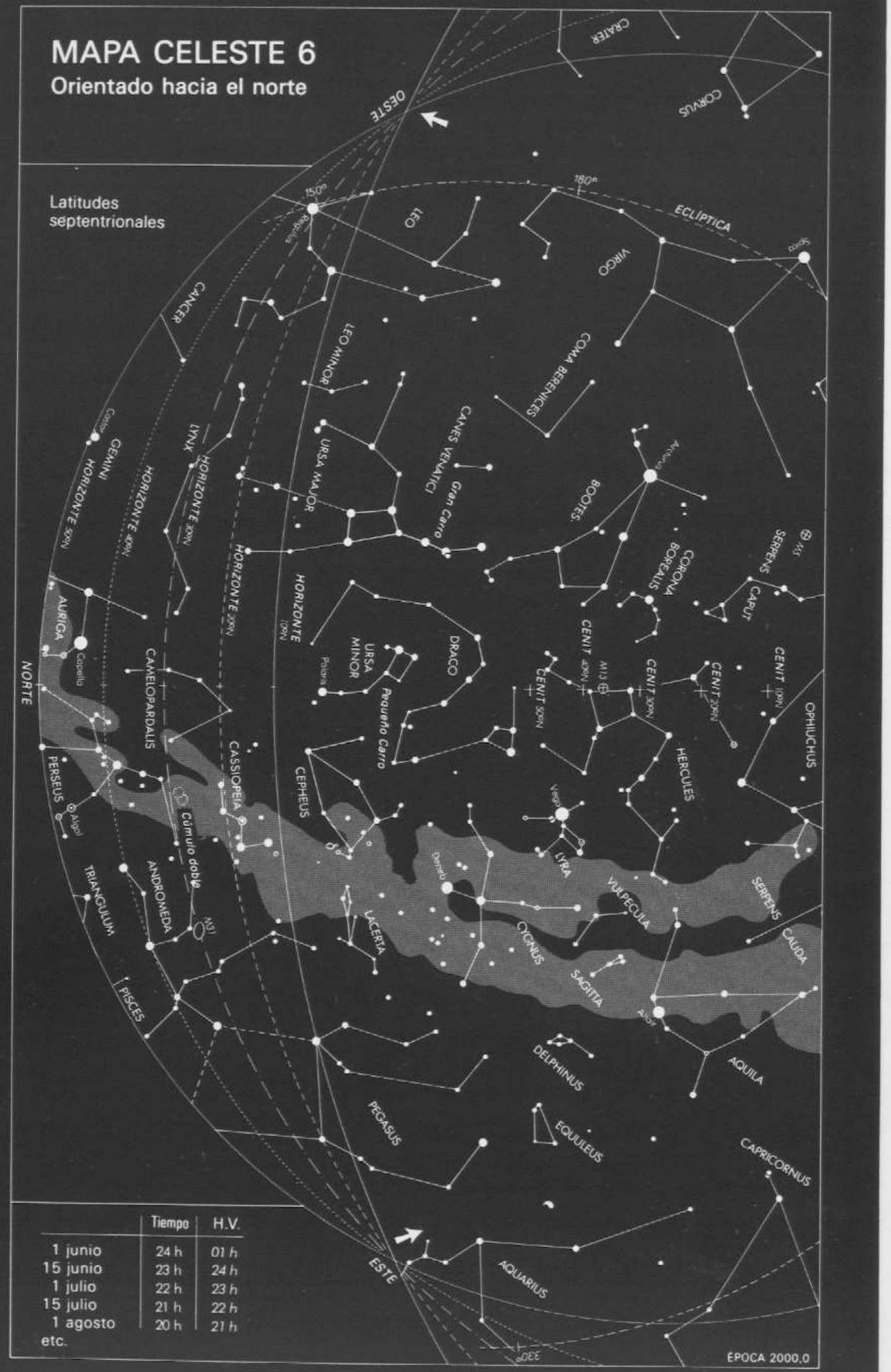
ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 5
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 6
Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

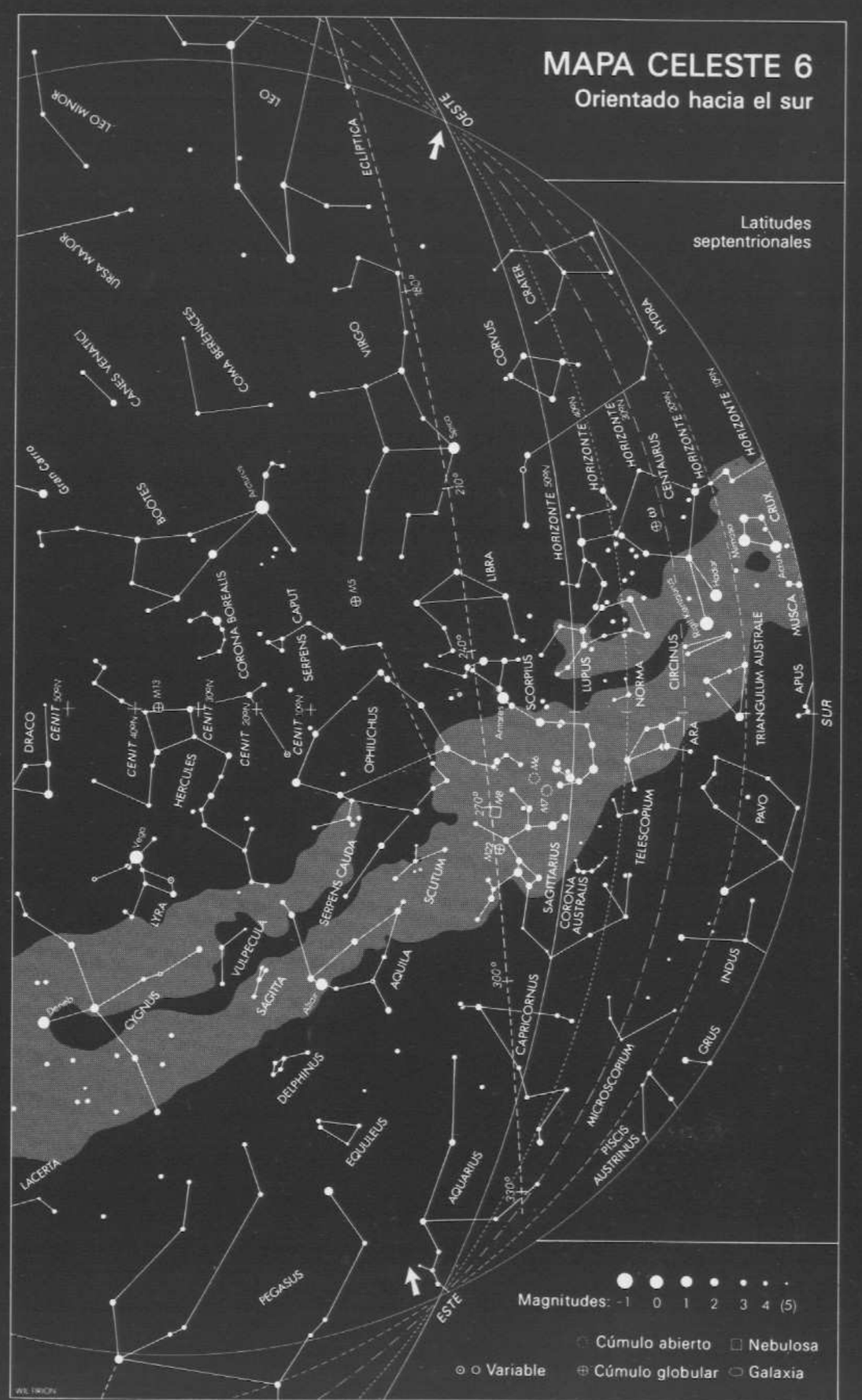


	Tiempo	H.V.
1 junio	24 h	*01 h*
15 junio	23 h	*24 h*
1 julio	22 h	*23 h*
15 julio	21 h	*22 h*
1 agosto	20 h	*21 h*
etc.		

EPOCA 2000.0

MAPA CELESTE 6
Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales

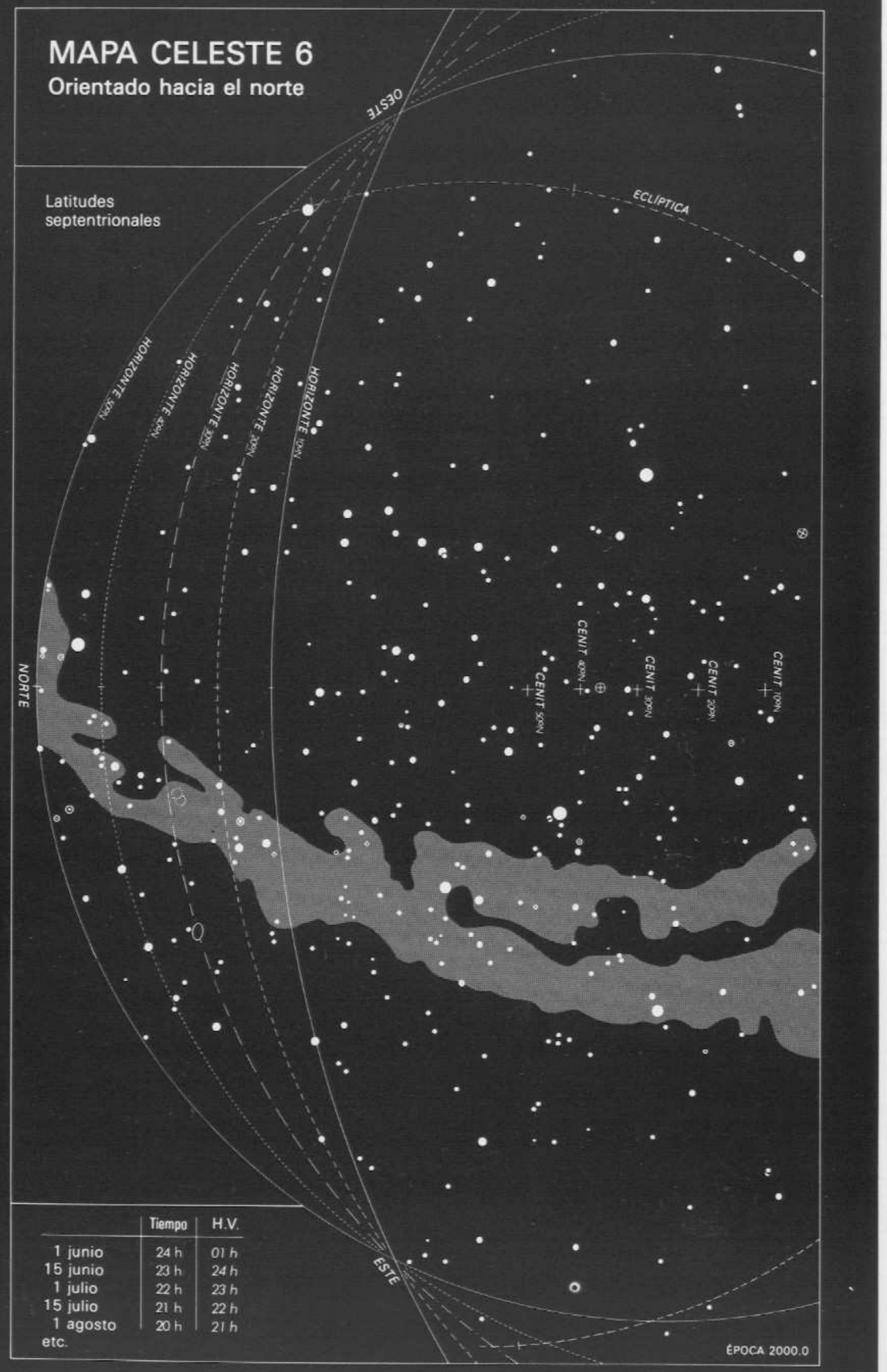


Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

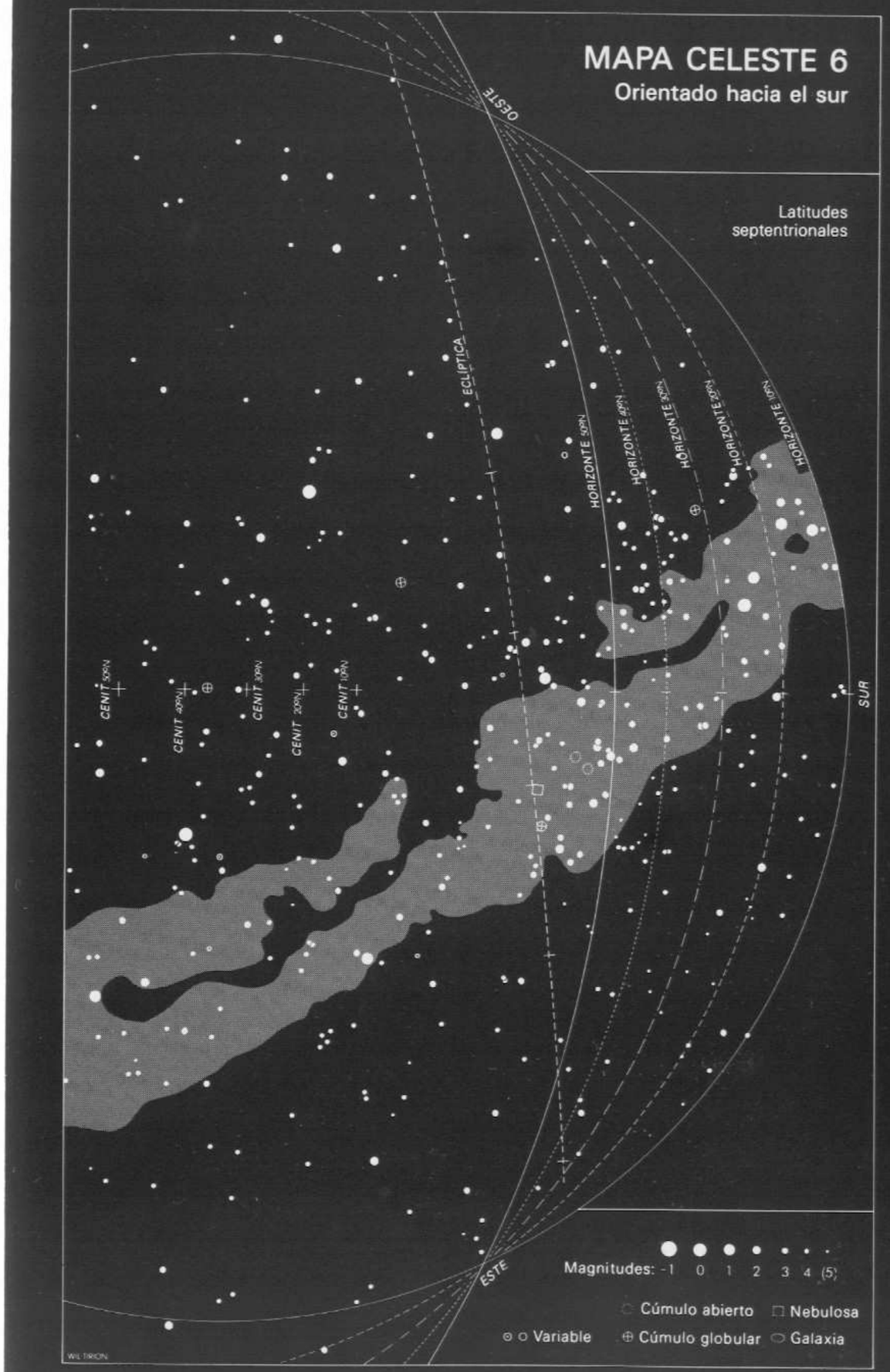
⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

MAPA CELESTE 6
Orientado hacia el norte



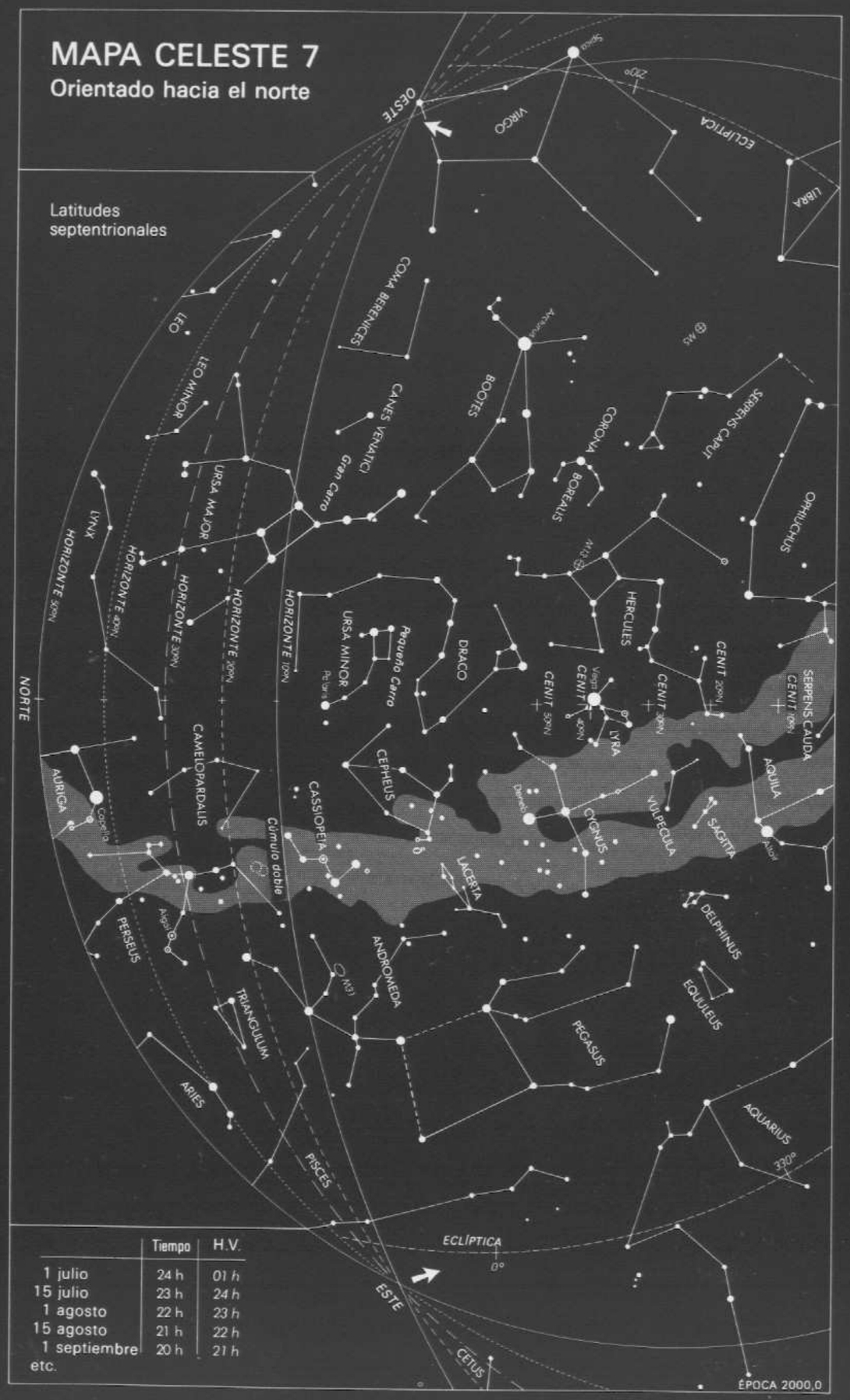
	Tiempo	H.V.
1 junio	24 h	01 h
15 junio	23 h	24 h
1 julio	22 h	23 h
15 julio	21 h	22 h
1 agosto	20 h	21 h
etc.		

MAPA CELESTE 6
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 7

Orientado hacia el norte

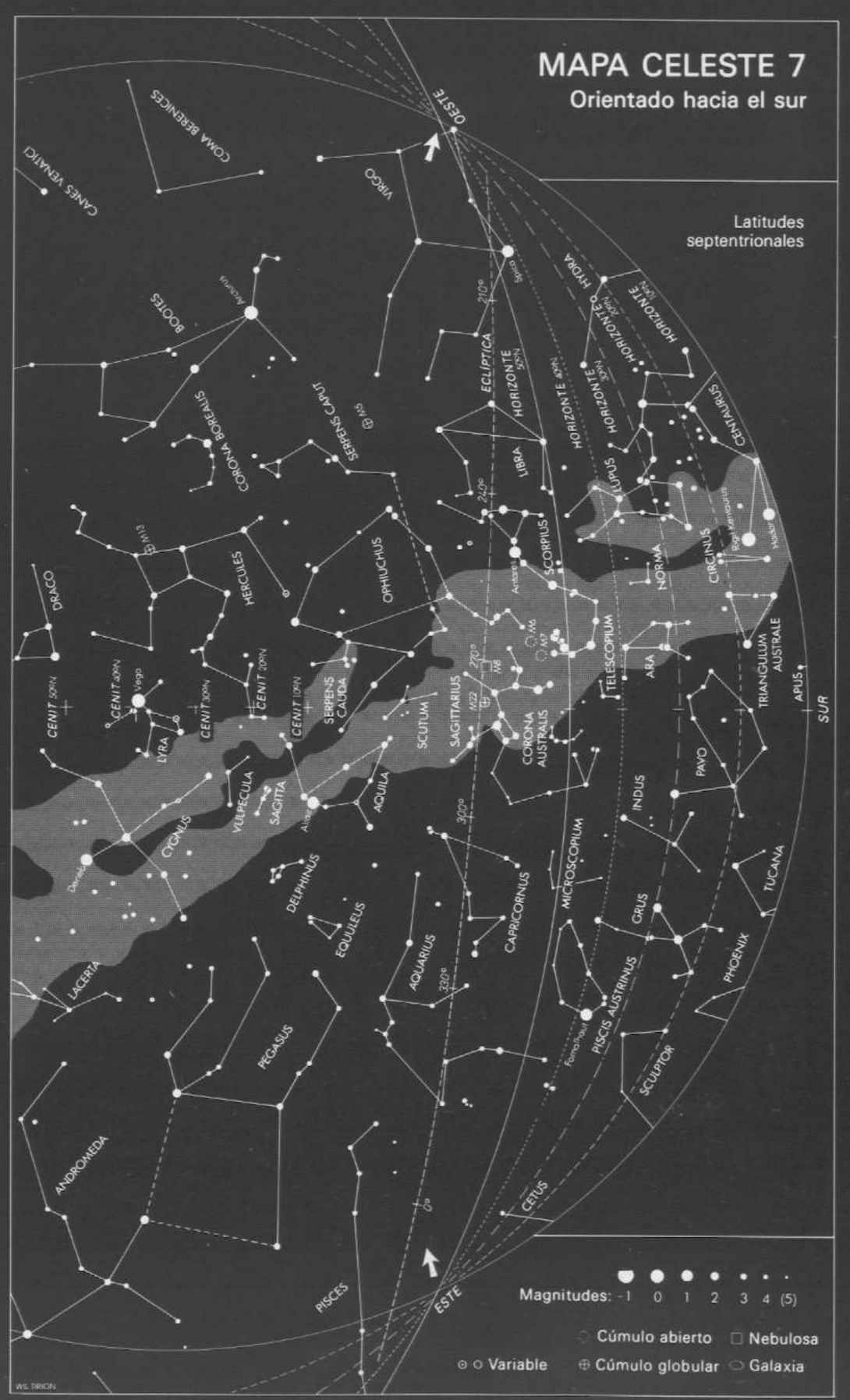


	Tiempo	H.V.
1 julio	24 h	01 h
15 julio	23 h	24 h
1 agosto	22 h	23 h
15 agosto	21 h	22 h
1 septiembre	20 h	21 h

etc.

MAPA CELESTE 7

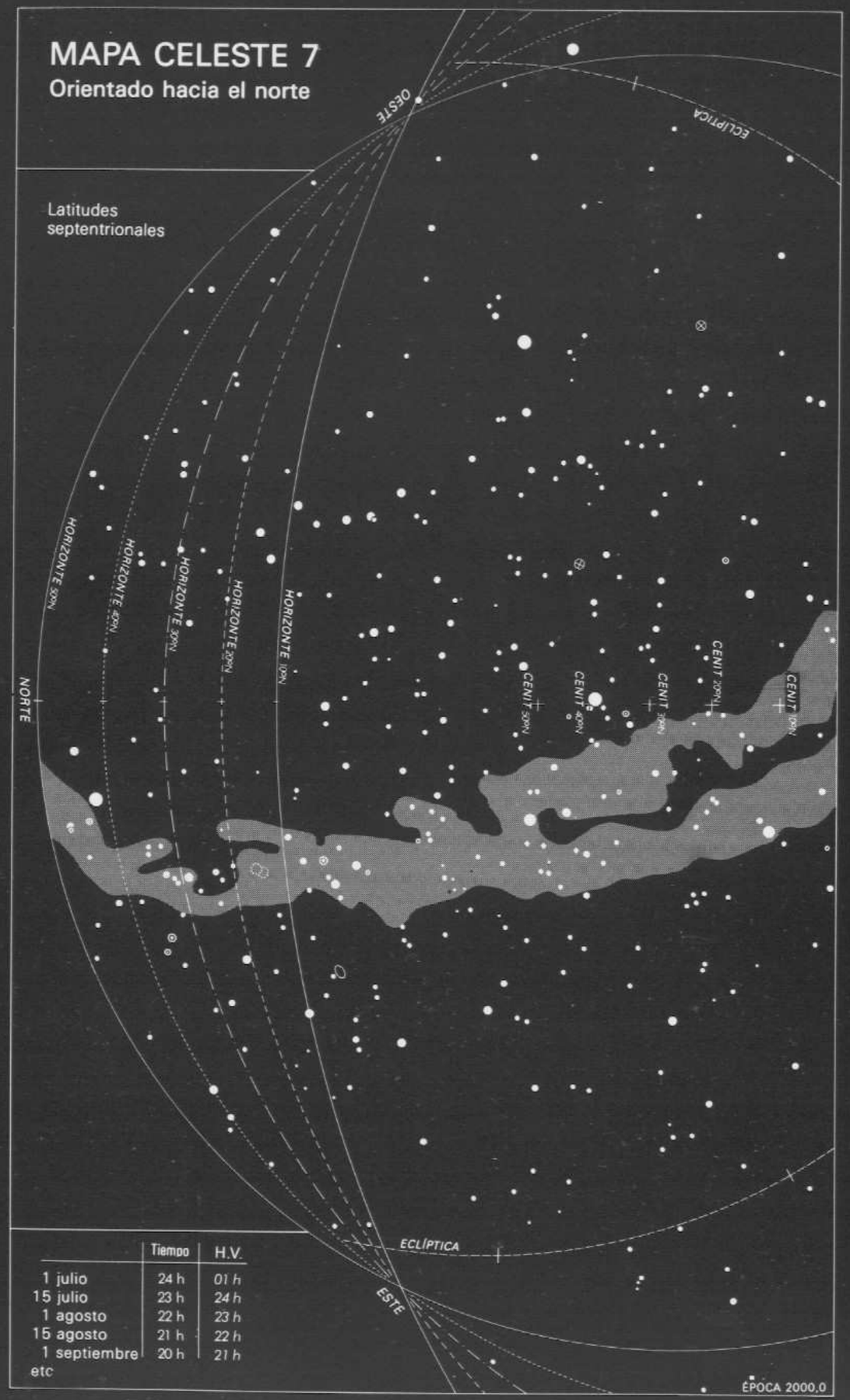
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 7

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



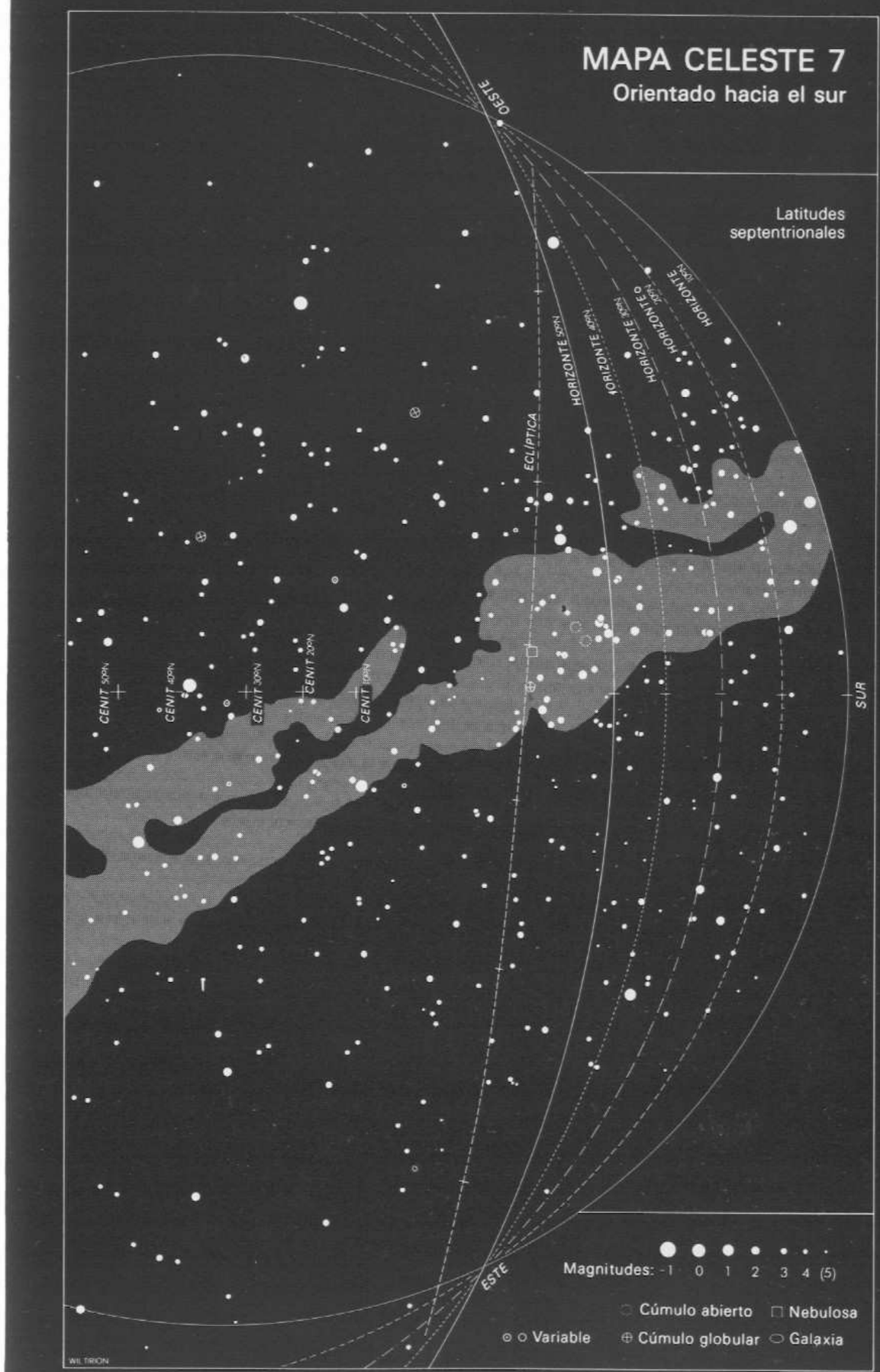
	Tiempo	H.V.
1 julio	24 h	*01 h*
15 julio	23 h	*24 h*
1 agosto	22 h	*23 h*
15 agosto	21 h	*22 h*
1 septiembre	20 h	*21 h*

etc

MAPA CELESTE 7

Orientado hacia el sur

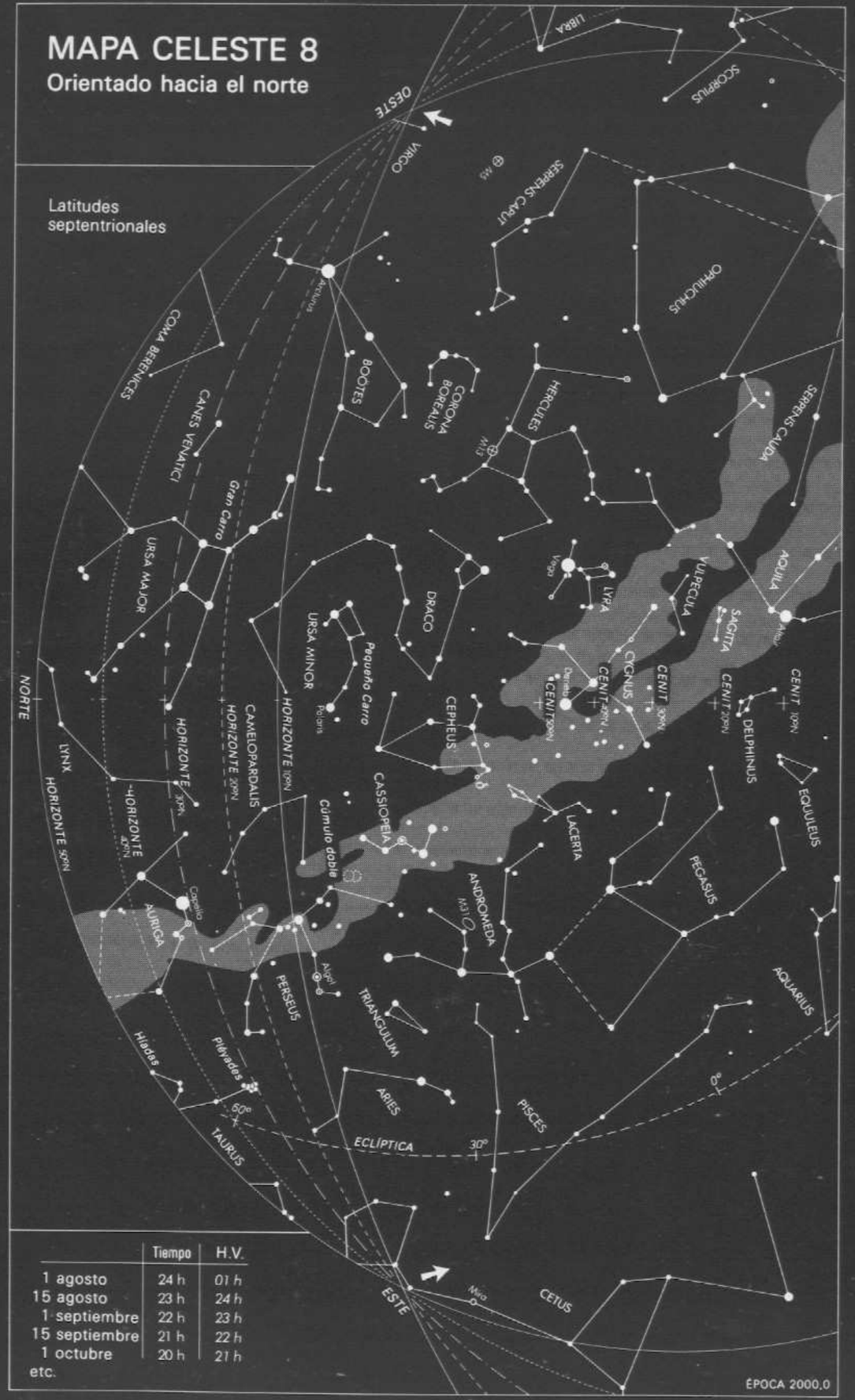
Latitudes septentrionales



MAPA CELESTE 8

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



	Tiempo	H.V.
1 agosto	24 h	*01 h*
15 agosto	23 h	*24 h*
1 septiembre	22 h	*23 h*
15 septiembre	21 h	*22 h*
1 octubre	20 h	*21 h*

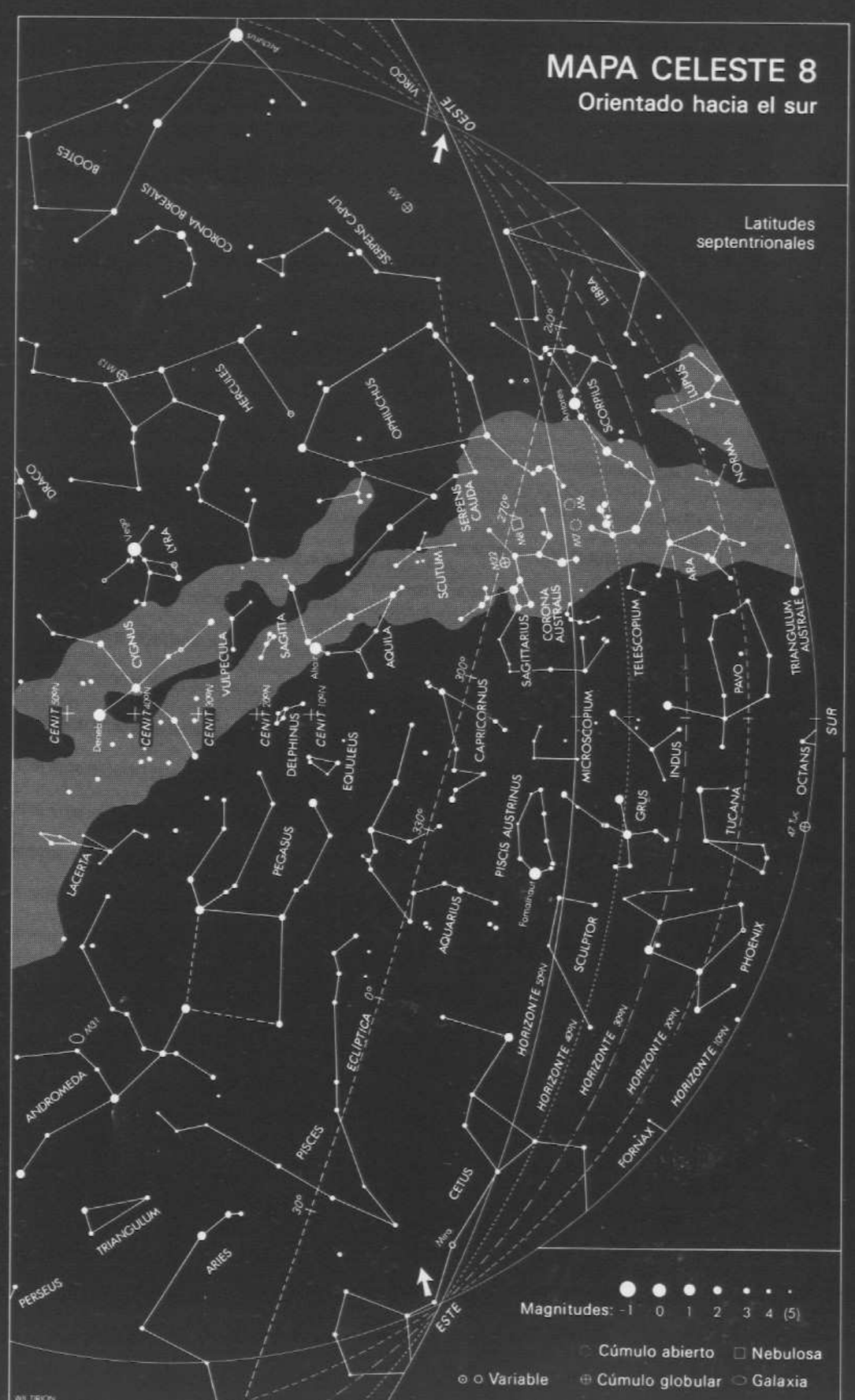
etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 8

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

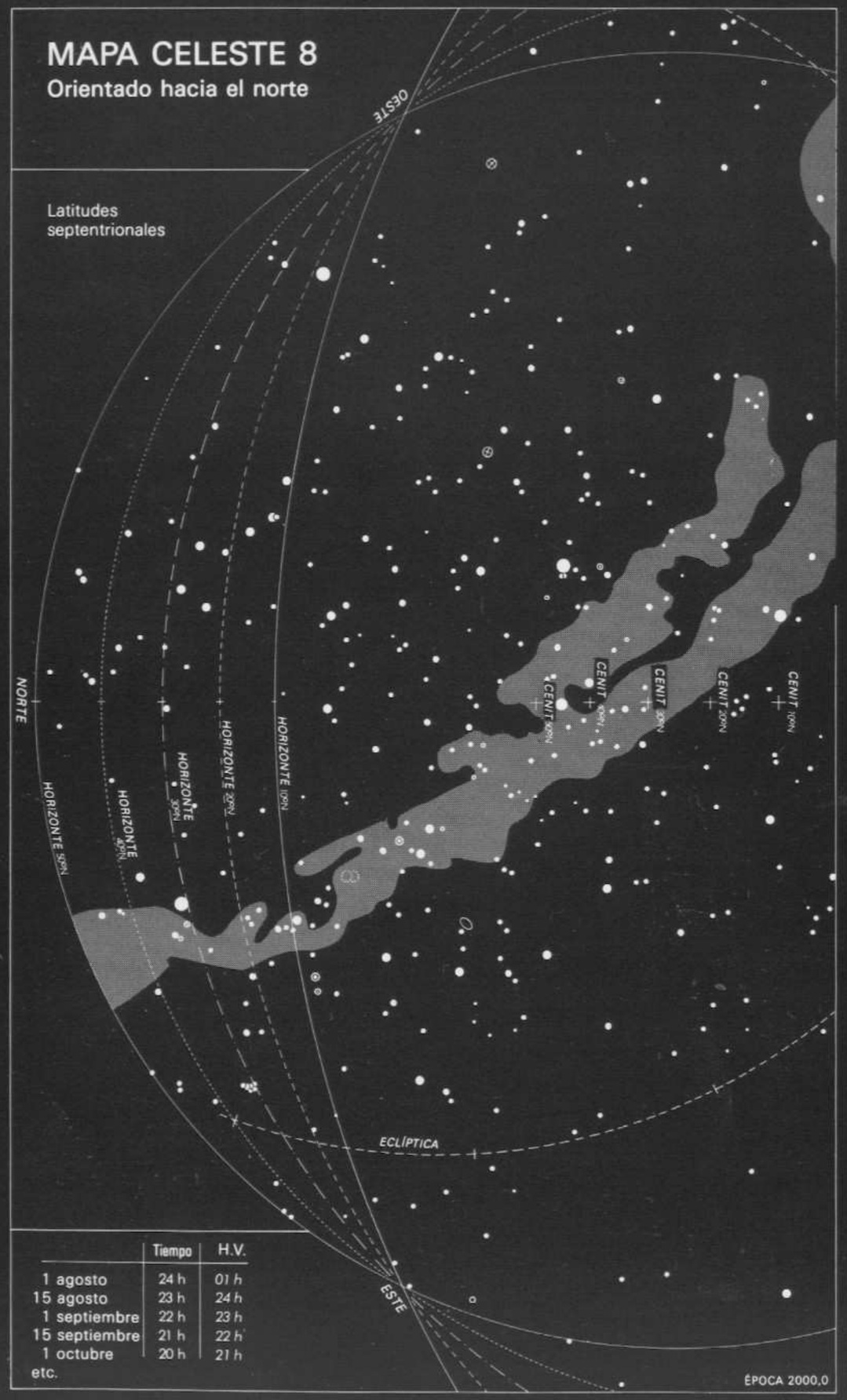
Cúmulo abierto Nebulosa

Variable Cúmulo globular Galaxia

MAPA CELESTE 8

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



	Tiempo	H.V.
1 agosto	24 h	*01 h*
15 agosto	23 h	*24 h*
1 septiembre	22 h	*23 h*
15 septiembre	21 h	*22 h*
1 octubre	20 h	*21 h*

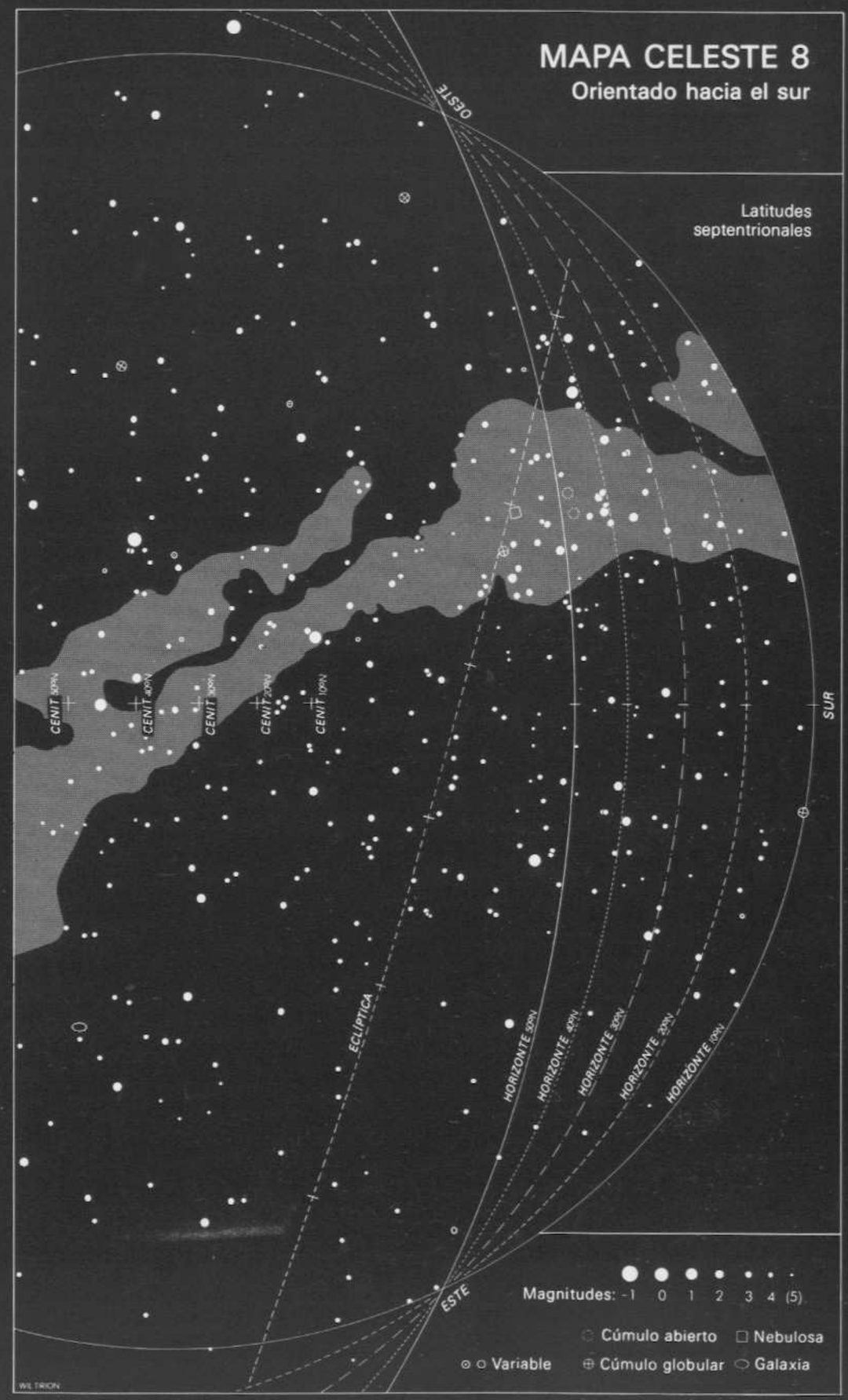
etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 8

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

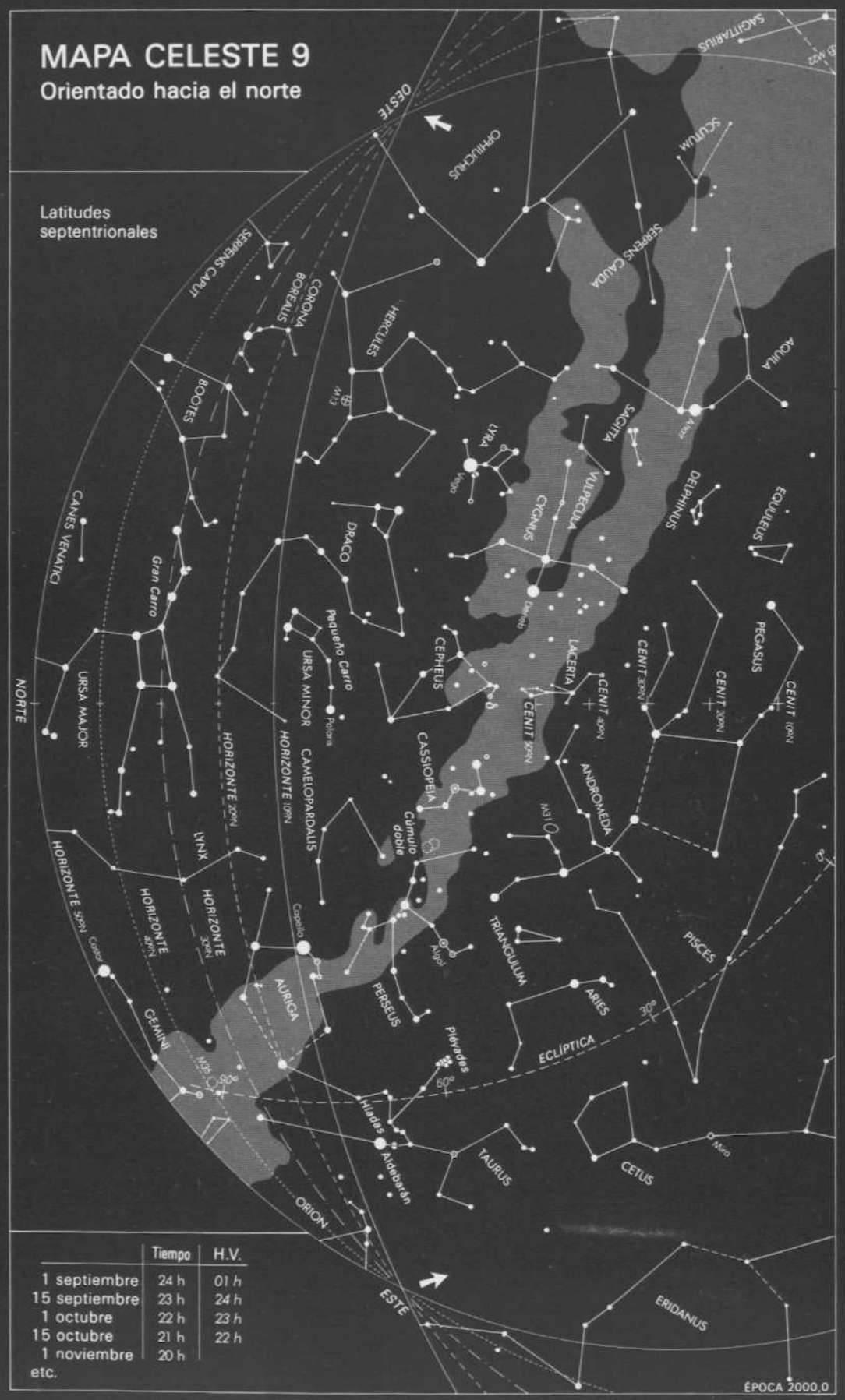
Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

WILTRION

MAPA CELESTE 9

Orientado hacia el norte

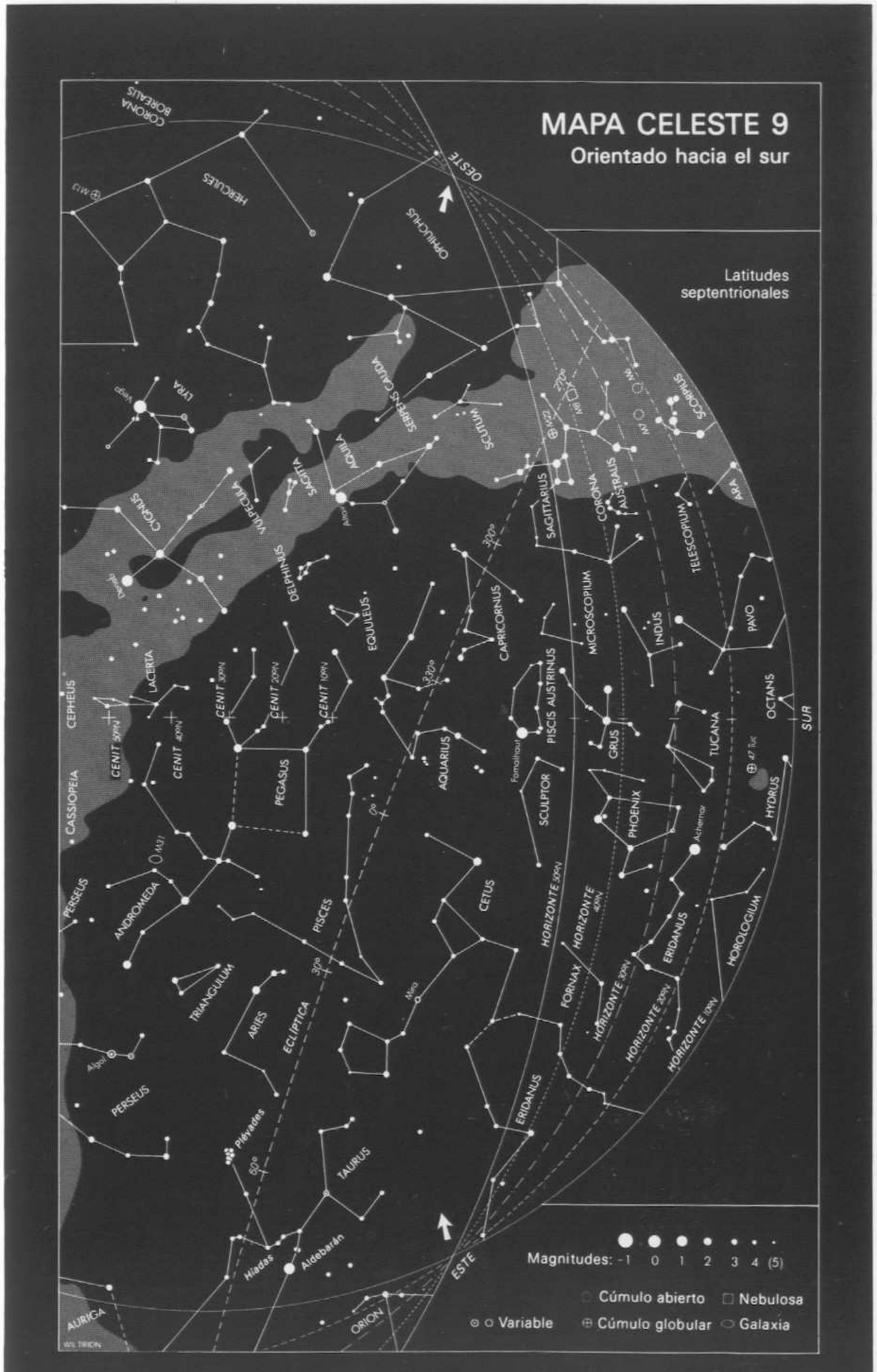


	Tiempo	H.V.
1 septiembre	24 h	01 h
15 septiembre	23 h	24 h
1 octubre	22 h	23 h
15 octubre	21 h	22 h
1 noviembre	20 h	

etc.

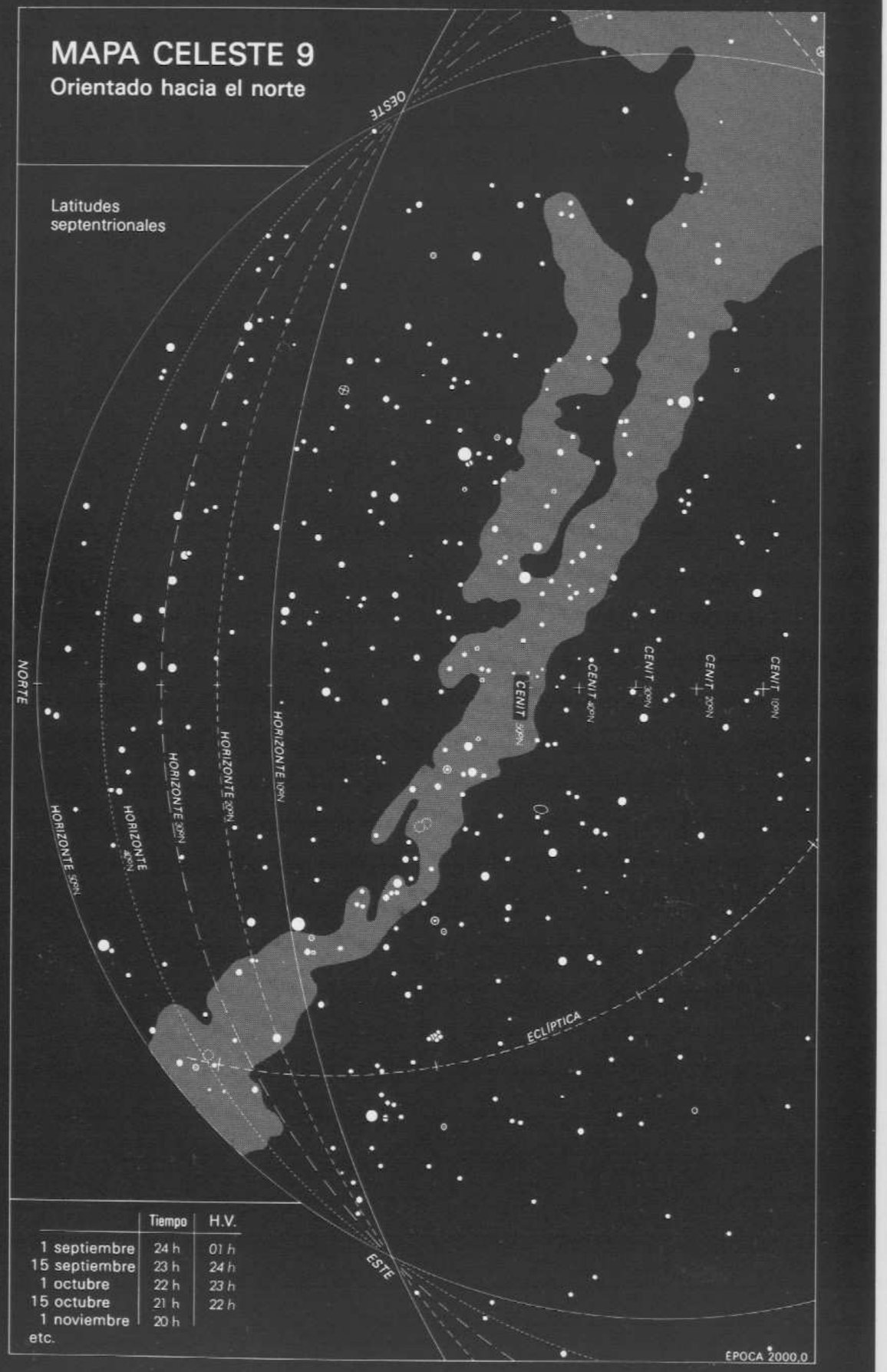
MAPA CELESTE 9

Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 9
Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



	Tiempo	H.V.
1 septiembre	24 h	01 h
15 septiembre	23 h	24 h
1 octubre	22 h	23 h
15 octubre	21 h	22 h
1 noviembre	20 h	

etc.

EPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 9
Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales

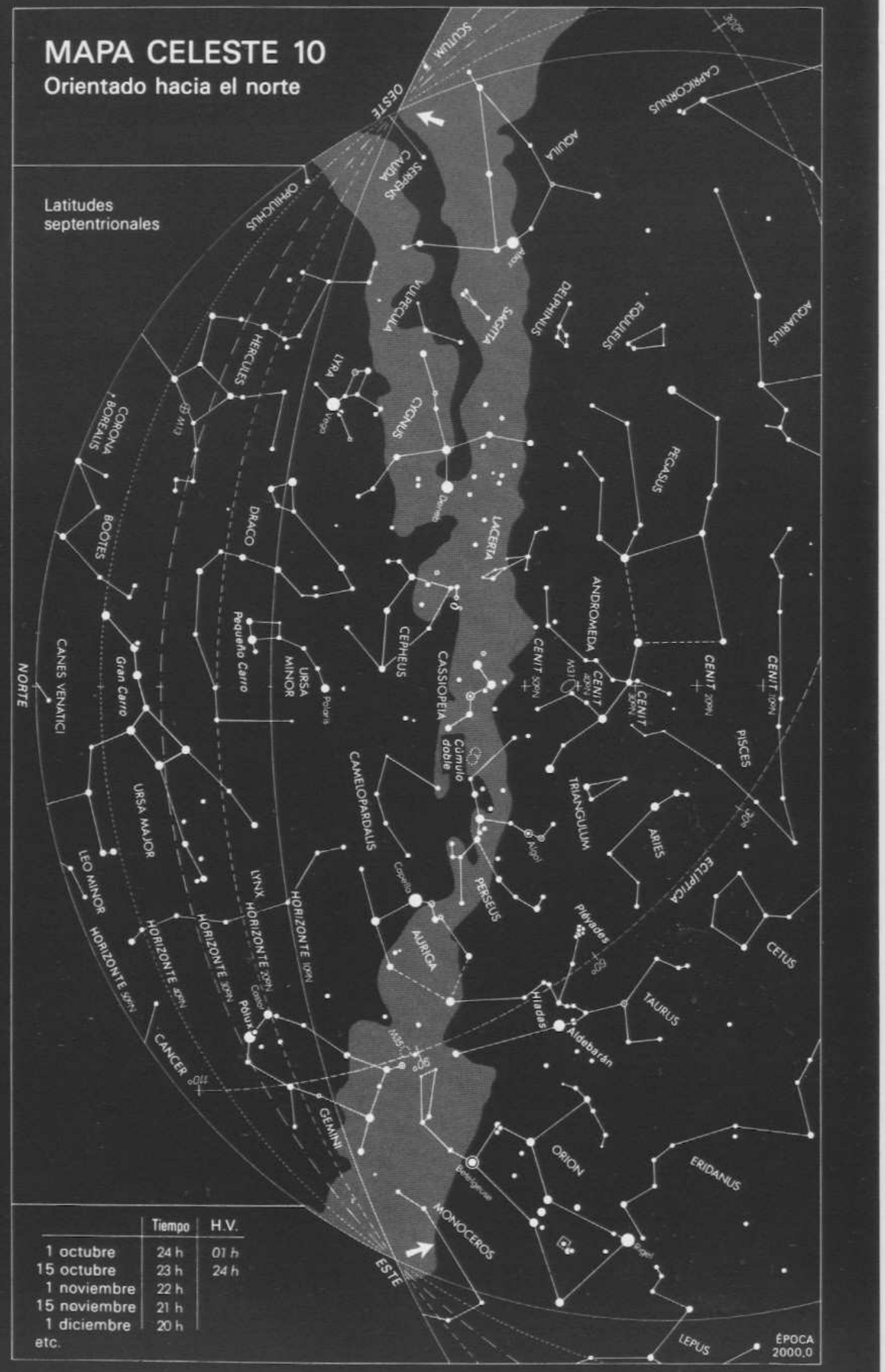
Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto Nebulosa

Variable Cúmulo globular Galaxia

MAPA CELESTE 10

Orientado hacia el norte

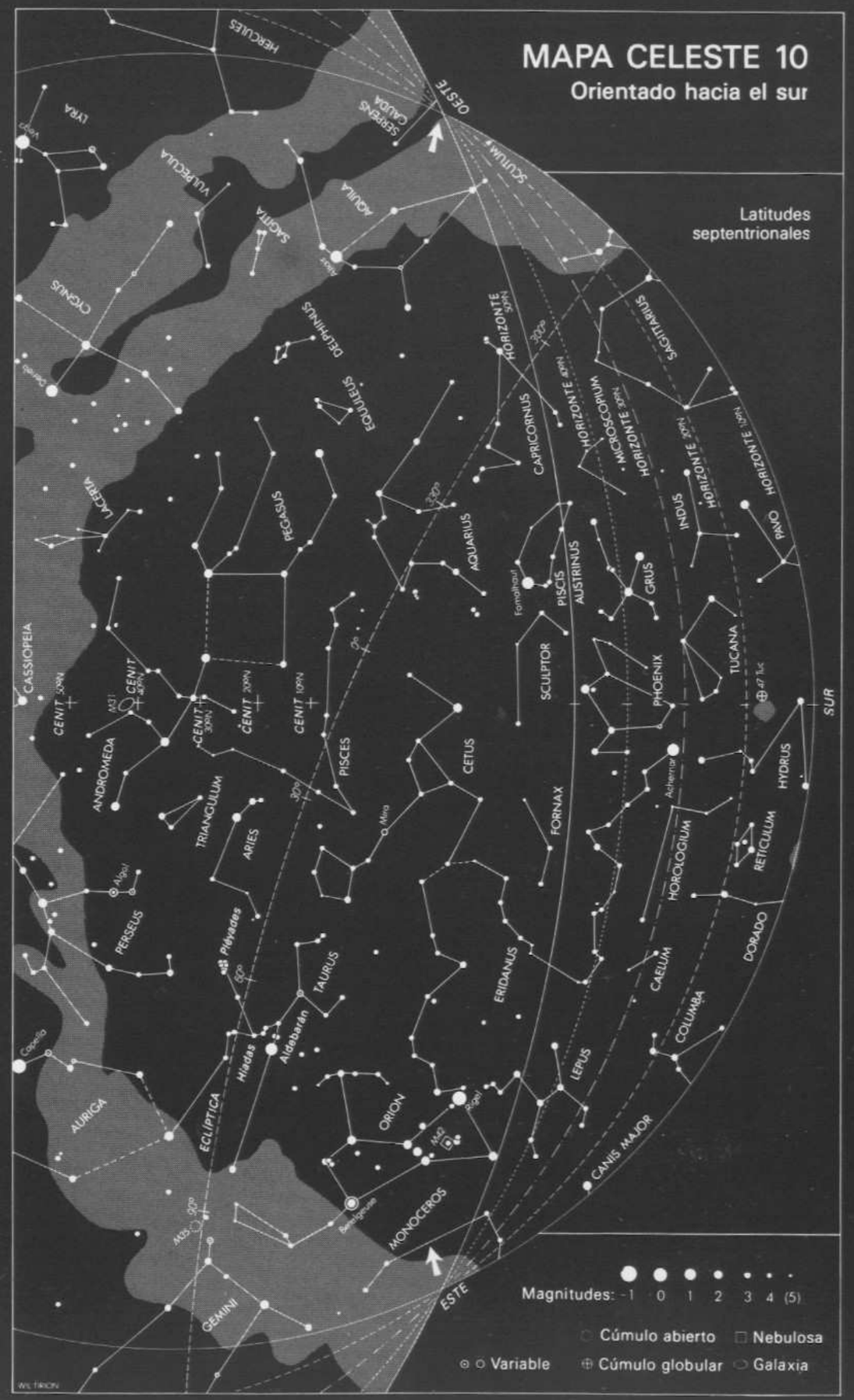


	Tiempo	H.V.
1 octubre	24 h	*01 h*
15 octubre	23 h	*24 h*
1 noviembre	22 h	
15 noviembre	21 h	
1 diciembre	20 h	

etc.

MAPA CELESTE 10

Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 10
Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

	Tiempo	H.V.
1 octubre	24 h	*01 h*
15 octubre	23 h	*24 h*
1 noviembre	22 h	
15 noviembre	21 h	
1 diciembre	20 h	

etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 10
Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

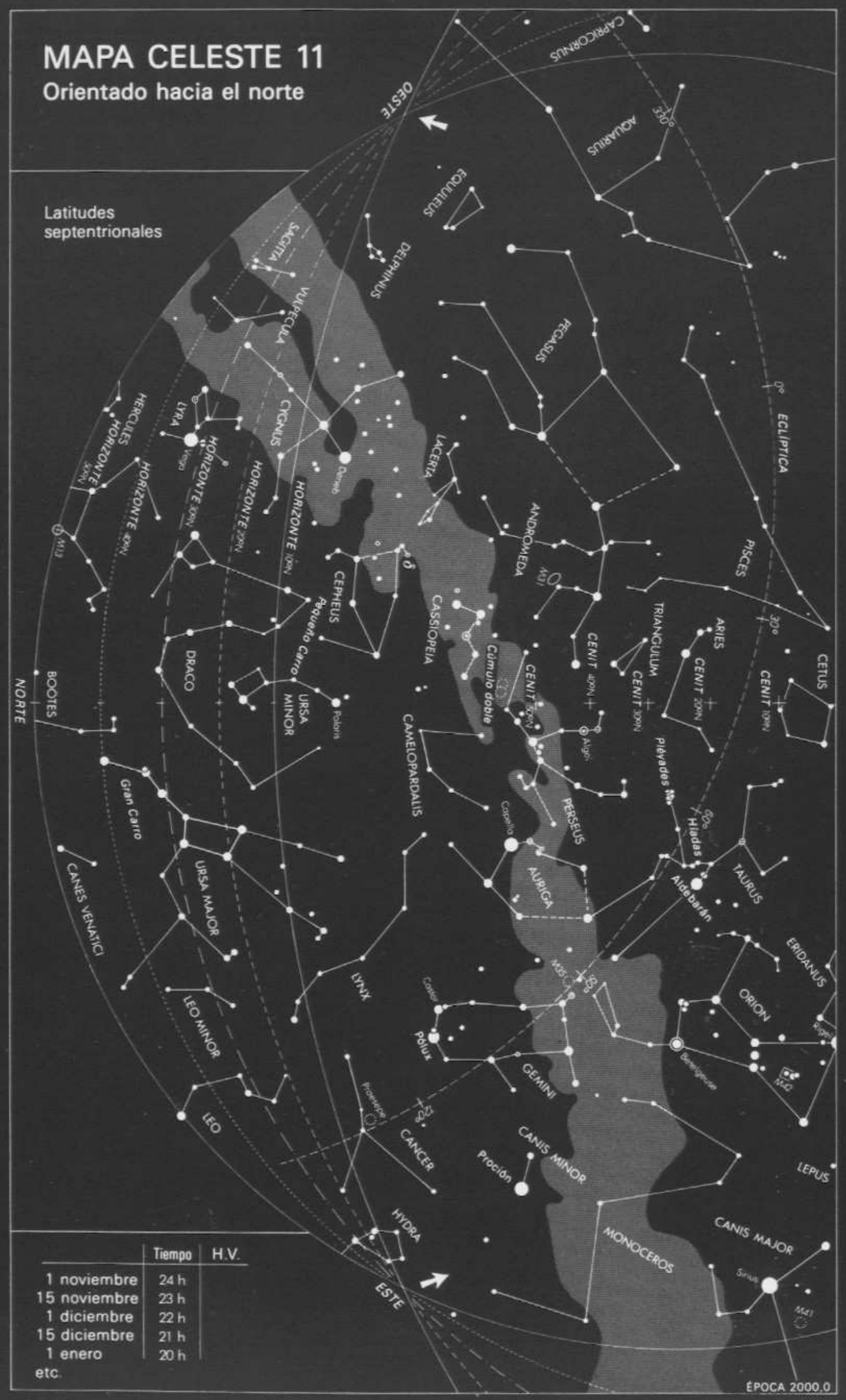
Cúmulo abierto Nebulosa

Variable Cúmulo globular Galaxia

WIL TIRION

MAPA CELESTE 11

Orientado hacia el norte



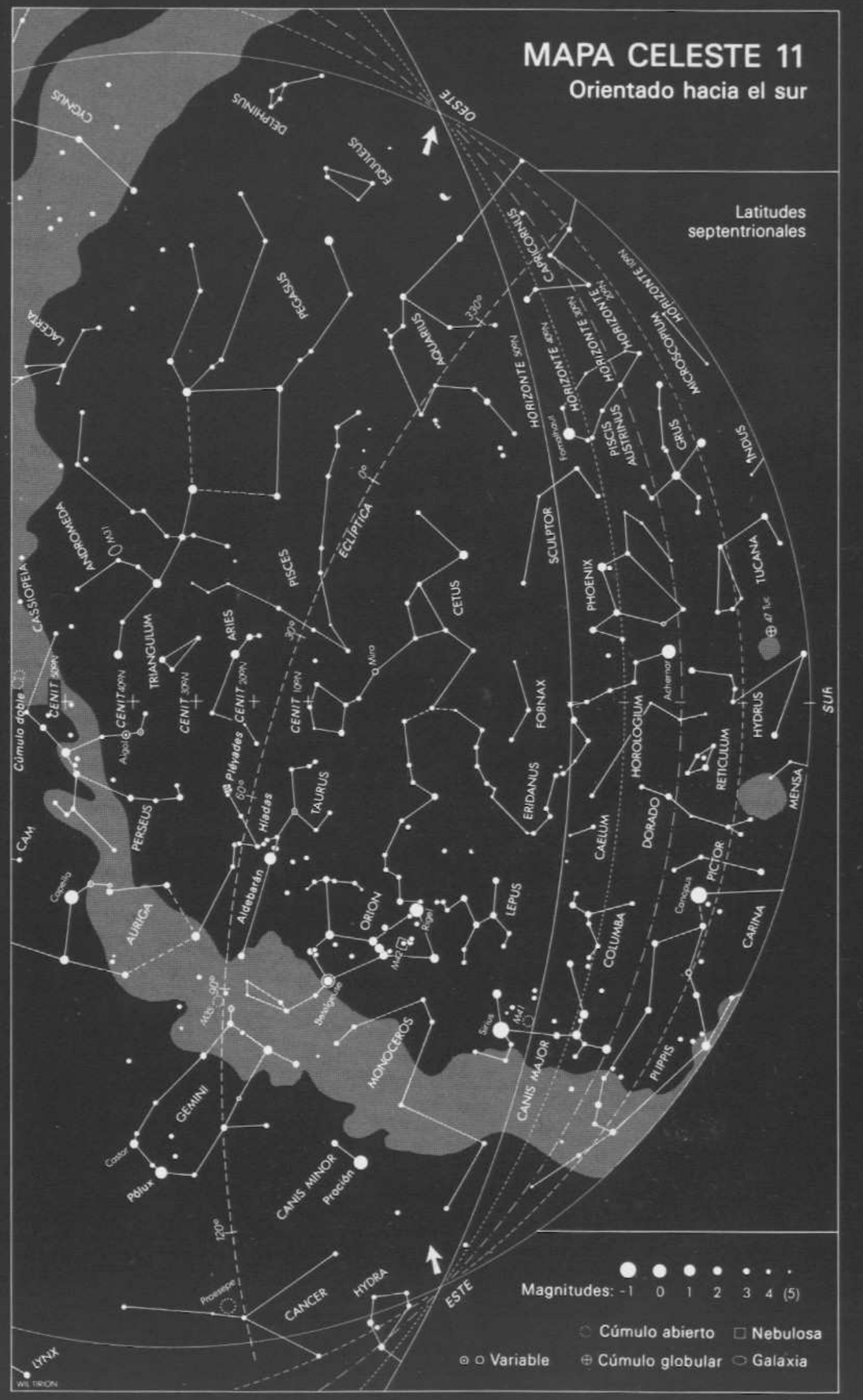
	Tiempo	H.V.
1 noviembre	24 h	
15 noviembre	23 h	
1 diciembre	22 h	
15 diciembre	21 h	
1 enero	20 h	

etc.

ÉPOCA 2000.0

MAPA CELESTE 11

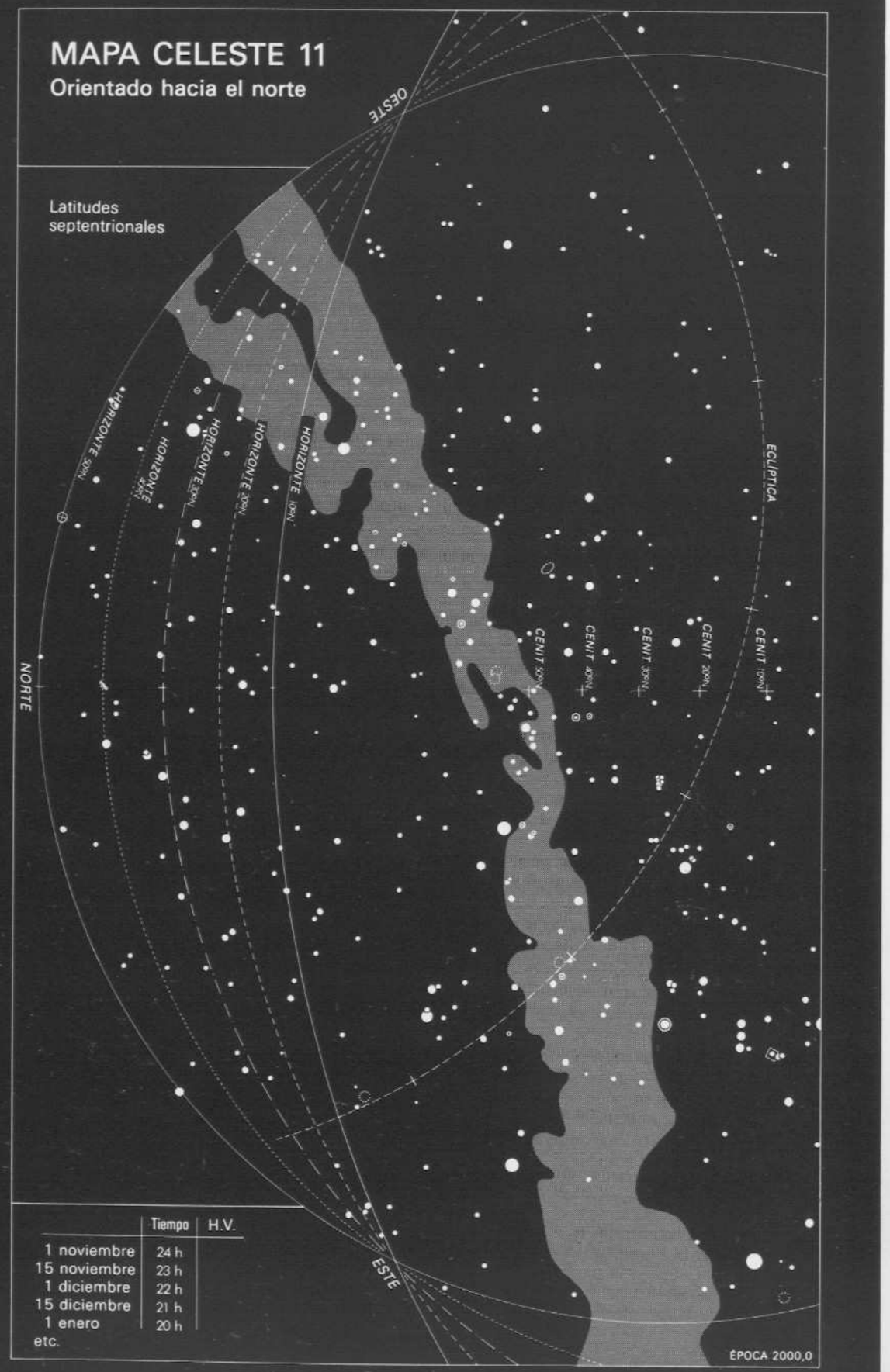
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 11

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



	Tiempo	H.V.
1 noviembre	24 h	
15 noviembre	23 h	
1 diciembre	22 h	
15 diciembre	21 h	
1 enero	20 h	

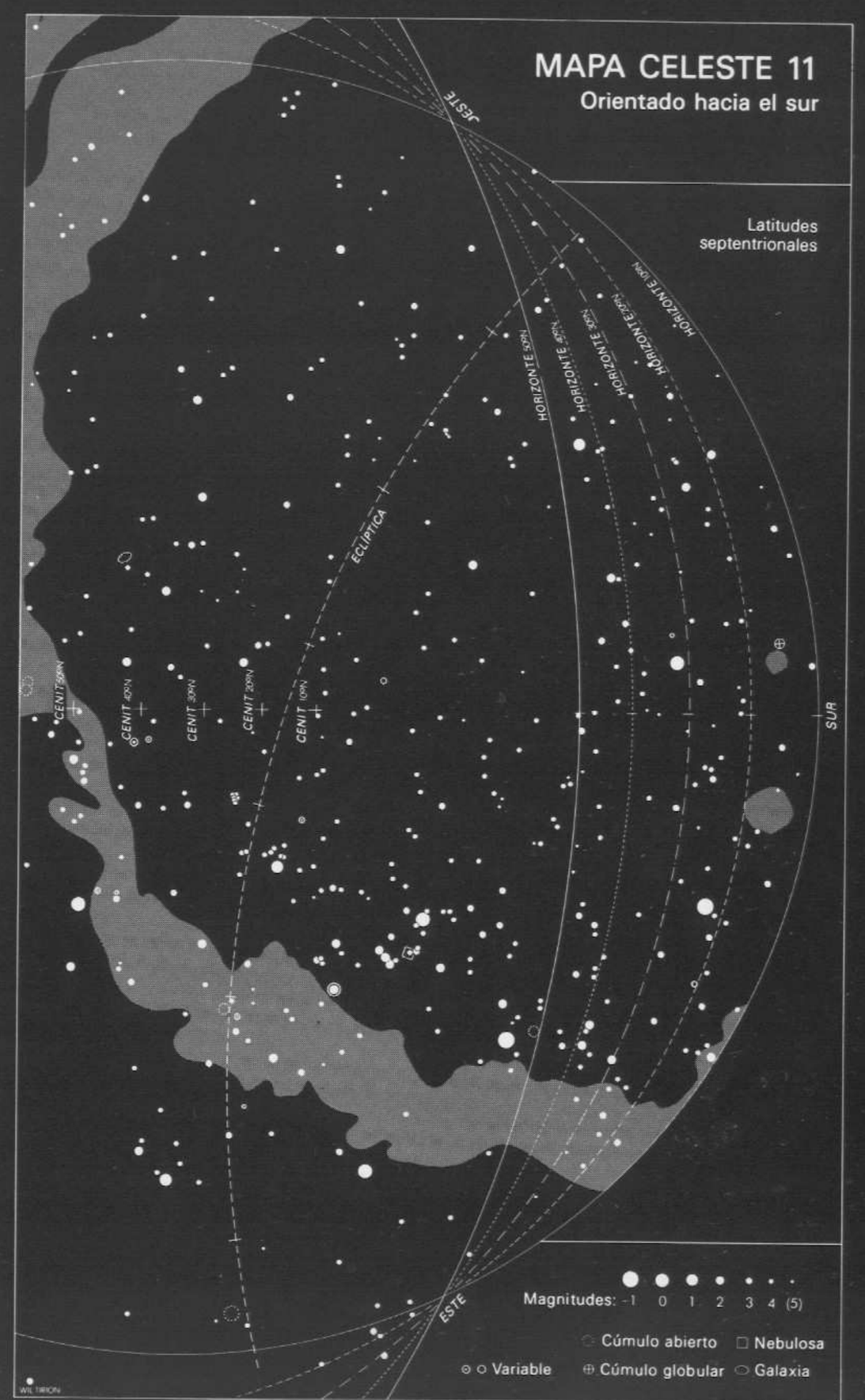
etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 11

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto □ Nebulosa

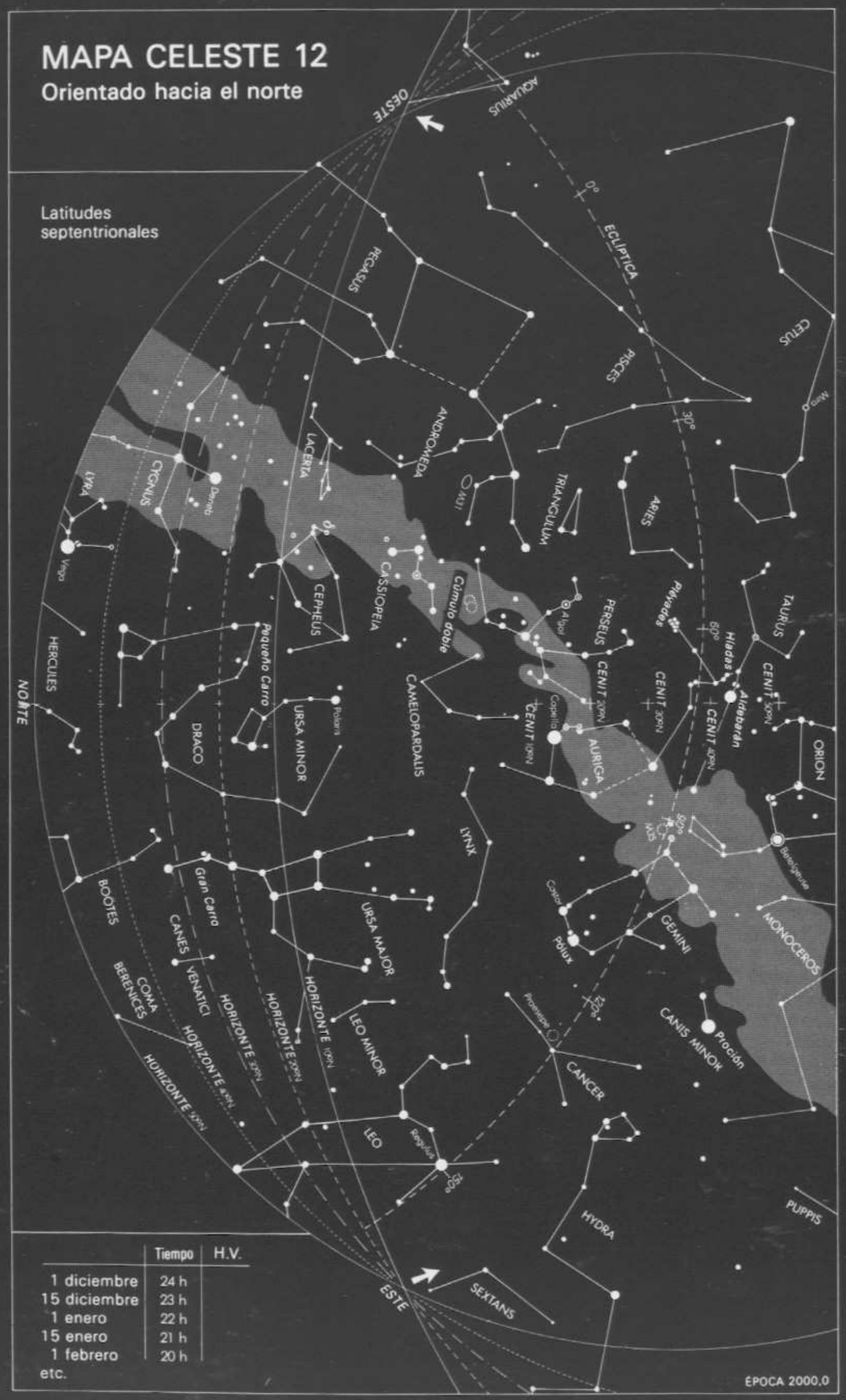
⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

WIL TIRION

MAPA CELESTE 12

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales



	Tiempo	H.V.
1 diciembre	24 h	
15 diciembre	23 h	
1 enero	22 h	
15 enero	21 h	
1 febrero	20 h	

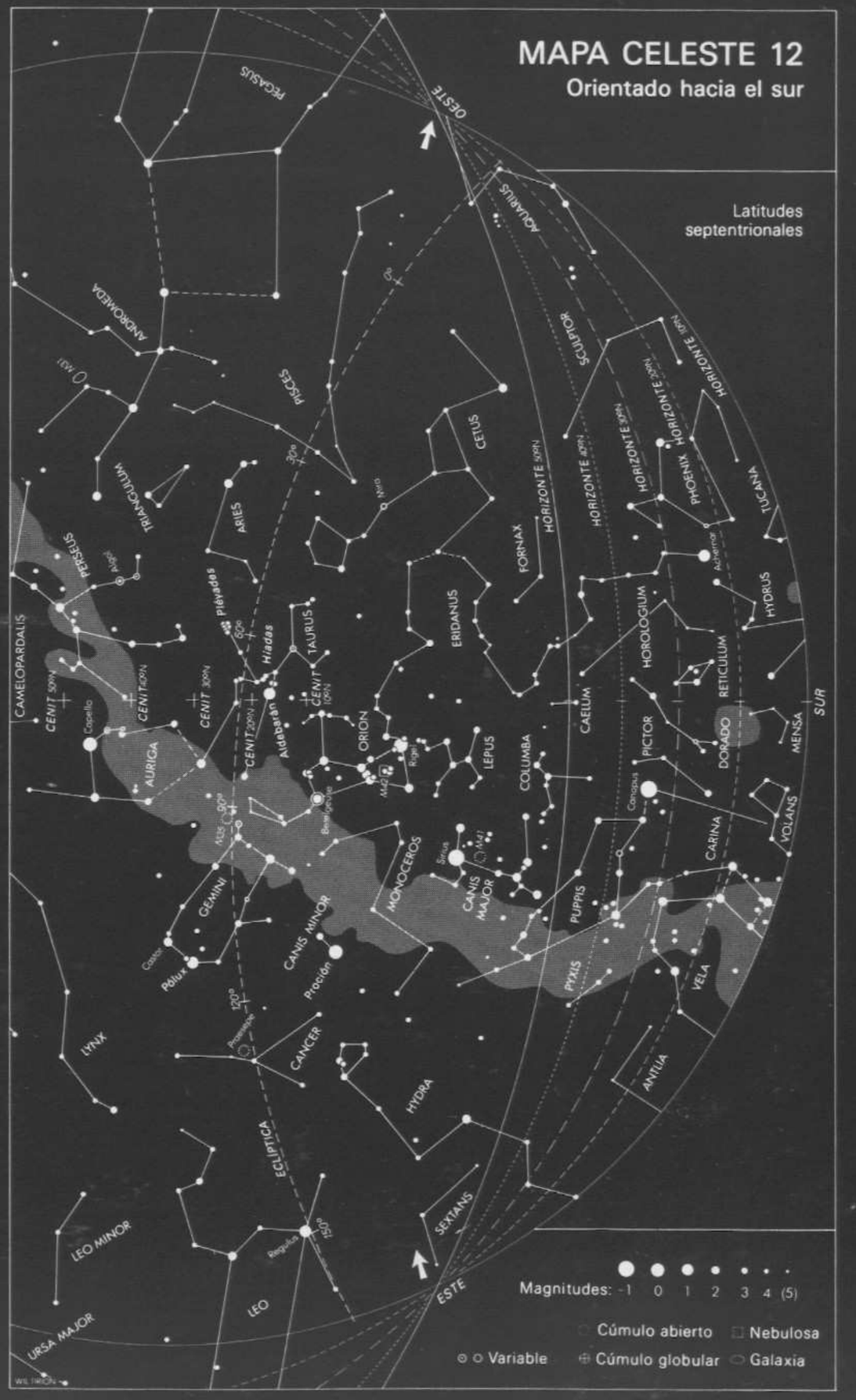
etc.

ÉPOCA 2000.0

MAPA CELESTE 12

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto · Nebulosa · Variable · Cúmulo globular · Galaxia

MAPA CELESTE 12

Orientado hacia el norte

Latitudes septentrionales

	Tiempo	H.V.
1 diciembre	24 h	
15 diciembre	23 h	
1 enero	22 h	
15 enero	21 h	
1 febrero	20 h	

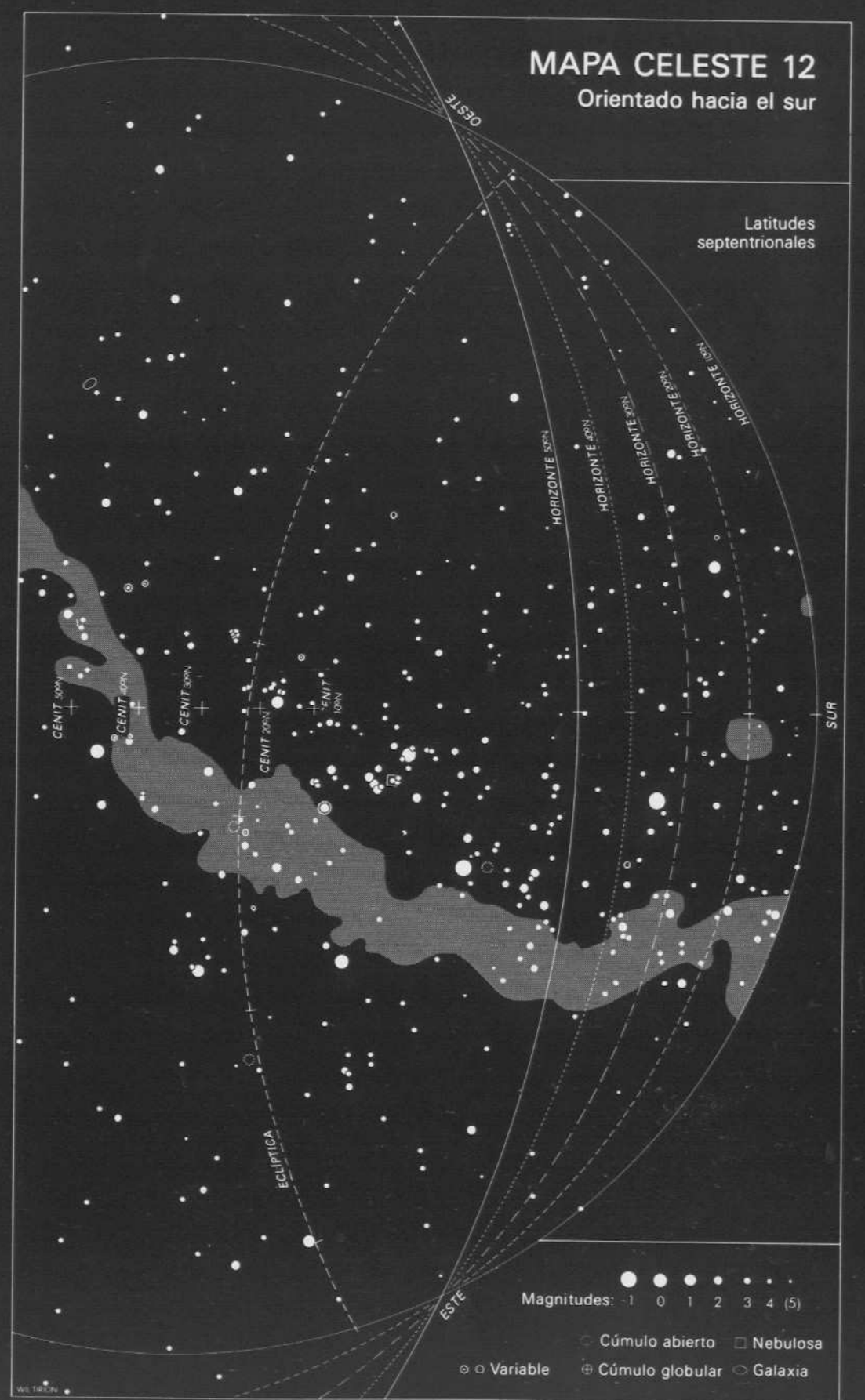
etc.

ÉPOCA 2000.0

MAPA CELESTE 12

Orientado hacia el sur

Latitudes septentrionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

MAPA CELESTE 13

Orientado hacia el norte

Latitudes meridionales

	Tiempo	H.V.
1 enero	24 h	01 h
15 enero	23 h	24 h
1 febrero	22 h	23 h
15 febrero	21 h	22 h
1 marzo	20 h	21 h

etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 13

Orientado hacia el sur

Latitudes meridionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto · Nebulosa

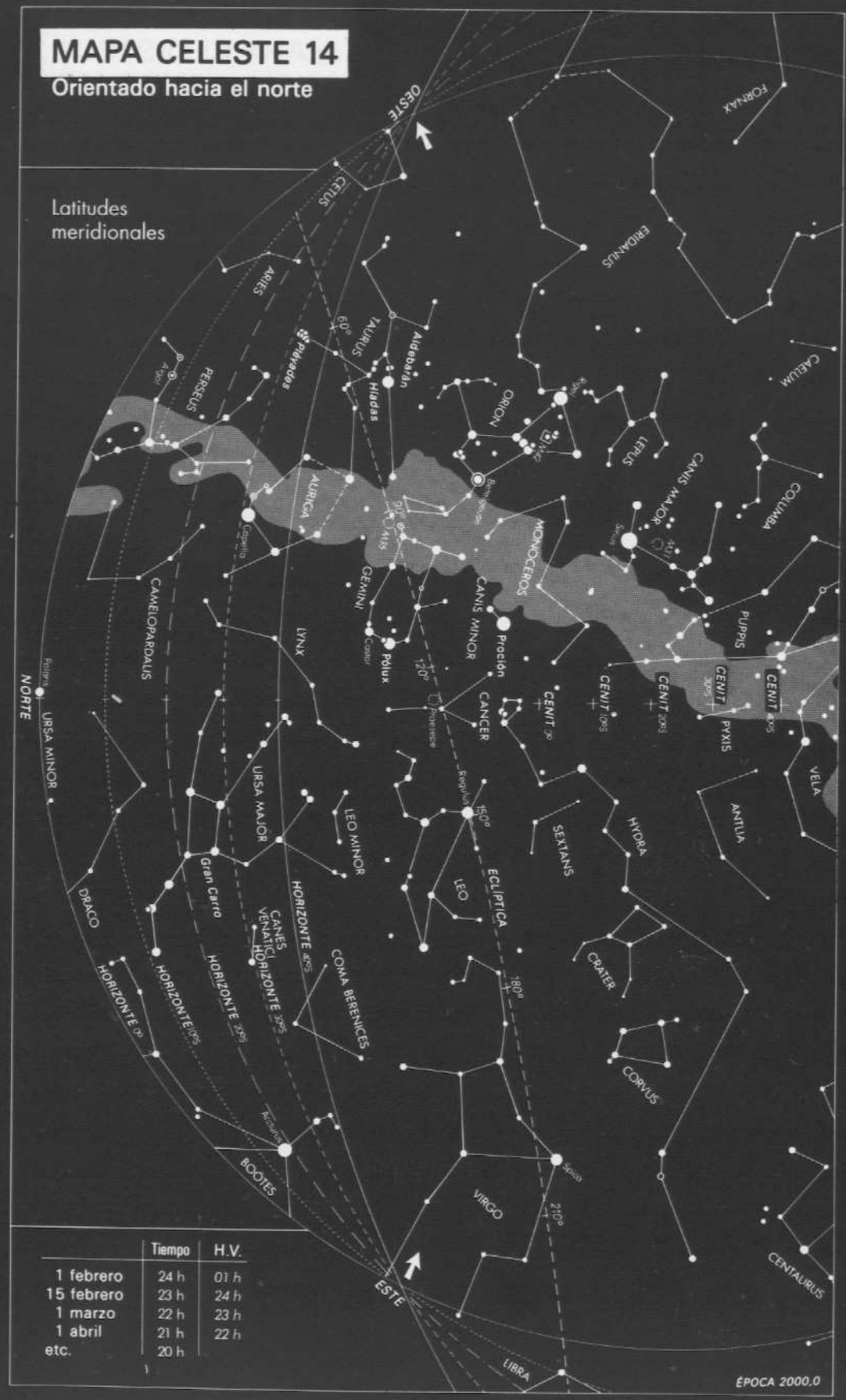
Variable · Cúmulo globular · Galaxia

WIL TIRION

MAPA CELESTE 14

Orientado hacia el norte

Latitudes meridionales



	Tiempo	H.V.
1 febrero	24 h	01 h
15 febrero	23 h	24 h
1 marzo	22 h	23 h
1 abril	21 h	22 h
etc.	20 h	

ÉPOCA 2000.0

MAPA CELESTE 14

Orientado hacia el sur

Latitudes meridionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

MAPA CELESTE 15

Orientado hacia el norte

Latitudes meridionales

	Tiempo	H.V.
1 marzo	24 h	*01 h*
15 marzo	23 h	*24 h*
1 abril	22 h	
15 abril	21 h	
1 mayo	20 h	
etc.		

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 15

Orientado hacia el sur

Latitudes meridionales

Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

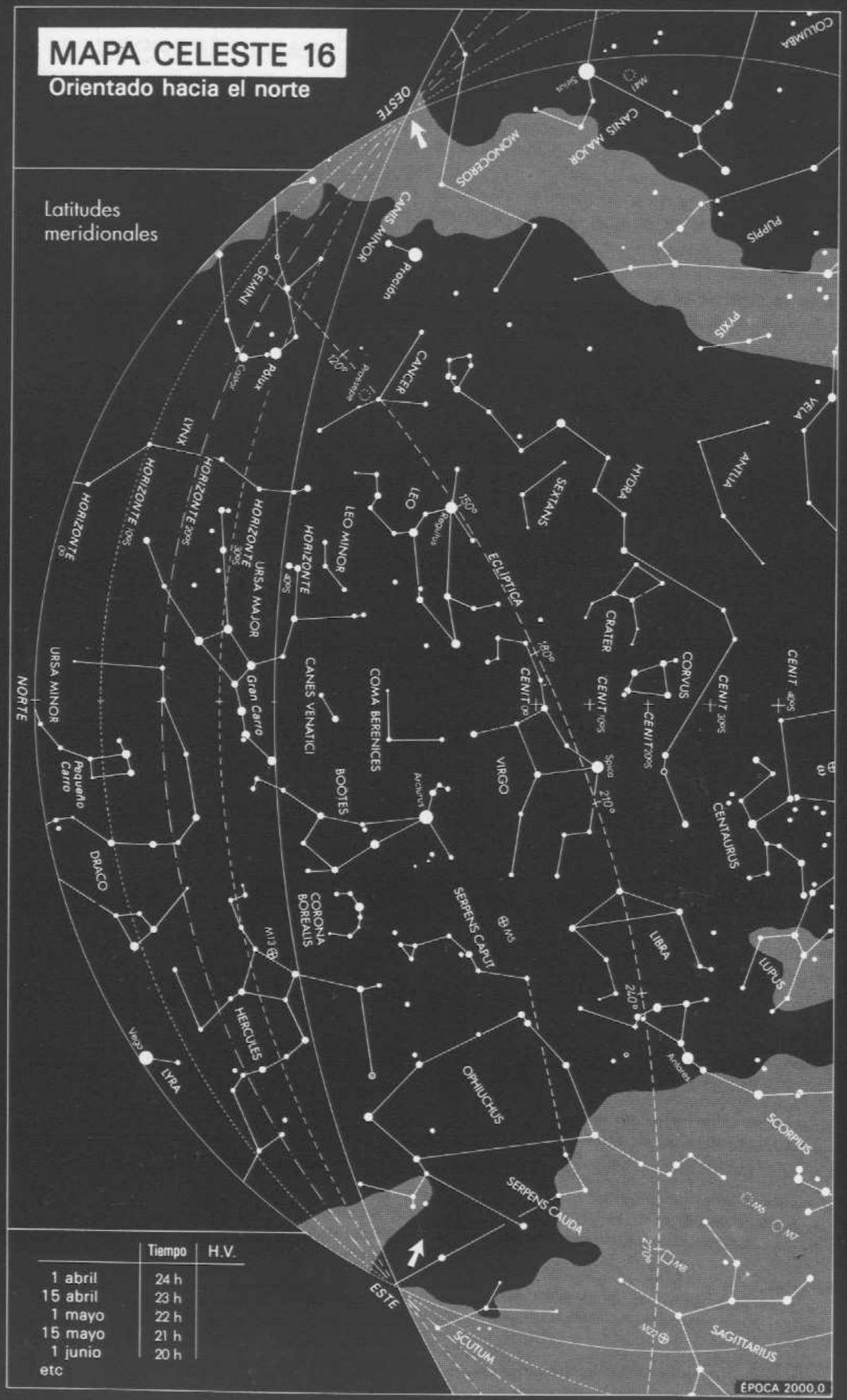
Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galáxia

WIL TIRION

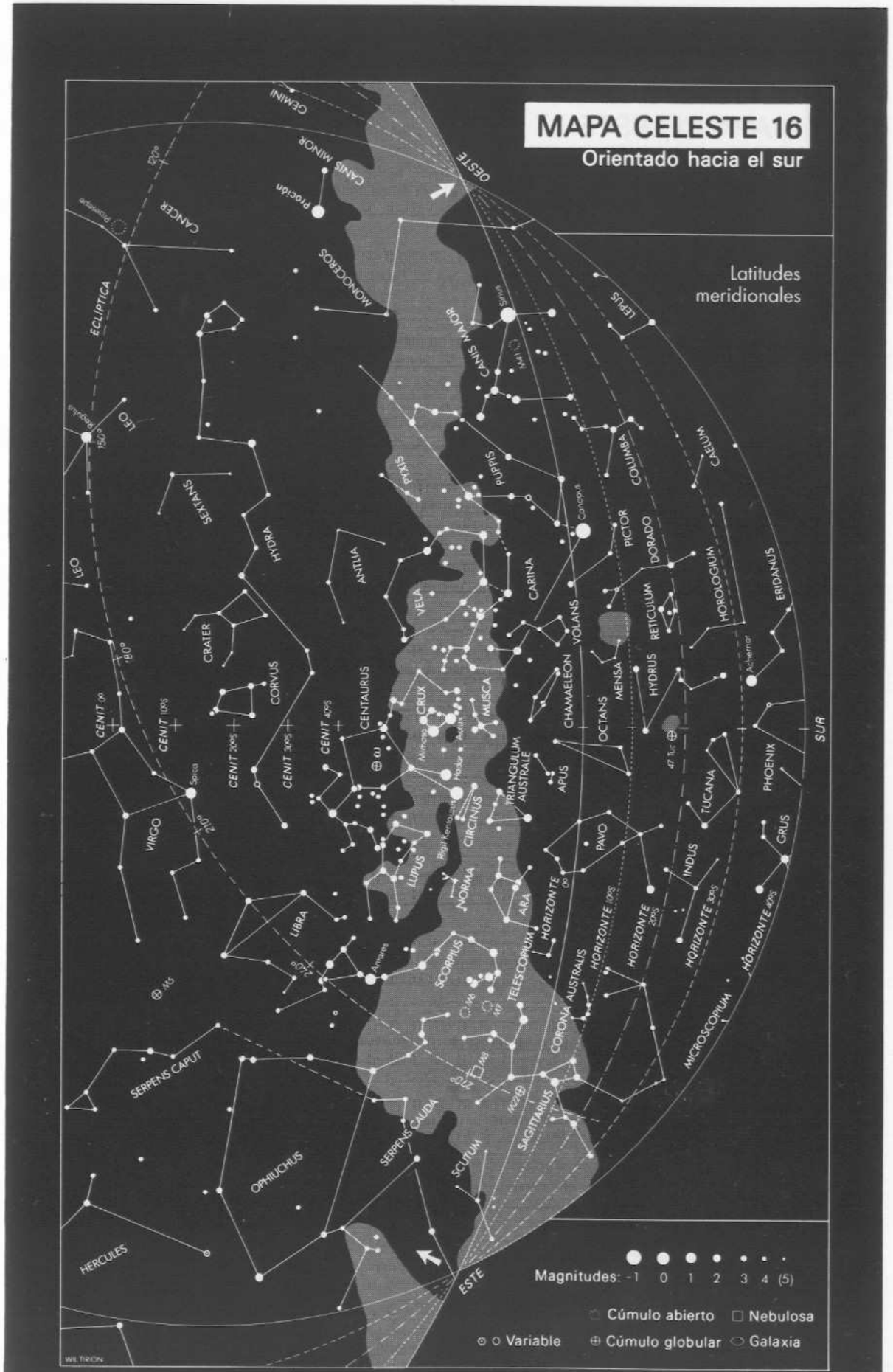
MAPA CELESTE 16

Orientado hacia el norte



MAPA CELESTE 16

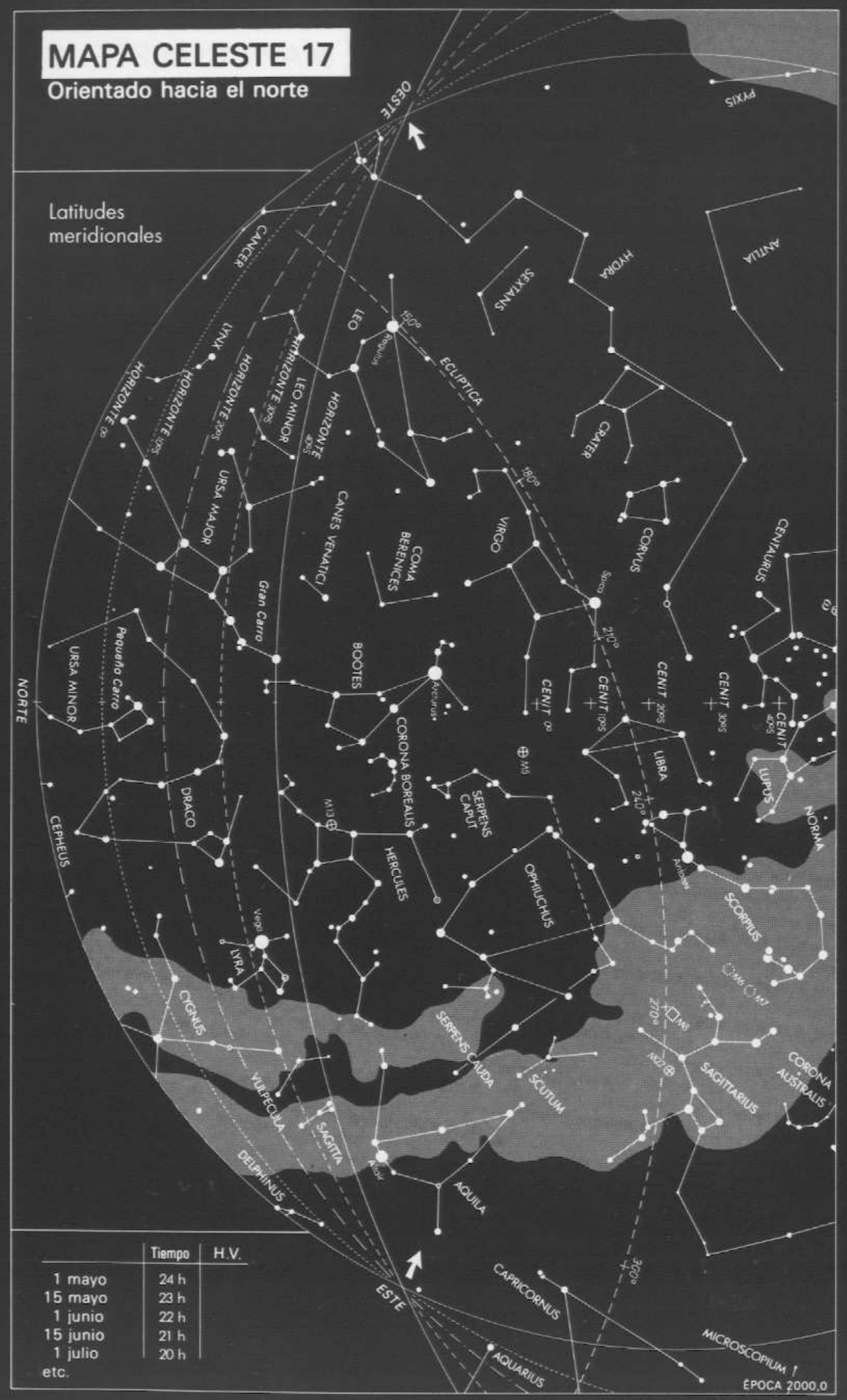
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 17

Orientado hacia el norte

Latitudes meridionales



	Tiempo	H.V.
1 mayo	24 h	
15 mayo	23 h	
1 junio	22 h	
15 junio	21 h	
1 julio	20 h	

etc.

MAPA CELESTE 17

Orientado hacia el sur

Latitudes meridionales

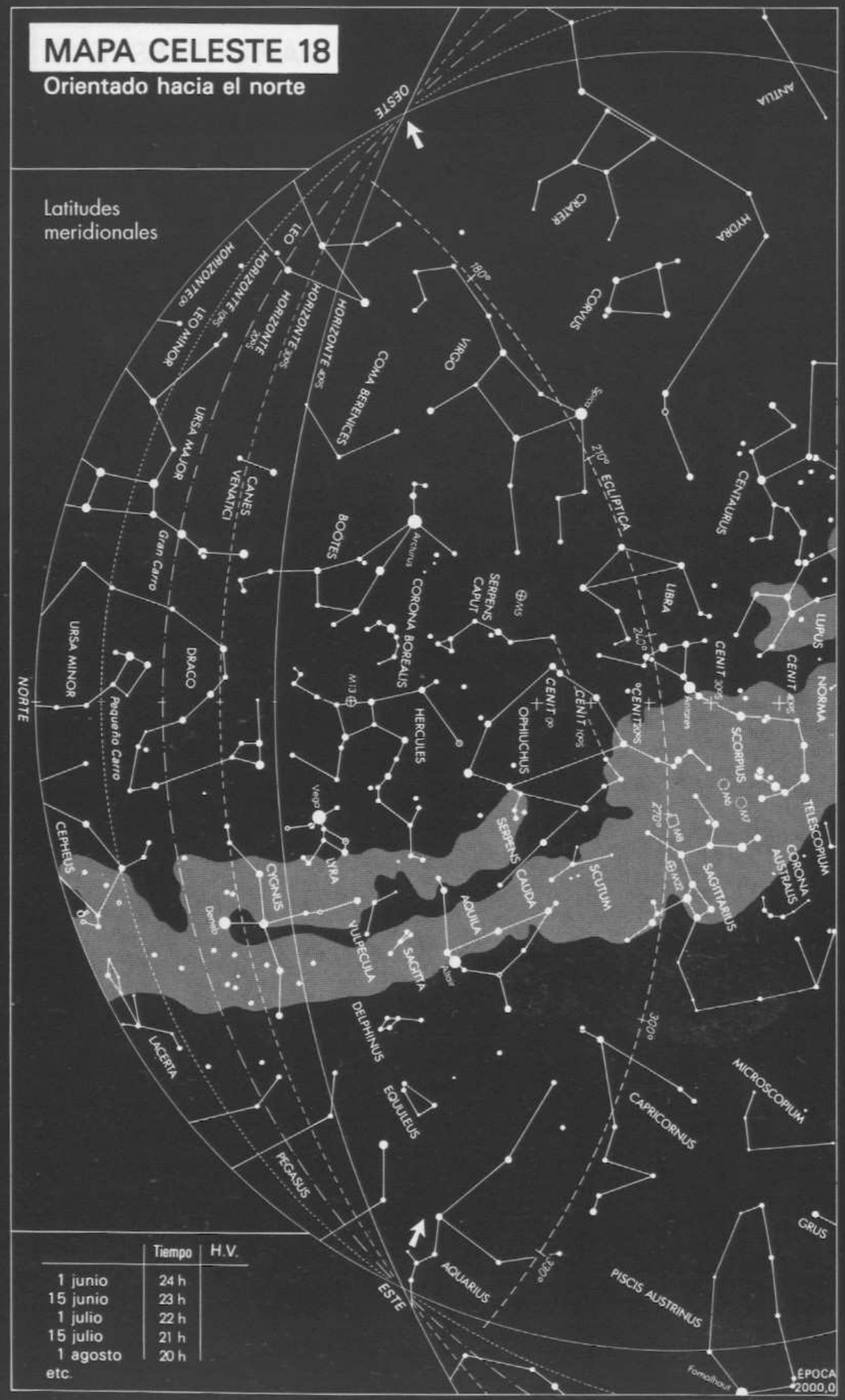
Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

Cúmulo abierto · Nebulosa

Variable · Cúmulo globular · Galaxia

MAPA CELESTE 18

Orientado hacia el norte

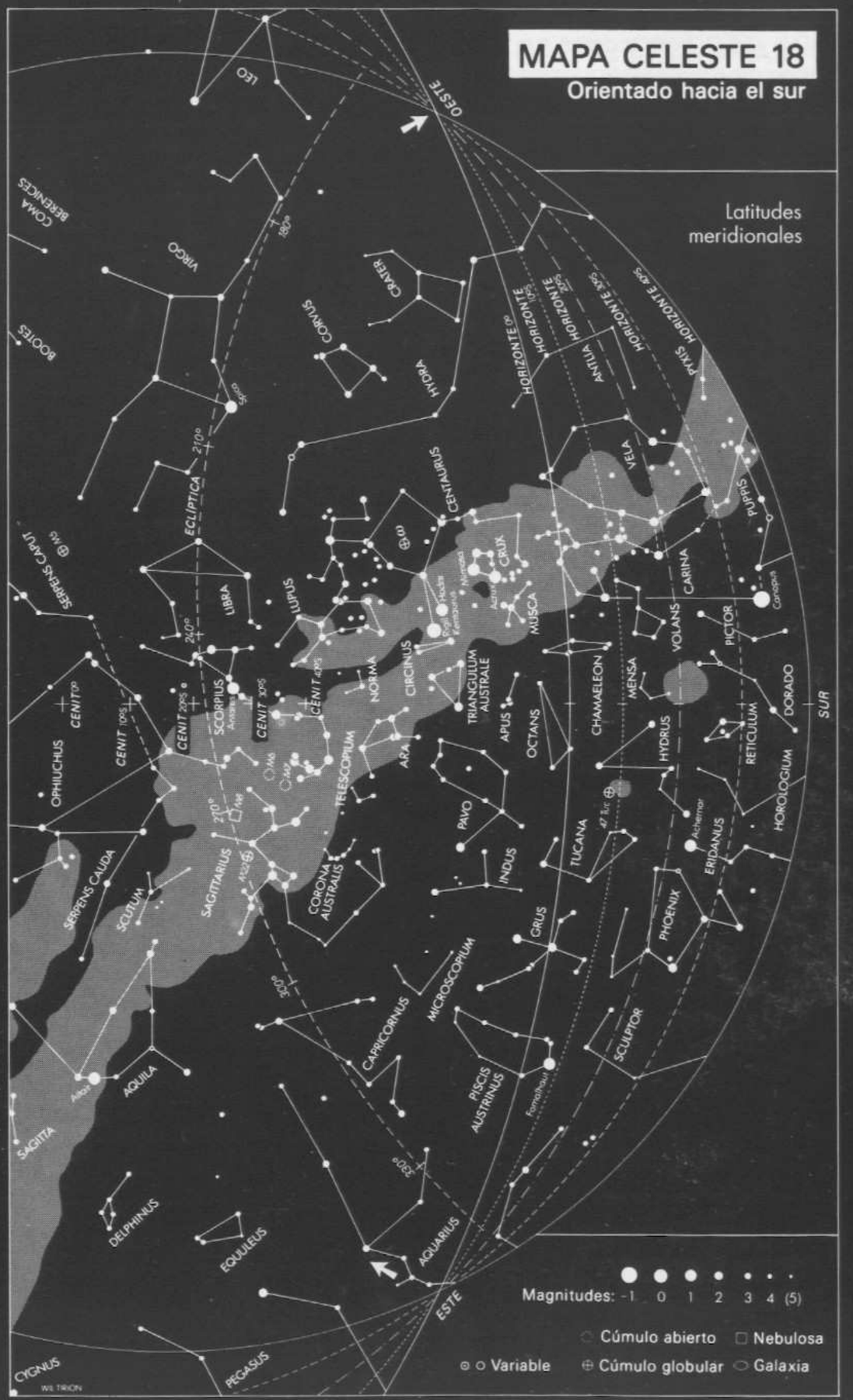


	Tiempo	H.V.
1 junio	24 h	
15 junio	23 h	
1 julio	22 h	
15 julio	21 h	
1 agosto	20 h	

etc.

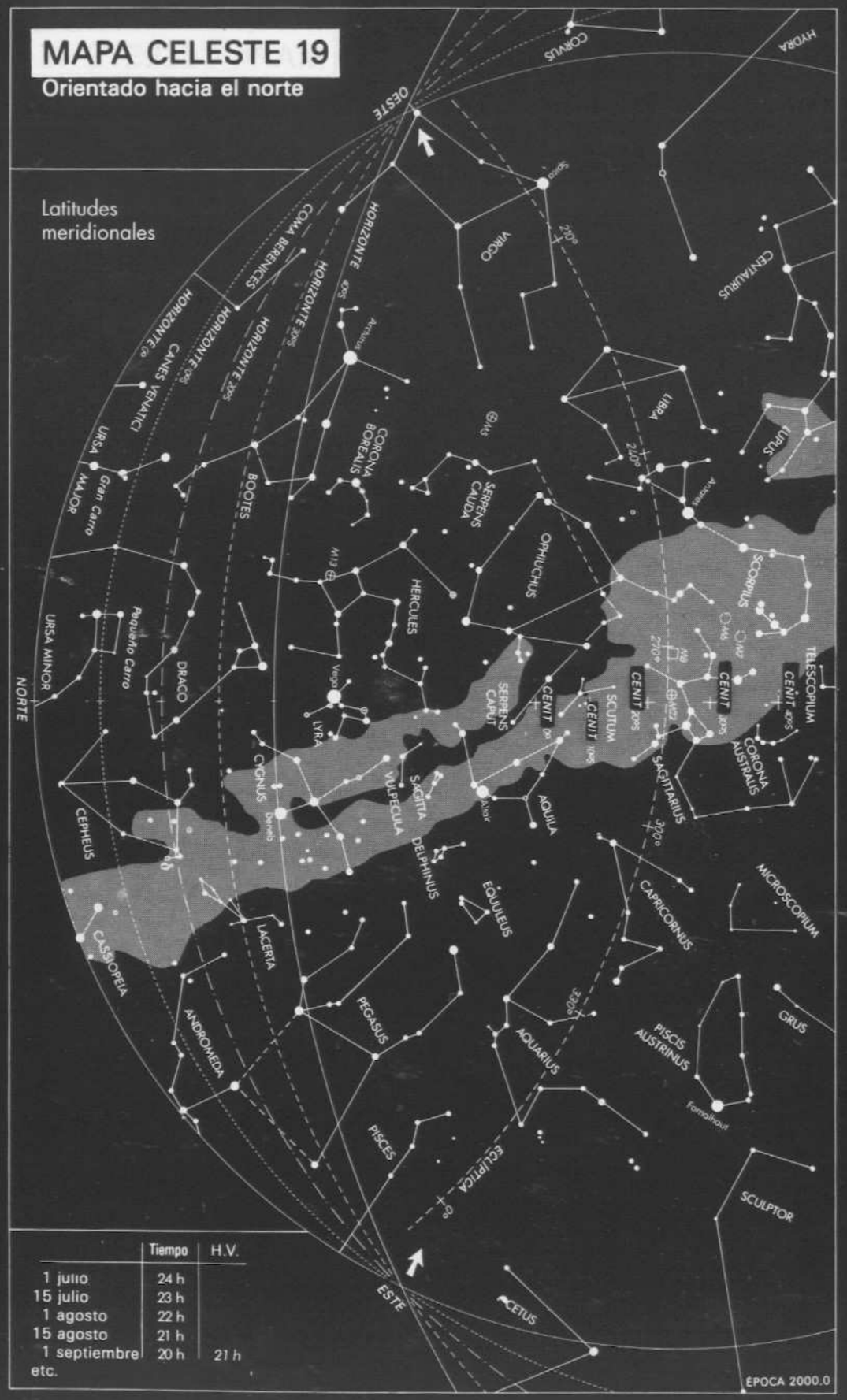
MAPA CELESTE 18

Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 19

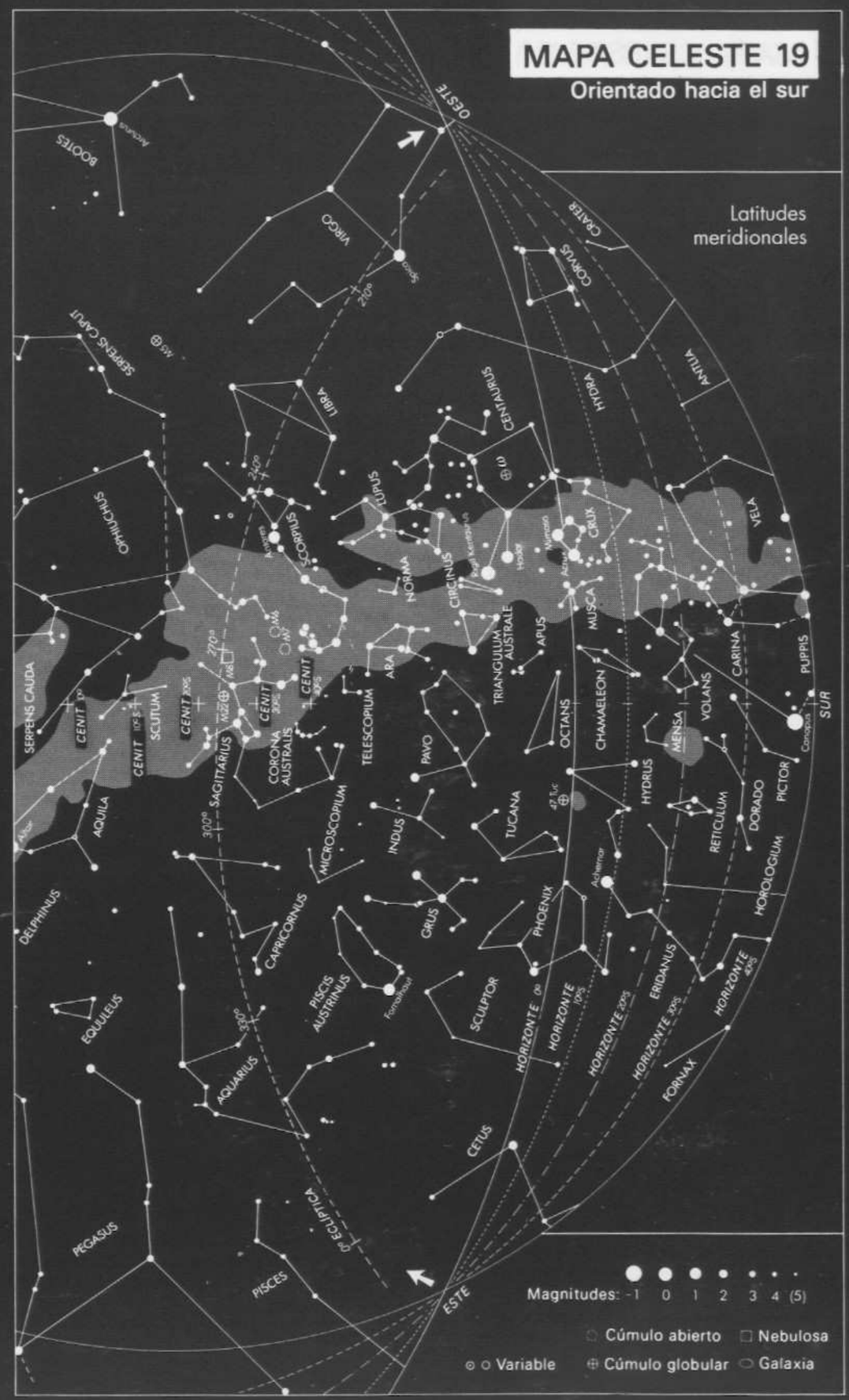
Orientado hacia el norte



	Tiempo	H.V.
1 julio	24 h	
15 julio	23 h	
1 agosto	22 h	
15 agosto	21 h	
1 septiembre	20 h	21 h
etc.		

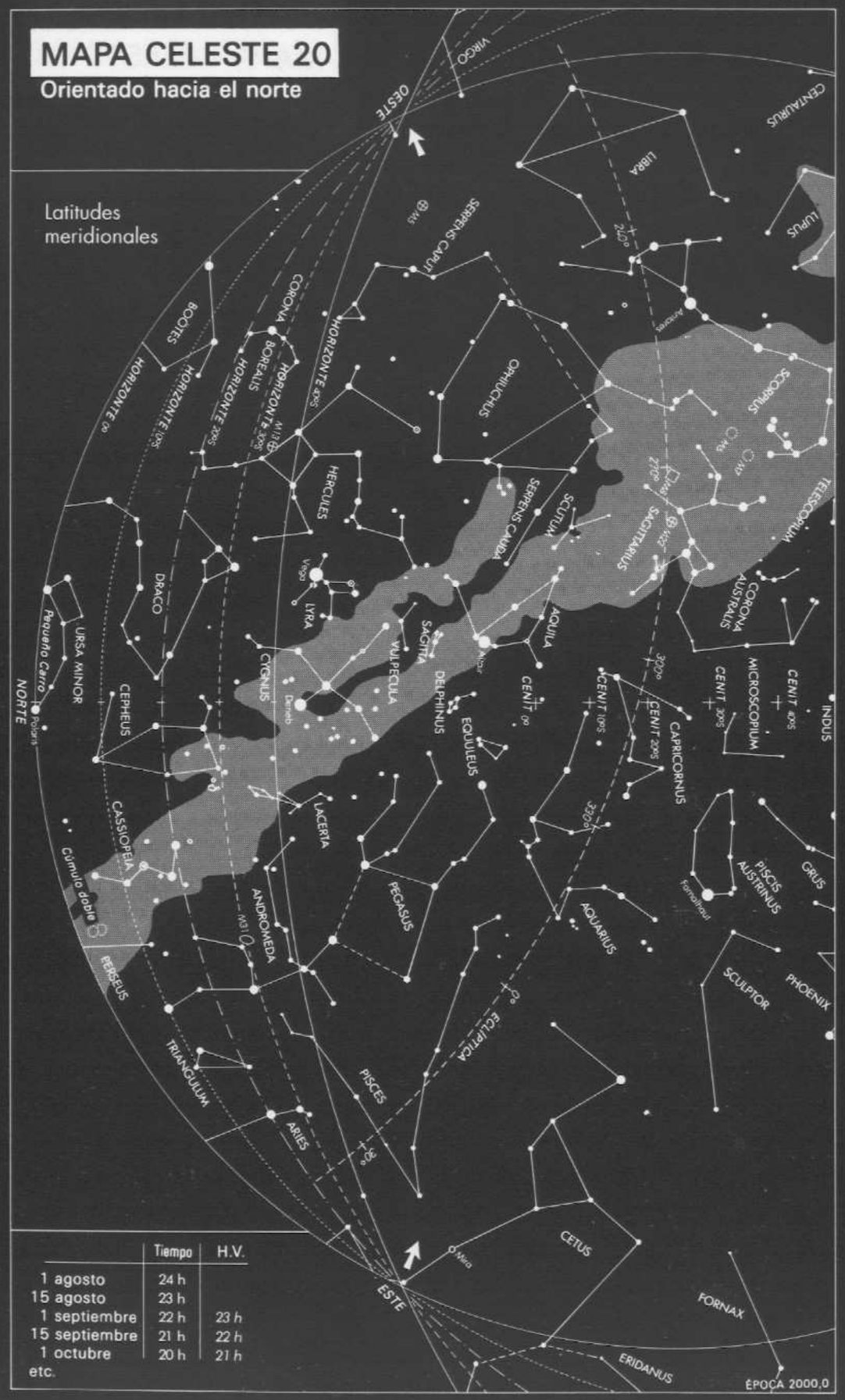
MAPA CELESTE 19

Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 20

Orientado hacia el norte

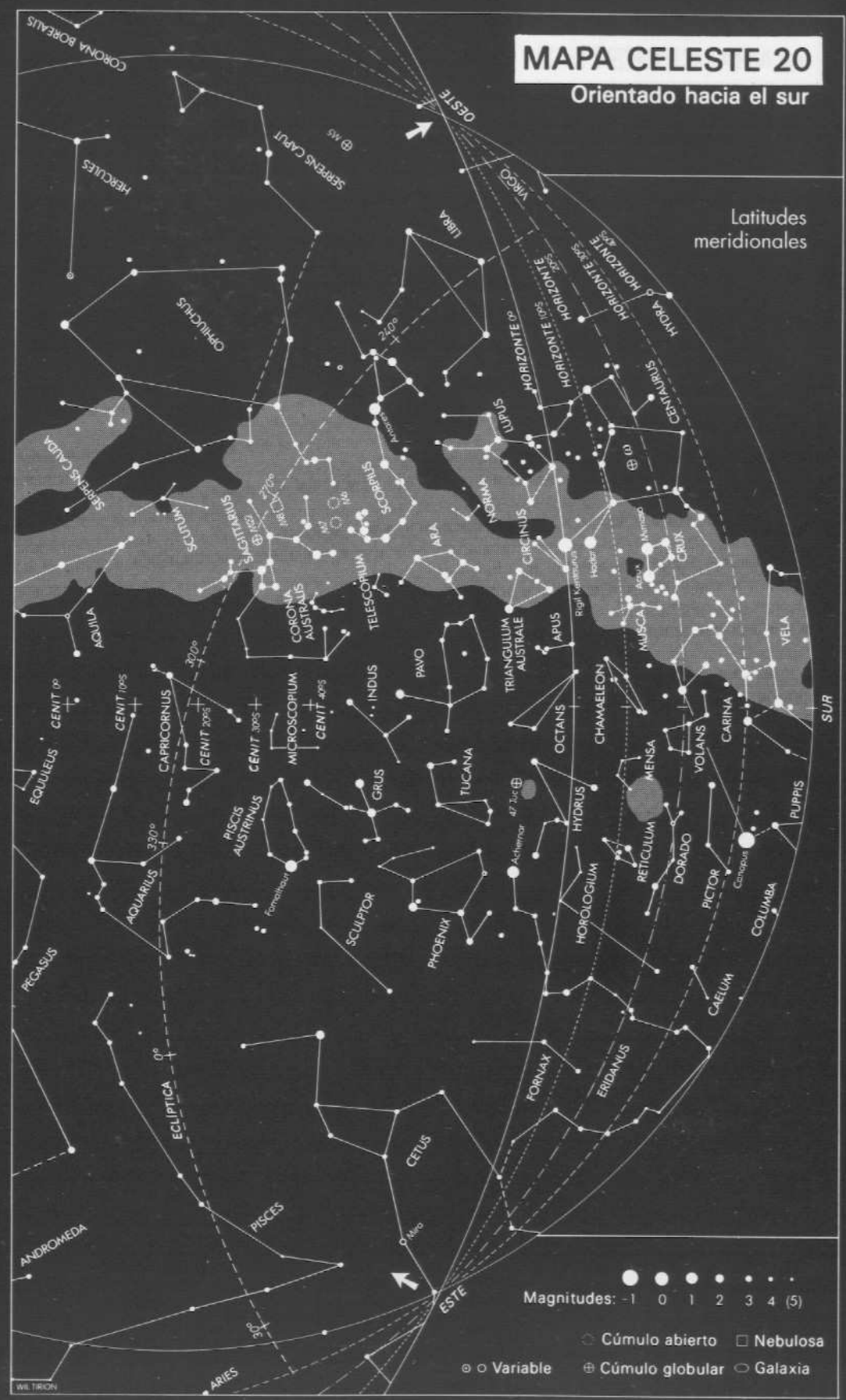


	Tiempo	H.V.
1 agosto	24 h	
15 agosto	23 h	
1 septiembre	22 h	*23 h*
15 septiembre	21 h	*22 h*
1 octubre	20 h	*21 h*

etc.

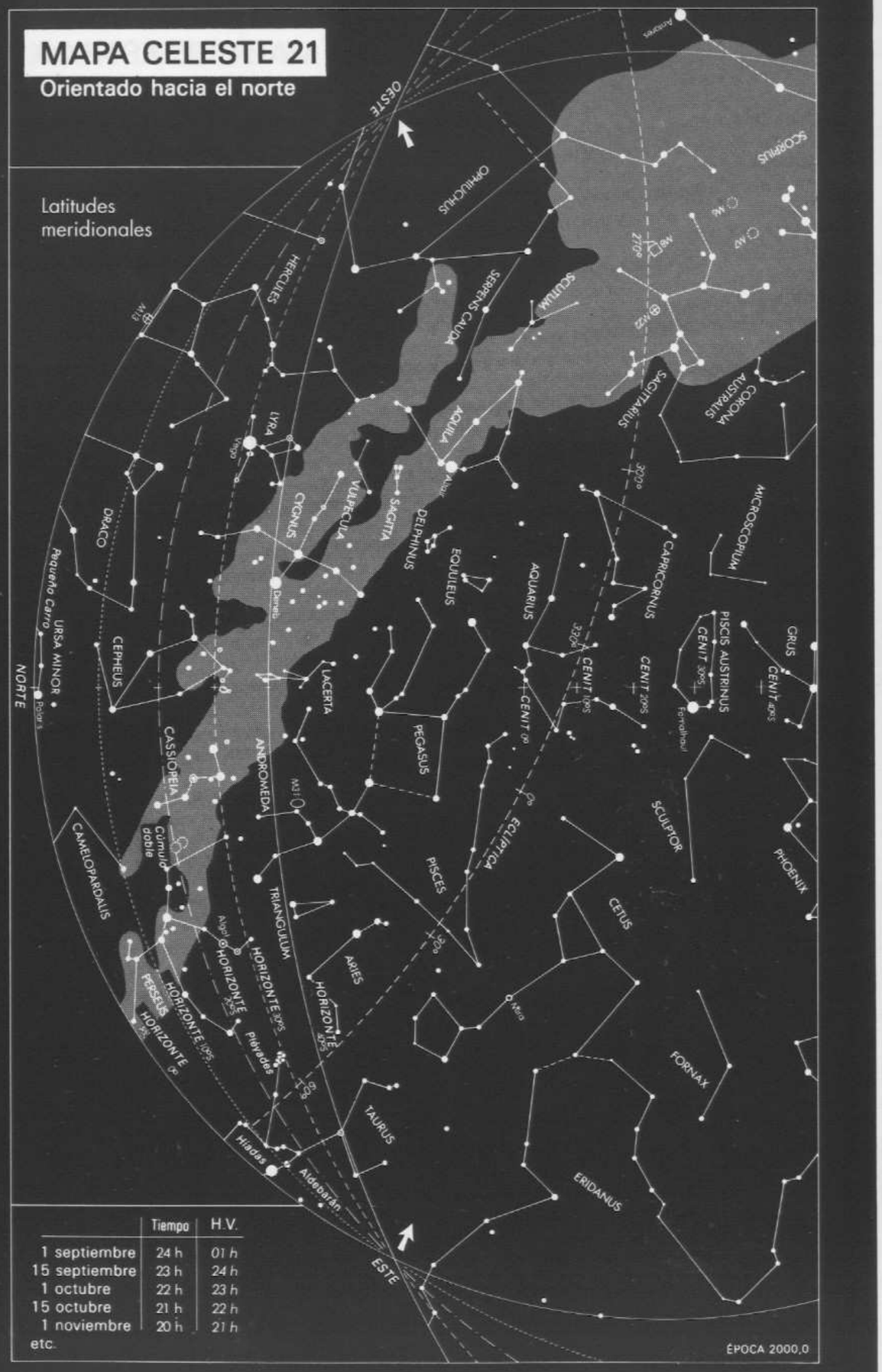
MAPA CELESTE 20

Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 21

Orientado hacia el norte

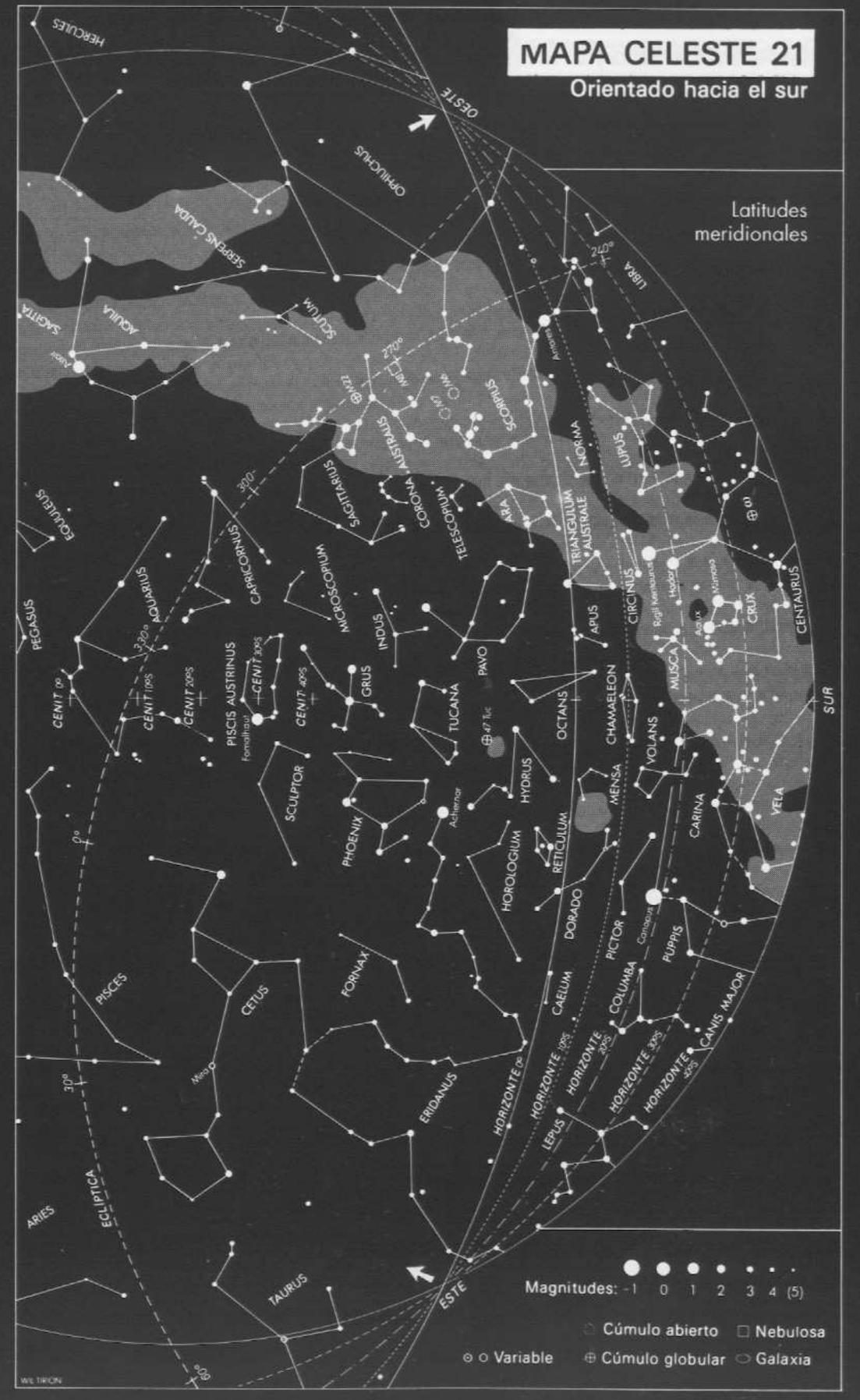


	Tiempo	H.V.
1 septiembre	24 h	01 h
15 septiembre	23 h	24 h
1 octubre	22 h	23 h
15 octubre	21 h	22 h
1 noviembre	20 h	21 h

etc.

MAPA CELESTE 21

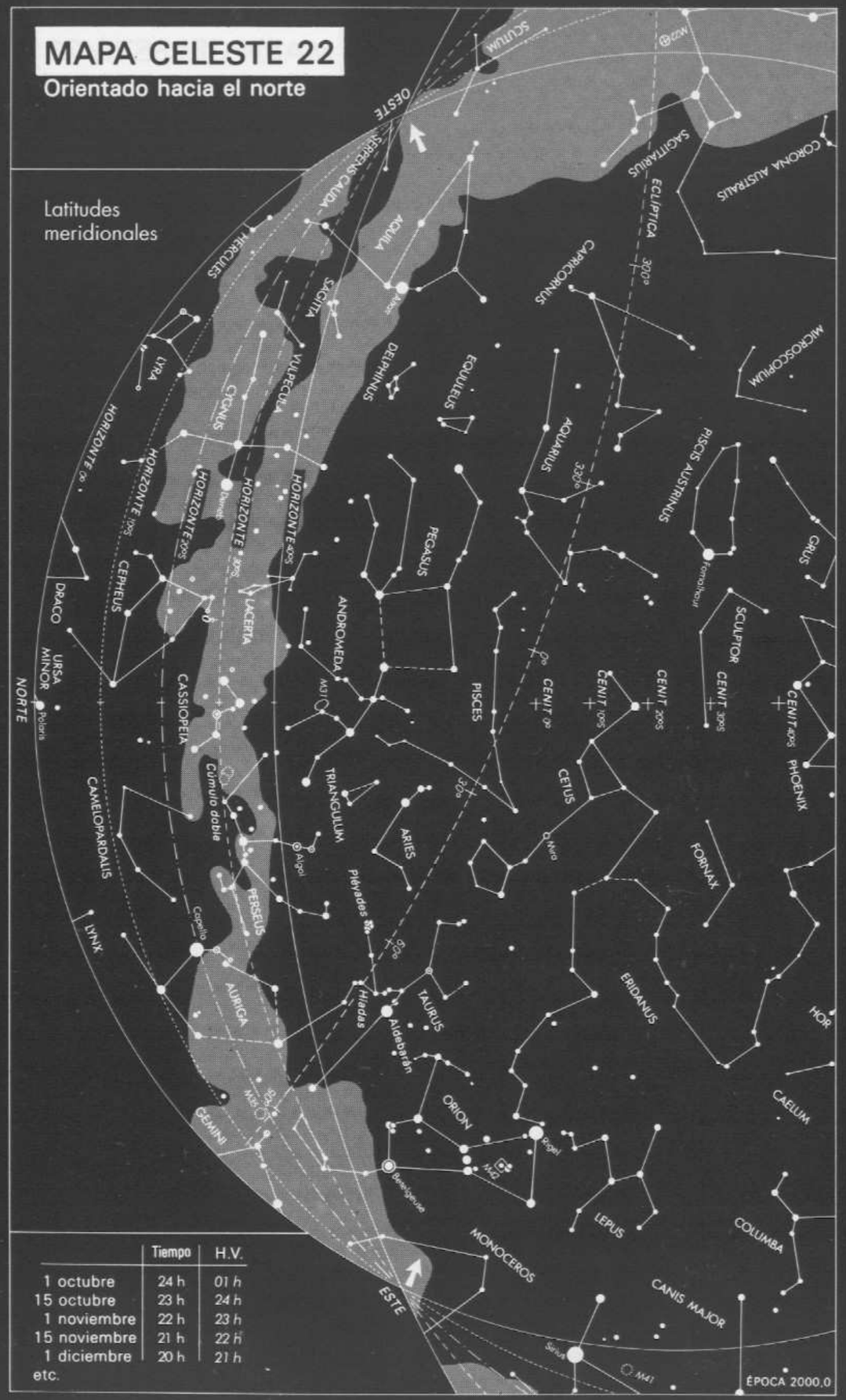
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 22

Orientado hacia el norte

Latitudes meridionales



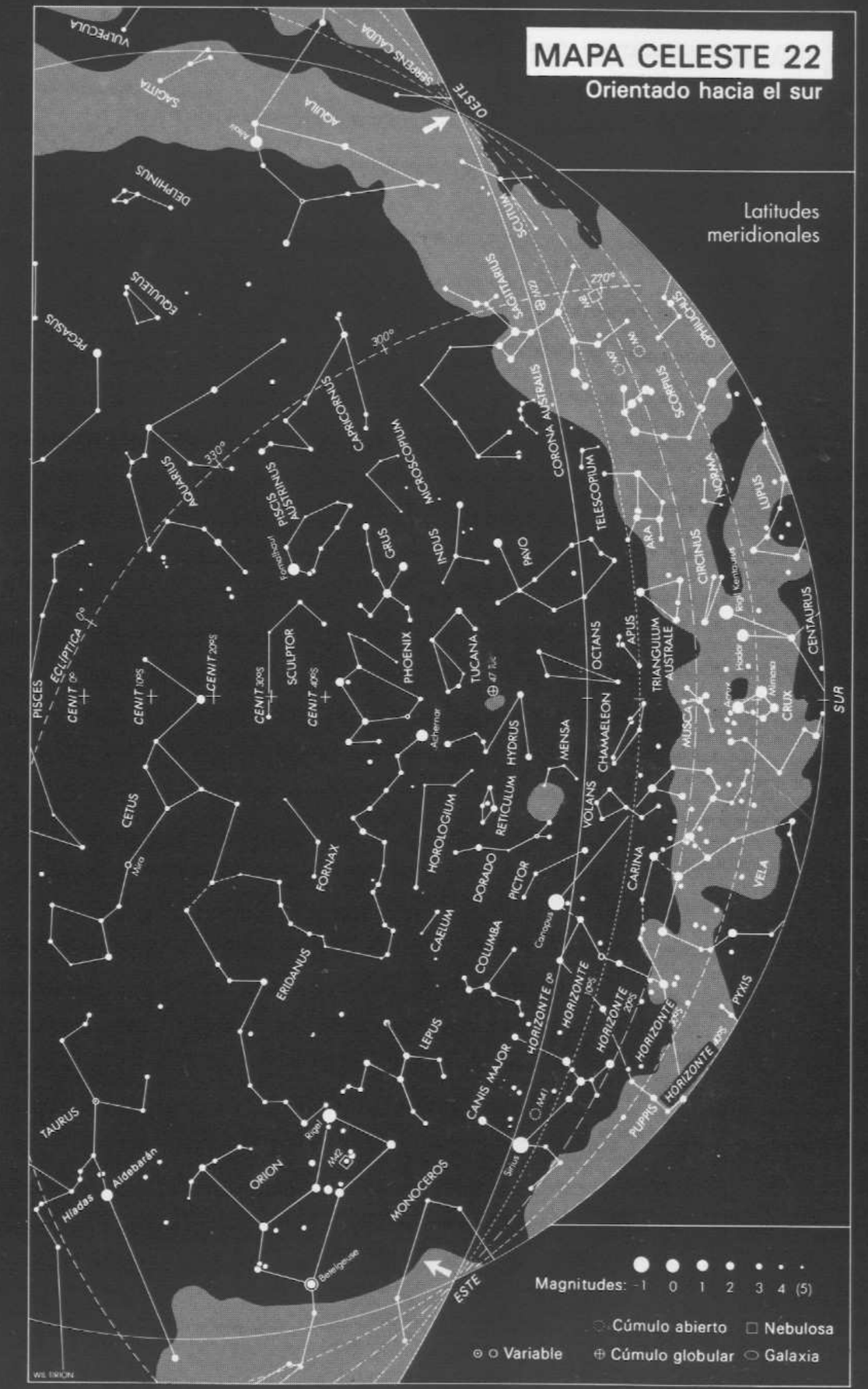
	Tiempo	H.V.
1 octubre	24 h	01 h
15 octubre	23 h	24 h
1 noviembre	22 h	23 h
15 noviembre	21 h	22 h
1 diciembre	20 h	21 h

etc.

MAPA CELESTE 22

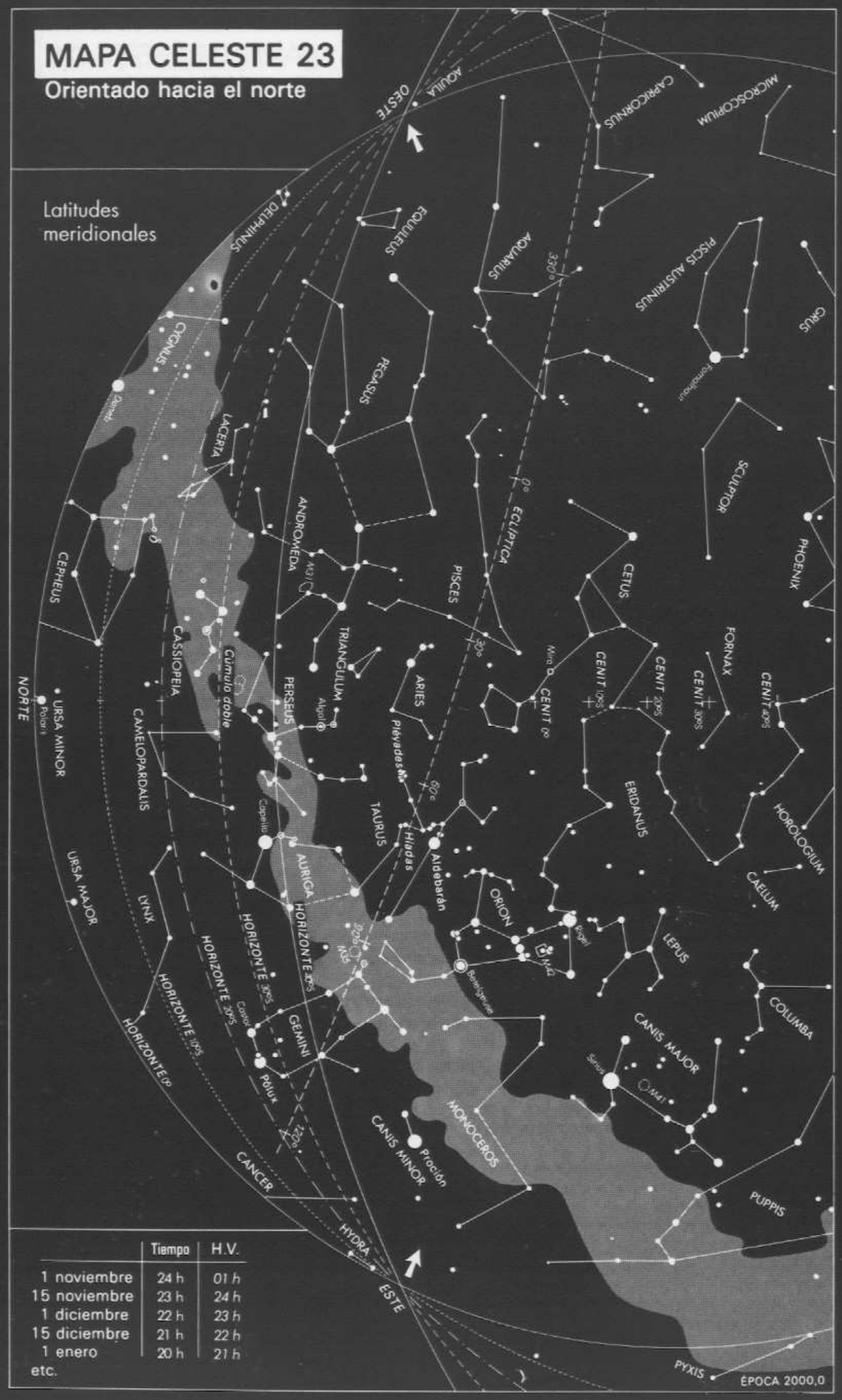
Orientado hacia el sur

Latitudes meridionales



MAPA CELESTE 23

Orientado hacia el norte

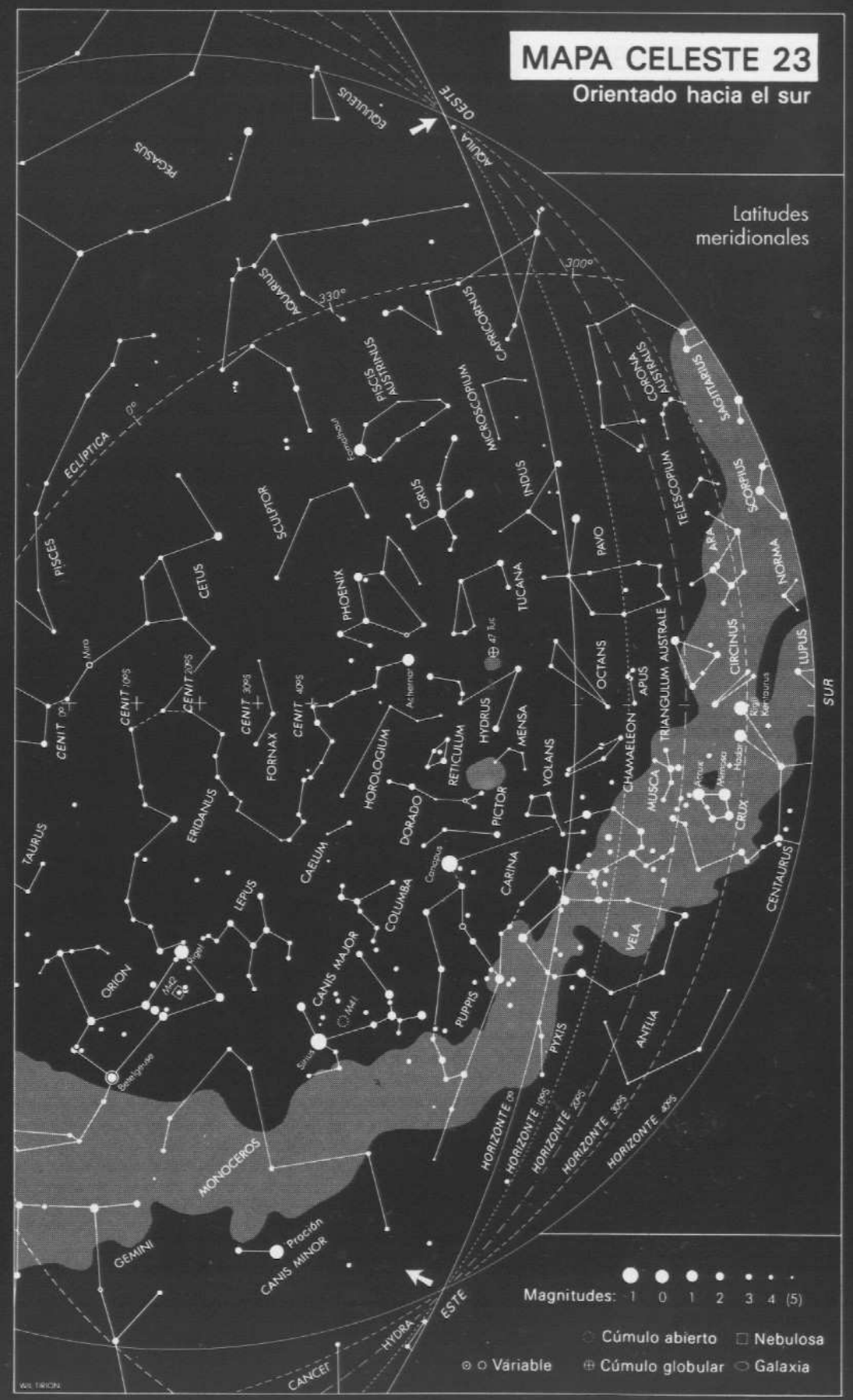


	Tiempo	H.V.
1 noviembre	24 h	01 h
15 noviembre	23 h	24 h
1 diciembre	22 h	23 h
15 diciembre	21 h	22 h
1 enero	20 h	21 h
etc.		

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 23

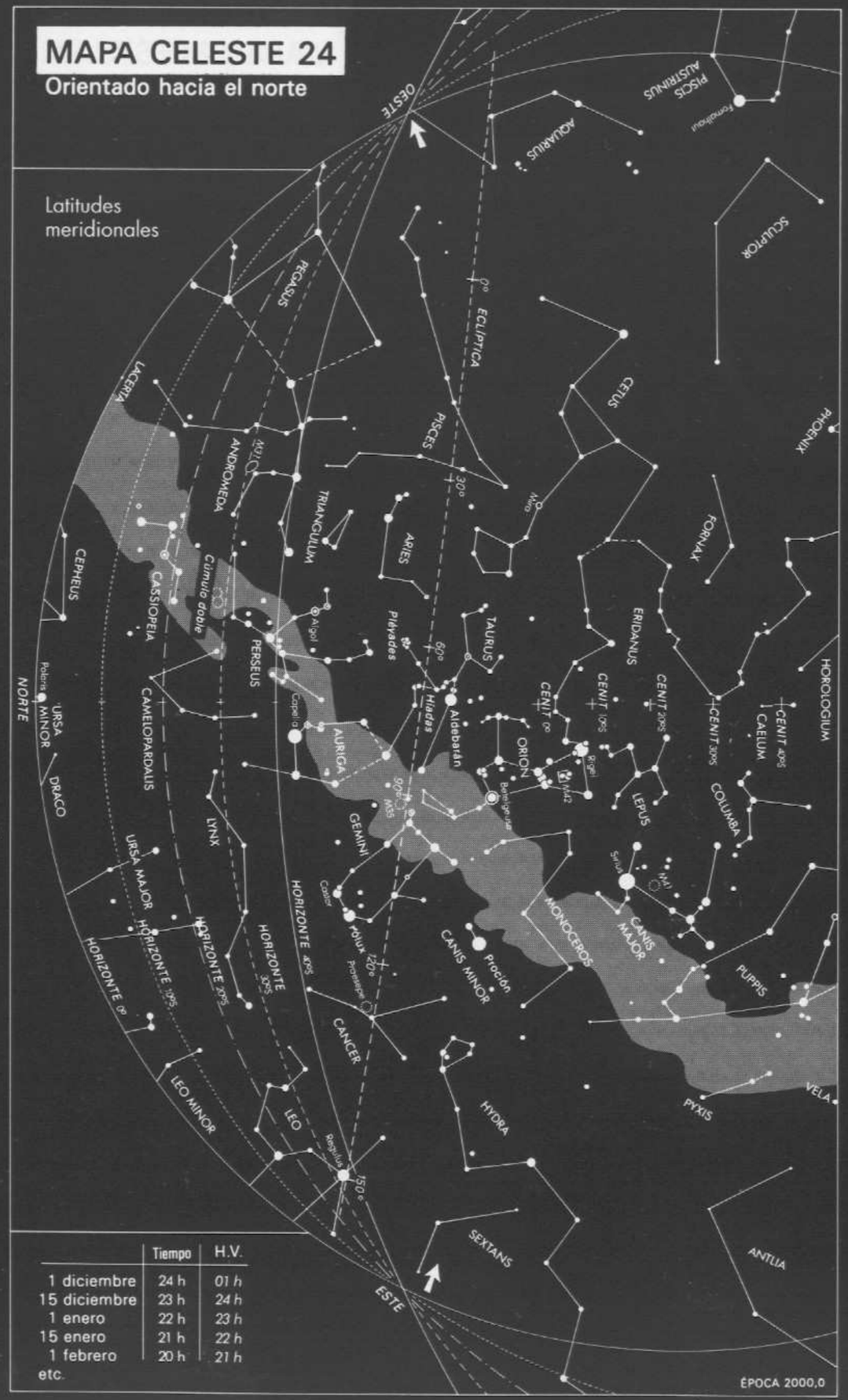
Orientado hacia el sur



MAPA CELESTE 24

Orientado hacia el norte

Latitudes meridionales



	Tiempo	H.V.
1 diciembre	24 h	01 h
15 diciembre	23 h	24 h
1 enero	22 h	23 h
15 enero	21 h	22 h
1 febrero	20 h	21 h

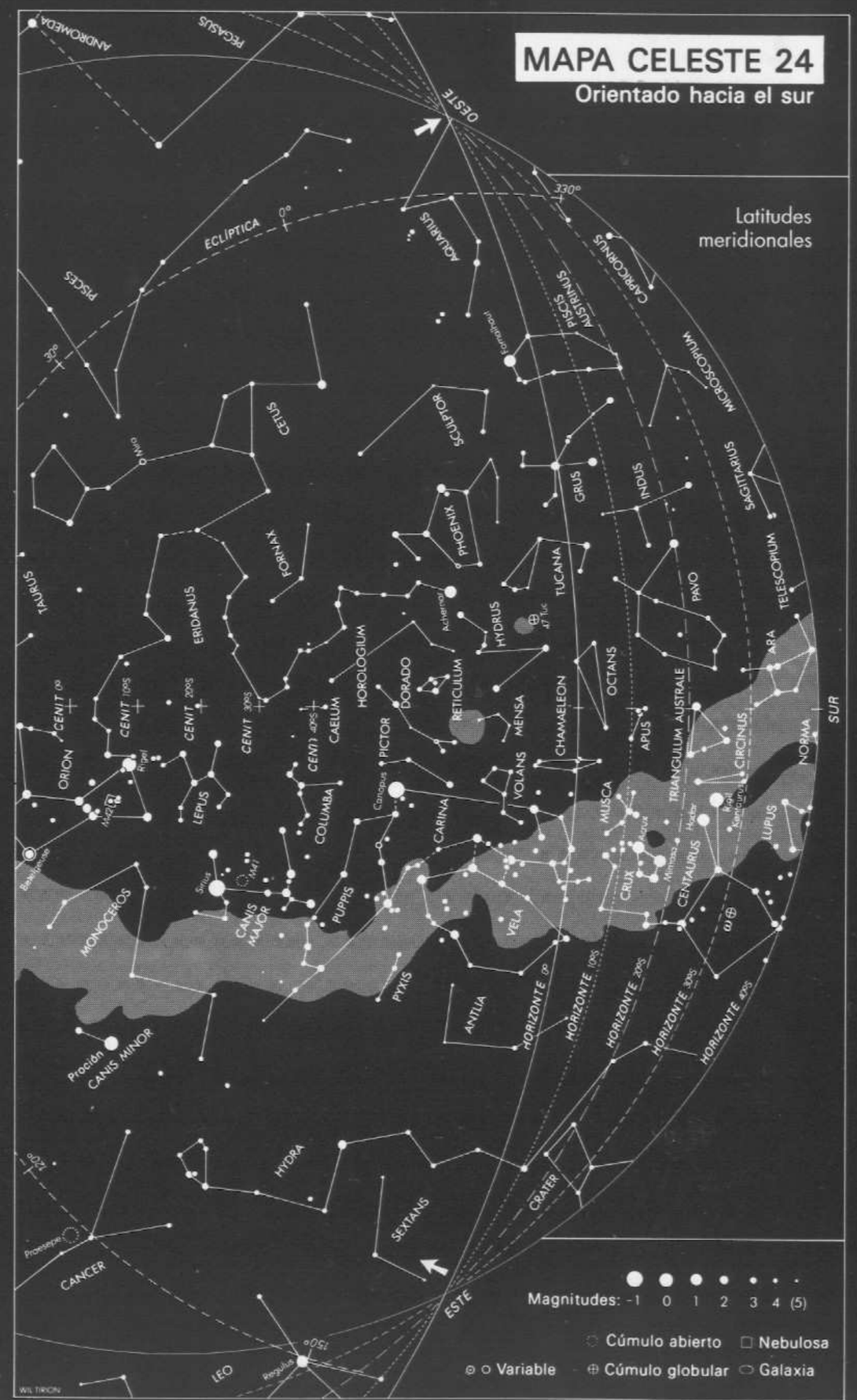
etc.

ÉPOCA 2000,0

MAPA CELESTE 24

Orientado hacia el sur

Latitudes meridionales



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ⬭ Galaxia

4

LAS CONSTELACIONES

En la actualidad se sabe que todas las estrellas de una constelación dada no presentan de modo necesario una relación física unas con otras. Algunas estrellas de una constelación pueden estar relativamente próximas a la Tierra, en tanto que otras pueden estar relativamente alejadas. Todo lo que se sabe es que las estrellas están en aproximadamente la misma dirección que la vista desde la Tierra. Sin embargo, de la misma manera que fue conveniente para los observadores iniciales de las civilizaciones antiguas dividir el firmamento en constelaciones o grupos de estrellas aparentemente relacionadas, en la actualidad es también apropiado que asociemos cada estrella a sólo una constelación.

Historia de las constelaciones

No se sabe con exactitud cuándo y dónde fue concebido el primer sistema de constelaciones. Textos cuneiformes y artefactos procedentes de la civilización del valle del Éufrates sugieren que el león, el toro y el escorpión estaban ya asociados a constelaciones en el año 4000 antes de Cristo. Muchos estudiosos se han visto intrigados por el hecho de que exista cierta semejanza entre los nombres otorgados a las constelaciones por civilizaciones separadas por grandes distancias. Quizá en último término pueda encontrarse una tradición muy común para dar nombre a unos cuantos grupos de estrellas. No obstante, en la mayor parte de los casos las constelaciones de distintas civilizaciones parecen haberse desarrollado de modo independiente unas de otras.

De las 88 constelaciones que figuran en la lista de la International Astronomical Union en la compilación definitiva de 1930 más de la mitad eran conocidas por los antiguos. Menciones de las constelaciones griegas se encuentran en la poesía de Homero, que data aproximadamente del siglo IX antes de Cristo, y de Aratus, de aproximadamente del siglo III antes de Cristo. En algún momento del lapso de tiempo comprendido entre la vida de los dos poetas, probablemente de mediados a finales del siglo V antes de Cristo, la *eclíptica* —el camino que el Sol parece seguir a través de la esfera celeste en el curso de un año— fue identificada en Babilonia y quizá también en Grecia. Los babilonios dividieron la eclíptica en las 12 partes del *zodíaco* —la banda de constelaciones a través de la cual se desplazan el Sol, la Luna y los planetas (observados desde la Tierra) en el curso del año.

Durante el siglo II de nuestra era, el astrónomo egipcio Ptolomeo catalogó información sobre 1022 estrellas, agrupadas en 48 constelaciones. No constituye sorpresa alguna que el catálogo de Ptolomeo incluya sólo estrellas visibles desde la latitud de Alejandría, donde vivió y escribió este científico.

El *Almagesto*, la obra principal de Ptolomeo, constituyó la última palabra sobre las constelaciones hasta el siglo XVI, en que los viajes europeos de descubrimiento posibilitaron que los navegantes llegaran hasta latitudes meridionales. El primer atlas de estrellas, publicado por Johann Bayer en 1603, incluía 12 constelaciones nuevas visibles desde el hemisferio sur. En 1624 el astrónomo alemán Jakob Bartsch añadió tres constelaciones nuevas a los espacios existentes entre las constelaciones nombradas con anterioridad. Bartsch alistó asimismo como constelación separada la agrupación que conocemos por Crux, Cruz del Sur, cuyas cuatro estrellas principales habían sido incluidas por Ptolomeo en la constelación de Centauro. (El nombre Crux revela asimismo un intento de quitar al firmamento el carácter pagano típico de este período.) A finales del siglo XVI, Tycho Brahe (1546-1601) elevó a la categoría de constelación el asterismo Coma Berenices (Cabellera de Berenice) que para los antiguos formaba parte de Leo o Virgo.

Siete constelaciones más, visibles desde las latitudes septentrionales medias, fueron descritas por el astrónomo alemán Johannes Hevelius en 1687. La visita de Nicolas Louis de La Caille al Cabo de Buena Esperanza en 1750 dio por resultado el descubrimiento de 14 constelaciones meridionales adicionales. Desde este tiempo, se ha intentado en varias ocasiones crear nuevas constelaciones, pero éstas no han gozado de aceptación oficial. No obstante, desde mediados de la primera década del siglo XIX ha sido uso corriente omitir la constelación mayor de Ptolomeo, Argo Navis, y alistar en su lugar tres constelaciones que representan la quilla de la nave (Carina), la popa (Puppis) y las velas (Vela), además de la brújula (Pyxis) inventada por La Caille.

La lista en curso de constelaciones es la adoptada por la International Astronomical Union en 1928 y codificada dos años más tarde. La IAU definió el término constelación como una de las 88 regiones en las cuales fue dividido el firmamento entero; cada área del firmamento pertenece a una y sólo una de estas regiones. Los límites zigzaguean, por lo cual las líneas que separan las constelaciones no presentan discordancia con las figuras antiguas. Unas pocas estrellas que inicialmente se pensó que formaban parte de otra constelación acabaron en una nueva: por ejemplo, una de las cuatro estrellas del cuadrado de Pegasus pertenece ahora de modo oficial a Andrómeda. Pero, en conjunto, la división de la IAU aportó una gran simplificación.

Las líneas que dividen las constelaciones fueron trazadas siguiendo líneas de ascensión recta y declinación correspondientes al año 1875,0. (Los astrónomos usan decimales para indicar partes del año; 1875,0 implica el principio del año 1875.) Pero debido a la *precesión* (el corrimiento de la dirección del eje de la Tierra entre las estrellas),

las líneas entre constelaciones también han experimentado un ligero desplazamiento; las cartas del capítulo 7 ponen de manifiesto que las líneas que dividen las constelaciones no están alineadas tan nítidamente como antes con las líneas que marcan las coordenadas que hoy en día se dibujan para la fecha del año 2000,0, la época actual.

La precesión ha hecho cambiar asimismo las fechas en que el Sol parece recorrer cada una de las constelaciones del zodíaco, por lo cual el Sol no está situado en el signo que viene en los horóscopos de los periódicos. En realidad, el Sol realiza el recorrido de 13 constelaciones, no de 12, en el curso de un año. Además, todas las 24 constelaciones o parte de ellas están de hecho ubicadas en el zodíaco, si por zodíaco se entiende la región comprendida dentro de 8° de la eclíptica: la banda en la cual encontramos los ocho primeros planetas. (Si incluimos Plutón, que era desconocido para los antiguos, la banda es todavía más ancha.)

La lista que viene a renglón seguido divide a las constelaciones en tres grupos: las constelaciones del zodíaco tradicional, alistadas en el orden en que aparecen en el cielo: Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis. Luego vienen, por orden alfabético, las demás constelaciones catalogadas por Ptolomeo. Finalmente consignamos una lista de las constelaciones añadidas desde 1600, también por orden alfabético. Comoquiera que en muchos casos cada constelación lleva asociada más de una historia mitológica, la lista no pretende abarcar todos los mitos. Para cada constelación, damos la lista de los números de Cartas en las que figura en el capítulo 7. Una lista de abreviaciones estándar para las constelaciones y la forma genitiva de sus nombres usada para construir nombres de estrellas (por ejemplo, alpha Centauri en Centaurus) aparecen en el apéndice 1.

Los antiguos atlas de Bayer (1603), Hevelius (1687) y Johann Elert Bode (1801) contienen bellos dibujos de algunas de las constelaciones. A lo largo de esta obra aparece una selección de estos dibujos.

Constelaciones del Zodíaco

Aries, Carnero. El vellocino de oro de este carnero fue premio conseguido por Jasón, líder de los Argonautas. (Cartas del atlas 10, 22 y 23)

Taurus, Toro. Zeus se disfrazó de toro de color blanco nieve para de este modo atraer a Europa, princesa de Fenicia. Atraída hacia el animal por su belleza, Europa montó en su lomo. Luego Zeus nadó con su pasajera hasta Creta, en donde le reveló su identidad y obtuvo sus favores. (Cartas del atlas 10, 11, 23 y 24)

Gemini, Gemelos. Se trata de dos gemelos piadosos e incluso medio hermanos, según algunos. Gemini es la palabra romana para los Dioscuri, que en la mitología griega eran hijos de Leda, la esposa de Tíndaro, rey de Esparta. Aunque Cástor era el hijo de Tíndaro, Pólux (Polydeuces en griego) puede haber sido el hijo de Zeus, quien le habría otorgado inmortalidad. Después de la muerte de Cástor, Pólux estuvo abrumado de dolor y quiso compartir su inmortalidad con su hermano. Al final Zeus los reunió situándolos juntos en el firmamento. (Cartas del atlas 12, 24 y 25)

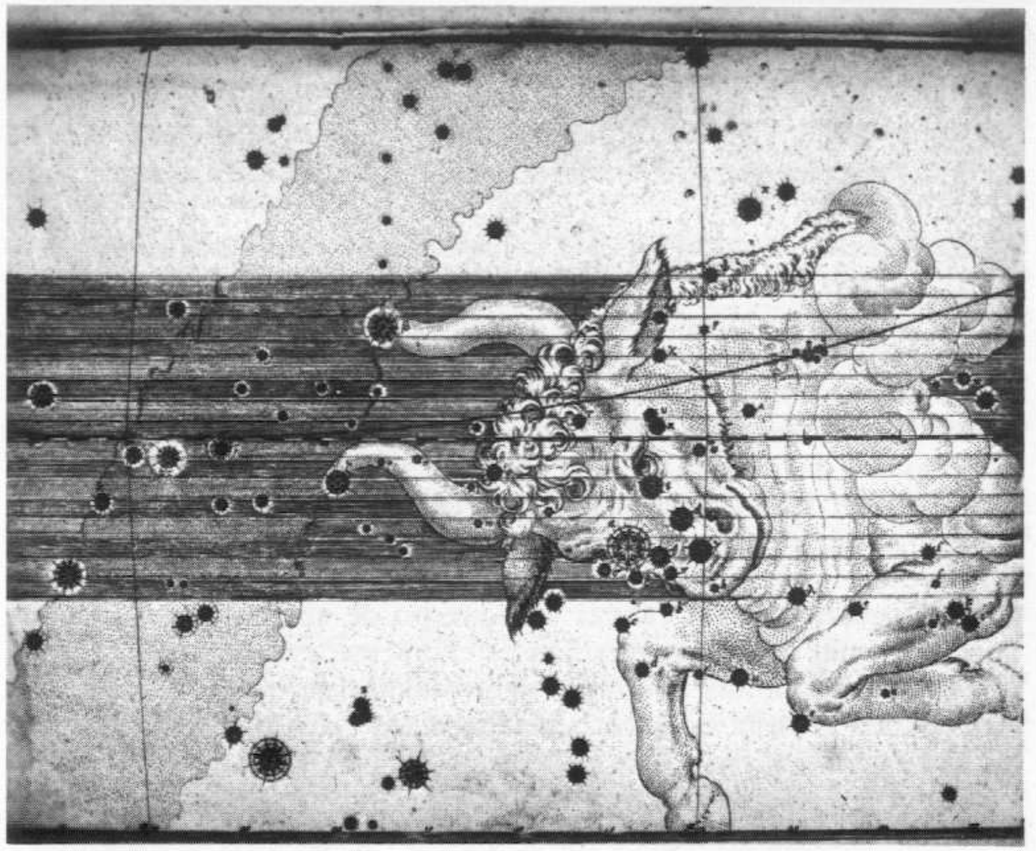


Fig. 4-1. Taurus, el Toro, según el atlas de estrellas de Bayer (1603). (Jay M. Pasachoff)

Cancer, Cangrejo. Cuando Hércules luchaba con Hydra (véase la pág. 147) Juno envió a este cangrejo para que atacara a Hércules. El cangrejo no tuvo éxito en su misión, sino que por contra fue aplastado. Pero Juno recompensó al cangrejo colocándolo entre las estrellas. (Cartas del atlas 13, 25 y 26)

Leo, León. La piel gruesa y dura de este león, el más fiero del mundo, se convirtió en el distintivo de Hércules (véase la pág. 147) una vez que ahogó al león quitándole la vida, con lo que completó con éxito su primer trabajo. (Cartas del atlas 13, 14, 26 y 27)

Virgo, Virgen. Virgo ha sido identificada con diversas heroínas. La asociación con Ceres, diosa de las cosechas, ayuda a explicar el nombre de la estrella más brillante de Virgo, Spica, que significa espiga de trigo o maíz. (Cartas del atlas 27, 28, 39 y 40)

Libra, Balanza. Esta constelación fue probablemente inventada cuando se estableció el zodíaco. Los nombres árabes de las dos estrellas más brillantes de Libra significan garra meridional y garra septentrional, lo cual confirma que en un tiempo Libra fue parte de Scorpius. La constelación fue asociada más tarde con la balanza sostenida por Astrea, diosa de la justicia. (Cartas del atlas 28, 29 y 40)

Scorpius, Escorpión. Según un relato, Apolo, que debía ocuparse de preservar la virginidad de su hermana Artemisa, envió al escorpión a que matara a Orión (véase la pág. 148). Orión y Scorpius fue-

ron colocados en el firmamento tan separados como fue posible, al objeto de evitar que se produjeran alteraciones entre ellos, aunque Scorpius todavía persigue a Orión alrededor de la esfera celeste. (Cartas del atlas 29 y 41)

Sagittarius, Sagitario. Esta constelación ha sido asociada al centauro, Quirón, afamado por su buena puntería y por sus conocimientos de medicina y música. Otros autores dicen que Quirón era un modelo demasiado civilizado para Sagitario; afirman que Quirón está asociado a la constelación Sagitario porque la identificó en el firmamento para guiar a los Argonautas en su viaje hasta Tesalia. (Cartas del atlas 30, 31 y 41-43)

Capricornus, Capricornio. Las tres últimas constelaciones del zodíaco están situadas en la región del firmamento denominada el Mar. Desde los primeros tiempos de la antigüedad esta constelación ha sido descrita con la cabeza y el cuerpo de una cabra y la cola de un pez. Según una interpretación, la cabra, experta trepadora, representa la ascensión del Sol desde su posición inferior en el cielo, que está situada en esta constelación. La cola de pez puede representar las lluvias ocasionales. (Cartas del atlas 31, 32 y 43)

Aquarius, Acuario. Los artefactos antiguos describen a esta constelación como un hombre o niño que vierte agua desde un cubo, y que representa también la época de lluvias. (Cartas del atlas 21, 31, 32 y 44)

Piscis, Peces. Venus y Cupido escaparon del monstruo Tifón (véase Piscis Austrinus, pág. 149) disfrazándose de este pez y saltando al río Éufrates. (Cartas del atlas 9, 21 y 22)

Otras constelaciones catalogadas por Ptolomeo

Andrómeda. Varias constelaciones están asociadas al relato de Andrómeda, la hija de Casiopea y Cefeo. Cuando Casiopea presumió de que su belleza superaba a la de las ninfas de mar, las bellezas menospreciadas pidieron a Neptuno, dios del mar, que castigara a la jactanciosa. Neptuno envió al monstruo marino Cetus a que arrasara el reino de Cefeo. Cuando Cefeo requirió los consejos de un oráculo, se le comunicó que sólo el sacrificio de Andrómeda a Cetus apaciguaría a los dioses. Andrómeda fue, por tanto, encadenada a una roca junto al mar, pero su destino fue desviado por la llegada de Perseo (véase la pág. 149), quien convirtió a Cetus en piedra espetando ante el monstruo la cara de Medusa. (Cartas del atlas 9, 10 y 20)

Aquarius, Acuario. Zodiacal; véase arriba.

Aquila, Águila. A esta ave le fue otorgada, como recompensa, un lugar en el firmamento por haber traído de la Tierra al bello Ganimedes para ser el copero de los dioses. (Cartas del atlas 30 y 31)

Ara, Altar. Los dioses del Olimpo construyeron este altar para conmemorar su victoria sobre los Titanes. (Cartas del atlas 41 y 51)

Aries. Zodiacal; véase arriba.

Argo Navis, Nave Argo. Esta nave transportó a los Argonautas desde Tesalia hasta Colchis en busca del vellocino de oro. Como quiera que ya no se considera una única constelación, esta agrupación ha sido subdividida en cuatro constelaciones: Carina, Puppis, Pyxis y Vela (véanse las págs. 151-154). Véase la fotografía de la pág. 43.

Auriga, Cochero. Ningún relato explica de modo definitivo la figura definida, supuestamente, por esta constelación: un auriga (sin carro ni caballo), sosteniendo las riendas en su mano derecha, una cabra sobre su hombro derecho y dos niños pequeños en su brazo izquierdo. Un mito asocia Auriga con Erictonio, el hijo lisiado de Vulcano y Minerva. Erictonio inventó el carro, que no sólo hizo posible que se desplazara de un lugar para otro, sino que hizo que ganara un lugar en el firmamento. (Cartas del atlas 3, 11 y 12)

Boötes, Boyero. Ningún mito está asociado de modo definido a esta constelación. Según un relato, Boötes fue recompensado con un lugar en el firmamento por inventar el arado. (Cartas del atlas 15, 16, 28 y 29)

Cancer, Cangrejo. Zodiacal; véase arriba.

Canis Major, Can Mayor. Esta constelación ha sido asociada a varios perros míticos, incluido el perro de Acteón, pero también ha sido conocida como Perro de Orión. A Orión le gustaba cazar animales salvajes, como Lepus, la Liebre (véase la pág. 147); Canis Major, situado en el talón de Orión en el firmamento, parece listo a abalanzarse sobre la Liebre. (Cartas del atlas 24, 25 y 36)

Canis Minor, Can Menor. Entre los perros a los cuales ha sido asociada esta constelación tenemos el favorito de Helena, quien permitió que Paris la secuestrara sin ofrecer resistencia. (Carta del atlas 25)

Capricornus, Capricornio. Zodiacal; véase arriba.

Cassiopeia, Casiopea. Debe consultarse Andrómeda (estudiada con anterioridad). Cuando Casiopea puso objeciones al matrimonio de Perseo y Andrómeda, Perseo exhibió la cabeza de Medusa. De resultas de ello, los enemigos de Perseo, incluida Casiopea, se convirtieron en piedra. Neptuno colocó a Casiopea en el firmamento, pero a fin de humillarla, hizo las disposiciones pertinentes para que en ciertas épocas del año ésta colgara al revés. (Cartas del atlas 1, 2 y 9)

Centaurus, Centauro. Esta constelación se identifica a menudo con Quirón (que se menciona al estudiar Sagitario). Cuando Hércules hirió de modo accidental a Quirón con una de sus flechas envenenadas, Quirón padeció mucho, pero dada su inmortalidad, no pudo encontrar descanso en la muerte. Resolvió su problema ofreciéndose como sustituto a Prometeo, un Titán que sufría por haber robado fuego del firmamento a beneficio de la humanidad. Los dioses habían castigado a Prometeo encadenándolo a una roca, en donde cada día un buitre devoraba su hígado, que era restaurado cada noche. A petición de Hércules, Zeus estuvo de acuerdo en liberar a Prometeo si se encontraba a alguien que le sustituyera. Quirón ofreció su inmortalidad a Prometeo y fue a Tartarus, donde Prometeo había sido encarcelado por Zeus. Zeus colocó a Quirón entre las estrellas. Véase también Corona Australis (abajo). (Cartas del atlas 38-40, 49 y 50)

Cepheus, Cefeo. Véase Andrómeda (pág. 144). (Cartas del atlas 1, 2 y 8)

Cetus, Ballena. Monstruo marino; véase Andrómeda. (Cartas del atlas 21-23, 33 y 34). Véase la fotografía de la pág. 31.

Corona Australis, Corona Austral o del Sur. Se dice que la Corona Austral representa una corona de laurel u olivo, colocada sobre los vencedores de los juegos y los que prestan un gran servicio a sus compañeros. Según un relato, esta constelación simboliza una corona de laurel lista para ser colocada sobre la frente de Quirón en reconocimiento del servicio prestado a Prometeo. Véase Centaurus (pág. 145). (Carta del atlas 42)

Corona Borealis, Corona Boreal o del Norte. Esta constelación se asocia por lo general a Ariadna, hija de Minos rey de Creta. Cada año, como tributo a Creta, 14 jóvenes de Atenas fueron ofrecidos como alimento al Minotauro, el monstruo que Minos mantuvo en un laberinto. Cuando Teseo llegó de Atenas como una de las víctimas en perspectiva, Ariadna se enamoró de él. Ariadna propuso que le ayudaría a escapar del Minotauro si prometía llevarla a Atenas como novia. Teseo estuvo de acuerdo. Ariadna mantuvo su promesa y una vez Teseo hubo matado al Minotauro, los dos partieron en una nave. Se detuvieron en la isla de Naxos, en donde Teseo y los atenienses dejaron abandonada a Ariadna cuando ésta dormía. Cuando Ariadna despertó, reclamó su venganza, encontró a Dioniso, dios del vino, quien se casó con ella de inmediato. Como regalo de bodas, Dioniso le ofreció una corona claveteada de gemas. Cuando Ariadna murió, Dioniso colocó la corona entre las estrellas. (Cartas del atlas 16 y 17)

Corvus, Cuervo. Según algunos autores, se trata del cuervo que Apolo envió para custodiar a su amada, Coronis, durante sus ausencias. Durante una de las ausencias del dios, Coronis se enamoró de otro y fue infiel a Apolo. Cuando el cuervo contó a Apolo lo que había sucedido, Apolo recompensó al ave colocándola en el firmamento. (Cartas del atlas 27 y 39)

Crater, Copa de Baco. Esta constelación, parecida a una copa, ha sido asociada a varios dioses y héroes, incluyendo Apolo, Baco, Hércules y Aquiles. (Cartas del atlas 27 y 38)

Cygnus, Cisne. Según una leyenda, esta constelación está relacionada con el relato de Faetón, mortal que descubrió que su padre era Helius, el dios sol. Helius prometió a Faetón dejarle conducir el carro del Sol a través del firmamento. Faetón perdió pronto el control y estuvo a punto de destruir la Tierra con el calor del Sol debido a su conducción temeraria. Zeus intervino arrojando un trueno a Faetón, quien cayó en el río Eridano (pág. 147). El amigo devoto de Faetón, Cygnus, impulsado por el dolor, se zambulló en el agua en busca del cuerpo. Apolo se apiadó de Cygnus, lo transformó en un cisne y colocó al cisne en el firmamento. (Cartas del atlas 7, 8, 18 y 19)

Delphinus, Delfín. En un relato, el delfín logró convencer a la diosa marina Anfitrite para que se casara con Poseidón, al cual había estado rechazando. Como recompensa, Poseidón colocó a Delphinus entre las estrellas. (Cartas del atlas 19 y 31)

Draco, Dragón. Entre los monstruos a los cuales esta constelación ha sido asociada tenemos al dragón muerto por Cadmo, hermano de Europa, en el emplazamiento de la ciudad que más tarde se convertiría en Tebas. Una vez que Cadmo logró su hazaña, Atenea le ordenó que plantara algunos de los dientes del dragón. Hombres armados crecieron a partir del suelo; cuando Cadmo lanzó piedras hacia ellos, éstos empezaron a luchar entre sí. Todos murieron menos cinco, y los supervivientes ayudaron a Cadmo a construir la ciudad de Tebas. (Cartas del atlas 4-8)

Equuleus, Caballito. Este grupo de estrellas es asociado a Celeris, el hermano de Pegaso (véase la pág. 148). Mercurio regaló Celeris al héroe Cástor. (Carta del atlas 32)

Eridanus, Eridano o el Río. Se dice que las aguas del río Eridano hierven de modo permanente de resultas de la caída de Faetón (véase Cygnus, pág. 146). (Cartas del atlas 22-24, 34, 35 y 46)

Gemini, Gemelos. Zodiacal; véase arriba.

Hércules. El más famoso de todos los héroes griegos, Hércules fue idolatrado en toda la región mediterránea. Más conocido por sus doce trabajos, realizó muchas hazañas increíbles a lo largo de su vida. Su muerte aportó un final igualmente dramático a su existencia. Después de matar de modo accidental a un joven, Hércules decidió exiliarse con su esposa, Deyanira. Cuando llegaron a un río, Hércules lo atravesó a nado, dejando a Deyanira a cargo de Neso, centauro que se ofreció a llevarla sobre sus espaldas hasta la otra orilla. Cuando Neso intentó violar a Deyanira, Hércules disparó al centauro una flecha envenenada. Antes de que Neso muriera, sugirió a Deyanira que conservara su sangre como amuleto, en caso de que quisiera renovar el interés de Hércules por ella. Cierto tiempo más tarde, al enterarse del interés de su marido por otra mujer, Deyanira frotó la sangre seca del centauro en una de las túnicas de Hércules. El cuerpo del héroe se quemó en cuanto éste se puso la túnica, y cuando intentó sacársela su piel se desprendió. Cuando Deyanira tuvo noticias del efecto causado por la túnica se colgó. Hércules construyó una pira y se colocó sobre ella, y sólo Filoctetes tuvo valor suficiente como para prenderle fuego. Al instante, se observó un relámpago. La pira se quemó por completo, sin que quedaran trazas de huesos. Se supuso que el cuerpo de Hércules había sido transportado hasta el Olimpo. (Cartas del atlas 17, 18, 29 y 30)

Hydra, Hidra o Serpiente del Mar. La eliminación de este monstruo pluricéfalo constituyó el segundo trabajo de Hércules, tarea difícil dado que al ser cercenada una cabeza, crecían dos nuevas en su lugar. Hércules resolvió este problema, haciendo que su sobrino, Yolao, quemara el muñón dejado por cada cabeza en cuanto Hércules la hubiera rebanado, lo cual impidió que surgieran nuevas cabezas. Como quiera que Yolao le ayudó en su labor, se requirió a Hércules para que sustituyera a otro en su lugar. Esta constelación no debe confundirse con Hydrus, que es meridional (pág. 151). (Cartas del atlas 25, 26 y 37-40)

Leo, León. Zodiacal; véase arriba.

Lepus, Liebre. Según algunos autores, la Liebre fue colocada en el firmamento de suerte que estuviera cerca de su cazador, Orión. (Véase Canis Major, pág. 145.) (Cartas del atlas 24, 35 y 36)

Libra, Balanza. Zodiacal; véase arriba.

Lupus, Lobo. Un relato asocia esta constelación al impío Licaón quien puso en cuestión la aspiración de Zeus a la divinidad. Al objeto de probar a Zeus, Licaón sirvió la carne de un niño al rey de los dioses. A fin de castigar a Licaón por este acto impío, Zeus lo transformó en un lobo. (Cartas del atlas 40 y 50)

Lyra, Lira. Éste es el instrumento regalado por Apolo a Orfeo, el poeta y músico más famoso de la leyenda griega. Cuando murió su esposa Eurídice, se notificó a Orfeo que podría hacerla resucitar con tal de que no mirara hacia atrás para percibirla hasta que ella estuviera bajo la luz del Sol. Orfeo hizo que ella volviera a la vida tocando la lira, pero cuando él alcanzó la luz del Sol, miró hacia atrás. Puesto que Eurídice todavía no había alcanzado la luz del Sol, Orfeo la perdió para siempre. Permaneció inconsolable y rechazó las proposiciones de todas las mujeres que intentaron obtener su amor. Un día fue atacado por un grupo de mujeres a quienes había menospreciado; aplacando su música, le hicieron trizas y echaron su cabeza y su lira al río Hebro. Sin embargo intervino Apolo; la cabeza de Orfeo fue colocada en una cueva, sus miembros fueron enterrados al pie de Monte Parnaso y su lira fue situada entre las estrellas. (Carta del atlas 18)

Ophiuchus, Ofiuco o Serpentario. Este grupo por lo general es identificado con Asclepio, el primer médico y cirujano, que acompañó a los Argonautas. Curó a enfermos y heridos con una eficacia tal que Plutón empezó a preocuparse por el declive de la inmigración hacia el infierno. Plutón convenció a Zeus de que arrojara un trueno a Asclepio y lo puso entre las constelaciones. La serpiente arrollada en torno a un poste constituye el símbolo de la medicina en la actualidad, quizá debido a la asociación del desprendimiento periódico de la piel de la serpiente con la renovación de la vida. (Cartas del atlas 29, 30 y 41)

Orión. Cuando este cazador gigante se encontró con Artemisa, diosa de la caza y de la Luna, su hermano Apolo concibió temores acerca de su virginidad. Apolo envió a Scorpius, el Escorpión (véase la pág. 143) que atacara a Orión, quien se lanzó de un salto al mar para ponerse a salvo. Luego Apolo convenció ladinamente a su hermana de que disparara a una mancha oscura que aparecía en las olas. Se trataba evidentemente de Orión. La diosa intentó que Asclepio curara a Orión, pero el médico había sido muerto por el trueno de Zeus. (Véase Ofiuco, arriba.) Luego Artemisa colocó a Orión en el firmamento, en donde sería perseguido eternamente por el escorpión. (Cartas del atlas 11, 12, 23 y 24). Véase la fotografía de la pág. 35.

Pegasus, Pegaso. Se trata del caballo alado que surgió de la sangre de Medusa una vez que ésta fue muerta por Perseo (véase abajo). Pegaso fue domesticado por Belerofonte, cuyo éxito frente a monstruos y enemigos se le subió a la cabeza. Cuando Belerofonte decidió ir montado en Pegaso hasta el Olimpo, los dioses se ofendieron, por lo cual Zeus envió un tábano a que aguijoneara a Pegaso. Pegaso se encabritó, causando la caída de Belerofonte. Belerofonte quedó lisiado y ciego, pero Pegaso continuó subiendo el Olimpo, y ganó un lugar entre las estrellas como constelación. (Cartas del atlas 9, 19-21 y 32)

Fig. 4-2. Perseus, del atlas de las estrellas de Bode (1804). (Jay M. Pasachoff)

Perseus, Perseo. Armado de un escudo bruñido que le había regalado Atenea, Perseo mató a Medusa, la única de las Gorgonas que era mortal. Las tres Gorgonas eran monstruos alados tan horribles que todos los que las contemplaban quedaban transformados en piedra. Atenea dijo a Perseo que usara el escudo como espejo. De esta manera pudo evitar mirar directamente a las Gorgonas. Después de haber cortado la cabeza de Medusa, el caballo alado Pegaso surgió de su sangre. La cabeza de Medusa hizo que Perseo venciera a muchos enemigos y que matara al monstruo Cetus (véase Andrómeda, pág. 144). (Cartas del atlas 2, 3 y 9-11)

Pisces, Peces. Zodiacal; véase arriba.

Piscis Austrinus, Pez del Sur. Denominada asimismo Piscis Australis, esta constelación está relacionada, según algunos autores, con el relato del monstruo Tifón. Una vez que Zeus y los dioses del Olimpo expulsaron a los Titanes, hijos de Gea, ésta parió a otro hijo, Tifón. Gea incitó a Tifón a que atacara a los dioses del Olimpo, quienes adoptaron varias formas de animales para escapar de él —Venus, por ejemplo, adoptó la forma de un pez. (Véase asimismo Piscis, pág. 144.) (Cartas del atlas 43 y 44)

Sagitta, Flecha. Esta constelación ha sido asociada a varias flechas distintas, incluida la que fue usada por Apolo para matar a los Cíclopes, gigantes poseedores de sólo un ojo. (Cartas del atlas 18, 19 y 31)

Sagittarius, Sagitario. Zodiacal; véase arriba.

Scorpius, Escorpión. Zodiacal; véase arriba.

Serpens, Serpiente. Esta constelación está asociada a Ofiuco (véase pág. 148). (Serpens Caput, la cabeza, aparece en las cartas del atlas 16 y 29; Serpens Cauda, la cola, figura en la carta del atlas 30)

Taurus, Toro. Zodiacal; véase arriba.

Triangulum, Triángulo. Esta constelación menor ha sido asociada a distintos lugares geográficos. Esto no debe resultar sorprendente, debido a que su forma es semejante a la de la letra griega δ (delta), a veces fue denominada Delta y por lo tanto asociada a Egipto y al Nilo, cuyo delta aportaba tierra fértil. También fue asociada a la isla de Sicilia, a la que sus tres promontorios le dan una forma triangular. (Cartas del atlas 9 y 10)

Ursa Major, Osa Mayor. Zeus se enamoró de Calisto, hija de Licaón (véase Lupus, pág. 148). Juntos tuvieron un hijo, Arcas. Calisto fue transformada en osa por uno de los dioses —algunos autores dicen que por Artemisa, que estaba enfadada con Calisto, su antigua y casta compañera; algunos dicen que por Zeus, quien quería proteger a Calisto de los celos de su esposa, Hera; y algunos dicen que por Hera. (Cartas del atlas 4-6 y 13-15)

Ursa Minor, Osa Menor. Cuando Arcas alcanzó el estado adulto, estuvo a punto de matar a una osa, sin saber que se trataba de su madre, Calisto. Para proteger a Calisto, Zeus transformó a Arcas en un oso y los llevó a ambos tirando de sus colas hasta el firmamento, en donde se tornaron constelaciones. Molesta por este honor, Hera se vengó convenciendo a Poseidón de que no permitiera a los osos que se bañaran en el mar. Por esta razón, Ursa Major y Ursa Minor son constelaciones circumpolares, que nunca desaparecen bajo el horizonte. (Cartas del atlas 2 y 6)

Virgo, Virgen. Zodiacal; véase arriba.

Constelaciones añadidas desde 1600

Debe observarse que los nombres de las constelaciones reflejan los tiempos en que fueron asignados; en este caso se encuentran muchos nombres de máquinas además de alusiones a mitos clásicos.

Antlia, Bomba Neumática. La Caille llamó a esta constelación Machine Pneumatique y en Alemania se denomina Luftumpe. (Cartas del atlas 37 y 38)

Apus, Ave del Paraíso. El ave cuyo nombre refleja esta constelación fue encontrada originalmente en Papúa (Nueva Guinea). (Cartas del atlas 50 y 51)

Caelum, Cincel. La Caille formó esta constelación con las estrellas comprendidas entre Columba y Eridanus. (Carta del atlas 35)

Camelopardalis, Jirafa. Bartsch fue el primero en mencionar esta constelación, aduciendo que representaba el camello que condujo a Rebeca a Isaac. La constelación está situada en el gran espacio comprendido entre Perseus, Auriga y las Osas. (Cartas del atlas 2 y 3)

Canes Venatici, Perros de Caza. Hevelius formó esta constelación con estrellas situadas entre la Osa Mayor y Boötes, para representar los dos galgos de Boötes atraillados (véase la pág. 145). (Carta del atlas 15)

Carina, Quitila (de Argo). Véase Argo Navis, pág. 144. (Cartas del atlas 47-49). Véase el dibujo de la pág. 42.

Chamaeleon, Camaleón. Esta constelación pequeña está situada debajo de Carina, que se halla separada del polo sur por Octans. (Cartas del atlas 48 y 49)

Circinus, Compases. Esta constelación, al sur de Lupus, fue añadida por La Caille. (Carta del atlas 50)

Columba, Paloma. Petrus Plancius, el teólogo y cartógrafo holandés del siglo XVI, señaló esta constelación al sur de Lepus, para representar la paloma que Noé envió en busca de tierra firme desde el arca. (Cartas del atlas 35 y 36)

Coma Berenices, Cabellera de Berenice. Considerada durante mucho tiempo como asterismo, Coma Berenices fue alistada por vez primera como constelación en 1602 por Tycho Brahe. Berenice era la esposa de Ptolomeo Euergetes de Egipto a mediados del siglo III antes de Cristo. Ofreció como sacrificio su cabellera a Venus si su marido volvía sano y salvo de la guerra. Después de haber vuelto sano y salvo el marido, cumplió su voto, pero su cabello desapareció por la noche. Un astrónomo griego señaló la constelación, aduciendo que era el cabello desaparecido, colocado en el firmamento por Venus. Coma Berenices contiene el polo norte galáctico (el polo norte con respecto a la orientación de la Galaxia de la Vía Láctea). (Cartas del atlas 15, 27 y 28)

Crux, Cruz del Sur. Los griegos antiguos consideraban que las cuatro estrellas principales de Crux formaban parte del Centauro, que rodea a Crux por tres costados. La cruz no posee estrella central, de manera que parece más una cometa. (Carta del atlas 49)

Dorado, Carpa Dorada. La Gran Nube de Magallanes está situada dentro de esta constelación. (Carta del atlas 47)

Fornax, Horno. La Caille formó este grupo con estrellas pertenecientes al recodo meridional del río Eridano. (Carta del atlas 34)

Grus, Grulla. Constelación meridional. (Cartas del atlas 43-45 y 52)

Horologium, Reloj. Se trata de una de las constelaciones de La Caille. (Cartas del atlas 34 y 46)

Hydrus, Serpiente de Agua. No debe confundirse con la constelación Hydra, designada por Ptolomeo. Está situada entre la Gran Nube de Magallanes y la Pequeña Nube de Magallanes. (Carta del atlas 46)

Indus, Indio. Se supone que esta constelación representa a un nativo de América, con flechas en ambas manos. (Carta del atlas 43 y 52)

Lacerta, Lagarto. Hevelius formó esta constelación con estrellas situadas entre Cygnus y Andrómeda. Se supone que la forma estaba determinada por el espacio disponible entre las constelaciones más antiguas. (Cartas del atlas 1, 8 y 20)

Leo Minor, León Menor. Hevelius formó esta constelación con estrellas situadas entre las constelaciones zodiacales de Leo y Ursa Major. El nombre refleja la creencia de este científico de que esta agru-

pación estelar presentaba una naturaleza semejante a la de los otros dos grupos. (Cartas del atlas 13 y 14)

Lynx, Lince. Hevelius escogió este nombre, aduciendo que sólo las personas con ojos de lince podrían percibir este grupo de estrellas. (Cartas del atlas 3, 4, 12 y 13)

Mensa. La Caille llamó a esta constelación Mons Mensae, en homenaje al Monte de la Mesa, situado al sur de la Ciudad de El Cabo, Sudáfrica, en donde realizó gran parte de su trabajo. (Carta del atlas 47)

Microscopium, Microscopio. La Caille formó esta constelación con las estrellas situadas al sur de Capricornus y al oeste de Piscis Austrinus. (Carta del atlas 43)

Monoceros, Unicornio. El Unicornio es atribuido por lo general a Bartsch, pero algunos autores afirman que su antigüedad es mayor. (Cartas del atlas 24 y 25)

Musca, Mosca. En los catálogos iniciales, este grupo, situado al sur de la Cruz Austral y al noreste de Camaleón, fue llamado a veces la Abeja. (Carta del atlas 49)

Norma, Escuadra. Una de las constelaciones de La Caille, Norma está situada inmediatamente al norte del Triángulo Austral (pág. 153). (Cartas del atlas 40 y 50)

Octans, Octante. La Caille otorgó este nombre a esta constelación en homenaje al invento de John Hadley, el octante, en 1730. Incluye el polo sur del firmamento. (Cartas del atlas 45-52)

Pavo, Pavo real. Según el mito, Argos, el constructor de la nave Argo fue transformado en un pavo real por Hera una vez que ésta hubo transportado la nave hasta el cielo. Por consiguiente, fue apropiado que una de las 12 constelaciones nuevas del firmamento meridional recibiera este nombre, con lo que de este modo quedaban reunidos Argos y su nave. (Cartas del atlas 51 y 52)

Phoenix, Fénix. Otra de las 12 constelaciones del firmamento meridional, cuyo nombre constituye un homenaje al ave mitológica. Se decía que el fénix vivió 500 o 600 años en el desierto de Arabia, se quemó a sí mismo en una pira fúnebre y surgió de sus cenizas para vivir de nuevo. En la China, Egipto, la India y Persia de la antigüedad, el fénix era un símbolo astronómico que representaba los ciclos naturales. (Cartas del atlas 33, 45 y 46)

Pictor, Caballete del Pintor. La Caille denominó a este grupo Equuleus Pictoris o Caballete de Pintor. (Equuleus también significa "caballo pequeño".) El nombre se ha reducido a Pictor. La constelación está situada al sur de Columba. (Cartas del atlas 35 y 47)

Puppis, Popa (de Argo). Véase Argo Navis. (Cartas del atlas 25, 36-37.) Véase el dibujo de la pág. 43.

Pyxis, Brújula (de Argo). Véase Argo Navis. (Carta del atlas 37.) Véase el dibujo de la pág. 43.

Reticulum, Retícula. Esta constelación fue concebida por La Caille como homenaje a su retícula, la red de hilos finos que colocó en el foco de su telescopio para observar el hemisferio sur. Sin embargo, la constelación había sido dibujada con anterioridad por Isaak Habrecht de Estrasburgo. (Carta del atlas 46)

Sagittarius, Sagitario. Zodiacal; véase arriba.

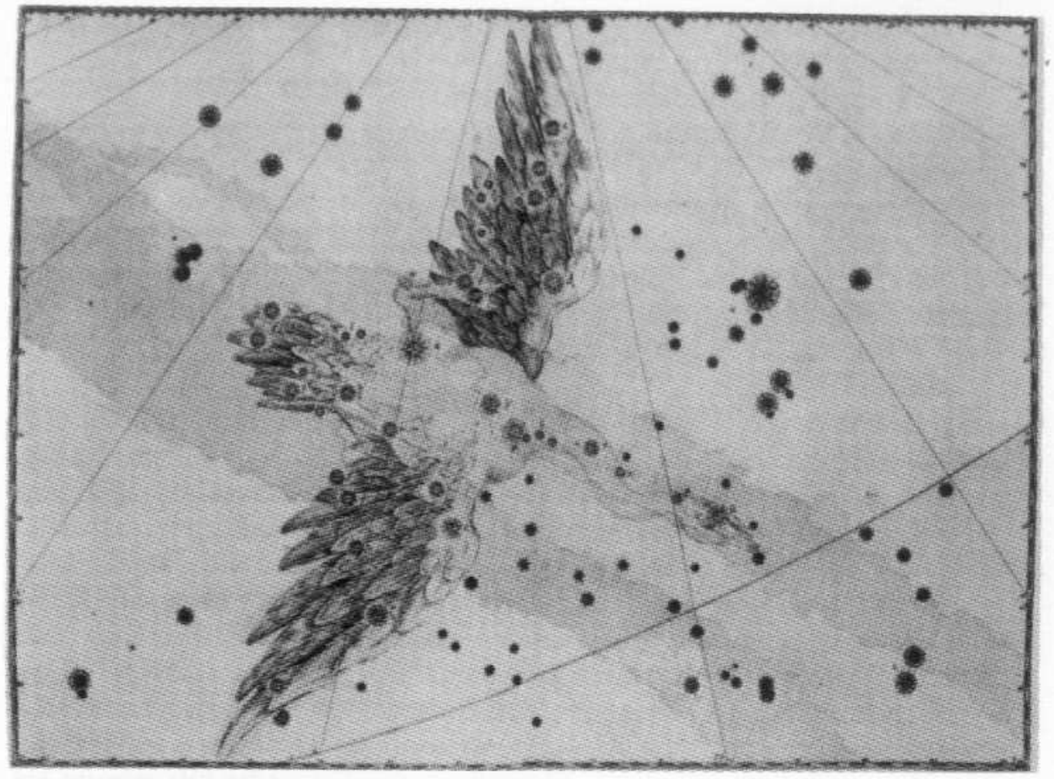


Fig. 4-3. Cygnus, el Cisne, del atlas de las estrellas de 1603 de Bayer. (Jay M. Pasachoff)

Scorpius, Escorpión. Zodiacal; véase arriba.

Sculptor, Escultor. La Caille denominó a esta agrupación l'Atelier du Sculpteur, el estudio del escultor, pero el nombre ha sido abreviado. La constelación está situada entre Cetus y Phoenix y contiene el polo sur galáctico. (Cartas del atlas 33 y 44)

Scutum, Escudo. Hevelius formó esta constelación con varias estrellas de la Vía Láctea, situadas entre la cola de Serpens y la cabeza de Sagittarius. Se supone que la constelación representa el escudo de Jan Sobieski, rey de Polonia, en homenaje a su resistencia frente al ataque turco, en Viena, en 1683. (Carta del atlas 30)

Sextans, Sextante. Hevelius formó esta constelación, situada entre Leo e Hydra, para reconocer la importancia del sextante en su medición de las estrellas. (Carta del atlas 26)

Telescopium, Telescopio. La formación original de La Caille de esta constelación, situada entre Ara y Sagittarius, supuso un solapamiento con varias constelaciones más antiguas. Por ejemplo, el telescopio estaba orientado hacia Sagittarius. Las personas que confeccionaron los catálogos más tarde volvieron a dibujar los contornos para evitar este tipo de solapamiento. (Cartas del atlas 42, 51 y 52)

Triangulum Australe, Triángulo Austral o del Sur. Mucho más conspicuo que su contraparte septentrional, Triangulum (pág. 150), este grupo está situado al sur de Norma. (Carta del atlas 50)

Tucana, Tucán. Se trata de otra de las constelaciones meridionales cuyo nombre deriva de aves exóticas. Esta constelación constituye el hogar de la Pequeña Nube de Magallanes. (Carta del atlas 45)

Vela (de Argo) Véase Argo Navis. (Cartas del atlas 37, 38, 48 y 49.) Véase el dibujo de la pág. 42.

Virgo, Virgen. Zodiacal; véase arriba.

Volans, Pez Volador. El nombre original era Piscis Volans. (Carta del atlas 48)

Vulpecula, la Zorra. Constelación añadida por Hevelius. Vulpecula es el hogar de la Nebulosa del Dumbbell (pág. 161). La denominación original era Vulpecula cum Ansere, la Zorra con el Ánsar. (Cartas del atlas 18 y 19)

5

ESTRELLAS, NEBULOSAS Y GALAXIAS

El universo contiene muchos tipos de objetos, y la mayoría de ellos están indicados en las cartas del capítulo 7. En este capítulo, se dará una descripción de los distintos tipos de objetos cuyas posiciones en el firmamento están fijadas a la esfera celeste, cuenca ficticia que parece girar alrededor de los polos celestes. (El Sol, la Luna y los planetas, por otra parte, cambian su posición con respecto a las estrellas.) Al final del capítulo, aparecen listas y gráficos de una selección de los objetos más interesantes del firmamento y cuándo están visibles. Para satisfacer las necesidades del lector, se han escogido los objetos de suerte que algunos de ellos sean visibles en cada una de las épocas del año.

Estrellas

El lector ya ha visto la estrellas más brillantes en los mapas celestes mensuales del capítulo 3. El apéndice 2 proporciona una lista más completa. Los astrónomos miden el brillo de las estrellas tomando por base la escala de magnitudes, cuya descripción aparece en el capítulo 3 (pág. 62).

Tanto los mapas celestes mensuales como las cartas detalladas del capítulo 7 usan círculos de distintos tamaños para representar las magnitudes de las estrellas. Debe recordarse que cuanto más elevada sea la magnitud, tanto más pálida será la estrella. Las estrellas con un brillo tan débil como el implicado por la magnitud de 6, pueden percibirse a simple vista en condiciones perfectas, pero según la capacidad visual del lector y el brillo del firmamento nocturno, de ordinario el límite visual es mucho menor. Constituiría un caso común que el cielo presentara un brillo suficiente como para impedir que el lector viera las estrellas con un brillo más débil que la tercera magnitud. A decir verdad, en las ciudades, el cielo puede ser tan brillante que el lector no pueda ver ninguna estrella.

Temperaturas estelares

Todas las estrellas son bolas de gas cuya temperatura es tal que irradian luz. Las estrellas poseen distintas temperaturas, que varían desde 2100°C hasta 50 000°C. De la misma manera que un atizador de hierro cada vez se vuelve más brillante a medida que se calienta, presentando al principio color rojo y luego adquiere color blanco al volverse

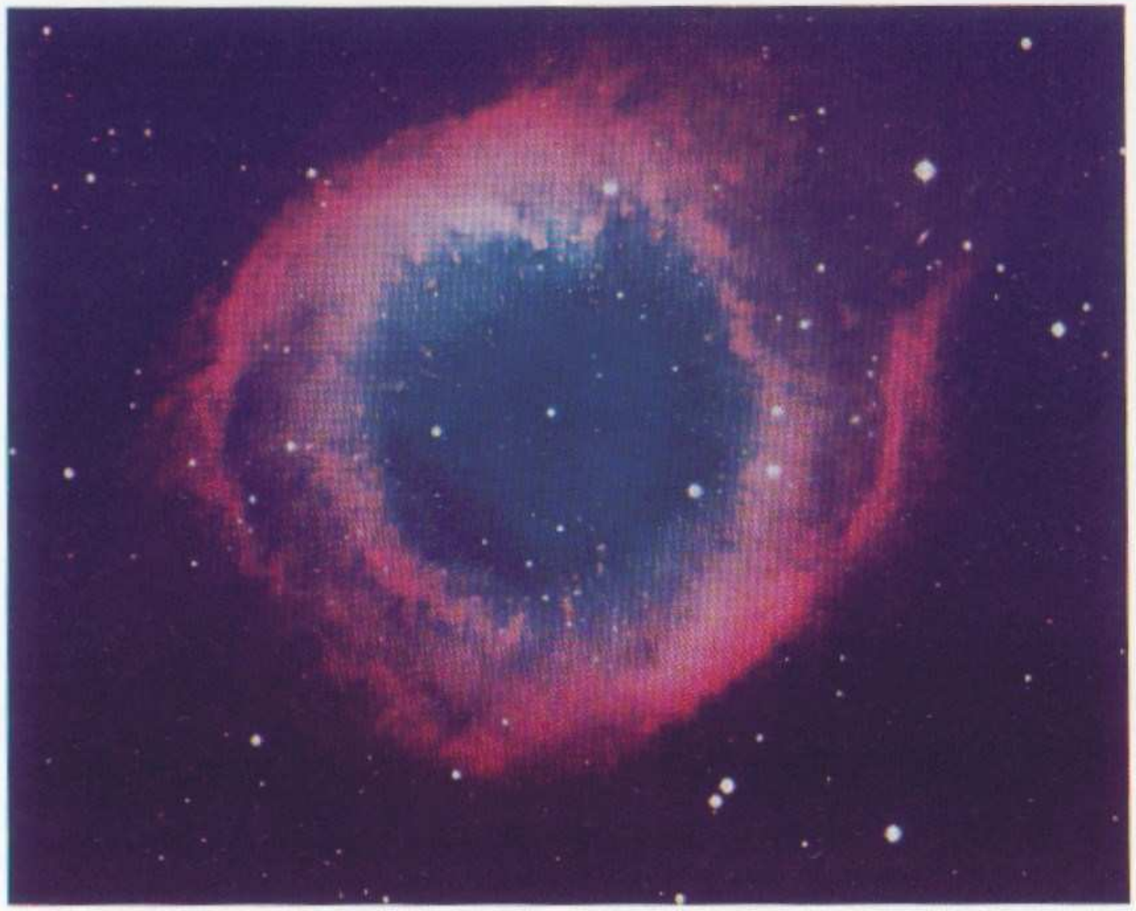


Fig. 5-8. La Nebulosa Helicoidal, NGC 7293, en Aquarius. Se halla a 400 años-luz de distancia, siendo pues la nebulosa planetaria que tenemos más cerca. Su diámetro en el cielo es aproximadamente el mismo que el de la Luna, pero es demasiado débil para ser observada a simple vista (carta del firmamento 44). (© 1979 Anglo-Australian Telescope Board)

Una estrella cuya masa es superior al doble de la del Sol alcanza un final más espectacular. Una vez que se ha convertido en una gigante roja, adquiere todavía un tamaño mayor y se convierte en una supergigante. En este punto puede explotar de modo drástico y convertirse en una *supernova*. El brillo de una supernova puede competir con el de la galaxia a la cual pertenece (fig. 5-9). Sólo en la década de los veinte los científicos se percataron de que las supernovas y las novas son fenómenos completamente distintos. La formación de una supernova trae consigo la devastación completa de una estrella, dando lugar a elementos pesados debido a la alta temperatura, y luego estos elementos son arrojados al espacio. Los elementos más pesados del cuerpo humano (es decir, aquellos cuyo peso atómico es superior al del hierro) se formaron en supernovas que explotaron antes de producirse la formación de nuestro sistema solar. Cuando el Sol y los planetas del sistema solar se formaron, incorporaron estos elementos pesados. Asimismo, parece cada vez más probable que nuestro sistema solar se formara cuando una supernova cercana hizo que una nube de gas y polvo empezara a colapsarse. Por consiguiente, las supernovas fueron importantes para la existencia de la humanidad.

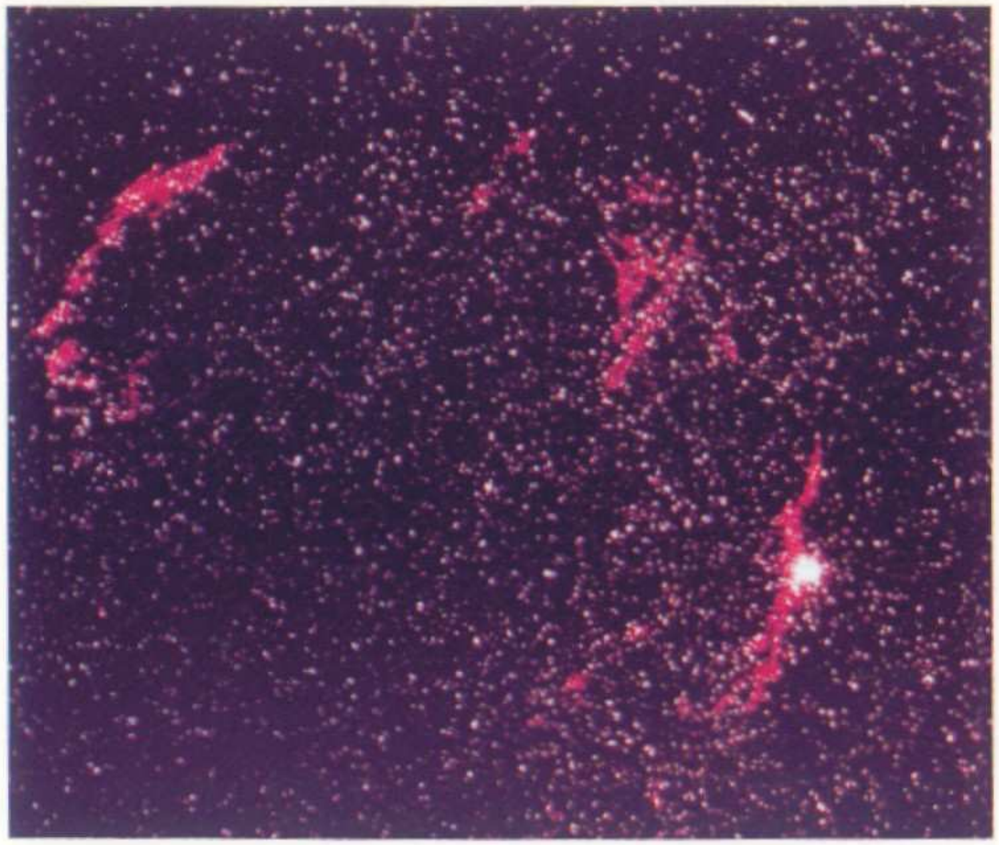
Fig. 5-9. La galaxia en espiral NGC 3110, sin (izquierda) y con (derecha) una supernova. Para fotografiar una supernova se deben tomar cortas sesiones —a menos que encontremos una por nosotros mismos. (National Optical Astronomy Observatories/N.A. Sharp y G. Jacoby)

En unos pocos casos, todavía pueden verse en el espacio los restos de una supernova, como sucede en la Nebulosa del Cangrejo (fig. 5-10), que explotó el año 1054 de nuestra era. La Nebulosa del Velo es parte del bucle de Cygnus (fig. 5-11), el remanente visible de una supernova que explotó hace mucho tiempo. Los astrónomos aún detectan otras supernovas a partir de sus emisiones de radio o de rayos X.

En 1987, la primera supernova visible a simple vista desde 1604 entró en erupción en la Gran Nube de Magallanes. Desgraciadamente para los habitantes del hemisferio norte, sólo fue visible desde la Tierra desde bastante al sur; no pudo verse en las latitudes septentrionales medias. Los astrónomos fueron capaces de realizar observaciones detalladas cuando la supernova se hizo más brillante y se desvaneció. Verificaron que se formaron elementos pesados como el hierro, el cobalto y el níquel, y están aprendiendo detalles sobre la evolución de las estrellas. Fue verificada su idea básica de cómo explotan las estrellas macizas para convertirse en supernovas, aunque se produjeron muchas sorpresas. Por ejemplo, la estrella que explotó fue una supergigante azul, y hasta entonces se había creído que únicamente las supergigantes rojas daban lugar a supernovas.

Fig. 5-10. La Nebulosa del Cangrejo, M1, en Taurus (carta del firmamento 11), el remanente de la supernova del año 1054 de nuestra era. (De láminas del Observatorio de Palomar, California Institute of Technology, © 1990 Anglo-Australian Telescope Board y Jay M. Pasachoff, de una colaboración entre David F. Malin y Jay M. Pasachoff)

Fig. 5-11. La Nebulosa del Velo en Cygnus (carta del firmamento 19). NGC 6992-95 están a la izquierda y NGC 6960 está a la derecha de este remanente de supernova. (© 1977 Hans Vehrenberg)



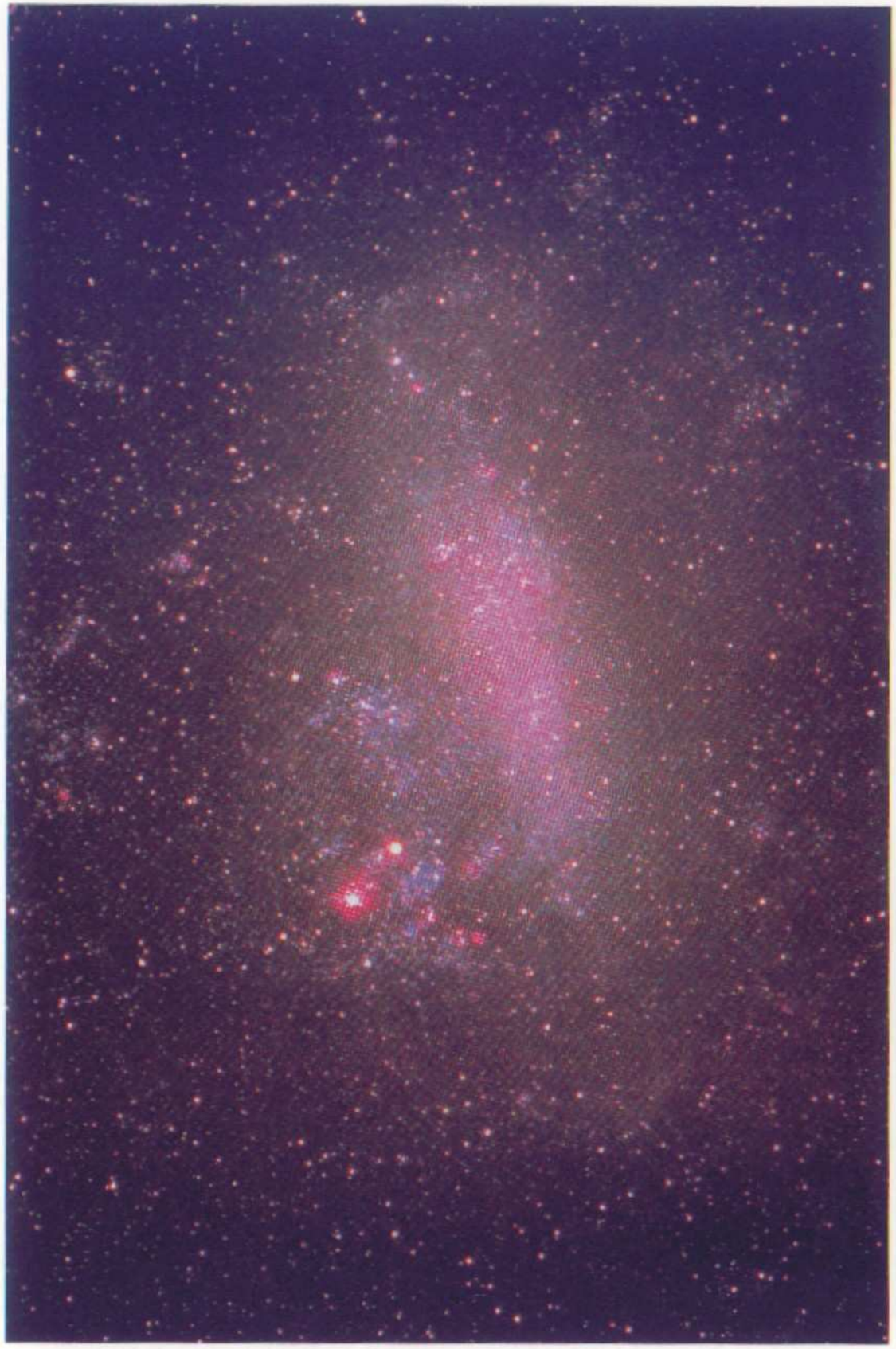


Fig. 5-12. La Gran Nube de Magallanes (carta del firmamento 47), con la rojiza Nebulosa de la Tarántula y, cerca de ella en el cielo, la supernova que explotó en 1987, conocida como SN 1987A. Desde entonces su luminosidad ha disminuido hasta hacerse imposible de ver a simple vista, pero sigue siendo muy estudiada. El norte se halla a la izquierda. (Akira Fujii)

movimientos de su estrella acompañante visible. El efecto es algo parecido a la deducción de que un danzarín invisible está presente observando los movimientos de su compañero. En donde con más probabilidad existe un agujero negro en nuestra galaxia es el denominado Cygnus X-1; se ha indicado su posición en la carta del atlas 19 del capítulo 7.

Cúmulos estelares

Algunas veces las estrellas forman grupos. Con prismáticos o un telescopio pequeño, se puede ver una docena, más o menos, de estrellas en una agrupación irregular situadas en una cierta área, aunque de hecho el cúmulo puede contener centenares de estrellas. Las estrellas están contenidas en una región con un diámetro de unos 30 años-luz. De ordinario mediante el uso de un telescopio mayor o por medio de una exposición fotográfica más dilatada, se pondrán de manifiesto más estrellas. Las Pléyades y las Híadas de Taurus (fig. 2-15, pág. 41) están entre los ejemplos más famosos de este tipo de cúmulos, que a menudo reciben el nombre de *cúmulos abiertos*. Otra

Fig. 5-14. El cúmulo abierto M11 en el Escudo (carta del firmamento 30). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-15. El cúmulo abierto y la nebulosa M16, a menudo conocida como la Nebulosa del Águila, en Serpens (carta del firmamento 30). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-16. El cúmulo abierto M103 en Cassiopeia (carta del firmamento 1). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-17. El cúmulo abierto NGC 6231 (centro) y la cercana nebulosa IC 4628 en Scorpius (carta del firmamento 41). (© 1977 Hans Vehrenberg)

Fig. 5-18. El cúmulo abierto NGC 6520 (carta del firmamento 42, arriba a la derecha) en Sagittarius está cerca de la nube negra de polvo Barnard 86. El polvo protege a las moléculas de la radiación ultravioleta que las descompone. Los radiotelescopios y los telescopios de infrarrojos atraviesan el polvo para detectar las estrellas formadas en el interior de estas nubes (© 1980 Anglo-Australian Telescope Board)

Fig. 5-19. El cúmulo globular M3 en Scorpius (carta del firmamento 15). (Akira Fujii)

denominación es la de *cúmulos galácticos*, toda vez que están situados en el plano de nuestra galaxia. Los cúmulos abiertos son relativamente jóvenes con respecto a la escala cósmica; las Pléyades se formaron sólo hace 100 millones de años. Las fotos obtenidas con exposición dilatada de este cúmulo (fig. 2-8) muestran grandes cantidades de gas y de polvo cerca de allí. A pesar de que antes se creía que las Pléyades se formaron a partir de esta nube de gas y polvo, hoy en día se ha podido comprobar que las Pléyades se están desplazando a través de una nube de gas y polvo que encontraron casualmente. Pueden observarse muchos otros cúmulos abiertos en el cielo, algunos a simple vista, algunos con unos binoculares y otros con la ayuda de los telescopios (figs. 5-14 a 5-18).

En otros lugares del firmamento, millares o centenas de millares de estrellas de origen común pueden estar situadas a una distancia de 300 años-luz, aproximadamente, formando una bola esférica enorme. Estas agrupaciones se denominan *cúmulos globulares*. En el firmamento septentrional, el cúmulo globular M13 en Scorpius (fig. 5-19), M13 en Hércules (fig. 2-7), y M15 en Pegasus se encuentran entre las más brillantes y por lo tanto más fáciles de ver. Un cúmulo globular puede tener a simple vista el aspecto de una bola de naftalina y lo propio puede suceder cuando la observación se realiza con un teles-

copio pequeño; son necesarios telescopios mayores para discernir estrellas individuales en este tipo de cúmulos. El cúmulo globular más cercano a nosotros es M4 en Scorpius, cerca de la brillante estrella Antares en el cielo (fig. 5-20). Las fotografías de esta zona revelan la existencia de gas y polvo alrededor de varias de las estrellas de la zona, incluyendo Antares y rho Ophiuchi. El cúmulo globular se halla a una distancia, no obstante, y se halla libre de polvo.

Los científicos han llegado a la conclusión de que todos los cúmulos globulares son muy viejos —quizás tienen una edad de 10 000 millones de años. Por otra parte, los cúmulos abiertos, presentan una amplia gama de edades; algunos pueden estar en proceso de formación en la actualidad. Un conjunto de cúmulos abiertos y cúmulos globulares interesantes que pueden verse en varias épocas del año figuran en la tabla 9, pág. 195; los tiempos en que los cúmulos son visibles están representados en un gráfico horario (pág. 197).

Nebulosas

Las *nebulosas* —nubes de gas y polvo que parecen brumosas a simple vista— son algunos de los objetos más bellos que pueden observarse en el espacio. La palabra nebulosa procede de la palabra griega que significa nube. Unas cuantas nebulosas especialmente interesantes

Fig. 5-21. Polvo y gas en Sagittarius, incluyendo el reflejo azulado de las nebulosas NGC 6589 y NGC 6590. El brillo rojizo procede de las nebulosas IC 1283 e IC 1284 (cartas del firmamento 30, 42). (© 1981 Anglo-Australian Telescope Board)

Fig. 5-22. La Nebulosa de la Laguna, M8 (cartas del firmamento 41, 42). (© 1978 Ben Mayer)

aparecen en la tabla 10 al final de este capítulo; los tiempos en que pueden observarse están indicados en un gráfico horario.

Algunas nebulosas representan envolturas de gas desprendidas de estrellas moribundas. Las nebulosas planetarias (pág. 159) y los restos de las supernovas (pág. 162) constituyen buenos ejemplos. Las nebulosas planetarias tienen este nombre porque a menudo aparecen en los telescopios pequeños como discos verdosos pequeños; sus imágenes telescópicas son parecidas a las de Urano y Neptuno, pero las semejanzas no van más lejos. Las nebulosas planetarias a menudo tienen un aspecto verdoso debido a que el oxígeno caliente en ciertas condiciones emite gran cantidad de radiación verde. Dos nebulosas planetarias están incluidas en la tabla 10; otras, en el apéndice 5.

Otras nebulosas indican la presencia de gas y polvo que todavía rodean a las estrellas jóvenes. El polvo refleja la luz estelar hacia la Tierra, dando lugar a una *nebulosa de reflexión*. Las nebulosas que rodean a las estrellas de las Pléyades (fig. 2-8, pág. 33) son nebulosas de reflexión.

Algunas nebulosas emiten luz; se denominan *nebulosas de emisión*. Otras nebulosas son oscuras y absorben la radiación procedente de atrás. Se trata de las *nebulosas oscuras* o *nebulosas de absorción*. La Nebulosa de la Laguna, M8, reluce con una luz roja de hidrógeno y presenta una banda oscura absorbente que la atraviesa (fig. 5-22).

Algunas nebulosas contienen pequeñas nebulosas oscuras en las cuales pueden estarse formando estrellas. La nebulosa M16 en Ser-

Fig. 5-23. La Nebulosa Omega, M17, en Sagittarius (carta del firmamento 30, abajo a la izquierda). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-24. La Nebulosa Trífida, M20, y una nebulosa de reflejo azul separada (cartas del firmamento 41, 42). (© Ben Mayer)

Fig. 5-25. La Nebulosa de California, NGC 1499 (carta del firmamento 10), que recibe este nombre debido a su forma. (© 1977 Hans Vehrenberg)

Fig. 5-26. IC 2177 (carta del firmamento 25, abajo a la derecha), con cúmulos abiertos próximos. (© 1977 Hans Vehrenberg)

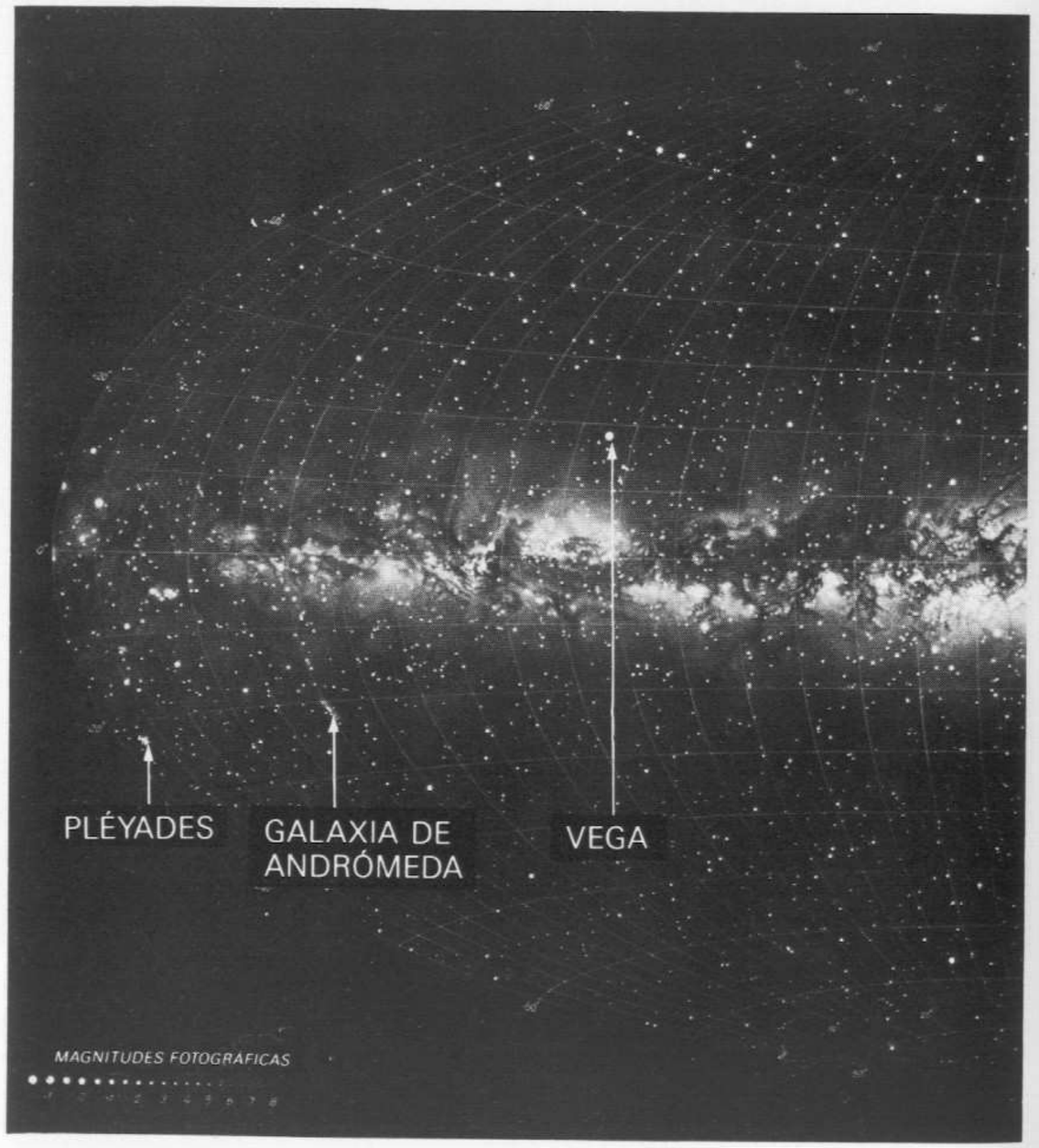
Fig. 5-27. La Nebulosa del Cono, NGC 2264 (carta del firmamento 24). (© 1977 Hans Vehrenberg)

pens (fig. 5-15) es un buen ejemplo de ello. Debido a que las radioondas y los rayos infrarrojos penetran en las nebulosas mejor que la luz visible, hoy en día los científicos interesados en el nacimiento de las estrellas están estudiando las nebulosas no sólo con la luz visible (figs. 5-23 a 5-30) sino también en otras partes del espectro.

La Nebulosa de Norteamérica (fig. 5-28) en la constelación Cygnus constituye otro ejemplo de nebulosa de emisión con una nebulosa de absorción que define los límites que percibimos. En este caso la parte de la nebulosa de emisión que impresiona la retina tiene aproximadamente la forma del continente de Norteamérica. Debe observarse que son visibles pocas estrellas en la zona equivalente al Golfo de México, debido a la nebulosa de absorción oscura situada en ella.

La Gran Nebulosa de Orión (figs. 2-9 a 2-12) es una zona muy interesante. La nebulosa de emisión es una amplia burbuja orientada hacia

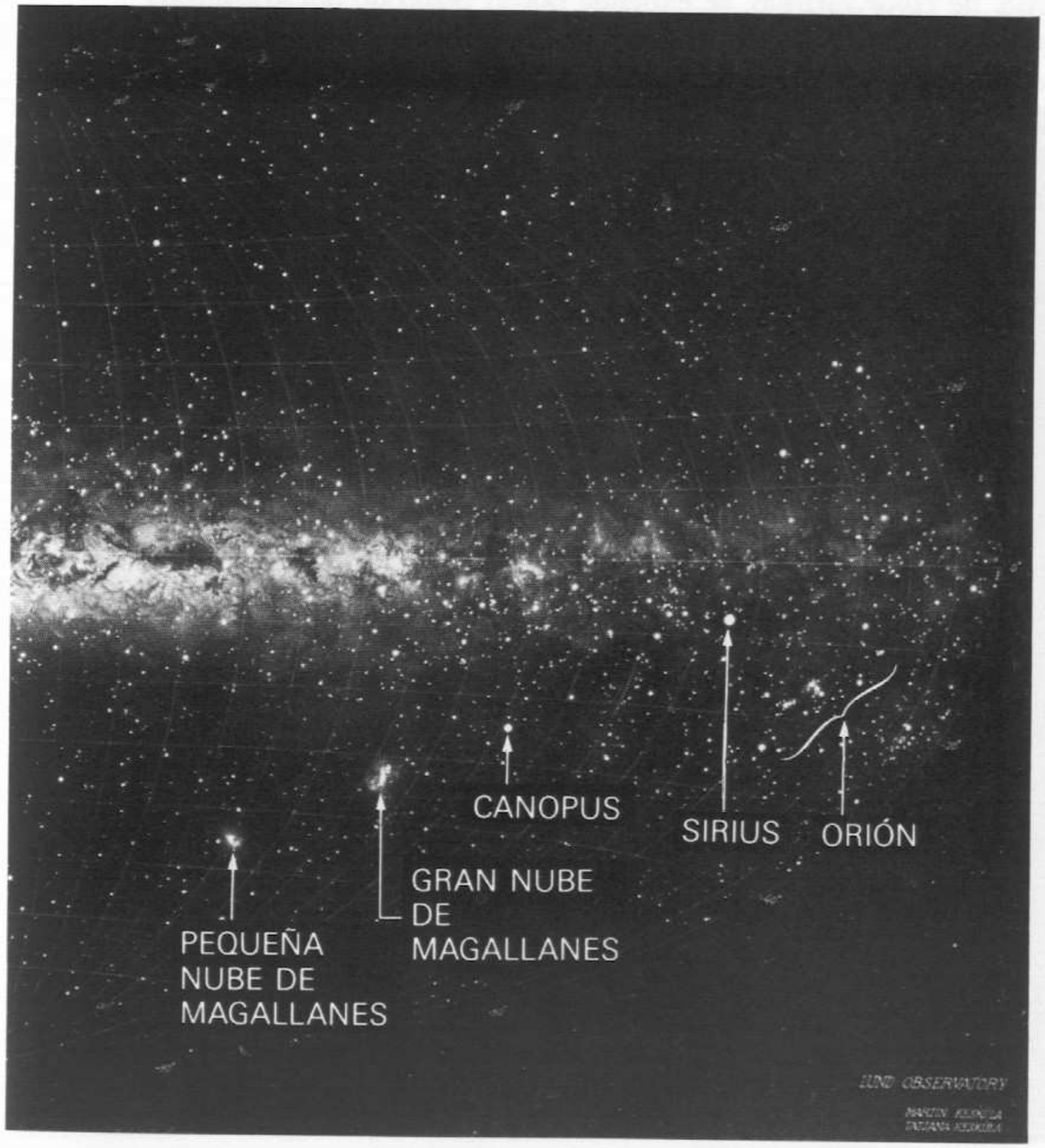
Fig. 5-31. Este dibujo del firmamento entero muestra 7000 estrellas más la Vía Láctea. (Observatorio de Lund, Suecia)



nosotros que sobresale de una nube de polvo y gas en la cual las estrellas están en proceso de formación. Aunque no se puede observar el interior de una nebulosa de emisión con luz visible, la radiación infrarroja y las radioondas penetran en la nube oscura existente detrás de ella. El gas y el polvo absorbentes de esta nube hacen imposible que la radiación procedente de la nebulosa de emisión entre en las nubes de gas en las que pronto se formarán estrellas y las escinda.

La Galaxia de la Vía Láctea

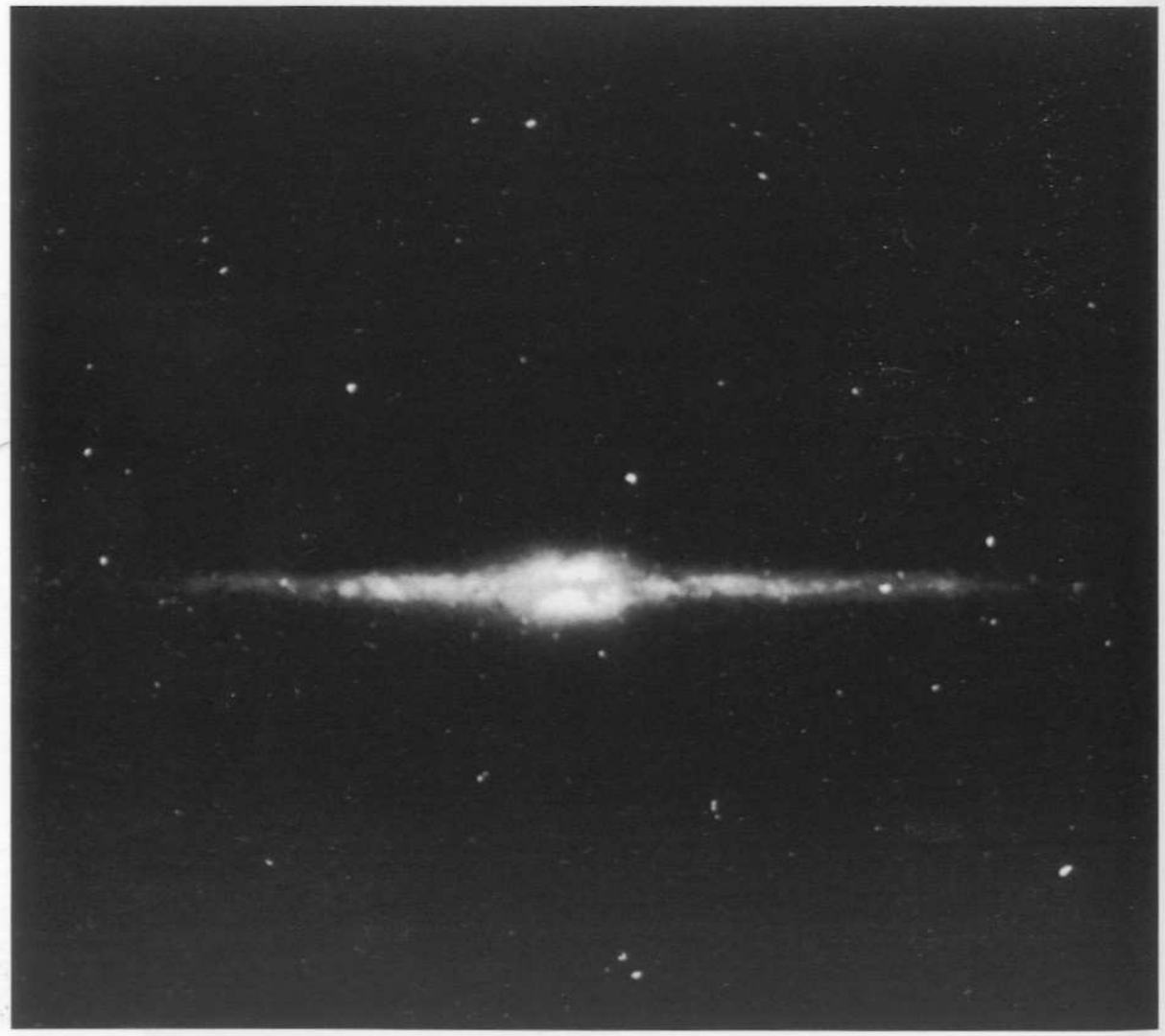
Una *galaxia* es una isla de materia en el espacio —una colección gigante de gas, polvo y millones o billones de estrellas. La galaxia en la que vivimos, que incluye aproximadamente un trillón de estrellas, se denomina Galaxia de la Vía Láctea. La mayor parte de la Galaxia de la Vía Láctea presenta forma de disco; la Tierra está situada aproximadamente a mitad de camino con respecto al centro. Como quiera



que la Tierra está situada dentro de la Galaxia de la Vía Láctea, diversas partes de la galaxia siempre aparecen visibles en nuestro firmamento. El disco de la Galaxia de la Vía Láctea es delgado. Cuando acercamos o alejamos la mirada del centro del disco o en cualquier otra dirección en el plano del disco percibimos muchas estrellas y gran cantidad de polvo y gas; en estas direcciones se ve una franja de blanco a través del cielo, cuyo moteado es producido por cierto material oscuro. La gente ha llamado desde hace mucho tiempo a esta franja que parece cruzar el cielo *Vía Láctea* debido a su aspecto (fig. 5-31); el nombre de nuestra galaxia deriva precisamente de la Vía Láctea.

Si la mirada del lector presenta una dirección distinta de la del plano de nuestra galaxia, su línea de visión se aleja de la galaxia y no recibe muchas estrellas ni mucho polvo ni gran cantidad de gas; en estas direcciones sólo se perciben algunas de las estrellas más cerca-

Fig. 5-32. Nuestra Vía Láctea, tal como se observa en las longitudes de onda de los infrarrojos desde el Cosmic Background Explorer y reproducida aquí en tres colores en forma de luz visible. El polvo más frío, de color amarillo, se extiende por el plano de nuestra galaxia. (COBE Science Team, NASA)



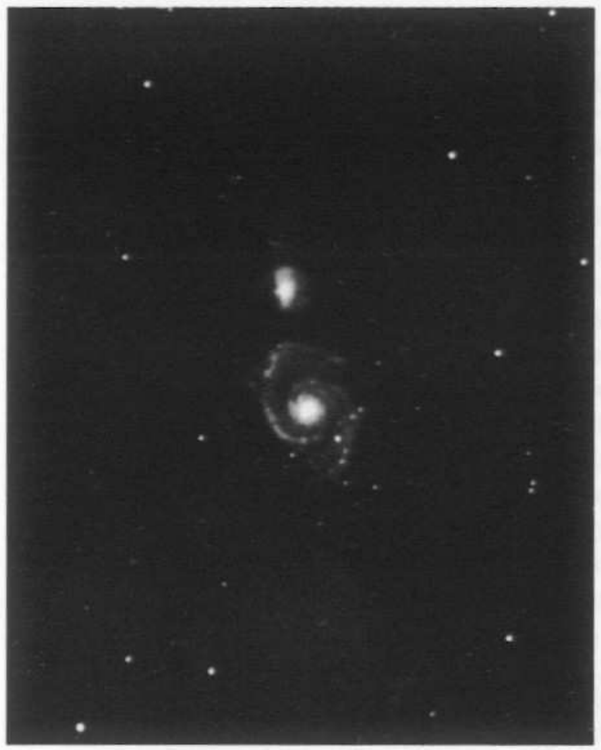
nas contra un fondo oscuro. El lector debe imaginarse que está situado en la profundidad de un surco de disco de fonógrafo; cuando mira hacia el centro o hacia el margen externo del disco, se le aparece una gran masa de vinilo; cuando mira hacia arriba o hacia abajo, el disco desaparece del campo de visión.

La mayoría de los cúmulos abiertos están situados en el disco de nuestra galaxia, por lo que son percibidos en la Vía Láctea o cerca de ella. La mayor parte de las nebulosas están ubicadas también en el disco. Sin embargo, los cúmulos globulares forman un gran halo esférico cuyo centro coincide con el de nuestra galaxia. El halo se extiende de modo considerable por encima y por debajo de nuestra galaxia; por lo tanto, los más de estos cúmulos globulares no están situados en la Vía Láctea o cerca de ella. A decir verdad, el descubrimiento alrededor de 1920 de que los cúmulos globulares formaban un halo esférico alrededor de algo, condujo a Harlow Shapley a la deducción de que el centro del halo, fuera lo que fuere, era el centro de nuestra galaxia. Esto era la prueba de que el Sol no se encuentra en el centro de la galaxia o del universo.

Cuando el lector aleja la mirada de la Vía Láctea, es capaz de percibir objetos más lejanos, como otras galaxias. Sin embargo, cuando se observan las fotografías de estos objetos lejanos, los puntos individuales de luz están de ordinario en primer plano y se trata de es-

Fig. 5-33. *(izquierda)* La Galaxia de Andrómeda, M31 (carta del firmamento 9), con las galaxias elípticas NGC 205 (encima de ella) y M32. (© 1959 California Institute of Technology)

Fig. 5-34. *(derecha)* La parte interna de la galaxia en espiral M33 en Triangulum, vista de cara (carta del firmamento 9). (© 1979 Ben Mayer)



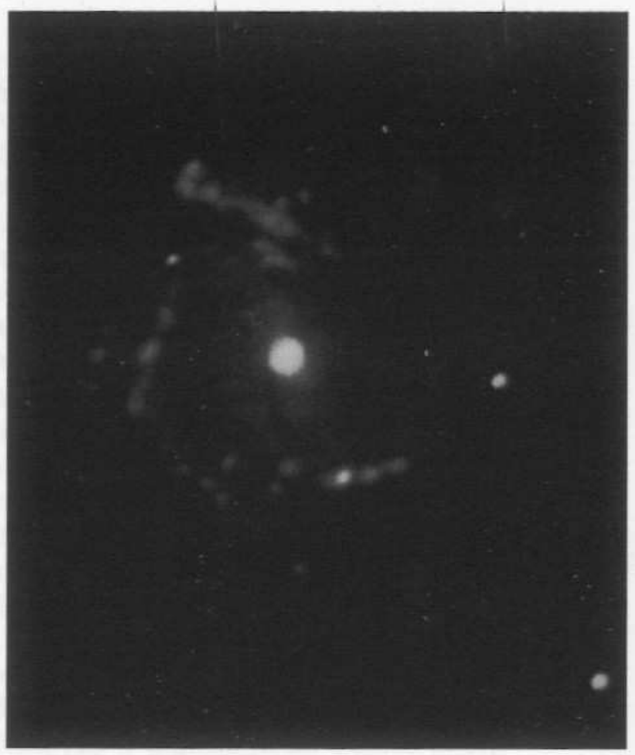


Fig. 5-35. *(izquierda)* La Galaxia M51 en Canes Venatici (carta del firmamento 15). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-36. *(derecha)* La galaxia en espiral M61 en Virgo (carta del firmamento 27A). (© 1980 James D. Wray, McDonald Observatory)

trellas que son relativamente próximas: pertenecientes a nuestra galaxia y no de galaxias alejadas.

En 1990, la aeronave Cosmic Background Explorer (COBE) fue lanzada por la NASA para estudiar el universo con ayuda de los rayos infrarrojos y en los límites del espectro con las ondas de radio. Las vistas en infrarrojos de nuestra galaxia que mandó (fig. 5-32) nos dieron una notable visión del plano de la Vía Láctea y la protuberancia del centro de nuestra galaxia.

Galaxias

La Galaxia de la Vía Láctea es una de los millones de galaxias del universo. La mayoría de las galaxias distintas de la nuestra son demasiado pálidas y están alejadas en demasía como para ser percibidas a simple vista o con prismáticos, pero es fascinante estudiar sus formas con un telescopio. Unos cuantos ejemplos interesantes de galaxias están alistados en la tabla 10; las épocas del año en que son visibles aparecen en el gráfico horario de la pág. 198.

Clases de galaxias

Un esquema básico para clasificar galaxias fue desarrollado en la década de los años veinte por Edwin Hubble. También han sido concebidos métodos más recientes y complicados, como los de Gerard de Vaucouleurs. La Galaxia de la Vía Láctea es un ejemplo de *galaxia*

espiral; una galaxia en la cual varios "brazos" parecen desplegarse a partir de una región central. Hubble creó una clasificación de las galaxias espirales que se materializa en denominaciones que empiezan por *S* (de "spiral": espiral en inglés) seguida por *a, b* o *c*, a tenor del aumento de la laxitud de los brazos de la galaxia. Por consiguiente una galaxia con brazos sin desplegar se clasifica como Sa, una galaxia con brazos algo más desplegados, como la nuestra o la Galaxia de Andrómeda (fig. 5-33), es una Sb; y la que tiene los brazos laxamente curvados es una Sc (figs. 5-34 y 5-35).

Las galaxias no pueden verse desde distintas perspectivas. Sin embargo, un telescopio pone de manifiesto tantas galaxias, que se pueden observar ejemplos de cada clase desde distintos ángulos: de frente, algo inclinadas (fig. 5-43) o de lado (figs. 5-42, 5-51 y 5-52). Por haber estudiado todas estas galaxias se sabe, por ejemplo, que una galaxia Sa presenta en su centro una protuberancia menor que una galaxia Sc.

Las estrellas más jóvenes y la mayor parte del gas y del polvo están situados en los brazos de una galaxia espiral. Puesto que las estrellas más calientes se consumen con rapidez, siempre que se percibe una estrella caliente (puede reconocerse por su color azul), debe ser relativamente joven. Las fotografías en color de las galaxias (como las de la fig. 5-34) indican que las regiones centrales son relativamente amarillas, de lo cual se deduce que las estrellas más viejas son dominantes, en tanto que los brazos son relativamente azules y por consiguiente contienen estrellas relativamente jóvenes.

Algunas galaxias espirales poseen una barra central a partir de la cual se despliegan los brazos y su clasificación se materializa en nombres que incluyen la letra *B* (de "bar": barra en inglés): SBa, SBb y SBc (véase la fig. 5-46).

La mayor parte de las galaxias no poseen brazos espirales, sino que su forma es elíptica. En los nombres que denotan su clasificación figura una *E* (de "elliptical": elípticas), con un número comprendido entre 0 y 7, que indica su excentricidad. Las galaxias E0 son esféricas (fig. 5-40) en tanto que las galaxias E7 son muy oblongas. Las galaxias elípticas son muy viejas, contienen sólo estrellas viejas y carecen de gas y polvo. Presentan una gran gama de tamaños, desde enormes a relativamente pequeños según una escala galáctica.

Entre las más elípticas de las galaxias elípticas y las galaxias espirales con los brazos sin desplegar tenemos una clase de galaxias de transición: S0. Una galaxia S0 posee un disco pero está desprovista de brazos. De ordinario se piensa que la forma de las galaxias es resultado de las distintas condiciones bajo las cuales se formaron y que las galaxias no se transforman de un tipo en otro. Puede ser, no obstante, que algunas o todas las galaxias elípticas sean el resultado de colisiones de espirales.

Algunas galaxias de cada uno de los tipos poseen una peculiaridad conspicua además de una de las formas básicas descritas con anterioridad. De una galaxia, por ejemplo, podría sobresalir un chorro de gas (fig. 5-40) o podría tener una envoltura extra de polvo (fig. 5-50). A estas galaxias se les llama *(pec)*, de peculiar, como en el caso de E7 *(pec)*.

Fig. 5-37. La galaxia espiral M64 en Coma Berenices (carta del firmamento 15). (© 1980 Ben Mayer)

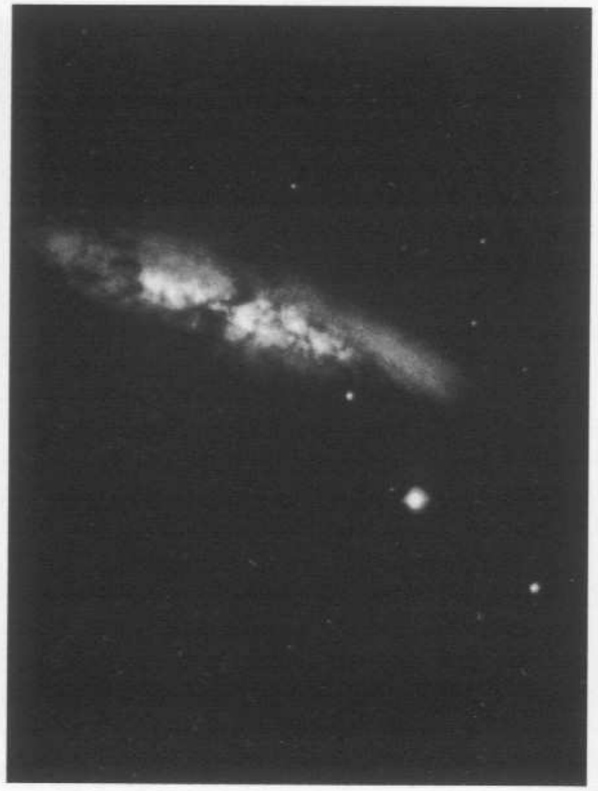


Fig. 5-38. La irregular galaxia M38 en la Osa Mayor (cartas del firmamento 4, 5). (Foto del Lick Observatory)

Fig. 5-39. La galaxia en espiral M83 en Hydra (carta del firmamento 39). (© 1979 Ben Mayer)

Fig. 5-40. La galaxia elíptica M87 en Virgo, con su chorro de gas (carta del firmamento 27A). (© James D. Wray, McDonald Observatory)

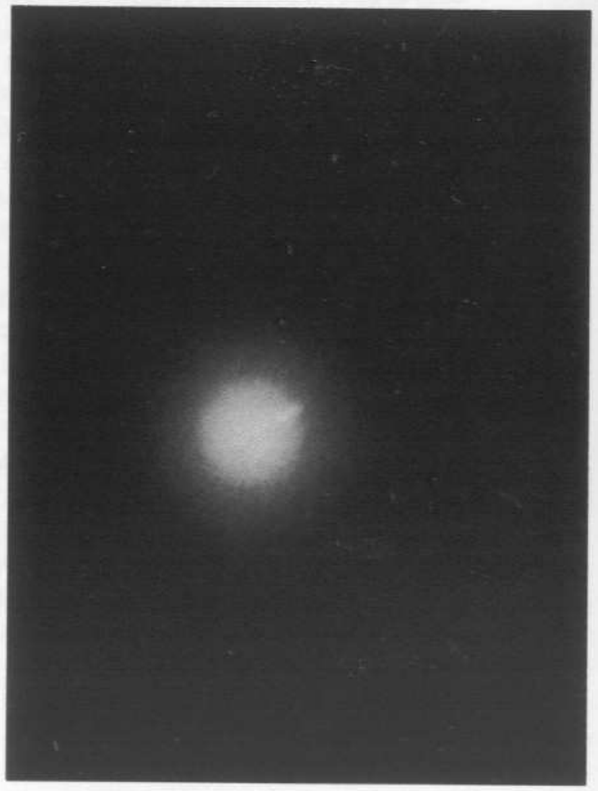


Fig. 5-41. La galaxia espiral M101 en la Osa Mayor, vista de frente (carta del firmamento 6). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-42. La Galaxia del Sombrero, M104, en Virgo, una galaxia espiral vista de lado (carta del firmamento 27). (© 1979 Ben Mayer)

Fig. 5-43. La galaxia espiral M106 en Canes Venatici (carta del firmamento 15). (© James D. Wray, McDonald Observatory)

Fig. 5-44. La galaxia M108 en la Osa Mayor, vista de lado (cartas del firmamento 5, 14). (© 1980 Ben Mayer)

Fig. 5-45. La galaxia espiral NGC 253 (carta del firmamento 33) con sus pistas de polvo absorbentes de la luz. (© 1980 Anglo-Australian Telescope Board)

Fig. 5-46. La galaxia espiral rayada NGC 1355. (European Southern Observatory)

Fig. 5-47. La Gran Nube de Magallanes, con su Nebulosa de la Tarántula rojiza, NGC 2070 (carta del firmamento 47). La GNM está a 169 000 años-luz de distancia. (Hans Vehrenberg)

Fig. 5-48. La Pequeña Nube de Magallanes (carta del firmamento 45). A la derecha se halla el cúmulo globular 47 Tucanae (NGC 104) y hacia la parte superior el cúmulo globular NGC 362. Estos cúmulos globulares se hallan en nuestra propia galaxia, y nosotros estamos mirando más allá de ellos para ver la GNM. (© 1977, Hans Vehrenberg)

Fig. 5-49. NGC 2997, una galaxia espiral en Antlia (carta del firmamento 37). (© 1980 Anglo-Australian Telescope Board)

Fig. 5-50. NGC 5128, una galaxia envuelta por una enorme pista de polvo (carta 39), corresponde a la fuerte fuente de ondas de radio Centaurus A. Norte arriba a la izquierda. (© 1979 R.J. Dufour)

Fig. 5-51. La galaxia NGC 4565 en Coma Berenices vista de lado (carta del firmamento 15). (U.S. Naval Observatory)

Fig. 5-52. La galaxia espiral NGC 5907 en Draco (carta del firmamento 6), vista de lado. (U.S. Naval Observatory)

Fig. 5-53. NGC 6946, una galaxia espiral en Cepheus (carta del firmamento 8). (U.S. Naval Observatory)

Otras galaxias carecen de forma especial y se denominan *irregulares (Irr)*. Algunas galaxias irregulares parecen poseer trazas de estructura espiral y de hecho podrían ser equivalentes a espiral Sd (es decir, espirales con brazos muy desplegados). Otras son verdaderamente irregulares. Las galaxias Irr más próximas a nosotros son dos galaxias pequeñas de la Galaxia de la Vía Láctea formadas por satélites. Dado que fueron vistas por vez primera por la tripulación de Magallanes cuando se encontraban a una latitud meridional suficiente, estas galaxias con satélites se llaman Nubes de Magallanes. La mejor manera de observarlas es desde latitudes meridionales y no pueden percibirse desde los Estados Unidos continentales. Observada con un telescopio, la Gran Nube de Magallanes parece presentar trazas de estructura espiral (fig. 5-47), en tanto que la Pequeña Nube de Magallanes tiene un aspecto completamente irregular (fig. 5-48).

Todas las galaxias excepto las más cercanas se están alejando de la Tierra. Esto es lo que se deduce del estudio de sus espectros, que presentan un corrimiento hacia el extremo rojo. El corrimiento hacia el rojo —dilatación de la longitud de onda— resulta del alejamiento con respecto al observador, de la misma manera que la longitud de una onda aumenta cuando una moto pasa delante del observador y luego se aleja (efecto Doppler-Fizeau). Edwin Hubble descubrió que cuanto más lejos está una galaxia, tanto mayor es la velocidad de recesión. Se mide la velocidad de recesión de las galaxias estudiando el corrimiento hacia el rojo de sus espectros. Este método funciona independientemente del grado de alejamiento de la galaxia, con tal de que la exposición sea suficientemente dilatada como para medir el corrimiento hacia el rojo. Una vez medido el corrimiento hacia el rojo, se usa la *ley de Hubble*, que relaciona el corrimiento hacia el rojo con la distancia, para averiguar la distancia a la que se encuentran las galaxias con respecto a la Tierra. Éste es el único método del que se dispone para determinar las distancias hasta los objetos más alejados del universo.

Las enormes distancias que separan las galaxias de la Tierra ponen de manifiesto la inmensa escala del universo. La galaxia más cercana que pueden ver los observadores del hemisferio norte es la Gran Galaxia de Andrómeda, denominada a veces simplemente Galaxia de Andrómeda. El centro de esta galaxia apenas si puede percibirse a simple vista, pero está tan alejado que su luz ha estado viajando durante 2,2 millones de años —a una velocidad de 300 000 km por segundo— para alcanzar nuestro planeta. Cuando se observa la Galaxia de Andrómeda, esto nos retrotrae a hace 2,2 millones de años.

Todas las galaxias suelen formar grupos. Nuestra Galaxia de la Vía Láctea, la Galaxia de Andrómeda y M33 son las tres galaxias espirales en nuestro Grupo Local de unas dos docenas de galaxias, que incluye asimismo un par de galaxias gigantes y muchas galaxias elípticas enanas y galaxias irregulares enanas.

El Grupo Local es un miembro destacado de un *cúmulo de galaxias* grande que abarca gran parte de la constelación Virgo y por consiguiente se denomina Cúmulo de Virgo (fig. 5-54). La mayoría de las galaxias del Cúmulo de Virgo están alejadas unos 60 millones

Fig. 5-54. Parte del Cúmulo de Virgo de galaxias, incluyendo las galaxias elípticas M84 (arriba, centro) y M86 (extremo derecho). NGC 4438 en la galaxia distorsionada que se ve en la parte izquierda. Las posiciones de estas galaxias se encuentran indicadas en la carta 27A del capítulo 7. (© 1987 Royal Observatory Edinburgh/Anglo-Australian Telescope Board)

de años-luz. Otros cúmulos conspicuos están situados en Coma Berenices, a una distancia de unos 300 millones de años-luz, y en Hércules, aproximadamente a 500 millones de años-luz. (Estos valores se calculan suponiendo que la constante de Hubble —el ritmo con el cual la velocidad aumenta con la distancia— es 75 km/seg/megaparsec = 23 km/seg por millón de años-luz.) Últimamente los cúmulos de galaxias han sido estudiados con detalle mediante telescopio a base de rayos X, lo cual ha revelado la presencia de gas entre las galaxias.

Muchos cúmulos de galaxias están enlazados unos con otros formando *supercúmulos*. Entre los supercúmulos existen vacíos gigantes en donde no cabe encontrar galaxias. Los modernos detectores electrónicos están revelando enormes estructuras, con una —la "Gran Ballena"— al menos a 250 millones de años-luz de distancia.

Quásars

En 1960 constituyó una verdadera sorpresa el que algunas de las fuentes de radioondas celestiales resultaran ser puntuales —"quasi-stellar"— en vez de parecer galaxias. Estas fuentes de radioondas "quasi-stellar" (cuasi estelares) —*quásars*— están muy alejadas, según pudo descubrirse tres años más tarde, cuando Maarten Schmidt se percató de que el espectro de una de ellas presentaba un corrimiento hacia el rojo extremo. Desde entonces ha sido descubierta una clase de objetos casi estelares con corrimiento hacia el rojo enorme. En la actualidad se conocen más de un centenar de quásars.

Como quiera que en la actualidad el universo se está expansionando de modo uniforme, cabe preguntarse qué sucedió en el pasado. Si retrocedemos en el tiempo, vemos que el universo debía haber estado más comprimido, hasta que alcanzó una densidad alta de aproximadamente 15 mil millones de años. La mayoría de los modelos sobre el origen del universo afirman que se produjo un *big bang* (una gran explosión) que desencadenó la expansión. Un modelo nuevo —el *universo inflacionario*— sostiene que el universo inicial se dilató con celeridad durante un corto tiempo antes de que se estableciera la velocidad de expansión en curso. No podemos retroceder hasta el mismo big bang; la primera materia pudo haberse formado como una fluctuación fortuita en la nada del espacio.

Las temperaturas fueron tan altas en el primer microsegundo del universo que ni siquiera se habían formado los elementos químicos.

Tabla 7: Estrellas dobles seleccionadas

Nombre	Carta del firmamento	Magnitudes	Color	Separación de componentes (en seg de arc)
gamma Andromedae	9	2,2, 5,1	naranja y azul	10"
beta Monocerotis	24	4,6, 5,1 y 5,4	azul	2,8" y 7,2"
iota Cancri	13	4,0 y 6,6	amarillo y azul	30"
gamma Virginis	27	3,5 y 3,5	amarillo	2"
beta Scorpii	29	2,7 y 4,9		14"
beta Cygni (Albireo)	18	3,2 y 5,4	amarillo y verde	54"

Nota: Los momentos en que estas estrellas dobles están visibles se muestran en el gráfico horario del firmamento de estrellas dobles y estrellas variables (pág. 196). Las posiciones de éstas y otras estrellas dobles se dan en el apéndice 6, pág. 480, y se indican en las cartas del firmamento del capítulo 7.

Tabla 8: Estrellas variables seleccionadas

Nombre	Carta del firmamento	Tipo *(véase cap. 6)*	Magnitud (gama)	Período (días)
Mira (ómicron Ceti)	22	período largo	2,6-10,1	332
Algol (beta Persei)	10	binaria eclipsante	2,1-3,4	2,9
delta Cephei	8	cefeida variable	3,5-4,4	5,4
zeta Geminorum	12	cefeida variable	3,7-4,2	10,2
beta Lyrae	18	binaria eclipsante	3,3-4,3	12,9
RR Lyrae	18	RR Lyrae variable	7,0-8,1	0,6

Nota: Los momentos en que estas variables son visibles se hallan en el gráfico horario del firmamento de estrellas dobles y estrellas variables (pág. 196). Las posiciones de éstas y otras estrellas variables se dan en el apéndice 7, pág. 482, y el apéndice 8, pág. 483; también se consignan en las cartas del firmamento del capítulo 7. Cartas especiales para hallar Mira, Algol y beta Lyrae se hallan al final del capítulo 6 (págs. 209-210).

Tabla 9: Cúmulos abiertos y globulares seleccionados

Nombre	Constelación	Tipo	Mag.	Diám.	a.r. (2000,0)	dec. (2000,0)
M103	Cassiopeia	abierto	7	6'	01^h33^m	+60°42'
h y χ Persei	Perseus	abierto*	4	30', 30'	02^h22^m	+57°07'
M45 (Pléyades)	Taurus	abierto	1	110'	03^h47^m	+24°07'
M79	Lepus	globular	8	9'	05^h25^m	-24°33'
M35	Gemini	abierto	5	28'	06^h09^m	+24°20'
M44 (Praesepe)	Cancer	abierto	3	95'	08^h40^m	+19°59'
M3	Canes Venatici	globular	6	16'	13^h42^m	+28°23'
M5	Serpens	globular	6	17'	15^h19^m	+02°05'
M13	Hércules	globular	6	17'	16^h42^m	+36°28'
M92	Hércules	globular	7	11'	17^h17^m	+43°08'
M23	Sagittarius	abierto	6	27'	17^h57^m	-19°01'
M24	Sagittarius†	abierto	6	5'	18^h17^m	-18°29'
M11	Scutum	abierto	6	14'	18^h51^m	-06°16'
M15	Pegasus	globular	6	12'	21^h30^m	+12°10'
M39	Cygnus	abierto	5	32'	21^h32^m	+48°26'
M22	Sagittarius	globular	5	24'	18^h36^m	-23°54'
Los siguientes objetos son visibles sólo desde las latitudes australes:						
ω Cen	Centaurus	globular	4	36'	13^h27^m	-47°29'
47 Tuc	Tucana	globular	4	31'	0^h24^m	-72°05'

* Cúmulo doble; es necesario un campo de 1° para incluir a ambos componentes.

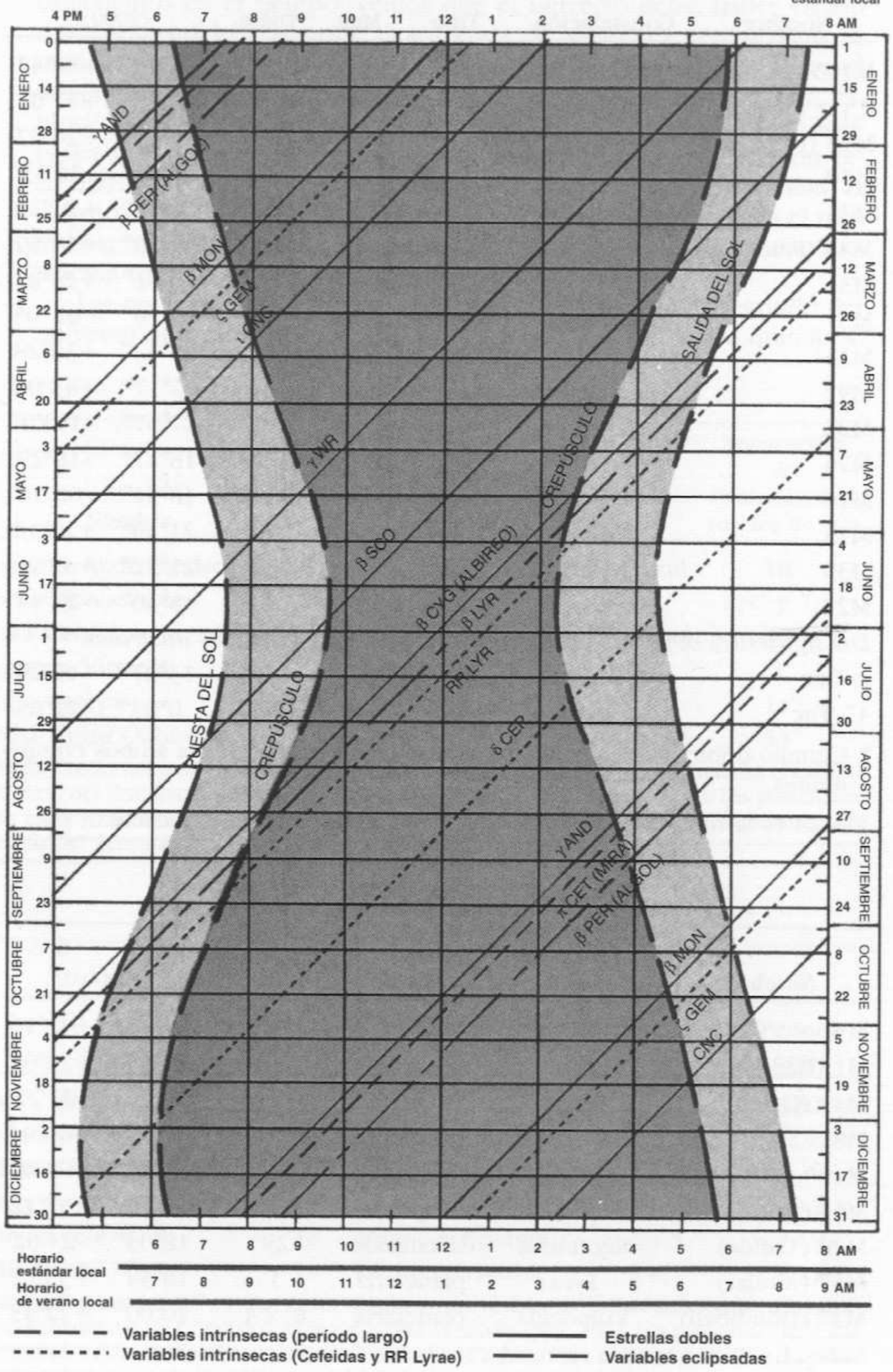
† M24 es la nube estelar situada en la dirección del centro galáctico.

Tabla 10: Nebulosas y galaxias seleccionadas

Nombre	Constelación	Tipo	Diám.	a.r. (2000,0)	dec. (2000,0)
M31	Andrómeda	espiral	2° × 40'	00^h43^m	+41°16'
M1 (Cangrejo)	Taurus	supernova	6' × 4'	05^h35^m	+22°01'
M42 (Orión)	Orión	de emisión	60'	05^h35^m	-05°27'
M81	Ursa Major	espiral	16' × 10'	09^h56^m	+69°04'
M49	Virgo	elíptica	4'	12^h30^m	+08°00'
M51 (NGC 5194)	Canes Venatici	espiral	12' × 6'	13^h30^m	+47°12'
M20 (Trífida)	Sagittarius	de emisión	29'	18^h03^m	-23°02'
M57 (Anular)	Lyra	planetaria	1'	18^h54^m	+33°02'
M27 (Dumbbell)	Vulpecula	planetaria	8' × 4'	20^h00^m	+22°43'

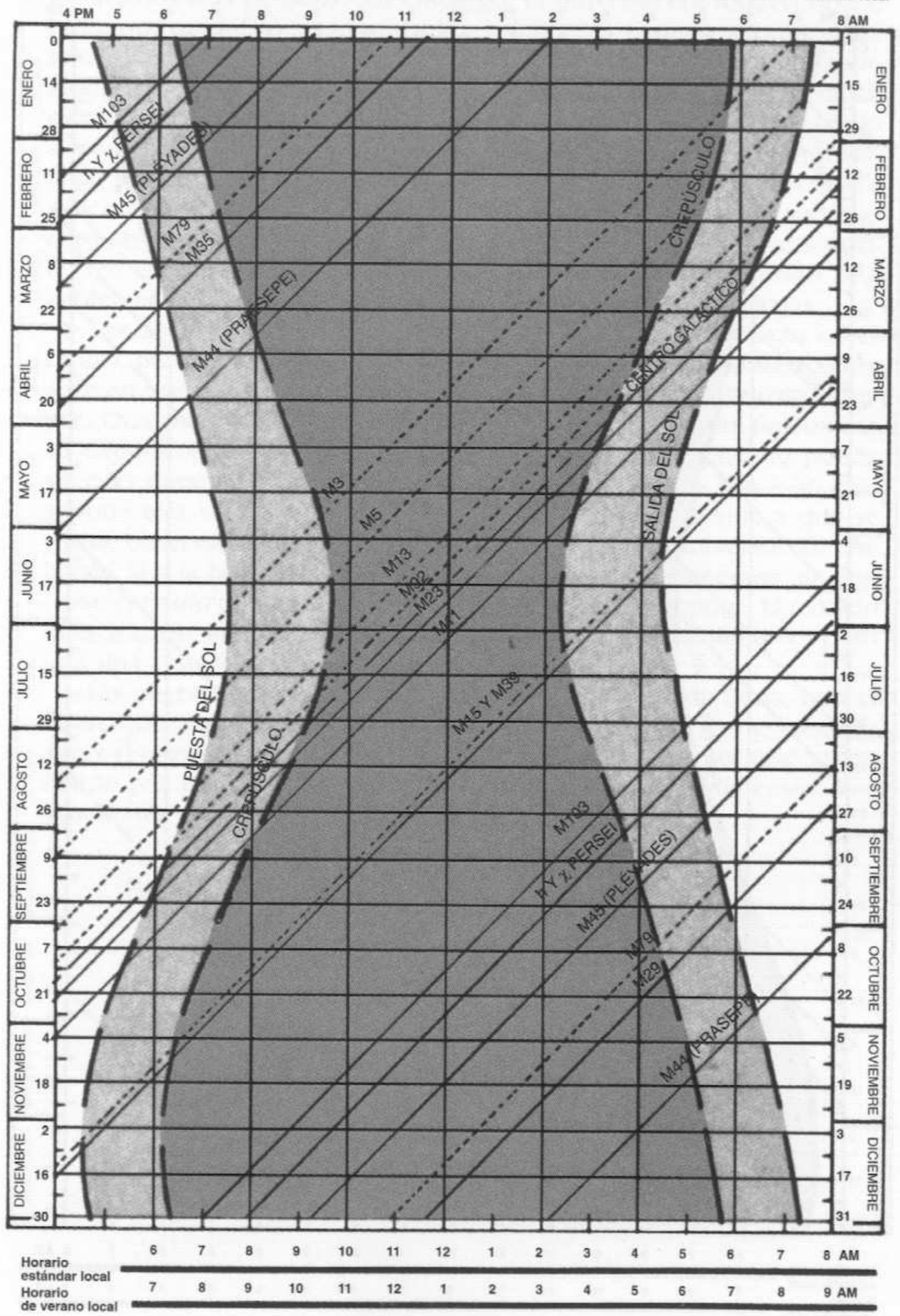
Notas: Los diámetros están expresados en grados (°) y minutos (') de arco. Abreviaturas: espiral = galaxia espiral; supernova = resto de supernova; de emisión = nebulosa de emisión; elíptica = galaxia elíptica; planetaria = nebulosa planetaria.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO DE ESTRELLAS DOBLES Y VARIABLES



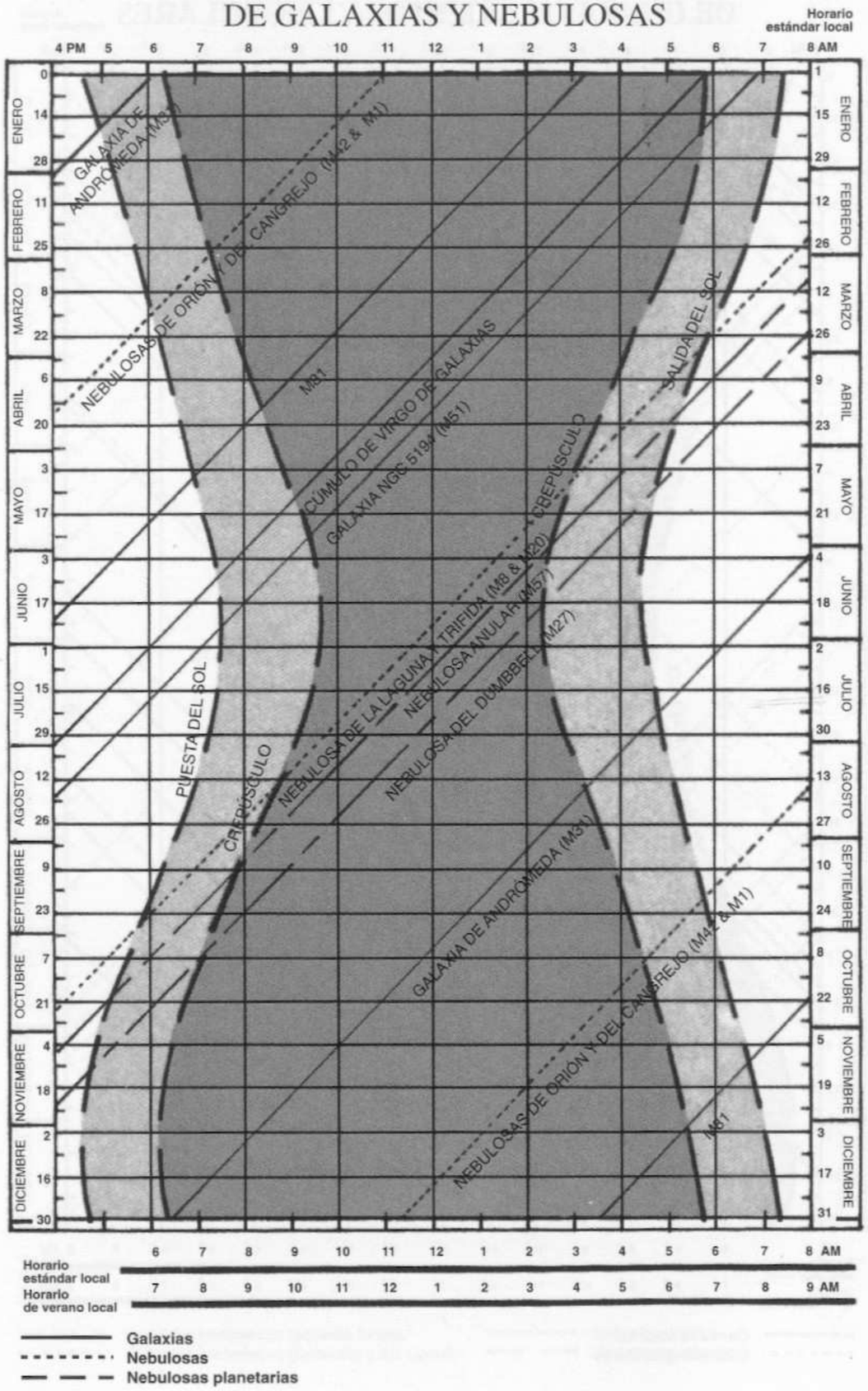
(© 1982 Scientia, Inc.)

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO DE CÚMULOS ABIERTOS Y GLOBULARES



(© 1982 Scientia, Inc.)

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO DE GALAXIAS Y NEBULOSAS



(© 1982 Scientia, Inc.)

Pero cuando el universo se enfrió, se formaron las primeras partículas atómicas básicas, como los protones (núcleos de hidrógeno) y luego los átomos más pesados. Sin embargo, el universo era todavía opaco hasta que se enfrió alcanzando los 100 000°C. Cuando adquirió esta temperatura los protones y los electrones se combinaron formando átomos de hidrógeno y el universo se volvió transparente. La radiación caliente contenida en el universo en aquella época se ha enfriado a medida que el universo ha proseguido su expansión, y en la actualidad puede detectarse como brillo débil en los radiotelescopios sensibles. El brillo posee una temperatura de sólo 3 kelvins (3° sobre el cero absoluto) y constituye la mejor prueba de que el universo primitivo era caliente y denso. Las ligeras ondulaciones del brillo probablemente son las semillas de las que se formaron las galaxias.

Los astrónomos se preguntan qué le sucederá al universo en el futuro, pero no se dispone de todas las pruebas. Una posibilidad consiste en que el universo sea *abierto* —su expansión continuará siempre. Otra posibilidad consiste en que el universo detendrá finalmente su expansión y empezará a contraerse. Se sabe que esto no puede suceder durante como mínimo 50 mil millones de años más —lo cual supone tres veces la edad en curso del universo— debido a que se puede observar la velocidad actual de expansión del universo. Sin embargo, si a la larga el universo se contrae, entonces tenemos un *universo cerrado* que acabará en un *big crunch* (gran crujido). El modelo inflacionario indica que el universo se expansionará siempre, pero con una velocidad decreciente.

Las observaciones con los nuevos telescopios desde tierra, con el telescopio espacial Hubble en órbita, desde el Very Long Baseline Array (Formación de Base Muy Larga) de radiotelescopios que se extiende por todos los Estados Unidos, y con otros instrumentos, nos ayudarán a predecir el futuro del universo.

6

ESTRELLAS DOBLES Y ESTRELLAS VARIABLES

Estrellas dobles

Cuando se contempla el cielo, la mayoría de las estrellas que se perciben parecen ser puntos aislados de luz. Pero las investigaciones más detalladas han revelado que la mayoría de las estrellas de nuestra galaxia son en realidad *sistemas estelares binarios* o *dobles*: sistemas que contienen dos o más estrellas. Los períodos en los cuales los componentes de los sistemas estelares dobles describen órbitas unos alrededor de otros varían de horas hasta siglos.

En algunos casos, las estrellas están suficientemente alejadas unas de otras y el sistema estelar está tan próximo a la Tierra que puede verse que contiene más de un objeto. Un sistema de este tipo se denomina *binario visual*. En otros casos, aun cuando no pueda percibirse más de una estrella, puede deducirse que el sistema es una estrella doble por cuanto las estrellas componentes algunas veces se bloquean una a otra cuando describen órbitas, por lo cual el brillo total del sistema varía. Este tipo de variable es una estrella *binaria eclipsada* (fig. 6-1). A veces el hecho de que una estrella sea doble sólo puede colegirse del examen de su espectro, la escisión de su luz en sus colores componentes. El espectro podría poner de manifiesto distintas contribuciones de cada una de las estrellas componentes o podría indicar señales del movimiento de las estrellas. Una estrella doble que ha sido identificada como tal a partir de las variaciones de su espectro se denomina *binaria espectroscópica*. Otra posibilidad consiste en que se observa que una estrella parece balancearse en el firmamento ligeramente de un lugar para otro a lo largo de los años, de resultas de la gravedad de una compañera invisible. Este tipo de estrella doble se denomina *binaria astrométrica*, puesto que las mediciones delicadas de la ciencia de la astrometría ("medición de las estrellas") nos las revelan como dobles.

A veces se percibe un objeto que parece una estrella doble, pero en realidad se trata de dos estrellas que están situadas casi en la misma línea de visión, aun cuando su alejamiento con respecto a la Tierra sea distinto y por consiguiente no estén cerca una de otra. Estrellas, que no están físicamente relacionadas, se denominan *dobles ópticas*, pero no se consideran estrellas dobles verdaderas.

Las estrellas dobles pueden reconocerse en las cartas del capítulo siguiente mediante las líneas horizontales que atraviesan los puntos que indican su brillo. Muchas dobles interesantes aparecen en el apéndice 6. Unas pocas estrellas dobles, incluida una selección de dobles que son visibles en distintas épocas del año, se encuentran en la tabla 7, capítulo 5 (pág. 194), las épocas en que su posición en el firmamento es más alta están indicadas en el gráfico horario del firmamento de la pág. 196. El apéndice 6 incluye información sobre el ángulo de posición: el ángulo medido hacia el este (en sentido contrario al de las agujas del reloj), con la estrella más brillante en el centro del "reloj", puesto que así se ha creído conveniente, desde la dirección norte alrededor de la estrella más pálida. El ángulo de posición y la separación aparente (en unidades angulares: minutos o segundos de arco) entre las componentes de los sistemas dobles, cambian a lo largo del tiempo.

Algunos sistemas estelares dobles son especialmente bellos al ser observados con un telescopio, aun cuando éste sea pequeño, debido a que las estrellas componentes son de colores distintos. Siempre que se ve un contraste de colores en los miembros de una doble deriva de las temperaturas distintas de las estrellas individuales.

Un sistema binario eclipsado, Algol, es particularmente fácil de observar. También se denomina beta Persei por ser la segunda estrella más brillante de Perseus. El nombre "Algol", que significa "estrella del demonio", procede de las palabras árabes ras-al-ghul, que significan

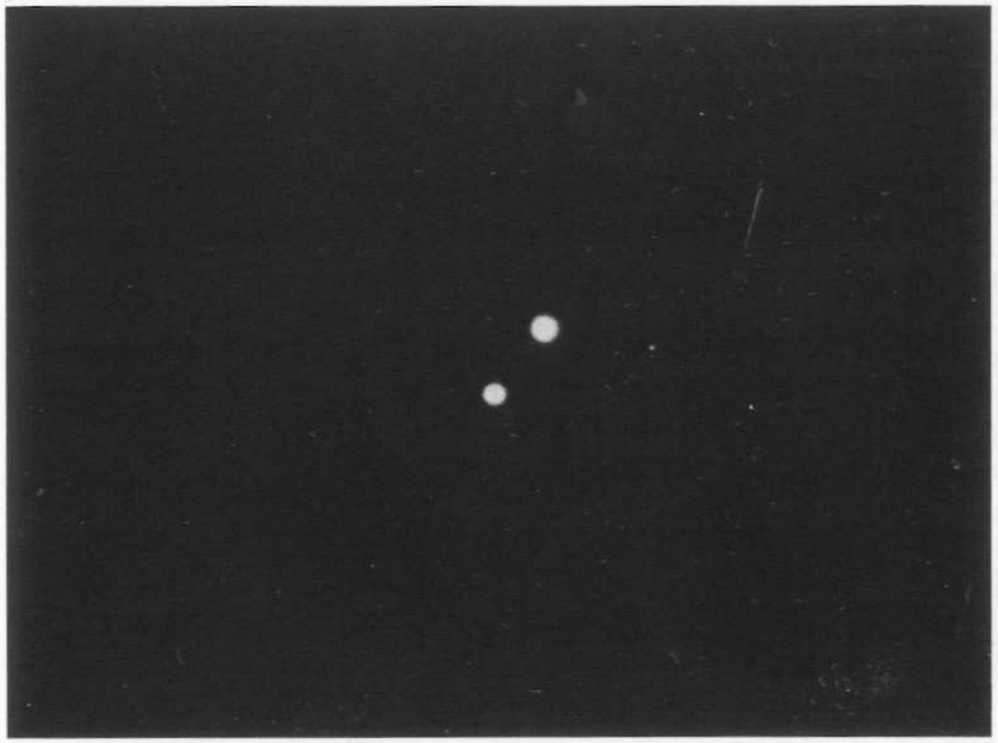


Fig. 6-1. La estrella doble 61 Cygni. Usando prismáticos, es fácil ver que se trata de una doble. Sus componentes de magnitudes 5,2 y 6,0 están separados por 30 segundos de arco. Los componentes de este sistema describen órbitas uno alrededor de otro cada 722 años. El sistema está situado a una distancia de sólo 11 años-luz de la Tierra. (Fotografía del Lick Observatory)

cabeza del demonio. La figura 6-2 presenta las variaciones de Algol en cuanto a brillo a lo largo de un período de 2,9 días. Algol es un objeto cuya observación es tan frecuente que en la tabla 11 están alistados algunos de los tiempos de sus mínimos (pág. 202). Una carta para localizar a Algol (fig. 6-10) aparece al final de este capítulo. En esta carta y en otras cartas de localización, se han omitido los puntos decimales de las magnitudes alistadas, ya que éstos podrían confundirse con las estrellas.

Tabla 11: Mínimos de Algol

1992 2 de enero, 0:37; 2 de febrero, 13:39; 2 de marzo, 5:53; 2 de abril, 18:54; 1 de mayo, 11:06; 2 de junio, 0:04; 3 de julio, 13:00; 1 de agosto, 5:06; 1 de septiembre, 18:00; 3 de octubre 6:55; 3 de noviembre, 19:51; 2 de diciembre, 12:01.

1993 3 de enero, 1:01; 3 de febrero, 14:03; 1 de marzo, 9:27; 1 de abril, 22:29; 3 de mayo, 11:29; 1 de junio, 3:38; 2 de julio, 16:35; 3 de agosto, 5:29; 3 de septiembre, 18:24; 2 de octubre, 10:30; 2 de noviembre, 23:26, 1 de diciembre, 15:35.

1994 2 de enero, 4:36; 2 de febrero, 17:38; 3 de marzo, 9:51; 1 de abril, 2:03; 2 de mayo, 15:04; 3 de junio, 4:02; 1 de julio, 20:09; 2 de agosto, 9:04; 2 de septiembre, 21:58; 1 de octubre, 14:04; 2 de noviembre, 3:01; 3 de diciembre, 15:59.

1995 1 de enero, 8:10; 1 de febrero, 21:12; 2 de marzo, 13:25; 3 de abril, 2:27; 1 de mayo, 18:38; 2 de junio, 7:36; 3 de julio, 20:33; 1 de agosto, 12:39; 2 de septiembre, 1:33; 3 de octubre, 14:28; 1 de noviembre, 6:35; 2 de diciembre, 19:33.

1996 3 de enero, 8:34; 1 de febrero, 0:46; 3 de marzo, 13:49; 1 de abril, 6:01; 2 de mayo, 19:02; 3 de junio, 8:00; 2 de julio, 0:07; 2 de agosto, 13:02; 3 de septiembre, 1:56; 1 de octubre, 18:02; 2 de noviembre, 6:59; 3 de diciembre, 19:57.

1997 1 de enero, 12:08; 2 de febrero, 1:10; 2 de marzo, 17:23; 3 de abril, 6:25; 1 de mayo, 22:36; 2 de junio, 11:35; 1 de julio, 3:42; 1 de agosto, 16:37; 2 de septiembre, 5:31; 3 de octubre, 18:26; 1 de noviembre, 10:33; 2 de diciembre, 23:31.

Nota: Se da el primer mínimo de cada mes; añádanse 2 días, 20 horas y 49 minutos sucesivamente para obtener otros mínimos de un mes dado. (Cálculos de Roger W. Sinnott, *Sky & Telescope*)

Un astrónomo inglés del siglo pasado, William Dawes, inventó una regla empírica para calcular la abertura telescópica (el diámetro de la lente o espejo) necesaria para separar (resolver) estrellas dobles en sus componentes, es decir, para poder deducir que dos estrellas están presentes en un sistema (figs. 6-3 y 6-4). La regla consiste en que una abertura de I pulgadas debe hacer posible la detección de la presencia de un par de estrellas de la sexta magnitud separadas por $4{,}6/I$ segundos de arco; en el sistema métrico, una abertura de C centímetros debe hacer posible la resolución de un par de estrellas separadas por

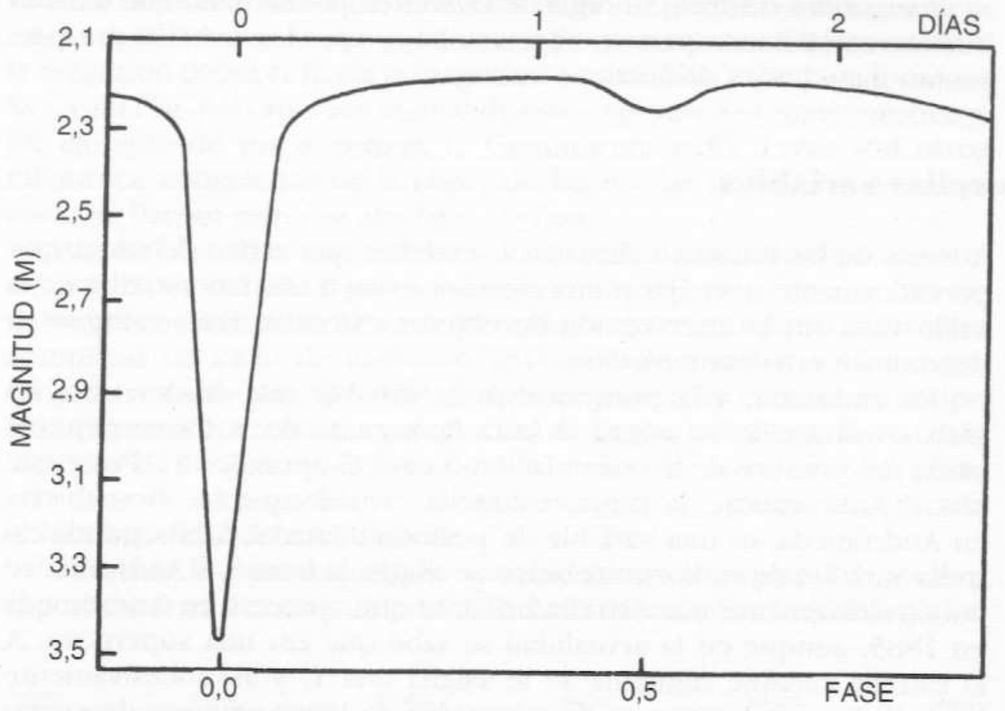


Fig. 6-2. La curva lumínica de Algol (beta Persei), una binaria eclipsada. Algol destaca por su amplia gama de brillo a lo largo de un período convenientemente corto. (Anthony D. Mallama)

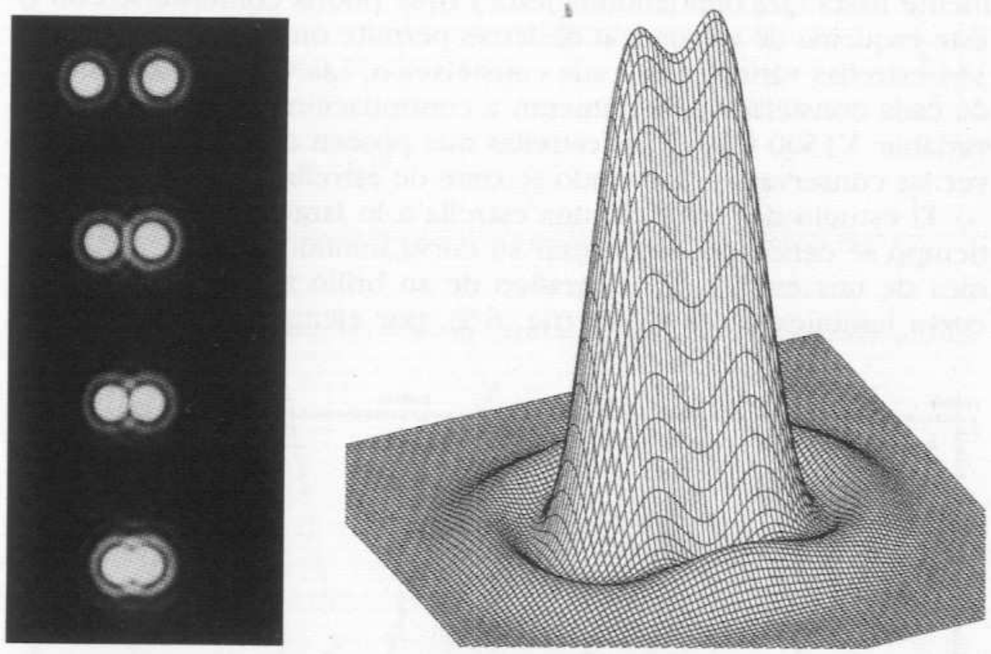


Fig. 6-3. *(izquierda)* Límite de Dawes, punto en el cual se empieza a poder distinguir que están presentes dos objetos. Está situado entre las partes A (izquierda arriba) y B (izquierda abajo). (Chris Jones, Union College)

Fig. 6-4. *(derecha)* El límite de Dawes corresponde a la distribución de brillo de la derecha. (Raymond G. Wilson y Diane Bootz, Illinois Wesleyan University)

11,7/C segundos de arco. La regla de Dawes da por sentado que existen buenas condiciones para la observación, y que las estrellas no presentan magnitudes distintas en exceso.

Estrellas variables

Además de las binarias eclipsadas —estrellas que varían debido a que periódicamente se eclipsan una a otra— existen muchas estrellas cuyo brillo varía sin la intervención de objetos externos. Estas estrellas se denominan *estrellas variables.*

De ordinario, a la primera estrella variable que se descubre en cada constelación se asigna la letra R, seguida de la forma genitiva latina del nombre de la constelación (véase el apéndice 1). Por ejemplo, R Andromedae, la primera estrella variable que fue descubierta en Andrómeda, es una variable de período dilatado. A la segunda estrella variable de cada constelación se asigna la letra S, S Andromedae era aparentemente una estrella brillante que apareció en Andrómeda en 1885, aunque en la actualidad se sabe que era una supernova. A la estrella variable siguiente se le asigna una T, y así sucesivamente hasta Z. Luego el esquema de asignación de letras empieza de nuevo con RR y continúa hasta RZ, luego viene SS (no SR) hasta SZ, a continuación TT hasta TZ y así sucesivamente hasta YY, YZ y ZZ. A renglón seguido se tiene de AA hasta AZ, de BB hasta BZ y así sucesivamente hasta QZ, omitiendo la letra J (que podría confundirse con I). Este esquema de asignación de letras permite otorgar nombres hasta 334 estrellas variables de cada constelación. Las variables adicionales de cada constelación se numeran a continuación de V, que significa variable: V1500 Cygni. Las estrellas que poseen designaciones de Bayer las conservan, aun cuando se trate de estrellas variables.

El estudio del brillo de una estrella a lo largo de un período de tiempo se denomina "encontrar su curva lumínica". Una curva lumínica de una estrella es un gráfico de su brillo frente al tiempo. La curva lumínica de SS Cygni (fig. 6-5), por ejemplo, indica que esta

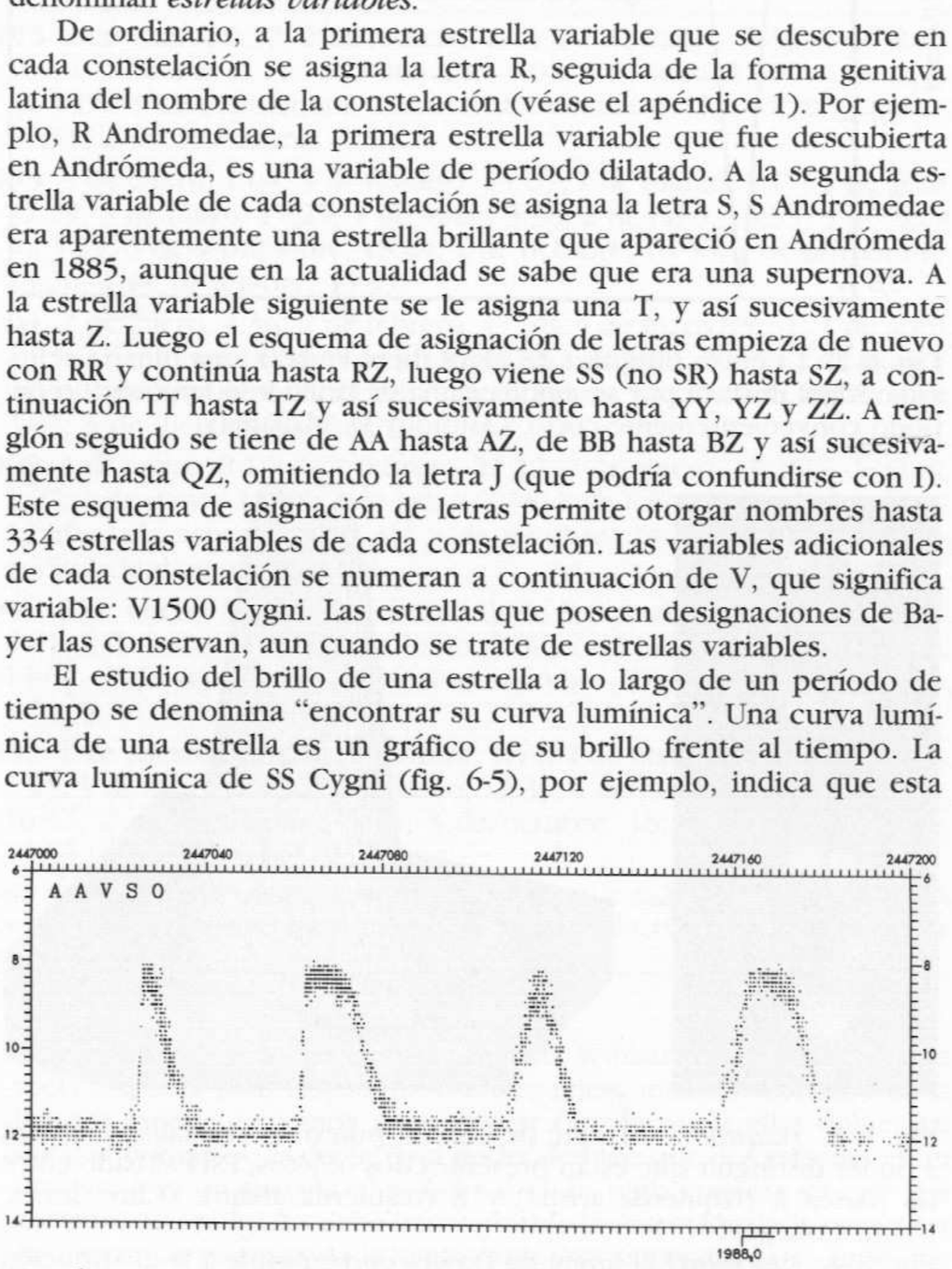


Fig. 6-5. Curva lumínica de SS Cygni, una nova enana cuyas explosiones se producen aproximadamente cada 50 días. (AAVSO).

estrella variable cambia de modo irregular en cuanto a brillo, aumentando cada 50 días más o menos con respecto a su nivel normal de la magnitud doceava hasta la magnitud octava. Una carta para localizar SS Cygni (fig. 6-9) aparece al final de este capítulo. SS Cygni constituye un ejemplo de *nova enana*. U Geminorum y AY Lyrae son otros miembros conspicuos de la clase; de hecho, las novas enanas a menudo se llaman *estrellas del tipo U Gem*.

Algunas estrellas son variables de resultas de un cambio real en el tamaño de la estrella y por consiguiente de su brillo. Un tipo de variable, denominada *variable de período largo*, requiere semanas para completar un ciclo de variación. Este tipo de variable se llama asimismo *variable del tipo Mira*, en homenaje a la estrella prototipo Mira (ómicron Ceti) de la constelación de Cetus, la Ballena. En la parte superior de la figura 6-6 aparecen 16 ciclos de variación para Mira; una carta de localización de la estrella (fig. 6-11), puede encontrarla el lector al final de este capítulo.

Mira fue la primera estrella variable (dejando aparte las novas y supernovas) en ser descubierta. Fue descubierta como variable a sim-

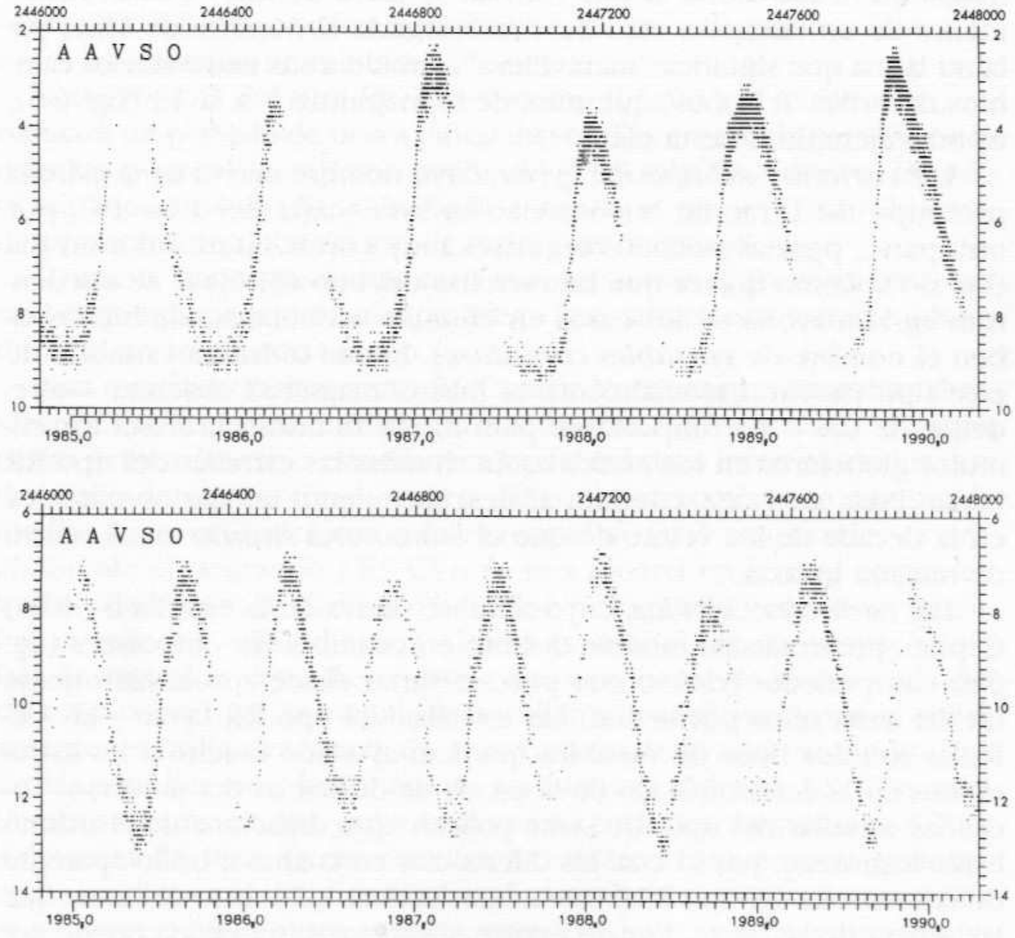


Fig. 6-6. *(parte superior)* 8 ciclos de Mira, una variable de período largo con un período de aproximadamente 11 meses. *(parte inferior)* Curva lumínica de R Boötis, una variable del tipo Mira con un período de 223 días. (AAVSO).

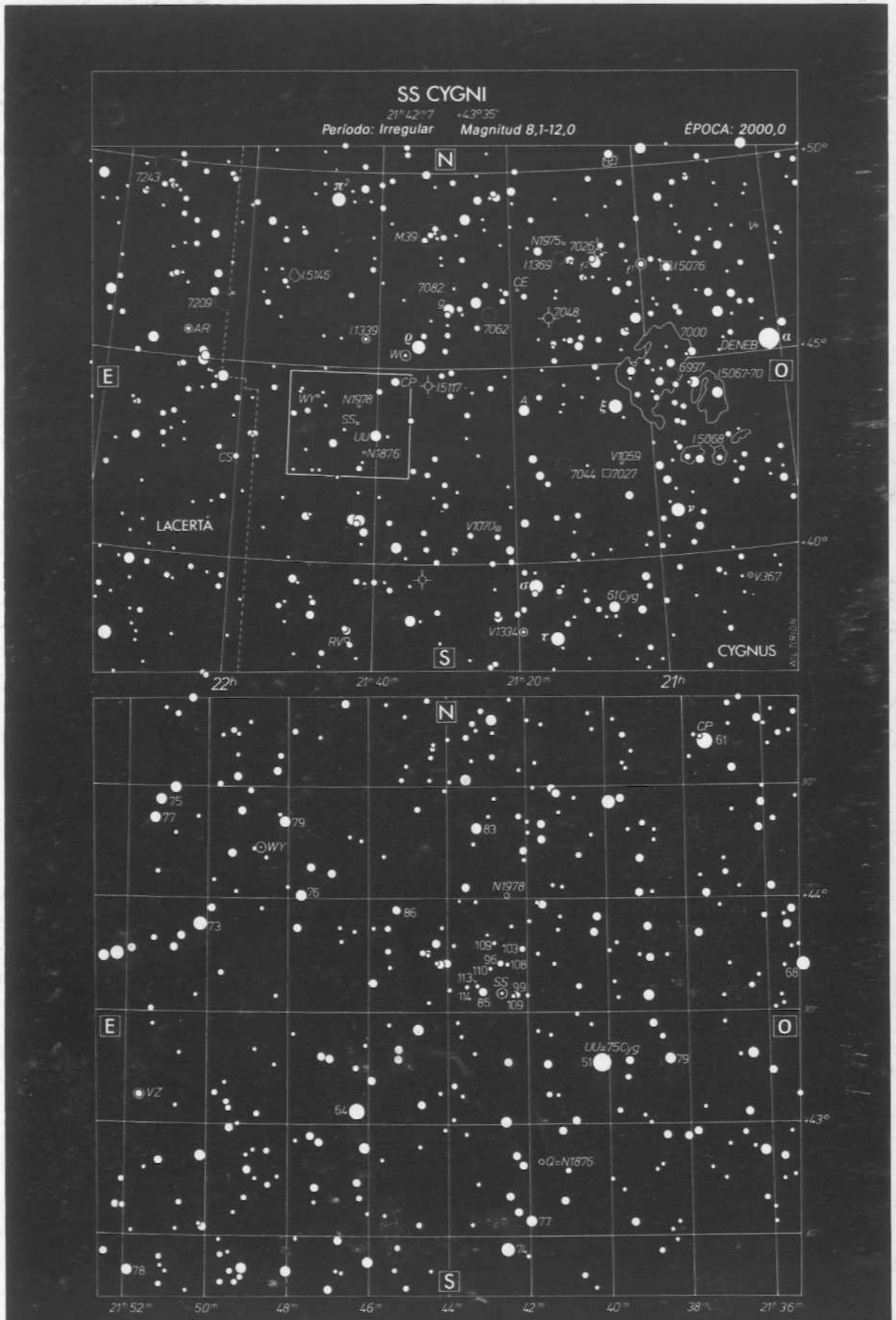

SS CYGNI
21h 42m 7 +43° 35'
Período: Irregular
Magnitud 8,1-12,0
ÉPOCA: 2000,0
N
E
O
S
LACERTA
CYGNUS
DENEB
M39
M29
7243
7209
7082
7062
7048
7000
6997
6931
6910
6894
6866
6871
6883
6913
6927
6940
6960
6978
7007
7031
7044
7063
7086
7092
7128
7142
7160
7177
7193
7209
7226
7243
7261
7277
7296
7312
7331
7348
7366
7383
7401
7418
7436
7453
7471
7488
7506
7523
7541
7558
7576
7593
7611
7628
7646
7663
7681
7698
7716
7733
7751
7768
7786
7803
7821
7838
7856
7873
7891
7908
7926
7943
7961
7978
7996
8013

Fig. 6-11. Mira (ómicron Ceti). (Wil Tirion) *Nota*: Los puntos decimales de las magnitudes han sido omitidos, para evitar confusión con los puntos que representan a las estrellas.

Fig. 6-12. R Coronae Borealis. (Wil Tirion) *Nota*: Los puntos decimales de las magnitudes han sido omitidos, para evitar confusión con los puntos que representan a las estrellas.

Las estrellas variables están indicadas en las cartas del capítulo 7 con círculos internos y externos siempre que es posible. Los círculos internos denotan la magnitud de menos brillo y los círculos externos implican la magnitud de más brillo. Un conjunto de variables están alistadas en los apéndices 7 y 8; otras aparecen en la tabla 8 y el gráfico horario del firmamento de estrellas dobles y estrellas variables del capítulo 5. Las estrellas de la tabla 7 y del apéndice 8 tienen períodos más cortos, y por lo tanto son más fáciles de observar como variables, que las estrellas enumeradas en el apéndice 7.

Las novas —estrellas aparecidas recientemente— pueden ser consideradas variables en cierto sentido; no obstante, en las cartas de los atlas están indicadas mediante símbolos especiales. Una nova se abrillanta cuando el gas procedente de una estrella compañera grande cae sobre la enana blanca de un sistema binario, y desencadena la fusión nuclear en la superficie de la enana blanca.

Las supernovas —estrellas que explotan— son también una clase de estrellas variables. Están marcadas las supernovas que explotaron en los años 1572 (carta del firmamento 1), 1604 (carta del firmamento 41) y 1987 (carta del firmamento 47).

No deben confundirse los *púlsars* —estrellas de neutrones que emiten pulsos regulares de radioondas y que de ordinario no se detectan por medios ópticos— con las estrellas variables, estrellas cuyo brillo varía en la región visible.

Los observadores de estrellas variables a menudo dan fechas en términos de los *días julianos*, sistema en que los días son numerados consecutivamente a partir del 1 de enero del año 4713 antes de Cristo. El sistema juliano elimina la necesidad de calcular el número de días de un mes o los efectos de los años bisiestos. También hace desaparecer las preocupaciones en torno a los cambios de calendario juliano a gregoriano u otros calendarios. Además, los días julianos empiezan al mediodía, de suerte que la fecha juliana no cambia en el curso de una observación nocturna. En este sistema las porciones de día vienen indicadas de ordinario mediante números decimales, en vez de horas, minutos y segundos. Por ejemplo, el mediodía del 1 de enero de 1985 es el principio del día juliano 2 446 067,0. Cada día juliano décimo está alistado en el apéndice 11.

La American Association of Variable Star Observers (25 Birch St., Cambridge, Massachusetts 02138) es una organización internacional de astrónomos aficionados dedicada al estudio y la catalogación de las estrellas variables. Las curvas de luz y los proyectos de observación especial llevados a cabo en colaboración con el AAVSO y la International Amateur-Professional Photoelectric Photometry association (IAPPP) a menudo proporcionan importantes datos científicos. La dirección de la IAPPP es Dyer Observatory, Vanderbilt University, Nashville, TN 37235.

7

ATLAS DEL FIRMAMENTO

En las páginas siguientes figuran 52 cartas de atlas que conjuntamente abarcan el firmamento entero, acompañadas de 4 cartas que muestran vistas de cerca de las áreas de interés especial (las Pléyades, la Nebulosa de Orión, el Cúmulo de Virgo y Próxima Centauri). Una clave visual de las cartas de atlas aparece en las guardas; el apéndice 13 también hace hincapié en la región del firmamento abarcada por cada carta.

Las cartas han sido dibujadas con gran precisión por Wil Tirion a fin de indicar las posiciones de los objetos celestes tal como aparecerán en la época 2000,0, es decir, al principio del año 2000. Las cartas contienen 25 000 estrellas cuyo mínimo brillo es el denotado por la magnitud visual de 7,5 y unos 2500 objetos interestelares (cúmulos estelares, nebulosas, galaxias y otros objetos situados entre las estrellas y más allá de éstas). En la parte inferior de cada carta aparece una clave de los símbolos de estos objetos y una lista de letras griegas minúsculas (usadas para etiquetar a las estrellas más brillantes).

Las letras griegas fueron usadas para otorgar nombres a las estrellas más brillantes de las constelaciones por Johann Bayer en su atlas del firmamento de 1603. En conjunto, la asignación de letras griegas se basó en orden de brillo, siendo α (alpha) de ordinario la estrella más brillante de una constelación. Esta regla no se siguió siempre de modo estricto; por ejemplo, las estrellas del Gran Carro (que forman parte de la constelación Osa Mayor) reciben la asignación de letras basada en el orden alrededor de la concavidad y la vara. Algunas de las estrellas más débiles se designan mediante minúsculas en redonda (normal) o cursiva o con números del catálogo de estrellas que John Flamsteed compiló en 1725.

Los astrónomos marcan las posiciones del firmamento usando coordenadas comparables a las que se usan para indicar las posiciones sobre la Tierra. En astronomía, la *ascensión recta* es la longitud celeste, análoga a la longitud terrestre. La *declinación* es la latitud celeste, análoga a la latitud terrestre. Las cartas de este capítulo tienen como coordenadas la ascensión recta y la declinación. La ascensión recta está indicada en horas, minutos y segundos (con la abreviación ^{h}, ^{m} y ^{s}) de tiempo, representando cada 24 horas una rotación plena de 360°. La declinación está indicada en grados, minutos y segundos (°, ' y ") al norte (+) o al sur (—) del ecuador celeste.

Las posiciones de los objetos celestes tienen en cuenta la *precesión* —el corrimiento de la dirección del eje de rotación de la Tierra

y por lo tanto del sistema de coordenadas celestes. Las posiciones en curso de las estrellas y de los objetos del espacio interestelar y de los límites de las constelaciones, difieren de las posiciones correspondientes al año 2000,0 (indicadas en las cartas) en menos de un cuarto de grado. El capítulo 15 proporciona más detalles sobre la ascensión recta, la declinación, la precesión y temas sobre el tiempo y los calendarios.

Se han confeccionado figuras que representan **constelaciones** y los límites de las constelaciones oficiales están marcados con líneas de trazos. La línea que conecta las estrellas es de trazos en los pocos casos en que una estrella que tradicionalmente ha formado parte de un asterismo o una constelación, ya no se considera como parte oficial de ella; por ejemplo, una de las cuatro estrellas que marcan el cuadro de Pegaso pertenecen en realidad a la constelación de Andrómeda (véanse las cartas 9 y 20).

Las **magnitudes estelares** (tabla 3) están representadas por puntos de distintos tamaños; cada tamaño representa una magnitud entera, incluyendo un rango de ½ de magnitud a ambos lados del número entero dado, como indica la clave situada debajo de cada carta. El brillo relativo de las estrellas se refiere a tal como aparecen a simple vista en vez de a como aparecen en la placa fotográfica, que de ordinario es sensible a una gama distinta de colores (longitudes de onda).

Las **estrellas dobles** (capítulo 6) están indicadas con una línea horizontal a través del punto que representa la magnitud total de las componentes. Sólo las binarias visuales —los sistemas en los cuales pueden verse dos o más estrellas mediante un telescopio (en contraposición con las estrellas que han sido identificadas como binarias estudiando su espectro o de alguna otra manera)— están marcadas como dobles. Los miembros de los sistemas estelares están representados como estrellas separadas en el caso de que la separación sea superior a un minuto de arco. Unas cuantas estrellas dobles están alistadas en las cartas usando la letra A (de Aitken) seguida de los números del catálogo de estrellas dobles de Aitken. Algunas veces varios miembros de un sistema binario comparten la misma letra pero cada componente está indicado con un superíndice distinto, como en ι^1 (iota-1) y ι^2 (iota-2).

Las **estrellas variables** (capítulo 6) cuyo brillo máximo está dentro del rango de magnitud abarcado en estas cartas, están indicadas por un punto rodeado de un círculo concéntrico que indica el rango de brillo; no aparece punto interior si el brillo mínimo es inferior al denotado por la magnitud 7,5. Sólo están indicadas las variables cuyo brillo varía en una magnitud superior a 0,1.

Objetos del espacio interestelar. En 1784, Charles Messier compiló una lista (tabla 12) de objetos borrosos del firmamento, al objeto de que no le indujeran a confusión cuando buscara cometas. Más tarde fueron añadidos unos cuantos objetos adicionales. Esta lista contiene muchos de los objetos más interesantes del firmamento que pueden ser percibidos por los observadores aficionados. La mayoría de los objetos del espacio interestelar están indicados con sus números

en la lista de Messier, en el *New General Catalogue* de J.L.E. Dreyer de 1888 o en *Index Catalogues* de 1895 y 1908. Los números de Messier vienen precedidos por M, los números del New General Catalogue (NGC) están escritos (en las cartas) sin prefijos, y los números de Index Catalogues (IC) están precedidos por la letra I y un período. Unos cuantos objetos están asimismo marcados con sus nombres populares.

La **Vía Láctea** está contorneada por una línea de puntos en las cartas.

Los **cúmulos estelares abiertos** (denominados también *cúmulos galácticos*) están marcados con círculos de puntos, cuyo tamaño da a entender el tamaño de cada cúmulo. Una carta especial, a continuación de la carta 10, muestra las estrellas de las Pléyades a una escala mayor. Algunos cúmulos estelares a menudo están denotados por sus números en catálogos especiales, como el Catálogo de Trumpler (por ejemplo, Tr 1) o el Catálogo de Melotte (por ejemplo, Mel 71).

Los **cúmulos estelares globulares** están marcados con símbolos que indican tres rangos de tamaño.

Las **nebulosas planetarias**, envolturas de gas desprendidas cuando las estrellas como el Sol finalizan sus vidas, están marcadas con círculos que portan cuatro espigas externas.

Los **púlsars**, diminutas estrellas de neutrones que emiten pulsos regulares de radioondas y representan la muerte de estrellas algo más macizas que el Sol, y los **agujeros negros**, que representan la muerte de estrellas extremadamente macizas, también poseen sus propios símbolos. El candidato más probable a convertirse en agujero negro es Cygnus X-1, que figura en la carta 19. El nombre de Cygnus X-1 significa que fue la primera fuente de rayos X en ser descubierta en la constelación Cygnus, descubrimiento que no fue posible hasta la creación de telescopios de rayos X que describen órbitas por encima de la atmósfera de la Tierra. Aunque de ordinario los púlsars y los agujeros negros no pueden percibirse en la región de la luz visible (sólo dos púlsars han sido detectados ópticamente, si bien con telescopios grandes), la fascinación que provocan estos objetos es tal que es interesante que el observador sepa que tiene uno cerca cuando está observando.

Las **novas** están alistadas con el año en el cual aparecieron, por ejemplo la Nova Herculis 1934 (que indica la nova visible en esta zona en el año 1934), presentando tanto los símbolos de las estrellas variables como de las nebulosas (cartas del firmamento 18 y 19). Nova Cygni 1975 y Nova Cygni 1992 se hallan marcadas en la carta del firmamento 19. Se sabe que las novas son sucesos que tienen lugar en los sistemas estelares binarios que contienen una enana blanca. También se hallan marcadas las **supernovas**. Estas supernovas —la que vio Tycho en 1572 (carta 1), la captada por Kepler en 1604 (carta 41) y la supernova que tuvo lugar en 1987 (carta del firmamento 47) en la Gran Nube de Magallanes— representaron las muertes explosivas de estrellas macizas. Sus restos no son fáciles de ver; la Nebulosa del Cangrejo y S147 de Taurus (carta 11) y la Nebulosa del Velo en Cygnus (carta 19) son restos de supernovas cuya observación con telescopios pequeños resulta mucho más interesante.

Las formas de otras **nebulosas**, regiones de gas y polvo en el espacio, aparecen dibujadas en las cartas cuando tienen un diámetro superior a 10 minutos de arco; un cuadrado denota nebulosa con un diámetro inferior a 10 minutos de arco. Una carta especial a continuación de la carta 24 indica a una escala ampliada, el complejo de estrellas y nebulosas situado en la espada de Orión, que constituyen bellos objetos.

Las **galaxias** están dibujadas en forma ovalada, en cuatro rangos de tamaño. Su magnitud puede ser hasta de 13,0 e incluso denotar un brillo menor. La parte central del cúmulo más cercano de galaxias, el Cúmulo de Virgo, figura en una carta a mayor escala, 27A (pág. 276).

Unos cuantos **quásars** seleccionados están indicados por triángulos. Los quásars están más alejados de la Tierra que la mayoría de las galaxias marcadas en las cartas, y desde el punto de vista óptico, su brillo es inferior al límite normal de nuestras cartas. En estos días, los astrónomos aficionados pueden observar muchos quásars utilizando telescopios y detectores electrónicos. Muchos de los quásars se hallan en la lista bajo sus *números 3C*, comúnmente utilizados, es decir, sus números en el Tercer Catálogo de Cambridge de las fuentes de ondas de radio. Otros reciben su nombre de su posición en otros catálogos.

Los radioastrónomos —astrónomos que usan radiotelescopios— al principio otorgaron a los objetos que emiten radioondas un nombre formado por una letra mayúscula y el nombre de la constelación, como en el caso de Taurus A, la primera fuente de radioondas descubierta en Taurus. En la actualidad se sabe que Taurus A es la Nebulosa del Cangrejo, nombre que refleja su forma. También recibe la denominación de M1, porque era el primer objeto en la lista de Messier (véase la tabla 11).

Las cartas del atlas presentan el orden siguiente: las cartas polares septentrionales vienen primero, luego las cartas septentrionales medias, las cartas ecuatoriales, las cartas meridionales medias y las cartas polares meridionales. Al objeto de minimizar la distorsión en estas cartas, Tirion ha usado una proyección cónica para las regiones polares y las declinaciones intermedias y una proyección cilíndrica para la región ecuatorial.

Los números situados en triángulos en los márgenes de cada mapa indican al lector las cartas adyacentes a las que debe acudir. (Las cartas adyacentes de cada grupo están ordenadas atendiendo a la ascensión recta.) El norte está arriba, el oeste hacia la derecha, el sur abajo y el este hacia la izquierda de las cartas. (Si el lector toma un papel con el norte en la parte de abajo, tendrá el norte abajo y el oeste a la izquierda. Si se toma el papel con el norte hacia arriba, como en las cartas, el oeste se encontrará a la derecha.)

Guarde una lista perenne de los objetos de Messier que usted haya visto, recordando la fecha en la cual fue observado cada uno y dibujándolo esquemáticamente tal como aparecía. Cada año, en marzo, es posible (a pesar de las dificultades) ver todos los objetos de Messier en una sola noche, una "Maratón Messier".

Tabla 12: Catálogo de Messier

M	NGC	a.r. (2000,0) *h*	*m*	dec. (2000,0) °	Mag. Visual	Descripción	Carta
1	1952	05	34,5	+22 01	8,4	Nebulosa del Cangrejo	11
2	7089	21	33,5	—00 49	6,5	Cúmulo globular	32
3	5272	13	42,2	+28 23	6,2	Cúmulo globular	15
4	6121	16	23,6	—26 32	5,9	Cúmulo globular	41
5	5904	15	18,6	+02 05	5,8	Cúmulo globular	29
6	6405	17	40,1	—32 13	4,2	Cúmulo abierto	41
7	6475	17	53,9	—34 49	3,3	Cúmulo abierto	41
8	6523	18	03,8	—24 23	5,8	Nebulosa de la Laguna	42
9	6333	17	19,2	—18 31	7,9	Cúmulo globular	30
10	6254	16	57,1	—04 06	6,6	Cúmulo globular	29, 30
11	6705	18	51,1	—06 16	5,8	Cúmulo abierto	30
12	6218	16	47,2	—01 57	6,6	Cúmulo globular	29
13	6205	16	41,7	+36 28	5,9	Cúmulo globular	17
14	6402	17	37,6	—03 15	7,6	Cúmulo globular	30
15	7078	21	30,0	+12 10	6,4	Cúmulo globular	32
16	6611	18	18,8	—13 47	6,0	Cúmulo abierto, nebulosa	30
17	6618	18	20,8	—16 11	7	Nebulosa de Omega	30
18	6613	18	19,9	—17 08	6,9	Cúmulo abierto	30
19	6273	17	02,6	—26 16	7,2	Cúmulo globular	41
20	6514	18	0,26	—23 02	8,5	Nebulosa Trífida	41, 42
21	6531	18	0,46	—22 30	5,9	Cúmulo abierto	41, 42
22	6656	18	36,4	—23 54	5,1	Cúmulo globular	42
23	6494	17	56,8	—19 01	5.5	Cúmulo abierto	30, 41
24	6603	18	16,9	—18 29	4,5	Cúmulo abierto	30
25	IC4725	18	31,6	—19 15	4,6	Cúmulo abierto	30
26	6694	18	45,2	—09 24	8	Cúmulo abierto	30
27	6853	19	59,6	+22 43	8,1	Nebulosa de Dumbbell	18, 19
28	6626	18	24,5	—24 52	6,9	Cúmulo globular	42
29	6913	20	23,9	+38 32	6,6	Cúmulo abierto	18, 19
30	7099	21	40,4	—23 11	7,5	Cúmulo globular	43
31	224	00	42,7	+41 16	3,4	Galaxia de Andrómeda	9
32	221	00	42,7	+40 52	8,2	Galaxia elíptica	9
33	598	01	33,9	+30 39	5,7	Galaxia espiral (Sc)	9
34	1039	02	42,0	+42 47	5,2	Cúmulo abierto	10
35	2168	06	08,9	+24 20	5,1	Cúmulo abierto	11, 12
36	1960	05	36,1	+34 08	6,0	Cúmulo abierto	11

Nota: Magnitudes basadas en la tabla del *Sky Catalogue 2000,0* (vol. 2).

Tabla 12: Catálogo de Messier (continuación)

M	NGC	a.r. (2000,0) *h*	*m*	dec. (2000,0) °	Mag. Visual	Descripción	Carta
37	2099	05	52,4	+32 33	5,6	Cúmulo abierto	11, 12
38	1912	05	28,7	+35 50	6,4	Cúmulo abierto	11
39	7092	21	32,2	+48 26	4,6	Cúmulo abierto	19
40	WNC4	12	22,4	+58 05	8	Estrella doble	
41	2287	06	47,0	—20 44	4,5	Cúmulo abierto	36
42	1976	05	35,4	—05 27	4	Nebulosa de Orión	24
43	1982	05	35,6	—05 16		Nebulosa de Orión; parte menor	24
44	2632	08	40,1	+19 59	3,1	Praesepe; cúmulo abierto	13, 25
45	—	03	47,0	+24 07	1,2	Las Pléyades; cúmulo abierto	10, 11
46	2437	07	41,8	—14 49	6,1	Cúmulo abierto	25
47	2422	07	36,6	—14 30	4,4	Cúmulo abierto	25
48	2548	08	13,8	—05 48	5,8	Cúmulo abierto	25
49	4472	12	29,8	+08 00	8,4	Galaxia elíptica	27A
50	2323	07	03,2	—08 20	5,9	Cúmulo abierto	24, 25
51	5194-5	13	29,9	+47 12	8,1	Galaxia NGC 5194	15
52	7654	23	24,2	+61 35	6,9	Cúmulo abierto	1
53	5024	13	12,9	+18 10	7,7	Cúmulo globular	15
54	6715	18	55,1	—30 29	7,7	Cúmulo globular	42
55	6809	19	40,0	—30 58	7,0	Cúmulo globular	42
56	6779	19	16,6	+30 11	8,2	Cúmulo globular	18
57	6720	18	53,6	+33 92	9,0	Nebulosa anular	18
58	4579	12	37,7	+11 49	9,8	Galaxia espiral (SBb)	27A
59	4621	12	42,0	+11 39	9,8	Galaxia elíptica	27A
60	4649	12	43,7	+11 33	8,8	Galaxia elíptica	27A
61	4303	12	21,9	+04 28	9,7	Galaxia espiral (Sc)	27A
62	6266	17	01,2	—30 07	6,6	Cúmulo globular	41
63	5055	13	15,8	+42 02	8,6	Galaxia espiral (Sb)	15
64	4826	12	56,7	+21 41	8,5	Galaxia espiral (Sb)	15
65	3623	11	18,9	+13 05	9,3	Galaxia espiral (Sa)	27
66	3627	11	20,2	+12 59	9,0	Galaxia espiral (Sb)	27
67	2682	08	50,4	+11 49	6,9	Cúmulo abierto	25
68	4590	12	39,5	—26 45	8,2	Cúmulo globular	39
69	6637	18	31,4	—32 21	7,7	Cúmulo globular	42
70	6681	18	43,2	—32 18	8,1	Cúmulo globular	42
71	6838	19	53,8	+18 47	8,3	Cúmulo globular	19, 31
72	6981	20	53,5	—12 32	9,4	Cúmulo globular	31, 32

Nota: Magnitudes basadas en la tabla del *Sky Catalogue 2000,0* (vol. 2).

Tabla 12: Catálogo de Messier (continuación)

M	NGC	a.r. (2000,0) *h*	*m*	dec. (2000,0) °	Mag. Visual	Descripción	Carta
73	6994	20	58,9	—12 38		Cúmulo abierto	31, 32
74	628	01	36,7	+15 47	9,2	Galaxia espiral (Sc)	9, 22
75	6864	20	06,1	—21 55	8,6	Cúmulo globular	42, 43
76	650-1	01	42,4	+51 34	11,5	Nebulosa plenetaria	1, 2, 9, 10
77	1068	02	42,7	—00 01	8,8	Galaxia espiral (Sb)	22
78	2068	05	46,7	+00 03	8	Nebulosa de emisión	24
79	1904	05	24,5	—24 33	8,0	Cúmulo globular	35
80	6093	16	17,0	—22 59	7,2	Cúmulo globular	41
81	3031	09	55,6	+69 04	6,8	Galaxia espiral (Sb)	4,5
82	3034	09	55,8	+69 41	8,4	Galaxia irregular (Irr)	4,5
83	5236	13	37,0	—29 52	7,6	Galaxia espiral (Sc)	39
84	4374	12	25,1	+12 53	9,3	Galaxia elíptica	27A
85	4382	12	25,4	+18 11	9,2	Galaxia elípt./lenticular	15, 27
86	4406	12	26,2	+12 57	9,2	Galaxia elíptica	27A
87	4486	12	30,8	+12 24	8,6	Galaxia elíptica	27A
88	4501	12	32,0	+14 25	9,5	Galaxia espiral (Sb)	27A
89	4552	12	35,7	+12 33	9,8	Galaxia elíptica	27A
90	4569	12	36,8	+13 10	9,5	Galaxia espiral (Sb)	27A
91	4548	12	35,4	+14 30	10,2	Galaxia espiral o M58?	27A
92	6341	17	17,1	+43 08	6,5	Cúmulo globular	17
93	2447	07	44,6	—23 52	6,2	Cúmulo abierto	36
94	4736	12	50,9	+41 07	8,1	Galaxia espiral (Sb)	15
95	3351	10	44,0	+11 42	9,7	Galaxia espiral barrada (SBb)	26
96	3368	10	46,8	+11 49	9,2	Galaxia espiral (Sa)	26
97	3587	11	14,8	+55 01	11,2	Nebulosa de la Lechuza	5, 14
98	4192	12	13,8	+14 54	10,1	Galaxia espiral (Sb)	27A
99	4254	12	18,8	+14 25	9,8	Galaxia espiral (Sc)	27A
100	4321	12	22,9	+15 49	9,4	Galaxia espiral (Sc)	15, 27A
101	5457	14	03,2	+54 21	7,7	Galaxia espiral (Sc)	6, 15, 16
102	—	—	—	—		M101	
103	581	01	33,2	+60 42	7,4	Cúmulo abierto	1, 2
104	4594	12	40,0	—11 37	8,3	Galaxia del Sombrero	27
105	3379	10	47,8	+12 35	9,3	Galaxia elíptica	26
106	4258	12	19,0	+47 18	8,3	Galaxia espiral (Sb)	14, 15
107	6171	16	32,5	—13 03	8,1	Cúmulo globular	29
108	3556	11	11,5	+55 40	10,0	Galaxia espiral (Sb)	5, 14
109	3992	11	57,6	+53 23	9,8	Galaxia espiral barrada (SBc)	5, 14, 15

Nota: Magnitudes basadas en la tabla del *Sky Catalogue 2000,0* (vol. 2).

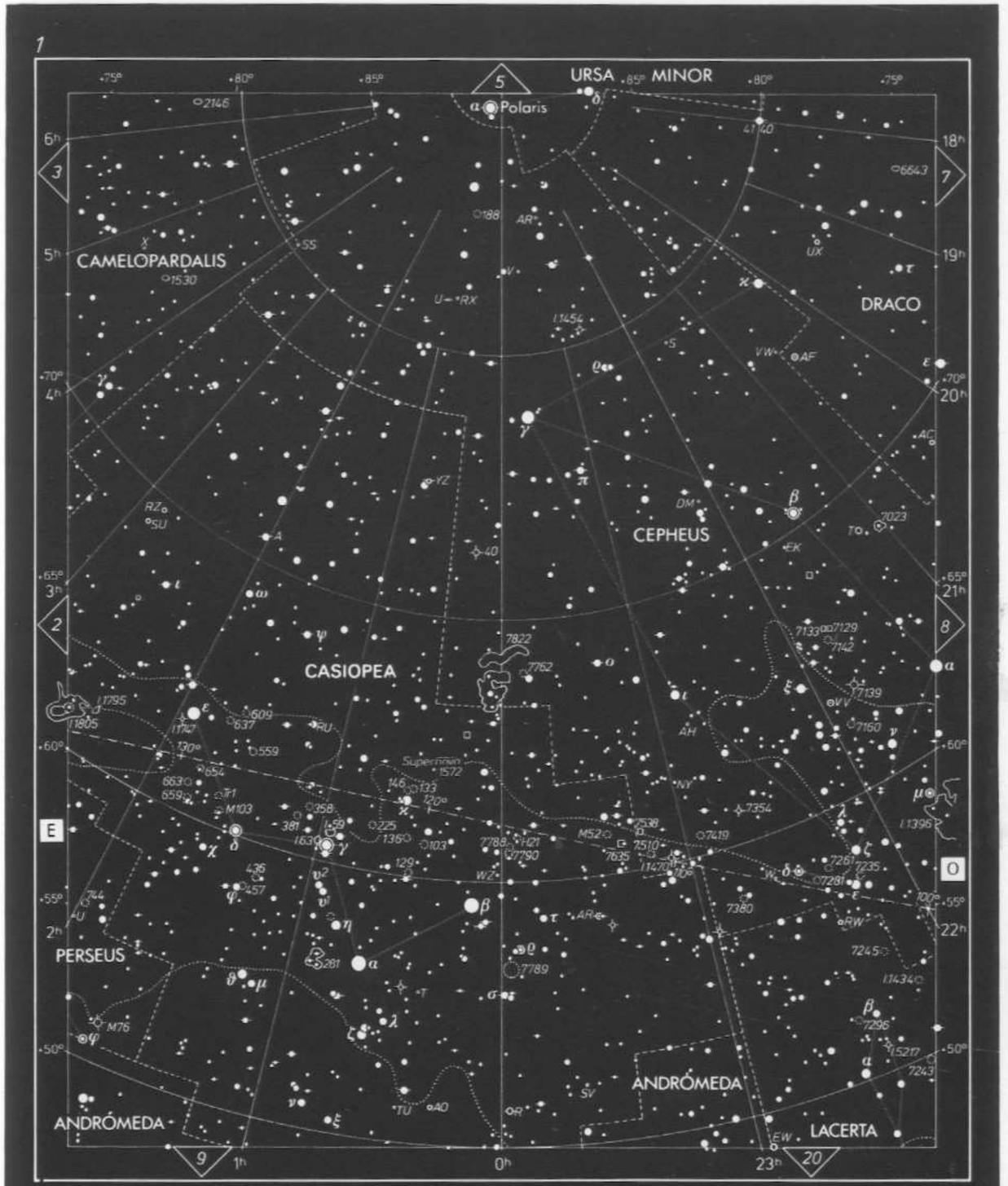
CARTA 1. Nebulosa NGC 7635, Supernova de Tycho La Vía Láctea en Casiopea, con sus campos ricos de nubes, gas y polvo, y cúmulos estelares, es un área cuya observación con telescopio de baja potencia o prismáticos resulta interesante. Son fáciles de encontrar varios cúmulos abiertos por cuanto están situados cerca de estrellas brillantes. NGC 457 es un cúmulo abierto especialmente brillante situado en el mismo campo de visión que ϕ (phi) Cas, situada al suroeste de δ (delta) Cas en el W de Casiopea. Las estrellas de este cúmulo pueden verse bien incluso con un telescopio pequeño; más estrellas son visibles con telescopios de potencia más alta. Cerca tenemos al cúmulo abierto NGC 436. Puesto que los prismáticos o los telescopios con pequeña apertura indican sólo la presencia de unas pocas estrellas en esta área, es más adecuado observar a NGC 436 con telescopios mayores. M103 (NGC 581) es un cúmulo en forma de abanico con una magnitud de 7 (fig. 5-16) situado en el noreste de δ (delta) Cas.

Unos 5° al noreste de β (beta) Cas, cerca del borde de Cepheus, está situado M52 (NGC 7654), un cúmulo abierto, rico, con una magnitud de 7. Cerca de M52 tenemos la nebulosa NGC 7635, que posee un brillo total elevado, aun cuando esté dispersada sobre una parte tan grande del cielo que su brillo superficial medio es bajo. Al sureste de β (beta) Cas, aproximadamente a medio camino entre ρ (rho) y σ (sigma) Cas, está presente el cúmulo abierto NGC 7789. Su diámetro es aproximadamente idéntico al de la Luna. El lector puede detectar este cúmulo con prismáticos, y los telescopios resuelven muchas de sus 100 estrellas.

Al noreste de β (beta) Cas está situada κ (kappa) Cas, con los dos cúmulos abiertos NGC 133 y NGC 146 cerca. NGC 146 posee unas 50 estrellas dentro de un diámetro de 6 minutos de arco, este cúmulo debe observarse con un telescopio de alta potencia debido a la riqueza de la Vía Láctea en esta parte del firmamento.

La supernova de Tycho de 1572, 0^h25^m +63°, apareció algo al noroeste de NGC 146 presentando un brillo tal que fue perceptible a simple vista durante unos seis meses. Como quiera que la aparición de una nueva estrella demostraba que el cielo cambiaba, en contra de la teoría de Ptolomeo, este objeto contribuyó a la aceptación de la teoría heliocéntrica de Copérnico. En la actualidad el resto de la supernova sólo es débilmente visible con telescopios grandes y aparece como filamentos delgados que forman un anillo incompleto con un diámetro de 8 minutos de arco. No obstante, los radiotelescopios detectan señales fuertes.

Fig. 7-1. La Nebulosa NGC 7635 en Casiopea. (Fotografía realizada desde el Observatorio de Lick)



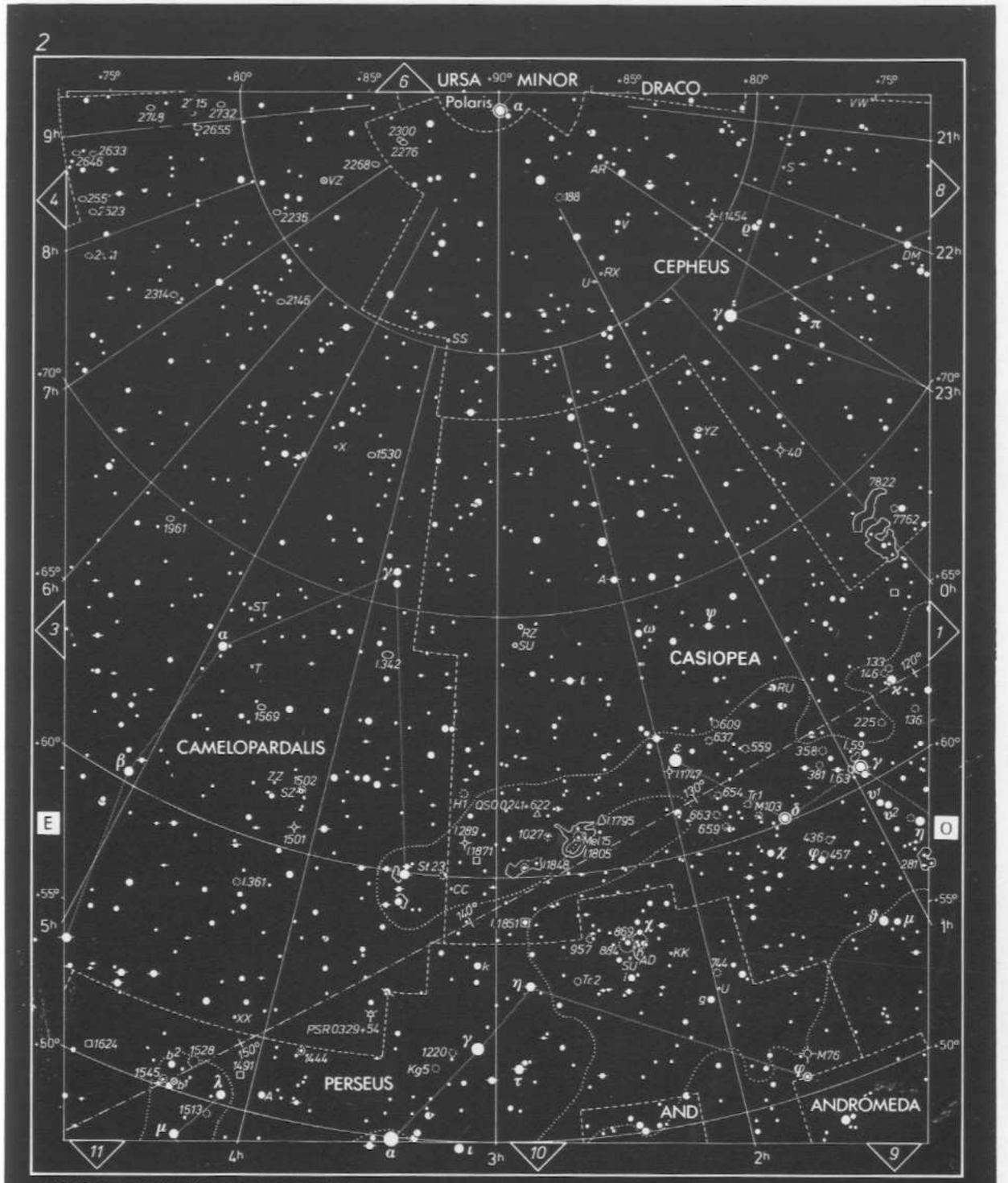
CARTA 2. Polaris, cúmulo doble en Perseus Polaris, α (alpha) Ursa Minoris, está situada aproximadamente 1° con respecto al polo norte verdadero, y realiza un recorrido circular alrededor del polo una vez cada 24 horas. Polaris es una estrella doble, con una compañera de magnitud 9 a una distancia de 18 minutos de arco. El par puede ser resuelto mediante un telescopio pequeño de calidad.

En la Vía Láctea, concretamente en Perseus, se encuentra el famoso "cúmulo doble", también denominado h y χ (ji) Persei, componentes que están indicados en la carta como NGC 869 y NGC 884. El cúmulo doble es uno de los preferidos por los aficionados, por cuanto es tan fácil de observar. Observado con los prismáticos aparece en forma de mancha borrosa. Un telescopio pequeño con un ocular de baja potencia y ángulo amplio (campo de 1°) revela ambos cúmulos. Cada cúmulo posee un diámetro de unos 70 años-luz. NGC 869 es uno de los cúmulos más jóvenes, pues sólo cuenta con unos 10 millones de años. Está situado a más de 7000 años-luz de distancia con respecto a la Tierra.

El cúmulo abierto menor NGC 957 está situado aproximadamente $1\frac{1}{2}$° al este. A la derecha, a nivel más bajo, en Perseus, tenemos a M76 (NGC 650), una nebulosa planetaria de la magnitud 11,4. Cerca del costado derecho de la carta, a 58°, η (eta) Cas es una binaria bien conocida. Sus componentes dan lugar a un bello contraste de colores, que algunas veces ha sido designado dorado y púrpura o amarillo y rojo.

Cuando el recorrido visual va de Casiopea a Camelopardalis, nos alejamos más de la Vía Láctea y observamos regiones menos interesantes.

Fig. 7-2. El cúmulo abierto doble de Perseus, h y ji Persei (NGC 869 y 884). (Fotografía del Lick Observatory)



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4-+0.5
1 0.6-1.5
2 1.6-2.5
3 2.6-3.5
4 3.6-4.5
5 4.6-5.5
6 5.6-6.5
7 6.6-7.5

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

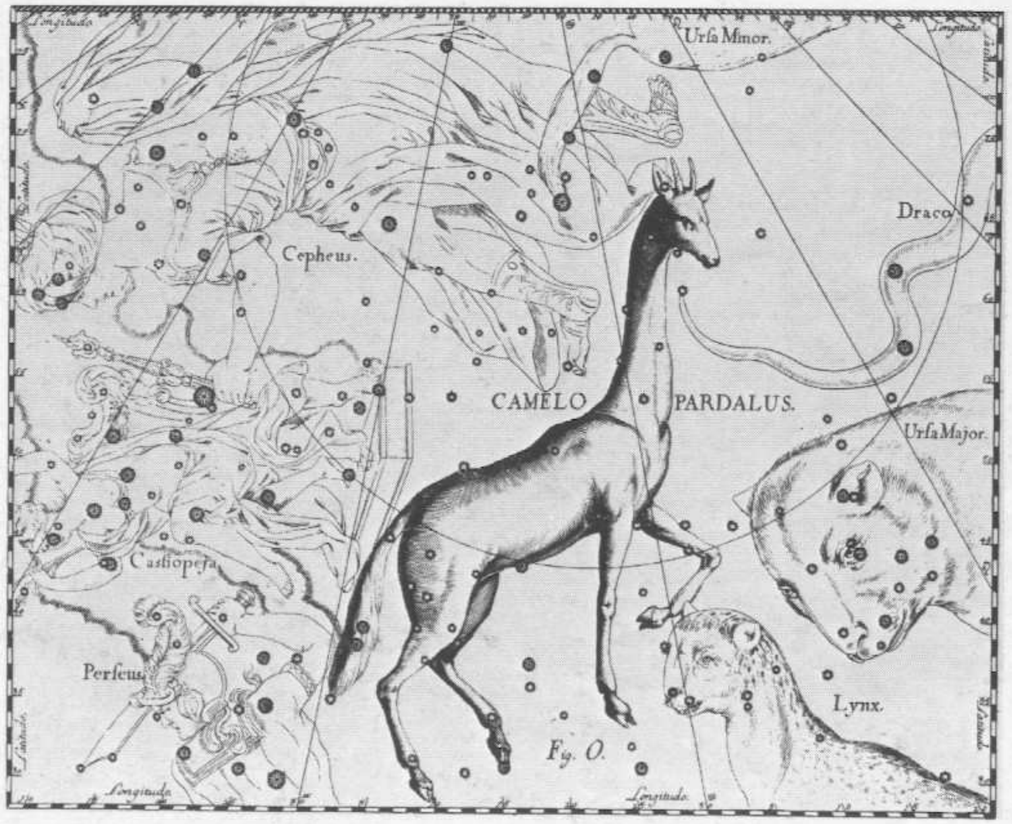
CARTA 3. Camelopardalis Camelopardalis, la Jirafa, posee muy pocas estrellas brillantes. En Lynx, un trío de estrellas múltiples está situado justo a la derecha de 7^h y por debajo de $+60°$. El sistema múltiple existente más a la derecha es un sistema triple interesante. La estrella doble 19 Lyn (ADS6012), cerca de 7^h23^m $+55°$, está rodeada de estrellas tenues.

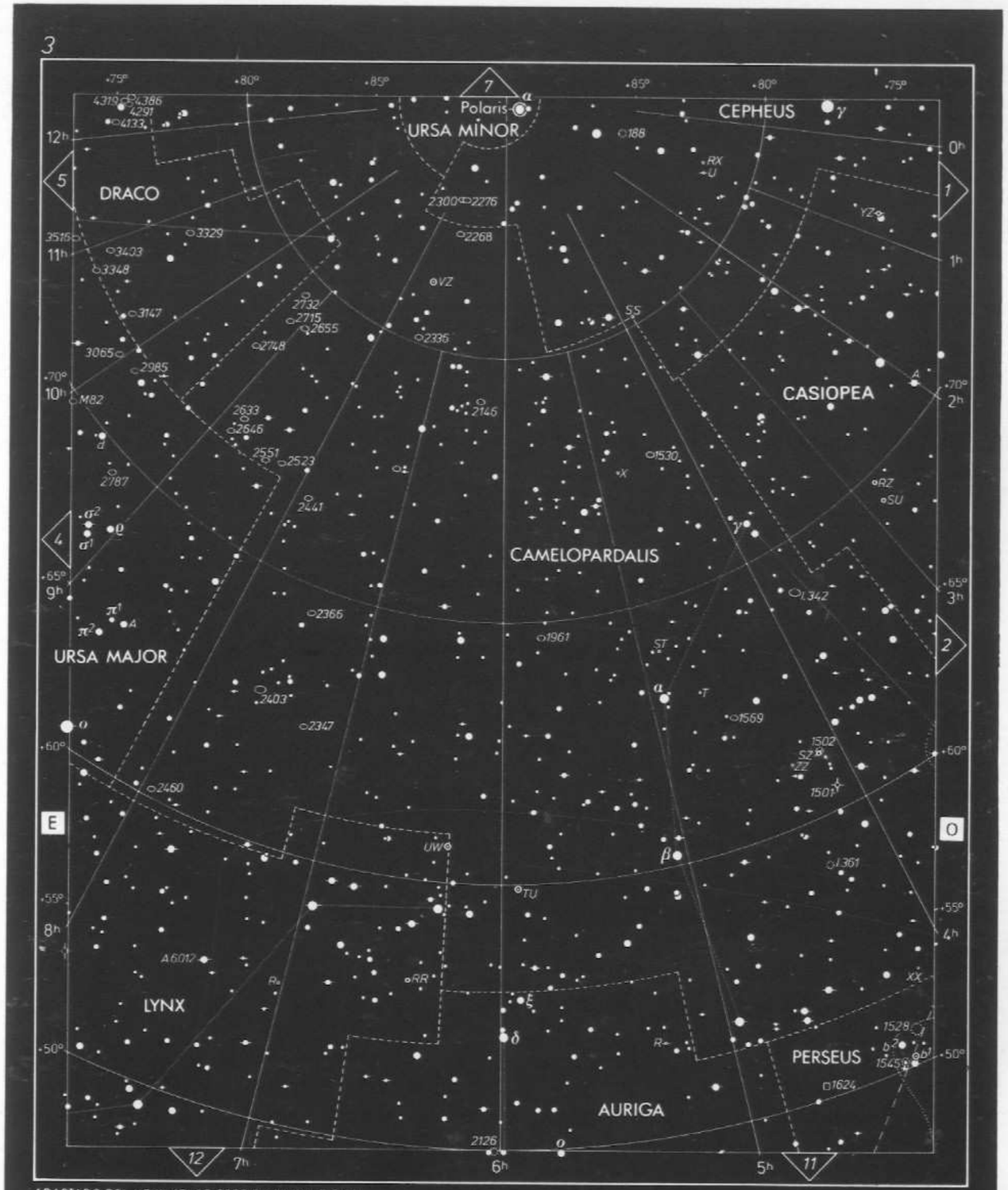
La galaxia NGC 2403 (7^h34^m $+65°40'$) es una de las galaxias espirales más próximas fuera de nuestro Grupo Local de galaxias. Con prismáticos aparece como una mancha borrosa grande y los telescopios grandes sugieren que su estructura es espiral. NGC 2403 está situada a una distancia de 8 millones de años-luz y tiene un diámetro de 37 000 años-luz. Puede percibirse con facilidad incluso con telescopios pequeños con baja potencia, y lo que se observa con telescopios mayores es sorprendente.

Más abajo, en Camelopardalis, a 4^h08^m $+62°$, está el cúmulo abierto NGC 1502, fácil de ver con telescopios pequeños. Los telescopios mayores ponen de manifiesto que este cúmulo está densamente empaquetado con muchas estrellas de distinta magnitud. En las noches despejadas, puede percibirse el cúmulo tan sólo con prismáticos.

A seis grados por encima de NGC 1502 está situada la bella y gran galaxia espiral IC 342. Si bien puede verse con telescopios pequeños, son necesarios telescopios mayores para poner de manifiesto la estructura espiral. La nebulosa planetaria NGC 1501, situada en Camelopardalis, algo por debajo de NGC 1502, tiene un diámetro de aproximadamente 1 min de arco y su forma es algo ovalada. Dado su escaso brillo, se requiere como mínimo una apertura media para obtener una buena visión.

Fig. 7-3. Camelopardalis, la Girafa, del atlas de las estrellas de Hevelius (1690). La constelación ha sido dibujada al revés de como aparecen en el cielo, ya que Hevelius dibujó la esfera celeste como aparecería vista desde el exterior.





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4–+0.5
1 0.6-1.5
2 1.6-2.5
3 2.6-3.5
4 3.6-4.5
5 4.6-5.5
6 5.6-6.5
7 6.6-7.5

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

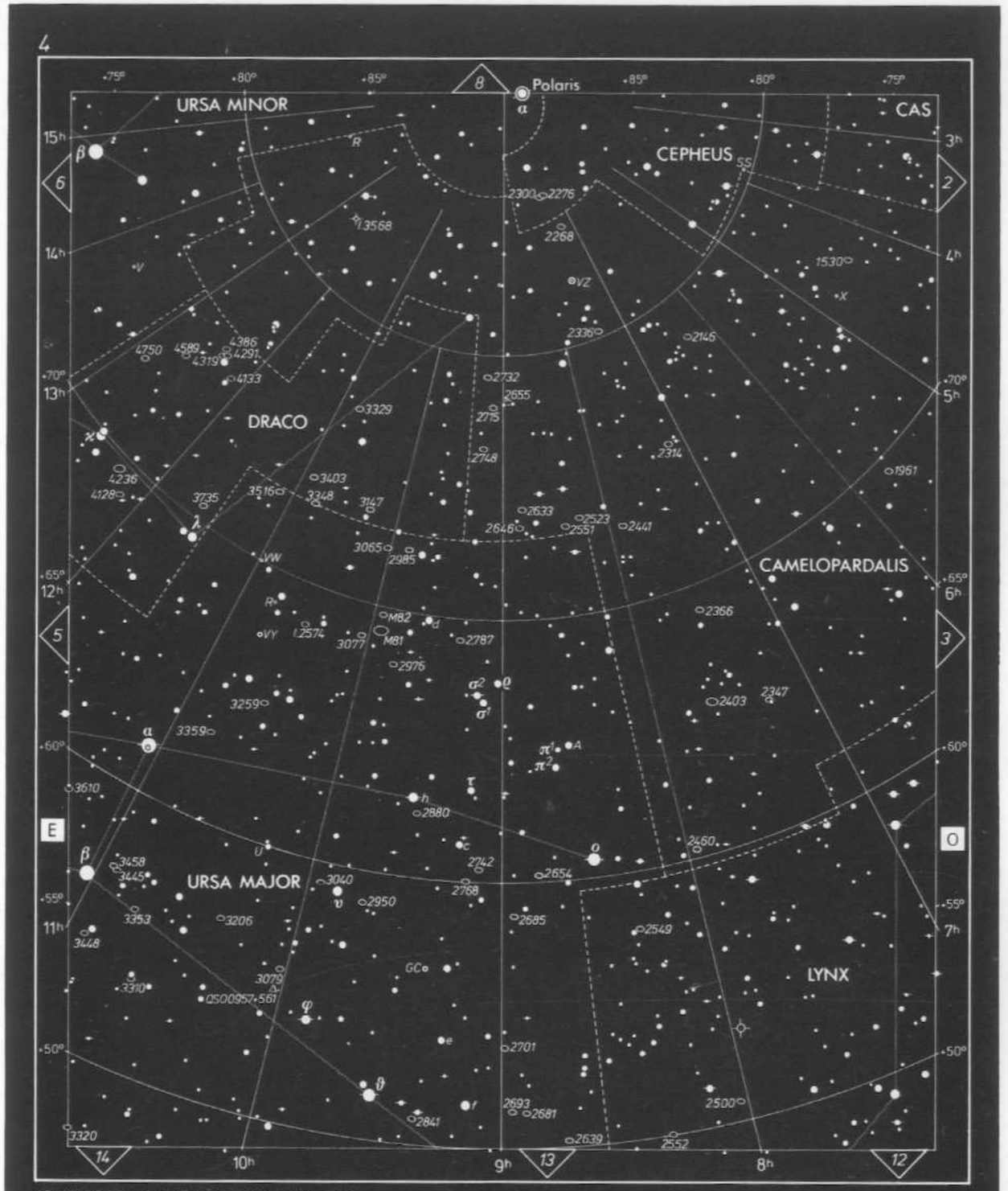
ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	ο	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ ϕ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 4. M81 y M82 Las galaxias M81 (NGC 3031) y M82 (NGC 3034) aparecen en el centro de esta carta, cerca de 10^h y debajo de 70°. Son miembros del cúmulo de galaxias de la Osa Mayor. M81 es una espiral muy bonita. M82 (fig. 5-38) parece contener gas en fase de explosión, pero hay controversia sobre si lo observado es gas en proceso de explosión o luz reflejada procedente de un gas relativamente estacionario. Estas galaxias son de las que se observan con más facilidad en el firmamento y pueden contemplarse con un telescopio pequeño o con unos prismáticos. Cerca tenemos a NGC 3077 y NGC 2976 los otros dos miembros del cúmulo que son fáciles de ver con instrumentos de baja potencia.

QSO 0957+561 es el "quásar doble", el primer ejemplo que se conoció de "lente gravitatoria". La luz y las radioondas procedentes de este quásar son desviadas por la gravedad de una galaxia colocada en posición intermedia cuando pasan por sus aledaños, lo cual hace que veamos como mínimo dos imágenes separadas por sólo 6 segundos de arco. Los objetos ópticos son de la magnitud 17 y presentan un corrimiento hacia el rojo de 1,41 (141 %), lo cual hace que sean de los objetos más reflejados que se conocen.

Fig. 7-4. M81 (NGC 3031), una galaxia espiral del tipo Sb en Ursa Major, con M82 (NGC 3034) por encima de ella, NGC 3077 a su izquierda abajo y NGC 2976 abajo a la derecha (Foto del Obs. del Monte Palomar)



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ϱ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 5. Gran Carro, Nebulosa de la Lechuza A la derecha, en la parte inferior, de Ursa Major —aproximadamente a 2 ½° al sureste de β (beta) UMa— tenemos a M97 (NGC 3587), la Nebulosa de la Lechuza (fig. 5-7), una de las mayores nebulosas planetarias. Los telescopios pequeños ponen de manifiesto un disco circular sin características, pero la imagen derivada de los telescopios grandes sugiere la cara de una lechuza. Dentro de 1° de M97 está situada la galaxia M108 (NGC 3556), indicada en la fig. 5-44.

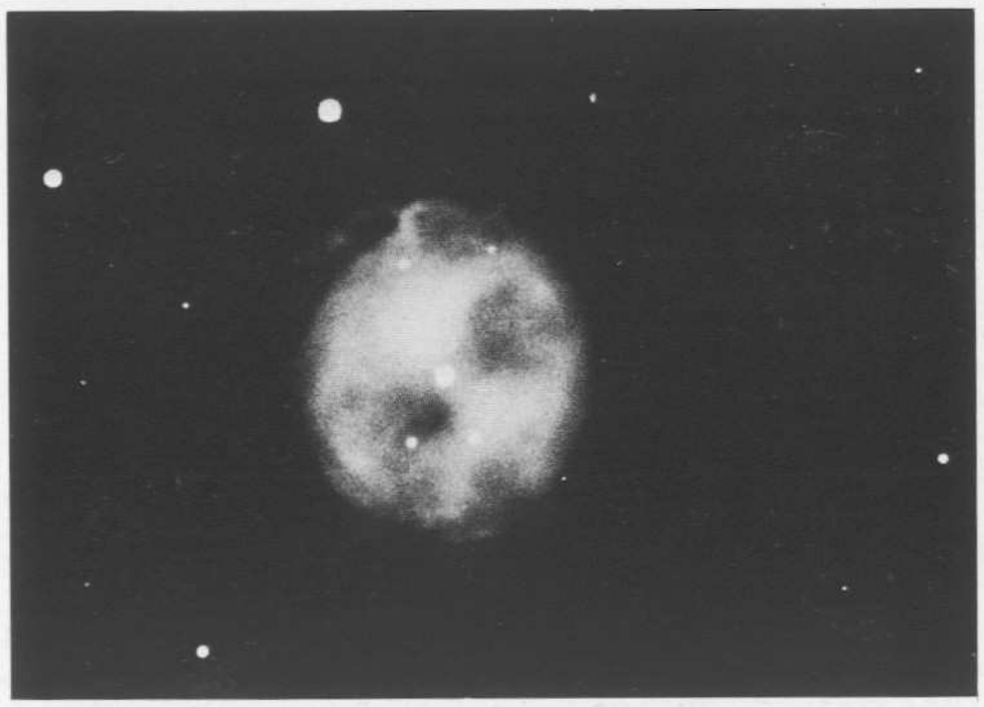
Mizar, ξ (zeta) UMa, es la segunda estrella a partir del extremo de la vara del Gran Carro y está situada cerca de 13^h30^m +55°. Mizar es una de las estrellas dobles más interesantes del firmamento. Su compañera, Alcor (marcada con *g* en la carta), está alejada unos 12 minutos de arco (distancia aproximadamente igual a ⅓ del diámetro de la Luna) y apenas si puede percibirse a simple vista. Ambas componentes de Mizar, llamadas Mizar A y Mizar B, son por su parte estrellas dobles, aunque sus componentes no pueden ser resueltas por telescopios. Los movimientos de los componentes se manifiestan en los espectros. Los indios americanos denominaban a Mizar y Alcor, el Caballo y el Jinete.

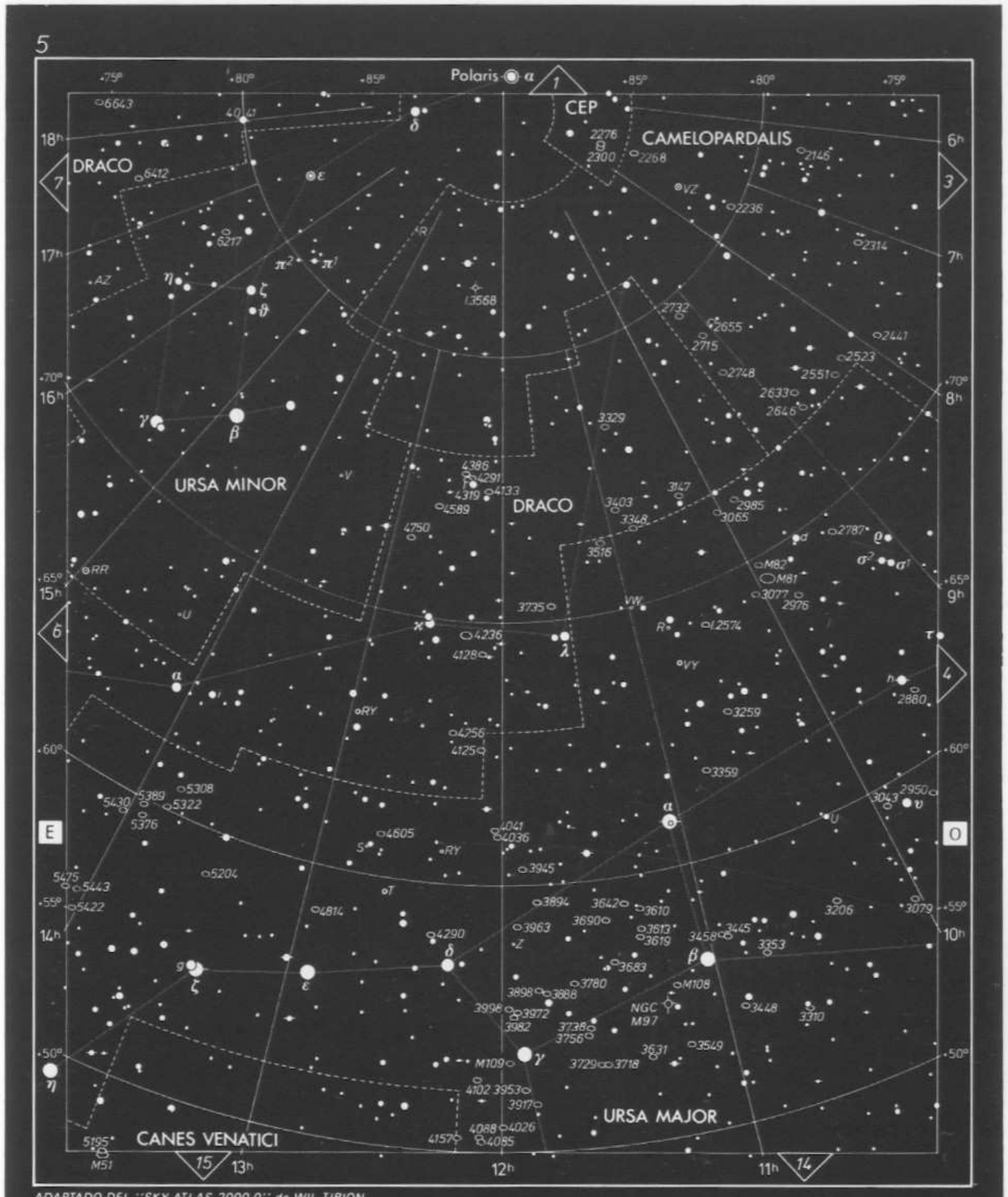
Las magnitudes de alrededor del Gran Carro, desde el asa al cuenco, son 1,9 para Alkaid, 2,1 para Mizar, 4,0 para Alcor, 1,8 para Alioth, 3,3 para Megrez, 2,4 para Phecda, 2,4 para Merak y 1,8 para Dubhe.

M109 (NGC 3992), una galaxia espiral barrada y brillante de Ursa Major, está situada cerca de γ (gamma) Ursa Majoris, a 12^h y por encima de +50°. Otra galaxia fácil de observar, NGC 3953, está situada en las proximidades. Estas y otras galaxias forman parte del cúmulo de galaxias de Ursa Major. En Draco puede observarse otro cúmulo de galaxias.

Una variable cuya observación resulta interesante es RY de Draco, a 13^h +65°, que presenta un período de variación de 6 meses.

Fig. 7-5. La Nebulosa de la Lechuza, M97 (NGC 3587) en Ursa Major. (Por cortesía de los Observatorios de la Carnegie Institution de Washington)





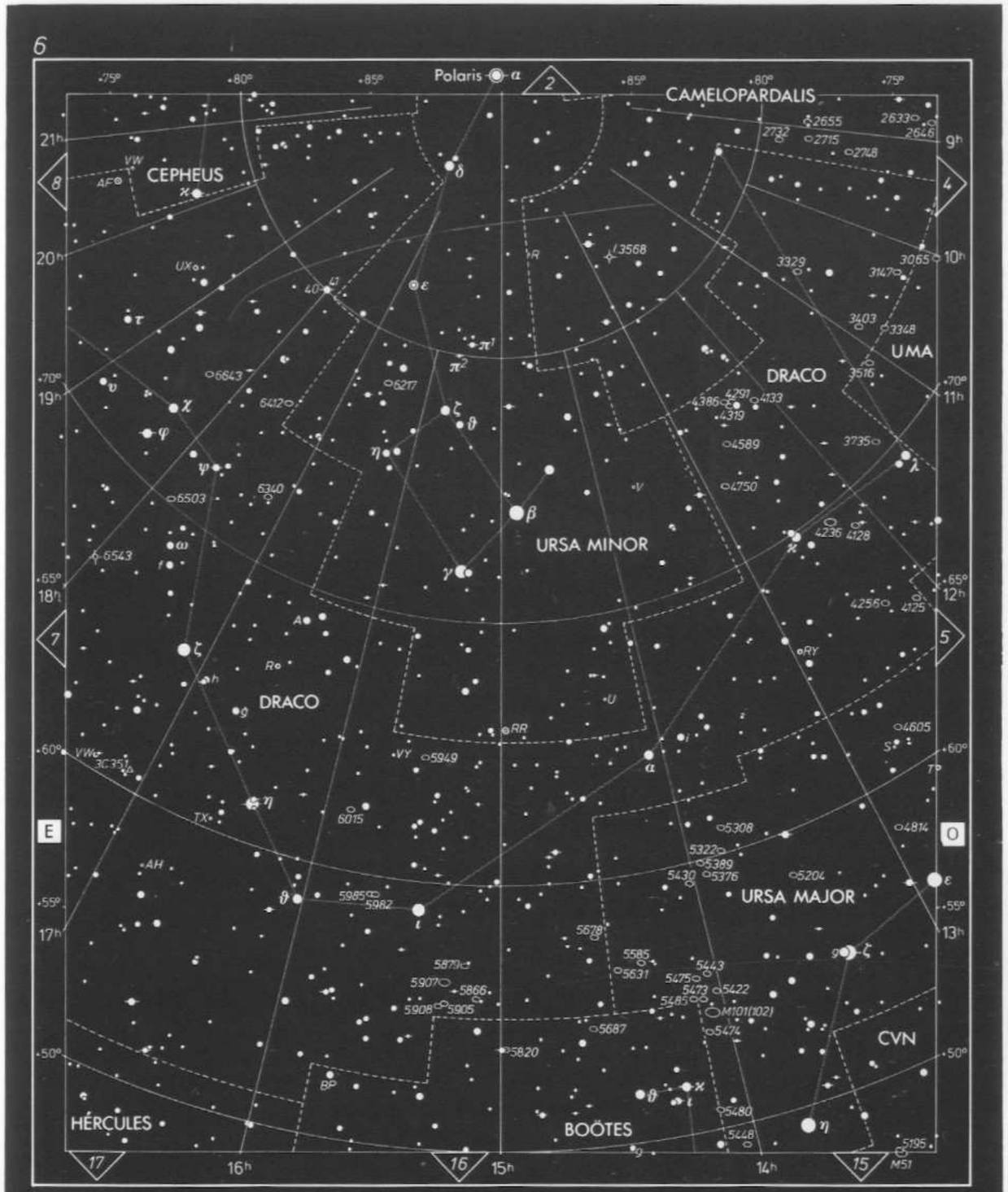
CARTA 6. M101, Pequeño Carro M101 (NGC 5457) es una galaxia espiral particularmente bella de Ursa Major, situada cerca de 14^h $+54^o$. Se observa de frente y con una magnitud de casi 8. Se trata de una de las galaxias más brillantes del firmamento (fig. 5-41). Los brazos espirales de M101 apenas si pueden verse en noches muy despejadas con un telescopio de tamaño medio, pero como la galaxia es tan dilatada, es difícil de encontrar a menos que las condiciones sean perfectas. M102 fue uno de los pocos errores de Messier; en realidad constituyó una segunda denominación para M101. Muchos otros miembros del cúmulo de galaxias de Ursa Major como NGC 5907 (fig. 5-52), también aparecen en esta carta, cerca de 15^h20^m $+56^o$.

El Pequeño Carro en Ursa Minor se encuentra en la región central de su carta. El cuenco contiene a β (Kochab), γ (Pherkad), η y ξ y el asa es ε, δ y α (Polaris) UMi. Las magnitudes aparentes, en el mismo orden, son 2,1, 3,1, 5,0, 4,3, 4,2, 4,4 y 2,0. Estas estrellas son una buena prueba de la calidad de su cielo y de la sensibilidad de sus ojos.

En esta región se encuentran pocos objetos más de interés especial. Una estrella doble que vale la pena observar es κ (kappa) Boötes, cerca de 14^h13^m $+52^o$.

Thuban, alpha Draconis, era la estrella polar cuando se estaban construyendo las pirámides, y así fue venerada por los egipcios.

Fig. 7-6. M101 (NGC 5457), una galaxia espiral del tipo Sc en Ursa Major. (Fotografía del Observatorio del Monte Palomar)



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75

DOBLE O MÚLTIPLE

VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'

CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'

NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 05'-1' <05'

NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'

GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR

PÚLSAR

AGUJ. NE.

VÍA LACT.

ECUADOR GAL.

ECLÍPTICA

LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	ο	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

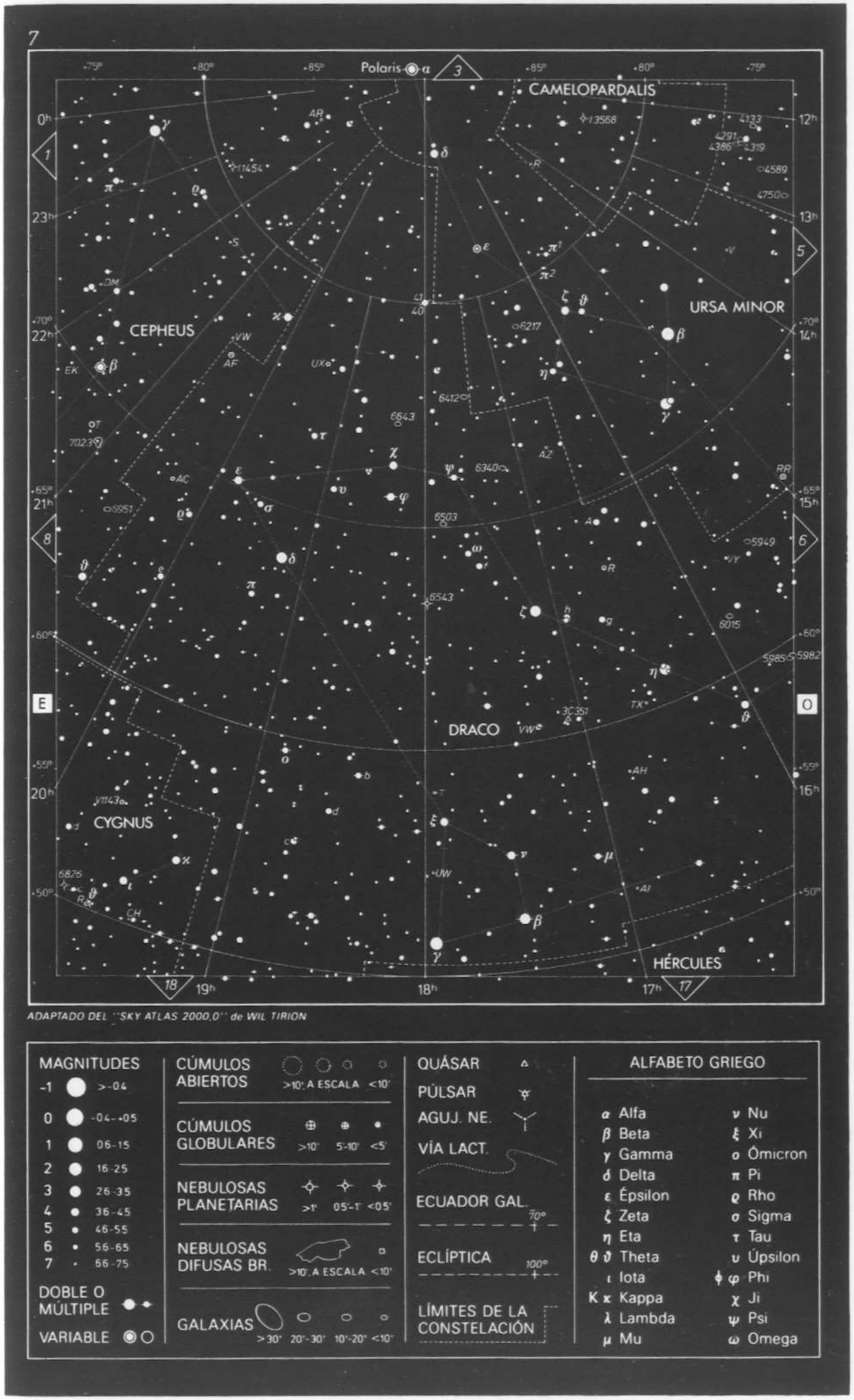
CARTA 7. Draco. Las cuatro estrellas en la cabeza del draco —ξ, ν, β y γ Dra (xi, nu, beta y gamma Dra)— forman un asterismo conspicuo, el Rombo, en la parte inferior de esta carta. No están alejadas de la estrella brillante Vega (véase la carta 18) y están situadas cerca del pie de Hércules. El Rombo y otras áreas de Draco contienen varios sistemas dobles interesantes. Los prismáticos resuelven la estrella ν (nu) Dra en el Rombo y un telescopio pequeño de calidad resuelve la estrella cercana μ (mu) Dra, a 17^h +55°.

Varias otras dobles aparecen hacia el centro de la carta, incluyendo φ (phi) Dra, cerca de 18^h20^m +71° y el par situado en 18^h +80°, cuyos miembros presentan números de Flamsteed 40 y 41. Al este (a la izquierda) de φ (phi) Dra tenemos ε (épsilon) Dra, un sistema doble que puede observarse con amplificaciones moderadas puesto que sus compañeras sólo están alejadas unos 3 segundos de arco.

La nebulosa planetaria NGC 6543, con una magnitud de 8,8 es una de las más brillantes del firmamento. Está situada casi en el centro de esta carta aproximadamente a medio camino entre δ (delta) y ζ (zeta) Dra. NGC 6543 fue la primera nebulosa planetaria que se observó con un espectroscopio; el que se dispusiera de líneas de emisión zanjó la controversia sobre si las nebulosas planetarias eran conjuntos numerosos de estrellas o, como resultó ser, nubes de gas difuso. Un telescopio pequeño con una amplificación moderada pone de manifiesto el disco, pero se requieren telescopios más poderosos para desentrañar la estructura interna, una hélice brillante e irregular. Puesto que NGC 6543 es un objeto circumpolar para la mayoría de los observadores, puede ser observado a lo largo de todo el año.

El quásar 3C 351 está situado a 17^h +60°. Su magnitud es 15,3 y posee un corrimiento hacia el rojo de 0,371 (37,1 %), de lo cual se deduce que está alejado unos 7 mil millones de años-luz.

Fig. 7-7. Draco, el Dragón, dibujado en sentido inverso, serpentea a través del firmamento en este dibujo procedente del atlas de estrellas de Hevelius (1690).



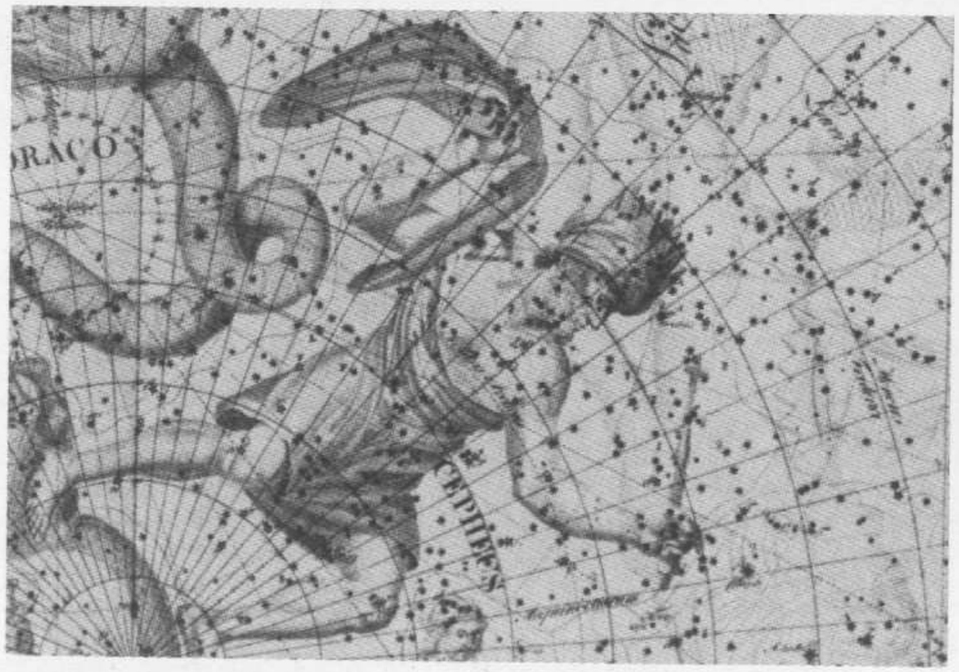
CARTA 8. delta Cephei La Vía Lactea pasa a través de Cepheus y Cygnus en esta carta y su campo estelar es muy rico para la observación. La región contiene varios cúmulos abiertos, nebulosas planetarias y nebulosas de gas. El lector debe buscar en Cepheus, cerca de 21^h50^m $+58^o$ la estrella variable μ (mu) Cep, una de las estrellas más rojas que pueden percibirse a simple vista. Algunas veces se denomina la Estrella Granate debido a su color rojo oscuro. Inmediatamente al sur de μ Cep tenemos una estructura grande y poco brillante, IC 1396, región nebulosa desparramada. A 1^h15^m a la derecha de μ Cep y ligeramente al norte, aproximadamente 20^h30^m $+60^o$ está situado el cúmulo abierto NGC 6939 y la galaxia espiral NGC 6946 (fig. 5-53). Por encima de μ Cep, cerca de 22^h $+64^o$, se halla una de las mejores dobles de esta constelación, ξ (xi) Cep.

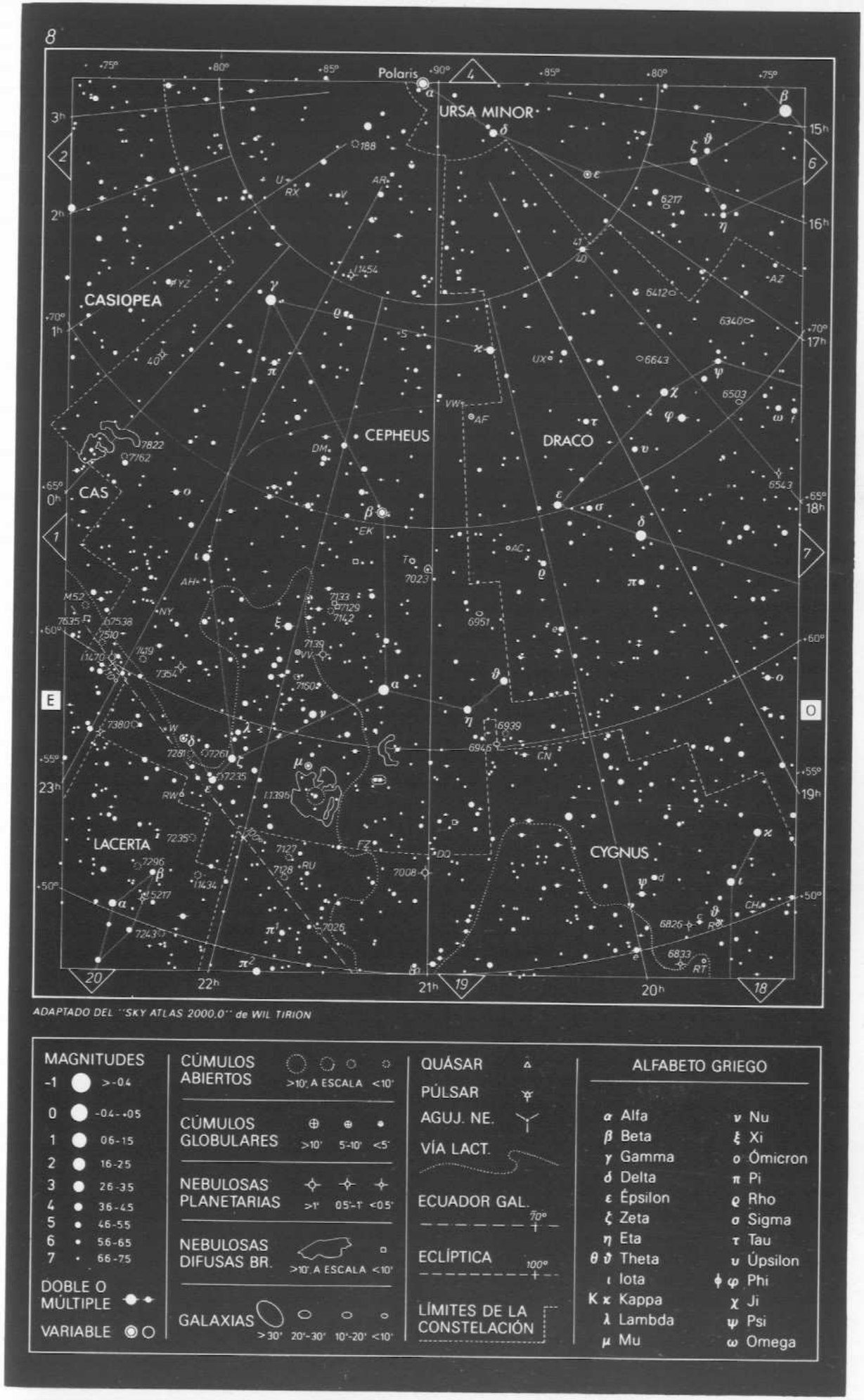
Cerca del ecuador galáctico, a 22^h30^m $+59^o$ está situada la famosa estrella δ (delta) Cephei, estrella variable cuyo descubrimiento condujo a la primera medición de las distancias hasta las galaxias y por lo tanto a la subsiguiente comprensión de la escala inmensa del universo (capítulo 5). Esta estrella es el prototipo de las variables Cefeidas (capítulo 6). δ Cephei posee un período de 5,4 días, durante los cuales su brillo varía en aproximadamente una magnitud. Observando δ Cephei cada noche, el lector puede detectar la variación con facilidad. Los telescopios pequeños revelan también que δ Cephei es una estrella doble.

Hacia la parte superior de la carta, cerca de 21^h30^m $+78^o$ el lector tiene una variable roja, S Cep, que es visible con telescopios pequeños. Más cerca de Polaris, está situado el cúmulo abierto NGC 188, uno de los cúmulos abiertos más antiguos que se conocen, con una edad de 14 billones de años. Con un telescopio de tamaño medio y mediante potencia baja pueden percibirse unas 70 estrellas en este cúmulo.

Esta carta completa el conjunto de 8 cartas que abarcan la región comprendida entre $+50^o$ y el polo norte celeste. Las 12 cartas siguientes abarcan la región entre $+20^o$ y $+50^o$.

Fig. 7-8. Cepheus, según el atlas de estrellas de Bode. (Jay M. Pasachoff)





CARTA 9. M31 (galaxia de Andrómeda) M31 (NGC 224), la Gran Galaxia de Andrómeda (fig. 5-33) está situada en el centro de la carta, cerca de 0^h45^m $+41°$. A una distancia de 2,2 millones de años-luz de la Tierra, M31 es la mayor galaxia vecina. Puede percibirse a simple vista como un resplandor impreciso. En los telescopios aparece como un resplandor ovalado amarillento, más brillante hacia el centro; el sendero de polvo debajo de su centro puede ser visto o fotografiado. Si el lector examina el campo con un telescopio de potencia media podrá captar más detalles de las regiones externas de esta galaxia espiral. M31 presenta dos compañeras elípticas poco brillantes, M32 (NGC 221) y NGC 205, algunas veces conocida por M110. M32 de ordinario tiene un aspecto brumoso, redondeado y brillante, en tanto que NGC 205 parece algo mayor si bien no tan brillante.

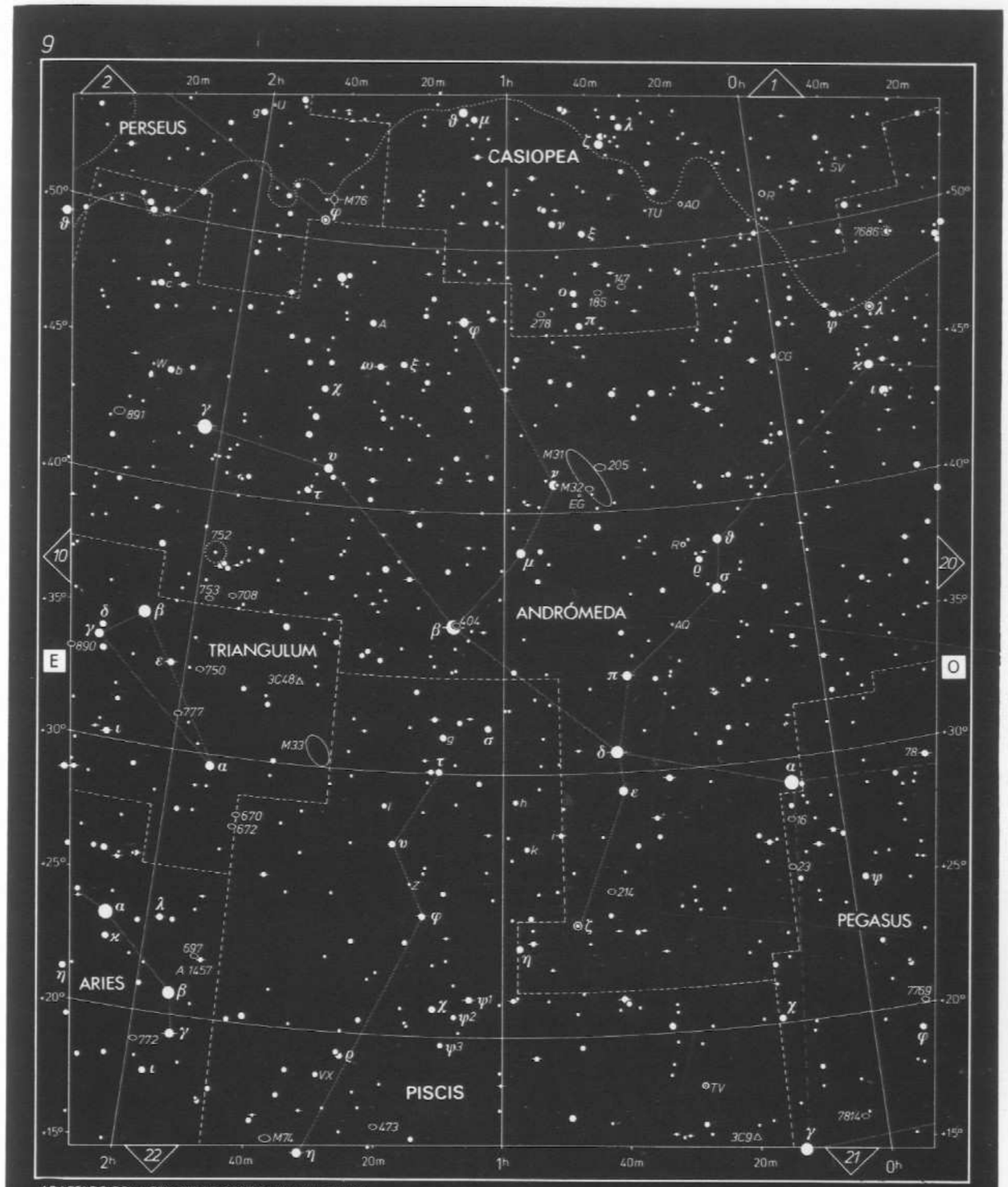
A la izquierda, en Triángulo, tenemos la galaxia espiral orientada frontalmente M33 (NGC 598), la espiral más brillante del firmamento septentrional (fig. 5-34) excepto M31. M33 se extiende por un área de aproximadamente el mismo tamaño que la Luna, pero puede resultar difícil encontrarla. (El lector debe intentar a modo de prueba examinar con telescopio M33 antes de estudiar objetos más oscuros.) Con un telescopio de baja potencia y campo de visión amplio, la galaxia aparece como un resplandor ovalado que abarca una gran área. En noches muy despejadas, se puede ver con prismáticos o incluso a simple vista.

Uno de los primeros quásars en ser descubiertos, 3C 48, está situado a aproximadamente 1^h40^m $+34°$, por encima de M33. Presenta una magnitud de 16,2 y un corrimiento hacia el rojo de 0,367 (36,7 %), de lo cual se deduce que está alejado 7000 millones de años-luz.

M76 (NGC 650), una nebulosa planetaria conspicua (fig. 5-4), está situada cerca de la frontera entre Perseus y Andrómeda. Resulta difícil encontrar M76, si bien su observación es más fácil a principios de otoño. Muchos autores consideran que es el menos brillante de todos los objetos de Messier. Como posee dos componentes distintos, M76 se parece a una versión menor de la Nebulosa de Dumbbell y algunas veces recibe el nombre de Nebulosa de Barbell.

Algunas estrellas dobles dignas de ser mencionadas en esta área del cielo son: ι (iota) Tri (amarilla y azul) en la parte de la región central izquierda; 1 Ari (ADS1457) (blanca y verde), por encima y a la derecha de β (beta) Ari; y γ (gamma) And, a 2^h $+43°$ (anaranjada y amarilla). γ (gamma) Ari es una de las estrellas dobles más bellas del firmamento, con componentes de color anaranjado y verde a modo de contraste.

Fig. 7-9. M31 (NGC 224), un tipo de galaxia en espiral Sb en Andrómeda, fotografiada con un telescopio de tipo amateur Schmidt por un estudiante durante una sesión de observación de estudiantes de primer año. (Hopkins Observatory, Williams College)



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

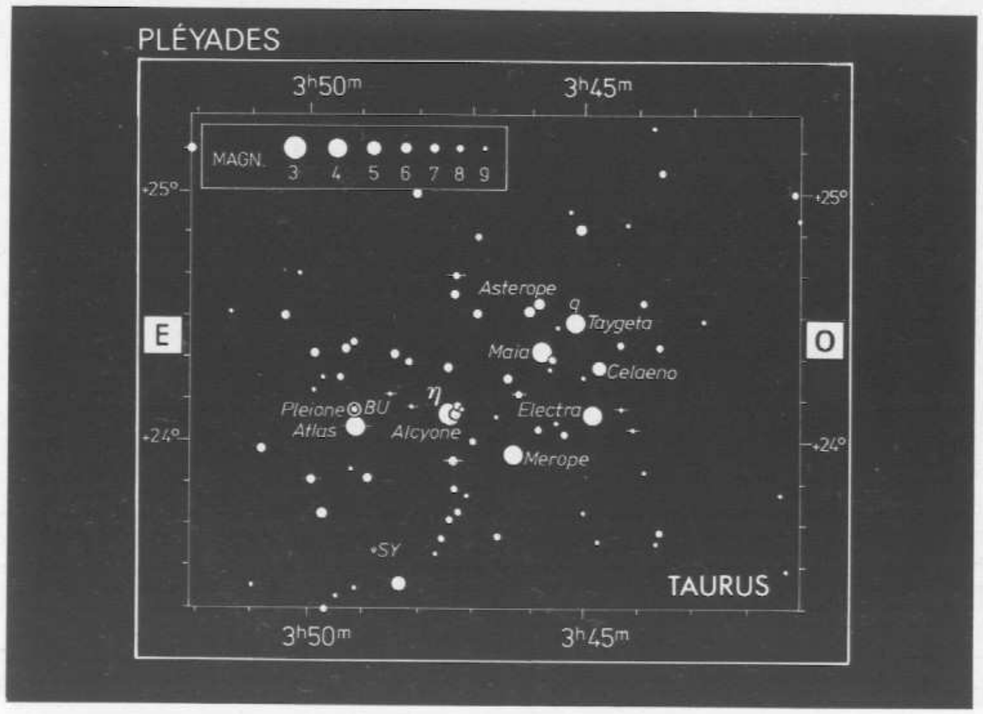
CARTA 10. Las Pléyades, Algol Algol, β (beta) Per, recibe algunas veces el nombre de "Demon Star" (estrella del demonio) (véase el capítulo 6). Es la más famosa de las binarias eclipsadas y la estrella variable de este grupo cuya observación resulta más fácil. Los eclipses se producen aproximadamente cada 69 horas, con lo que el brillo total del sistema desciende desde aproximadamente la magnitud 2,1 hasta un mínimo de magnitud 3,4 con un período de cuatro horas; el sistema vuelve a su brillo normal al cabo de unos 20 minutos. Resulta muy divertido contemplar los eclipses a simple vista (véanse la figura 6-2 y el apéndice 7).

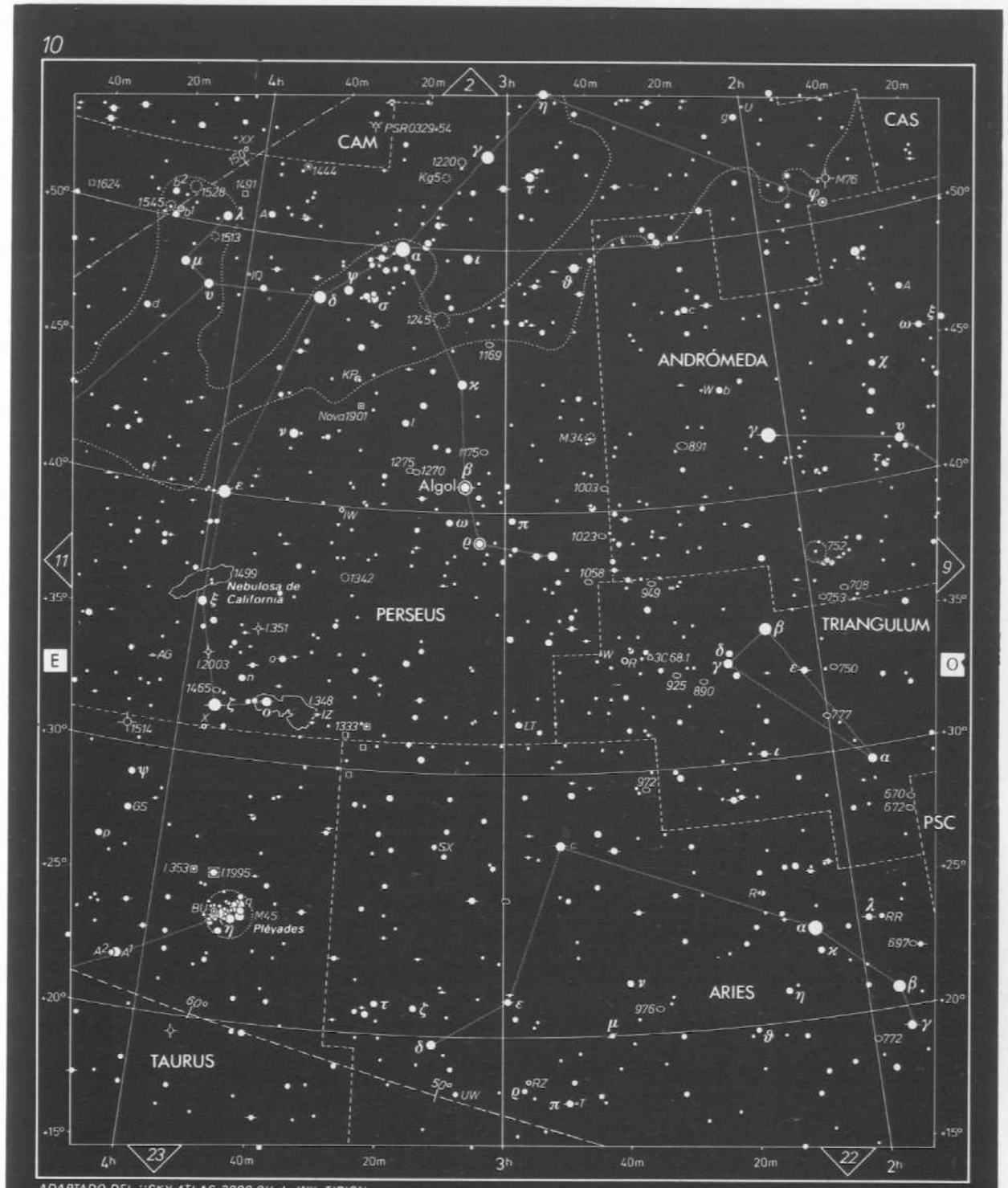
M34 (NGC 1039) es un cúmulo abierto de Perseus, situado aproximadamente a medio camino entre las dos estrellas brillantes Algol (β Per) y γ (gamma) And. A simple vista aparece como un objeto brumoso. En M34 están agrupadas de modo laxo unas 80 estrellas y muchas de éstas son dobles blancoazules. M34 tiene un aspecto bello al ser contemplado con prismáticos y telescopios pequeños de campo amplio.

M45, las Pléyades, uno de los cúmulos abiertos más espectaculares y más patentes del firmamento, está situado en Taurus. Seis o siete de sus estrellas, dispuestas a grosso modo en forma de cucharón pequeño, pueden percibirse a simple vista. Los prismáticos ponen de manifiesto la presencia de numerosas estrellas de escaso brillo (véase la figura 7-10) e incluso un telescopio pequeño capta más de 100 estrellas. Jirones de nebulosidad, nebulosas de reflexión, pertenecen a este grupo y son brillantes de modo especial cerca de las estrellas más luminosas (véase fig. 2-8). El fondo nebuloso aparece con nitidez en las fotografías logradas con larga exposición.

Al norte de las Pléyades, en Perseus, están situadas NGC 1499 —la Nebulosa de California (fig. 5-25)— nebulosa grande y de escaso brillo, que resulta más difícil de encontrar que M76; e IC 348, una nebulosa difusa brillante. NGC 1220, cúmulo abierto pequeño que observado con prismáticos tiene el aspecto de una mancha brumosa, está situado en el centro de la parte superior de la región central de la carta, cerca de γ (gamma) Per. NGC 1528, cúmulo abierto grande que puede percibirse a simple vista en las noches despejadas, aparece en la parte superior izquierda de la carta.

Fig. 7-10. Vista de cerca de las Pléyades. (Wil Tirion)





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4–+0.5
1 0.6–1.5
2 1.6–2.5
3 2.6–3.5
4 3.6–4.5
5 4.6–5.5
6 5.6–6.5
7 6.6–7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL. 70°
ECLÍPTICA 100°
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ϱ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 11. Nebulosa del Cangrejo, Híadas, Aldebarán Con prismáticos o un telescopio de campo amplio, el lector debe realizar un recorrido visual de la Vía Láctea a través de Perseus, Auriga y Gemini. La observación revelará muchos campos ricos en estrellas, incluyendo numerosas nebulosas y cúmulos abiertos. M36, M37 y M38 son cúmulos abiertos de Auriga. En la misma región de Auriga, pueden verse varias nebulosas gaseosas de interés. IC 405 recibe a veces el nombre de "Flaming Star"; IC 410 es un cúmulo con nebulosidad circundante.

El objeto más famoso de la carta es M1 (NGC 1952), la Nebulosa del Cangrejo en Taurus. El Cangrejo es el resto de una supernova, una estrella cuya explosión fue observada por los chinos en el año 1054 de nuestra era. El Cangrejo experimenta todavía un proceso de expansión rápida, con gas que se desplaza hacia el exterior aproximadamente a 1000 km por segundo. Desgraciadamente los telescopios pequeños sólo ponen de manifiesto una nebulosidad ovalada; el aumento de la ampliación revela más detalles. Sólo con una apertura grande puede detectarse parte de la estructura filamentosa que aparece en las fotografías (fig. 5-10).

Un cúmulo abierto espectacular, el de las Híadas, contornea la cara de toro en Taurus. Aparece en el margen inferior de la carta, cerca de 4^h30^m $+15°$. Las Híadas constituyen un cúmulo más antiguo y más laxo que las Pléyades y contienen menos estrellas. Para percibir este grupo extendido en forma de V puede usarse un telescopio de baja potencia o unos buenos prismáticos; es tan grande que no está denotado por un círculo en la carta. Las estrellas del cúmulo están alejadas unos 140 años-luz y se formaron hace aproximadamente un billón de años. Su color blanco contrasta con el rojo de la estrella Aldebarán, α (alpha) Tau. Aldebarán está mucho más próxima a la Tierra que las Híadas.

Al noreste de las Híadas, cerca de 4^h45^m $+18°$, tenemos el cúmulo abierto NGC 1647; incluye unas 50 estrellas que se extienden por un área con un diámetro que casi coincide con el de la Luna.

En Auriga, a aproximadamente 5^h10^m $+45°$, está situada Capella, α (alpha) Aur, la sexta estrella más brillante del firmamento. Cerca de Capella, tenemos a ε (épsilon) Aur, una variable eclipsada con un período de 27 años, uno de los períodos más dilatados que se conocen. Debajo de ε Aur, esta situada ξ (zeta) Aur, otra variable eclipsada con un período de $2^2/_3$ años.

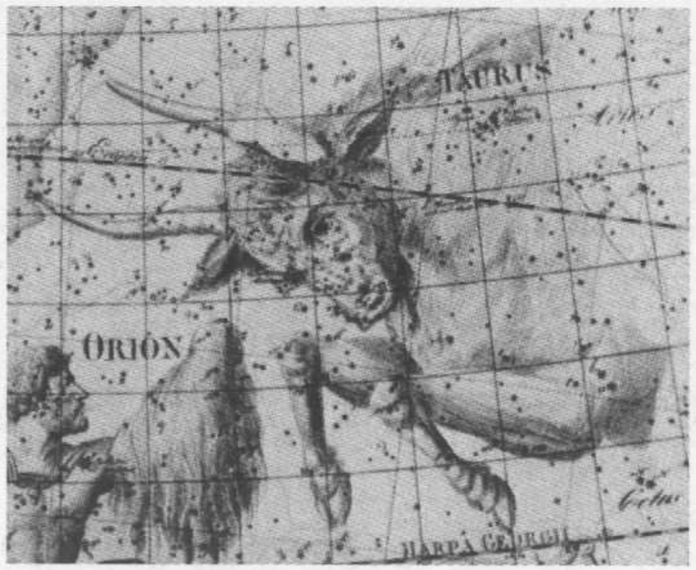
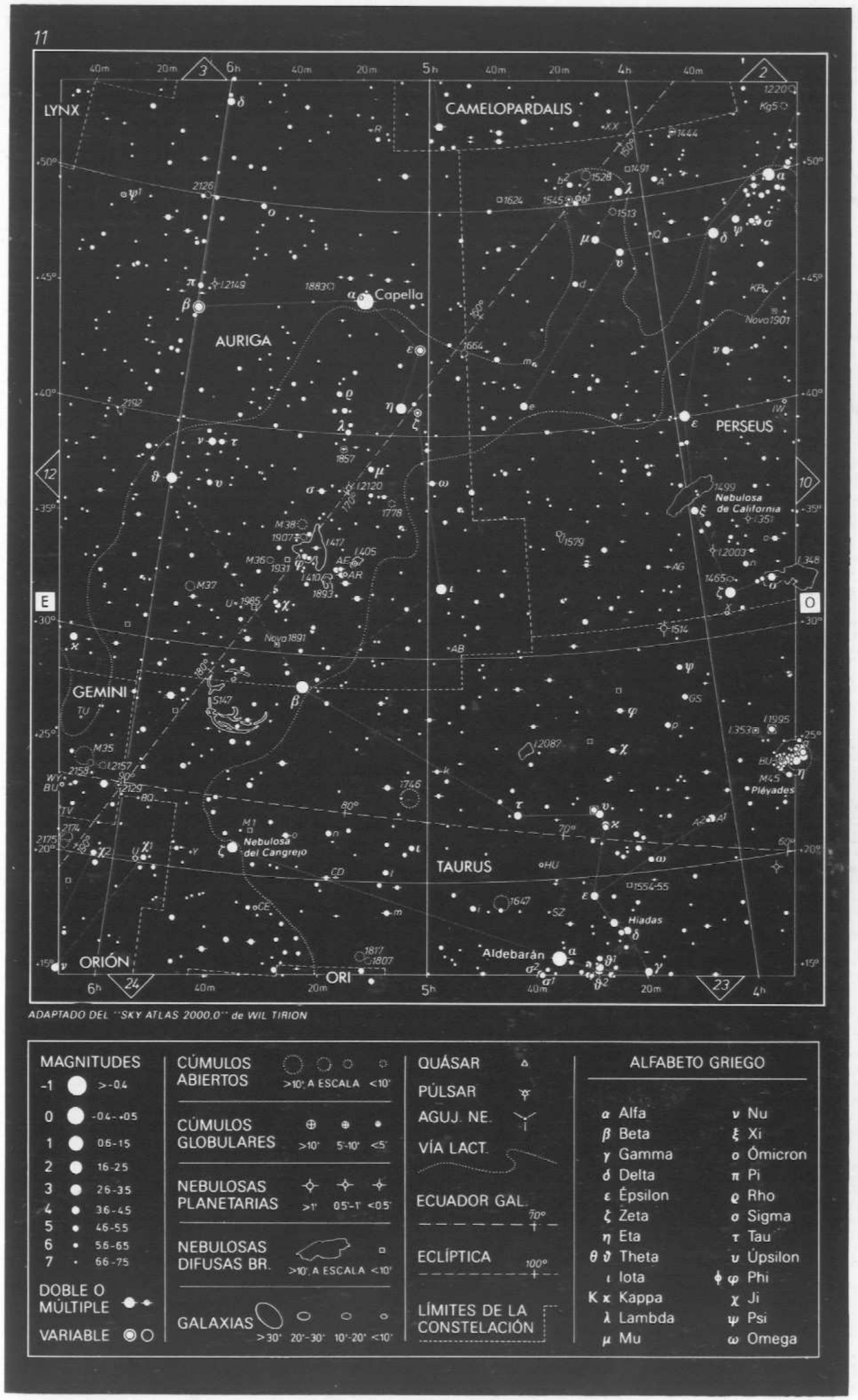


Fig. 7-11. Taurus, el Toro, según el atlas de estrellas de Bode. (Jay M. Pasachoff)



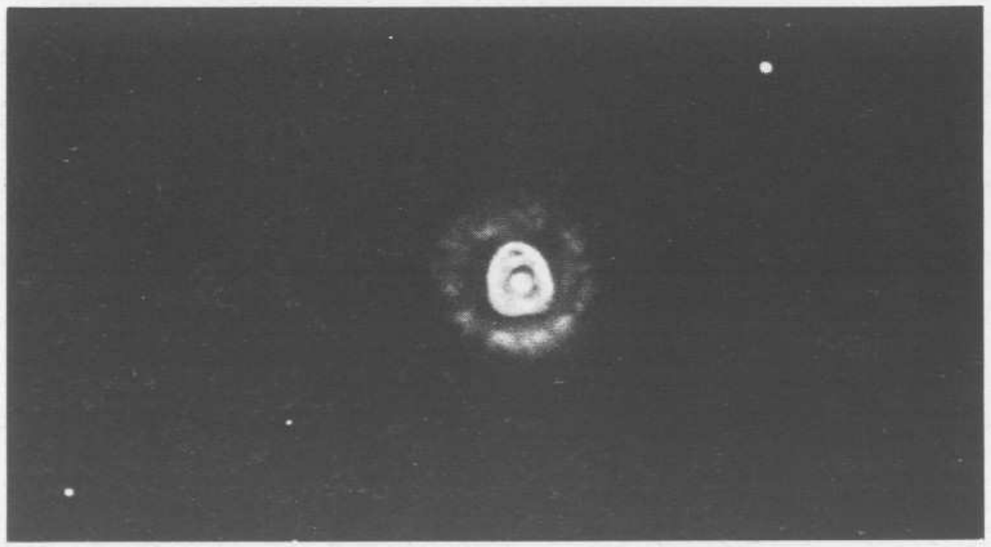
CARTA 12. Cástor y Pólux Gemini está marcado por los gemelos celestes, Cástor y Pólux. El menos brillante de los dos, Cástor, α (alpha) Gem, es una de las estrellas dobles más bellas cuya resolución con telescopios pequeños resulta fácil. Las dos estrellas, de magnitudes 1,9 y 2,9, giran lentamente una alrededor de otra con un período de 510 años; también está presente una tercera estrella, menos brillante, llamada Cástor C. Cástor es en realidad un sistema séxtuple, puesto que por espectroscopía se ha descubierto que cada una de sus componentes es doble. Cástor C es no sólo una doble espectroscópica sino también una binaria eclipsada y se conoce como YY Gem. Pólux, β (beta) Gem, es más brillante que Cástor en aproximadamente ½ de magnitud y es más amarillenta.

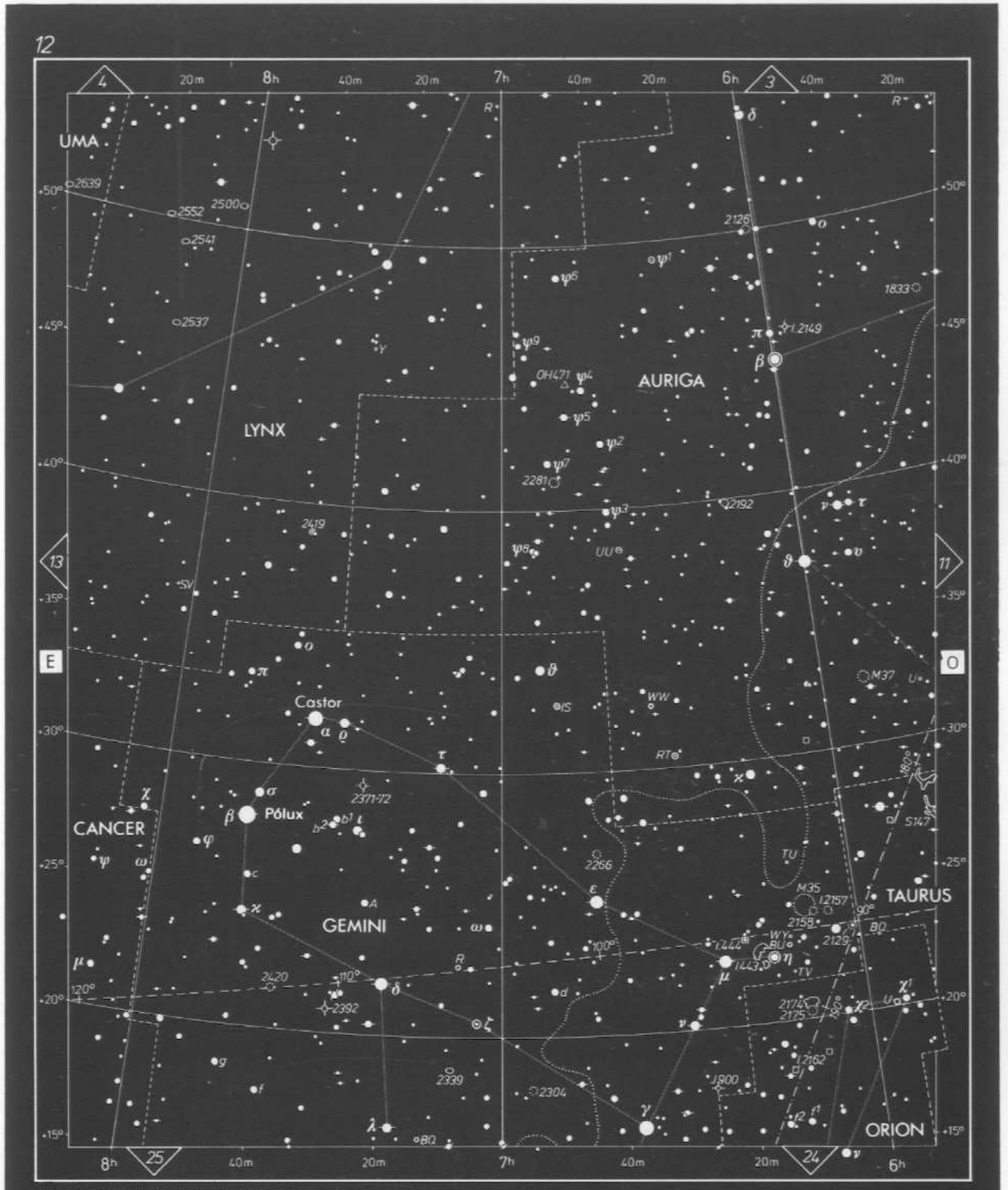
Al suroeste de Pólux está situada δ (delta) Gem, una estrella doble brillante. En las proximidades está presente la Nebulosa NGC 2392 (fig. 7-12). El "rostro" verdoso distintivo de esta nebulosa planetaria sólo puede percibirse con telescopios grandes. ξ (zeta) Gem, a la derecha de la Nebulosa NGC 2392, cerca de 7^h +20°, es una de las variables Cefeidas más brillantes. Su brillo experimenta un cambio que implica más de ½ de magnitud durante un período de 10 días.

Hacia el otro lado de la carta, cerca de 6^h9^m +22°, está ubicada η (eta) Gem, una gigante roja variable. Algo por encima de η Gem tenemos a M35 (NGC 2168), un bello cúmulo y su compañero NGC 2158. M35 tiene un diámetro de unos 40 minutos de arco y contiene aproximadamente 200 estrellas. A veces puede percibirse a simple vista como una mancha brumosa; cualquier telescopio o incluso unos prismáticos ponen de manifiesto que se trata de un cúmulo abierto fino. La mejor manera de contemplarlo es con un ocular cuyo campo de visión sea de como mínimo 1°. La alta potencia tiende a reducir la belleza de M35, pero resulta adecuada para la observación de su compañero situado aproximadamente ½° al suroeste, NGC 2158. NGC 2158 es un cúmulo muy rico, con unas 40 estrellas en un área con un diámetro de sólo 4 segundos de arco. Aunque M35 y NGC 2158 están uno cerca de otro, no tienen ningún parentesco: M35 está alejado sólo 2200 años-luz, en tanto que NGC 2158 está situado a 16 000 años-luz de distancia, cerca del margen de nuestra galaxia.

NGC 2419 en Lynx, unos 7° al norte de Cástor, está tan alejado de nuestra galaxia que se denomina el "vagabundo intergaláctico". En las noches despejadas y oscuras, puede verse con un telescopio pequeño.

Fig. 7-12. La Nebulosa NGC 2392, una nebulosa planetaria. La "cara" (cabeza abajo cuando el norte está arriba, como aquí) sólo puede detectarse mediante telescopios grandes. (Fotografía del Lick Observatory)





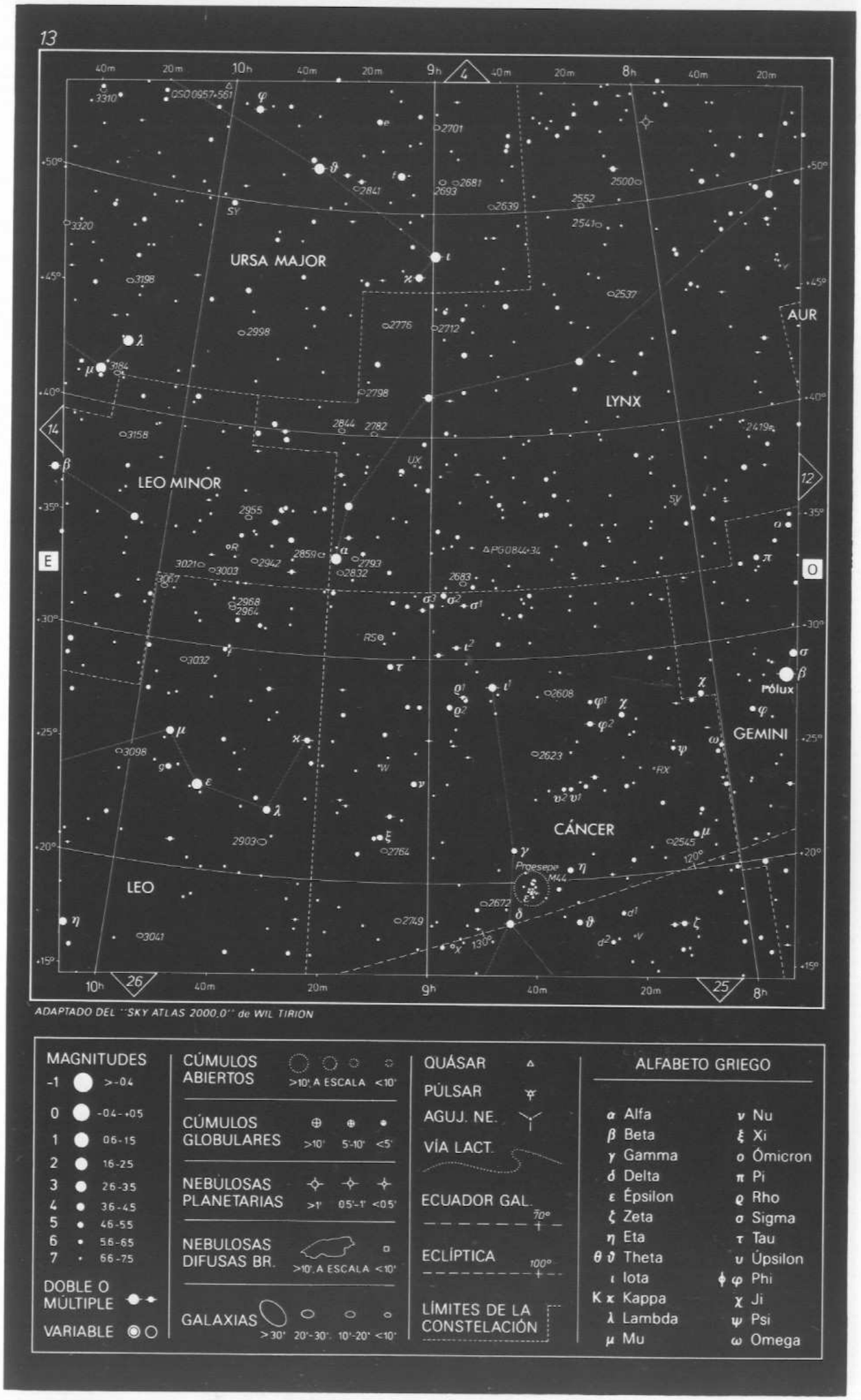
CARTA 13. Praesepe Las cuatro estrellas γ, η, θ y δ (gamma, eta, theta y delta) Cancri (Cnc) situadas a la derecha en la parte inferior dan lugar a la forma irregular que tiene el cuerpo de Cáncer, el Cangrejo. Dentro del cuerpo del cangrejo está situado el cúmulo abierto M44 (NGC 2632), denominado asimismo Praesepe o Pesebre (fig. 7-13). M44 abarca más de 80 minutos de arco —área que es tres veces superior a la determinada por el diámetro de la Luna— y se trata de uno de los cúmulos más espectaculares del firmamento. Aunque M44 puede percibirse sólo a simple vista como una mancha brumosa, el uso de un telescopio pequeño o de prismáticos permite la resolución de sus estrellas componentes, muchas de las cuales son múltiples. Se estima que dista 520 años-luz de la Tierra. Las estrellas γ (gamma) y δ (delta) Cnc cercanas son conocidas como "los asnos", denominación que deriva de un relato de la mitología griega.

Hacia el oeste de M44 tenemos a ζ (zeta) Cnc (a aproximadamente 8^h55^m +18°), una estrella triple inusitada con tres componentes amarillas. Este sistema puede captarse con telescopios de tamaño pequeño o grande. ι^1 (iota^1) Cnc (a aproximadamente 8^h47^m +29°) es una doble verde anaranjada interesante, que descuella incluso cuando la observación se hace con un telescopio pequeño debido al bello contraste de colores determinado por sus componentes. Situada ligeramente hacia el noreste, tenemos a la triple ι^2 (iota^2) Cnc.

R Leo Minoris es una variable de período largo, cuyo brillo varía de la magnitud 6,3 a la magnitud 13,2 con un período de 372 días. Su color rojo oscuro, en especial cuando el brillo es máximo, hace que esta estrella sea un objeto telescópico interesante.

Una galaxia digna de ser mencionada, perteneciente a Lynx, es NGC 2683, a 8^h55^m +33°, espiral que aparece casi de costado. Cerca de la frontera entre Lynx (Lyn) y Leo Minor, a 9^h20^m +35°, están presentes otras varias galaxias, cuya observación resulta fácil para los principiantes cuando su recorrido visual se aproxima a α (alpha) Lyn. La más brillante de estas galaxias es NGC 2859, una espiral barrada perteneciente a Leo Minor. NGC 2903 es una espiral aislada de Leo.

Fig. 7-13. M44 (NGC 2632), denominado también Praesepe, el Pesebre. (Hopkins Observatory, Williams College)



CARTA 14. Leo, M64 Leo Minor y Leo contienen varias dobles interesantes. Una de las más sorprendentes es γ (gamma) Leo, una de las estrellas de la hoz que constituye Leo, en realidad una doble cuyas componentes tienen las magnitudes 2,2 y 3,5. La resolución de este par dorado-amarillo resulta fácil y la visión que puede obtenerse es buena incluso con pequeños telescopios. ζ (zeta) Leo, situada en la hoz por encima de γ Leo, es un par brillante de estrellas que pueden verse con prismáticos.

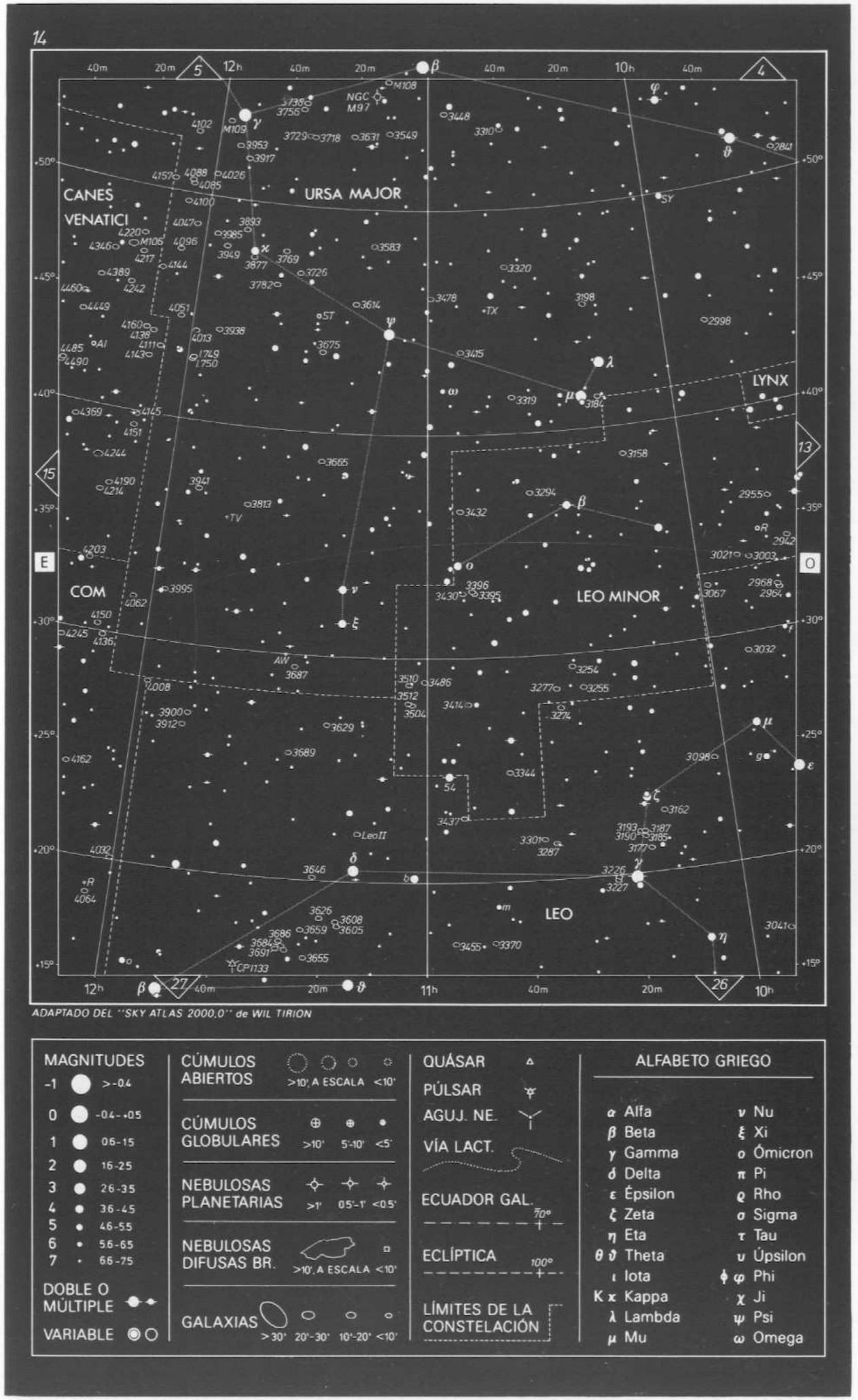
Cerca, a 11^h $+25^o$, tenemos otra estrella doble, 54 Leo cuya resolución con una potencia muy baja pone de manifiesto la existencia de un par con magnitudes 4,5 y 6,4. La estrella Denebola —β (beta) Leo— en el ápice de la cola del león y debajo de la parte inferior de la carta, a la izquierda, es un bello par azul-anaranjado. Pero se trata de una doble óptica: las estrellas están muy separadas en el espacio. El púlsar CP1133 cercano fue uno de los cuatro originales descubiertos por Jocelyn Bell y Antony Hewish en 1968.

Hacia la izquierda del centro de la carta, en la parte inferior, está situada la estrella doble ξ (xi) Ursa Major; está sólo alejada a 26 años-luz y constituye un objeto digno de ser observado con telescopios pequeños. La órbita elíptica, que implica 60 años, de las dos componentes visuales, de magnitudes, 4,3 y 4,8, está inclinada 57° con respecto a nuestra línea de visión. El par alcanzó su máxima separación de 2,9 minutos de arco, desde la Tierra, en 1980. Cada una de estas dos componentes es, a su vez, doble. En uno de los pares las estrellas presentan una separación de sólo 0,5 unidades astronómicas —la mitad de la distancia entre la Tierra y el Sol— y describen órbitas una alrededor de otra en 1,8 años. En el otro par las estrellas están separadas por sólo la distancia que va de la Tierra a la Luna y una describe una órbita alrededor de la otra cada 4 días.

Puesto que esta carta incluye un área próxima al polo norte galáctico (que aparece en la carta siguiente), la mirada del observador se aleja todo lo que sea posible de la Vía Láctea y por consiguiente puede percibir muchas galaxias. El barrido visual de la región cercana de Leo Minor revela un grupo de galaxias difícil de captar (fig. 7-14). NGC 3158, a 10^h20^m $+38^o$ es la más brillante y se puede ver con un telescopio mediano.

Se centrará la atención en el cúmulo de galaxias situado arriba a la izquierda en la carta 15. M97 y M108 son objeto de estudio en la carta 5.

Fig. 7-14. Cuatro galaxias en Leo, a partir de la carta 14 (parte derecha inferior): NGC 3193 (tipo E2, parte izquierda superior), NGC 3187 (tipo SBc, parte derecha superior), NGC 3190 (tipo Sb, parte central superior, con sendero de polvo), y NGC 3185 (tipo SBa, parte derecha inferior). (Fotografía del Observatorio del Monte Palomar)



CARTA 15. Galaxia NGC 5194 Constituye una característica de esta parte del firmamento el gran número de galaxias, en su mayoría situadas a distancias de millones de años-luz. Relativamente próxima a la Tierra se encuentra una de las galaxias más brillantes, M51 (NGC 5194) (fig. 5-35) en la parte izquierda superior de la zona central de Canes Venatici. Situada unos pocos grados al sur de la vara del Gran Carro, M51 es una espiral orientada de frente situada a una distancia de unos 15 millones de años-luz, con una galaxia compañera NGC 5195. Otras galaxias cercanas situadas al sur y al oeste incluyen M63 (NGC 5055), M94 (NGC 4736) y M106 (NGC 4258), todas espirales del tipo Sc que pueden contemplarse con un telescopio pequeño. M106 está indicada en la fig. 5-43. Mucho más allá están los cúmulos de galaxias pertenecientes a Ursa Major y Canes Venatici.

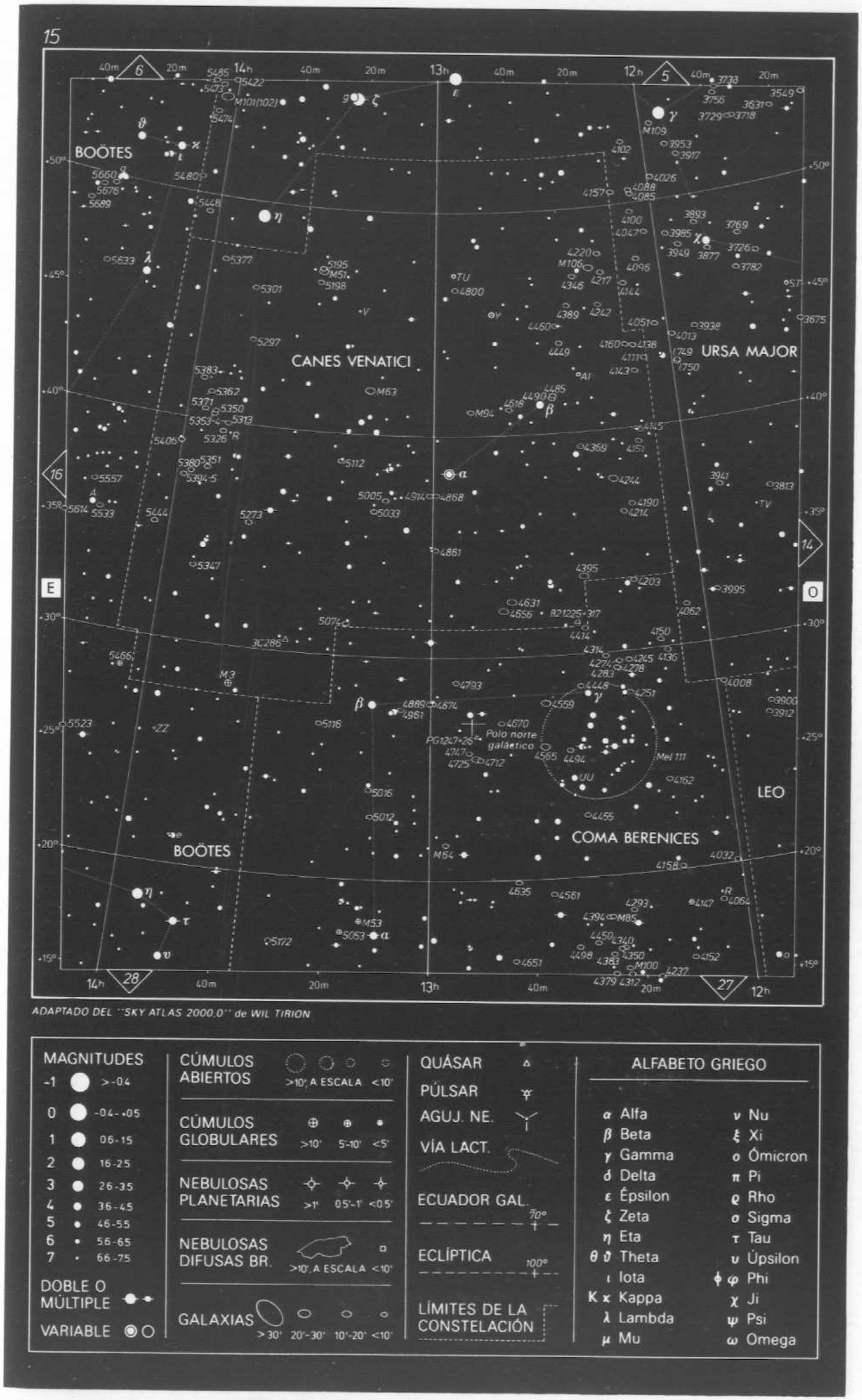
A 12^h52^m $+27°$ en Coma Berenices, se encuentra la región que rodea al polo norte galáctico. Puesto que en este punto la mirada está centrada lejos de la Vía Láctea, la interferencia debida al gas y polvo de nuestra galaxia es mínima, y en esta zona son visibles muchas galaxias. M64 (NGC 4826), en la parte inferior del centro de Coma Berenices, es una espiral con un sendero de polvo oscuro conspicuo que atraviesa su centro. La galaxia es relativamente brillante y puede detectarse con prismáticos. En esta región también está localizada la galaxia espiral M100 (NGC 4321) —indicada en la fig. 5-9— y la galaxia elíptica M85 (NGC 4382). Diez grados al norte tenemos a NGC 4559 y NGC 4565 (fig. 5-51), una espiral orientada lateralmente con una inclinación de sólo 4° con respecto a nuestra línea de visión. Estas galaxias pertenecen todas al Cúmulo de Virgo de galaxias (véanse las cartas 27 y 28). Mucho más lejos tenemos al Cúmulo de Coma de galaxias, en el cual sólo las galaxias NGC 4889 y NGC 4874, cerca de 13h $+28°$, presentan un brillo suficiente como para ser percibidas por la mayoría de los observadores aficionados.

En esta área del firmamento también se encuentran varios cúmulos globulares. Con una magnitud de 6,4, el cúmulo globular M3 (NGC 5272) —situado a 13^h40^m $+28°$ en Canes Venatici— es uno de los más brillantes del firmamento (fig. 5-19). Otros dos cúmulos globulares, M53 (NGC 5024) y NGC 5053, aparecen a nivel inferior en Coma Berenices. M53, cerca de α (alpha) Com, está situado a una distancia doble de la que se encuentra M3 y por consiguiente es dos veces mayor, puesto que ambos cúmulos estelares poseen a grosso modo el mismo tamaño aparente en el firmamento.

Mel 111 (a 12^h20^m $+27°$ en Coma Berenices) es un cúmulo abierto, grande y difuso, con estrellas cuya magnitud está comprendida entre 5 y 10.

La primavera es la mejor época para observar esta parte del firmamento.

Fig. 7-15. La galaxia M51 (NGC 5194), una galaxia espiral del tipo Sb, con la galaxia compañera irregular NGC 5195 situada en el extremo de uno de sus brazos espirales. (National Optical Astronomy Observatories/KPNO)

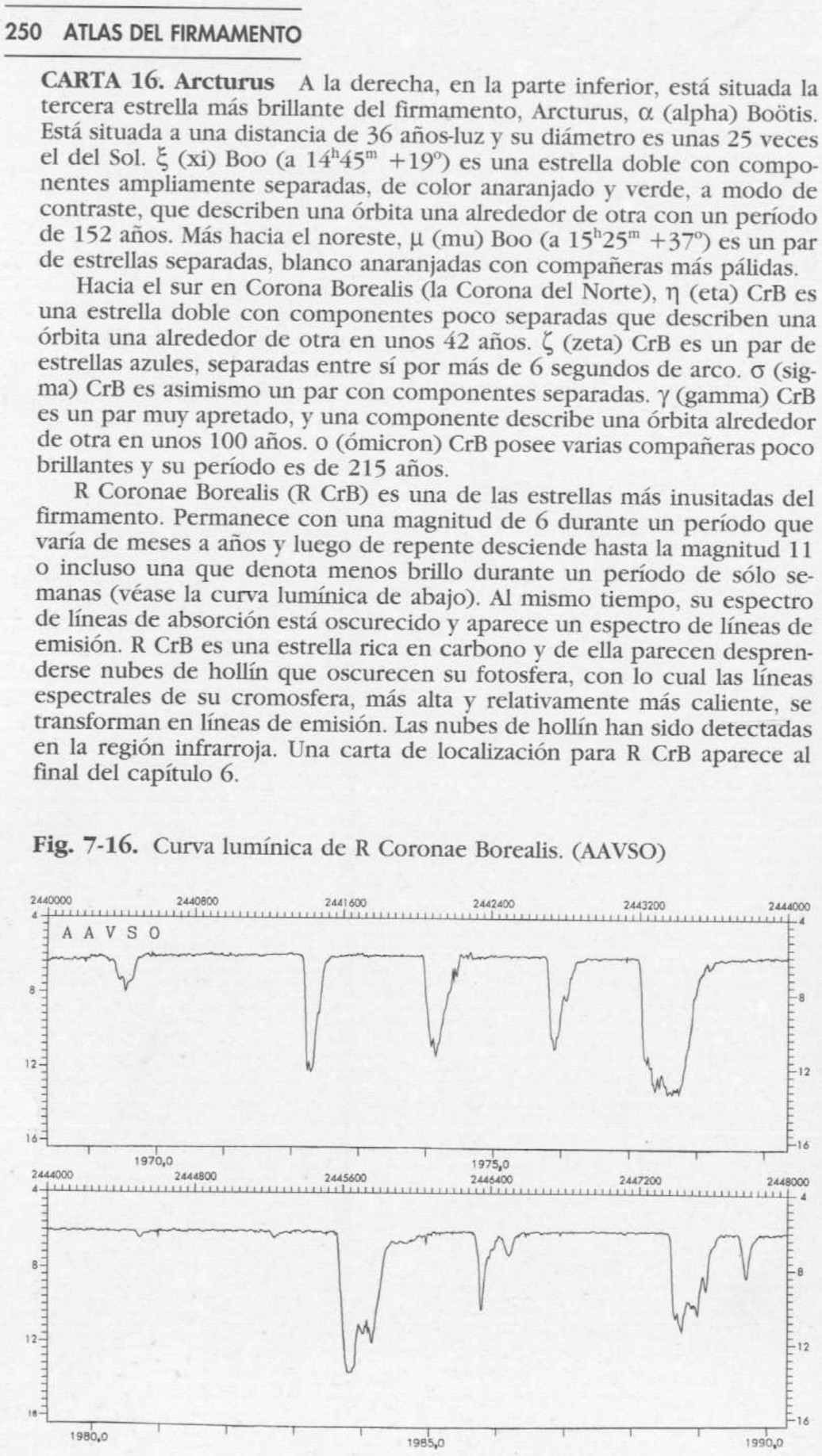


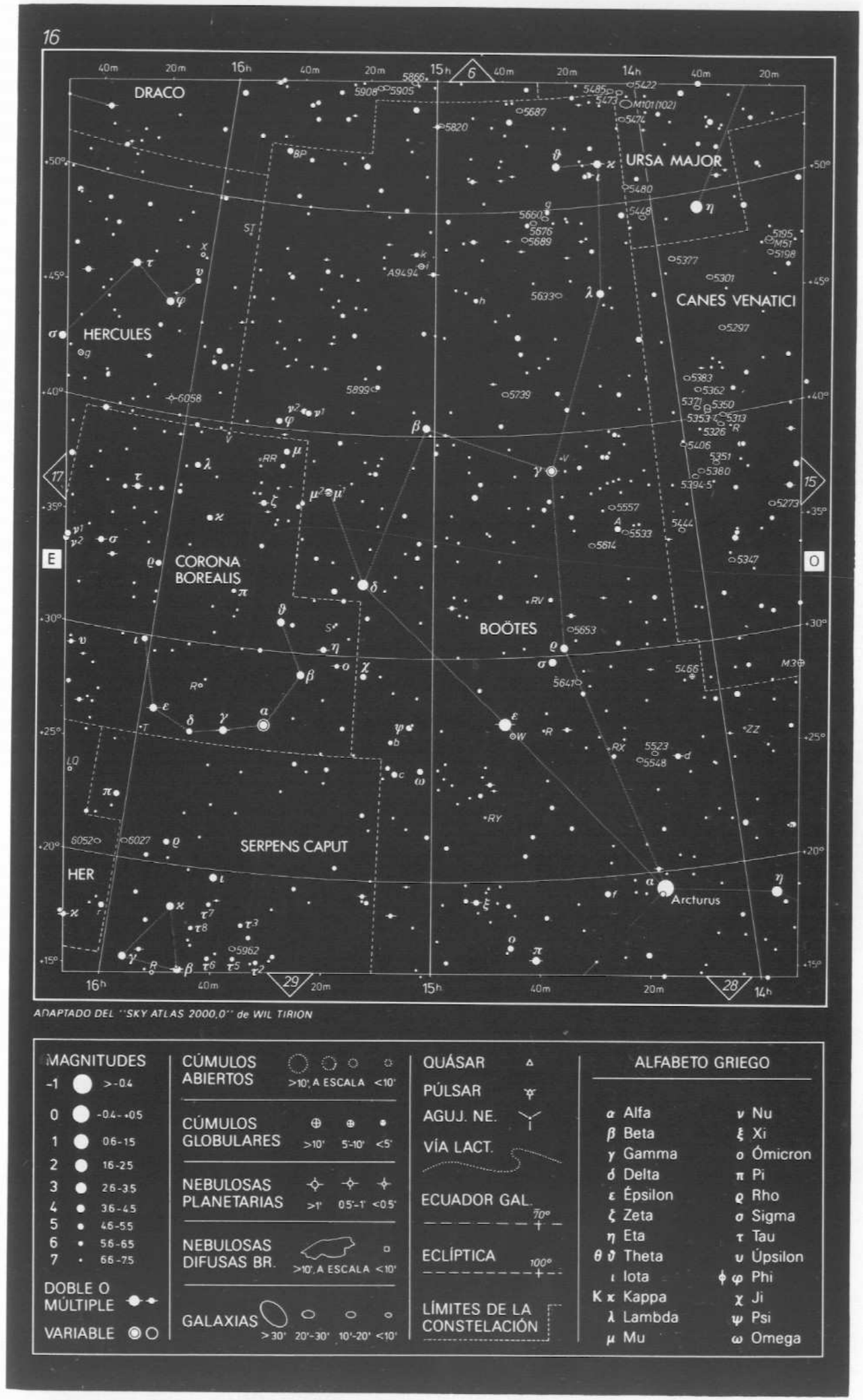
CARTA 16. Arcturus A la derecha, en la parte inferior, está situada la tercera estrella más brillante del firmamento, Arcturus, α (alpha) Boötis. Está situada a una distancia de 36 años-luz y su diámetro es unas 25 veces el del Sol. ξ (xi) Boo (a 14^h45^m $+19^o$) es una estrella doble con componentes ampliamente separadas, de color anaranjado y verde, a modo de contraste, que describen una órbita una alrededor de otra con un período de 152 años. Más hacia el noreste, μ (mu) Boo (a 15^h25^m $+37^o$) es un par de estrellas separadas, blanco anaranjadas con compañeras más pálidas.

Hacia el sur en Corona Borealis (la Corona del Norte), η (eta) CrB es una estrella doble con componentes poco separadas que describen una órbita una alrededor de otra en unos 42 años. ζ (zeta) CrB es un par de estrellas azules, separadas entre sí por más de 6 segundos de arco. σ (sigma) CrB es asimismo un par con componentes separadas. γ (gamma) CrB es un par muy apretado, y una componente describe una órbita alrededor de otra en unos 100 años. o (ómicron) CrB posee varias compañeras poco brillantes y su período es de 215 años.

R Coronae Borealis (R CrB) es una de las estrellas más inusitadas del firmamento. Permanece con una magnitud de 6 durante un período que varía de meses a años y luego de repente desciende hasta la magnitud 11 o incluso una que denota menos brillo durante un período de sólo semanas (véase la curva lumínica de abajo). Al mismo tiempo, su espectro de líneas de absorción está oscurecido y aparece un espectro de líneas de emisión. R CrB es una estrella rica en carbono y de ella parecen desprenderse nubes de hollín que oscurecen su fotosfera, con lo cual las líneas espectrales de su cromosfera, más alta y relativamente más caliente, se transforman en líneas de emisión. Las nubes de hollín han sido detectadas en la región infrarroja. Una carta de localización para R CrB aparece al final del capítulo 6.

Fig. 7-16. Curva lumínica de R Coronae Borealis. (AAVSO)





CARTA 17. M13 En el centro de la carta, concretamente en Hércules, se encuentra Keystone, un asterismo formado por las estrellas η, ζ, ε y π (eta, zeta, épsilon y pi) Her. A $^1/_3$ del trecho comprendido entre η (eta) y ζ (zeta) Her está el cúmulo globular conspicuo, M13 (NGC 6205), indicado en la fig. 2-7. M13 está situado a una distancia de unos 25 000 años-luz, tiene una magnitud de 6. Los márgenes externos de M13 pueden resolverse en sus estrellas componentes con un telescopio mediano.

Casi $^1/_2$° al noreste de M13 está la tenue galaxia espiral NGC 6207, que a veces se ve con un pequeño telescopio.

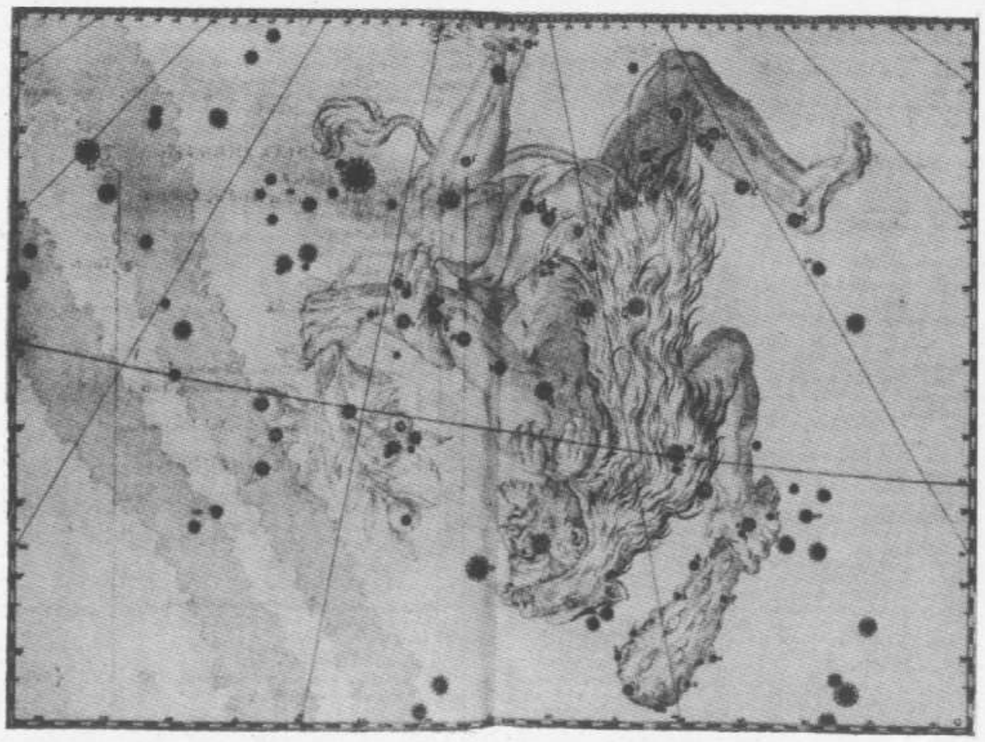
A 17^h15^m +42°, unos 7° al norte de π (pi) Her, tenemos al cúmulo globular M92 (NGC 6341), aproximadamente $^1/_2$ magnitud menos brillante que M13, pero sin embargo todavía constituye un buen objeto para ser contemplado con telescopios pequeños. Un tercer cúmulo globular, NGC 6229 (a 16^h45^m +47°) está situado unos 10° por encima de M13; se trata de un cúmulo mucho menor y menos brillante (magnitud 10) que los otros dos.

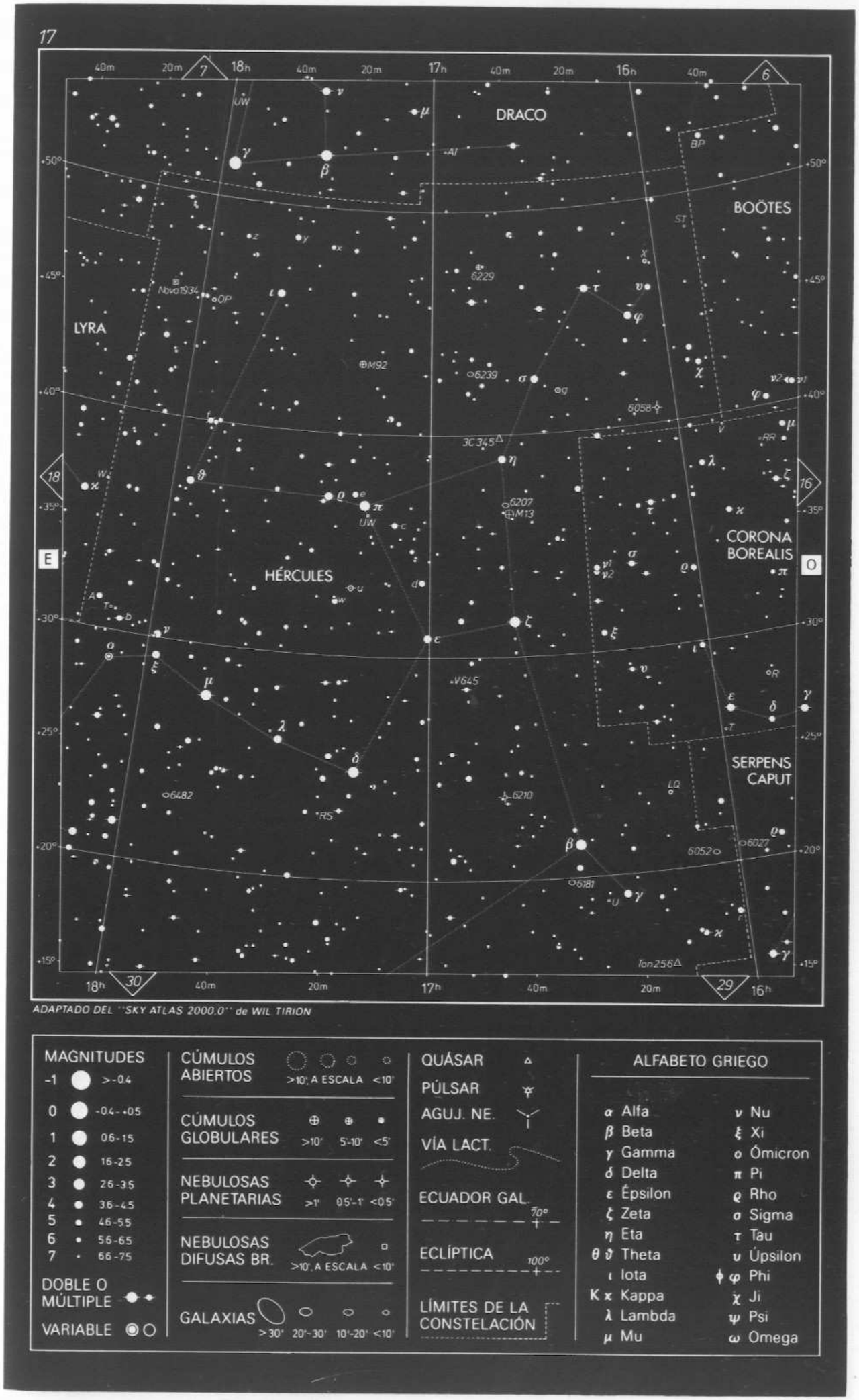
Barriendo con un telescopio de baja potencia cerca de β (beta) Her en la parte inferior de la carta, se puede encontrar NGC 6210, una nebulosa planetaria verde azulada. NGC 6210 posee un anillo interno bastante brillante y un anillo externo pálido que mide 20 por 43 segundos de arco. Puede detectarse la nebulosa con un telescopio pequeño, si bien para distinguir los anillos es necesario un telescopio mayor. La nebulosa planetaria NGC 6058 (a 16^h +41°) es más difícil de localizar.

δ (delta) Her es una doble óptica a la que se han asignado colores distintos. ρ (rho) Her es un par de estrellas, blanco azuladas, cuyo brillo difiere en 1 magnitud. A una distancia de 30 años-luz de la Tierra, tenemos a ζ Her, estrella doble cuyas componentes presentan la magnitud de 2,9 y 5,5. Todas se hallan sobre el contorno dibujado para la constelación.

El quásar 3C 345 tiene magnitud 16 y su corrimiento hacia el rojo es de 0,6 (60 %), o sea que está a 8 mil millones de años-luz de la Tierra.

Fig. 7-17. Hércules, según el atlas de estrellas de Bayer. (Jay M. Pasachoff)





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	ο	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ ϕ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 18. Nebulosa Anular, Nebulosa de Dumbbell. La estrella más brillante de esta carta es Vega, α (alpha) Lyrae. Vega es una estrella blanca pura de magnitud 1 y con el telescopio su aspecto es muy bello. Con ε (épsilon) y ζ (zeta) Lyr, Vega forma un triángulo equilátero pequeño. Una persona con una vista aguda apenas si puede detectar los dos componentes de ε (épsilon) Lyr, la magnitud de cada uno de los cuales es aproximadamente 5. Incluso un telescopio pequeño resuelve el par y escinde cada componente en un segundo par, con lo que se tiene en total a cuatro estrellas blancas.

β (beta) Lyr, que es una doble espectroscópica y una binaria eclipsada, presenta un brillo que varía entre las magnitudes 3,3 y 4,3 cada 12,9 días. Es fácil seguir el curso de estas variaciones comparando la magnitud de esta doble con la de γ (gamma) Lyr (3,2) (véase cómo encontrar la carta para β Lyr, al final del capítulo 6). Otras estrellas cercanas de Lyra que pueden ser términos de comparación son η (eta) con una magnitud de 4,4, θ (theta) con 4,4, ζ^1 ($zeta^1$) con 4,4, κ (kappa) con 4,3, λ (lambda) con 4,9 e ι (iota) con 5,3.

Albireo —β (beta) Cygni— en la nariz del Cisne, es una de las dobles más bonitas. Los prismáticos hacen posible su escisión en sus componentes anaranjada y azul. Los componentes de δ (delta) Cygni, cuyo período orbital es de 300 años, difieren en tres magnitudes.

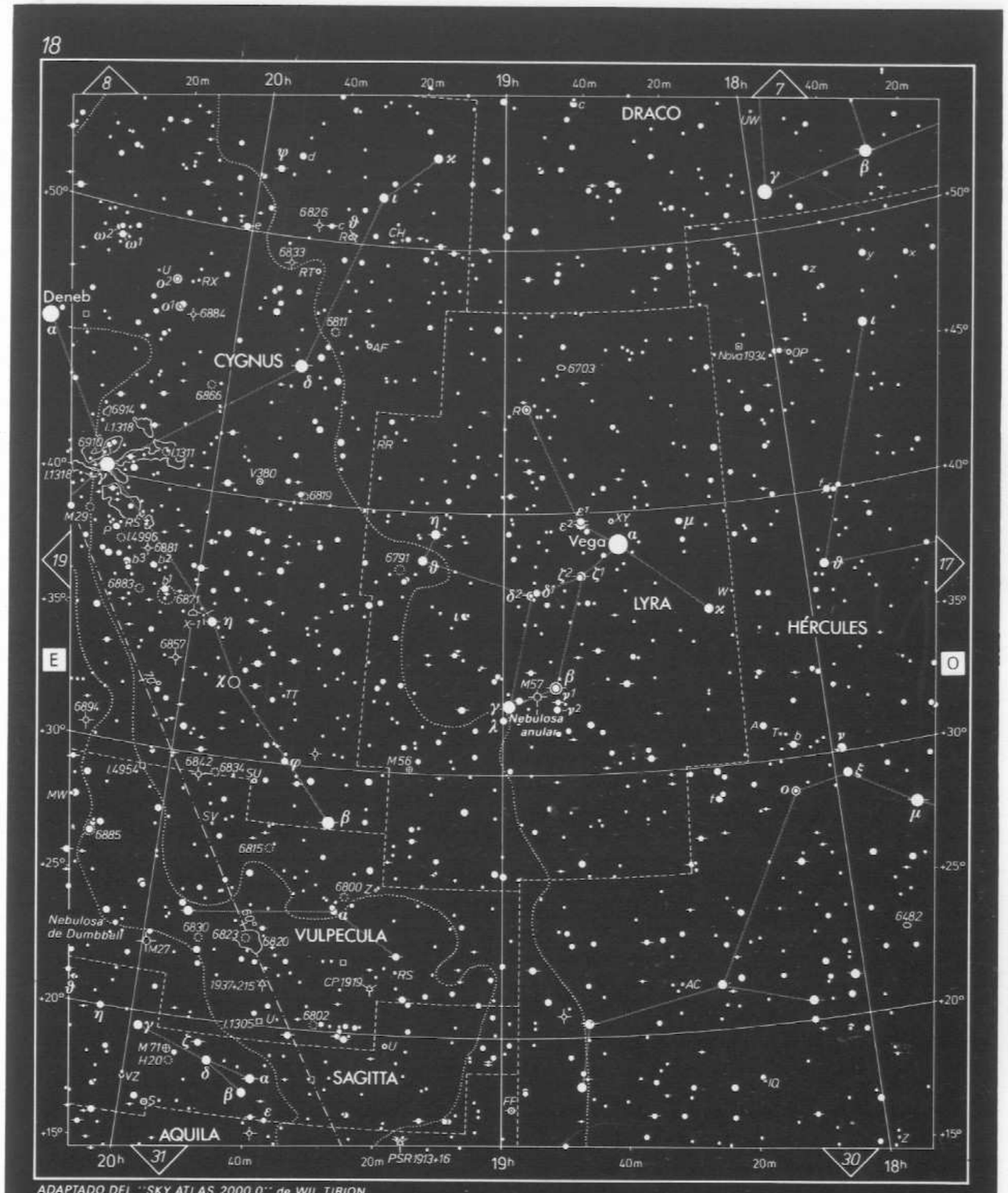
RR Lyrae (a 19^h25^m +43°) es el prototipo de una clase de estrellas variables con períodos regulares inferiores a un día (pág. 206).

β, γ, δ y ζ Lyr forman un paralelogramo. Aproximadamente a mitad de camino entre β y γ Lyr, en uno de los lados cortos del paralelogramo, se halla M57 (NGC 6720), la Nebulosa Anular. Esta nebulosa, la más famosa de las nebulosas planetarias, presenta una envoltura de gas que se expansiona a partir de una estrella central. La envoltura representa la cuarta parte externa de la masa de la estrella y pone al descubierto el núcleo de la estrella, que parece azulado de tan caliente que está. Éste es el final que alcanzará el Sol un día, dentro de unos 5000 millones de años. Un telescopio pequeño va bien para observar la nebulosa (fig. 5-2), si bien es necesario uno mayor para revelar los detalles estructurales (fig. 5-3). Los colores sólo aparecen en las fotografías obtenidas con exposición dilatada.

Hacia el sur y el oeste de M57, cerca de 19^h20^m +30°, tenemos al cúmulo globular M56 (NGC 6779). Este cúmulo pequeño y altamente concentrado puede observarse con facilidad mediante telescopios pequeños. Más al sur y al oeste en Vulpecula, cerca de 20^h +23°, está situada M27 (NGC 6853), la segunda nebulosa planetaria en cuanto a tamaño grande, con un diámetro de unos 3 años-luz. Debido a su forma, M27 de ordinario recibe el nombre de Nebulosa de Dumbbell (fig. 5-5). Aunque su brillo total es alto, M27 se extiende sobre un área tan grande que el brillo medio de su superficie permanece bastante bajo. Es necesario un cielo oscuro para percibir bien esta nebulosa. Los telescopios de baja potencia ponen de manifiesto su forma y su color verdoso; si su potencia es mayor indican algo de la estructura. Al oeste están situados los púlsars PSR 1937 +215 y CP 1919, que sólo pueden detectarse mediante el espectro de radioondas. PSR 1937 +215 emite más de 600 pulsos de radioondas por segundo.

Debajo de M27, en Sagitta, tenemos al cúmulo globular M71 (NGC 6838), rico en estrellas a pesar de su diámetro relativamente pequeño.

En la frontera entre Lyra y Hércules, a 18^h20^m +46°, están situados los restos de Nova Herculis 1934.



CARTA 19. Deneb, Nebulosa de Norteamérica, Nebulosa del Velo, Nebulosa del Bucle En el centro de la carta, cerca de la estrella brillante Deneb, α (alpha) Cyg, está situada la Nebulosa de Norteamérica (NGC 7000), cuyo nombre deriva de su forma. Aunque ésta y su vecina, la Nebulosa del Pelícano (IC 5067-5070) resultan muy difíciles de observar con telescopio, la fotografía de larga exposición las hace visibles. El pico del Pelícano está orientado hacia la Nebulosa de Norteamérica (fig. 5-28). Existe otra región de nebulosa alrededor de γ (gamma) Cyg, al suroeste de Deneb, cerca de 20^h20^m +40°.

Cygnus contenía las dos novas más brillantes de las décadas pasadas. Nova Cygni 1975, sobre el ecuador galáctico en diagonal cerca de 21^h15^m +48°, rivalizaba con Deneb sobrepasando la segunda magni-tud. Nova Cygni 1992, cerca de 20^h30^m +52°, alcanzaba una magnitud de 4,4.

Sobre el meridiano correspondiente a 20^h tenemos a Cygnus X-1, que no puede percibirse en la región visible del espectro, pero es la fuente más brillante de rayos X de Cygnus. Los rayos X probablemente proceden de gas que se arremolina alrededor de un agujero negro; la presencia del agujero negro se deduce de su efecto gravitatorio sobre la estrella, de magnitud 19, HDE226868 que se observa en esta zona.

Al suroeste de esta región, cerca de 21^h +30°, existe otra área de nebulosas difusas. NGC 6960 aparece cerca de la estrella doble 52 Cygni, cuyas componentes anaranjadas y azul están separadas por $6\frac{1}{2}$ segundos de arco. NGC 6960, 6992, 6995 y 6979 son conocidos conjuntamente como Nebulosa del Velo, la cual constituye la mayor parte del Bucle de Cygnus, una nebulosa circular poco brillante con un diámetro de unos $2\frac{1}{2}$°. El Bucle de Cygnus esta formado por los restos de una supernova que explotó hace más de 100 000 años. La Nebulosa del Velo puede percibirse con una amplia gama de instrumentos ópticos, desde prismáticos hasta telescopios grandes, pero su estructura y colores bellos sólo aparecen en las fotografías obtenidas con larga exposición (fig. 5-11).

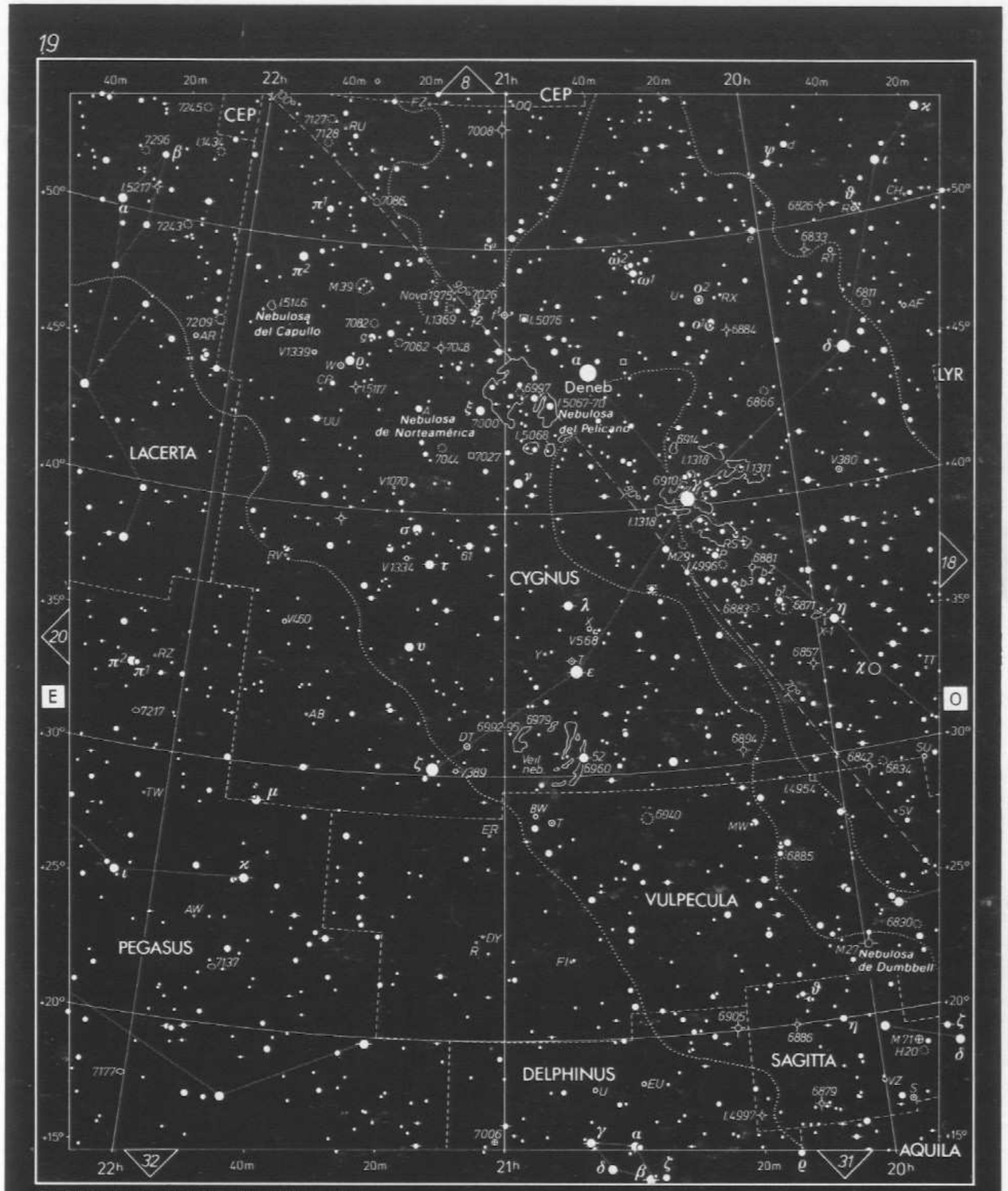
Dentro del triángulo formado por α, γ y ε (alpha, gamma y épsilon) Cyg tenemos al Saco de Carbón del Norte, una mancha opaca de nebulosidad que oscurece a la Vía Láctea ubicada detrás de ella.

Cerca de la parte derecha superior de la carta, a 19^h40^m +50°, está situada la nebulosa planetaria NGC 6826. Esta nebulosa se llama a menudo Nebulosa Titilante por cuanto su estrella central, que es relativamente brillante, parece titilar si el observador dirige su mirada hacia ella y la aleja de ella con rapidez.

M39 (NGC 7092) es un cúmulo abierto de la parte septentrional de Cygnus (cerca de 21^h30^m +48°), con unas 30 estrellas dispersadas por su diámetro de 7 años-luz. Resulta adecuado observar este objeto con prismáticos o con telescopios de baja potencia y campo amplio.

Cerca de 21^h40^m +43° tenemos a la estrella variable SS Cygni, que alcanza nítidamente su brillo máximo una vez cada 50 días, siguiendo un plan algo irregular (fig. 6-5). Resulta de lo más interesante seguir la pista del aumento de brillo desde la magnitud 12 hasta la magnitud 8. Puede observarse que el brillo cambia de modo marcado en dos o tres horas ciertas partes de su ciclo. SS Cyg es demasiado pálida como para figurar en esta carta, pero su posición está indicada en una carta de localización en el capítulo 6.

Hacia el suroeste, cerca de 21^h20^m +39°, tenemos a 61 Cyg, la primera estrella de la que se determinó su distancia con respecto al Sol (mediante su paralaje). 61 Cyg está formada por un par anaranjado de estrellas situadas a una distancia de tan sólo 11 años-luz con respecto a la Tierra.



CARTA 20. Pegasus Cuando la mirada del observador se dirige desde la Vía Láctea hasta Lacerta, Andrómeda y Pegasus, los campos de estrellas se vuelven menos densos. La estrella brillante β (beta) Peg —debajo del centro de la carta, cerca de 23^h +27°— marca el vértice noroccidental del cuadrado de Pegasus. β Peg, llamada también Scheat, es una gigante roja cuyo brillo varía, con un período irregular, desde la magnitud 2,3 hasta 2,7. Un vértice del cuadrado no está situado en Pegasus; α (alpha) Andromedae (And) marca el vértice nororiental del cuadrado. A medio camino entre estas dos estrellas tenemos a la estrella doble 78 Peg, un par apretado cuyas componentes presentan las magnitudes 5 y 8. La tercera estrella del cuadrado, α (alpha) Peg, está justo fuera del límite de la carta en el centro de la parte inferior; la cuarta estrella no aparece en esta carta.

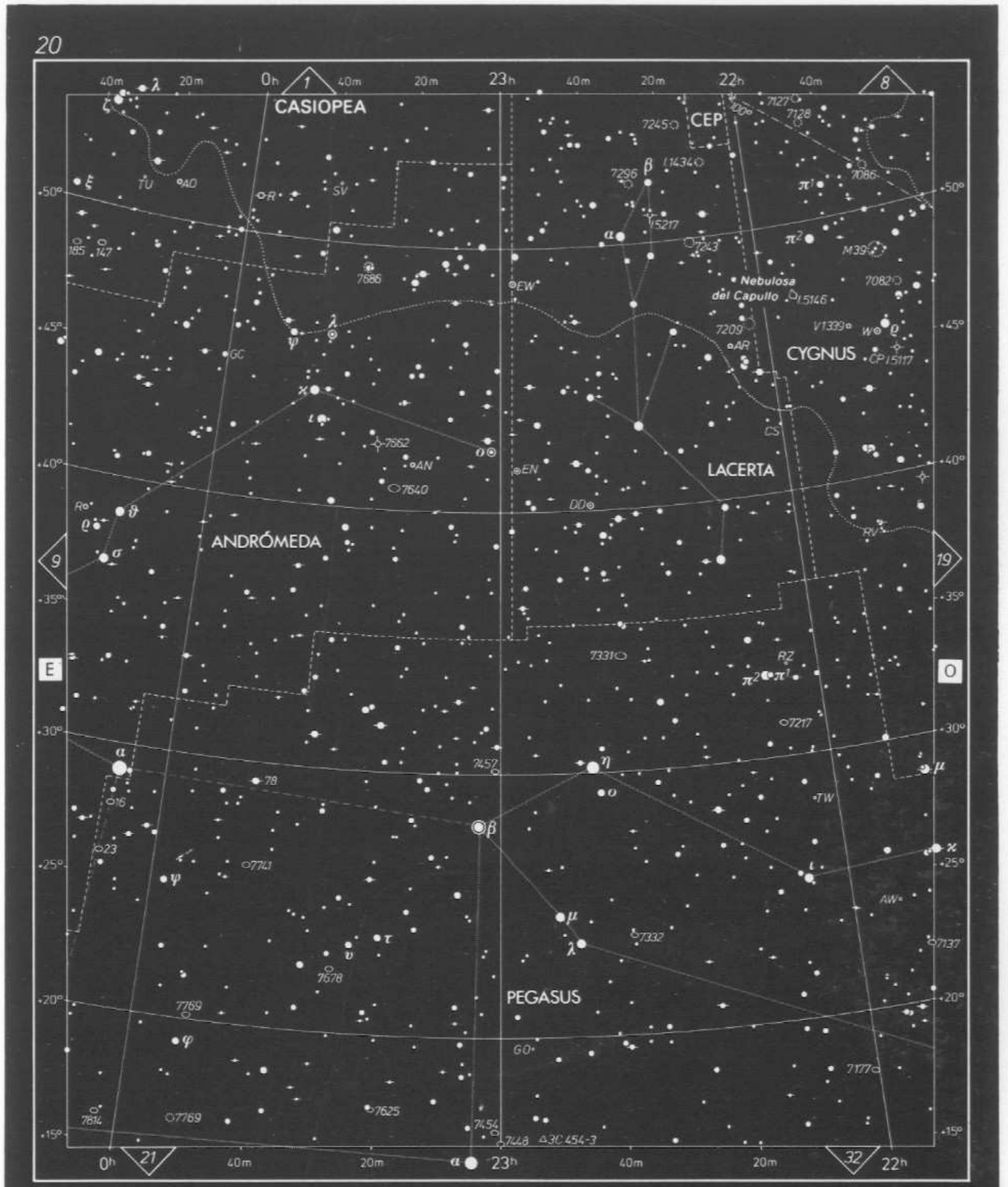
Aproximadamente 5° hacia el noroeste de β Peg está situada η (eta) Peg. Si se prolonga la línea que va de β a η Peg unos 7°, se encuentra un par de estrellas dobles, π^1 (pi^1) y π^2. π^2 es una doble óptica —dos estrellas amarillas situadas a distancias distintas con respecto a la Tierra que están aparentemente separadas en el firmamento por sólo 15 minutos de arco. Resulta especialmente apropiado observar el par con prismáticos.

Inmediatamente a la derecha del centro de la carta, a 5° al norte y ligeramente al oeste de η Peg, tenemos a la galaxia espiral NGC 7331 (fig. 7-18), que se ve barriendo el área con un telescopio de baja potencia.

La nebulosa planetaria NGC 7662 está situada cerca de 23^h26^m +42,5° en Andrómeda, unos 3° al suroeste de ι (iota) And. Es una de las nebulosas planetarias más adecuadas para la observación. NGC 7662 aparece redonda, ligeramente anular y verde azulada. Unos 3 minutos de arco al sur de NGC 7662 se halla NGC 7640, una galaxia espiral barrada de fácil localización.

El barrido del área septentrional de Lacerta con un telescopio de baja potencia revela objetos del espacio interestelar. Con los prismáticos puede verse bien el cúmulo abierto NGC 7243, al oeste de α (alpha) Lac, cerca de 22^h15^m +50°. Los telescopios grandes ponen de manifiesto unas 50 de las estrellas del cúmulo. Aproximadamente 4° al suroeste tenemos otro cúmulo abierto, NGC 7209, menor y menos brillante que NGC 7343. Muchas de sus estrellas tienen un brillo con una magnitud comprendida entre 9 y 10; al ser observadas con un telescopio de tamaño medio aportan una vista bella. Al este de β (beta) Lac está presente un tercer cúmulo abierto, NGC 7296.

Fig. 7-18. NGC 7331, una galaxia espiral del tipo Sb en Pegasus. El sendero de polvo que rodea a su disco aparece con claridad. Otras tres galaxias espirales aparecen visibles más allá de ésta. (National Optical Astronomy Observatories/KPNO)



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

MAGNITUDES: -1 >-0.4; 0 -0.4–+0.5; 1 0.6–1.5; 2 1.6–2.5; 3 2.6–3.5; 4 3.6–4.5; 5 4.6–5.5; 6 5.6–6.5; 7 6.6–7.5

DOBLE O MÚLTIPLE

VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'

CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'

NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'

NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'

GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR

PÚLSAR

AGUJ. NE.

VÍA LACT.

ECUADOR GAL. 70°

ECLÍPTICA 100°

LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 21. Piscis El grupo siguiente de cartas estelares muestra la región del firmamento que rodea al ecuador celeste. Cerca de la parte superior de esta carta están situadas γ (gamma) y α (alpha) Peg, que son las dos estrellas inferiores del cuadrado de Pegasus (carta 20).

En Piscis, en la parte media del lado derecho de la carta, las estrellas ι, θ, γ, κ y λ (iota, theta, gamma, kappa y lambda) Psc dan lugar a un asterismo distintivo en forma de pentágono irregular y pequeño. Este asterismo marca el pez occidental de Piscis y está situado directamente al sur del cuadrado de Pegasus. El asterismo abarca un área de 7° por 5° y también incluye estrellas menos brillantes.

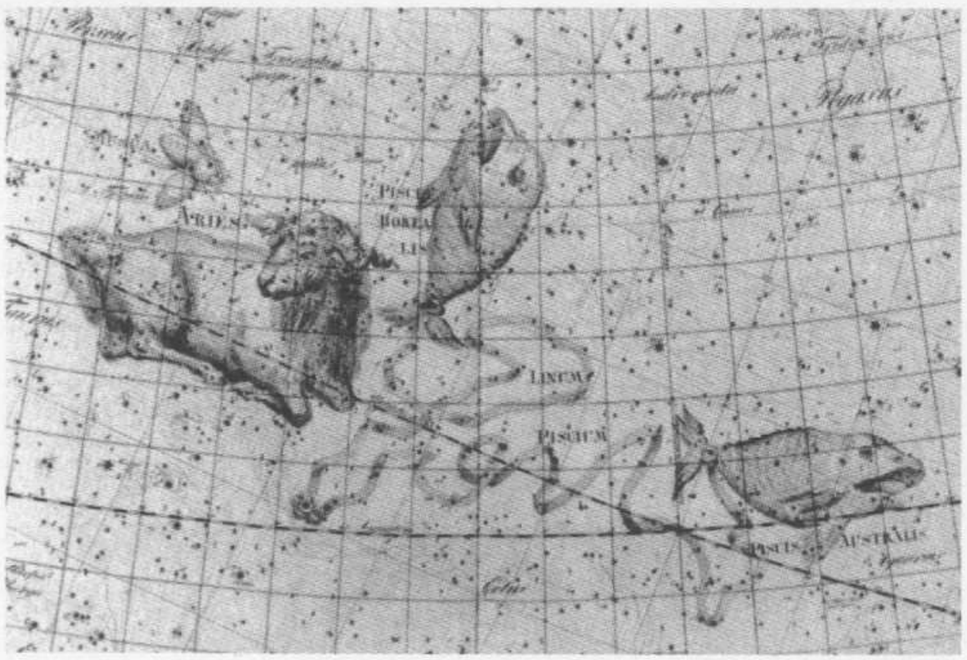
Al oeste de δ (delta) Psc está situado UU Psc, un par de componentes separadas con las magnitudes 6 y 8.

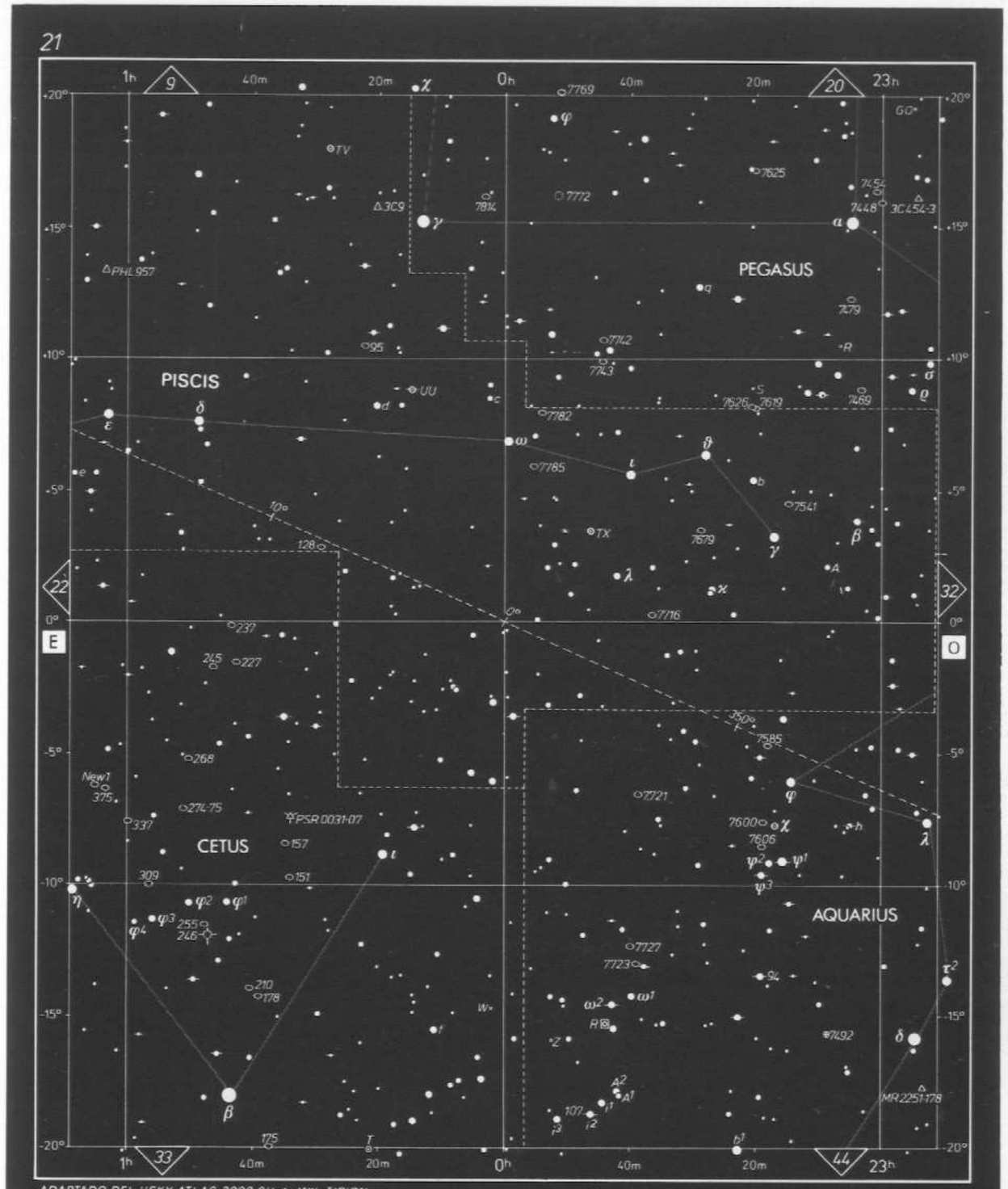
Debajo del asterismo, a —10° tenemos al sistema triple ψ^1, ψ^2, ψ^3 (psi[1], psi[2], psi[3]) en Aquarius. Aproximadamente a 4½° al sur de ψ^3 Aqr se encuentra la estrella doble 94 Aqr, un par formado por un componente blanco y uno blanco amarillento con las magnitudes 5,3 y 7,3. Este par de estrellas separadas puede ser resuelto incluso con un telescopio pequeño.

Hacia el sureste, R Aqr está situado al sur de ω^1 (omega[1]) y ω^2 (omega[2]) Aqr. R Aqr es una variable de largo período (del tipo Mira) cuyo brillo cambia de aproximadamente la magnitud 6 a la magnitud 12 y de nuevo pasa a la magnitud 6 durante su período de 387 días. La estrella doble 107 Aqr puede encontrarse 4° al sur y ligeramente al este de R Aqr. Las componentes blanca y blanco amarillenta, de las magnitudes 6 y 7, están separadas por unos segundos de arco.

En Cetus se hallan ϕ^1, ϕ^2 y ϕ^3 (phi[1], phi[2] y phi[3]) unos 7° al norte de β (beta) Cet. ϕ^1 y ϕ^2 forman un triángulo equilátero con la nebulosa planetaria NGC 246. La nebulosa planetaria presenta aspecto de óvalo oscuro al ser observada con un telescopio pequeño pero se parece a un anillo con una estrella central de la magnitud 12 cuando se estudia con telescopios grandes.

Fig. 7-19. Piscis según el atlas de estrellas de Bayer. (Jay M. Pasachoff)





CARTA 22. Cetus, M77 Inmediatamente por encima del centro de la carta, los "cordones" de Piscis —los "cordones" que mantienen juntos a los dos peces— convergen formando un ángulo agudo en α (alpha) Psc, denominado asimismo El Rischa, el Nudo. Con componentes de magnitudes 4,2 y 5,1 separadas por unos 2 segundos de arco, α Psc puede ser observada con un telescopio de tamaño medio.

Los cordones están orientados hacia Mira, o (ómicron) Ceti (parte izquierda inferior), la estrella variable situada aproximadamente en la mitad del recorrido vertical del cuello de Cetus, la Ballena. La primera variable que fue descubierta, en 1596, Mira ("La Maravillosa") es el prototipo de variables de período largo (capítulo 6). Cuando alcanza su magnitud máxima de 2,0, es la estrella más brillante de la constelación, presentando un color rojo oscuro. Durante su ciclo de 332 días, Mira alcanza con lentitud un brillo inferior al de la magnitud 9 que no se percibe a simple vista y luego, de modo gradual, vuelve a su brillo máximo. (Véanse las figuras 6-6 y 6-11.)

Aproximadamente 6° —una amplitud de tres dedos— al noreste de Mira se encuentra δ (delta) Cet y ½° al sureste de esta estrella está situada M77 (NGC 1068), una de las galaxias espirales más brillantes. Puede verse el núcleo brillante de M77 con un telescopio pequeño, pero su estructura espiral orientada frontalmente, requiere un telescopio grande.

α (alpha) Cet en el centro a la izquierda es una doble óptica. Las dos componentes, separadas por 16 minutos de arco, se ven con prismáticos.

ζ (zeta) Cet está cerca de 1^h15^m —10°, en la parte inferior del cuello de Cetus. Unos 5° al noreste de ζ Cet se halla NGC 615, una galaxia espiral.

Este campo contiene dos de las estrellas más próximas a la Tierra. La estrella resplandeciente UV Ceti, cerca de la parte inferior de la carta, pertenece al quinto sistema estelar más próximo. Cuando presenta su magnitud normal de 13 no puede percibirse, pero algunas veces su brillo aumenta en unos 5 minutos hasta el denotado por la magnitud 6, es decir el brillo aumenta casi 250 veces. En la parte superior, a la izquierda, está situada τ (tau) Ceti, la estrella que en cuanto a proximidad a la Tierra ocupa el vigésimo lugar. τ Cet, de magnitud 3,5, es la estrella del tipo solar más cercana (o sea, una estrella con el mismo tipo de espectro, temperatura y otras propiedades que el Sol). Por consiguiente es uno de los objetos primarios sobre los que cabe hacer conjeturas acerca de la existencia de vida.

Fig. 7-20. M77 (NGC 1068). una galaxia espiral del tipo Sb en Cetus. Con una magnitud de 8,8, se trata de un objeto cuya detección resulta difícil con telescopios pequeños. (Lick Observatory)

CARTA 23. Aldebarán, Híadas Cuando el recorrido visual se dirige hacia el margen occidental de la Vía Láctea en Taurus y Eridanus, los campos de estrellas se tornan más ricos. En atardeceres invernales el barrido hacia el sur con prismáticos desde las Híadas (en la parte superior de esta carta; véase la carta 11) hasta el escudo de Orión, es muy recomendable.

Inmediatamente al norte de las Híadas se encuentra T Tauri (4^h22^m $+19°32'$, pero no está indicada en nuestra carta por cuanto es demasiado pálida), una de las estrellas más interesantes del firmamento. El brillo de T Tauri varía dado que la estrella es extremadamente joven y todavía no ha alcanzado una existencia más asentada. Fluctúa ente las magnitudes 9 y 13. Las estrellas del tipo T Tauri, las estrellas más jóvenes, están siendo estudiadas con técnicas basadas en la región óptica, infrarroja y de radioondas. T Tauri está en los aledaños de una nebulosa difusa, NGC 1554-55, denominada Nebulosa Variable de Hind. A lo largo del último siglo, la nebulosa desapareció de la vista y luego volvió a brillar de modo considerable.

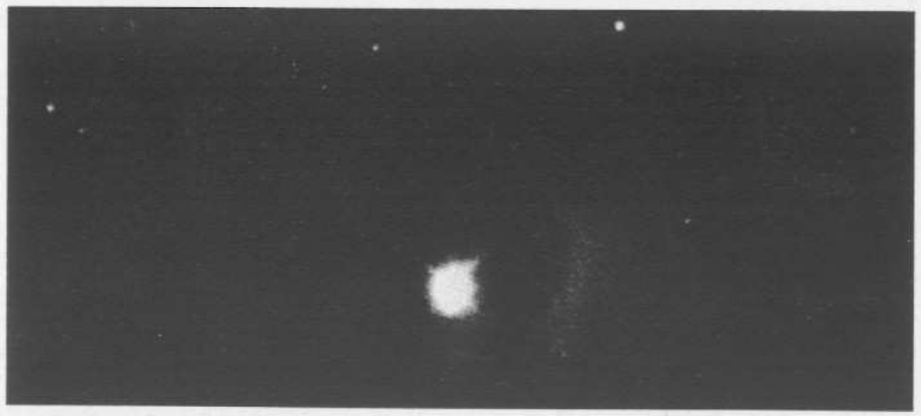
Ligeramente al noroeste de μ (mu) Eri, a 4^h46^m —3°, tenemos a NGC 1637, una galaxia visible con telescopios de tamaño medio. La nebulosa planetaria NGC 1535 está situada 12° al suroeste, más cerca de γ (gamma) Eri, en la parte inferior de la zona central; está formada por un anillo interno brillante y un anillo externo pálido con una estrella central de la magnitud 12,2.

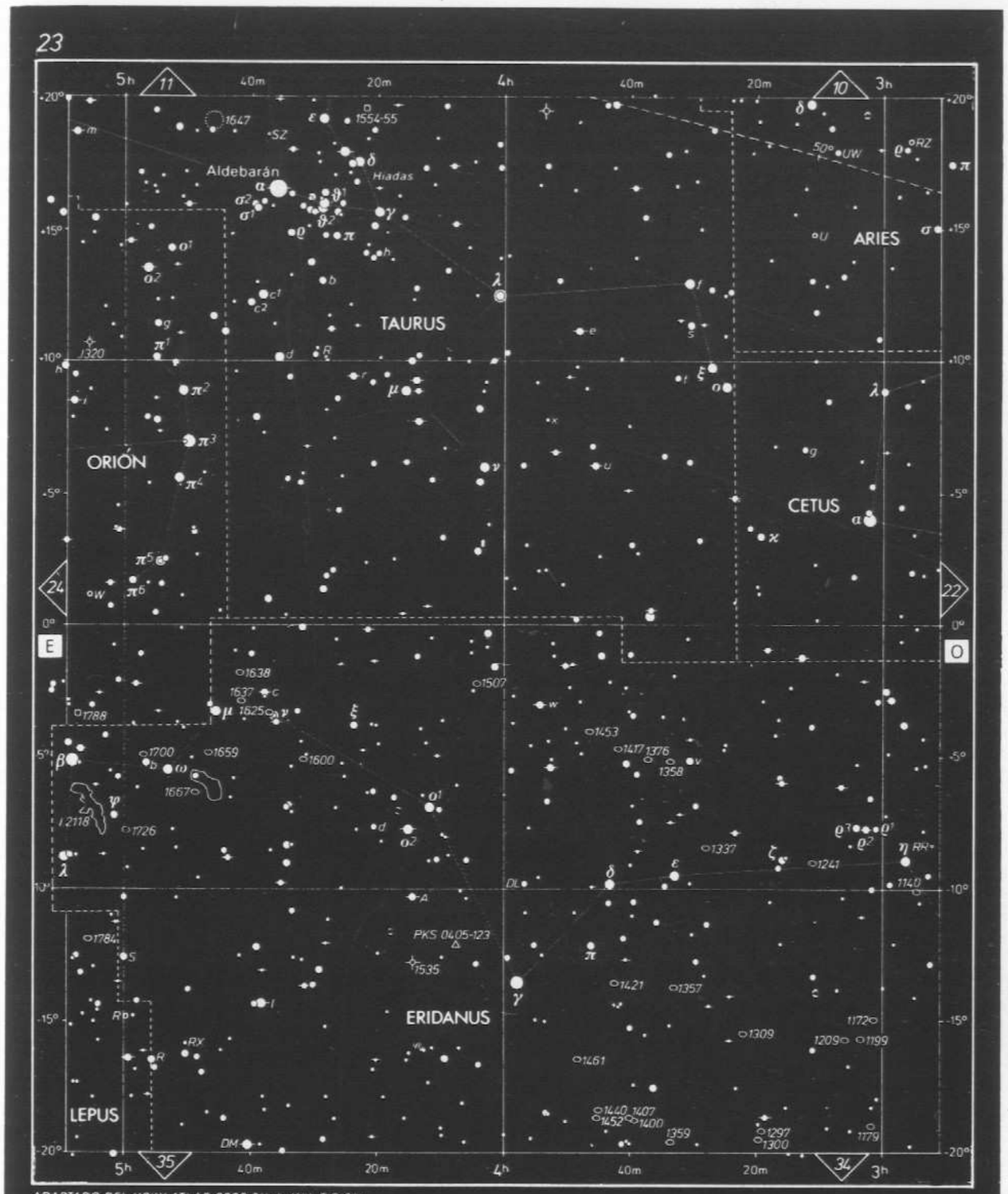
A 4^h15^m —8° se encuentra el sistema triple o^2 (ómicron^2) Eri, denominado asimismo 40 Eridani. Está alejado menos de 16 años-luz de la Tierra. Contiene una enana blanca, de magnitud 9, 40 Eri B, la enana blanca más fácil de observar con un telescopio pequeño. Los astrónomos han sido capaces de medir la masa de la enana blanca estudiando este sistema y han verificado la predicción teórica de que su masa es aproximadamente idéntica a la del Sol. El sistema también constituye un test de la teoría de la relatividad de Einstein, puesto que las líneas espectrales de la enana blanca presentan un corrimiento hacia el rojo debido a la gravedad que coincide con el predicho por Einstein. La estrella 40 Eri C, de magnitud 11, que forma una binaria visual con la enana blanca, es una estrella roja pequeña, una de las estrellas menos maciza que se conocen. El par está separado de la estrella brillante (magnitud 4) 40 Eri A por 82 segundos de arco.

Unos 6° al noroeste de o^1 (ómicron), a la derecha del centro de la carta, está w Eri. Es conocida también como 32 Eri (número de estrellas doble ADS 2850). Sus componentes verdosa y amarillenta son de la magnitud 5 y 6.

El cúmulo de galaxias situado en el margen inferior de la carta incluye NGC 1300, un ejemplo descollante de galaxia espiral barrada.

Fig. 7-21. T Tauri, con la Nebulosa Variable de Hind (NGC 1555) claramente visible como una nebulosidad 45 segundos de arco al oeste (derecha) de ella. Otra mancha nebulosa rodea a la estrella y se denomina Nebulosa de Burnham. (Fotografía del Lick Observatory)



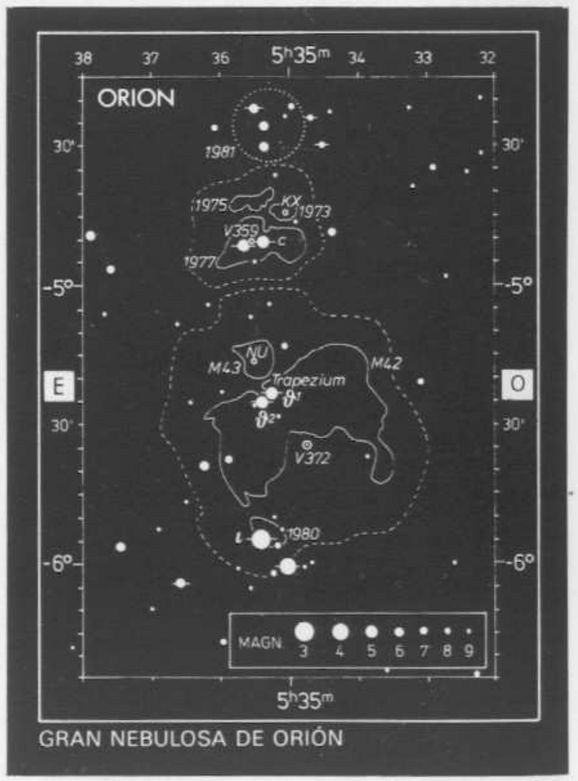


CARTA 24. Nebulosa de Orión Es interesante realizar un barrido de la región de Orión y Monoceros con un telescopio de baja potencia o con prismáticos. La región de Orión es una de las más fascinantes, pues contiene las estrellas más jóvenes conocidas y muchas nebulosas de gran belleza.

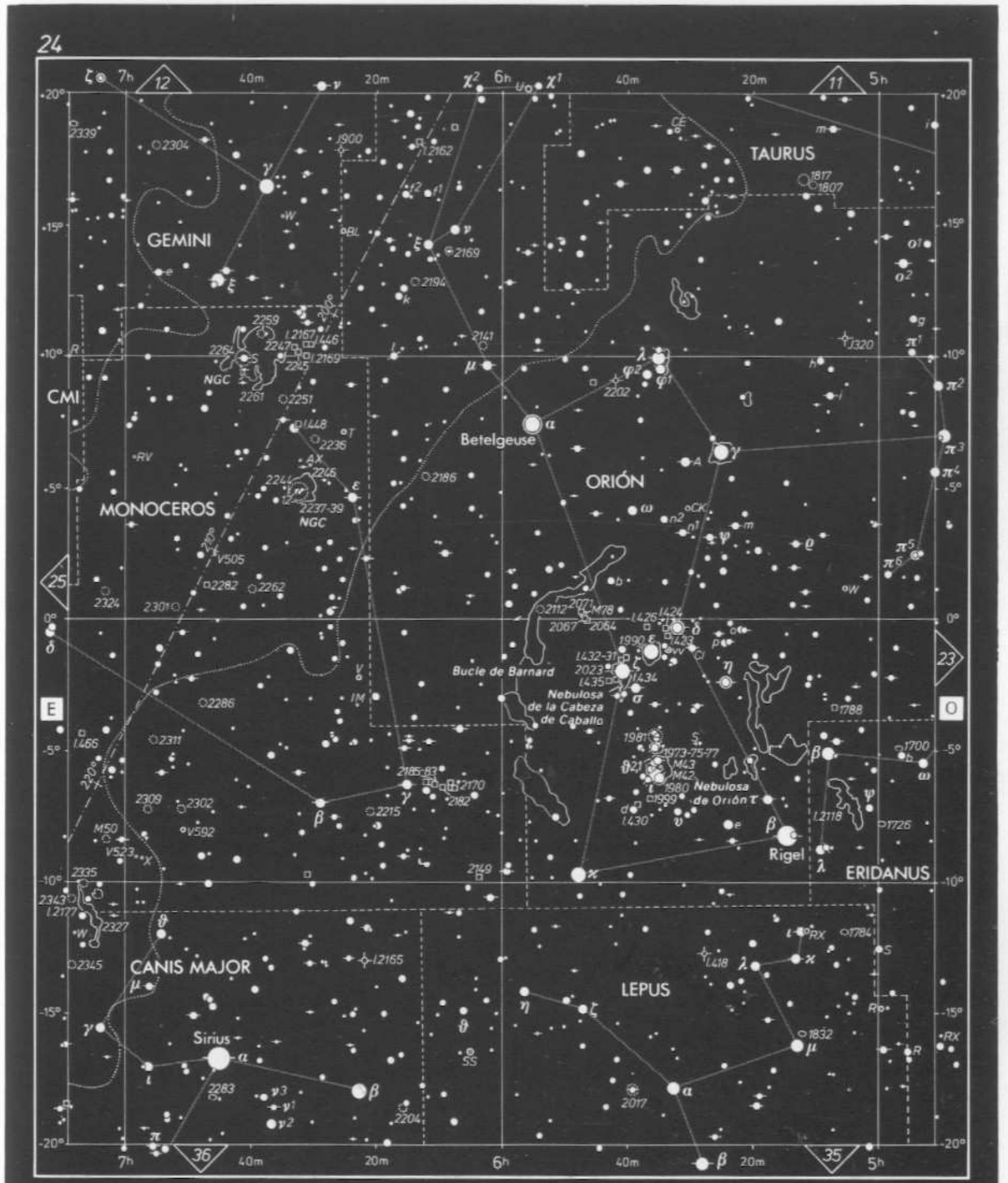
El cinturón de Orión, tres estrellas en línea, es uno de los asterismos cuya localización resulta más fácil (fig. 2-9). En uno de los hombros de Orión se encuentra Betelgeuse, α (alpha) Ori, una estrella supergigante cuyo color rojizo es patente a simple vista. Ocupando el décimo lugar en cuanto a brillo, entre las estrellas del firmamento, este brillo varía en aproximadamente 1 magnitud durante su período de 5,8 años. Rigel, la estrella azul brillante β (beta) Ori, delimita el talón de Orión. Rigel, una doble blanco azulada, es la séptima estrella más brillante del firmamento. Como quiera que su componente primaria es tan brillante, resulta difícil encontrar la secundaria.

A partir del cinturón de Orión se extiende su espada (fig. 2-10). M42 (NGC 1976), la Gran Nebulosa de Orión, es una magnífica nube luminosa que rodea a θ^1 (theta^1) Ori, estrella de la espada (fig. 2-11). Con frecuencia se denomina simplemente Nebulosa de Orión. Incluso el menor instrumento óptico revela la estructura espigada de esta nebulosa. Los telescopios pequeños resuelven con facilidad θ^1 en cuatro componentes, que constituyen lo que se llama el Trapecio. Las cuatro estrellas (magnitudes 5,1, 6,7, 6,7 y 7,9) son muy calientes y aportan la energía para iluminar la nebulosa. Los telescopios mayores ponen de manifiesto dos compañeras adicionales de magnitud 11 y revelan más detalles de la estructura de la nebulosa. Los colores, sin embargo, sólo aparecen en las fotografías realizadas con una ex-

Fig. 7-22. *(izquierda)* La región de la Nebulosa de Orión. (Karl-Schwarzschild-Observatory, FRG)
Fig. 7-23. *(derecha)* Carta de la región de la Nebulosa de Orión. (Wil Tirion)



GRAN NEBULOSA DE ORIÓN



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4 - +0.5
1 0.6 - 1.5
2 1.6 - 2.5
3 2.6 - 3.5
4 3.6 - 4.5
5 4.6 - 5.5
6 5.6 - 6.5
7 6.6 - 7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	ο	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

posición larga. Incluso un tiempo de exposición corto, con una cámara de 35 mm montada sobre un trípode, usando una lente ordinaria de 50 mm o 35 mm indica que la nebulosa es roja y muestra las principales estrellas de Orión. Las fotografías tomadas mediante telescopios con montaje ecuatorial parecen muy diferentes según el tiempo de exposición; las exposiciones relativamente cortas indican sólo el núcleo interno brillante de la nebulosa, en tanto que las más dilatadas ponen al descubierto las partes internas pero incluyen los contornos externos de la nebulosa.

La Nebulosa de Orión está situada a una distancia de 1500 años luz con respecto al Sol. La nebulosa es una ampolla en el lado de la Nube Molecular de Orión más próximo a nosotros. En la Nube Molecular de Orión, el polvo impide que las moléculas sean escindidas por la luz ultravioleta procedente de las estrellas calientes; los astrónomos estudian las moléculas con radiotelescopios; los objetos que son probablemente estrellas en formación se estudian en la región del infrarrojo.

NGC 1973-75-77 designa a la nebulosidad y cúmulo abierto alrededor del extremo septentrional de la espada de Orión. NGC 1981 es un cúmulo abierto situado algo más al norte, con unos 12 miembros ampliamente separados. NGC 1980 es una nebulosa pálida situada alrededor de ι (iota) Ori, al sur de la Nebulosa de Orión.

IC 434, se extiende hacia abajo desde la estrella situada en el extremo izquierdo del cinturón de Orión —ζ (zeta) Ori— y contiene la famosa Nebulosa de la Cabeza de Caballo (fig. 2-13). La forma de cabeza de caballo está producida por gas y polvo oscuros y absorbentes que bloquean la visión de una nebulosa de emisión rojo brillante situada más allá. Al noreste de la Cabeza de Caballo, la nebulosa NGC 2023 está parcialmente recubierta por la misma nube de polvo. Muchas fotografías bellas de la Nebulosa de Orión y de la Nebulosa de la Cabeza de Caballo han sido tomadas por astrónomos aficionados.

M78 (NGC 2068) es una nube espigada que se encuentra al norte del cinturón de Orión cuando se realiza un barrido del área con un instrumento de baja potencia. Una exposición muy larga muestra el Bucle de Barnard, que rodea el lado noreste del complejo de Orión.

Con un telescopio de baja potencia, debe realizarse un barrido del triángulo formado por β (beta) Ori, η (eta) Ori (unos 5° más arriba hacia el cinturón de Orión) y β (beta) Eridani (Eri). El triángulo contiene muchas manchas de nebulosidad irregulares pálidas. IC 2118, la Nebulosa de la Cabeza de Bruja, está situada $1\frac{1}{2}°$ al oeste de Rigel. En uno de los hombros de Orión, γ (gamma) Ori posee cierta nebulosidad pálida alrededor de ella.

Debe continuarse el barrido hacia el noreste desde las nebulosas de Orión y de la Cabeza de Caballo hasta Monoceros. Unos 2° al este de ε (épsilon) Mon se encuentra NGC 2244, un cúmulo abierto laxo que puede distinguirse a simple vista y resolverse en sus estrellas componentes con unos buenos prismáticos, NGC 2244 presenta unas 24 estrellas dentro de un área con un diámetro de 40 minutos de arco. Alrededor de NGC 2244 está situada la Nebulosa NGC 2237. Es relativamente grande —1° de diámetro— y su localización es difícil. Con un instrumento de baja potencia aparece como un halo o luminosidad alrededor del cúmulo abierto; fotografiada en color su aspecto es espectacular (fig. 5-29).

Situada cerca, más al noreste, NGC 2264 es un cúmulo nebuloso alrededor de S Mon, en una estrella doble variable. El cúmulo contiene unas 20 estrellas en un área con un tamaño próximo al de la Luna llena. La Nebulosa NGC 2264 (fig. 5-27), como la Nebulosa NGC 2237 es difícil de encontrar, pero se consigue con un telescopio de tamaño medio.

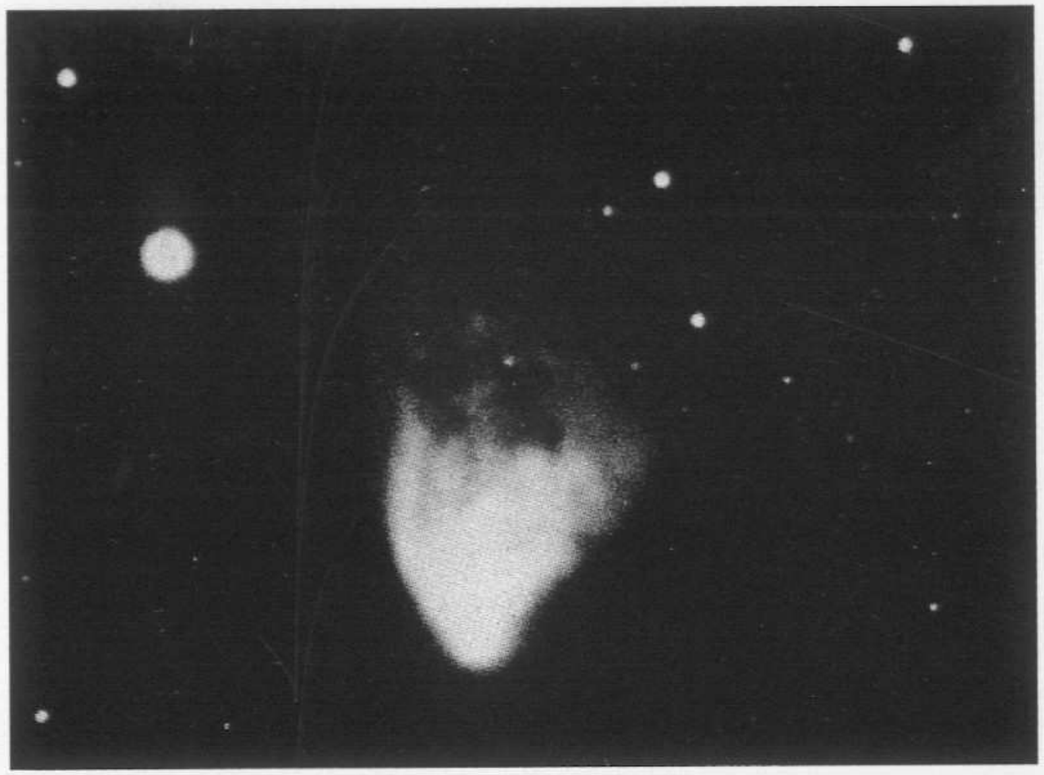


Fig. 7-24. Nebulosa Variable de Hubble (NGC 2261). (Fotografía del Observatorio del Monte Palomar)

Situada al sur, tenemos a NGC 2261, la Nebulosa Variable de Hubble (fig. 7-24). El interés de esta nebulosa es tal que fue el primer objeto fotografiado con el telescopio de 5 m cuando se inauguró en el Observatorio del Monte Palomar. La nebulosa refleja la luz procedente de la variable irregular R Mon, cuyo brillo pasa de las magnitudes 10 a 13. La nebulosa tiene la forma de la cola de un cometa. Algunas veces la forma cambia en cuestión de semanas. Su observación resulta difícil con telescopios pequeños.

Situado más al sur en el firmamento, cerca de 6^h50^m 0°, se encuentra el cúmulo abierto NGC 2301, formado por varios grupos solapados de estrellas. Este cúmulo posee unas 50 estrellas, muchas de las cuales son brillantes.

Hacia la parte inferior de la carta, en Canis Major, está Sirius, α (alpha) CMa, la "Dog Star". Hace milenios, las fechas en que podía visualizarse por primera vez en el cielo crepuscular les dieron el nombre a los "días del perro" del verano. Con una magnitud de —1,46, es la estrella más brillante del firmamento.

Situadas en la espada de Orión, ι (iota) y θ^2 (theta^2) son dobles interesantes y otro tanto sucede con η (eta) que se encuentra hacia el noroeste. ζ (zeta) Ori, la estrella más oriental del cinturón de Orión, es un sistema triple con componentes blanco azuladas de magnitudes 2, 4 y 10. σ (sigma) Ori, situada al sur de ζ, es un sistema múltiple con 5 componentes como mínimo. Las dos componentes más brillantes, de magnitudes 4,0 y 6,0, están separadas por sólo $\frac{1}{4}$ de segundo de arco y por consiguiente su resolución es difícil, pero un telescopio pequeño puede separar las otras componentes. Las otras componentes son estrellas de las magnitudes 8 y 10; están alejadas unos 12 segundos de arco, en los lados opuestos del par más brillante. Otra compañera (de la magnitud 7) está alejada 40 segundos de arco.

Las componentes de la estrella doble ε (épsilon) Mon, situada 7° al sureste de Betelgeuse, aparecen de color azul y dorado. Las dos componentes están separadas por unos 13 minutos de arco y además existe una tercera compañera. Debe usarse un aparato de baja potencia para encontrar ε Mon debido a la riqueza del campo de estrellas circundante.

Unos 12° al sur está β (beta) Mon, una triple fácil de resolver que se ve claramente. Sus tres componentes azules presentan la magnitud 4,6, 5,1 y 5,4.

CARTA 25. Proción En esta región aparecen varios cúmulos abiertos y vale la pena observarla con un aparato de baja potencia. El cúmulo más espectacular es el Cúmulo del Pesebre (M44), Praesepe, descrito frente a la carta 13. Situado al sureste de ζ (zeta) Mon, cerca de 8^h13^m —6° en Hydra, el rico cúmulo abierto M48 (NGC 2548) es lo suficientemente brillante como para poderse percibir a simple vista, pero su localización es difícil. En la derecha de la carta, cerca de 7^h03^m —8° en Monoceros, M50 (NGC 2682) es un rico cúmulo abierto al oeste de alpha Cancri.

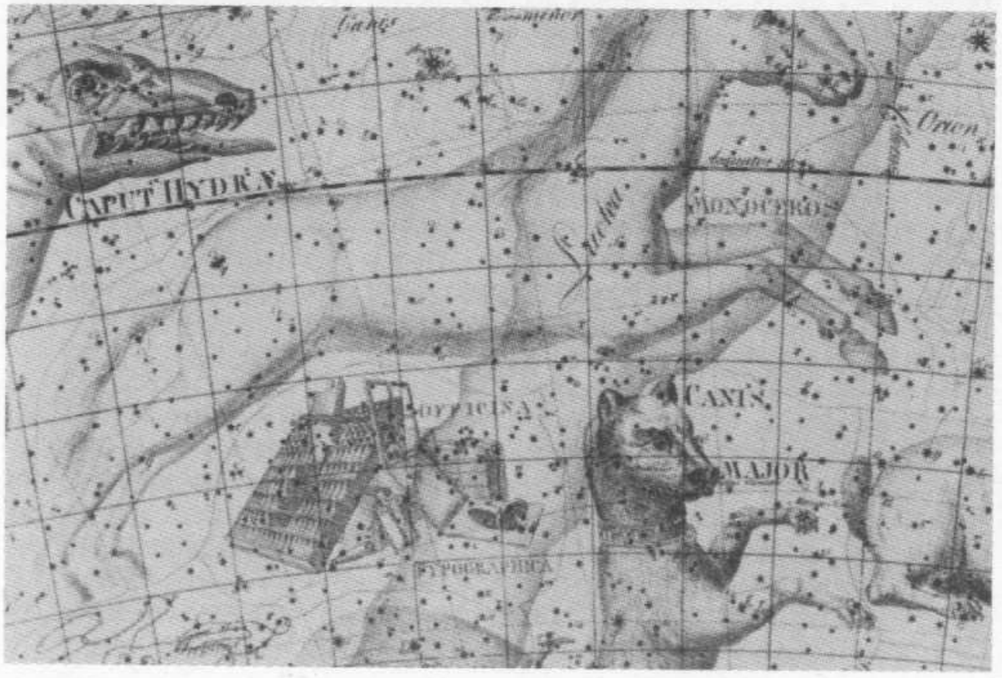
M46 (NGC 2437) es un bello cúmulo abierto de Puppis, algo menos brillante que M67 pero con más estrellas. En el margen septentrional de M46 tenemos la nebulosa planetaria NGC 2438, un anillo irregular. Y cerca está situado M47 (NGC 2422), un cúmulo abierto que apenas si puede percibirse a simple vista por cuanto muchas de sus estrellas son de magnitud 6. Tanto M46 como M47 tienen una edad de sólo 20 millones de años. NGC 2539 es otro cúmulo abierto rico de Puppis. Debe usarse un aparato de baja potencia para observar el cúmulo abierto de NGC 2506 de Monoceros, ligeramente al noroeste de NGC 2539.

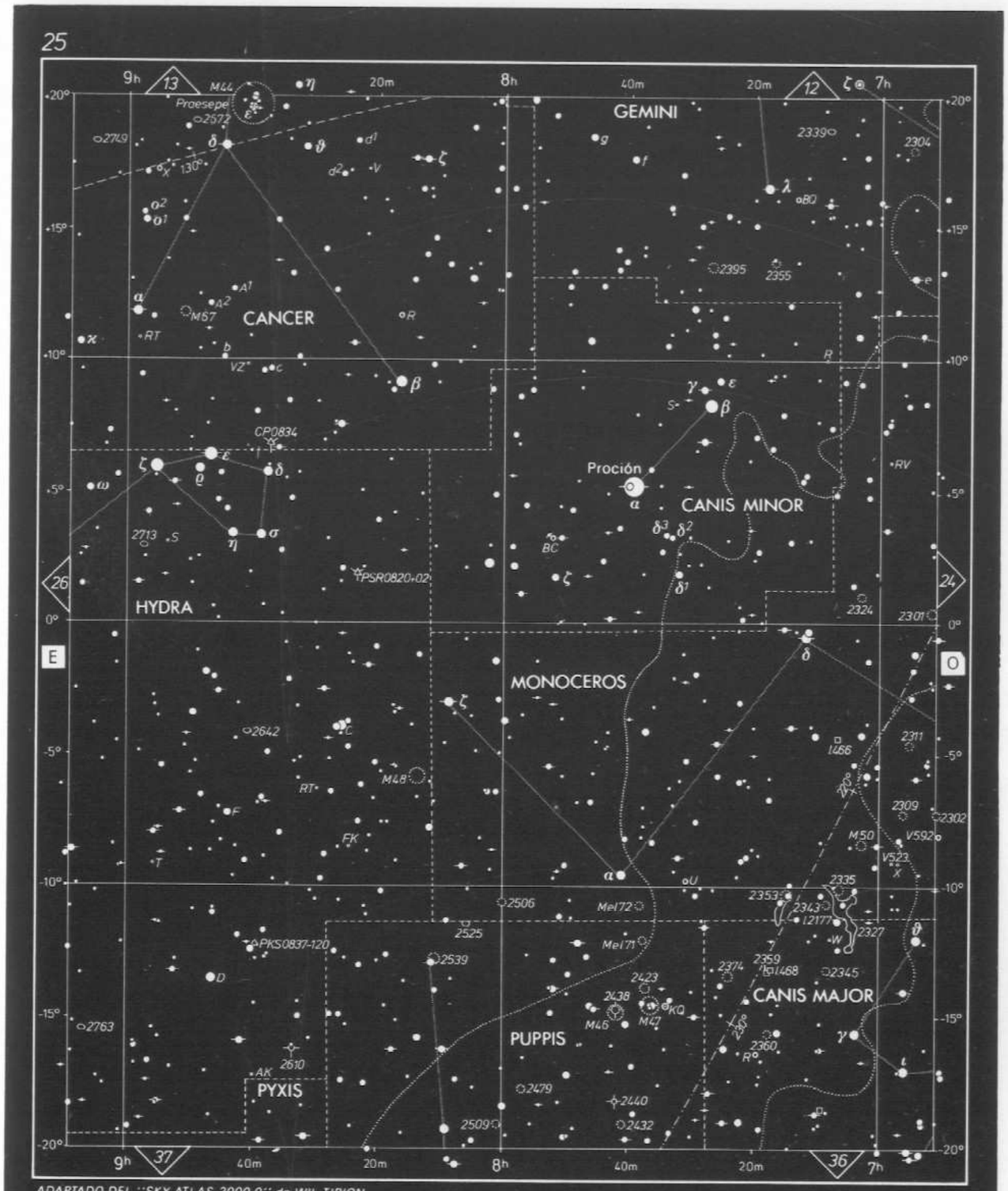
Cerca de 7^h40^m —18° en Puppis se encuentra la nebulosa planetaria NGC 2440, que debe observarse con un aparato de alta potencia.

A la derecha, en la parte inferior, de la carta (a —12°), extendiéndose desde Canis Major hasta Monoceros se halla IC 2177, una mancha nebulosa con un diámetro de más de 3° (fig. 5-26). Esta nebulosa se denomina Nebulosa del Águila en las referencias antiguas, pero ahora este nombre se aplica a M16 (NGC 6611) (carta 30). Hacia el ápice superior de IC 2177 se encuentran dos cúmulos abiertos, NGC 2335 y NGC 2343.

Proción, α (alpha) Canis Majoris, es la octava estrella más brillante del firmamento (magnitud 0,38) y una de las estrellas más próximas a la Tierra (a tan sólo una distancia de 11 años-luz). Procyon (Proción) posee una compañera enana blanca de brillo escaso (magnitud 13); se trata de la segunda enana blanca más próxima a la Tierra.

Fig. 7-25. Monoceros más la cabeza de Canis Major, del atlas de Bode (1801). Obsérvese la estrella Procyon. (Jay M. Pasachoff)





CARTA 26. Régulo (Regulus) Cuando en su recorrido visual el observador se aleja de las nubes de polvo oscurecedoras de la Vía Láctea, las galaxias más remotas aparecen visibles. En Leo se percibe un margen externo de un cúmulo enorme de galaxias —el Cúmulo de Virgo— que se extiende a través de Virgo, Coma Berenices y Corvus. Tres de las galaxias más brillantes de Leo son M95 (NGC 3351), M96 (NGC 3368) y M105 (NGC 3379), situadas a una distancia de unos 30 millones de años-luz con respecto a la Galaxia de la Vía Láctea. M95 (magnitud 9,7) es una espiral barrada y M96 (magnitud 9,2) es una espiral regular; ambas son relativamente grandes. M105 es una galaxia elíptica pequeña de magnitud 9,3. Usando un telescopio de potencia media y de ángulo amplio, para realizar un barrido unos 9° al este de Regulus, pueden verse estas galaxias en el mismo campo de visión.

Regulus, α (alpha) Leo, está situada directamente sobre la eclíptica. Regulus está en la base de la "hoz" que muchas personas ven como parte de la forma de la constelación; marca el corazón de león. Siendo la estrella que en cuanto a brillo ocupa el lugar 21 del firmamento, con una magnitud de 1,35, Regulus se ve casi todo el año y en primavera se observa en el firmamento oriental. Posee una compañera pálida que a veces se ve con prismáticos.

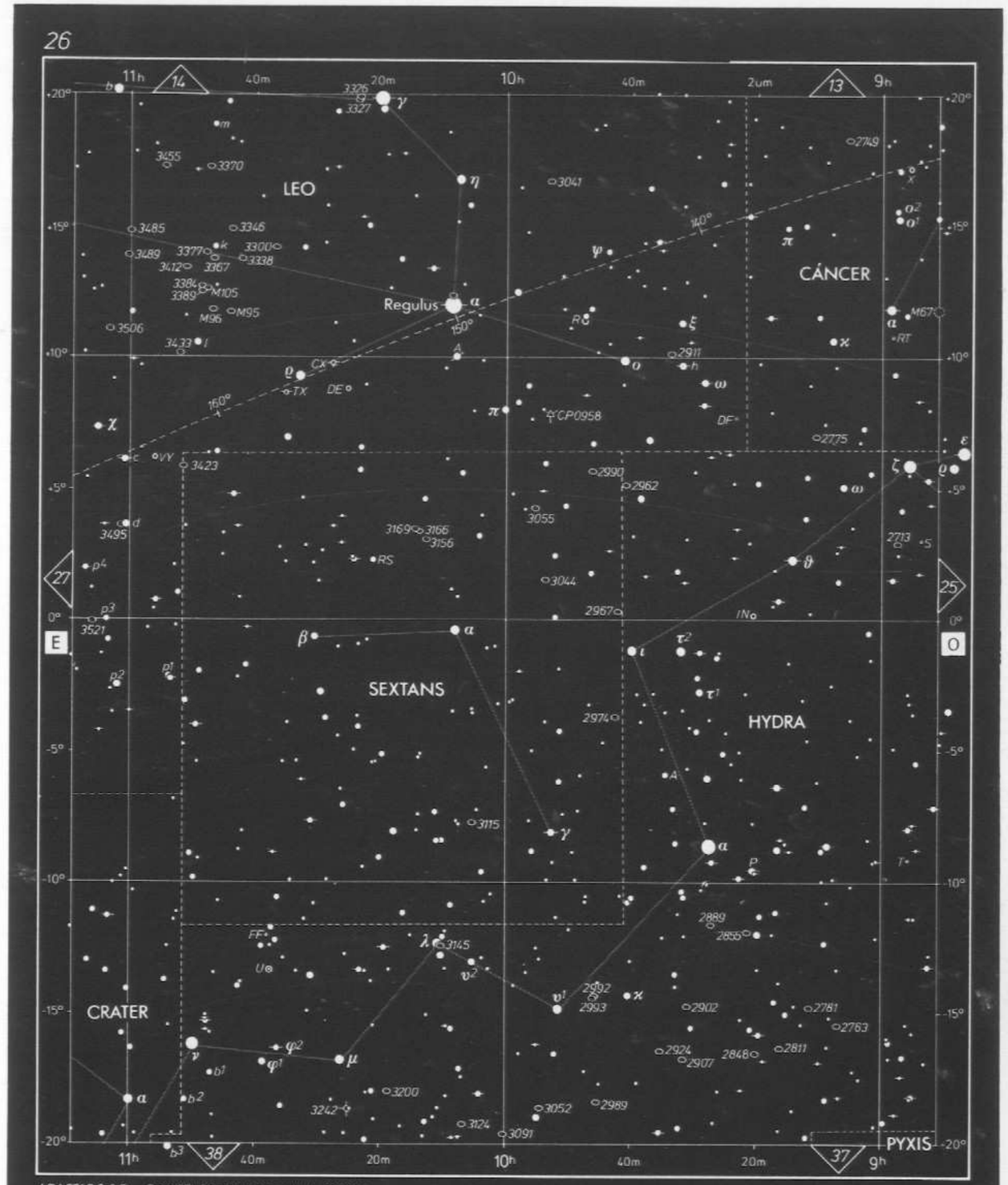
γ (gamma) Leo, la estrella más brillante de la hoz, es una binaria situada unos 8° al noreste de Regulus. Siendo una de las mejores dobles del firmamento, γ Leo está formada por dos componentes amarillas de magnitudes 2,2 y 3,5 que describen órbitas con un período de 620 años. Las componentes están bastante cerca una de otra, por lo cual su resolución resulta difícil con un telescopio pequeño. El espacio que separa a las dos componentes está en la actualidad en fase de expansión; estas estrellas presentarán una separación de 5 segundos de arco en el año 2100.

Esta carta incluye Wolf 359, la tercera estrella en cuanto a proximidad respecto al Sol, después del sistema α (alpha) Centauri y la Estrella de Barnard. Con una magnitud de 13,5, Wolf 359 es demasiado pálida como para ser incluida en esta carta, pero está situada cerca de VY Leo a 10^h56^m $+7°$. Se trata de una de las estrellas menos luminosas que se conocen, pero que haya sido descubierta es debido a que su rápido movimiento (movimiento a través del cielo, véase pág. 23) propio hace patente su proximidad (sólo 7,8 años-luz con respecto a la Tierra).

El radiante de lluvia de meteoros de las Leónidas (tabla 19) que alcanza su frecuencia máxima el 17 de noviembre de cada año, está situado unos 2° al noroeste de γ Leo. Esta lluvia presenta su punto álgido cada 33 años, cuando la Tierra en su recorrido pasa por la región de la órbita de un cometa difunto en la que están arracimadas las partículas restantes del cometa. El último acontecimiento espectacular de las Leónidas se produjo en 1966; el próximo podría acontecer en 1998 o 1999.

Situada en la pata anterior del león, R Leo es una de las variables de período largo más brillante; su brillo varía de 11,3 a 4,4 a lo largo de un período de 312 días. Situada unos 5° al oeste de Regulus, R Leo forma un triángulo con dos estrellas situadas al oeste de magnitudes 9,0 y 9,6.

Aunque la constelación Hydra no dispone de gran riqueza de estrellas, el barrido de la región con prismáticos de baja potencia pone de manifiesto objetos de interés. NGC 3242 es una nebulosa planetaria situada unos 1,8° al sur de μ (mu) Hydra en la parte inferior, a la izquierda, de la carta. Con un telescopio pequeño la nebulosa planetaria presenta el aspecto de un disco azul pálido; un telescopio grande revela la presencia de un anillo interno brillante y de una envoltura externa pálida.



ADAPTADO DEL SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL. 70°
ECLÍPTICA 100°
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ϱ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ ϕ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 27. Galaxia del Sombrero, Cúmulo de Virgo (de galaxias) En esta carta se encuentra la máxima concentración de galaxias en el Cúmulo de Virgo de galaxias, que se extiende por el norte hasta Canes Venatici y por el sur hasta Corvus. El Cúmulo de Virgo está alejado unos 65 millones de años-luz, y de los cúmulos grandes de galaxias es el más próximo a la Galaxia de la Vía Láctea. Muchas de estas galaxias figuran en una carta ampliada (27A) del área recortada en la parte superior izquierda de esta carta.

Inmediatamente por encima del área recortada con anterioridad, tenemos a M85 (NGC 4382), una galaxia elíptica de Coma Berenices, a 12^h25^m $+18^o$. Siendo una de las galaxias más brillantes del Cúmulo de Virgo, M85 al ser observada con un telescopio aparece como una mancha ovalada brillante.

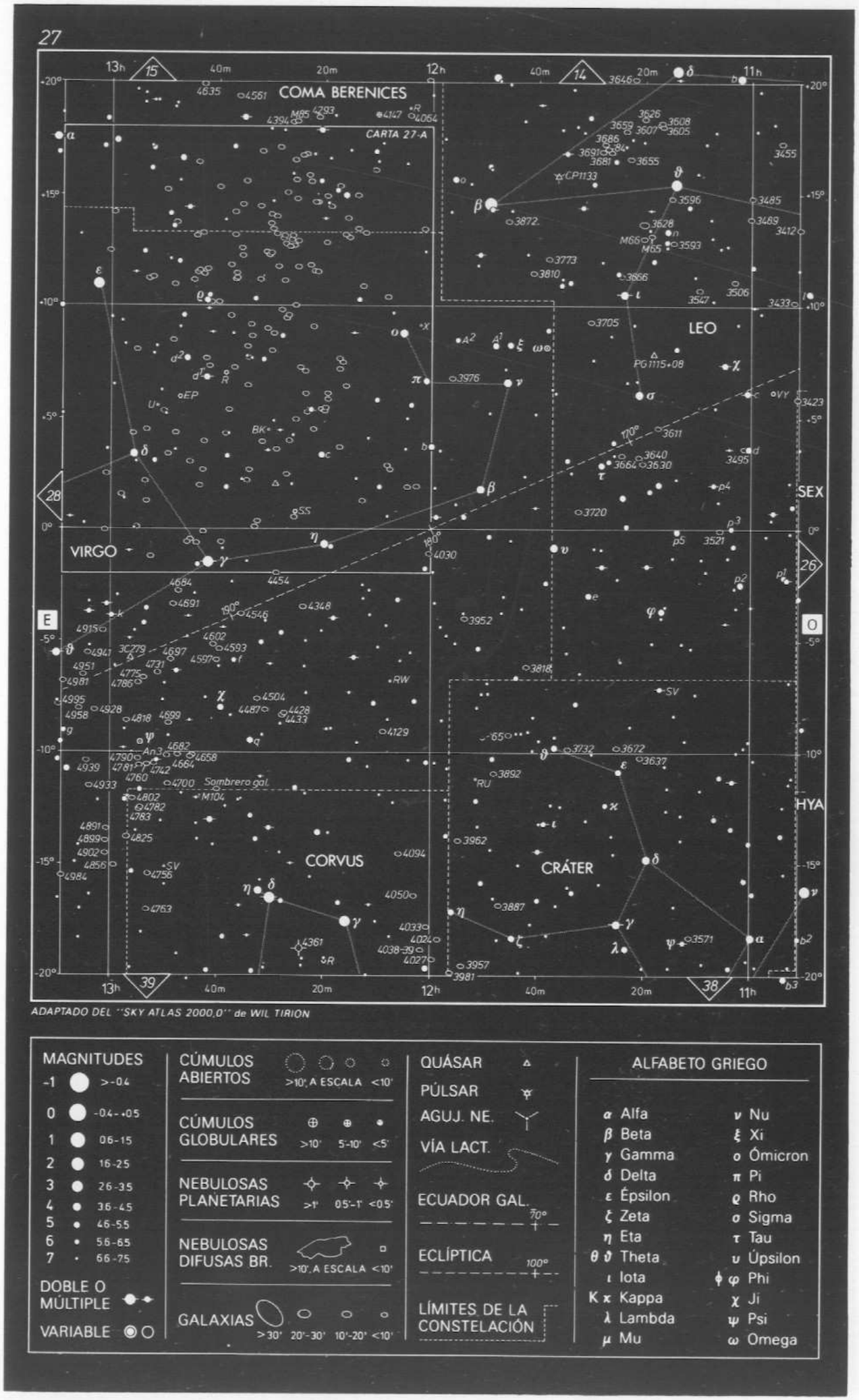
En el Cúmulo de Leo de galaxias, en la parte superior a la derecha, M65 (NGC 3623) y M66 (NGC 3627) son dos galaxias espirales brillantes separadas unos 20 minutos de arco, situadas aproximadamente a medio camino entre θ (theta) y ι (iota) Leo. Ambas galaxias parecen semejantes a la Galaxia de Andrómeda. Con una magnitud de 9,0, M66 es aproximadamente 0,3 magnitudes más brillante que M65. M65 y M66 pueden ser captadas en el mismo campo de visión con telescopios de baja potencia. En una noche despejada, pueden vislumbrarse ambas galaxias con unos buenos prismáticos. Dos espirales cercanas, NGC 3628 y NGC 3593, pueden ser visibles en el mismo campo telescópico.

En la frontera entre Virgo y Corvus, cerca de 12^h40^m -12^o, tenemos a M104 (NGC 4594), otro de los miembros más brillantes del cúmulo. M104 recibe el nombre de Galaxia del Sombrero (fig. 5-42) debido a su centro grande distintivo y al sendero de polvo oscuro que discurre a lo largo del plano ecuatorial de esta galaxia espiral, vista sólo 6^o con respecto a la orientación de canto. Es difícil ver estas características en telescopios pequeños, aunque la galaxia puede detectarse con facilidad como una mancha ovalada borrosa. Con telescopios mayores, el sendero de polvo puede detectarse bajo buenas condiciones de observación.

En Corvus, unos 4^o al suroeste de γ (gamma) Corvi, cerca de 12^h -18^o, están situadas un par de galaxias peculiares, NGC 4038 y NGC 4039, denominadas las Antenas. Cada una de estas galaxias elípticas parece poseer una cola curvada y larga; los modelos de computadoras demuestran que las colas pueden haberse formado debido a la gravedad, como resultado de una colisión de las dos galaxias. Las Antenas constituyen una fuente de radioondas y están alejadas unos 90 millones de años-luz con respecto a la Tierra.

Una de las estrellas dobles más bellas del firmamento y muy apreciada por los aficionados es γ (gamma) Vir (a 12^h42^m -1^o). Sus dos componentes casi iguales (magnitudes 3,5) están separadas unos 4 segundos de arco.

Unos 4^o al sur de σ (sigma) Leo, cerca de la eclíptica (a aproximadamente 11^h27^m $+3^o$), tenemos a τ (tau) Leo, un par de estrellas de color amarillo y azul con magnitudes 5 y 7, separadas por 90 segundos de arco. δ (delta) Crv cuyas componentes presentan un brillo denotado por las magnitudes 3,0 y 9,2, también puede ser resuelta con facilidad.



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

CARTA 27A. Cúmulo de Virgo (de galaxias). Esta carta presenta el núcleo del Cúmulo de Virgo. Aproximadamente el 75 % de las galaxias más brillantes de este cúmulo son espirales.

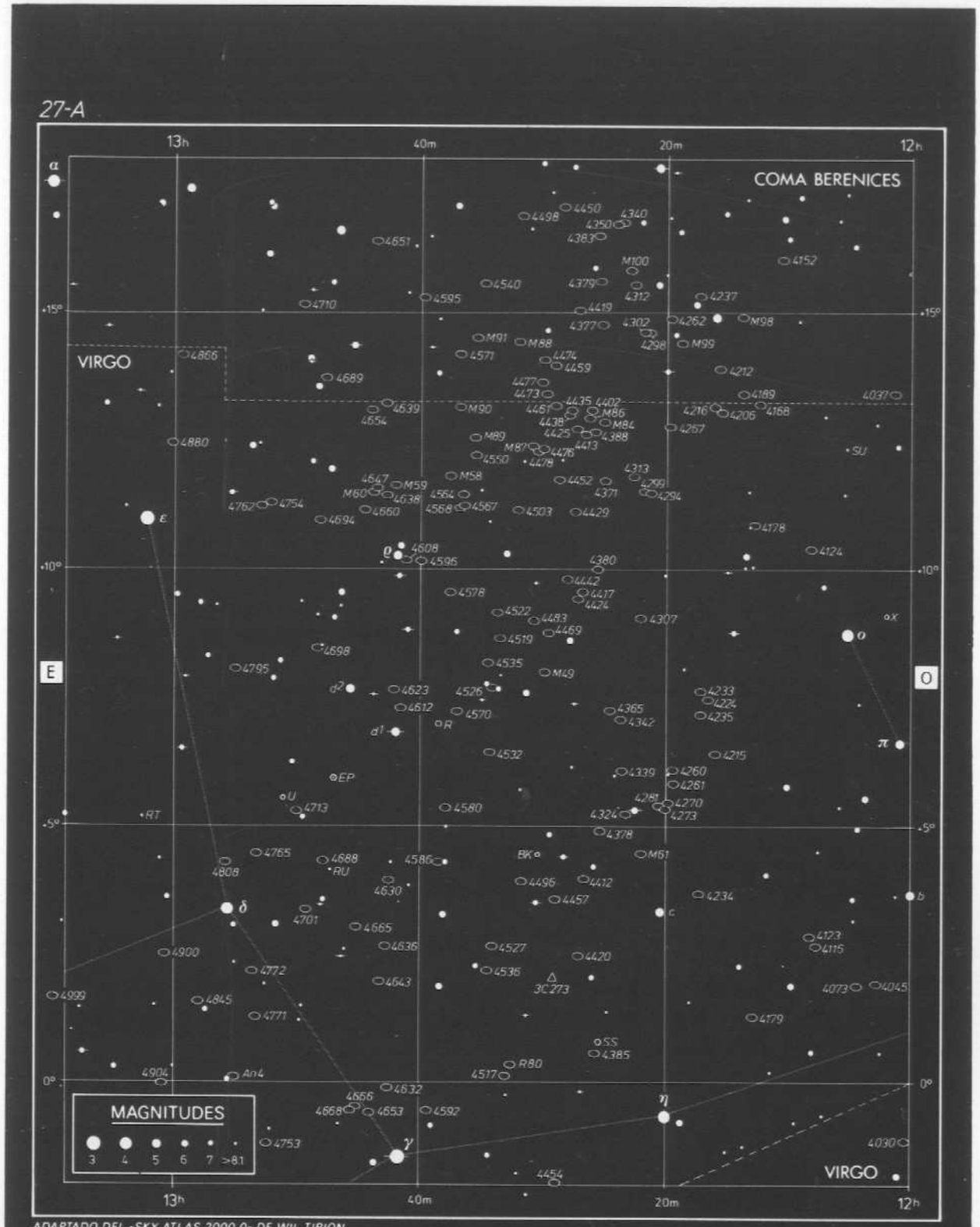
Puesto que el Cúmulo de Virgo es el más próximo a nosotros de los ricos en galaxias, es el que resulta más fácil de observar. Con telescopios pequeños la mayoría de las galaxias aparecen como manchas débiles de luz. Pero en una noche de verano oscura y despejada, pueden percibirse más de 100 galaxias con un telescopio de tamaño medio. Lo mejor es localizar primero una galaxia utilizando una potencia baja y luego emplear amplificaciones mayores.

Algunas galaxias descollantes de Coma Berenices incluyen: M98 (NGC 4192) a 12^h13^m $+15°$, una espiral alargada y brillante que se ve casi de costado, M99 (NGC 4254) —unos 1,5° al sureste de M98, cerca de 12^h19^m $+14°$— una espiral redonda y brillante de la que se obtiene una vista frontal; y M88 (NGC 4501) —unos 4° al este de M99, cerca de 12^h32^m $+14°$— una espiral que puede localizarse buscando las dos estrellas pálidas situadas cerca de su borde. M100 (NGC 4321), cerca de 12^h23^m $+16°$, es la mayor espiral del Cúmulo de Virgo (fig. 5-9).

En Virgo, algunas galaxias dignas de mención son: M49 (NGC 4472), M58 (NGC 4579), M59 (NGC 4621), M60 (NGC 4649), M61 (NGC 4303), M84 (NGC 4374), M86 (NGC 4406), M89 (NGC 4552) y M90 (NGC 4569). Es fácil encontrar a M49, una de las elípticas más brillantes, cerca de 12^h30^m $+8°$. M61, unos 6° al suroeste de M49, cerca de 12^h22^m $+4°30'$, es una bella galaxia espiral de la que se consigue una visión de frente (fig. 5-36). M84 y M86 son galaxias elípticas casi idénticas separadas por menos de 20 minutos de arco. M90 es una espiral, situada de costado con respecto al observador, poseedora de un núcleo brillante.

Una de las galaxias más brillantes y de mayor interés en el Cúmulo de Virgo es M87 (NGC 4486), una galaxia elíptica peculiar y enorme, situada a 12^h31^m $+13°$. Las mejores fotografías tomadas con telescopios grandes ponen de manifiesto los más de 1000 cúmulos globulares que rodean a esta galaxia. Las fotografías realizadas con exposición corta mediante telescopios grandes han descubierto un chorro inusitado de gas (fig. 5-40). M87 ha sido identificado como la fuente de radioondas Virgo A, y muchos astrónomos piensan que en su centro está presente un agujero negro gigante que contiene millones de veces más masa que el Sol.

Cerca de 12^h30^m $+2°$, unos $3\frac{1}{2}°$ al noreste de η (eta) Vir (fig. 5-55), se encuentra 3C 273, el más brillante de los quásars y uno de los primeros de los que se tuvo conocimiento. Siendo el quásar cuya observación resulta más fácil, 3C 273 presenta una magnitud que varía entre aproximadamente 12,2 y 13,0. Según su magnitud y las condiciones de observación, algunas veces puede vislumbrarse 3C 273 mediante telescopios de tamaño medio a grande con ayuda de una carta de localización exacta. Debido a su semejanza con una estrella y su ausencia de nebulosidad, es "cuasi-estelar". A partir del enorme corrimiento hacia el rojo que presenta su espectro, los astrónomos han podido calcular que este objeto azulado se está alejando a la considerable velocidad de 50 000 km por segundo, que supone el 16 % de la velocidad de la luz. La ley de Hubble nos dice que 3C 273 ocupa un lugar destacado entre las galaxias alejadas.



CARTA 28. Arcturus, Spica Arcturus, α (alpha) Boötis, cuya magnitud de 0,0 hace que sea la estrella más brillante del firmamento, y Spica, α (alpha) Virginis, de magnitud 1, son los objetos más conspicuos de esta región. Arcturus es una gigante roja fría. Spica, que en cuanto a brillo ocupa el lugar 16, es extremadamente caliente y por lo tanto azulada. Se trata de una binaria espectroscópica eclipsada cuyo brillo disminuye en 1 magnitud con respecto a su valor usual de 1,0 durante un período de 4 días. Estos objetos se encuentran fácilmente en el cielo a partir de la curva del asa del Gran Carro. Siguiendo la curva hacia atrás a partir del cuenco, se describe un arco hacia Arcturus. Luego, a partir de éste, puede continuarse recto hasta Spica. Estas dos estrellas son tan brillantes que destacan.

Perteneciente al Cúmulo de Virgo de galaxias, NGC 5364 es una galaxia espiral de magnitud 10 (fig. 7-26). NGC 5746 (a 14^h45^m +2°) es una espiral orientada de costado, de magnitud 11, cuyo mejor modo de ser observada es con telescopios pequeños; su compañera, NGC 5740, situada un poco más de ¼° al sur, es una espiral de magnitud 11,9. Hacia la izquierda de la carta, las galaxias NGC 5806 (espiral), NGC 5813 (elíptica) y NGC 5831 (elíptica) son visibles con telescopios de tamaño medio. Las galaxias oscuras NGC 5838, NGC 5854 y NGC 5864 se encuentran más al este. La galaxia espiral cercana NGC 5846 es más brillante. Otra galaxia espiral situada ligeramente hacia el sureste, NGC 5850, es más pálida, pero su tamaño es aproximadamente el doble del de NGC 5846.

De las estrellas dobles indicadas en esta carta, ζ (zeta) Boo, en la parte superior, a la izquierda, es un par bello de estrellas blancas con magnitudes 4,5 y 4,6 que describen órbitas una alrededor de otra con un período de 123 años. Pueden ser resueltas con un telescopio de tamaño medio. π (pi) Boo, por encima de ζ Boo, es otra doble, cuya resolución es más fácil.

S Vir, a medio camino entre Spica y ζ (zeta) Vir, es una variable de período dilatado cuyo brillo varía entre las magnitudes 6 y 13, con un período medio de 377 días. Cuando se aproxima al brillo máximo, su color rojo hace que constituya un objeto telescópico interesante.

Esta carta contiene dos de los quásars más famosos. 3C 279, uno de los quásars más brillantes, ha llegado a alcanzar la magnitud absoluta de —31, que supone un brillo 10 000 veces superior al de la Galaxia de Andrómeda. 3C 279 está situado en la eclíptica en la parte derecha extrema.

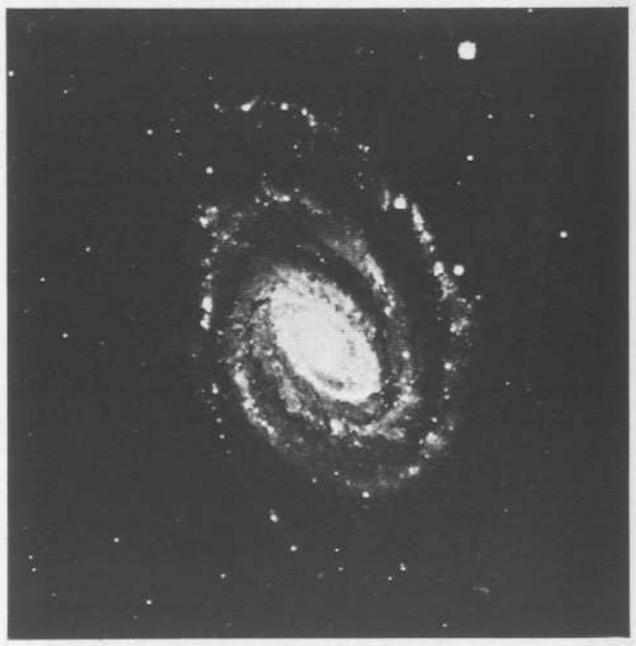
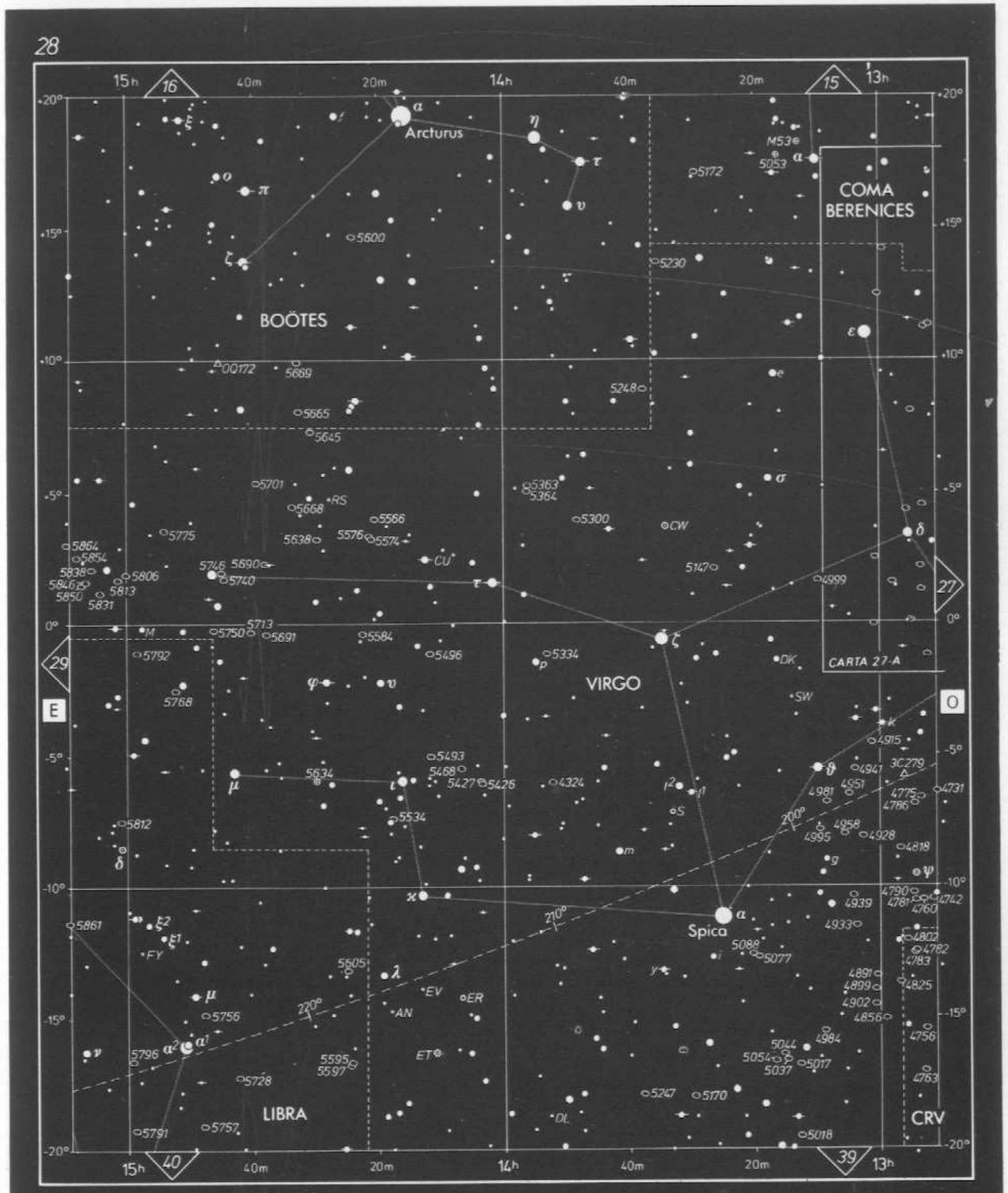


Fig. 7-26. NGC 5364 en Virgo, una galaxia espiral del tipo Sc. (National Optical Astronomy Observatories/KPNO)



CARTA 29. Cúmulos globulares M5, M10, M12 Perteneciente a Serpens, el cúmulo globular M5 (NGC 5904) es uno de los más destacados del firmamento, y en cuanto a belleza sólo le llevan la delantera 47 Tuc, ω (omega) Cen y posiblemente M13. En verano su localización es fácil en el área dispersa cerca de 15^h18^m $+2^o$, al noroeste de la estrella 5 Ser, que puede verse a simple vista. Bajo condiciones muy buenas, M5 (fig. 7-27) también puede captarse a simple vista. Con prismáticos, parece una estrella difusa, y los telescopios pequeños indican que se trata de una luminosidad circular y brillante. Telescopios mayores están empezando a resolver sus estrellas. Situada cerca, 5 Ser es una doble con componentes de la magnitud 5 y 10, y separadas por 11 segundos de arco.

M10 y M12, dos cúmulos globulares de Ophiuchus, son también conspicuos. Con brillo superior a la magnitud 7, pueden verse a simple vista. Situado unos 5° al noreste de ζ (zeta) Oph, cerca de 16^h57^m —4°, M10 (NGC 6254) es un cúmulo rico con un diámetro de 12 min de arco, y los telescopios de tamaño medio empiezan a separar sus dos estrellas. M12 (NGC 6218) está situado 3° al noroeste de M10 y es algo mayor. Puesto que M12 posee una estructura laxa, la resolución de sus estrellas es más fácil.

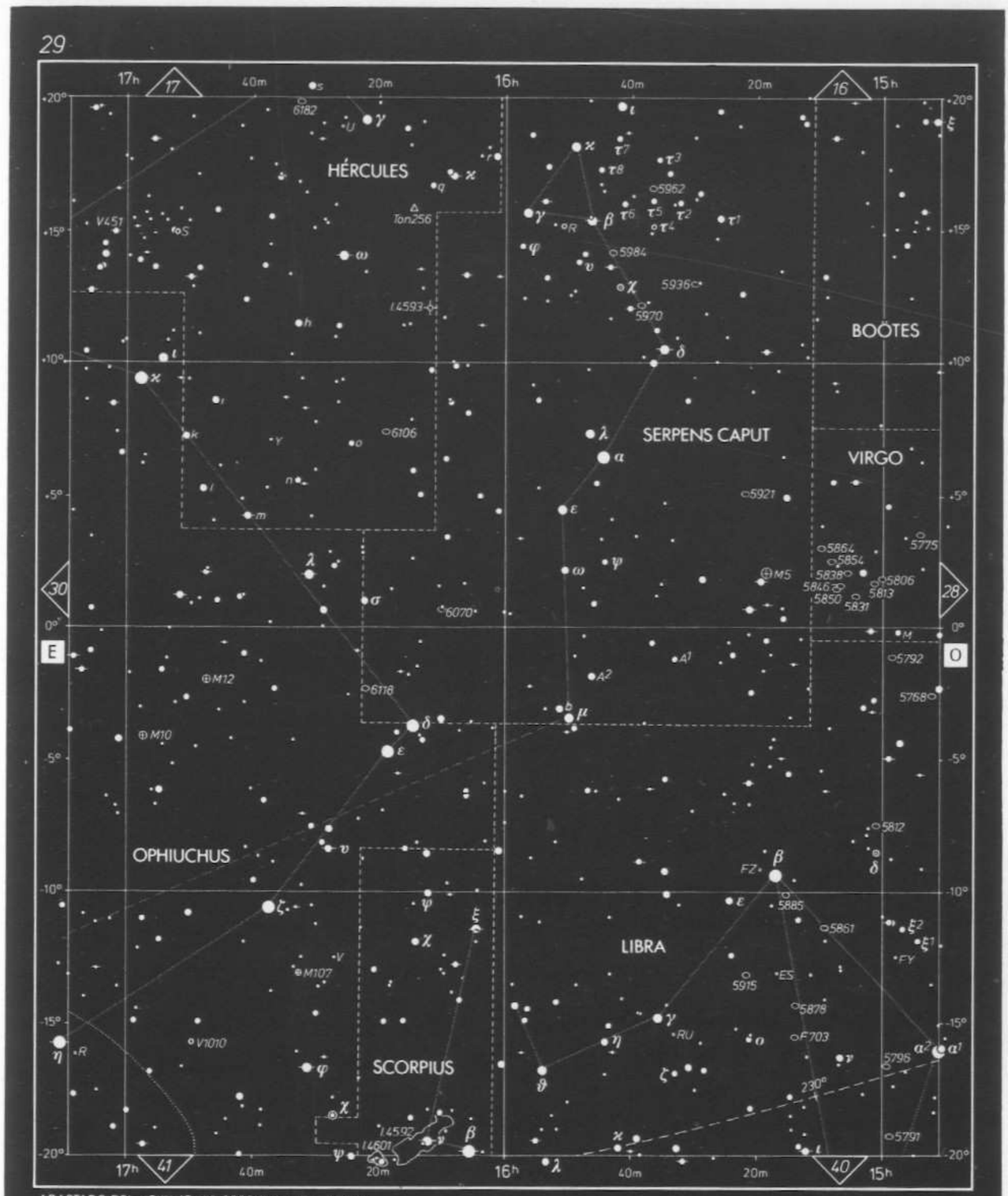
M107 (NGC 6171), un tercer cúmulo globular de Ophiuchus, está unos 3° al sur de ζ (zeta) Oph. Con una magnitud de 9 y un diámetro de unos 8 minutos de arco, M107 es más pálida y menor que M10 o M12.

En la carta 28 puede consultarse la situación de las galaxias de Virgo que aquí aparecen al oeste de M5.

En verano debe realizarse un barrido de la región de Serpens Caput (la Cabeza de la Serpiente); la cola, Serpens Cauda, figura en la carta 30. Los prismáticos o un telescopio de baja potencia deben orientarse hacia cerca de β (beta) Ser. δ (delta) Ser es una doble bella, con componentes de magnitud 4,1 y 5,2, que se resuelven con un telescopio pequeño. 1° al este de β (beta) Ser, cerca de 15^h46^m $+15^o$, se encuentra R Ser, una variable de período largo, cuya magnitud varía entre 5,6 y 14,0 con un período medio de 356 días. Su color cerca del máximo, cuando puede observarse a simple vista, es carmesí.

S Her, variable de período largo cerca de 16^h50^m $+15^o$ en Hércules, posee un brillo entre las magnitudes 5,9 y 13,6 con un período de 307 días.

Fig. 7-27. M5 (NGC 5904) un cúmulo globular de Serpens. (National Optical Astronomy Observatories/KPNO)



CARTA 30. Nebulosa de Omega El brillo de los campos estelares aumenta hacia la Vía Láctea en Aquila, Scutum y Sagittarius. El área proporciona buenas vistas con prismáticos o telescopios de baja potencia.

Los cúmulos abiertos NGC 6633 en Ophiuchus (a 18^h28^m $+7^o$) e IC 4756 en Serpens (a 18^h40^m $+6^o$) son fáciles de resolver con una potencia relativamente baja. Aproximadamente 5^o al suroeste de ζ (zeta) Aquilae, a la izquierda de la parte superior, el lector puede ver el cúmulo abierto NGC 6709 con un instrumento de potencia media. Otro campo rico se encuentra 1^o al noreste de β (beta) Oph, en el cúmulo abierto NGC 4665 (a 17^h47^m $+6^o$).

El cúmulo abierto y rico M11 (NGC 6705), se halla cerca de 18^h50^m -6^o en el margen septentrional de la nube de estrellas de Scutum, una región brillante de la Vía Láctea. M11 tiene un aspecto magnífico al ser observada con telescopios pequeños y grandes (fig. 5-14); algunas veces puede percibirse a simple vista. Un telescopio de tamaño medio resuelve sus márgenes, en tanto que telescopios de mayor envergadura permiten la resolución de centenares de sus estrellas. Unos $3\frac{1}{2}^o$ al sur de M11 tenemos al cúmulo abierto M26 (NGC 6694), que puede verse con facilidad con telescopios pequeños.

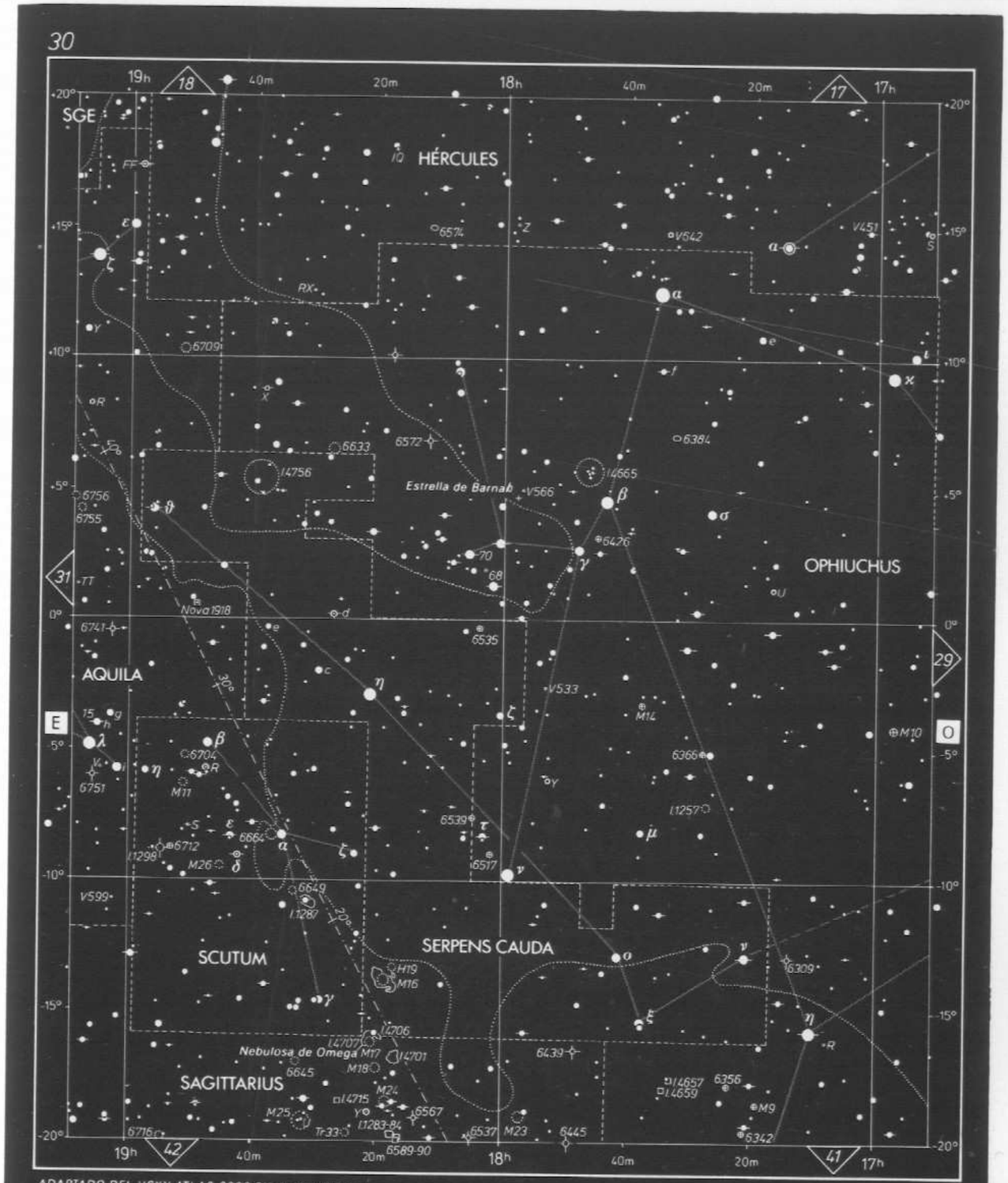
Situado en Sagittarius, M23 (NGC 6494) es un cúmulo abierto grande que aparece conspicuo cuando el fondo es una nebulosa oscura. Sus estrellas brillantes destacan con nitidez cuando se observan con prismáticos. Los cúmulos abiertos M18 (NGC 6613), M24 (NGC 6603) y M25 (IC 4725) también están situados en las nebulosas oscuras de Sagittarius. M24 forma en realidad parte de la Vía Láctea e incluye el cúmulo abierto NGC 6603. En los aledaños, tenemos las nebulosas de reflexión NGC 6589 y NGC 6590 (fig. 5-21).

Una nebulosa planetaria interesante, NGC 6572, se halla en Ophiuchus. Debe usarse un telescopio de potencia alta para observar los cúmulos globulares M9 (NGC 6333), NGC 6356 y NGC 6342.

En Serpens, cerca de 18^h20^m -14^o, se halla M16 (NGC 6611), un cúmulo nebuloso fácil de localizar (fig. 5-15). Hacia el sureste, en Sagittarius, cerca de 18^h20^m -16^o, tenemos a la Nebulosa de Omega, M17 (NGC 6618), también llamada Nebulosa del Cisne o de la Herradura (fig. 5-23). En esta región el fondo de estrellas es particularmente rico. En Scutum, la nebulosa IC 1287, situada 2^o al sur de α (alpha) Sct, requiere una potencia algo mayor.

La Estrella de Barnard (justo por encima del centro de la carta, en 18^h $+5^o$), de magnitud 9,5, es la segunda estrella más cercana a nuestro sistema solar, contando todo el sistema alpha Centauri como la primera. Tiene el movimiento angular aparente más grande a través del cielo (movimiento propio) que cualquier otra estrella (fig. 2-2).

Fig. 7-28. M16 (Fotografía del Lick Observatory)



CARTA 31. Altair Desde Cygnus a Aquila, la Vía Láctea parece estar dividida longitudinalmente por enormes nubes de polvo. Estas nubes forman una banda llamada Gran Fisura, situada a lo largo del plano central de nuestra galaxia en un sendero parecido a los senderos ecuatoriales visibles en las fotografías de las galaxias orientadas de costado hacia nosotros. Las nebulosas oscuras y los campos estelares ricos ofrecen bellas vistas en verano.

Cerca de la parte superior de la carta en Sagitta (la Flecha), aproximadamente a medio camino entre γ (gamma) y δ (delta) Sge, está el rico cúmulo globular M71 (NGC 6838), fácil de ver por poseer la magnitud 8,3.

Por encima del centro de la carta, tenemos a α (alpha) Aquilae, Altair, la doceava estrella más brillante del firmamento. Unos 2° al norte de Altair se encuentra γ (gamma) Aql. Ligeramente al noroeste de γ Aql tenemos a B143, una nebulosa oscura con un diámetro de unos 30 minutos de arco, que es visible con telescopios de tamaño medio. Unos 5° al oeste, la nebulosa planetaria NGC 6803 presenta un disco pequeño, como sucede con la nebulosa planetaria menos brillante NGC 6804, situada en las proximidades. La nebulosa planetaria NGC 6891, 7° al noreste de Altair, aparece como un disco brillante rodeado de un anillo más pálido. Cinco grados al suroeste de Altair tenemos a la nebulosa planetaria NGC 6781; sólo puede fotografiarse utilizando grandes aperturas.

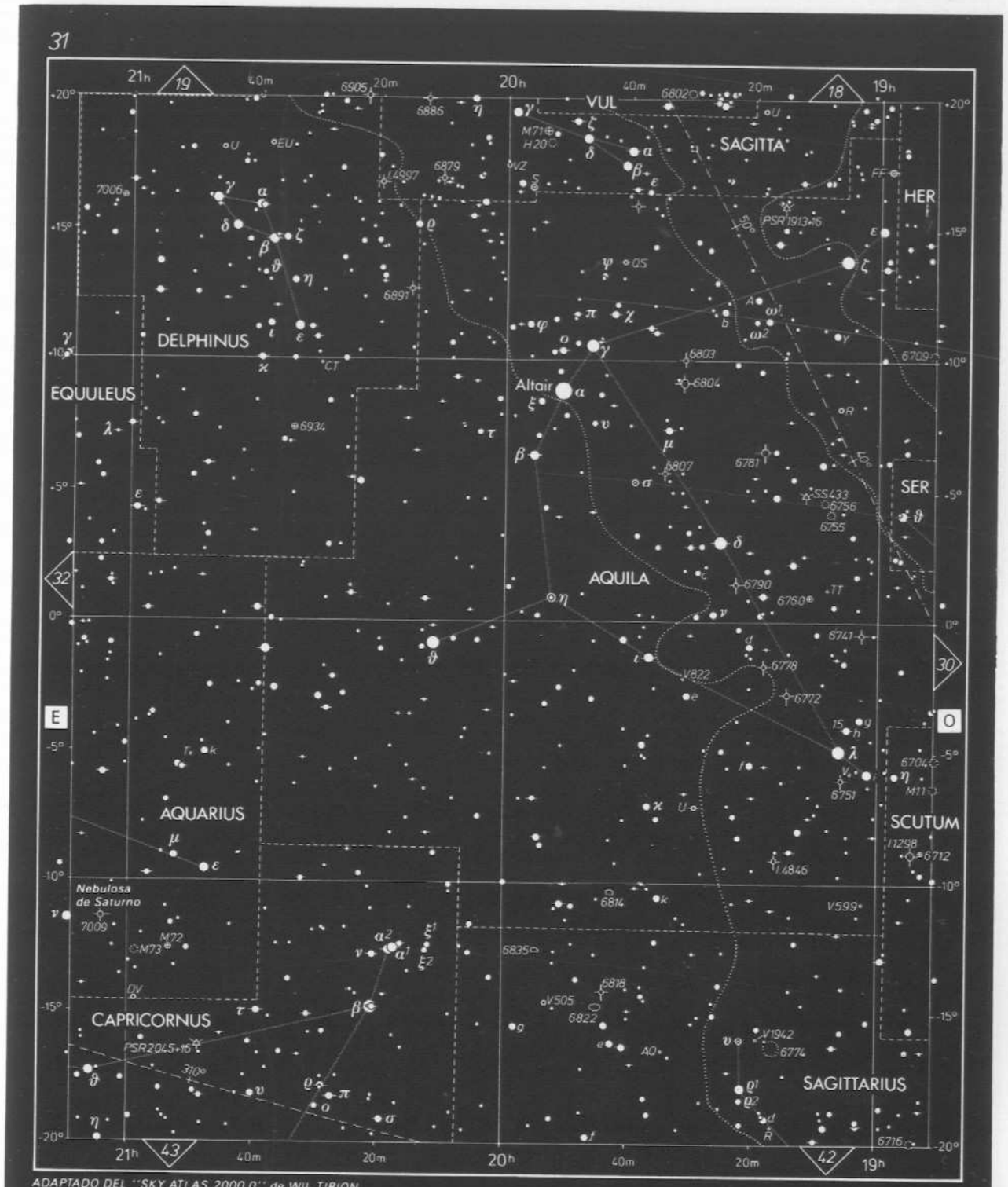
En la parte inferior de la zona central, cerca de la Vía Láctea en Sagittarius, se encuentra NGC 6822, una galaxia enana irregular y uno de los pocos miembros del Grupo Local que puede percibirse con facilidad. Para realizar esta observación debe usarse un telescopio de campo amplio. Aunque se trata de una de las galaxias más próximas y aparentemente de mayor tamaño, una nube de polvo intermedia reduce su brillo.

Ligeramente al noroeste de NGC 6822, siendo visible en el mismo campo, tenemos a NGC 6818, una de las nebulosas planetarias más cercanas. Debe usarse un telescopio grande para observar su estrella central de magnitud 13; los telescopios menores muestran un disco verde azulado pálido.

Las estrellas dobles de esta región incluyen: π (pi) Aql, una doble de magnitud 6 situada unos 3° al norte de Altair; γ (gamma) Del (a 20^h47^m +16°) una doble de componentes con amplio grado de separación situada en el vértice noreste del asterismo en forma de rombo formado por α, β, δ y γ (alpha, beta, delta, gamma) Del; y 15 Aql, una doble cuyas componentes no están demasiado próximas que se encuentra al noreste de la nube de estrellas de Scutum aproximadamente 1 minuto de arco al norte y ligeramente al oeste de λ (lambda) Aql (a 19^h05^m —5°).

Entre las estrellas variables de la carta figuran: η (eta) Aql, una variable Cefeida cuyo brillo varía entre las magnitudes 3,5 y 4,4 durante un período de algo más de 7 días; σ (sigma) Aql, una variable eclipsada cuyo brillo desciende unas 0,2 magnitudes dentro de un período de 47 horas; R Aql, una variable rojiza de período largo que a menudo puede captarse a simple vista cuando su brillo es máximo; y U Sagittae, una binaria eclipsada del tipo Algol. El brillo de U Sge oscila entre 6,6 y 9,2 con 3 días y 9 horas.

Uno de los objetos más inusitados del firmamento, SS 433 (a 19^h15^m +5°) es demasiado pálido (magnitud 14) como para ser captado con telescopios pequeños. Su espectro muestra que está emitiendo chorros de gas en direcciones opuestas con una velocidad que supone el 25 % de la correspondiente a la luz, velocidad que es desconocida en nuestra galaxia. Es probablemente un sistema binario que contiene una estrella de neutrones.



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4–+0.5
1 0.6–1.5
2 1.6–2.5
3 2.6–3.5
4 3.6–4.5
5 4.6–5.5
6 5.6–6.5
7 6.6–7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ϱ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	ϕ φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 32. Nebulosa de Saturno NGC 7009, una de las nebulosas planetarias más brillantes, está situada cerca de 21^h —11°, aproximadamente 1° al oeste de ν (nu) Aquarii (Aqr). Está formada por un anillo interno brillante rodeado de un disco externo con extensiones pálidas. Algunas veces recibe el nombre de Nebulosa de Saturno (fig. 7-29). Los telescopios pequeños muestran tan sólo un objeto en forma de estrella.

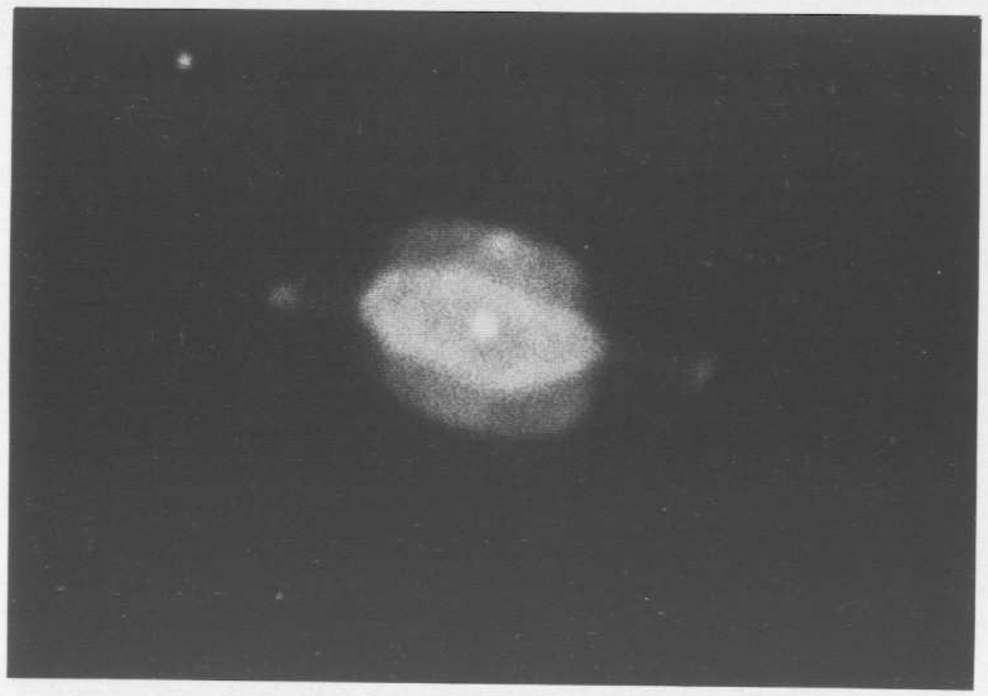
Ligeramente al suroeste de NGC 7009 tenemos a M72 (NGC 6981), un cúmulo globular pequeño cuya resolución es difícil incluso con telescopios grandes y alta potencia. En las proximidades se encuentra el cúmulo abierto M73 (NGC 6994). Dos cúmulos globulares de esta carta, M15 (NGC 7078) y M2 (NGC 7089), están entre los más brillantes del firmamento. Ambos pueden percibirse con claridad a simple vista e incluso un instrumento óptico de tamaño mínimo pone de manifiesto que se trata de manchas borrosas condensadas hacia el centro. M15 (a 21^h30^m +12°) está situado unos 4° al noroeste de ε (épsilon) Pegasi. Siendo un cúmulo inusitadamente rico y compacto, M15 ha sido identificado como fuente de rayos X. M2 está situado inmediatamente debajo del ecuador celeste, unos 5° al norte de β (beta) Aqr. Puesto que el centro de M2 está tan condensado, incluso los telescopios grandes sólo resuelven los márgenes externos.

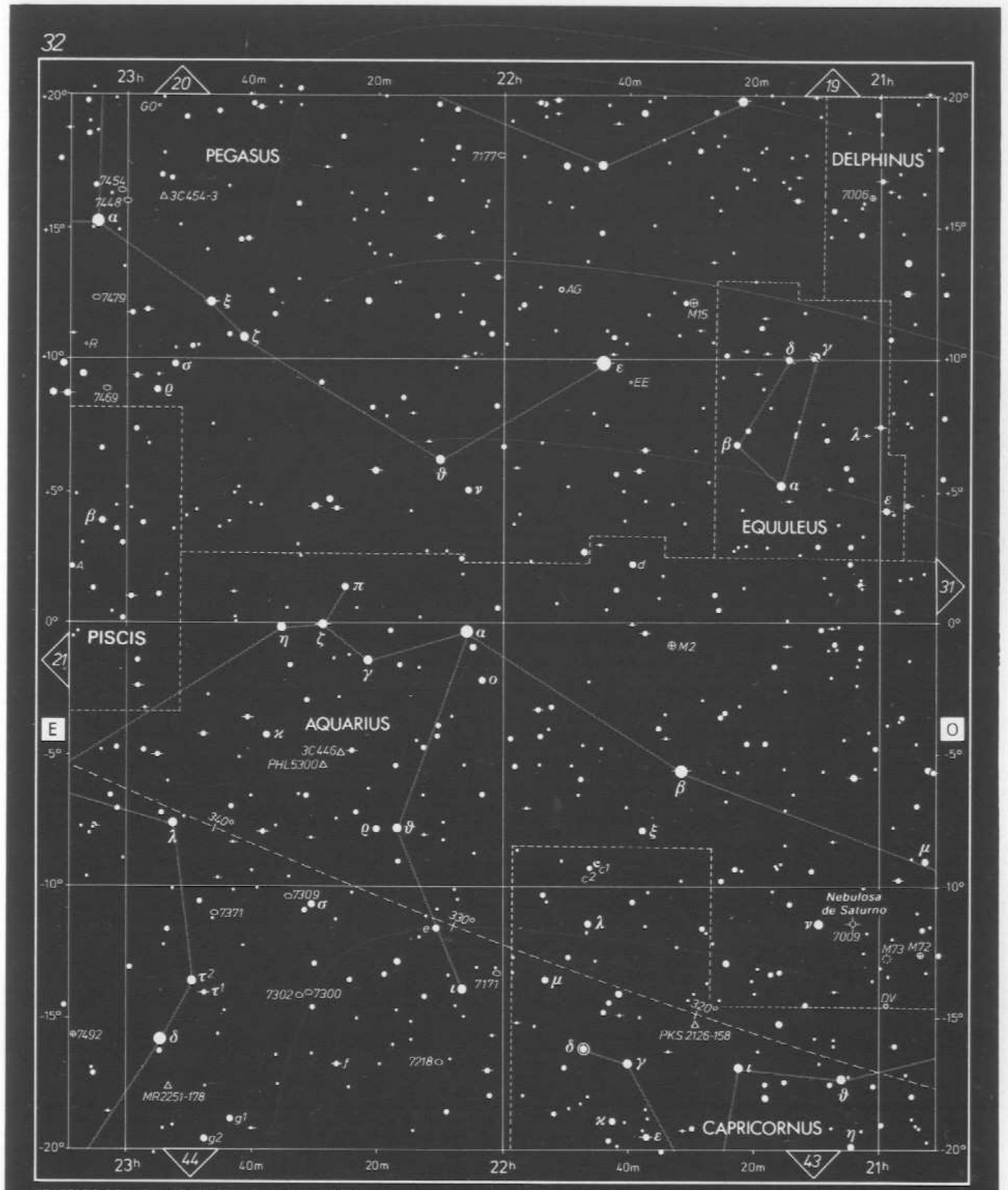
El cúmulo globular NGC 7006, de Delphinus, es muy remoto; está situado a una distancia de 185 000 años-luz del sistema solar, distancia que aproximadamente coincide con la de las Nubes de Magallanes. La resolución del cúmulo es muy difícil; con un telescopio de tamaño medio, aparece como una mancha borrosa cuyo diámetro es de aproximadamente 1 minuto de arco.

Al este de α (alpha) Aqr, las cuatro estrellas γ, ζ, η y π Aqr (gamma, zeta, eta y pi Aqr) forman un asterismo pequeño en forma de Y, que constituye un rasgo característico de esta constelación. La estrella ζ Aqr, situada en el centro de la Y, es una de las dobles más bellas del firmamento, con componentes de magnitudes 4,3 y 4,5.

Aquí se termina el conjunto de cartas ecuatoriales; a continuación se estudian cartas con declinaciones meridionales intermedias.

Fig. 7-29. NGC 7009 la Nebulosa de Saturno, una nebulosa planetaria situada en Aquarius. (National Optical Astronomy Observatories/KPNO)





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0'5-1' <0'5
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α Alfa	ν Nu
β Beta	ξ Xi
γ Gamma	ο Ómicron
δ Delta	π Pi
ε Épsilon	ρ Rho
ζ Zeta	σ Sigma
η Eta	τ Tau
θ ϑ Theta	υ Úpsilon
ι Iota	φ ϕ Phi
κ K Kappa	χ Ji
λ Lambda	ψ Psi
μ Mu	ω Omega

CARTA 33. Polo sur galáctico La dotación de estrellas de esta región es escasa e incluso las galaxias son raras. La galaxia NGC 253, situada en Sculptor, cerca del polo sur galáctico, es una espiral grande y brillante (fig. 5-45), considerada a veces como una de las más bellas del firmamento, si bien la Galaxia de Andrómeda le lleva la delantera. Como quiera que NGC 253 presenta esta declinación meridional, los observadores situados en latitudes septentrionales medias necesitan un telescopio de tamaño medio y buenas condiciones de visión para captar bien esta galaxia.

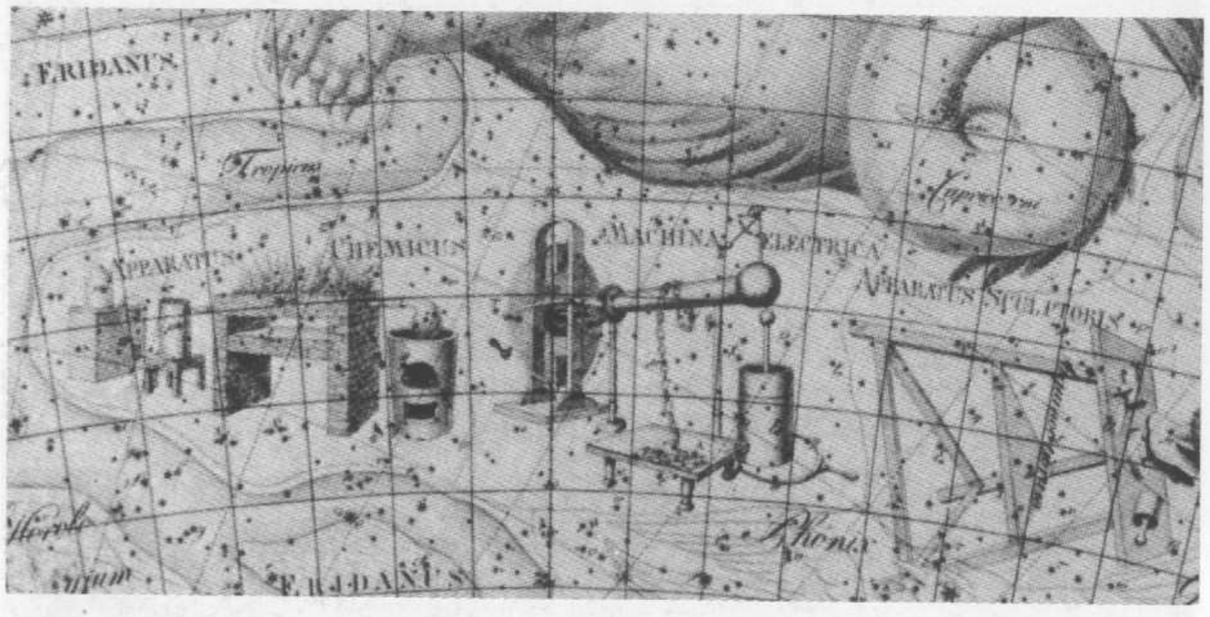
La galaxia espiral NGC 247, unos 4° al norte de NGC 253, presenta un tamaño que casi puede equipararse al de NGC 253, pero su brillo es cuatro magnitudes más débil. La mejor manera de encontrar NGC 247 es dirigiendo un telescopio de baja potencia unos 3° al sur de β (beta) Ceti y esperar que la galaxia aparezca en el campo de visión. NGC 247 y NGC 253 están próximas a la Tierra (pese a ser galaxias) —a 12 millones de años-luz.

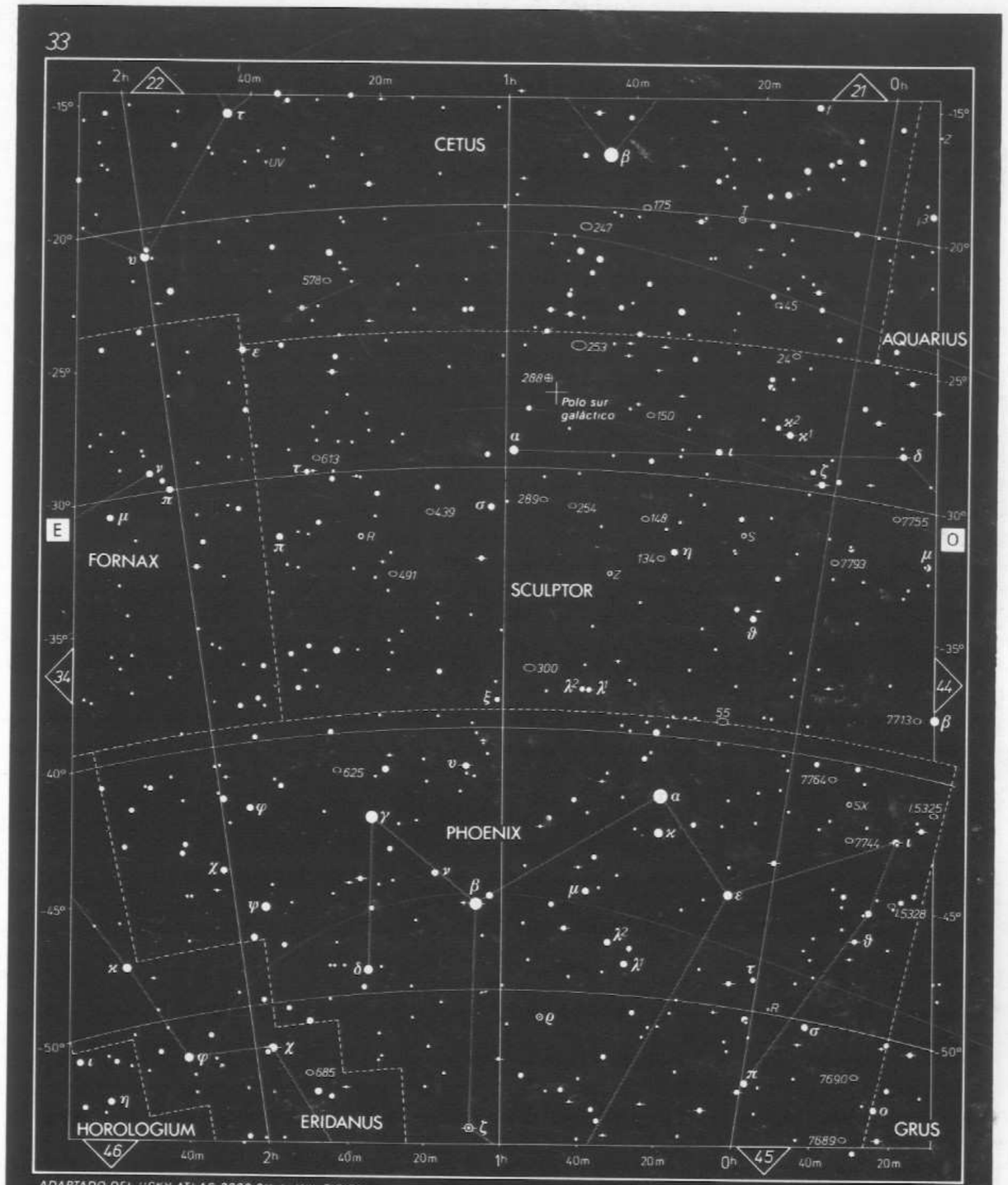
Unos 4° al noroeste de α (alpha) Phe, cerca de la frontera entre Sculptor y Phoenix, NGC 55 es otra galaxia conspicua del firmamento meridional aunque difícil de percibir para los observadores septentrionales. Se trata de una galaxia espiral grande, orientada casi de costado hacia nosotros, que aparece en los telescopios pequeños como una mancha ovalada de luz. Las tres galaxias pertenecen al grupo de Sculptor, que está formado mayoritariamente por espirales grandes y laxas.

El cúmulo globular NGC 288, situado cerca del polo sur galáctico, carece relativamente de interés.

SX Phe, situada unos 7° al oeste de α Phe, es una de las variables Cefeidas enanas más conocidas. Durante su período de 79 minutos, varía sólo ligeramente, desde 6,8 hasta aproximadamente 7,5.

Fig. 7-30. Sculptor, del atlas de Bode (1801). En los atlas modernos encontramos a Fornax, el Horno, a la izquierda de Sculptor, pero Bode mostró el aparato moderno de su época. (Jay M. Pasachoff)





CARTA 34. NGC 1300 A la izquierda del centro de la carta, cerca de la frontera entre Fornax y Eridanus, se encuentra el Cúmulo de Fornax de galaxias. El cúmulo está integrado por varias galaxias de brillo débil, pero también forman parte de él 18 galaxias brillantes. Nueve de estas galaxias brillantes pueden verse en el mismo campo de visión abarcado por 1°.

NGC 1316, una galaxia elíptica o S0, situada a 55 millones de años-luz, es la más brillante del grupo. Ha sido identificada como la fuente de radioondas Fornax A y puede experimentar cierto tipo de explosión nuclear. Su galaxia compañera, NGC 1317, es una espiral con un núcleo brillante.

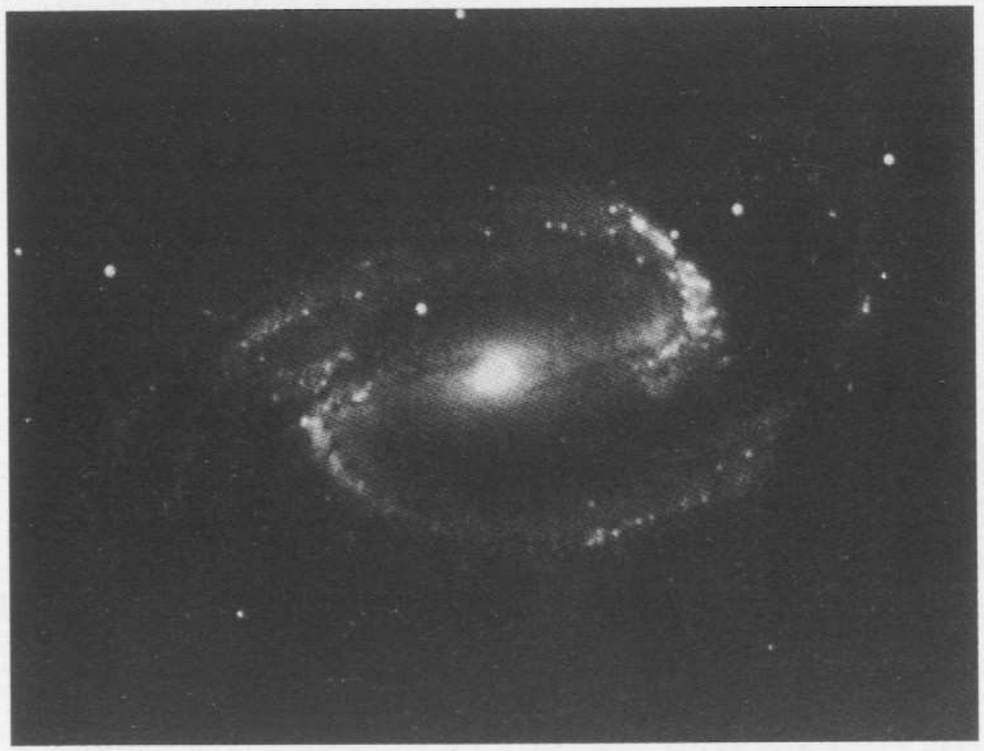
NGC 1365, la segunda galaxia más brillante del Cúmulo de Fornax, constituye un ejemplo excelente de galaxia espiral barrada. Su barra central se extiende unos 45 000 años-luz y su longitud resulta ser de unos 3°.

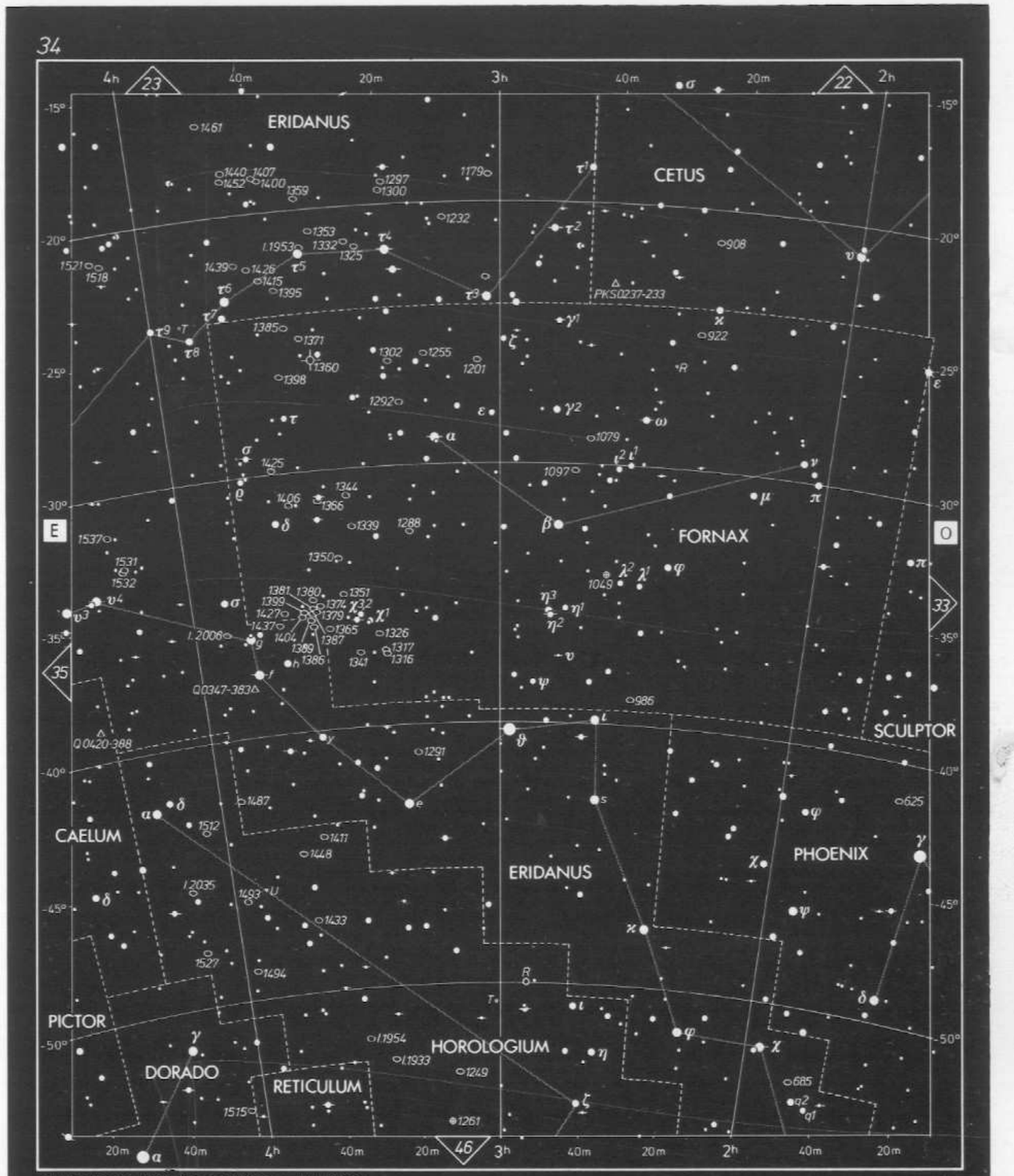
Cerca de 3^h20^m —20° está situada NGC 1300, el prototipo de galaxia espiral barrada con brazos moderadamente anchos (llamado SBb).

Inmediatamente a la derecha del centro de la carta, al suroeste de β (beta) Fornacis, se encuentra el cúmulo globular NGC 1049. Forma parte del Sistema Fornax, una galaxia enana pálida que es miembro de nuestro Grupo Local de galaxias. El sistema contiene cinco grupos de estrellas que tienen cierto parecido con los cúmulos globulares de nuestra galaxia. Sin embargo, los cúmulos de Fornax presentan densidad, brillo y tamaño diferentes. Por ejemplo, NGC 1049 (a 2^h40^m —34°) tiene un tamaño 50 veces mayor que el del cúmulo globular de tamaño máximo de nuestra galaxia. Está situado a una distancia de 630 000 años-luz.

θ (theta) Eri (a 2^h58^m —40°) es una doble cuyas componentes tienen cierta separación y puede resolverse con prismáticos. Sus componentes son brillantes, de magnitudes 3,4 y 4,5. La estrella doble *f* Eri (a 3^h48^m —38°) presenta componentes muy espaciadas de magnitudes 4,8 y 5,3.

Fig. 7-31. NGC 1300 galaxia espiral barrada típica con brazos un poco anchos (del tipo SBb) en Eridanus. (Foto del Obs. del Monte Palomar)





CARTA 35. M79, Lepus, Columba, Caelum, Eridanus En la constelación Lepus, la Liebre, se encuentra M79 (NGC 1904), uno de los pocos cúmulos globulares visibles durante el invierno. Cuando las condiciones son buenas puede ser detectado incluso con prismáticos. M79 no es muy impresionante al ser contemplado con telescopios de tamaño pequeño o medio; sólo instrumentos mayores permiten la resolución de las estrellas que componen sus márgenes. Situada cerca de 5^h24^m —25°, M79 forma un triángulo con β (beta) Lep y ε (épsilon) Lep. M79 es un cúmulo de magnitud 8 con un diámetro de unos 3 minutos de arco y está situado a una distancia de aproximadamente 50 000 años-luz.

En la constelación Columba, la Paloma, situada aproximadamente 1° al este de α (alpha) Col, tenemos a la galaxia espiral NGC 2090, de la magnitud 12. Como quiera que su declinación meridional es extrema, NGC 2090 resulta difícil de encontrar para los observadores del hemisferio norte; sólo puede vislumbrarse cuando el firmamento situado por encima del horizonte meridional está despejado de modo excepcional. Si el lector logra encontrar NGC 2090, debe intentar localizar la espiral más brillante NGC 1792, que está situada más al sur. NGC 1792 está situada en la frontera entre Columba y Caelum, unos 3° al sur y ligeramente al este de la estrella, de magnitud 4,6, γ (gamma) Caeli.

Situado más al sur de NGC 1792, cerca de 5^h14^m —40° en Columba, el cúmulo globular NGC 1851 apenas si puede percibirse a simple vista, pero a través del telescopio resulta un objeto interesante.

Entre las estrellas dobles visibles en esta región, γ (gamma) Lep es una doble que puede resolverse con facilidad y da lugar a un bello contraste de colores incluso con telescopios pequeños. Sus componentes presentan las magnitudes 3,7 y 6,3, con una separación de 95 segundos de arco.

Aproximadamente ½° al suroeste de M79 tenemos a ADS 3954, una estrella doble con componentes de magnitudes 5,4 y 6,6, con una separación de 3,2 segundos de arco. Se resuelve con telescopios pequeños.

μ (mu) Columbae es una "estrella fugitiva" que parece estar alejándose a alta velocidad —pese a ser una estrella de nuestra galaxia— de la Nube Molecular de Orión, el criadero de estrellas situado detrás de la Nebulosa de Orión. Se conocen dos estrellas calientes semejantes. Todas tres están situadas a la misma distancia con respecto a la Nube Molecular de Orión, en donde estudios a base de infrarrojos y radioondas han encontrado estrellas en proceso de formación (véase la pág. 40). Las estrellas calientes pueden haber sido expulsadas de esta región durante los últimos millones de años.

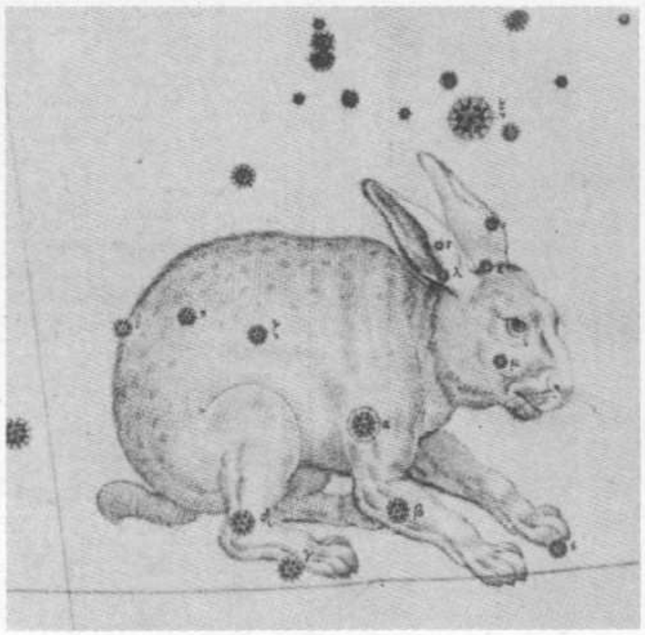
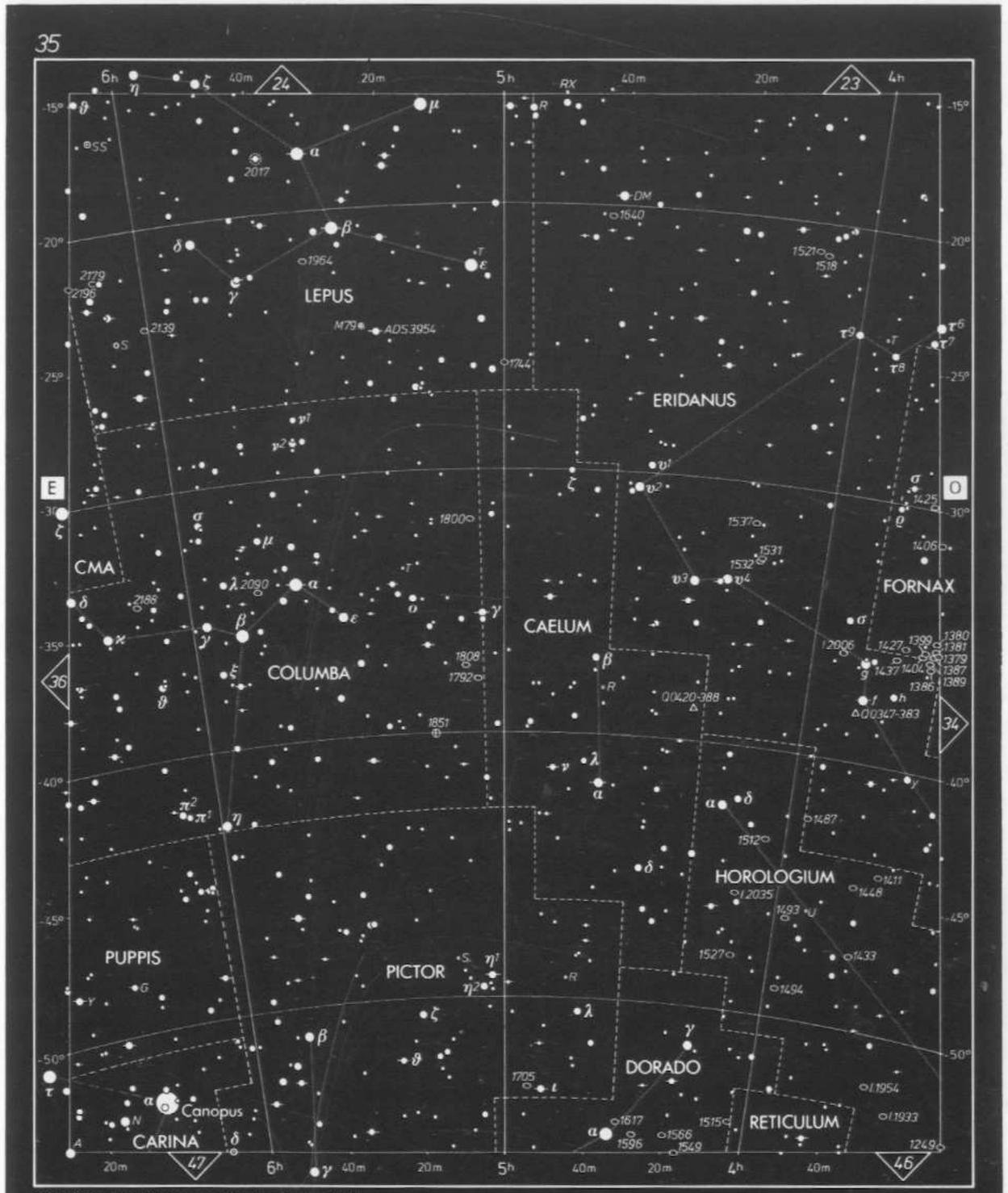


Fig. 7-32. Lepus, la Liebre, según el atlas de Bayer (1603). (Jay M. Pasachoff)



CARTA 36. Sirius, M93, M41, Canis Major, Puppis Durante la época invernal, en la Vía Láctea, son visibles muchos bellos campos de estrellas en los niveles bajos del firmamento meridional. En especial vale la pena realizar un barrido con telescopio o prismáticos de Canis Major y Puppis.

El cúmulo abierto M41 (NGC 2287) es uno de los más bellos del firmamento, y está situado cerca de 6^h47^m —21°, unos 4° al sur de Sirius, en Canis Major. Con una magnitud de 6 algunas veces puede percibirse a simple vista. M41 es un objeto conveniente para ser observado con prismáticos y es fácil de resolver con instrumentos de potencia media. Se trata de un cúmulo bastante rico, con unas 25 estrellas brillantes y muchas estrellas de brillo menor en un campo de visión de un tamaño como la Luna llena.

Un segundo cúmulo abierto cuya observación con un telescopio de baja potencia resulta apropiada es M93 (NGC 2447), situado unos 2° al noroeste de la estrella de magnitud 3 ξ (xi) Pup, cerca del ecuador galáctico a 7^h45^m —24°. M93 está situado en un campo de estrellas denso a una distancia de unos 3300 años-luz. Es un cúmulo muy rico, con unas 300 estrellas. Unos 2° al otro lado de ξ Pup está la nebulosa difusa NGC 2467.

Un tercer cúmulo abierto descollante, en esta región, es NGC 2477, 15° al sur de M93 en Puppis, cerca de 7^h52^m —39°. Es rico y compacto, con unas 300 estrellas en un campo cuyo diámetro es de 20 minutos de arco.

ε (épsilon) Canis Major se encuentra por encima del centro de la carta, cerca de 7^h —29°. Su compañera de magnitud 7 está separada de ella por unos 7 segundos de arco.

Al noreste, cerca de τ (tau) CMa, se encuentra la estrella variable UW CMa, próxima a 7^h19^m —25°. Unos 5° al este, la estrella doble η Pup posee dos componentes ampliamente separados cuya magnitud es casi idéntica.

k Pup, cerca de 7^h39^m —27°, es una doble brillante fácil de resolver con telescopios pequeños. Sus componentes de color azulado presentan aproximadamente las magnitudes 4,5 y 4,6, y están separadas por 9,8 segundos de arco. En las proximidades de 7^h29^m —43°, está situada σ (sigma) Pup, una doble con componentes de color anaranjado y blanco, de magnitudes 3,3 y 9,4, separadas por 22,4 segundos de arco.

Unos 3° al suroeste de σ Pup, cerca de 7^h14^m —45°, se encuentra L^2 Pup, una de las variables rojas más brillantes. Puesto que su brillo mínimo viene denotado por aproximadamente la magnitud 5, L^2 Pup puede percibirse a simple vista durante la mayor parte de su ciclo. Otra estrella variable que puede captarse a simple vista es V Pup, unos 3° al suroeste de γ (gamma) Velorum. V Pup es una variable eclipsada, de magnitud entre 4,7 y 5,2.

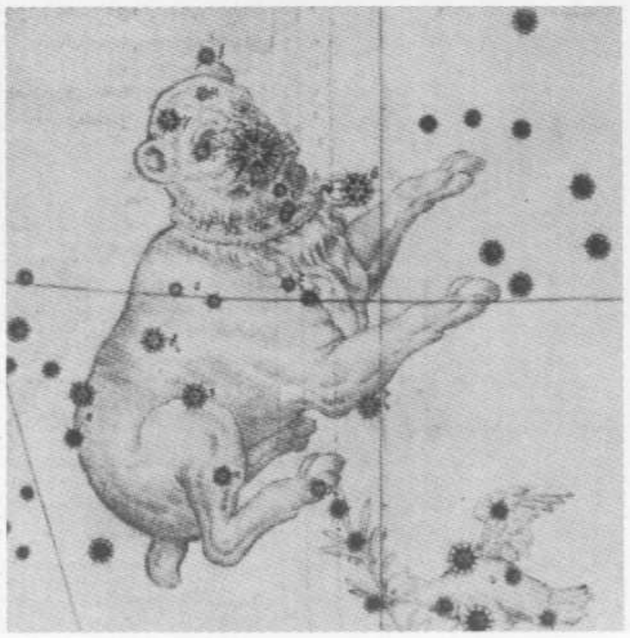
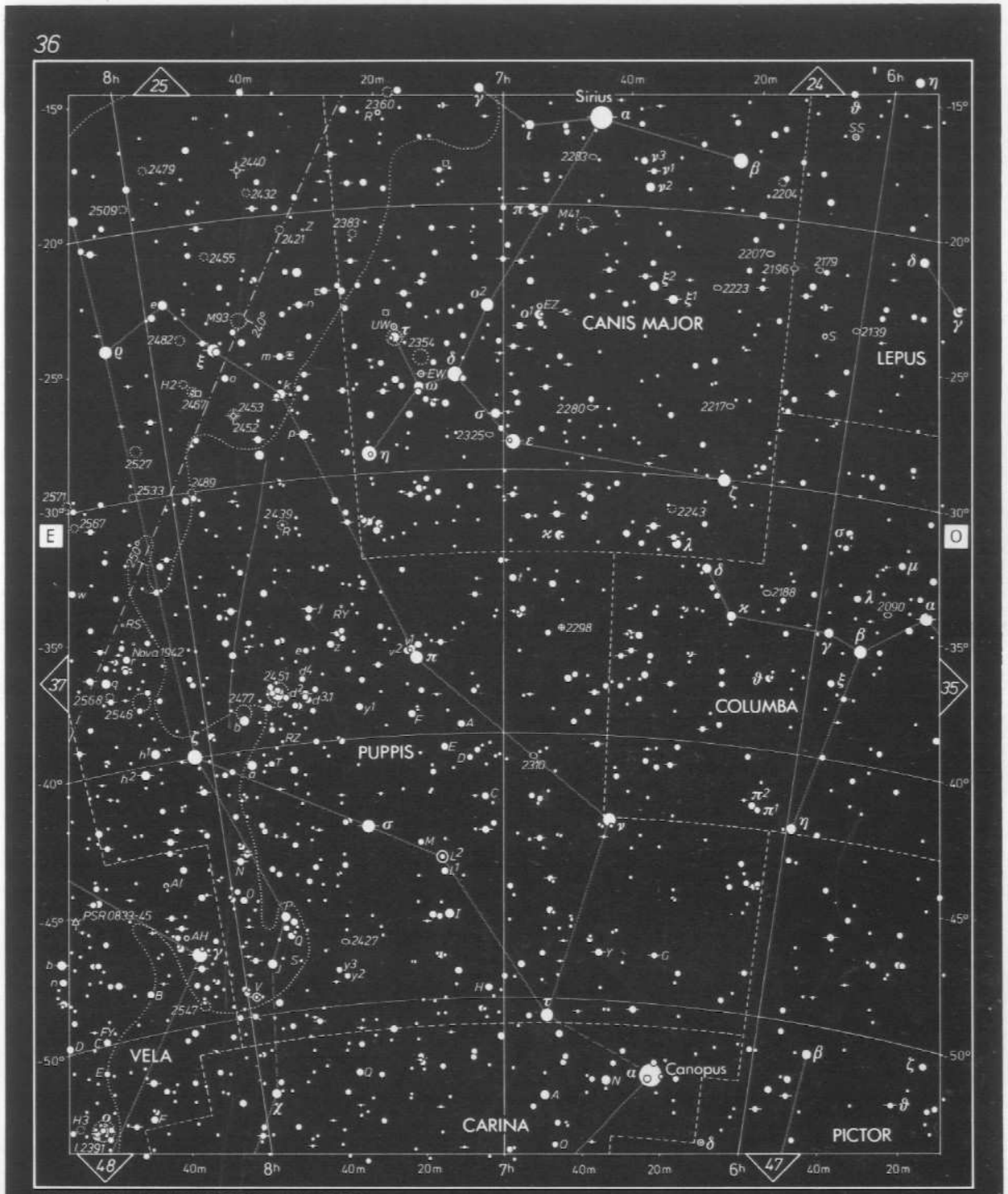


Fig. 7-33. Canis Major, Can Mayor según el atlas de estrellas de Bayer (1603). (Jay M. Pasachoff)



CARTA 37. Nebulosa de Gum En esta región del firmamento meridional la mirada del observador está dirigida hacia la Vía Láctea, a lo largo del ecuador galáctico. Sin embargo, a diferencia de otras regiones de la Vía Láctea, ésta incluye pocos objetos interesantes.

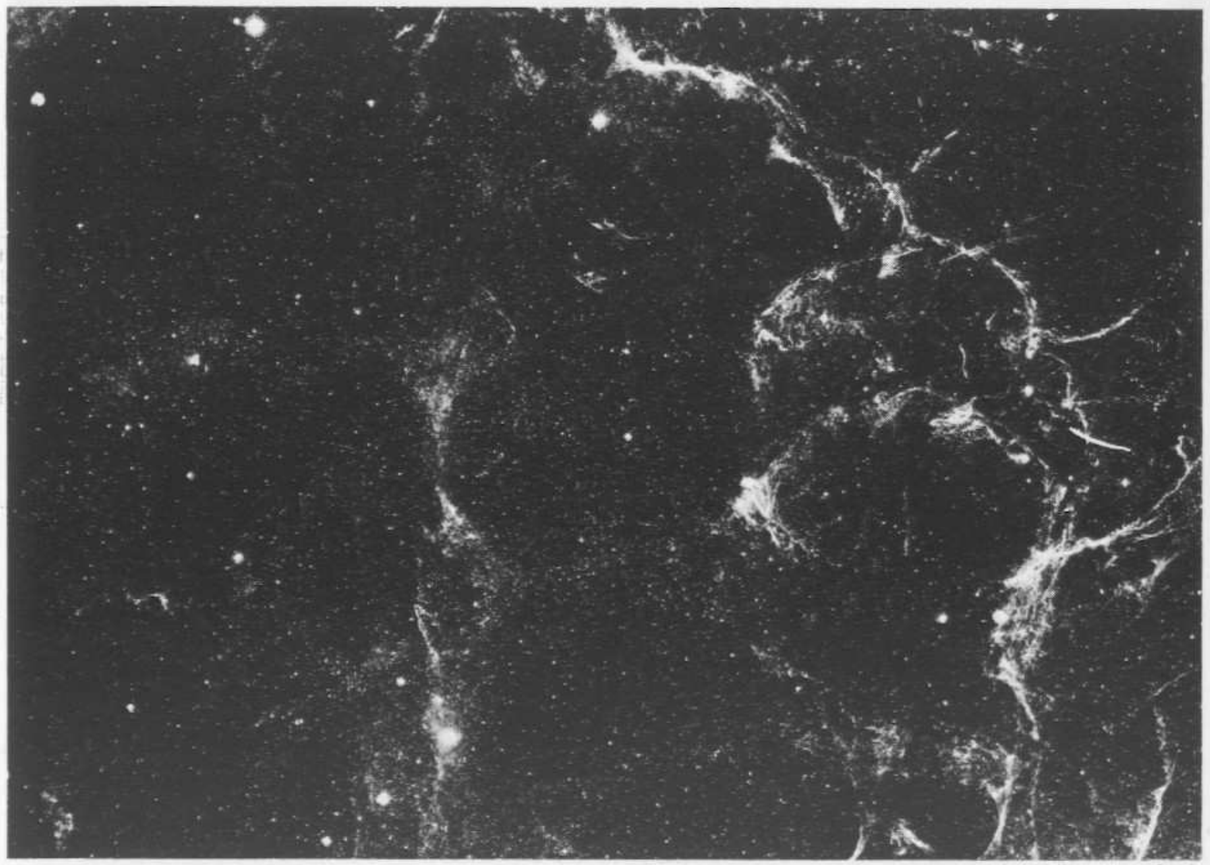
La Nebulosa de Gum es demasiado grande como para estar marcada en la carta, se trata de una nebulosa de emisión enorme que se extiende a través de las constelaciones Puppis y Vela sobre un área cuyo diámetro es de como mínimo 35°. Su nombre deriva de su descubridor, Colin Gum. El objeto que cede energía a la parte central de la nebulosa es probablemente PSR 083345 (el púlsar que asimismo proporciona energía a la fuente de rayos X Vela X), situado cerca de 8^h30^m —45°. El púlsar emite radioondas y pulsos ópticos con un período de 0,09 segundos y se halla 1500 años-luz.

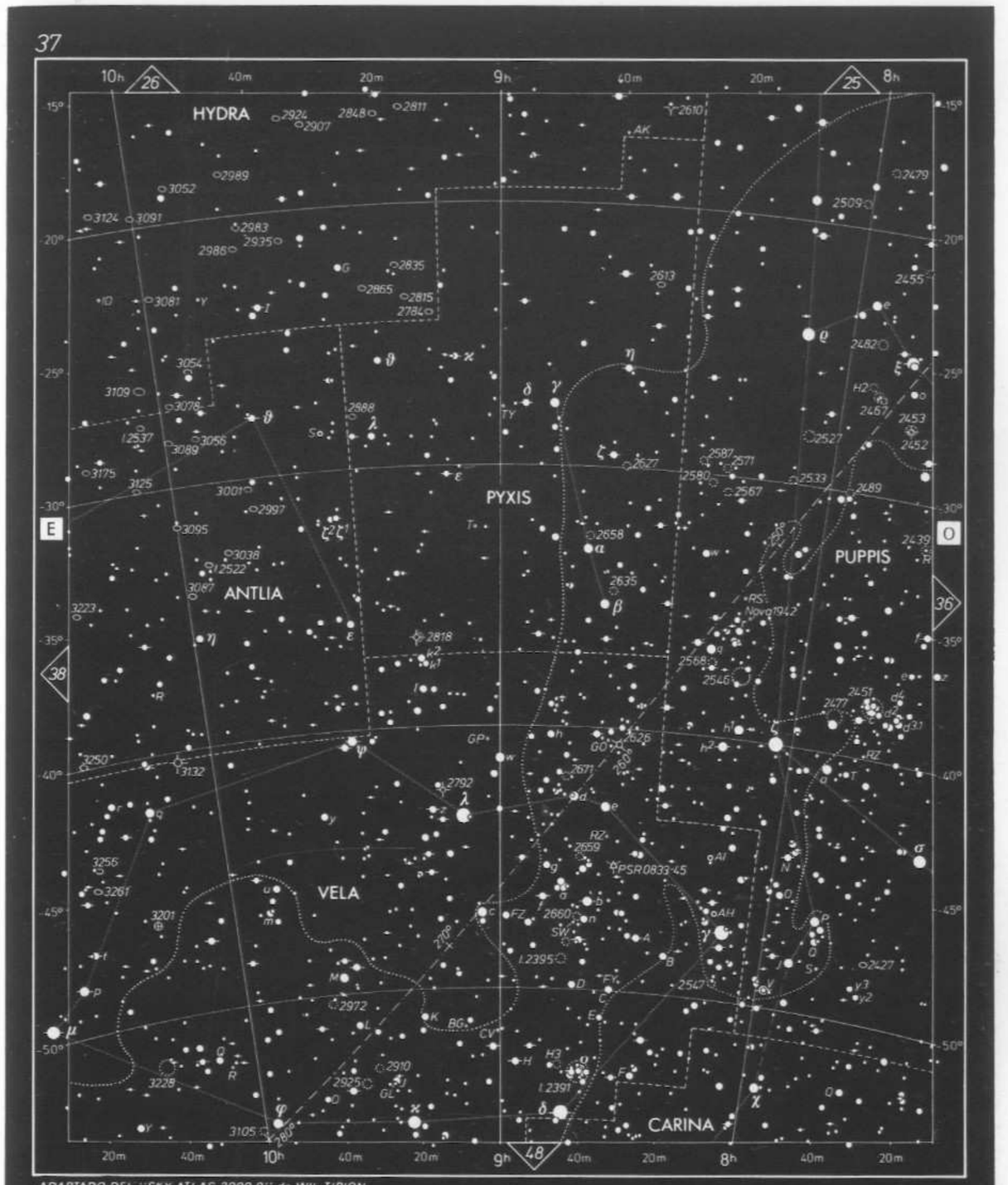
ζ (zeta) Pup, a la izquierda de 8^h a —40°, es una estrella de tipo espectral O, una de las estrellas más calientes del firmamento. El centro en el cual se produjo la erupción de Nova Puppis en 1942, está situado unos 5° al norte-noreste de ζ Pup, cerca de 8^h12^m —35°. Una de las novas más brillantes, alcanzó rápidamente un máximo con una magnitud de 0,3.

Unos 4° al este-noreste de α (alpha) Pyxidis se encuentra T Pyx, cerca de 9^h05^m —32°. T Pyx es una de las pocas novas recurrentes. De ordinario su magnitud es de aproximadamente 14 pero su brillo puede aumentar alcanzando la magnitud de 6,3 o 7 como máximo. En esta fuente han sido observadas más erupciones que en otras. Sus cinco máximos se registraron en 1890, 1902, 1920, 1944 y 1966. Siendo el intervalo promedio de 19 años, se esperaba otra erupción hacia 1985, pero a partir de 1991 no ha tenido lugar ninguna. Debe observarse con regularidad T Pyx.

NGC 2997, una galaxia espiral que pertenece a Antlia, está indicada en la fig. 5-49.

Fig. 7-34. Parte de la Nebulosa de Gum en Vela. (Bart Bok)





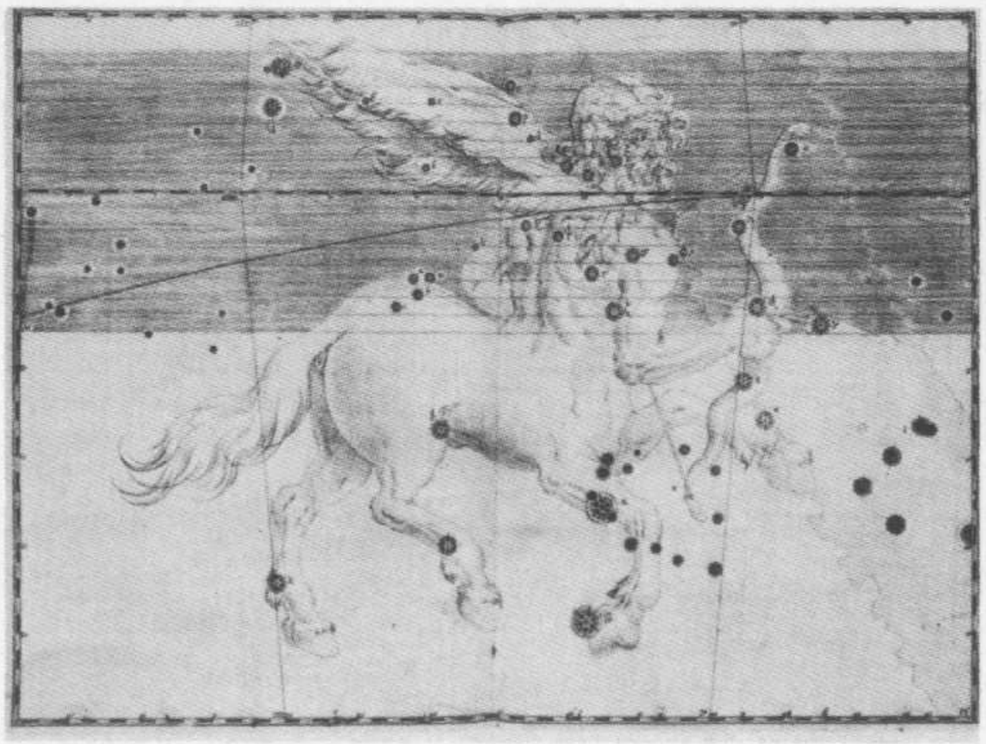
CARTA 38. NGC 3132 El número de estrellas de esta área disminuye al aumentar la distancia con respecto a la Vía Láctea. Antlia, la Bomba Pneumática, es una de las regiones menos interesantes del firmamento, contemplada tanto a simple vista como a través del telescopio. Hydra y la parte septentrional de Centaurus también contienen pocos objetos dignos de mención.

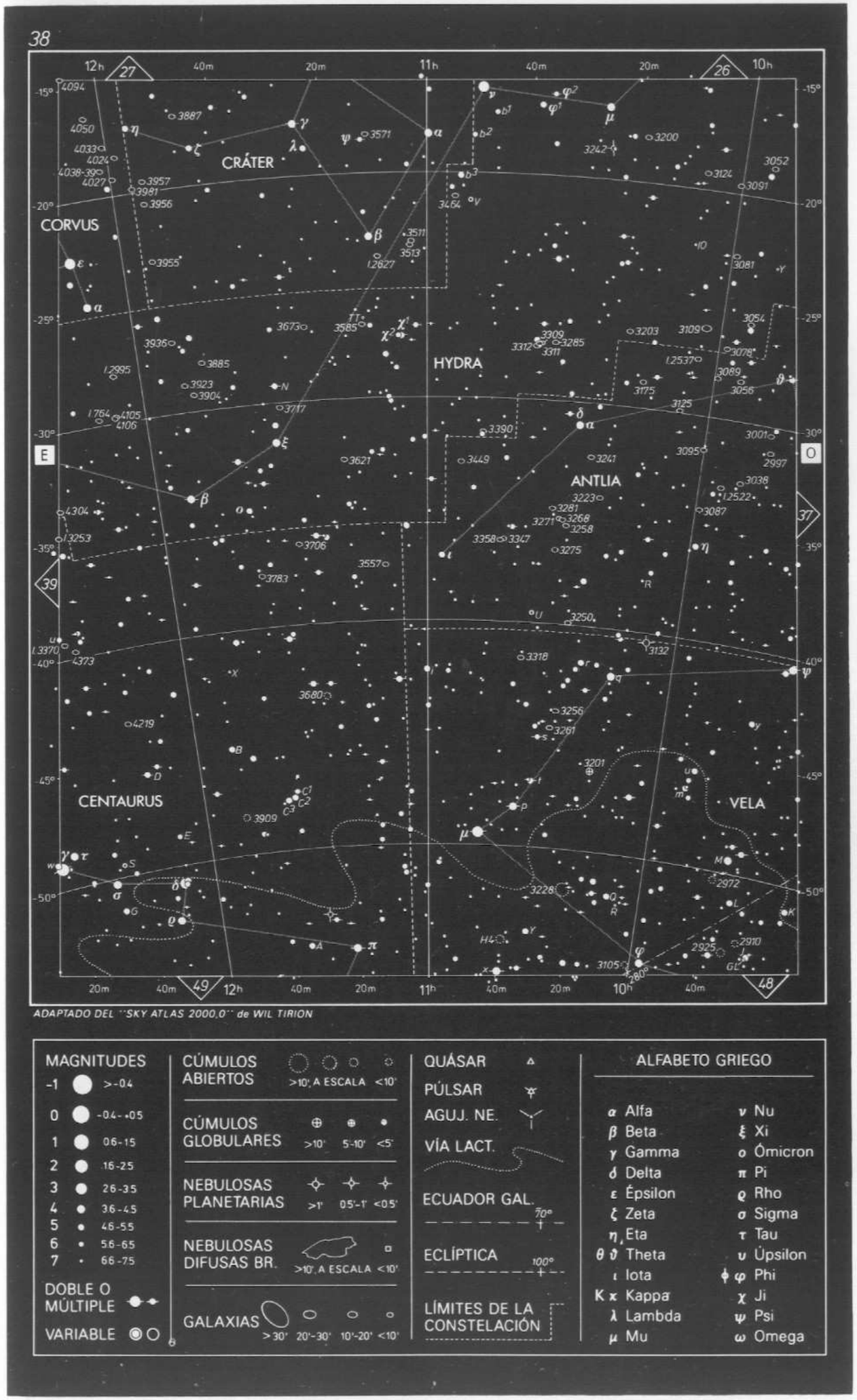
Un objeto notable es NGC 3132, una de las pocas nebulosas planetarias visible en primavera, situada precisamente en la frontera entre Vela y Antlia, cerca de 10^h07^m —40°. Esta nebulosa planetaria tiene un brillo total indicado aproximadamente por la magnitud 8 y presenta una estrella central brillante con una magnitud de aproximadamente 10. Su tamaño es casi idéntico al de la Nebulosa de Anular en Lyra. Aunque es más brillante que la Nebulosa Anular, NGC 3132 resulta más difícil de localizar y no es tan bien conocida debido a su declinación meridional y a la ausencia de estrellas próximas que coadyuven a dicha localización. Un método para localizar NGC 3132 consiste en esperar a que Regulus, de Leo, alcance el meridiano del observador y luego orientar el telescopio unos 52° al sur.

NGC 3132 presenta más detalles que la Nebulosa Anular. En las fotografías, su disco elíptico parece resultar de la superposición de varios anillos ovalados que presentan distintos ángulos de inclinación. Debido a este aspecto, a veces recibe el nombre de Eight-Burst, Nebulosa en inglés.

N Hydrae (ADS 8202), a 11^h32^m —29°, es un par cuyas componentes presentan cierto grado de separación, son amarillas y su brillo está denotado por las magnitudes 5,8 y 5,9. Otra doble interesante es β (beta) Hya (a 11^h53^m —34°). Sus componentes, de magnitudes 4,7 y 5,5 pueden ser resueltos con un telescopio de tamaño medio.

Fig. 7-35. Centaurus, el Centauro (dibujado en sentido inverso) según el atlas de Bayer (1603). (Jay M. Pasachoff)





CARTA 39. Omega Centauri, M83, NGC 5128 En esta carta se encuentra uno de los objetos más espectaculares al alcance del telescopio de los aficionados: NGC 5139, ω (omega) Centauri, uno de los cúmulos globulares más brillantes y de mayor tamaño. Su diámetro aparente tiene un valor equiparable al de la Luna llena. Como quiera que está situado tan al sur del ecuador celeste, ω Cen en los Estados Unidos sólo puede captarse desde los estados más meridionales. En estas regiones los observadores a veces pueden detectarlo a niveles bajos del horizonte en los atardeceres despejados de primavera y verano, casi unos 36° al sur de Spica, cerca de 13^h27^m —47°. Los prismáticos pueden facilitar la localización. A simple vista, ω Centauri se parece a una estrella borrosa cuya magnitud sea 4. A través de telescopios pequeños o prismáticos, se parece a una mancha borrosa (fig. 7-36, pág. 302). El cúmulo contiene más de un millón de estrellas. Para localizarlo a partir del sur, encuentre ε Cen 7° al noroeste de β Cen, y luego observe que ε, ζ y ω forman un triángulo isósceles.

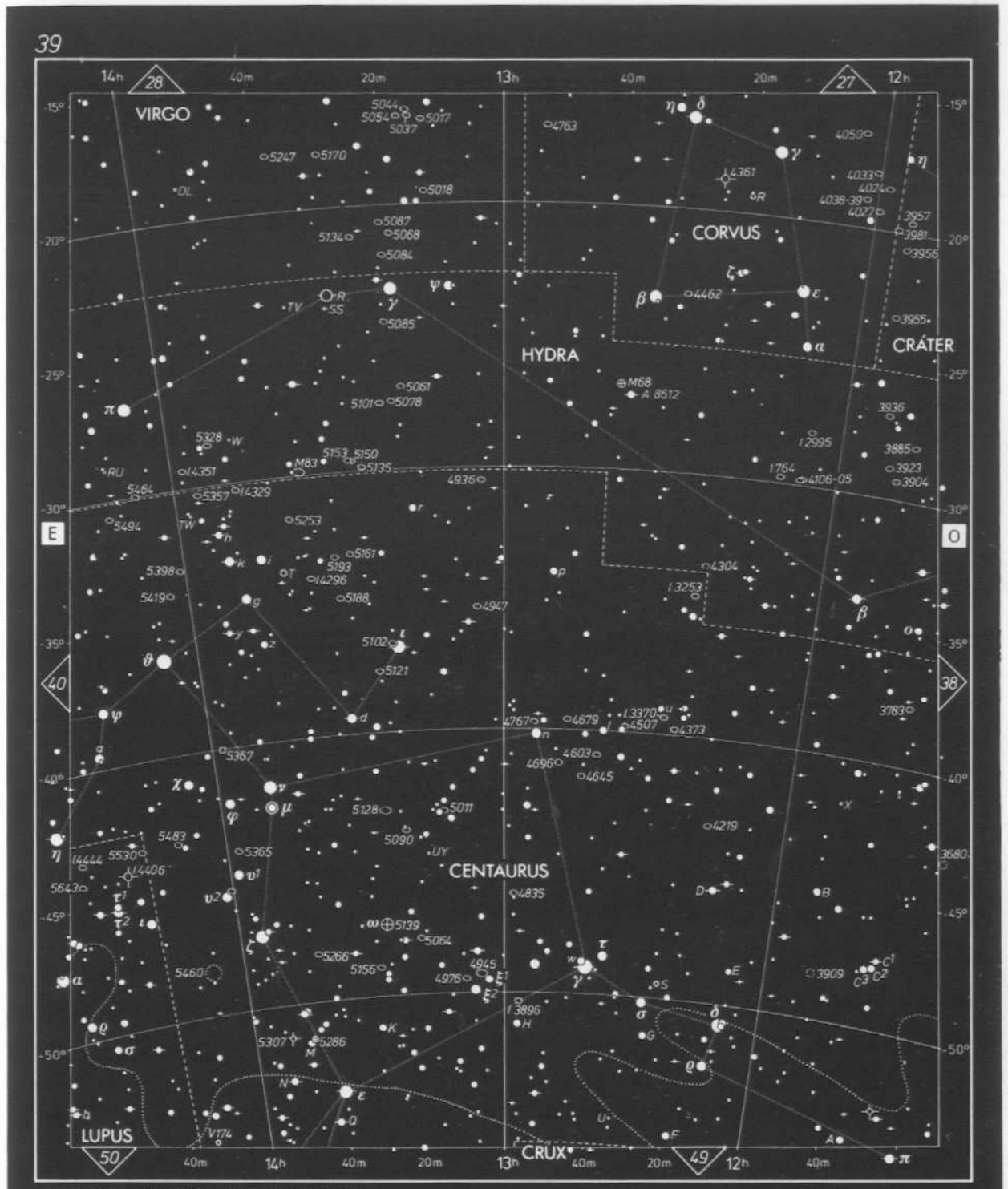
La galaxia espiral M83 (NGC 5236) es un objeto descollante en el firmamento estival, situado cerca de 13^h37^m —30° en la frontera entre Hydra y Centaurus, unos 18° al sur de Spica y casi a medio camino entre γ (gamma) Hya y θ (theta) Cen. Se trata de una espiral orientada de frente (fig. 5-39) y es una de las 10 galaxias de mayor tamaño y una de las 25 más brillantes. A los observadores septentrionales les resulta difícil percibir M83 por cuanto está situada a un nivel muy bajo en el firmamento meridional, en un campo con abundancia de nubes estelares y polvo.

Unos 3° al sur de M83 tenemos a NGC 5253, otra galaxia brillante. Con un telescopio de tamaño medio aparece como un óvalo cuyo centro es brillante. La erupción de dos de las supernovas extragalácticas más brillantes fue observada en esta galaxia. La primera, en 1895, alcanzó una magnitud de 7,2; otra, en 1972, alcanzó la magnitud de 7,9.

Quizás NGC 5128, situada a 13^h25^m —43°, unos $4\frac{1}{2}$° al norte de ω Cen, sea la galaxia más famosa de este campo. NGC 5128 es una galaxia gigante peculiar, una de las más luminosas y de mayor tamaño que se conocen. Se parece a una esfera resplandeciente de la magnitud 7, cruzada por un sendero de polvo grueso (fig. 5-50) y aparece con nitidez en los telescopios de tamaño medio y algunas veces con unos prismáticos buenos. Un chorro de gas se extiende desde el centro de la galaxia. NGC 5128 ha sido identificada como la poderosa fuente de radioondas Centaurus A. El chorro de gas y las radioondas y los rayos X pueden ser producidos por la caída de materia en un agujero negro gigante situado en el centro de la galaxia.

El cúmulo globular M68 (NGC 4590) es relativamente brillante a pesar de su tamaño pequeño y de su alto grado de concentración. Está situado a 12^h40^m —27° cerca de ADS 8612, una estrella doble de magnitud 6, que se encuentra algo al suroeste (la única estrella cercana que puede percibirse a simple vista). M68 aparece como una bola resplandeciente borrosa de magnitud 8, cuyo diámetro es de 3 minutos de arco. A fin de localizarla, el observador debe realizar un barrido con prismáticos desde δ (delta) Crv hasta β (beta) Crv y continuar unos 4° más al sur. NGC 5367 es una nebulosa en la cual se halla incrustado un cúmulo abierto.

R Hya es una variable notoria de período dilatado, situada unos 3° al este de γ Hya, a 13^h30^m —23°. Siendo la tercera variable de período largo en ser descubierta, su observación es de las más fáciles. Su magnitud varía de 3 a 11 con un período de 390 días y destaca por su color rojo oscuro.



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-.04
0 -.04-+.05
1 .06-.15
2 .16-.25
3 .26-.35
4 .36-.45
5 .46-.55
6 .56-.65
7 .66-.75

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL. 70°
ECLÍPTICA 100°
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ϱ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 40. Centaurus, Lupus, Libra Pocos objetos interesantes están situados en esta área del firmamento meridional, que está dominada por las regiones ralas de Centaurus, Lupus y Libra. Ya se trató del cúmulo globular ω Centauri en la carta del firmamento 39.

El cúmulo globular NGC 5694 se encuentra en la parte derecha superior de la carta, en el ápice oriental de la cola de Hydra, casi a mitad de camino entre σ (sigma) Lup y π (pi) Hya, cerca de 14^h40^m —27°. NGC 5694 es difícil de resolver debido a su pequeño diámetro aparente. Su magnitud total es 10,2, aunque ninguna de sus 10 estrellas más brillantes presenta un brillo superior al denotado por la magnitud 16. Situado a una distancia de 100 000 años-luz, en el lado lejano de nuestra galaxia, NGC 5694 es uno de los cúmulos globulares más alejados.

Hacia la parte inferior de la carta, cerca de 14^h08^m —48°, tenemos al cúmulo abierto NGC 5460. Su magnitud total es 6,3 y ninguno de sus miembros presenta un brillo superior al indicado por la magnitud 8. Aunque ralo, este cúmulo abarca un área cuyo tamaño casi puede equipararse al de la Luna llena. La mejor manera de observar NGC 5460 es con un telescopio de campo amplio o con prismáticos.

Aunque es difícil de ver, puede detectarse una región extensa de nebulosidad en Scorpius, entre δ (delta) y π (pi) Sco. δ Sco es una estrella caliente, del tipo espectral B0. Está situada a 540 años-luz y es uno de los miembros más brillantes de la Asociación Scorpio-Centaurus. Esta asociación es un grupo disperso de estrellas que se extiende a lo largo de 90° por el firmamento meridional, e incluye muchas de las estrellas más brillantes de las constelaciones Scorpius, Lupus, Centaurus y Crux. Este grupo de estrellas forma parte de un conjunto mayor de unas 100 estrellas, que a menudo recibe el nombre de Nube Estelar Local, situado en uno de los brazos espirales de nuestra galaxia. Es característico que las estrellas de este grupo pertenezcan al tipo espectral B, con una edad de unos 20 millones de años. La estrella rojiza Antares, α (alpha) Sco, unos 7° al sureste de δ Sco (carta 41), es la más brillante del grupo.

Muchas estrellas dobles están situadas en la constelación Lupus. Una de éstas es π (pi) Lupi (cerca de 15^h05^m —47°), con componentes de magnitudes 4,1 y 6,0. ε (épsilon) Lup, al este de λ (lambda) Lup, cerca de 15^h23^m —45°, puede ser resuelta con un telescopio de tamaño medio.

κ (kappa) Lup, al sureste de π Lup, cerca de 15^h12^m —49°, es un par cuyos componentes presentan un grado de separación considerable, siendo sus magnitudes 4,6 y 4,7. ξ (xi) Lup, al noreste en Lupus, cerca de 15^h57^m —34°, es una doble de componentes con cierta separación, con estrellas de magnitudes 5,3 y 5,8.

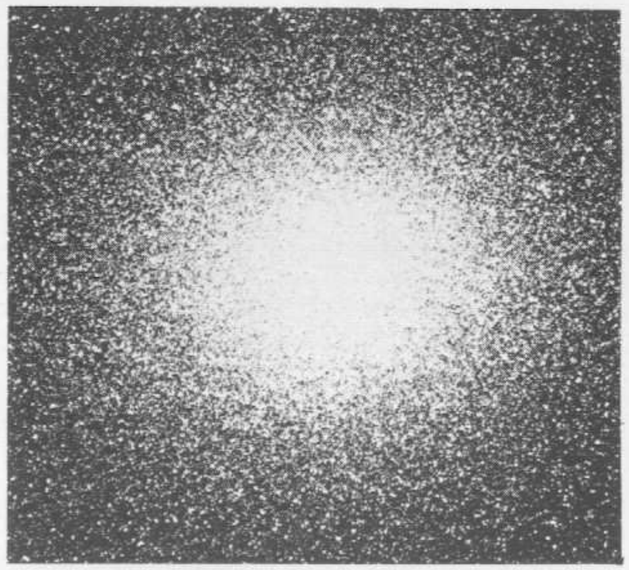
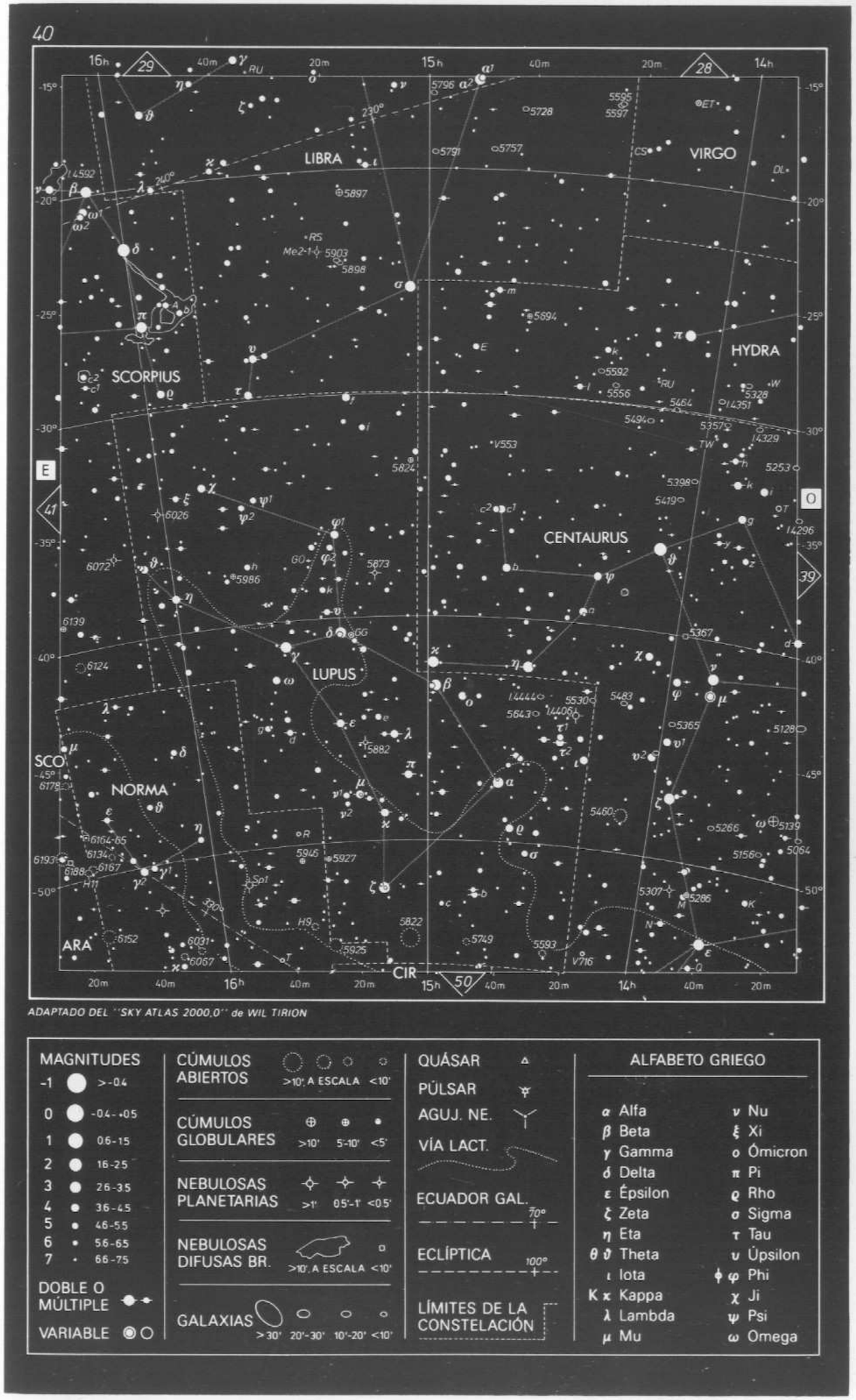


Fig. 7-36. ω (omega) Centauri, uno de los cúmulos globulares más brillantes y de mayor tamaño. (Carta 39) (© 1974 Anglo-Australian Telescope Board)



CARTA 41. Antares, parte meridional de la Vía Láctea Como es una de las regiones más excitantes del firmamento, esta área ofrece vistas interesantes a los observadores estivales. Se encuentran campos de estrellas brillantes entre las nubes oscuras y los tortuosos senderos de polvo de la Vía Láctea, y están presentes muchos cúmulos abiertos y globulares. Primero, el lector debe barrer el área con prismáticos o un telescopio con baja potencia y luego recurrir a amplificaciones superiores para objetos individuales.

El objeto más conspicuo de esta región, Antares, α (alpha) Scorpii, cerca de 16^h29^m —26°, constituye un buen punto de partida. Con una magnitud de 0,96, la estrella rojiza Antares (su nombre significa "comparada con Marte", el planeta rojizo) presenta el lugar 15 en cuanto a brillo. Aparece visible a mediados de primavera o a principios de verano en el firmamento suroriental. IC 4606, una nebulosa rojiza con un diámetro de unos 5 años-luz, rodea a Antares (fig. 5-20). IC 4604, una nebulosa de reflexión situada alrededor de ρ (rho) Ophiuchi, unos 3° al norte-noroeste de Antares, tiene un brillo demasiado pobre como para permitir las observaciones visuales, pero aparece como una nube púrpura azulada rica en las fotografías realizadas con exposición larga mediante telescopios grandes. En medio de estos elementos, IC 4603 es una nebulosa de reflexión que rodea a una estrella más pálida.

Menos de 2° al oeste de Antares tenemos a M4 (NGC 6121), uno de los cúmulos globulares más próximos y de mayor tamaño. Con una magnitud de 6, M4 puede percibirse con prismáticos y algunas veces puede detectarse a simple vista. M4 es uno de los cúmulos globulares más fáciles de localizar. Debido a su estructura muy laxa, los telescopios pequeños pueden resolver sus márgenes y los telescopios de tamaño medio con potencia alta posibilitan la resolución completa de sus estrellas.

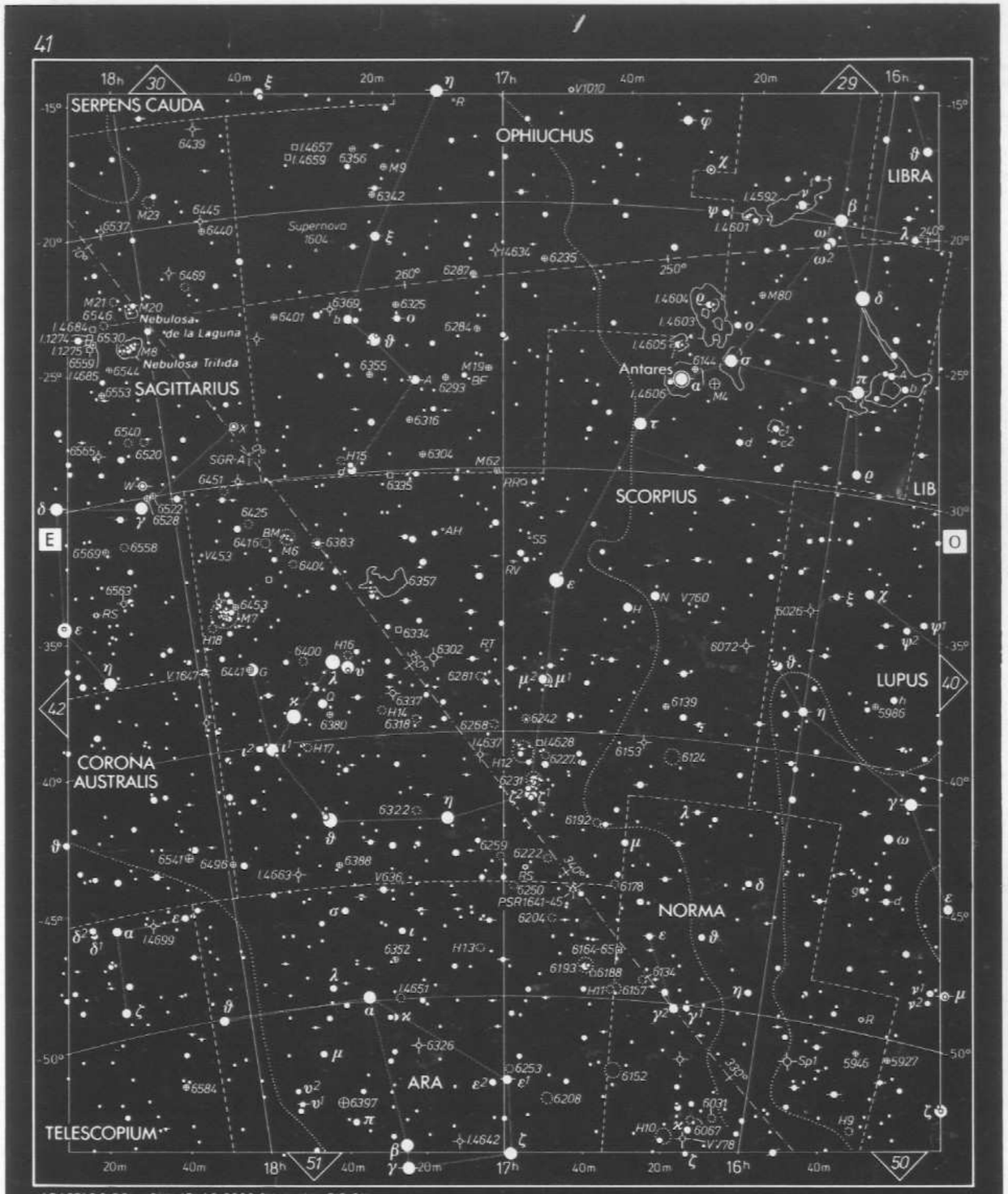
Menos de 1° al noreste de M4, en el mismo campo, tenemos a NGC 6144, un cúmulo globular menos brillante y de menor tamaño. Para observar este cúmulo debe usarse una potencia alta.

Un poco más de 4° al noroeste de Antares, el observador debe realizar un barrido visual aproximadamente a mitad de camino entre Antares y β (beta) Sco para encontrar M80 (NGC 6093), un cúmulo globular que parece más brillante y de menor tamaño que M4. Está situado en el margen occidental de una nube oscura. Como quiera que M80 es muy compacto, su resolución es mucho más difícil que la de M4.

Unos 8° al este de Antares se encuentra M19 (NGC 6273), un cúmulo globular compacto. Para encontrar M19, el observador debe orientarse hacia Antares, y luego realizar un barrido hacia el este y ligeramente hacia el norte. Otra posibilidad, consiste en orientar su telescopio hacia Antares y esperar unos 33 minutos para que M19 aparezca en el campo de visión. Se trata de uno de los cúmulos globulares más ovalados, con un diámetro aparente de 5 minutos de arco y una magnitud de 6,9. Sus márgenes externos pueden resolverse con facilidad.

Unos 7° al sureste de Antares y aproximadamente 5° al sur de M19 tenemos a otro cúmulo globular bonito, M62 (NGC 6266). M62 tiene aproximadamente el mismo tamaño y brillo que M19, aunque aparece redondo a través de un telescopio pequeño. No obstante, M62 es uno de los cúmulos más asimétricos, cosa que ponen de manifiesto los telescopios grandes. Su núcleo está situado al sureste del centro del cúmulo, lo cual hace que el cúmulo tenga cierto parecido con una cometa.

Ligeramente al este y aproximadamente $1\frac{1}{2}$° al norte de M19 se encuentra NGC 6284, un cúmulo globular, pequeño y brillante, que observado con un telescopio medio parece una estrella de magnitud 19. El cúmulo globular, de magnitud 8, NGC 6293 se halla unos $1\frac{3}{4}$° al este-sureste de M19.



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4–+0.5
1 0.6–1.5
2 1.6–2.5
3 2.6–3.5
4 3.6–4.5
5 4.6–5.5
6 5.6–6.5
7 6.6–7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL. 70°
ECLÍPTICA 100°
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

Situada al este de Antares y al norte de M19, la parte meridional de Ophiuchus es una de las regiones más sorprendentes de la Vía Láctea, con una inmensa extensión de nebulosas oscuras iluminadas por estrellas brillantes. En este caso, estamos observando a través de los brazos espirales de nuestra galaxia hacia el centro galáctico. Una estrella de esta área que ayuda a la orientación es θ (theta) Ophiuchi, una estrella de la magnitud 3, situada cerca de 17^h22^m —25°. Unos 2° al este y debajo de θ Oph, se extiende a lo largo de unos 7° una nebulosa. Puede percibirse a simple vista y es una de las nubes oscuras de mayor tamaño de la Vía Láctea. La absorción debida a esta nebulosa ("Pipe Nebula") oscurece las estrellas situadas alrededor.

Para los observadores del hemisferio norte, las partes más bellas de la Vía Láctea se encuentran en Sagittarius. Las noches estivales sin Luna son de lo más apropiadas para realizar un barrido de la región con prismáticos o con telescopios de tamaño medio. La parte más brillante es la Gran Nube Estelar de Sagittarius, justo al norte de γ (gamma) Sgr. Más al oeste, las nubes estelares están oscurecidas por la gran fisura que marca el plano ecuatorial de nuestra galaxia. En esta región, nuestra orientación es hacia el centro de nuestra galaxia (el *centro galáctico*), a una distancia de unos 30 000 años-luz con respecto a la Tierra. El polvo interestelar y las nebulosas oscuras impiden la captación óptica del centro galáctico. Está situado $1\frac{1}{2}$° al suroeste de la variable Cefeida, de magnitud 4, X Sgr, objeto que aparece en primer plano. El centro galáctico puede ser detectado como parte de la fuente de radioondas Sgr A. Los rayos infrarrojos, los rayos X y los rayos gamma procedentes del centro galáctico, también penetran en el polvo absorbente, lo cual da lugar a medios para estudiar esta parte de nuestra galaxia, que puede contener un agujero negro gigante.

Unos $2\frac{1}{2}$° al norte y algo al oeste de γ (gamma) Sgr tenemos a una de las pocas nebulosas oscuras que puede verse con telescopio de aficionados.

Más hacia el suroeste, a lo largo del ecuador galáctico, en Scorpius, están situados M6 (NGC 6405) y M7 (NGC 6475), dos cúmulos abiertos, grandes y brillantes, que aparecen bellos a través de telescopios pequeños. Con un aspecto semejante al de las Pléyades, M6 (a 17^h40^m —32°) posee un brillo superior al de la magnitud 6, y contiene muchas estrellas de magnitud entre 8 y 12. Un telescopio pequeño puede resolver M6 en sus estrellas componentes.

Fácil de localizar, unos 3° al sureste de M6, cerca de 17^h50^m —35°, M7 es un cúmulo brillante de magnitud 3, que a veces puede percibirse a simple vista en las noches oscuras. A simple vista, M7 aparece como una iluminación borrosa con una nube estelar rica en el plano de fondo. Se trata de unos pocos cúmulos abiertos que presentan un aspecto impresionante a través de los prismáticos. Los telescopios de tamaño medio con potencia más alta resuelven por

Fig. 7-37. Dos cúmulos globulares, NGC 6522 y NGC 6528, situados uno cerca de otro en Sagittarius a 18^h02^m y 18^h03^m, respectivamente, y —30°. (National Optical Astronomy Observatories/KPNO)

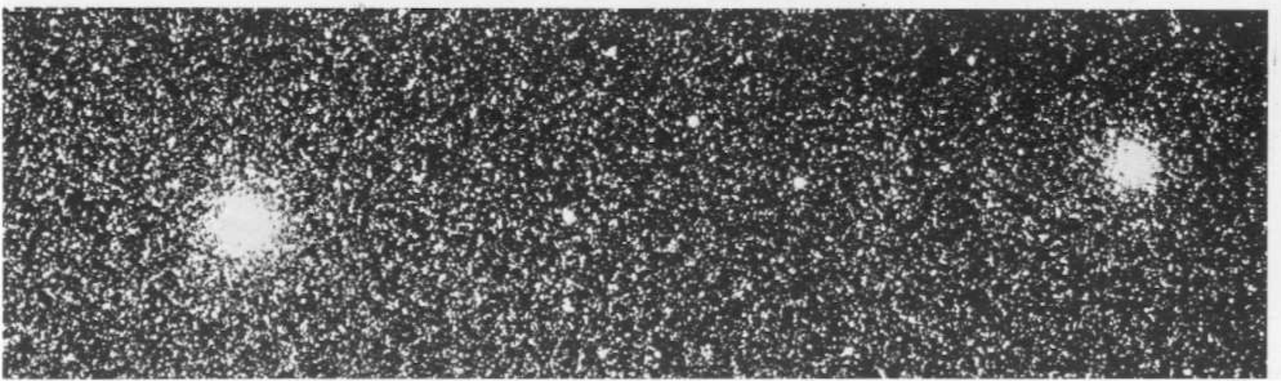


Fig. 7-38. La Vía Láctea en Sagittarius y Scorpius. (Harvard College Observatory)

completo el cúmulo. M7 es mucho mayor que M6, con muchas estrellas de magnitud entre 6 y 8. En el margen noroccidental de M7 está el cúmulo globular NGC 6453, que puede verse con una potencia baja.

Todavía más al suroeste —cerca del ecuador galáctico a 16^h55^m —41° aproximadamente $\frac{1}{2}$° al norte de ζ (zeta) Sco— está situado NGC 6231 (fig. 5-17), otro cúmulo abierto bello (si bien su posición es desfavorable para los observadores del hemisferio norte). En buenas condiciones puede ser detectado a simple vista por observadores que se encuentren a una latitud suficientemente meridional; se parece a una versión en miniatura de las Pléyades debido a su grupo central formado por unas siete estrellas blancas brillantes. NGC 6231 está a unos 6000 años-luz; si su proximidad fuera la de las Pléyades, su tamaño sería casi igual pero su brillo sería 50 veces superior.

NGC 6231 parece ser el centro de un gran grupo de estrellas brillantes de los tipos espectrales O y B. Aproximadamente 1° al norte y algo al este de NGC 6231 se encuentra H12, la parte más rica de este grupo, con alrededor de 200 estrellas. Con un telescopio pequeño las estrellas de H12 aparecen como una cola que se extiende hacia el noreste a partir de NGC 6231, terminando en una región nebulosa brillante. Este grupo extenso de estrellas marca uno de los brazos espirales de nuestra galaxia, que está situado a una distancia de más de 5000 años-luz (más próximo al centro galáctico que el brazo que contiene nuestro Sol). IC 4628 es una nebulosa poco brillante que se encuentra $1\frac{1}{2}$° al norte de NGC 6231. Un bucle de nebulosidad mucho mayor, con un diámetro de más de 300 años-luz, rodea a esta asociación de estrellas de un anillo irregular con una amplitud de 4°. La nebulosa es una de las regiones gigantes de hidrógeno resplandeciente que delimitan los brazos espirales de nuestra galaxia y de otras galaxias espirales.

Otros cúmulos abiertos de esta región incluyen: NGC 6242, un cúmulo compacto aproximadamente 1° al norte de H12; NGC 6281, unos $2\frac{1}{2}$° más hacia el noreste, un cúmulo compacto y alargado. NGC 6124, un cúmulo rico unos 6° al oeste de H12 cerca de 16^h25^m —41°; y NGC 6193, un cúmulo grande situado unos 7° al sur-suroeste de ζ (zeta) Sco.

El resto de la supernova que Kepler vio como nova en 1604 está marcado en la parte superior izquierda, 17^h40^m —18°. Está borrosa incluso en las fotografías.

CARTA 42. Nebulosa de la Laguna, Nebulosa Trífida En esta región todavía observamos el centro de nuestra galaxia desde nuestra posición ventajosa un poco más allá de la parte media de un brazo espiral externo. Las noches sin Luna de julio son las mejores para observar las nubes estelares brillantes, los cúmulos abiertos y globulares, y curiosas nebulosas oscuras (fig. 5-21) en esta área de la Vía Láctea, visible a nivel bajo por encima del horizonte meridional. Sagittarius se localiza por su "Tetera" de estrellas: σ, τ, ζ y φ forman el asa; hacia el suroeste, δ, γ y ε forman el pitorro; y λ marca la parte superior.

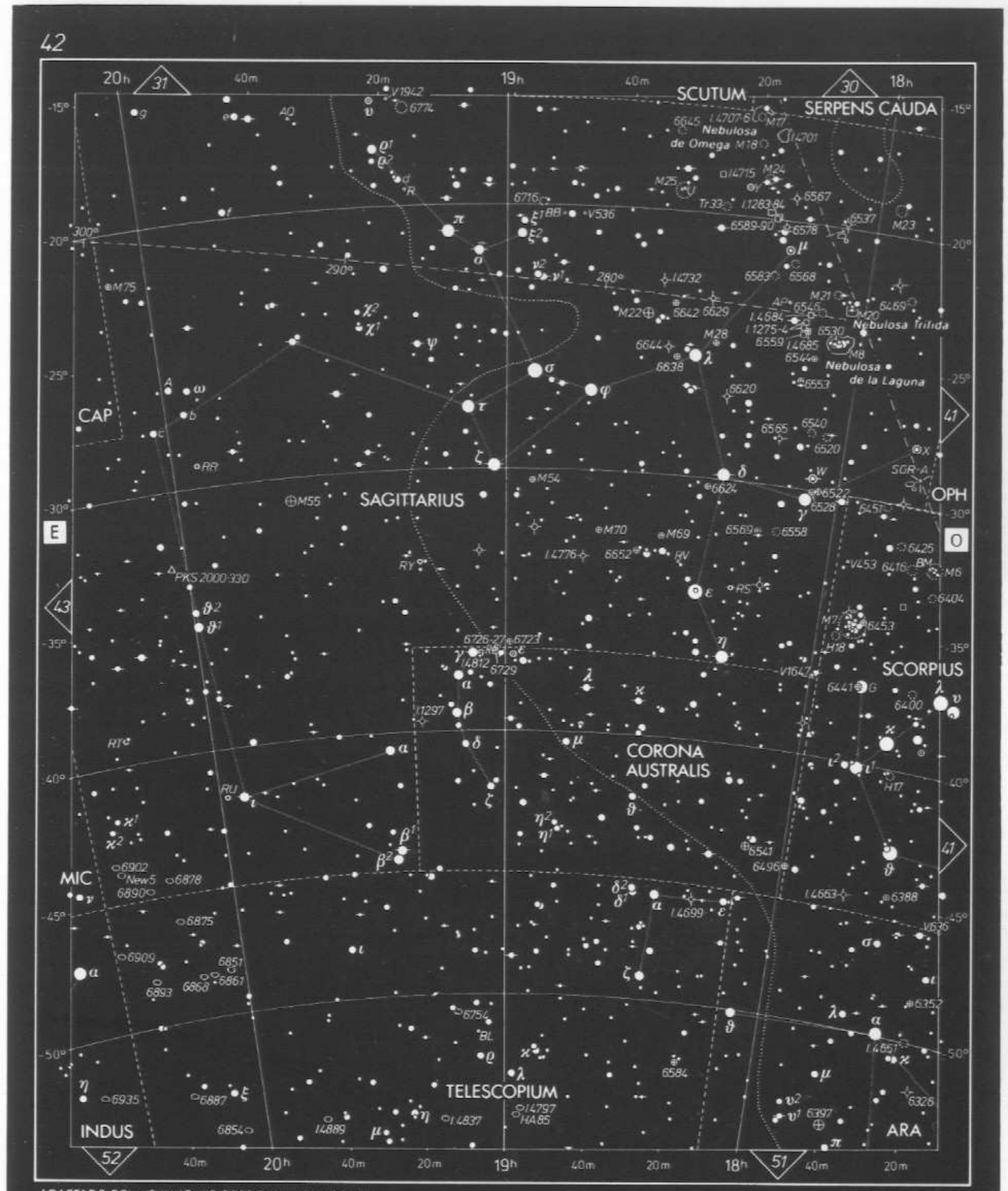
γ (gamma) Sgr delimita la parte superior de la flecha del Arquero en la figura de Sagittarius, situada en el lado derecho de la carta cerca de 18^h06^m —30°. Al norte y oeste de γ Sgr, inmediatamente justo frente a la corriente principal de la Vía Láctea, cerca de 18^h02^m —23°, se encuentran dos nebulosas de emisión descollantes: la Nebulosa de la Laguna y la Nebulosa Trífida. Ambas están situadas a una distancia de unos 2500 años-luz y como en M42 (la Nebulosa de Orión) obtienen su energía de la radiación ultravioleta de estrellas calientes jóvenes situadas en su parte media.

M8 (NGC 6523), la Nebulosa de la Laguna, es la más espectacular de las dos, detectable a simple vista como un resplandor parecido al de un cometa. Se trata de una nebulosa irregular con un tamaño aproximadamente equiparable al de la Luna llena, cruzada por una banda de polvo absorbente y ancha que otorga su nombre a la nebulosa (fig. 5-22). Asimismo pueden verse nubes de polvo de menor tamaño. Debido a la gran extensión de la nebulosa, la mejor manera de observarla es mediante un ocular de campo de visión amplio. La Nebulosa de la Laguna contiene nubes de polvo y gas en donde se forman nuevas estrellas y una región de hidrógeno fulgurante que resulta de la presencia de estrellas calientes que pueden detectarse en la parte media. La mitad oriental de la nebulosa contiene el cúmulo estelar conspicuo NGC 6530, un cúmulo abierto disperso con un diámetro de unos 10 minutos de arco. Se trata de uno de los cúmulos más jóvenes que se conocen, con una edad de tan sólo unos pocos millones de años e incluye varias estrellas del tipo T Tauri (estrellas variables con fluctuaciones irregulares, lo cual indica que no han alcanzado una existencia regular).

Aproximadamente $1\frac{1}{2}$° al norte-noroeste de la Nebulosa de la Laguna tenemos a M20 (NGC 6514), la Nebulosa Trífida. La parte inferior de esta nebulosa es una nebulosa de emisión difusa. En las fotografías se detecta la radiación rojiza procedente de la nube de hidrógeno fulgurante, que está dividida en tres partes por senderos de polvo (fig. 5-24). Donde los tres senderos oscuros se solapan, se encuentra una estrella central triple. Estos senderos son fáciles de detectar mediante un telescopio de tamaño medio con potencia media. La parte superior azulada de M20, desconectada físicamente de la parte inferior, es una nebulosa de reflexión.

M21 es un cúmulo abierto, rico y pequeño, de magnitud 5,9, situado en el mismo campo de baja potencia que M20 (la Trífida). Aproximadamente 1° al sureste de M8 (la Laguna) se encuentra NGC 6544, un cúmulo globular pequeño y muy remoto cuya localización resulta difícil. Un grado más al sureste tenemos a NGC 6553, otro cúmulo globular; su resolución resulta muy difícil en parte debido a que una capa gruesa de polvo hace que su brillo disminuya en unas 6 magnitudes. Aproximadamente $1\frac{1}{2}$° al este-noreste de M8 están situadas varias nebulosas irregulares, conectadas posiblemente con la Nebulosa de la Laguna por una bruma gaseosa pálida.

λ (lambda) Sgr, situada unos pocos grados al este de M8, cerca de 18^h28^m —25°, también está enclavada en un campo rico. M22 (NGC 6656)



MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

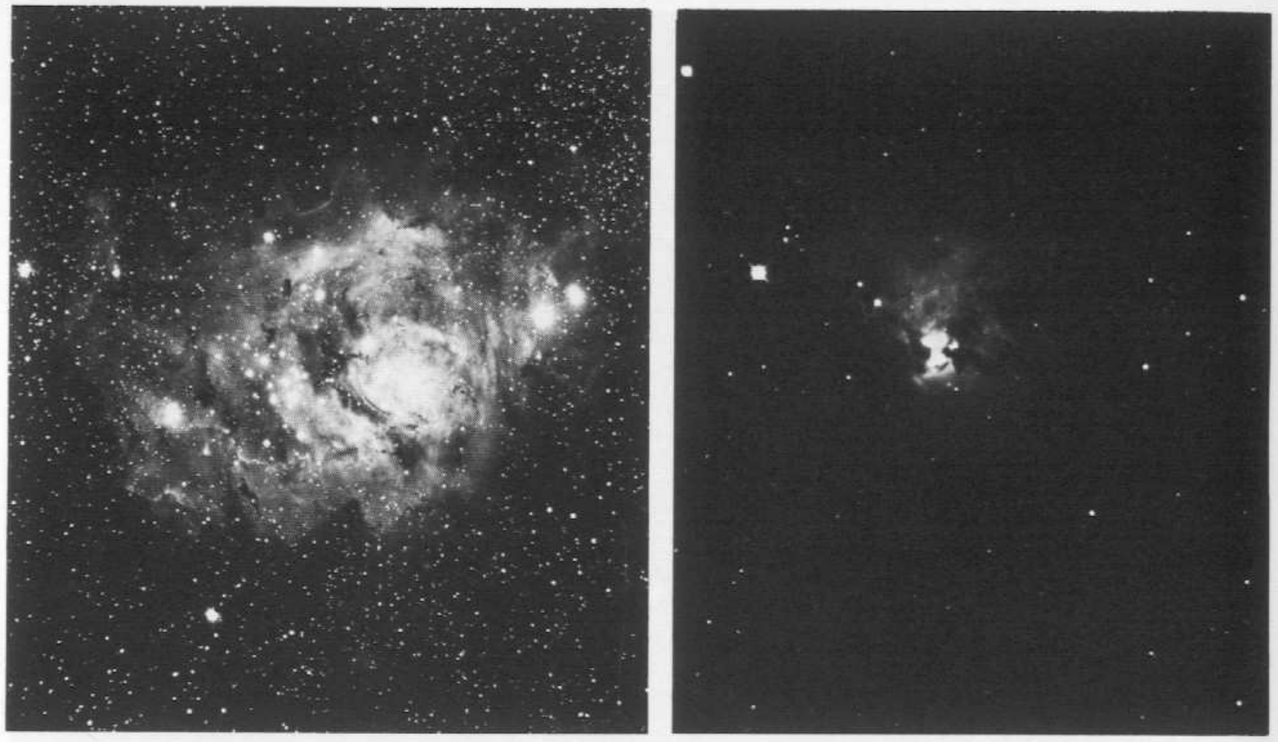


Fig. 7-39. *(izquierda)* La Nebulosa de la Laguna, M8 (NGC 6523), en Sagittarius. La exposición más corta.
Fig. 7-40. *(derecha)* Indica la estructura de reloj de arena cerca de su centro. (Fotografías del Lick Observatory)

es un cúmulo globular impresionante, que se encuentra 2° al noreste de λ Sgr, cerca de 18^h36^m —24°. Con una magnitud de 5, M22 es el tercer cúmulo globular más brillante del firmamento y aquel cuya resolución es más fácil. En el firmamento septentrional sólo puede equipararsele M13, el Cúmulo de Hércules (véase la carta 17). Las estrellas más brillantes de M22 presentan la magnitud 11, y su población total es de como mínimo medio millón de estrellas. Se trata de uno de los cúmulos globulares más próximos, alejado a una distancia de sólo 9600 años-luz. Puesto que está separado por menos de 1° de la eclíptica, a veces se percibe un planeta en el mismo campo.

Aproximadamente 1° al oeste-noroeste de M22 tenemos a NGC 6642, un cúmulo globular pequeño y tenue parecido a una mancha brumosa.

Ligeramente al noroeste de λ (lambda) Sgr, a 18^h24^m —25°, en el mismo campo de baja potencia, se encuentra M28 (NGC 6626), un cúmulo globular brillante parecido a una estrella sobre un fondo rico en estrellas. Se trata de uno de los cúmulos globulares más compactos, que no causa gran impacto a través de un telescopio de tamaño medio debido a que su resolución es difícil. Algo más cerca, situado en el lado oriental de λ Sgr tenemos a NGC 6638, un cúmulo globular, remoto y pequeño, cuya resolución está preñada de dificultades.

Unos 5° al suroeste de λ Sgr tenemos a δ (delta) Sgr, con el cúmulo globular de escaso brillo NGC 6624, situado un poco al sureste. Unos 3° al sureste de δ y alrededor de 2½° al noreste de ε (épsilon) Sgr, cerca de 18^h30^m —32°, está situado M69 (NGC 6637), un cúmulo regular pequeño, de magnitud 8, cuya resolución sólo es posible con telescopios grandes. Unos 2° al este de M69 y casi a medio camino entre ζ (zeta) y ε Sgr se encuentra el cúmulo globular M70 (NGC 6681), de tamaño y brillo semejantes a los de M69. Un tercer cúmulo globular, de menor tamaño, es NGC 6652, aproximadamente 1° al sureste de M69. Los tres cúmulos globulares se parecen a estrellas brillantes en un campo estelar uniformemente rico y están situados en el lado lejano del centro de la galaxia.

Al noreste de M70 y unos 20° al suroeste de ζ (zeta) Sgr, cerca de 18^h55^m —31°, se encuentra M54 (NGC 6715), un cúmulo globular pequeño y brillante de magnitud 7. Sin embargo, como quiera que M54 es muy concentrado, su resolución sólo puede iniciarse con telescopios grandes.

Unos 7½° al sur de ζ Sgr existe un campo de nebulosas oscuras y nebulosas brillantes y polvo que menoscaba el brillo de las nebulosas en Corona Australis. NGC 6726-27 constituye la parte más brillante del campo. Algo al sureste se encuentra la nebulosa de reflexión NGC 6729, cuyas variaciones de brillo siguen la pauta de las variaciones de su estrella iluminadora, R CrA.

Más al este en Sagittarius, la riqueza de los campos de estrellas disminuye con rapidez. La realización de un barrido a través de esta región pone de manifiesto un cúmulo globular notable, M55 (NGC 6809), cerca de 19^h40^m —31°, unos 7° al este de ζ Sgr y algo al sur. Fácilmente detectable a simple vista, M55 es un cúmulo globular laxo y grande, con magnitud 6, de aspecto muy semejante al de M13. A simple vista y con prismáticos, M55 parece una estrella neblinosa, con un telescopio pequeño parece un resplandor circular con un diámetro de unos 10 minutos de arco. Puesto que M55 presenta una posición tan baja en el firmamento para los observadores septentrionales, su resolución es difícil cuando la observación se efectúa desde latitudes septentrionales.

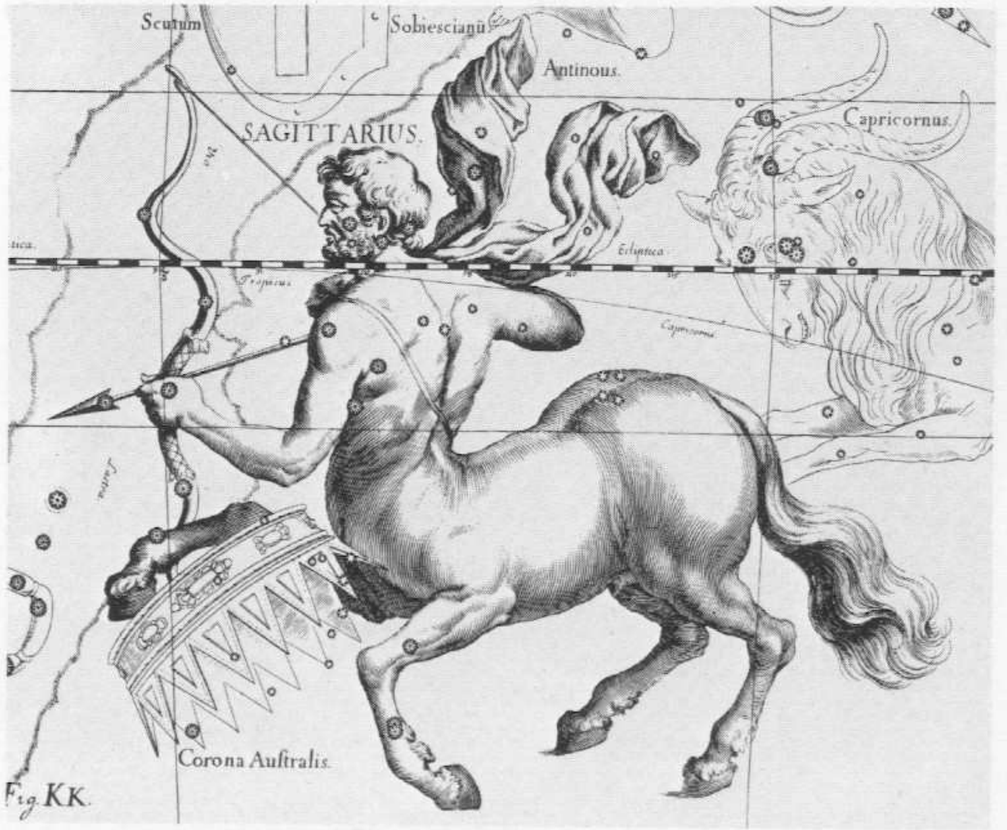


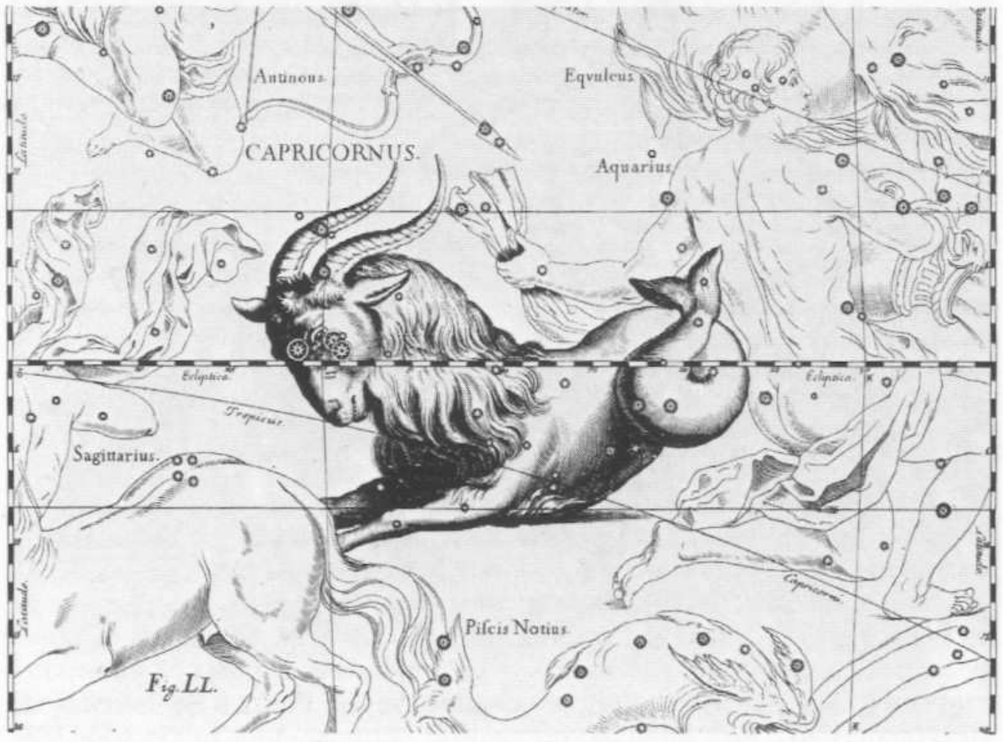
Fig. 7-41. Sagittarius, Sagitario o Arquero, según el atlas de estrellas de Hevelius (1690). Está dibujado en sentido contrario con respecto al que aparece en el firmamento debido a que Hevelius dibujó la esfera celeste como si la observara desde el exterior.

CARTA 43. Capricornus En el área bastante yerma próxima a la frontera entre Capricornus y Sagittarius, es fácil localizar a M75 (NGC 6864), cerca de 20^h06^m —22° y menos de 7° al suroeste de β (beta) Cap (dibujada sobre la parte superior de la carta). M75 es un cúmulo globular, rico y pequeño, de magnitud 8, con un brillo suficiente como para ser detectado con buenos prismáticos cuando presenta un nivel bajo en el firmamento meridional en las noches despejadas de agosto. Como quiera que es uno de los cúmulos globulares más compactos, sólo puede resolverse con telescopios de apertura bastante grande. M75 está situado en el lado lejano de la galaxia, a unos 95 000 años-luz.

El cúmulo globular más conspicuo de Capricornio es M30 (NGC 7099), situado en la parte superior izquierda de esta carta. Puede detectarse con facilidad mediante prismáticos o telescopios pequeños, unos 4° al sureste de ζ (zeta) Cap y algo al noroeste de la estrella, de magnitud 5, 41 Cap, en las proximidades de 21^h40^m —23°. Sin embargo, como sucede con M75, M30 presenta una resolución difícil aun cuando se usen telescopios mayores debido al carácter extremadamente compacto de su centro. Está situado a una distancia de 40 000 años-luz.

El objeto más alejado del universo que se conoce, el quásar PKS 2000-330 figura en la parte media de la derecha de la carta. Debido a la expansión del universo, se está alejando de nosotros con una velocidad tal que sus líneas espectrales presentan un corrimiento hacia el rojo de 3,7 veces su longitud de onda original. De esto se deduce que este quásar está alejado unos 12 mil millones de años-luz, lo cual significa que en la actualidad lo vemos tal como era hace 12 mil millones de años.

Fig. 7-42. Capricornus, Capricornio o la Cabra (dibujado en sentido inverso), según el atlas de estrellas de Hevelius (1690).



43

ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000,0" de WIL TIRION

CARTA 44. Fomalhaut, Nebulosa Helicoidal Esta región carece de interés de no ser por α (alpha) Piscis Austrini una estrella blanca brillante que destaca debido a la oscuridad relativa del fondo sin estrellas. α PsA recibe también el nombre de Fomalhaut, derivado de una palabra árabe que significa "boca del pez". Con una magnitud de 1,16, Fomalhaut es la estrella del firmamento que en cuanto a brillo ocupa el lugar 18. Para los observadores del hemisferio norte es visible en otoño, situada a nivel bajo sobre el horizonte, en una región vacía del firmamento meridional.

Aunque no es fácil de detectar para los observadores situados en latitudes septentrionales, un objeto interesante de esta región es la nebulosa planetaria NGC 7293, cerca de 22^h30^m —21° en Aquarius; el lector debe localizarla fijando su mirada 21° al sur de ζ (zeta) Aqr. NGC 7293 es la Nebulosa Helicoidal, una gran burbuja de gas con un diámetro de 1½ años-luz, que rodea a una estrella central de magnitud 13 (fig. 5-8 y abajo). Una nebulosa planetaria es originada por la muerte de una estrella cuya masa es aproximadamente idéntica a la del Sol. La Nebulosa Helicoidal es la nebulosa planetaria de mayor tamaño, con aproximadamente ½ del diámetro aparente de la Luna llena. Aunque su brillo total viene indicado por la magnitud 6,5, su brillo superficial es bajo debido a su gran tamaño, lo cual hace que su detección sea difícil excepto con potencia baja en las noches muy oscuras. Incluso en las noches óptimas, la nebulosa aparece como una mancha circular y brumosa poco brillante; apenas si se percibe estructura excepto usando telescopios mayores y en las fotografías de exposición larga (figs. 5-8 y 7-43). A fin de observar esta nebulosa, debe utilizarse la técnica siguiente: no debe dirigirse la mirada directamente hacia la nebulosa sino hacia un lado, lo cual hace que su imagen quede impresionada en un área más sensible de nuestra retina.

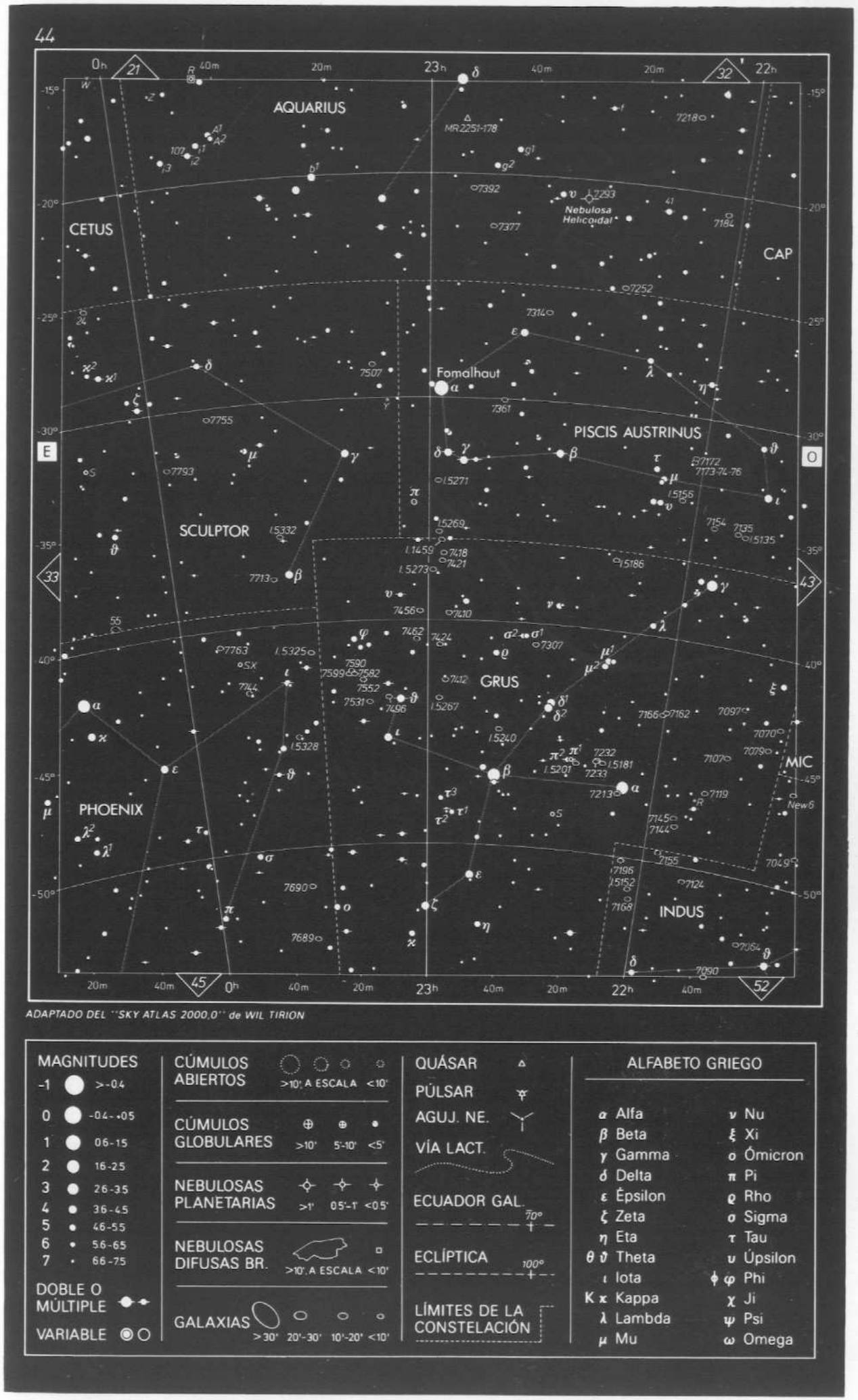
La estrella doble 41 Aqr está situada varios grados al oeste y un poco al sur de la Nebulosa Helicoidal. Sus componentes presentan las magnitudes 5,6 y 7,1, y dan lugar a un contraste de colores. Separados por 5,0 segundos de arco, los componentes pueden resolverse con telescopios pequeños.

Las constelaciones meridionales como Grus, la Grulla, son bastante desconocidas para la mayoría de los observadores del hemisferio norte.

θ (theta) Gru (a 23^h07^m —44°) es otra estrella doble que se resuelve con un telescopio pequeño, con componentes de magnitudes 4,5 y 7,0.

En la constelación Phoenix, SX Phe, una variable Cefeida enana, se encuentra unos 7½° al oeste de α (alpha) Phe. Sx fue descubierta originalmente como estrella con movimiento propio grande en 1983; está a unos 400 años-luz. Su período es de 79 minutos y su magnitud va de 6,8 a 7,5.

Fig. 7-43. La Nebulosa Helicoidal (NGC 7293), una nebulosa planetaria situada en Aquarius. Véase también la figura 5-8. (National Optical Astronomy Observatories/CTIO)



CARTA 45. Pequeña Nube de Magallanes, 47 Tucanae Empieza aquí una serie de ocho cartas polares que muestran la región que rodea al polo sur celeste. Los objetos más interesantes de esta carta son la Pequeña Nube de Magallanes y el cúmulo globular brillante 47 Tucanae (NGC 104). Ambos se encuentran un poco debajo del centro de la carta, cerca de 0^h30^m —72°.

La Pequeña Nube de Magallanes y su galaxia compañera, la Gran Nube de Magallanes (véase la carta 47) son dos de las galaxias más próximas a la Galaxia de la Vía Láctea. Estas nubes están separadas por una distancia de unos 80 000 años-luz y están enlazadas por un grupo disperso de estrellas y cúmulos estelares.

La Pequeña Nube de Magallanes puede ser captada con todos los rangos de potencia telescópica por observadores radicados en el hemisferio sur. A simple vista aparece como una nube cuyo diámetro es de $3\frac{1}{2}$°, y su contorno neblinoso contrasta con el fondo oscuro (fig. 7-52, pág. 332).

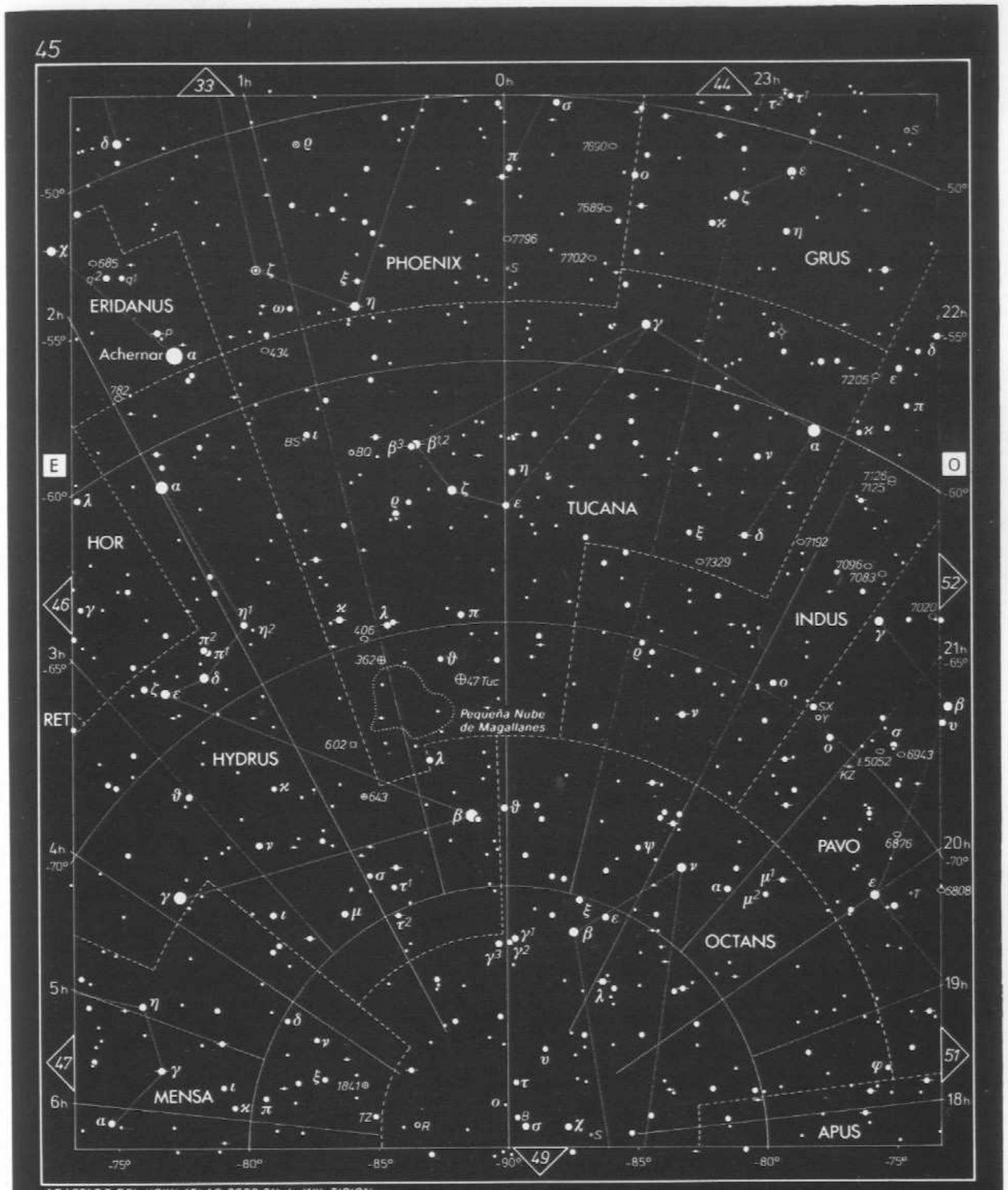
Han sido encontrados muchos cúmulos abiertos y globulares en la Pequeña Nube de Magallanes. Tanto la Pequeña Nube de Magallanes como la Gran Nube de Magallanes también contienen muchas variables Cefeidas. En 1917 Harlow Shapley, usando las relaciones existentes entre los períodos y las luminosidades de las variables Cefeidas, calculó que las Nubes de Magallanes estaban alejadas unos 150 000 años-luz de la Tierra. Este cálculo desencadenó un agitado debate sobre si las Nubes de Magallanes estaban dentro de nuestra galaxia o muy alejadas de sus fronteras y por consiguiente se trataba de galaxias separadas. Se sabe que son dos de los aproximadamente 24 miembros del "Grupo Local" de galaxias al cual pertenece nuestra Galaxia de la Vía Láctea.

Ligeramente hacia el oeste de la Pequeña Nube de Magallanes, aunque sin estar conectado con ella, tenemos a 47 Tucanae, un cúmulo globular grande y altamente concentrado, cuyo brillo es suficiente (magnitud total 5) como para que pueda detectarse con facilidad a simple vista. 47 Tuc es uno de los cúmulos globulares más próximos, a una distancia de sólo 20 000 años-luz.

En una dirección semejante, se encuentra un segundo cúmulo globular, NGC 362, cuya distancia con respecto a la Tierra es el doble de la comprendida entre 47 Tuc y la Vía Láctea. Está formado por estrellas de magnitudes que varían entre 13 y 14 y es también muy compacto. NGC 362 apenas si puede percibirse a simple vista con una magnitud de 6,6.

Las estrellas dobles dignas de ser mencionadas de esta región incluyen β (beta) Tuc (a 0^h32^m —63°), una doble cuyos componentes presentan cierto grado de separación y que puede resolverse con baja potencia en un par de estrellas de magnitudes 4,4 y 4,8. Este sistema es en realidad séxtuple, aunque los otros componentes son relativamente poco brillantes. κ (kappa) Tuc (cerca de 1^h16^m —69°) es un par blanco azulado, cuyos componentes presentan las magnitudes 5,1 y 7,3, que puede resolverse con un telescopio pequeño. Asimismo también están presentes en esta región dos componentes menos brillantes.

Fig. 7-44. El cúmulo globular 47 Tucanae, NGC 104. (National Optical Astronomy Observatories/CTIO)



MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4-+0.5
1 0.6-1.5
2 1.6-2.5
3 2.6-3.5
4 3.6-4.5
5 4.6-5.5
6 5.6-6.5
7 6.6-7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

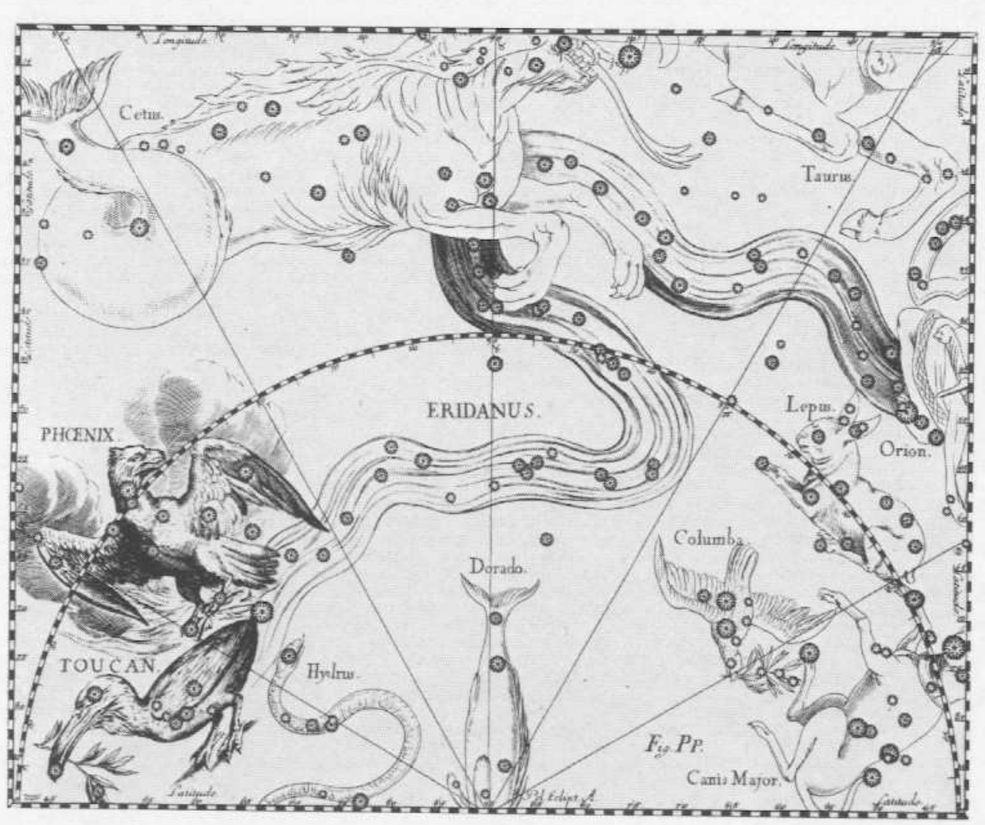
ALFABETO GRIEGO

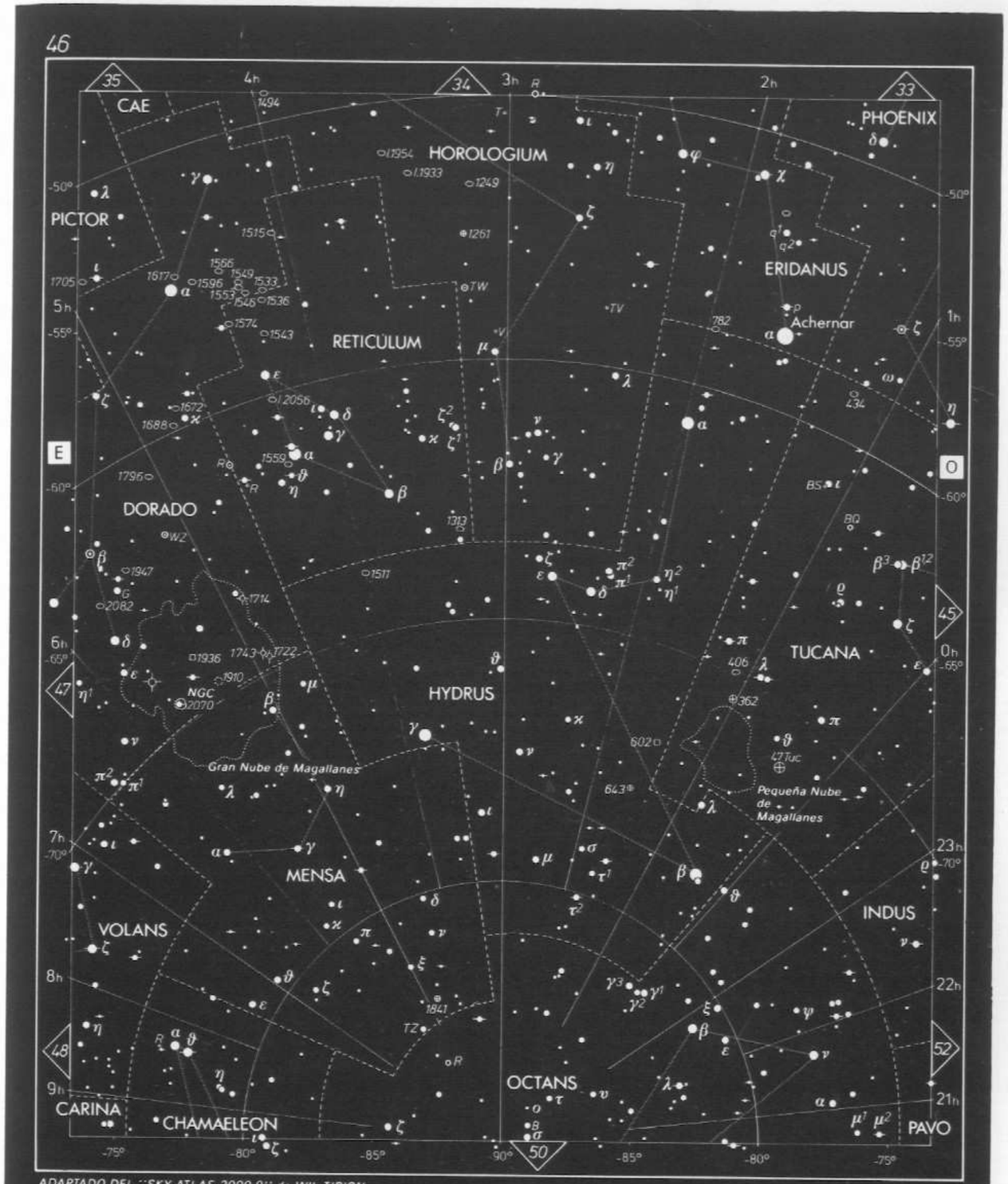
α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	ο	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ ϕ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 46. Achernar Esta carta muestra un área con pocas estrellas brillantes excepto por Achernar, α (alpha) Eridani, cerca de 1^h38^m —57°. Achernar, cuyo nombre significa "la estrella situada al final del río", se encuentra en el punto más meridional de Eridanus. Con una magnitud de 0,46, es la novena estrella más brillante del firmamento. Aunque nunca es visible desde la mayor parte de los Estados Unidos continentales, en los atardeceres otoñales a veces puede verse sobre el horizonte meridional desde el sur de Texas y Florida, y aparece a nivel más alto en el firmamento desde Hawai. Achernar es una gigante azul caliente, unas 650 veces más brillante que el Sol y alejada unos 120 años-luz. Inmediatamente al norte de Achernar tenemos a *p* Eri, un par anaranjado con amplio grado de separación, cuyos componentes son de la magnitud 6.

Situada debajo de α (alpha) Reticuli, que se encuentra a 4^h14^m —62°, θ (theta) Ret es una estrella doble con componentes de magnitudes 6,2 y 8,3, separadas por 3,9 segundos de arco. Un par de grados al noreste de θ Ret, tenemos a R Ret, una variable de período largo cuya magnitud varía de 6,5 a 14,0. Su período es de 278 días.

Fig. 7-45. Eridanus, el río en el cual se zambulló Cygnus en busca de un amigo. Cygnus fue entonces transformado por Apolo en un cisne y colocado en el firmamento. La serpiente marina Hydrus está cerca. El dibujo de la constelación está realizado en sentido inverso, como sucede con todos los dibujos del atlas de estrellas de Hevelius.





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4-+0.5
1 0.6-1.5
2 1.6-2.5
3 2.6-3.5
4 3.6-4.5
5 4.6-5.5
6 5.6-6.5
7 6.6-7.5

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	ο	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ ϕ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 47. Gran Nube de Magallanes, Nebulosa NGC 2070, Canopus En el centro de esta región se encuentra la Gran Nube de Magallanes, la galaxia irregular y enorme compañera de la Pequeña Nube de Magallanes (carta 45). La Gran Nube de Magallanes cubre una gran área del firmamento (fig. 5-47) y puede resolverse incluso con telescopios relativamente pequeños. A simple vista parece una nube brumosa y su brillo es suficiente como para que sea detectable incluso cuando hay Luna llena. (Véase la fig. 7-52 frente a la carta 52.)

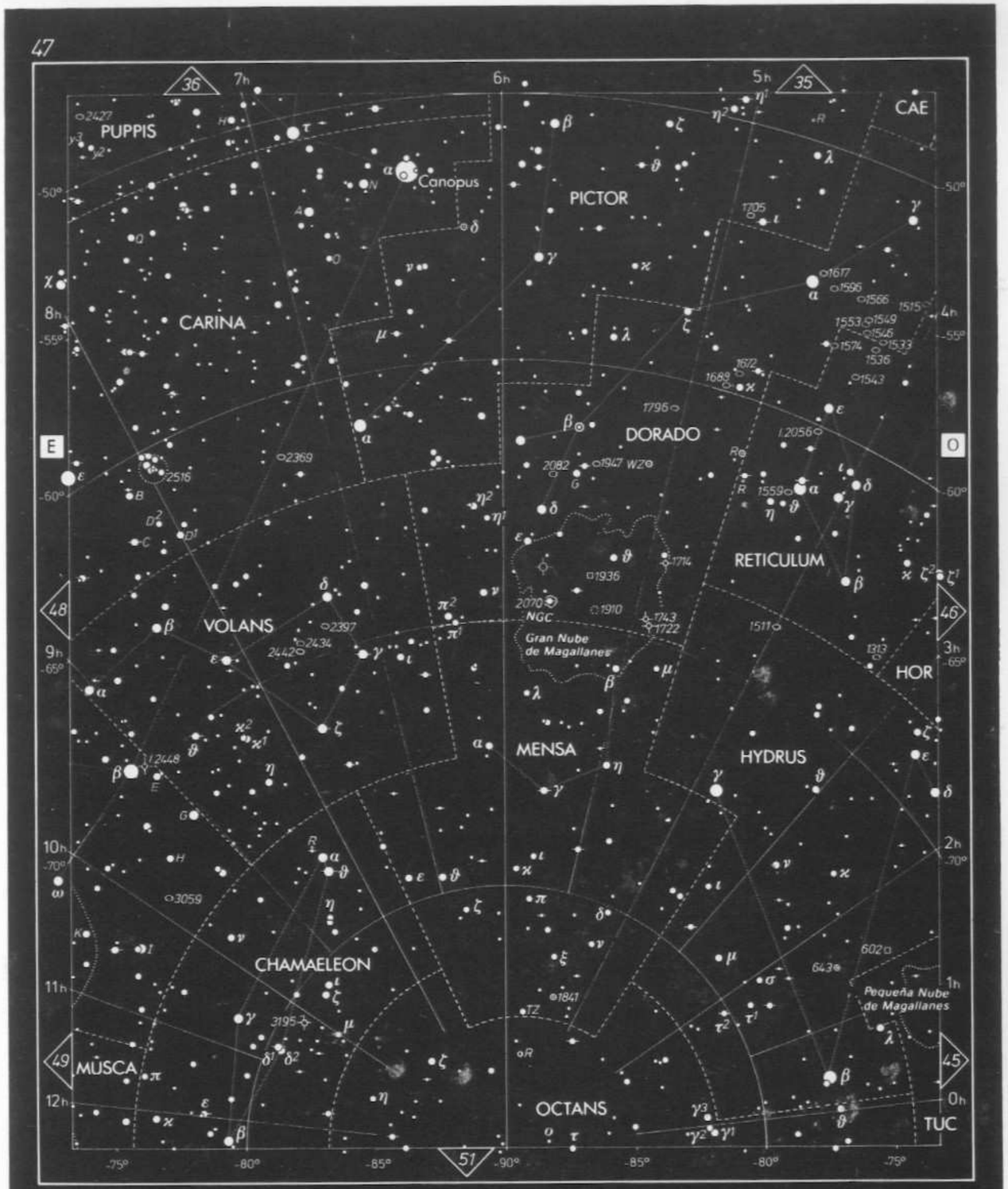
La parte central de la Gran Nube de Magallanes se extiende a lo largo de una longitud de más de 20 000 años-luz, en tanto que la galaxia entera abarca como mínimo 50 000 años-luz. Contiene al menos 30 000 millones de estrellas, incluidas algunas supergigantes cuyo tamaño es superior al de las presentes en nuestra galaxia. Como mínimo 400 nebulosas planetarias y más de 700 cúmulos abiertos están situados dentro de la Gran Nube de Magallanes, junto con unos 60 cúmulos globulares, la mayoría de los cuales son semejantes a los que se hallan dentro de nuestra galaxia.

Las áreas más descollantes de la Gran Nube de Magallanes son las regiones brillantes enormes de hidrógeno resplandeciente en donde estrellas supergigantes proveen de energía a las nebulosas de emisión. Más de 50 nebulosas difusas aparecen visibles con telescopios de tamaño medio. La más conspicua de estas nebulosas es NGC 2070, que tiene forma de bucle y rodea a la estrella 30 Doradus (el Dorado, la Carpa Dorada). Detectable a simple vista, la Nebulosa NGC 2070, es la nebulosa difusa mayor que se conoce en el universo. Su estructura compleja presenta numerosos detalles (fig. 7-46). Más de 100 estrellas supergigantes se arraciman en su centro, que es una región de nebulosidad en la cual se forman estrellas (criadero de estrellas). Cerca de allí explotó una supernova el 24 de febrero de 1987; durante unas pocas semanas era lo bastante brillante para ser observada a simple vista. Al irse desvaneciendo, los astrónomos están estudiándola cuidadosamente (capítulo 5). Los estudios de la supernova han demostrado que se halla a 169 000 años-luz de distancia.

La estrella más brillante de la Gran Nube de Magallanes es S Doradus, perteneciente al cúmulo abierto NGC 1910. S Dor es una estrella variable irregular cuya magnitud varía entre 8,6 y 11,7. Su luminosidad media es 500 000 veces superior a la del Sol.

Cerca de 6^h24^m —53° se encuentra α (alpha) Carinae, denominada también Canopus. Con una magnitud de —0,72, Canopus es la segunda estrella más brillante del firmamento, pues en cuanto a brillo sólo la supera Sirius. Desde la mitad meridional de los Estados Unidos, durante los meses de invierno, puede verse a un nivel bajo sobre el horizonte meridional, haciendo su aparición al sur del observador 20 minutos antes que Sirius. Debido a que es tan brillante y está tan aislada con respecto a otras estrellas brillantes del firmamento, Canopus es usada a menudo para la navegación por naves espaciales que se dirigen hacia los planetas externos.

Fig. 7-46. La Nebulosa NGC 2070 y la Supernova 1987A. (National Optical Astronomy Observatories/CTIO)



CARTA 48. Parte meridional de la Vía Láctea En Carina, Vela y Centaurus, aparece visible de nuevo la parte meridional de la Vía Láctea. Aquí, a lo largo del ecuador galáctico, los campos estelares brillantes de la Vía Láctea son ricos en extremo y hacen que los aficionados realicen durante horas barridos al azar con prismáticos o telescopios pequeños.

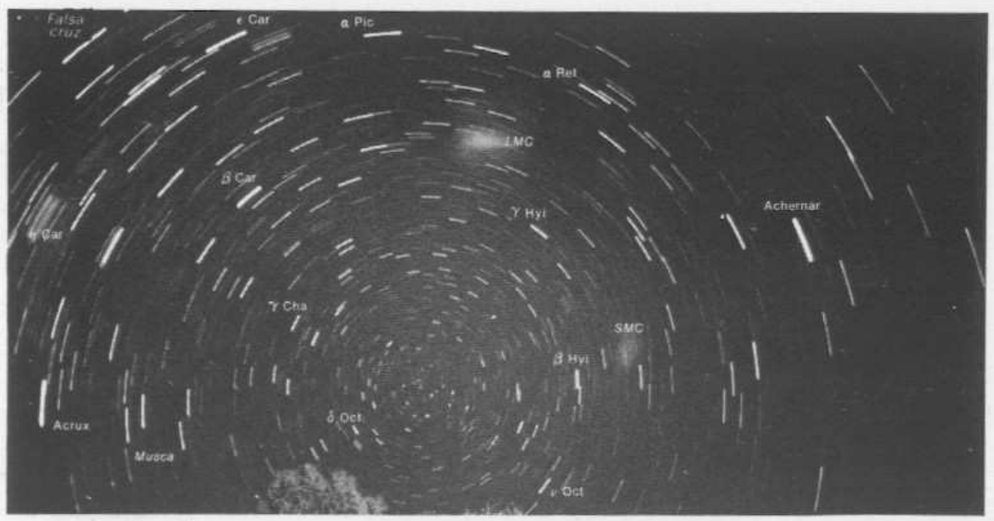
Todos los numerosos cúmulos abiertos son dignos de observación. Entre éstos están NGC 3114 (a 10^h03^m —60°), NGC 3293 (a 10^h35^m —58°) y NGC 2516 (a 8^h —61°). Siendo uno de los cúmulos más bellos visibles para los observadores radicados en las latitudes inferiores del hemisferio norte, NGC 2516 debe observarse con un telescopio de campo amplio debido a su gran tamaño (aproximadamente 1°, o 15 años-luz). Está situado a una distancia de 1300 años-luz y su edad es superior a la del cúmulo doble de Perseus (un cúmulo extremadamente joven, con sólo 10 millones de años de edad), y más joven que las Pléyades (todavía bastante jóvenes con 100 millones de años, menos del 1 % de la edad del universo).

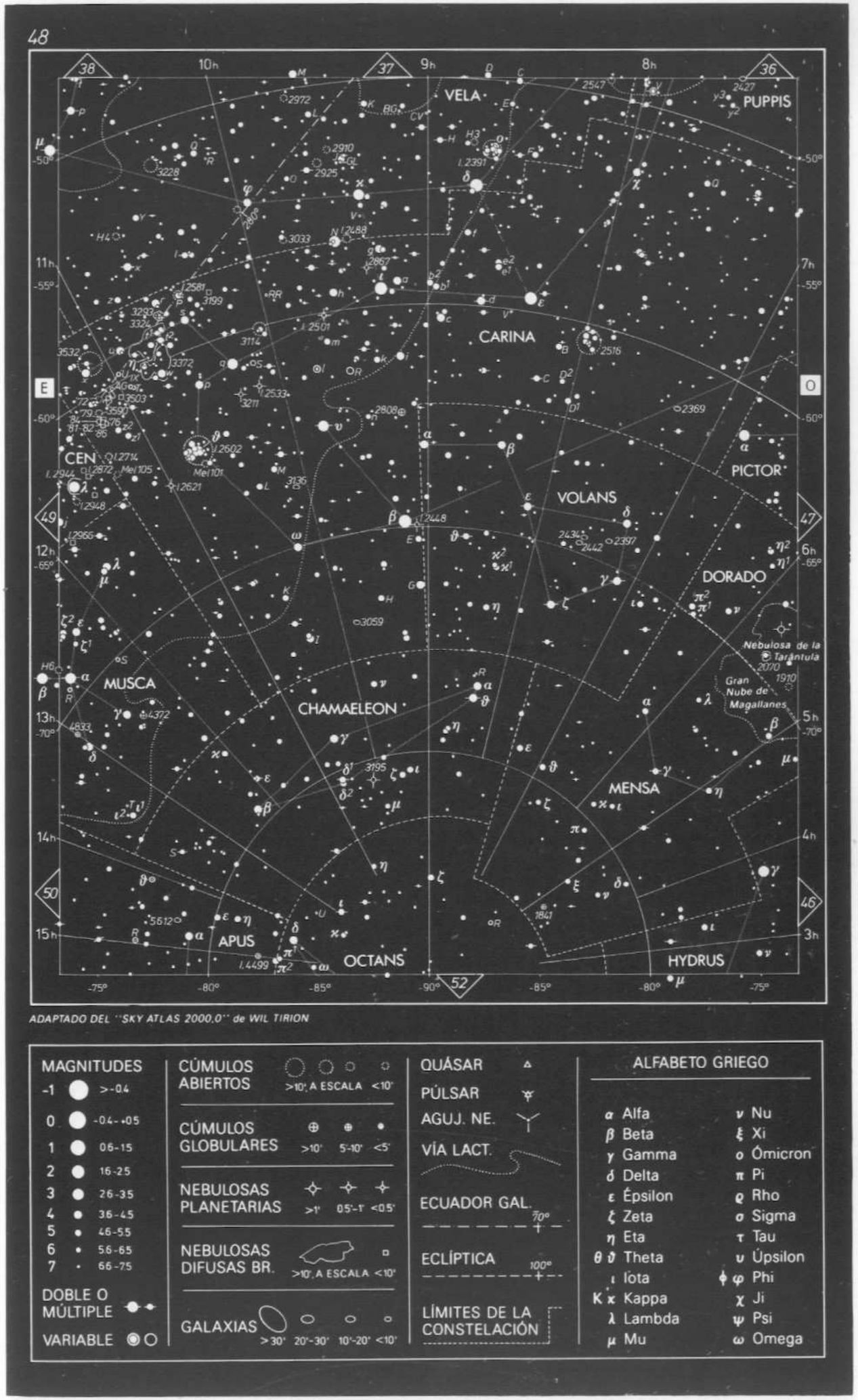
Uno de los cúmulos globulares notables de esta región es NGC 2808, situado por encima del centro de la carta, cerca de 9^h47^m —65°. Se trata de un cúmulo grande y rico cuyas estrellas presentan una magnitud entre 13 y 15, que marca un área con un diámetro de unos 5 minutos de arco. En su centro hay un grupo brillante y no compacto de estrellas.

De las estrellas dobles, H Vel puede resolverse con un telescopio pequeño. Sus componentes son color naranja azulado con magnitudes 4,9 y 7,7. υ (úpsilon) Car (a 9^h47^m —65°), con una magnitud de 3,1, es otra doble que puede resolverse con telescopios pequeños; su componente secundaria de magnitud 6 está separada 5 segundos de arco de la componente primaria de magnitud 3. t^2 Car, cerca de 10^h40^m —59°, es una estrella doble con componentes verde anaranjadas que presentan cierto grado de separación.

l Car (a 9^h45^m —63°) es una de las variables Cefeidas más brillantes. Alcanza la magnitud de 3,3 como máximo y puede detectarse a simple vista a lo largo de su ciclo. Sin embargo, está situada demasiado al sur para la mayoría de los observadores de los Estados Unidos. Esta estrella es una de las variables Cefeidas mayores que se conocen, con un diámetro que es unas 200 veces superior al del Sol. *l* Car posee un período de unos 35½ días y está alejada a una distancia de más de 3000 años-luz.

Fig. 7-47. Rastros estelares alrededor del polo sur celeste, fotografiados desde Australia. En la parte izquierda inferior, ha aparecido la estrella brillante Acrux (alpha Crucis) situada al pie de la Cruz del Sur. La Gran y la Pequeña Nubes de Magallanes aparecen borrosas. Se trata de una exposición orientada al azar de 24 minutos con una lente de ángulo ancho (24 mm) y con una película ASA 250. (Dennis di Cicco/*Sky & Telescope*)





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4-+0.5
1 0.6-1.5
2 1.6-2.5
3 2.6-3.5
4 3.6-4.5
5 4.6-5.5
6 5.6-6.5
7 6.6-7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10', A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10', A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

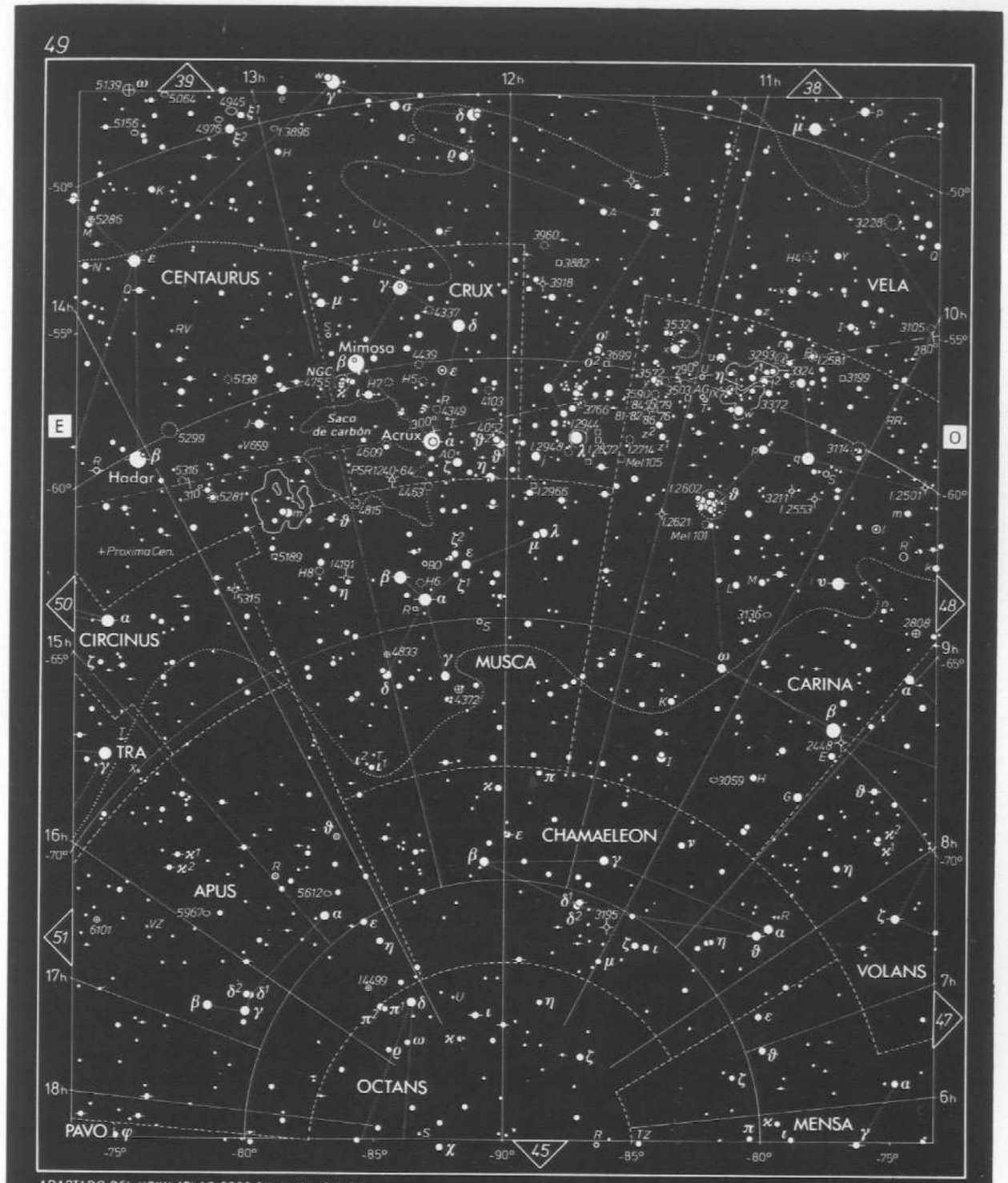
α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

CARTA 49. Nebulosa de Eta Carinae, Nebulosa del Saco de Carbón, Cruz del Sur La Vía Láctea continúa aquí a través de Carina, Crux y Centaurus, ofreciendo vistas conspicuas a los observadores radicados en latitudes meridionales. En la esquina derecha de la parte superior de la carta, cerca de 10^h45^m —59°, la Nebulosa de Eta Carinae (NGC 3372) requiere una atención especial (fig. 5-30). Siendo visualmente la parte más brillante de la Vía Láctea, esta nebulosa extendida presenta una estructura muy compleja con manchas y senderos claros y oscuros entremezclados. La nube oscura superpuesta al área más brillante situada en el centro de la nebulosa, es la nebulosa NGC 3324. La estrella más brillante a la izquierda de la nebulosa NGC 3324 es la estrella variable η (eta) Carinae, a una distancia de unos 4000 años-luz con respecto a la Tierra.

η (eta) Carinae es una estrella de magnitud 6. En la carta, está situada en el extremo de una línea corta que se extiende hacia la derecha y hacia abajo desde la letra griega η. η Car está rodeada por una envoltura nebulosa pequeña que se está expansionando a la velocidad de unos 4 segundos de arco por siglo. Aunque esta estrella variable presenta cierta semejanza con la mayoría de las novas, también posee diferencias peculiares: permaneció brillante durante más de un siglo y su luminosidad fue extremada cuando alcanzó el máximo. Observada por vez primera por Halley en 1677, su brillo varió durante el siglo XIX, alcanzando finalmente un máximo de magnitud —1 en 1843. El brillo disminuyó hasta la magnitud 8 y desde entonces se ha convertido en 6,2. Con una masa que es aproximadamente 100 veces superior a la del Sol, puede explotar transformándose en supernova; la presencia de alguno de los elementos pesados en cantidades inusitadas, descubierta por análisis de su espectro, indica que esta estrella se encuentra en una etapa avanzada de su vida.

Algo al norte de la Nebulosa de Eta Carinae se encuentra el cúmulo abierto NGC 3293, rodeado de nebulosas de reflexión. El cúmulo está alejado sólo 1500 años-luz con respecto a la Tierra y no presenta conexión física con la Nebulosa de Eta Carinae. Unos 3° al noreste de Eta Carinae tenemos a otro cúmulo abierto, NGC 3532. Puesto que es muy grande y alargado, es mejor observarlo con un telescopio de campo amplio. Este cúmulo soberbio contiene como mínimo 400 miembros, de los cuales más de 150 estrellas presentan un brillo denotado por la magnitud 12, o son más brillantes. Unos 5° al sur de la nebulosa se encuentra el cúmulo abierto disperso IC 2602. θ (theta) Car es la estrella central brillante de este cúmulo, que contiene 30 estrellas cuyo brillo es superior al indicado por la magnitud 9 y muchas estrellas menos brillantes. El cúmulo tiene un diámetro de más de 1° y la mejor manera de observarlo es con un telescopio de campo amplio o con baja potencia. Con su estrella central θ Car situada a una distancia de 750 años-luz con respecto a la Tierra, IC 2602 puede ser uno de los cúmulos abiertos más próximos a nosotros.

Más al este (a la izquierda) a lo largo de la Vía Láctea se encuentra IC 2944 (a 11^h35^m —63°), una envoltura poco brillante que rodea a la estrella λ (lambda) Cen. IC 2944, junto con otras muchas regiones de nebulosidad que aparecen aquí, está situada en una región de hidrógeno ionizado que marca uno de los brazos espirales de nuestra galaxia. Ligeramente al este (a la izquierda) de IC 2944 tenemos al cúmulo abierto laxo IC 2948, que se halla detrás de la parte más densa de IC 2944. Hacia el norte, sobre el ecuador galáctico (cerca de 11^h35^m —62°), se encuentra NGC 3766, un cúmulo abierto muy rico y concentrado que contiene como mínimo 200 estrellas con una magnitud comprendida entre 8 y 15; abarca un área con un diámetro de unos 10 minutos de arco. De aspecto bello incluso cuando se observa con prismáticos, se parece a M37 en Auriga (véase la carta 11).



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-04
0 -04-+05
1 06-15
2 16-25
3 26-35
4 36-45
5 46-55
6 56-65
7 66-75
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
K κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

Unos 5° al norte se encuentra la nebulosa planetaria, de magnitud 11, NGC 3918. Aparece como un disco azul rico y sin rasgos distintivos y ha sido comparada con el planeta Urano.

Si nuestro recorrido visual continúa hacia el este (hacia la izquierda) a lo largo de la Vía Láctea, encontramos a Crux, una pequeña constelación casi rodeada de Centaurus. Crux contiene la famosa Cruz del Sur, una constelación en forma de diamante. α (alpha) Cru —Acrux— marca el pie de la cruz. β (beta) Cru —Mimosa— situada hacia el noreste, delimita el extremo oriental de la pieza. γ (gamma) Cru —Gacrux—, hacia el noreste (parte superior derecha de la carta) marca la cabeza de la cruz y es casi tan brillante como β. δ (delta) Cru, hacia el suroeste de γ marca el extremo occidental de la pieza transversal. Tres de estas estrellas están entre las 30 más brillantes del firmamento. Como quiera que la Cruz carece de estrella central, se parece más a una cometa que a una cruz.

Con una magnitud de 1, α Cru (Acrux) está situada a una distancia de casi 400 años-luz. Se trata de una doble fácil de resolver, con dos estrellas azules de magnitudes 1,4 y 1,9 separadas por 4½ segundos de arco. Cada una de estas componentes es, por su parte, una doble espectroscópica.

β Cru (Mimosa), con un grado de alejamiento 20 % superior al de α Cru, es la estrella que en cuanto a brillo ocupa el lugar 20, con una magnitud de 1,25. γ Cru es casi tan brillante, alejada sólo 90 años-luz. Como Antares, se trata de una gigante roja, si bien no tan brillante y de tanto tamaño. Es una doble óptica y sus componentes presentan un contraste conspicuo en cuanto a color y magnitud.

Inmediatamente al sur de β Cru se encuentra un cúmulo abierto magnífico NGC 4755. Se trata de uno de los objetos más bellos de la parte meridional de la Vía Láctea. Este cúmulo contiene más de 100 estrellas desparramadas sobre un área con un diámetro de 50 años-luz. Unas 50 de sus estrellas más brillantes, particularmente la estrella de magnitud 6, κ (kappa) Cru, están concentradas en su centro. Muchas de las estrellas del cúmulo son supergigantes, incluidas algunas de las más brillantes que se conocen en nuestra galaxia. La mayoría de sus miembros son blanco azulados o blancos, contrastando con las supergigantes rojas dispersas como diamantes y un rubí. Con una edad de tan sólo unos pocos millones de años, NGC 4755 es uno de los cúmulos abiertos más jóvenes que se conocen. Detectable a simple vista, debe observarse con un instrumento de baja potencia debido a la riqueza del campo estelar circundante.

Fig. 7-48. NGC 4755, un cúmulo abierto que rodea a la estrella κ (kappa) Crucis. Las ocho estrellas más brillantes presentan una magnitud comprendida entre 6 y 10; el cúmulo tiene un diámetro de unos 10 minutos de arco. (Gabriel Martin, AURA, Inc.; National Optical Astronomy Observatories/CTIO)

Fig. 7-49. La Vía Láctea. Acrux (alpha Crucis) está situada en su centro, justo en el margen derecho del Saco de Carbón. Es el punto más al sur de la Cruz del Sur, parecida a un milano. Mimosa es la brillante estrella de la parte superior izquierda de Acrux. Las otras dos estrellas de la Cruz del Sur son menos brillantes, y continúan en el sentido de las agujas del reloj. El complejo de nebulosidad alrededor de η (eta) Carinae está en el centro derecha. (Royal Astronomical Society)

Al sur de κ Cru y al este de α Cru, se encuentra un área casi desprovista de estrellas, causada por una nube inmensa de polvo cuyas dimensiones son de 7° por 5° (un diámetro de 60 a 70 años-luz) que oscurece la Vía Láctea situada en el fondo. Se trata del Saco de Carbón, la más famosa de las nebulosas oscuras que se pueden percibir a simple vista. Las pocas estrellas visibles con el telescopio son objetos situados en primer plano entre nosotros y el polvo oscurecedor. El Saco de Carbón es una de las nebulosas oscuras más próximas, estando situada a una distancia de tan sólo 500-600 años-luz. Puede detectarse con facilidad a simple vista.

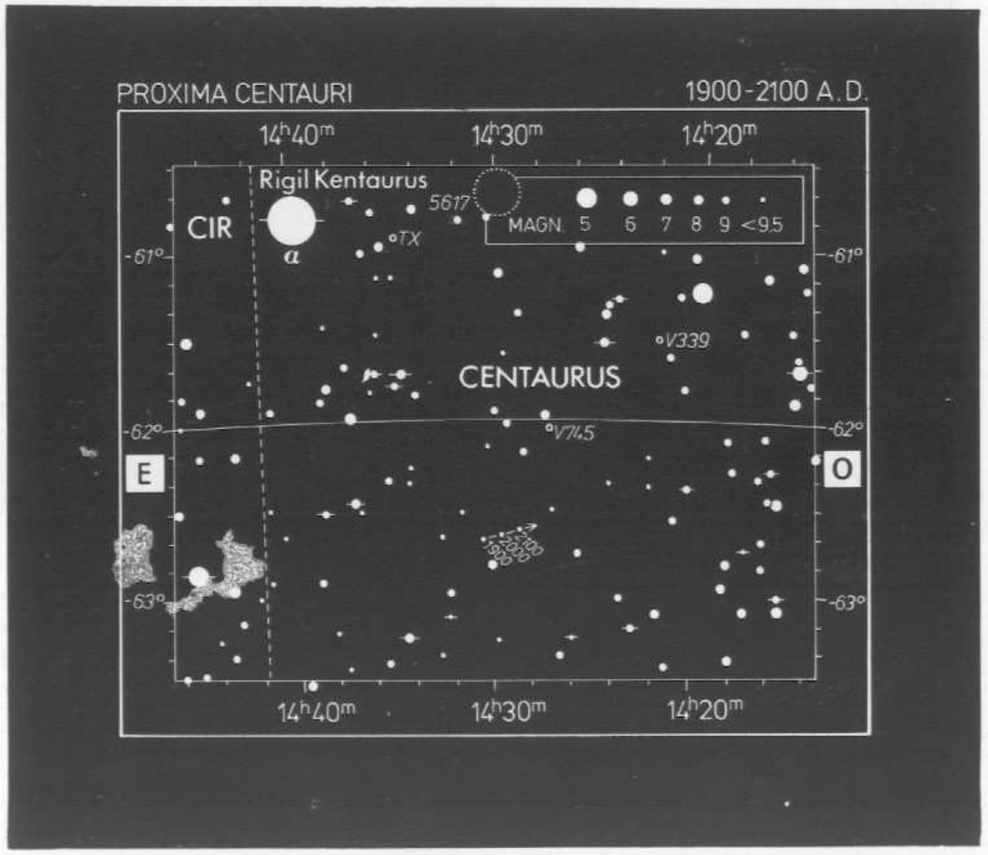
CARTA 50. Alpha Centauri A través de Centaurus y Norma, el brillo de la Vía Láctea está dividido por nubes de polvo oscurecedor. Las características más distintivas de esta región son las dos estrellas, de magnitud 1, α (alpha) Centauri y β (beta) Centauri (magnitudes 0,0 y 0,6, respectivamente), situadas por encima del centro de la carta. La primera es conocida en los círculos de navegación como Rigil Kent (abreviación de Kentaurus), en tanto que la segunda a veces recibe el nombre de Hadar o Wazn. Un par brillante de estrellas del firmamento meridional separadas por $4\frac{1}{2}°$ resulta estar formado, frecuentemente, por α y β Centauri (Cen).

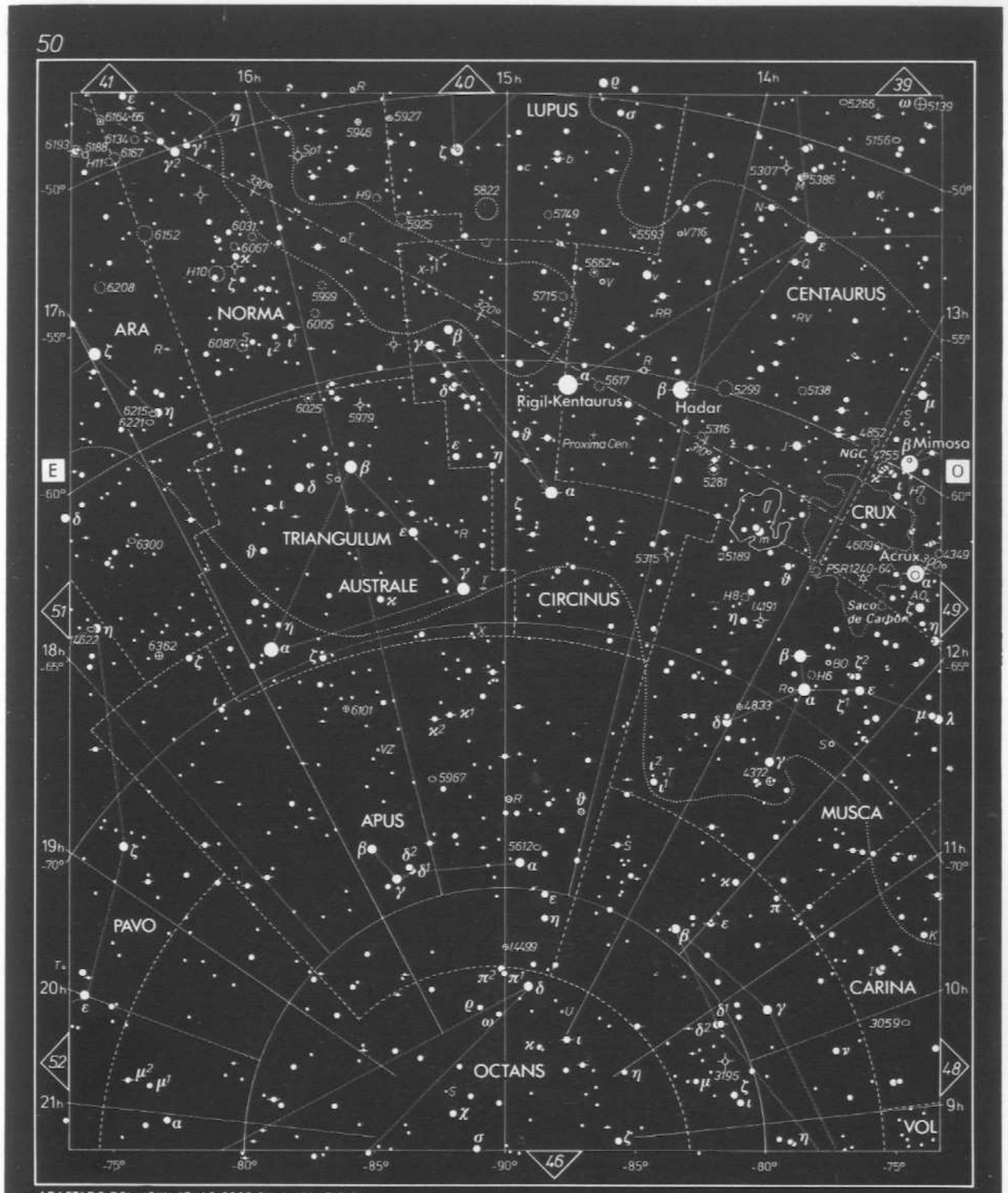
Siendo la cuarta estrella más brillante del firmamento, con una magnitud de 0,0, α Cen A pertenece al sistema estelar más próximo a la Tierra. Alpha está situada a 4,34 años-luz de la Tierra. Es un sistema múltiple; su estrella primaria es casi tres veces más brillante que su secundaria. Una tercera compañera, más pálida, está situada más lejos con respecto a las estrellas primaria y secundaria, en una dirección más cercana al Sol. Esta tercera componente es Próxima Centauri (véase la fig. 7-50, abajo). Próxima ("la más cercana") es una enana roja con un diámetro de $\frac{1}{20}$ del correspondiente al Sol. Una de las estrellas menores que se conocen, posee $\frac{1}{3}$ del tamaño de Júpiter, si bien su masa es mucho mayor.

β Centauri es la estrella que por su brillo ocupa el lugar 11, con una magnitud de 0,61. Posee una estrella compañera de la que dista sólo 1,3 segundos de arco; el par es difícil de resolver debido al brillo de la primaria. β Cen es una gigante azul, unas 10 000 veces más brillante que el Sol.

Circinus X-1, una fuente de rayos X, es un objeto interesante que no se capta a simple vista. Probablemente contiene una estrella de neutrones, un resto compacto derivado de la muerte de una estrella maciza.

Fig. 7-50. Carta que muestra la región cercana a Próxima Centauri, la estrella que se halla más cerca del Sol. Debido a su proximidad, a lo largo de un período de años puede constatarse que se desplaza con respecto a las estrellas más lejanas, tal como se indica. (Wil Tirion)





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4 - +0.5
1 0.6-1.5
2 1.6-2.5
3 2.6-3.5
4 3.6-4.5
5 4.6-5.5
6 5.6-6.5
7 6.6-7.5
DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

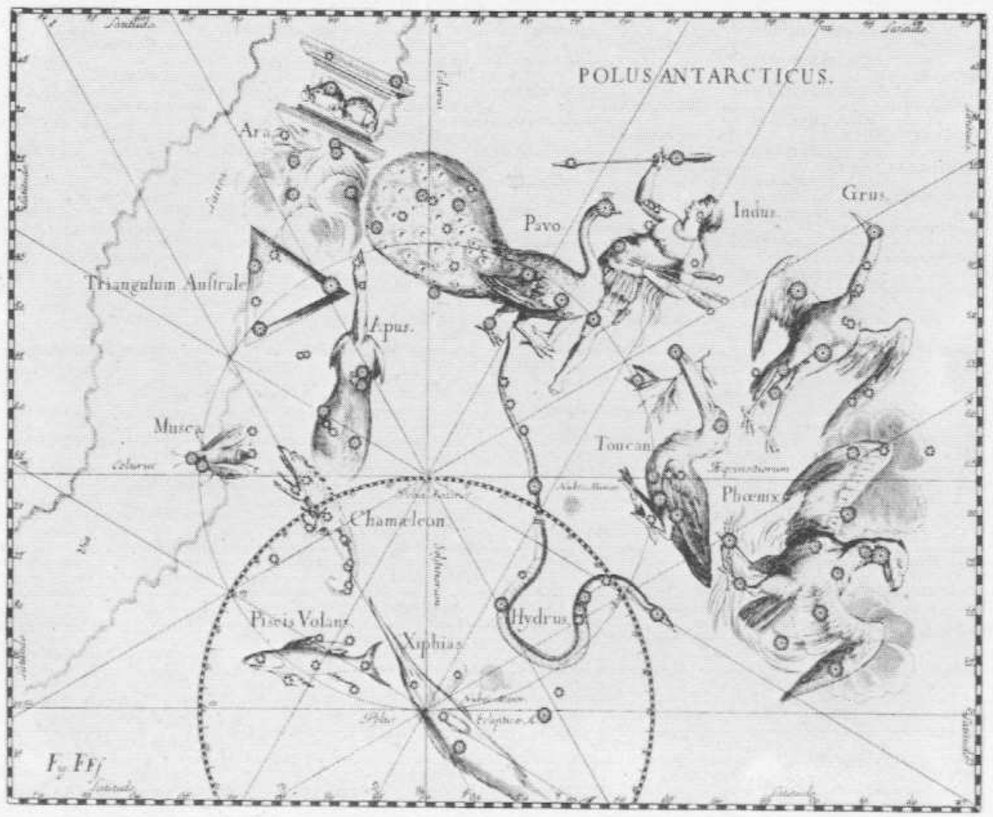
α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

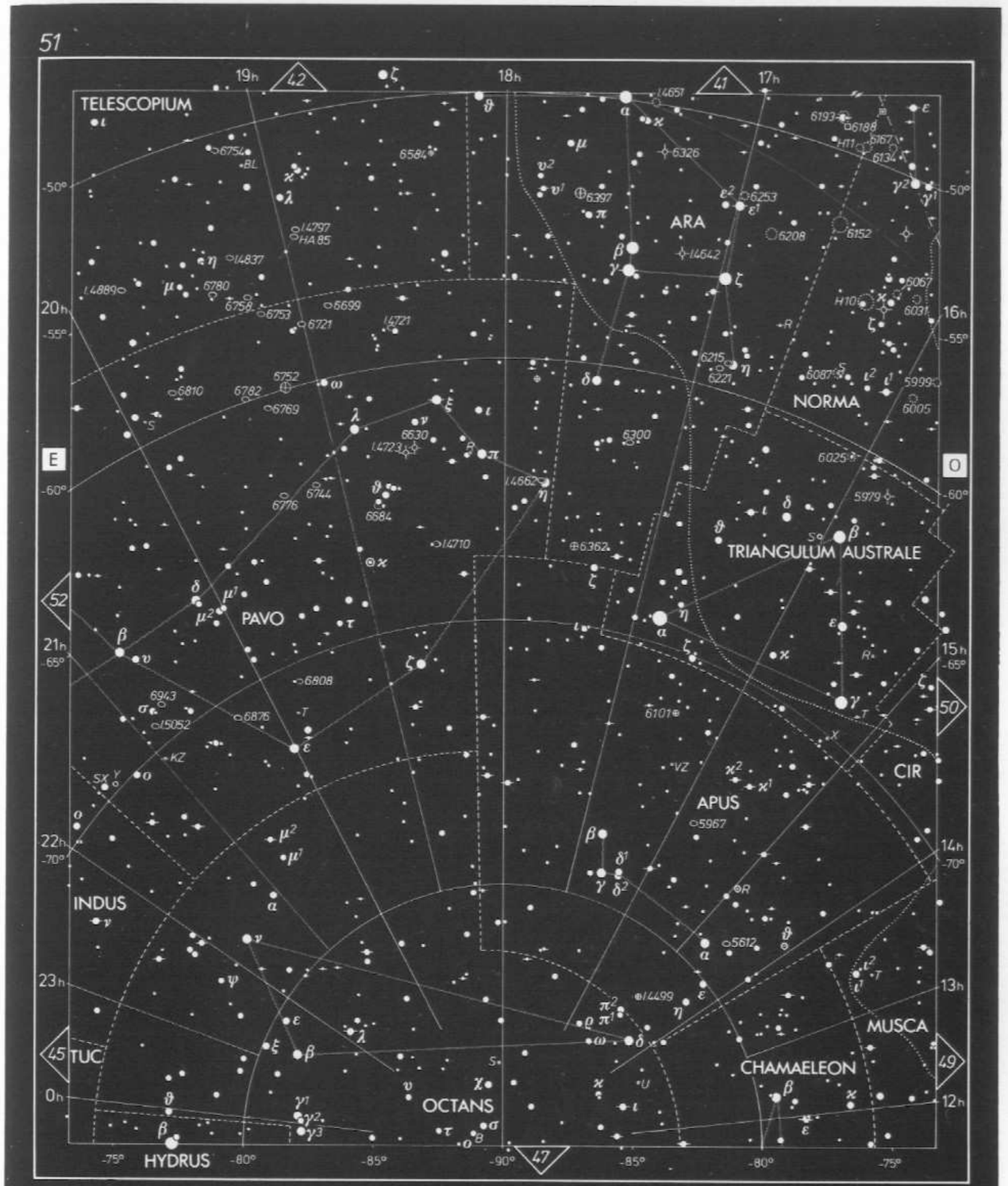
CARTA 51. Octans, Pavo, Apus, Ara Cuando en nuestro recorrido visual nos desplazamos hacia el sureste de la Vía Láctea en esta carta, la riqueza de los campos de estrellas disminuye con rapidez, aunque se vuelven más patentes cúmulos globulares. NGC 6397 (a 17^h40^m —54°) en Ara, el Altar, es un cúmulo globular detectable a simple vista, de brillo excepcional. Puede encontrarse mirando hacia el margen oriental (izquierdo) de la Vía Láctea, unos $10\frac{1}{2}°$ al sur de θ (theta) Sco, aunque no puede percibirse desde la mayor parte de los Estados Unidos. Se trata de un grupo disperso y laxo con una magnitud total de 5,7, fácil de resolver con telescopios pequeños. Situado a una distancia de 8200 años-luz, NGC 6397 puede ser el cúmulo globular más próximo a nuestro sistema solar.

Otro cúmulo excepcionalmente brillante NGC 6752 (a 19^h10^m —60°) posee una magnitud total de 5,4, lo cual hace que sea el séptimo cúmulo globular más brillante. Siendo el cúmulo que en cuanto a tamaño aparente ocupa el tercer lugar, precedido sólo por ω (omega) Cen y 47 Tuc, NGC 6752 es asimismo uno de los cúmulos globulares más próximos, situado a una distancia de unos 14 000 años-luz.

Una estrella doble notable de esta región es ξ (xi) Pav (a 18^h23^m —62°), cuyas componentes son de color verde anaranjado, siendo la primaria de magnitud 4,4 y la secundaria de magnitud 8.

Fig. 7-51. Constelaciones situadas cerca del polo sur celeste, según el atlas de estrellas de Hevelius (1690). Están dibujadas en sentido inverso con respecto al que presentan en el firmamento (y en la carta) debido a que se trata de una vista desde un globo estelar. Obsérvese el bello pavo real (Pavo).





ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4 - +0.5
1 0.6 - 1.5
2 1.6 - 2.5
3 2.6 - 3.5
4 3.6 - 4.5
5 4.6 - 5.5
6 5.6 - 6.5
7 6.6 - 7.5

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10' A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10' A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL. 70°
ECLÍPTICA 100°
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ ϕ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

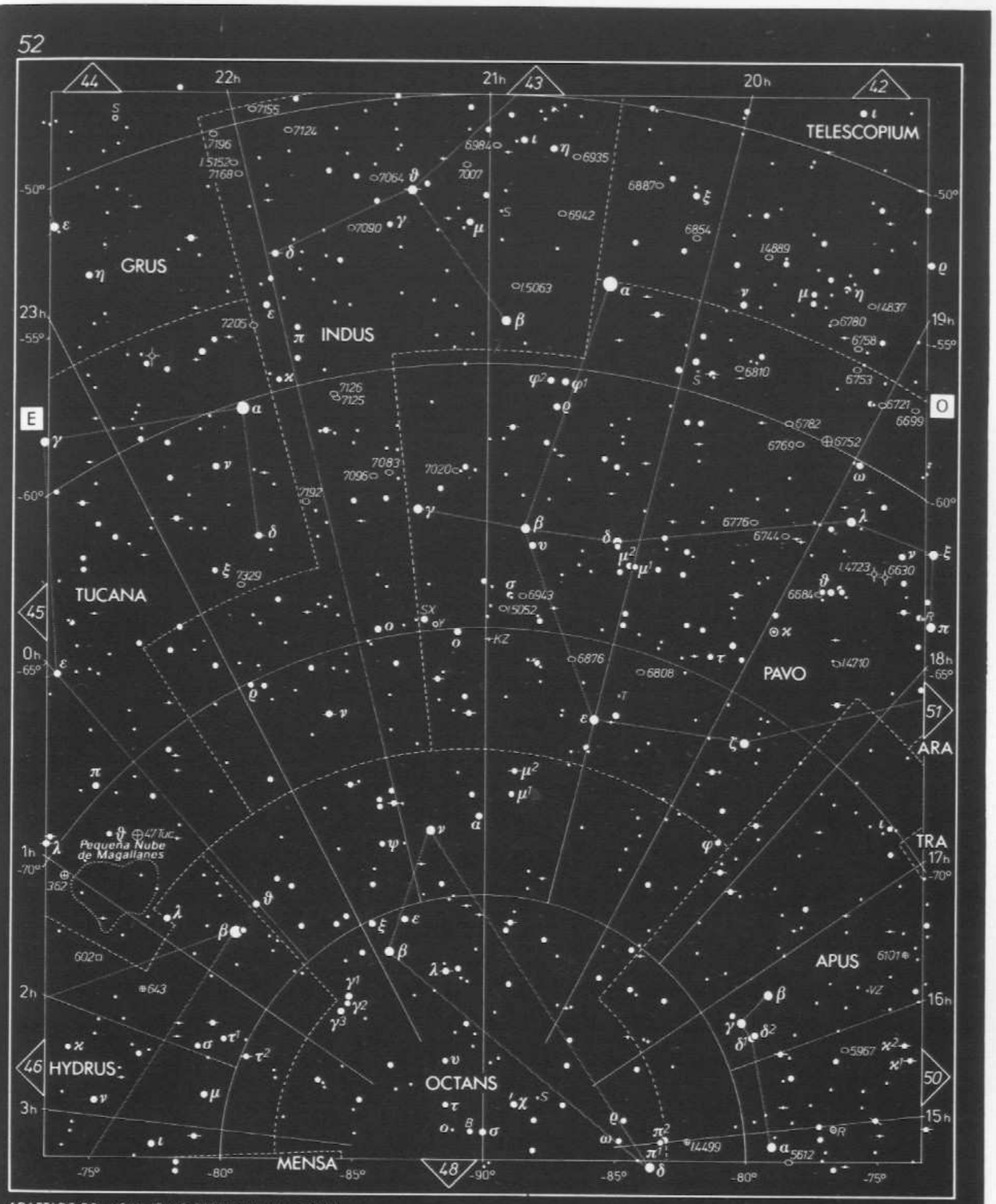
CARTA 52. Las constelaciones de esta área contienen relativamente pocas estrellas. Sólo hay dos estrellas brillantes, α (alpha) Pavonis, la Estrella del Pavo Real, y α (alpha) Gruis, Al Na'ir, en Grus, la Grulla. Indus, el Indio, es la otra constelación que ocupa la mayor parte de la carta.

La región situada cerca del polo sur celeste casi no tiene objetos de interés. Aunque el número de estrellas de fondo no difiere del de cerca del polo norte celeste, este polo posee estrellas con un brillo suficiente como para hacer que sean interesantes las constelaciones de los alrededores. La estrella de magnitud 5 σ (sigma) Octantis, a 1° del polo sur celeste, es la estrella del polo sur. Aunque resulta muy inconspicua en comparación con Polaris y en su vecindad no están situados los punteros y el Pequeño Carro que hacen que Polaris sea fácil de encontrar, σ Oct puede detectarse con facilidad a simple vista cuando el cielo está muy oscuro.

λ (lambda) Oct (a 21^h51^m —83°) es una estrella doble que puede resolverse con un telescopio pequeño. Muestra, a modo de contraste, componentes anaranjada y verde que presentan las magnitudes de 5,4 y 7,7.

Fig. 7-52. La Gran y la Pequeña Nubes de Magallanes están situadas a 20° y 40°, respectivamente, sobre el horizonte, en esta fotografía realizada desde Australia, con una exposición de 45 segundos mediante una película 400 ASA según una lente de 35 mm a *f*/1,5. El polo sur celeste está cerca del margen derecho de la fotografía. Canopus aparece abajo a la izquierda y Achernar arriba a la izquierda. (Shigetsugu Fujinami)

52



ADAPTADO DEL "SKY ATLAS 2000.0" de WIL TIRION

MAGNITUDES
-1 >-0.4
0 -0.4 - +0.5
1 0.6 - 1.5
2 1.6 - 2.5
3 2.6 - 3.5
4 3.6 - 4.5
5 4.6 - 5.5
6 5.6 - 6.5
7 6.6 - 7.5

DOBLE O MÚLTIPLE
VARIABLE

CÚMULOS ABIERTOS >10'. A ESCALA <10'
CÚMULOS GLOBULARES >10' 5'-10' <5'
NEBULOSAS PLANETARIAS >1' 0.5'-1' <0.5'
NEBULOSAS DIFUSAS BR. >10'. A ESCALA <10'
GALAXIAS >30' 20'-30' 10'-20' <10'

QUÁSAR
PÚLSAR
AGUJ. NE.
VÍA LACT.
ECUADOR GAL.
ECLÍPTICA
LÍMITES DE LA CONSTELACIÓN

ALFABETO GRIEGO

α	Alfa	ν	Nu
β	Beta	ξ	Xi
γ	Gamma	o	Ómicron
δ	Delta	π	Pi
ε	Épsilon	ρ	Rho
ζ	Zeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
θ ϑ	Theta	υ	Úpsilon
ι	Iota	φ	Phi
κ	Kappa	χ	Ji
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Mu	ω	Omega

8

LA LUNA

Durante gran parte de todos y cada uno de los meses, la Luna es el objeto más conspicuo del firmamento nocturno. La Luna tiene un diámetro algo superior a $^1/_4$ del correspondiente a la Tierra. Esto hace que sea el satélite mayor del sistema solar en comparación con su planeta progenitor. (Los tres satélites de Júpiter y el satélite de Neptuno y el que corresponde a Saturno, son físicamente mayores que nuestra Luna.)

La Luna describe órbitas alrededor de la Tierra cada $27^1/_3$ días con respecto a las estrellas. Pero durante cada uno de estos períodos, la Tierra y la Luna, como sistema, se han desplazado a lo largo de $^1/_{12}$ de su camino en su órbita anual alrededor del Sol. Por consiguiente, si la Luna en cierto punto de su órbita está directamente entre la Tierra y el Sol, $27^1/_3$ días más tarde no habrá vuelto a este punto situado directamente entre la Tierra y el Sol. La Luna debe describir más órbitas alrededor de la Tierra para volver al mismo lugar con respecto a la línea entre la Tierra y el Sol. La Luna alcanza este punto en un par de días, haciendo que el período sinódico de la Luna sea de $29^1/_2$ días. (El período sinódico es el intervalo entre dos conjunciones sucesivas —alcanzando la misma longitud celeste— de dos cuerpos celestes, en este caso las conjunciones de la Luna y el Sol observadas desde la Tierra.) Precisamente los meses sinódicos son los que se tienen en cuenta en los calendarios lunares.

Las fases de la Luna

Las fases de la Luna se repiten con un período de $29^1/_2$ días, puesto que dependen simplemente del ángulo delimitado por la Tierra, el Sol y la Luna. Una mitad de la Luna está siempre iluminada por el Sol. Para las personas residentes en la Tierra, la Luna parece experimentar fases debido a que en el curso del mes se observan distintas fracciones de la mitad iluminada. Cuando el Sol y la Luna están en lados opuestos de la Tierra, tenemos *Luna llena* (fig. 18-1). Cualquier persona que puede ver la Luna sobre el horizonte percibe la misma fase de la Luna al mismo tiempo.

Cuando el Sol y la Luna están del mismo lado de la Tierra, en primer término tenemos a la Luna y luego al Sol. La cara alejada de la Luna está iluminada por el Sol, pero la cara orientada hacia nosotros no recibe luz solar. Entonces se dice que tenemos *Luna nueva*. En

Fig. 8-1. Una Luna llena. El norte de la Luna está situado en la parte superior, lo cual es también válido para un observador radicado en el hemisferio norte que contempla la Luna a simple vista o con prismáticos. El oeste está a la izquierda. Mare Crisium es un mar pequeño situado en el limbo nororiental (justo por encima del centro, a la derecha). Tycho es el cráter situado en la parte inferior de la zona central y del cual emanan radiaciones prominentes. (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona)

realidad se puede ver la cara oscura de la Luna gracias a la luz solar que procedente de la Tierra alcanza la Luna *(earthshine)*.

Entre la Luna nueva y la Luna llena, tenemos la *Luna creciente* (iluminada en menos de su mitad, fig. 8-2), la *media Luna* (la mitad de la cara que vemos está iluminada) y la *Luna de tres cuartos* (iluminada en más de su mitad, fig. 8-3). La primera media Luna después de la Luna nueva recibe el nombre de cuarto creciente, puesto que estamos a $^1/_4$ del camino a lo largo del ciclo mensual de fases. La Luna media que viene después de la Luna llena, se denomina cuarto menguante. Cuando las fases pasan de Luna nueva a Luna llena, con lo que aparece visible una parte mayor de la cara iluminada de la Luna, la Luna está creciendo. Entre las fases de Luna llena y Luna nueva, la Luna está menguando.

La tabla 13 presenta una lista de datos acerca de las fases de la Luna. Dado que la órbita lunar es elíptica, la velocidad de la Luna al-

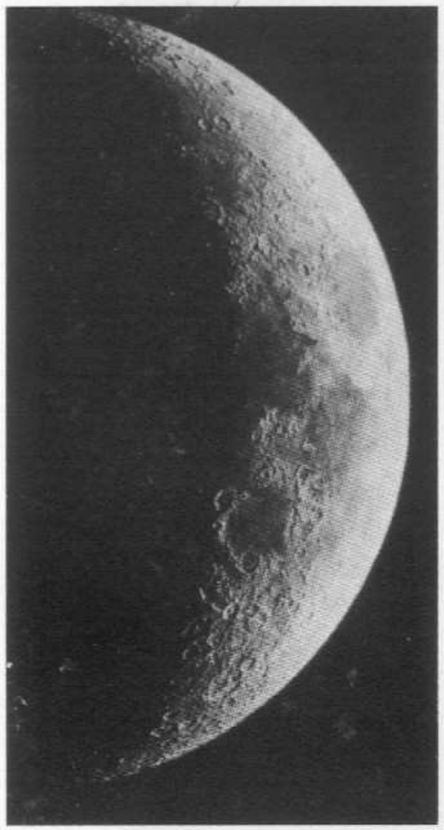


Fig. 8-2. *(izquierda)* Una Luna creciente, es decir, 5 días después de la Luna nueva. Todavía puede verse Mare Crisium. (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona)

Fig. 8-3. *(derecha)* Una Luna de tres cuartos, 10 días después de la Luna llena. (Fotografía del Lick Observatory)

rededor de la Tierra cambia, haciendo que el período entre sus fases varíe ligeramente.

Puesto que el ángulo delimitado por la Tierra, la Luna y el Sol determina qué fase emergerá, la Luna aparece en un tiempo específico de la noche, según la fase en la que se encuentre. Debido a su naturaleza, una Luna llena debe aparecer cuando se pone el Sol. Una Luna nueva debe aparecer cuando sale el Sol y debe ponerse cuando el Sol se pone. La Luna sale unos 50 minutos más tarde cada noche, por término medio. Una Luna en cuarto creciente sale por consiguiente al mediodía aproximadamente y se pone alrededor de la medianoche, y por lo tanto presenta su punto más alto cada día en la puesta del Sol. Una experiencia interesante consiste en observar la Luna en tantos días y noches del mes como sea posible y dibujar cada una de las fases y sus orientaciones con respecto al Sol. A menudo puede detectarse la Luna de día, en especial si primero se calcula de modo aproximado en dónde hay que buscarla.

Tabla 13: Fases de la Luna

Luna nueva d h m (U.T.)	Cuarto creciente d h m (U.T.)	Luna llena d h m (U.T.)	Cuarto menguante d h m (U.T.)
1992			
Ene. 4 23 11	Ene. 13 02 33	Ene. 19 21 30	Ene. 26 15 28
Feb. 3 19 00	Feb. 11 16 16	Feb. 18 08 04	Feb. 25 07 57
Mar. 4 13 24	Mar. 12 02 37	Mar. 18 18 19	Mar. 26 02 31
Abr. 3 05 02	Abr. 10 10 07	Abr. 17 04 44	Abr. 24 21 40
May. 2 17 46	May. 9 15 45	May. 16 16 04	May. 24 15 54
Jun. 1 03 57	Jun. 7 20 48	Jun. 15 04 51	Jun. 23 08 12
Jun. 30 12 19	Jul. 7 02 45	Jul. 14 19 07	Jul. 22 22 13
Jul. 29 19 36	Ago. 5 10 59	Ago. 13 10 28	Ago. 21 10 02
Ago. 28 02 43	Sep. 3 22 40	Sep. 12 02 17	Sep. 19 19 54
Sep. 26 10 41	Oct. 3 14 13	Oct. 11 18 04	Oct. 19 04 13
Oct. 25 20 35	Nov. 2 09 12	Nov. 10 09 21	Nov. 17 11 40
Nov. 24 09 12	Dic. 2 06 18	Dic. 9 23 41	Dic. 16 19 15
Dic. 24 00 43			
1993			
	Ene. 1 03 39	Ene. 8 12 38	Ene. 15 04 02
Ene. 22 18 28	Ene. 30 23 20	Feb. 6 23 56	Feb. 13 14 58
Feb. 21 13 06	Mar. 1 15 47	Mar. 8 09 47	Mar. 15 04 17
Mar. 23 07 16	Mar. 31 04 11	Abr. 6 18 45	Abr. 13 19 39
Abr. 21 23 49	Abr. 29 12 42	May. 6 03 35	May. 13 12 20
May. 21 14 08	May. 28 18 22	Jun. 4 13 03	Jun. 12 05 37
Jun. 20 01 54	Jun. 26 22 45	Jul. 3 23 46	Jul. 11 22 50
Jul. 19 11 25	Jul. 26 03 26	Ago. 2 12 11	Ago. 10 15 20
Ago. 17 19 29	Ago. 24 09 59	Sep. 1 02 34	Sep. 9 06 27
Sep. 16 03 12	Sep. 22 19 33	Sep. 30 18 54	Oct. 8 19 37
Oct. 15 11 37	Oct. 22 08 53	Oct. 30 12 38	Nov. 7 06 37
Nov. 13 21 35	Nov. 21 02 04	Nov. 29 06 32	Dic. 6 15 50
Dic. 13 09 28	Dic. 20 22 26	Dic. 28 23 07	
1994			
			Ene. 5 00 01
Ene. 11 23 11	Ene. 19 20 27	Ene. 27 13 24	Feb. 3 08 07
Feb. 10 14 31	Feb. 18 17 49	Feb. 26 01 16	Mar. 4 16 55
Mar. 12 07 06	Mar. 20 12 15	Mar. 27 11 11	Abr. 3 02 55
Abr. 11 00 18	Abr. 19 02 35	Abr. 25 19 46	May. 2 14 33
May. 10 17 08	May. 18 12 51	May. 25 03 40	Jun. 1 04 03
Jun. 9 08 28	Jun. 16 19 57	Jun. 23 11 34	Jun. 30 19 31
Jul. 8 21 39	Jul. 16 01 13	Jul. 22 20 17	Jul. 30 12 41
Ago. 7 08 46	Ago. 14 05 58	Ago. 21 06 48	Ago. 29 06 41

Tabla 13: Fases de la Luna (continuación)

Luna nueva d h m (U.T.)	Cuarto creciente d h m (U.T.)	Luna llena d h m (U.T.)	Cuarto menguante d h m (U.T.)
Sep. 5 18 34	Sep. 12 11 35	Sep. 19 20 02	Sep. 28 00 24
Oct. 5 03 56	Oct. 11 19 18	Oct. 19 12 19	Oct. 27 16 45
Nov. 3 13 37	Nov. 10 06 15	Nov. 18 06 58	Nov. 26 07 05
Dic. 2 23 55	Dic. 9 21 08	Dic. 18 02 18	Dic. 25 19 08
1995			
Ene. 1 10 57	Ene. 8 15 47	Ene. 16 20 27	Ene. 24 04 59
Ene. 30 22 48	Feb. 7 12 55	Feb. 15 12 16	Feb. 22 13 05
Mar. 1 11 49	Mar. 9 10 15	Mar. 17 01 26	Mar. 23 20 11
Mar. 31 02 09	Abr. 8 05 36	Abr. 15 12 09	Abr. 22 03 19
Abr. 29 17 37	May. 7 21 45	May. 14 20 49	May. 21 11 36
May. 29 09 28	Jun. 6 10 27	Jun. 13 04 04	Jun. 19 22 02
Jun. 28 00 51	Jul. 5 20 04	Jul. 12 10 50	Jul. 19 11 11
Jul. 27 15 15	Ago. 4 03 17	Ago. 10 18 17	Ago. 18 03 04
Ago. 26 04 33	Sep. 2 09 04	Sep. 9 03 38	Sep. 16 21 10
Sep. 24 16 56	Oct. 1 14 36	Oct. 8 15 53	Oct. 16 16 27
Oct. 24 04 37	Oct. 30 21 18	Nov. 7 07 21	Nov. 15 11 41
Nov. 22 15 44	Nov. 29 06 29	Dic. 7 01 28	Dic. 15 05 33
Dic. 22 02 24	Dic. 28 19 07		
1996			
		Ene. 5 20 52	Ene. 13 20 47
Ene. 20 12 51	Ene. 27 11 15	Feb. 4 15 59	Feb. 12 08 37
Feb. 18 23 31	Feb. 26 05 52	Mar. 5 09 24	Mar. 12 17 16
Mar. 19 10 46	Mar. 27 01 32	Abr. 4 00 08	Abr. 10 23 37
Abr. 17 22 50	Abr. 25 20 42	May. 3 11 49	May. 10 05 05
May. 17 11 47	May. 25 14 15	Jun. 1 20 48	Jun. 8 11 06
Jun. 16 01 37	Jun. 24 05 25	Jul. 1 03 59	Jul. 7 18 56
Jul. 15 16 16	Jul. 23 17 50	Jul. 30 10 37	Ago. 6 05 26
Ago. 14 07 35	Ago. 22 03 38	Ago. 28 17 53	Sep. 4 19 07
Sep. 12 23 09	Sep. 20 11 24	Sep. 27 02 52	Oct. 4 12 06
Oct. 12 14 16	Oct. 19 18 10	Oct. 26 14 12	Nov. 3 07 52
Nov. 11 04 17	Nov. 18 01 10	Nov. 25 04 11	Dic. 3 05 07
Dic. 10 16 58	Dic. 17 09 31	Dic. 24 20 41	
1997			
			Ene. 2 01 46
Ene. 9 04 26	Ene. 15 20 03	Ene. 23 15 12	Ene. 31 19 41
Feb. 7 15 08	Feb. 14 08 58	Feb. 22 10 28	Mar. 2 09 39
Mar. 9 01 15	Mar. 16 00 07	Mar. 24 04 46	Mar. 31 19 39

Tabla 13: Fases de la Luna (continuación)

Luna nueva d h m (U.T.)	Cuarto creciente d h m (U.T.)	Luna llena d h m (U.T.)	Cuarto menguante d h m (U.T.)
Abr. 7 11 03	Abr. 14 17 01	Abr. 22 20 35	Abr. 30 02 37
May. 6 20 48	May. 14 10 56	May. 22 09 14	May. 29 07 52
Jun. 5 07 05	Jun. 13 04 53	Jun. 20 19 10	Jun. 27 12 43
Jul. 4 18 41	Jul. 12 21 45	Jul. 20 03 21	Jul. 26 18 30
Ago. 3 08 15	Ago. 11 12 43	Ago. 18 10 57	Ago. 25 02 24
Sep. 1 23 53	Sep. 10 01 22	Sep. 16 18 52	Sep. 23 13 37
Oct. 1 16 53	Oct. 9 12 23	Oct. 16 03 47	Oct. 23 04 50
Oct. 31 10 02	Nov. 7 21 44	Nov. 14 14 13	Nov. 21 23 59
Nov. 30 02 15	Dic. 7 06 11	Dic. 14 02 38	Dic. 21 21 44
Dic. 29 16 58			

Notas: *d* = día, *h* = hora, *m* = minuto. Para convertir el Tiempo Universal (Universal Time: U.T.) en zonas de tiempo de los Estados Unidos (ya sea horario estándar: S.T., o de verano: D.T.) deben sustraerse:

5 horas para obtener E.S.T., 4 horas para obtener E.D.T. (E. = Este).
6 horas para obtener C.S.T., 5 horas para obtener C.D.T. (C. = Centro).
7 horas para obtener M.S.T., 6 horas para obtener M.D.T. (M. = Montañas).
8 horas para obtener P.S.T., 7 horas para obtener P.D.T. (P. = Pacífico).
9 horas para obtener Alaska S.T.
10 horas para obtener Hawai S.T.

La superficie lunar

Incluso a simple vista, se puede percibir que la estructura de la superficie de la Luna es variada. El que la Luna posea áreas planas grandes, llamadas mares, y cráteres fue descubierto por Galileo cuando observó la Luna con su telescopio en 1609. A pesar de su nombre, los mares lunares no disponen de agua.

La vista de la Luna a través de un telescopio, aun cuando sea pequeño, puede ser soberbia. El lector puede ver que los mares son muy planos y que existen otras regiones, las *tierra altas*, que presentan cráteres en abundancia. Los mares poseen relativamente pocos cráteres. Estos mares derivan de material volcánico —lava— que fluyó desde debajo de la superficie lunar hace más de 3000 millones de años. Esta lava recubrió los cráteres que existían en aquel tiempo, por lo cual los cráteres que en la actualidad son visibles en los mares se formaron por impacto de rocas interplanetarias —meteoritos— que desde entonces ha incidido sobre la Luna.

Cuando se observa la Luna con prismáticos o con un telescopio, a menudo resulta muy interesante fijar la atención en el *terminador*, la línea que separa la luz de la oscuridad (el día de la noche, en la Luna). En el terminador se ve la región en la que los rayos solares colisionan con la Luna según el ángulo oblicuo máximo, y por consiguiente la longitud de las sombras es máxima. Esto incrementa el

contraste de las características superficiales. Incluso puede llegar a calcularse la altura que tienen las montañas lunares midiendo las longitudes de sus sombras.

En este capítulo, figuran mapas detallados de la superficie lunar. Se trata de dibujos basados en fotografías de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) y hacen resaltar la estructura de características de todas las partes de la Luna. Los mapas están dibujados según una proyección que agranda las áreas situadas cerca de los márgenes (llamados *limbos*) de la Luna, que de lo contrario estarían demasiado reducidas como para ser vistas con claridad. En esta proyección, una moneda colocada sobre cualquier porción del mapa recubre la misma área de la Luna.

La Luna mantiene en esencia la misma cara con respecto a la Tierra mientras describe órbitas alrededor de ella, presumiblemente debido a que existe una ligera protuberancia de materia en la cara de la Luna orientada hacia la Tierra, lo cual hace posible que la gravedad de la Tierra capture la rotación de la Luna. (De resultas de ello, la Luna gira sobre su eje con respecto a las estrellas durante cada una de sus órbitas alrededor de la Tierra.)

No obstante, el 50 % de la Luna no es lo único que podemos ver. A veces la Luna presenta cierto viraje en un sentido y otras en el sentido contrario. Estas variaciones, llamadas *libraciones*, hacen posible la observación de $^{5}/_{9}$ de su superficie. Debido a ello, la proyección especial de los mapas lunares de esta guía puede ser más útil para un observador que una fotografía tomada en cierto instante en que la Luna pueda haber adquirido un ángulo de libración distinto. Las libraciones son debidas a varias causas, la principal de las cuales es que la Luna gira con una velocidad constante, en tanto que recorre su órbita elíptica con velocidades ligeramente distintas, a tenor del grado de alejamiento con respecto a la Tierra.

Cuando se observa la Luna a simple vista o a través de un telescopio, pueden detectarse varios mares (fig. 8-4). El mar de mayor tamaño recibe el nombre de océano, Oceanus Procellarum. Otros mares poseen nombres como Palus, que significa marjal, y Lacus, que significa lago, aunque en la actualidad se sabe que no existe agua en la Luna. En los márgenes de algunos de los mares se encuentran indentaciones *(senos)*.

Pueden detectarse cráteres de todos los tamaños, con un diámetro de hasta centenares de kilómetros. Muchos de los cráteres poseen *picos centrales* —regiones elevadas en sus centros—. Los científicos han sido capaces de reproducir estos picos centrales en los laboratorios radicados en la Tierra disparando balas contra la arena; los picos centrales derivan de un rebote del material. La mayoría de los cráteres se han formado de resultas de la colisión de meteoritos con la Luna. Cuando se produce la colisión, los meteoritos liberan su energía de modo explosivo, casi como si se tratara de una bomba atómica o de toneladas de TNT. Es precisamente esta energía la que forma el cráter, lo cual explica por qué los cráteres de la Luna tienen una forma relativamente redonda, aun cuando los meteoritos puedan haber incidido formando un ángulo.

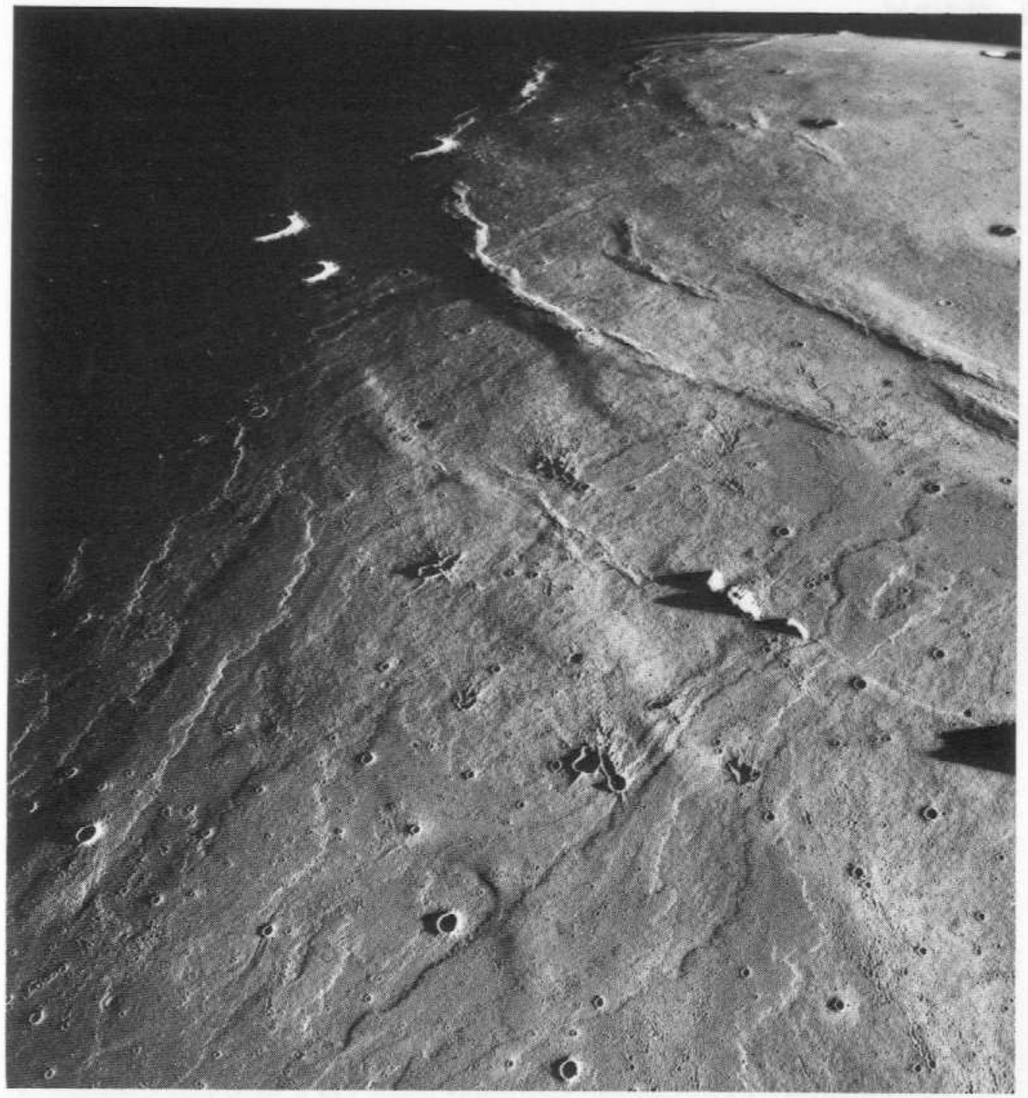


Fig. 8-4. Enormes capas de lava en la parte meridional de Mare Imbrium, fotografiadas desde la nave espacial Apolo 15 en órbita alrededor de la Luna. (NASA)

La Luna posee *montañas* y *cordilleras* y asimismo elevaciones menores denominadas *lomas*. Pueden observarse unos cuantos *valles* en la superficie lunar. Algunos valles pequeños reciben el nombre de *fisuras lunares*; las fisuras a menudo tienen una forma sinuosa, serpenteando a lo largo de centenares de kilómetros a través de la superficie lunar.

Las fotografías ponen de manifiesto que en ciertas fases, pueden detectarse radiaciones que surgen de unos pocos cráteres, sobre todo de Tycho. Estas radiaciones están formadas por material expulsado durante la formación de los cráteres. A lo largo de millones de años, el material de las radiaciones se oscurece hasta volverse invisible. El que las radiaciones que surgen de Tycho sean todavía visibles a las claras indica que se trata de uno de los cráteres grandes más jóvenes que existen en la Luna.

Durante miles de años, los humanos han tenido que hacer conjeturas sobre la Luna. Pero en 1969, con el alunizaje de la primera

nave Apolo tripulada por astronautas de los Estados Unidos, empezamos a adquirir conocimientos de primera mano sobre la superficie lunar. Incluso un conocimiento tan básico como el que la Luna posee una superficie dura con una capa delgada de polvo tuvo que esperar a los primeros alunizajes de naves espaciales no tripuladas y luego la constatación de que los astronautas de la nave Apolo no se hundían en la superficie. El alunizaje implicó a doce astronautas en seis misiones Apolo (tabla 14), que realizaron muchos tipos de experimentos en la Luna. Los astronautas midieron el flujo de calor procedente de debajo de la superficie lunar, recogieron partículas de origen solar que habían incidido sobre la Luna y midieron la dureza de las rocas de la superficie lunar. Evidentemente la recolección de rocas lunares y de polvo lunar para ser sometidos a un análisis detallado en la Tierra fue el experimento más ampliamente conocido. Tres naves soviéticas no tripuladas trajeron asimismo a la Tierra unas pocas muestras de rocas y polvo lunares, si bien en cantidades menores que los 382 kilogramos de material aportados por los astronautas americanos. Muchas de las rocas lunares son basaltos, un tipo común de roca en la Tierra formada por vulcanismo.

Tabla 14: Misiones tripuladas por el hombre en dirección a la Luna

Misión	Año	Centro de alunizaje (véase el mapa lunar)
Apolo 11	1969	6
Apolo 12	1969	3
Apolo 14	1971	3
Apolo 15	1971	6
Apolo 16	1972	2
Apolo 17	1972	6

De resultas del análisis de las rocas lunares efectuado en la Tierra, los científicos fueron capaces de crear una cronología exacta de la historia lunar. Las rocas más antiguas tenían una edad de 4420 millones de años, la cual presumiblemente representa el tiempo en que la superficie lunar empezó a solidificarse, poco después de la formación global de la Luna hace 4600 millones de años. A continuación, hace de 4200 a 3900 millones de años, la superficie fue bombardeada intensamente por meteoritos. Cien mil años más tarde, los elementos radiactivos del interior de la Luna habían generado tanto calor que afloró lava sobre la superficie lunar, rellenando las cubetas mayores y dando lugar a los mares que pueden verse en la actualidad. Esta era de vulcanismo lunar terminó hace unos 3100 millones de años, y desde entonces la superficie de la Luna ha cambiado poco.

Aunque las fotografías de la Luna tomadas desde la Tierra son con frecuencia espectaculares, ya estén obtenidas con ayuda de telescopios pequeños o con algunos de los mayores, cualquier vista de la Luna desde la Tierra resulta siempre algo difuminada por efecto de

Fig. 8-5. Fotografía tomada desde la Tierra con un telescopio pequeño (9 cm), indicando la presencia de Clavius (cerca de la parte superior) y Tycho hacia el norte (parte inferior de la zona central). El sur está arriba, como en el mapa lunar 3. (Questar Corporation)

la atmósfera de la Tierra (fig. 8-5). Por consiguiente las fotografías procedentes de la nave Apolo pueden presentar detalles mucho más finos. Y desde la Tierra se ve sólo la cara cercana de la Luna. La cara lejana de la Luna fue desconocida por completo hasta que una nave espacial describió una órbita circular alrededor de la Luna. En este capítulo, además de estar incluidos ocho mapas detallados de la cara cercana de la Luna, figura un mapa de la cara alejada, a una escala menos dilatada. Estos mapas presentan algunos de los nombres que han sido asignados a los cráteres y otras características por la International Astronomical Union, a quien corresponde la responsabilidad de otorgar nombre a las características astronómicas del universo.

Eclipses lunares

El plano de la órbita lunar está inclinado 5° con respecto a la Tierra. Por ello, dado que la Luna gira alrededor de la Tierra cada mes, generalmente pasa por encima o por debajo de la sombra de la Tierra. (La sombra de la Tierra es un cono que —a la distancia que está la Luna de la Tierra— es aproximadamente el doble de ancho que el diámetro lunar.) Pero cada pocos meses, la Luna se introduce de modo total o parcial en la sombra de la Tierra, y entonces tenemos un eclipse parcial o total (fig. 8-6).

La sombra de la Tierra posee un cono interno más oscuro, la *umbra*, desde el cual el Sol no puede verse en absoluto, y un cono externo, la *penumbra*, desde el cual puede verse parte del Sol. La mayor parte de la penumbra no es suficientemente oscura como para ejercer un efecto visible en el brillo lunar, por lo cual los eclipses penumbrales suelen ser pasados por alto.

Durante un eclipse lunar parcial, la umbra de la sombra de la Tierra avanza hasta parte de la superficie de la Luna y luego se aleja hacia el otro lado. No se observa otro efecto.

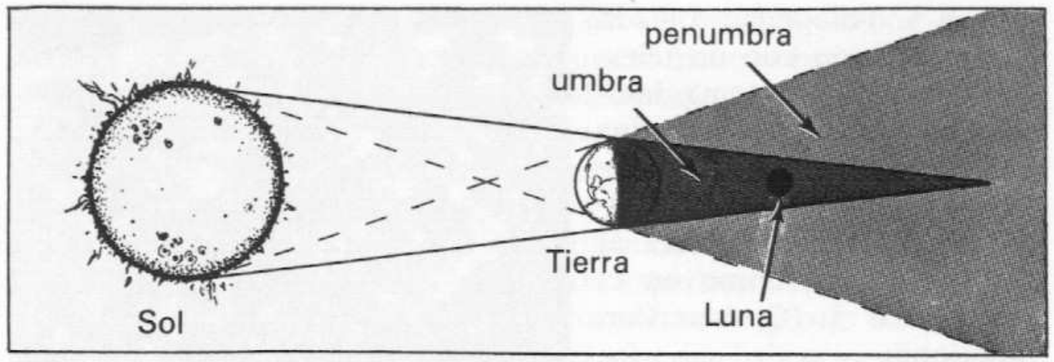


Fig. 8-6. Dibujo de un eclipse lunar, indicando la umbra de la sombra de la Tierra (el área definida por líneas continuas) y la penumbra (definida por líneas de trazos). (Susan Eder)

Durante un eclipse lunar total (tabla 15), la umbra incide sobre la Luna (contacto primero) y luego recubre de modo gradual la Luna hasta que el solapamiento es completo (contacto segundo). Luego, durante una hora o dos, la Luna queda inmersa en la sombra de la Tierra. Aunque no cae luz solar directamente sobre la Luna totalmente eclipsada, algo de luz se desvía alrededor de la atmósfera de la Tierra. A partir de esta luz solar refractada, queda eliminada la luz azul cuando la luz es dispersada por la atmósfera de la Tierra. Esto crea un firmamento azul en posición cenital para las personas radicadas en la Tierra; sólo la luz roja llega a alcanzar la Luna. Por lo tanto, cuando la Luna está totalmente eclipsada tiene un aspecto rojizo. La intensidad de color rojizo depende de si está presente el polvo volcánico en la atmósfera de la Tierra; el polvo hace que la Luna parezca más oscura y con tonalidades menos rojizas. Incluso las tormentas gigantes o las regiones anubladas de la Tierra pueden afectar a la sombra de la Tierra, haciendo quizá que la oscuridad de la sombra parezca no uniforme sobre la Luna. Asimismo la Luna aparecerá iluminada con menos uniformidad si pasa más cerca de los lados de la umbra en vez de pasar por la parte central de la umbra.

Los observadores en los Estados Unidos y el Canadá orientales podrán ver un eclipse lunar total el 9 de diciembre de 1992, y los del oeste podrán observar otro eclipse de este tipo el 4 de junio de 1993. El del 29 de noviembre de 1993 será visible en toda Norteamérica. Los observadores de las zonas más orientales de Estados Unidos y Canadá verán el eclipse total del 4 de abril de 1996. Los Estados Unidos y el Canadá continentales, a excepción de Alaska, verán un eclipse total el 27 de septiembre de 1996. El eclipse total del 16 de septiembre de 1997 se podrá ver en la mayor parte de nuestro planeta, exceptuando las Américas.

Para fotografiar un eclipse lunar, debe usarse una lente para telefotos con una distancia focal de como mínimo 200 m para vistas de primer plano, aunque también pueden ser interesantes vistas de ángulo amplio. Durante las fases parciales, la parte brillante de la Luna está iluminada por el Sol, puesto que aproximadamente está a la misma distancia del Sol que la Tierra, debe emplearse la misma exposición que se emplearía para fotografiar personas al aire libre en un día soleado sobre la Tierra. (Por ejemplo, con una lente de *f*/11 a $^1/_{125}$ segundos para una película ASA 64 sería algo típico.) No obstante, durante la parte total del eclipse la Luna es de color mucho más oscuro y entonces pueden ser necesarias exposiciones de un minuto o incluso más con la lente muy abierta. Entonces las observaciones resultarán borrosas debido al movimiento de la Luna a menos que la

Tabla 15: Eclipses lunares

Fecha	Se inicia la sombra en la Luna	Empieza la totalidad	Termina la totalidad	Desaparece la sombra en la Luna	Magnitud máxima	Máximo en posición cenital (long.)	(lat.)
6/15/92	3:28	—	—	6:28	0,69	74°	24°S
12/9-10/92	**22:01**	**23:08**	**0:22**	**1:29**	**1,28**	**357°**	**23°N**
6/4/93	**11:13**	**12:14**	**13:50**	**14:51**	**1,57**	**195°**	**22°S**
11/29/93	**4:41**	**6:03**	**6:49**	**8:11**	**1,09**	**99°**	**21°N**
5/25/94	2:40	—	—	4:24	0,24	53°	20°S
4/15/95	11:43	—	—	12:55	0,12	185°	11°S
4/4/96	**21:37**	**22:32**	**0:54**	**1:59**	**1,38**	**2°**	**6°S**
9/27/96	**1:14**	**2:20**	**3:30**	**4:36**	**1,25**	**46°**	**2°N**
3/24/97	3:00	—	—	6:22	0,92	68°	1°S
9/16/97	17:09	18:16	19:18	20:25	1,20	183°	3°S
7/28/99	10:23	—	—	12:45	0,40	172°	18°S

Notas: Las entradas en **negrita** = totalidad visible en los Estados Unidos y Canadá. Todos los tiempos aparecen en Tiempo Universal (Universal Time). Para convertir el Tiempo Universal en tiempo correspondiente a las zonas de tiempo de los Estados Unidos, deben sustraerse:

5 horas para obtener E.S.T., 4 horas para obtener E.D.T.
6 horas para obtener C.S.T., 5 horas para obtener C.D.T.
7 horas para obtener M.S.T., 6 horas para obtener M.D.T.
8 horas para obtener P.S.T., 7 horas para obtener P.D.T.
9 horas para obtener Alaska S.T.
10 horas para obtener Hawai S.T.

La magnitud máxima es la fracción del diámetro lunar que se halla en la umbra durante la fase más oscura del eclipse. La Luna entera apenas se halla en la umbra con una magnitud máxima de 1, y se encuentra más en la umbra para una magnitud máxima mayor de 1.

(Basado en *Canon of Lunar Eclipses* de Jean Meeus y Hermann Mucke y *Fifty Year Canon of Lunar Eclipses* de Fred Espenak)

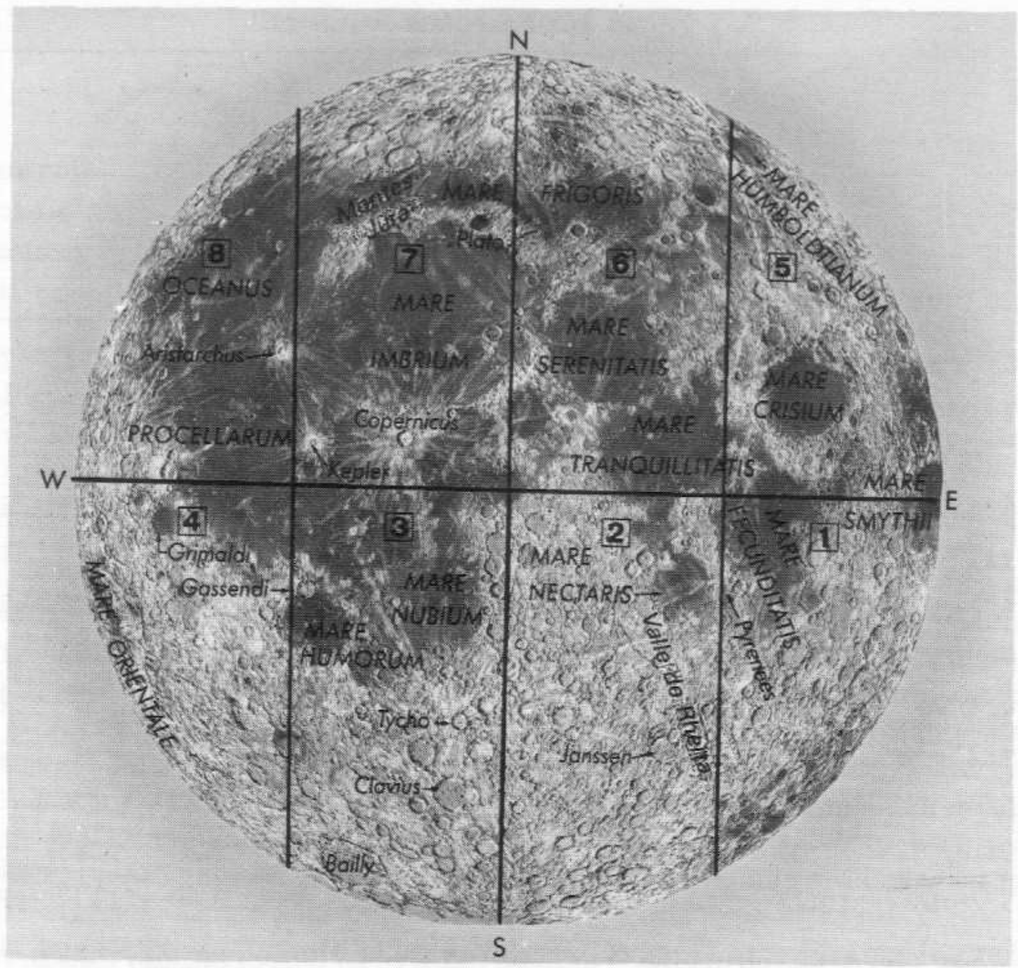


Fig. 8-7. La cara visible de la Luna (el norte está arriba). Este mapa orientativo muestra la localización de cada uno de los mapas que siguen.

cámara o el telescopio estén sobre la montura de localización. A fin de lograr mejores resultados, debe utilizarse una amplia gama de exposiciones en blanco y negro y en color.

Los mapas lunares

Las descripciones que acompañan a los mapas se deben a Ewen A. Whitaker

Proyección utilizada

Vistas desde la Tierra, las regiones externas (el *limbo*) de la Luna aparecen muy reducidas debido al ángulo de visión; las formaciones situadas dentro de 10° de los márgenes del mapa sólo pueden observarse con dificultad y únicamente cuando las condiciones de iluminación y de libración sean favorables. Los mapas lunares usados

en este libro (que fueron preparados de modo conjunto por la National Geographic Society y el U.S. Geological Survey) están dibujados en una proyección que amplía las regiones del limbo y hace que sean fáciles de ver (fig. 8-7). La proyección conserva las áreas relativas que las características abarcan sobre la superficie de la Luna, aunque altera ligeramente sus dimensiones verdaderas.

Direcciones en la Luna

Puesto que la Luna posee polos norte y sur, estas direcciones carecen de ambigüedad. Antes de 1961, el este y el oeste de la Luna fueron asignados de acuerdo con las direcciones del cielo, es decir, para un observador situado en el hemisferio norte de la Tierra orientado hacia el sur (hacia la Luna, desde las latitudes de los Estados Unidos y del Canadá), el este estaba situado a la izquierda y el oeste a la derecha. No obstante, estas direcciones son opuestas a las usadas de modo universal en los mapas terrestres y con el advenimiento de la Era Espacial, fue necesario adoptar una convención común. Por lo tanto, el este y el oeste en las cartas lunares y descripciones que vienen a renglón seguido, y asimismo en todos los documentos profesionales publicados desde 1961, se adaptan a estas direcciones lunares verdaderas. Los lectores que deseen consultar algunas de las obras descriptivas más detalladas y mapas lunares publicados antes de esta fecha, deben saber que "este" y "oeste" en estas publicaciones se refieren a direcciones del firmamento.

Todos los telescopios astronómicos comunes invierten la imagen de la Luna, por lo cual los mapas agrandados de la cara cercana de la Luna están orientados, en esta guía, con el sur en la parte superior y el este lunar hacia la izquierda lo cual facilita la utilización de los mapas. No obstante, la carta de orientación de la cara cercana, no está invertida; corresponde directamente a lo que se observa a simple vista o con prismáticos.

La cara oculta de la Luna

La cara oculta de la Luna sólo ha sido vista por los astronautas que han viajado en las misiones Apolo, pero ha sido fotografiada tanto por ellos (fig. 8-14, en la pág. 366) como por astronaves no pilotadas, de forma que su topografía está bastante bien documentada. En 1990, la aeronave Galileo en ruta hacia Júpiter también fotografió la cara oculta de la Luna (fig. 8-10).

La diferencia más obvia de la cara oculta de la Luna es su escasez de mares oscuros. También presenta algunos remanentes de cuencas más grandes. Las zonas de cráteres de la cara oculta se parecen a las zonas densamente provistas de ellos de la zona sur de la cara visible de la Luna, con unos diámetros y categorías que denotan su aparente juventud. *(Continúa en la pág. 366)*

MAPA LUNAR 1. Esta área está formada principalmente por las tierras altas lunares, que son las áreas dotadas de abundantes cráteres y de tonos más claros de la Luna, aunque la mayor parte del Mare Fecunditatis está situada dentro de los límites de este mapa así como las porciones del Mare Smythii y del Mare Australe. Los cráteres principales son Humboldt, Furnerius, Petavius, Vendelinus y Langrenus.

Humboldt, un cráter relativamente reciente, con un diámetro de 200 km, sería una característica impresionante si estuviera situado más cerca del centro de la cara de la Luna. La mejor manera de observarlo es una noche después de la Luna llena, pero son esenciales libraciones favorables. Vendelinus y Furnerius presentan una posición que favorece más la observación pero son más viejos, como prueba el número de cráteres más recientes que se han solapado con ellos y su aspecto por lo general más liso. Petavius, con un diámetro de 177 km, es algo más joven y resulta interesante debido a una fisura principal que discurre desde su pared occidental hasta el grupo impresionante de picos centrales. Langrenus, cuyo nombre deriva de Van Langren y fue otorgado precisamente por este científico, quien elaboró el primer mapa lunar, tiene también un aspecto bastante reciente y bien definido con un pico central pequeño y laderas formando bellas terrazas. Hacia el suroeste (parte superior derecha) de Petavius están situadas las fuentes de dos sistemas extensivos de listas de superficie brillante denominadas radiaciones. Se ven bien cuando el terminador está a cierta distancia, es decir, en el período que conduce a la Luna llena. Las radiaciones se caracterizan porque sus cráteres fuente, Furnerius A y Stevinus A, son muy pequeños.

Mare Fecunditatis está formado por dos áreas contiguas casi redondas de lavas basálticas oscuras; la parte septentrional posee un diámetro que es unas tres veces superior al de la parte meridional. La parte mayor de este mar presenta un sistema típico de lomas bastante prominentes resultantes de fuerzas de compresión. Los cráteres pequeños Messier y Messier A, situados cerca del ecuador lunar, son interesantes debido a sus formas algo anómalas y a su par inusitado de radiaciones parecidas a haces de linterna, que se extienden hacia el oeste desde Messier A (véase la fig. 8-8, abajo). Estos cráteres fueron estudiados porque parecía que su aspecto variaba, que por lo que se sabe ahora es debido a cambios de iluminación y ángulos de visión.

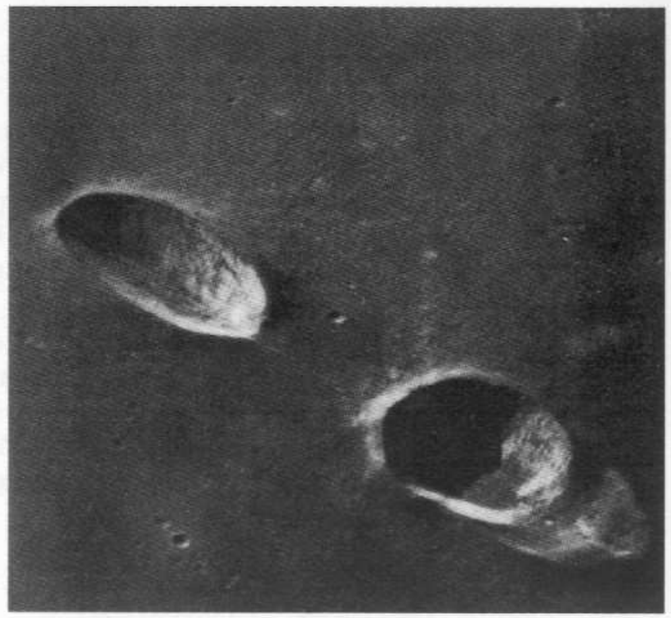
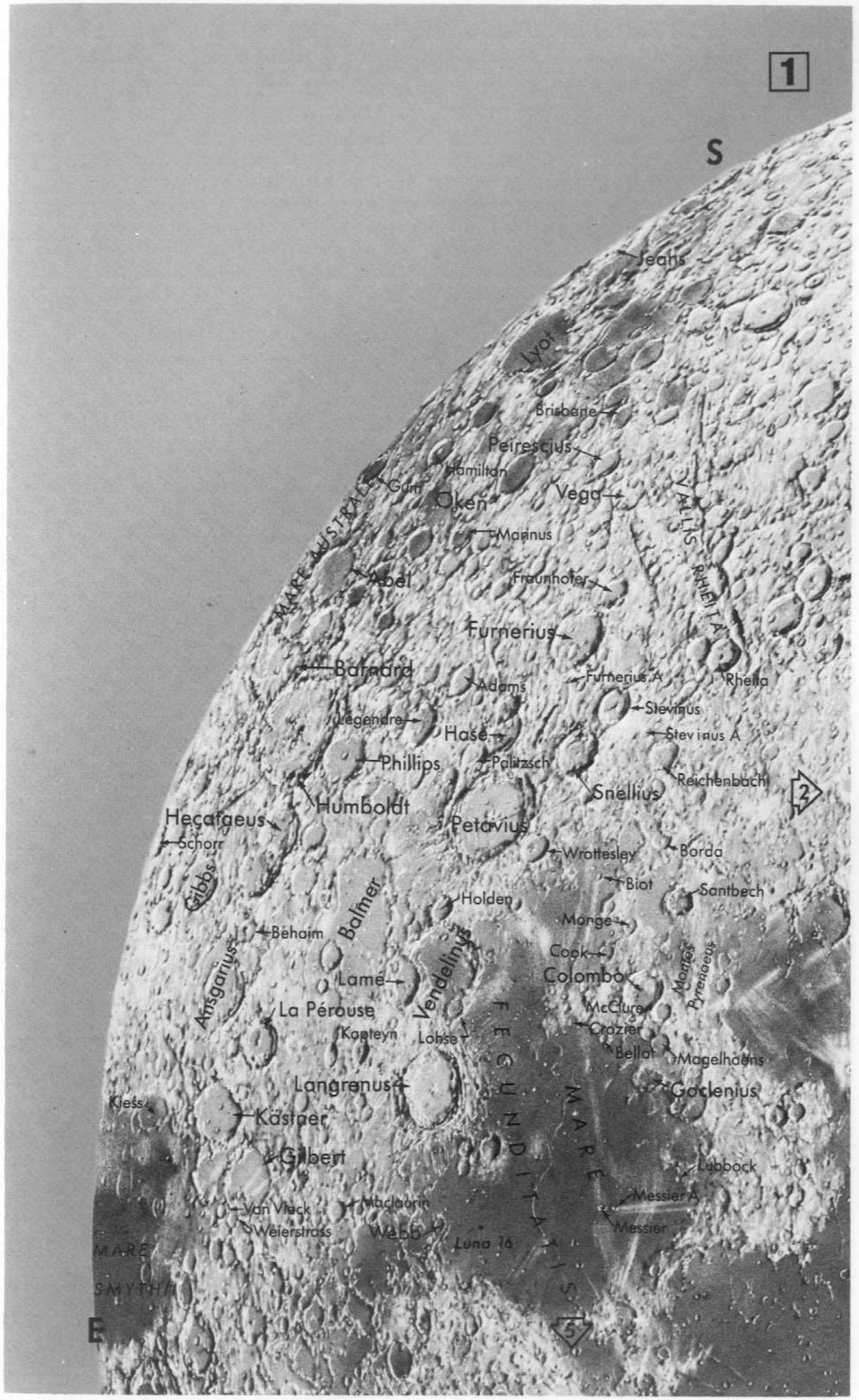


Fig. 8-8. Los cráteres Messier y Messier A, en Mare Fecunditatis, fotografiados desde una órbita lunar durante la misión Apolo 8. Messier tiene 14 km de longitud, 9 km de anchura y 2 km de profundidad. (NASA)



MAPA LUNAR 2. Esta área también está formada principalmente por tierras altas, pero su interés radica en la presencia de Mare Nectaris (parte izquierda inferior) y su cubeta asociada y de Vallis Rheita (parte izquierda superior). La mejor manera de observar este valle lunar es cuando han transcurrido 4-5 días (durante la fase de Luna creciente) o 2-3 días después de la Luna llena, y su longitud es de unos 480 km. No obstante, se dispone de ciertas pruebas de que el valle no es una estructura simple, sino que está formada por dos segmentos de origen distinto. El segmento septentrional de 320 km parece haber sido causado por una subsidencia (hundimiento) de la corteza de la Luna; el segmento meridional, que forma un ángulo con el segmento septentrional, es semejante a muchos valles que parecen irradiar de la cubeta Imbrium (mapa 7), como los del sureste del cráter Hipparchus (parte inferior del mapa; fig. 8-9).

Janssen es uno de los mayores cráteres (con un diámetro de 190 km) que figuran en este mapa (parte izquierda superior de la zona central); la mayor parte de su suelo es muy escabroso. Este suelo también contiene una fisura prominente, con muchas fisuras menores y una falla semejante a un acantilado a modo de ramificación. Maurolycus (con 112 km de diámetro), situado en el centro, es uno de los cráteres, de mayor tamaño, más profundos (4570 m); tiene un aspecto muy impresionante cuando está cerca del terminador. Theophilus (parte inferior del centro), con un diámetro de 100 km, parece algo más reciente (márgenes más nítidos). Su situación es adecuada para que pueda observarse parte de su *capa de eyectos* —la capa de material expulsado (eyecto) a partir del cráter— que se extiende hacia el norte.

Un telescopio de tamaño medio revelará la escabrosidad de esta área en comparación con la superficie bastante lisa de Mare Nectaris. Mare Nectaris es un área conspicua, algo circular, de lavas basálticas con un diámetro de unos 354 km y dotada de algunas lomas concéntricas en la parte oriental. Este mar resulta del relleno de una depresión central preexistente causado por el impacto que formó la cubeta de Nectaris. El límite externo de esta cubeta está marcado, en el suroeste, por una línea de falla denominada Acantilado de Altai (Rupes Altai) y en el este por los Montes Pirineos. Éstos y otros segmentos de acantilados y bloques de montañas forman un círculo concéntrico con la superficie del mar y con un diámetro doble al de dicha superficie, característica de todas las estructuras lunares mayores resultantes de impactos.

Fig. 8-9. Valles lunares que irradian de la cubeta Imbrium, cerca del cráter Hipparchus (parte inferior de la zona central). (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona)

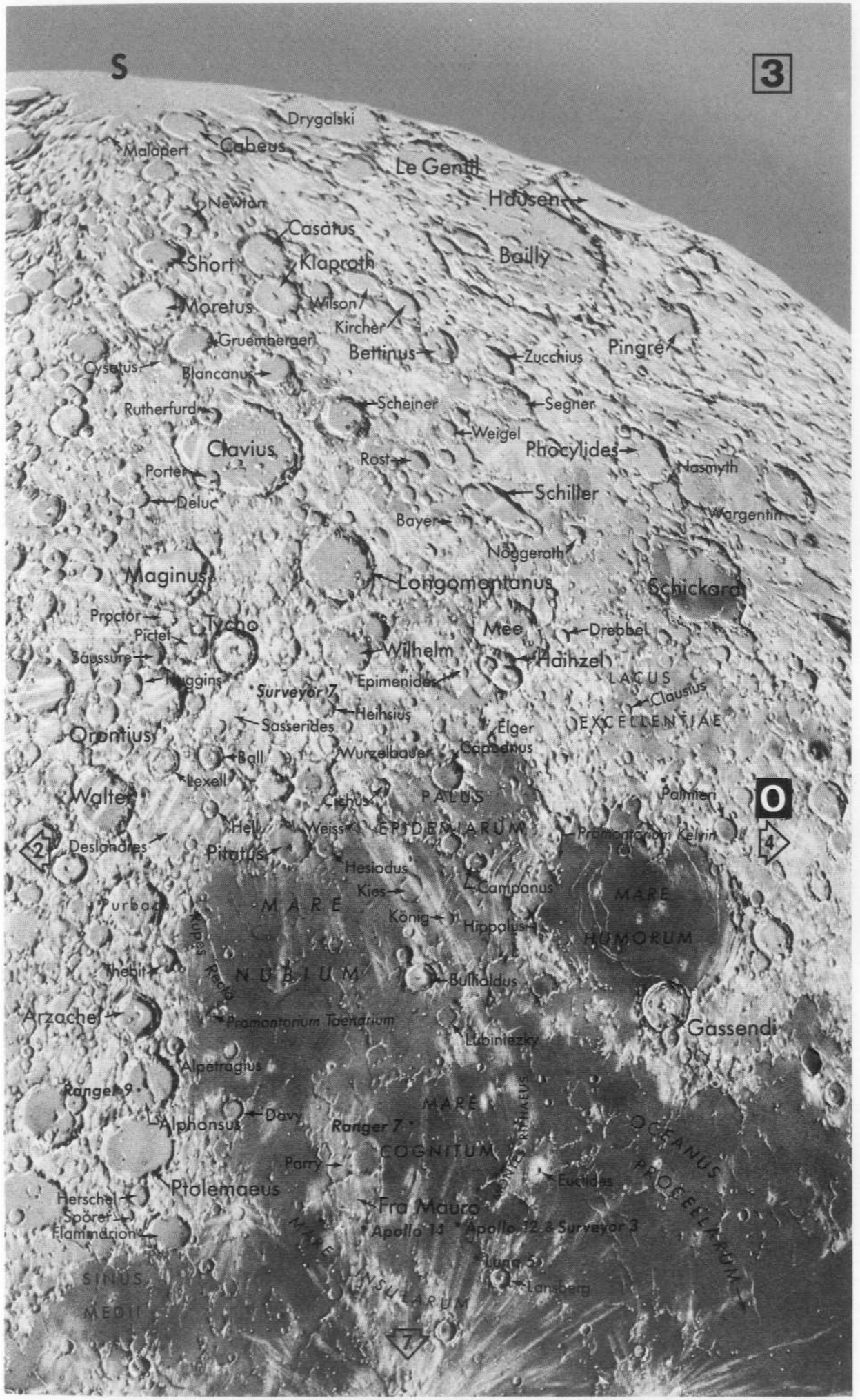
MAPA LUNAR 3. Para un observador radicado en la Tierra, el área abarcada por este mapa está dominada por las extensiones oscuras de los mares —Mare Nubium, Mare Cognitum, Mare Humorum y una parte de Oceanus Procellarum (véase también el mapa 8). El área de tierras altas situadas hacia el sur presenta también ciertas formaciones interesantes, incluido el cráter, con un diámetro de 90 km, Tycho (parte izquierda de la zona central). Cuando está situado cerca del terminador, este cráter parece más escabroso y profundo que sus vecinos, con laderas internas formando terrazas pronunciadas y un pico central. En las fases próximas a la Luna llena, se ve a Tycho en el centro de un gran sistema de radiaciones brillantes, algunas de las cuales se extienden casi hasta un cuarto del camino que recorre la Luna de modo circular.

Existen varios cráteres grandes hacia el sur de Tycho, pero Clavius (con un diámetro de 225 km) es indudablemente el que más llama la atención, con un arco de cráteres menores que se extienden sobre su suelo llano. Un cráter menor situado hacia su oeste, Schiller (parte superior derecha del centro), es único debido a su alargamiento considerable, condición que viene puesta de relieve por la reducción que se produce cerca de los limbos lunares. Cerca (más al oeste) tenemos al cráter grande Schickard y la formación única Wargentin. Wargentin se parece a un cráter típico, pero su interior está lleno hasta los bordes de material. El suelo elevado es liso y plano con unas pocas lomas bajas y curvadas.

Más cerca del centro del disco lunar, en la parte izquierda inferior de este mapa, se encuentran los cráteres grandes Ptolemaeus, Alphonsus y Arzachel, cuyo diámetro disminuye de modo gradual en tanto que aumentan la profundidad y el frescor de aspecto. Al suroeste de Arzachel, cerca del margen oriental de Mare Nubium, está situada Rupes Recta, una falla de 113 km de longitud en la superficie del mar con una altura media de unos 300 m y una pendiente de unos 40°. Cuando las fases de la Luna han alcanzado 8-9 días, Rupes Recta es impresionante al salir el Sol, pues da lugar a una sombra amplia y en forma de cuña.

Hacia el oeste, Mare Humorum (a la derecha) es un área oscura razonablemente circular, cuyo tamaño es semejante al de Mare Nectaris (mapa 2) pero los alrededores parecen más degradados; de resultas de ello, el margen de la cubeta apenas si puede distinguirse con un telescopio. El terreno entre los dos anillos que rodean a Mare Humorum ha sido principalmente inundado con lavas (en Palus Epidemiarum, por ejemplo); el área entre los anillos que rodean a Mare Nectaris está formada principalmente por tierras altas. El área situada entre Mare Humorum y Palus Epidemiarum incluye tres fisuras curvas y paralelas que son concéntricas con respecto al Mare. Se trata de áreas de subsidencia (*graben**) entre fallas paralelas en la corteza lunar. El cráter Gassendi, en el extremo septentrional del Mare es una formación interesante y muy observada. Su diámetro es de unos 100 km, con un racimo de picos centrales y un suelo escabroso que muestra una red de fisuras complicada. En este cráter se han observado fenómenos lunares transitorios.

* Graben: palabra alemana que significa foso.



MAPA LUNAR 4. Además de Oceanus Procellarum (parte inferior izquierda; véase también el mapa lunar 8), esta área contiene la mitad oriental de Mare Orientale y su capa extensa de eyectos (fig. 8-10). No obstante, estas últimas formaciones están demasiado próximas al limbo como para que sean posibles buenas observaciones desde la Tierra; las características lunares más alejadas del limbo resultan más interesantes al ser observadas con telescopio. En las áreas de las tierras altas se encuentran el cráter Grimaldi (parte inferior derecha), el sistema de fisuras Sirsalis-Darwin, y el cráter Mersenius y sus entornos (izquierda de la parte central). Grimaldi es realmente una cubeta pequeña, puesto que posee las laderas interna y externa características. Su suelo ha sido asimismo inundado con lavas excepto hacia el norte, en donde éstas no han alcanzado la ladera del cráter.

La Fisura Sirsalis (Rima Sirsalis) es uno de los *graben* más largos de la Luna, y es contiguo con el sistema Darwin. Donde la fisura cruza las laderas de los cráteres, éstas han sido cortadas por las fallas paralelas, como sucede con el terreno inferior.

El cráter Mersenius, con un diámetro de 83 km, presenta el rasgo inusitado de que su suelo es notablemente convexo —es más convexo que la superficie de la Luna. Este pandeo puede detectarse a la salida del Sol, cuando la parte oriental del suelo está bien iluminada, en tanto que la parte occidental está mayoritariamente todavía bajo la sombra.

Las "costas" occidentales de Mare Humorum presentan ciertas características interesantes, como la superficie escabrosa al noreste de Mersenius, las fallas parecidas a acantilados al sureste de este cráter y un cráter pequeño (Liebig F) asentado sobre una de estas fallas. El cráter inundado Doppelmayer es interesante por su estructura concéntrica.

El cráter de suelo oscuro Billy y su cráter compañero Hansteen, de tamaño semejante pero de aspecto distinto, están situados cerca de la costa de Oceanus Procellarum. Entre estos cráteres está el monte de brillo excepcional Mons Hansteen; fotografías especiales han indicado que es mucho más rojo que la superficie de las tierras altas cercanas.

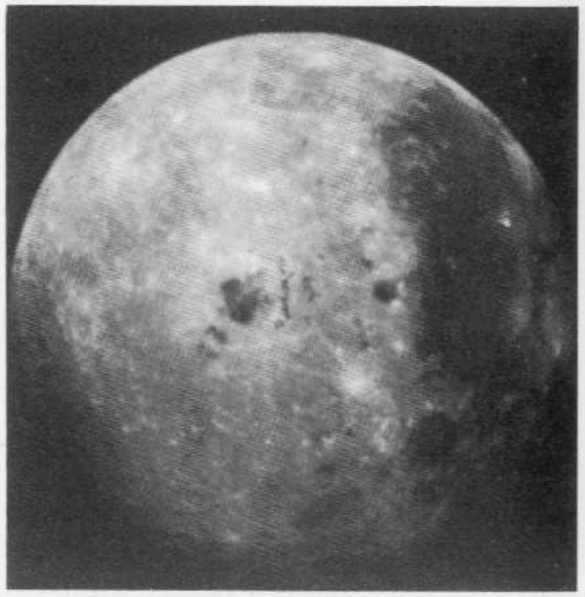
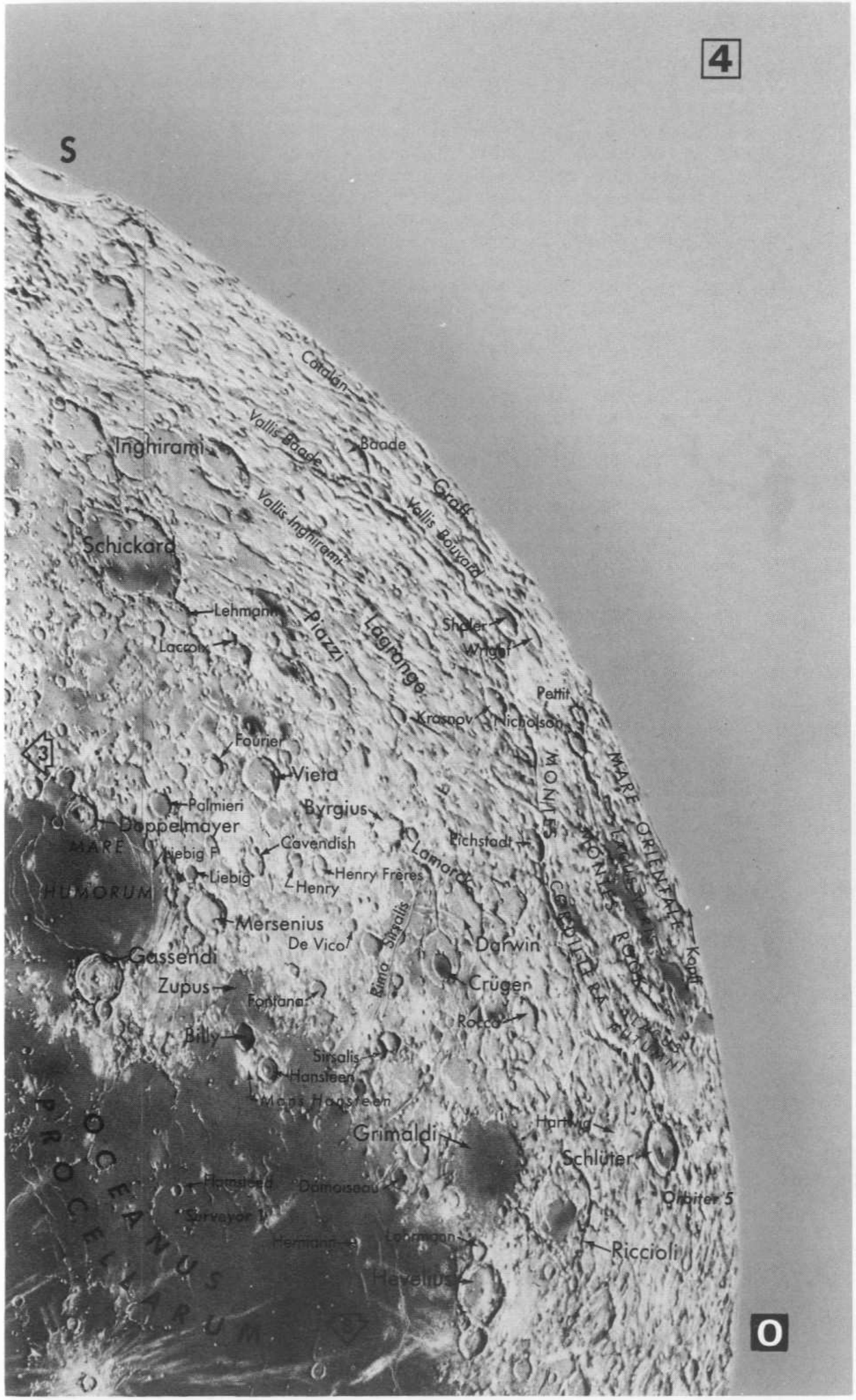


Fig. 8-10. La zona central oscura es el Mare Orientale, en el borde de la Luna, tal como se ve desde nuestro planeta. La cubeta fue causada por el impacto de un cuerpo que tenía probablemente un diámetro de 50 km. A la derecha se ve parte de la cara frontal de la Luna. Grimaldi es la pequeña región oscura situada a la derecha (al este) de la cubeta Orientale, estando enclavado al noreste (por encima) Oceanus Procellarum. Las regiones de la izquierda son las de la cara alejada de la Luna, que nunca se puede vislumbrar desde la Tierra. El norte se halla hacia arriba en esta fotografía, tomada en 1990 por la astronave Galileo de la NASA. (NASA)



MAPA LUNAR 5. La característica más notable de este mapa es Mare Crisium, una mancha oscura ovalada fácil de detectar a simple vista. Este mar lunar una vez fue llamado Caspio. En cuanto a tamaño puede compararse con Mare Nectaris y Mare Humorum, pero a diferencia de estos dos mares, está totalmente aislado de otros mares principales. El anillo externo de la cubeta Crisium, cuyo diámetro es el doble del correspondiente al mar, es visible principalmente en el lado septentrional (inferior) cuando el Sol se pone en esta región, unos dos días después de la Luna llena. El área entre los anillos contiene varias manchas de lavas oscuras, que han recibido el nombre de Mare Anguis (Mar de las Serpientes), Mare Undarum (Mar de las Olas) y más recientemente, Lacus Bonitatis (Lago de la Bondad). Aunque su diámetro es de sólo 28 km, el cráter Proclus, al oeste (a la derecha) de Mare Crisium, atrae la mirada durante la mayoría de las fases debido a su brillo extremo. Cuando la Luna se acerca a la fase de Luna llena, se vuelve patente un sistema de radiaciones, que se extiende desde todos los sectores del cráter excepto el suroccidental. Modelos asimétricos a base de radiaciones pueden reproducirse en el laboratorio con impactos de ángulos pequeños.

En el extremo septentrional del Mare Fecunditatis está situado el cráter Taruntius, con un sistema de radiaciones débil pero con un suelo inundado con fisuras concéntricas y un pico central pequeño.

De los cráteres mayores del mapa, Neper (cuyo nombre deriva de Napier, el inventor de los logaritmos), con sus grandes laderas formando terrazas y su pico central prominente, sería impresionante de estar situado más cerca de las regiones centrales. No obstante, está en el limbo lunar y sólo puede verse poco después de la Luna nueva o de la Luna llena, siempre y cuando la libración lunar sea favorable. En las proximidades se encuentran las áreas oscuras de Mare Marginis y Mare Smythii (Mar de Smyth, fig. 8-11), cuya observación es difícil por igual. El cráter Gauss (con 177 km de diámetro), en la parte izquierda inferior, es algo más fácil de observar; su suelo presenta algunos cráteres menores y otros detalles. Burckhardt, al norte de Mare Crisium, resulta interesante por poseer dos cráteres más viejos, algo menores, borrados en parte, que sobresalen a modo de orejas en los lados opuestos de Burckhardt.

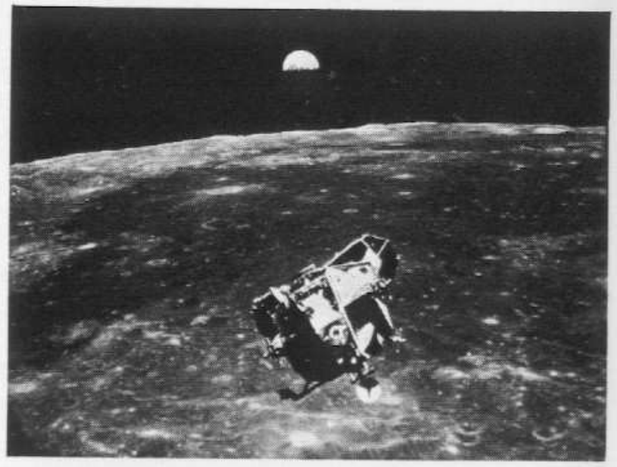
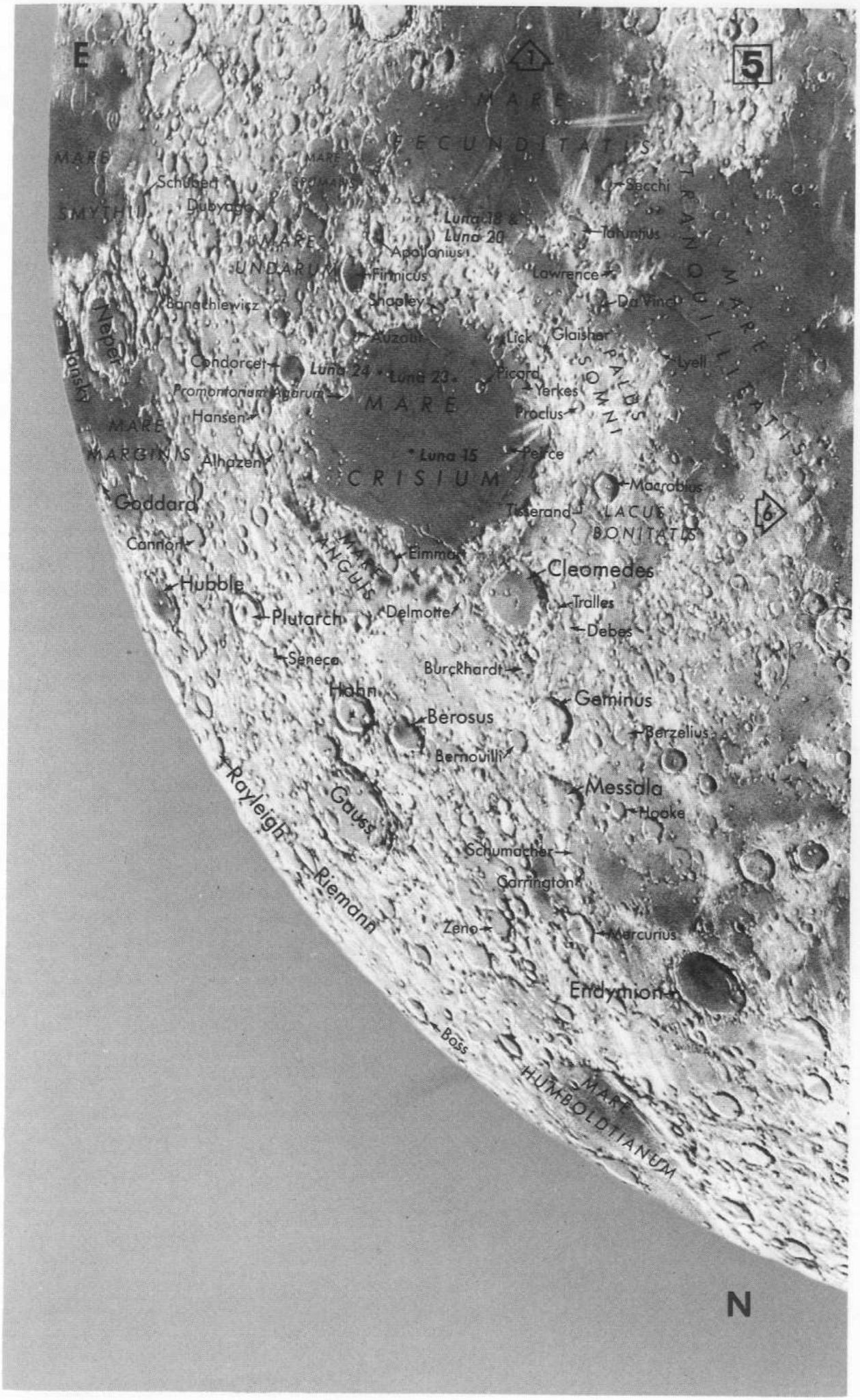


Fig. 8-11. La Tierra está saliendo sobre el limbo lunar en tanto que el módulo lunar Apolo 11 se eleva saliendo al encuentro del "orbiter" (orbitador). En esta vista orientada hacia el oeste, el área grande y oscura del fondo es el Mar de Smyth, que visto desde la Tierra está situado en el limbo oriental de la Luna. (NASA)



MAPA LUNAR 6. Vista desde la Tierra, esta área está formada principalmente por mares, incluidos Mare Serenitatis y Lacus Mortis y Lacus Somniorum, Mare Tranquillitatis y Mare Vaporum, Sinus Medii y Mare Frigoris. Las únicas áreas de tierras altas que se observan con nitidez en este mapa son las situadas bien al norte de Mare Frigoris. El área que se encuentra hacia el centro de la cara de la Luna, concretamente en Sinus Medii en la parte derecha superior, tiene muchas formaciones de interés. Triesnecker es el centro aproximado de un sistema de ramificación a base de fisuras que se ve con telescopios de tamaño medio.

Al norte de este sistema tenemos a la fisura Hyginus, que atraviesa el pequeño cráter Hyginus. El brazo occidental de esta fisura presenta una ristra de cráteres pequeños, que sólo pueden percibirse con instrumentos grandes, y que constituyen testimonio de cierto tipo de actividad volcánica lunar o de actividad interna desarrolladas en tiempos pasados. Por su parte Hyginus es un cráter sin bordes y de suelo plano, lo cual de nuevo indica su origen volcánico-tectónico.

Al este de Hyginus se encuentra la fisura Ariadaeus, un gran *graben* (foso) lineal que atraviesa tierras bajas y lomas por igual. El área situada inmediatamente al norte de la fisura Hyginus es una de las manchas más oscuras de la Luna; a partir de los satélites lunares y de los datos adquiridos mediante estudios realizados desde la Tierra, se sabe que esta oscuridad es principalmente debida a un contenido superior al medio del mineral ilmenita (titanato ferroso) en el suelo; aquí el suelo está formado principalmente por el equivalente lunar de la ceniza volcánica (principalmente abalorios de vidrio pequeños).

La Luna llena presenta un color blanco casi plateado en un cielo oscuro, pero su color verdadero es esencialmente gris pardusco. No obstante, el lector puede captar variaciones de color, particularmente si observa Mare Serenitatis y Mare Tranquillitatis en un telescopio con baja potencia cuando el terminador no está demasiado cercano. El tono pardusco bastante cálido de Mare Serenitatis contrasta con los tonos grises más acerados de Mare Tranquillitatis; el color grisáceo deriva del contenido alto de ilmenita de las lavas basálticas de Mare Tranquillitatis. Este mar posee un sistema de lomas que atraviesa su mitad occidental.

Mare Serenitatis dispone de las lomas concéntricas típicas de una cubeta inundada. El lugar de alunizaje de la nave Apolo 17 está situado frente a la esquina más oriental del mar, en una mancha de material mucho más oscuro. Lunokhod 2, transportado por la nave espacial soviética Luna 21, alunizó y operó cerca del cráter Le Monnier, 160 km más al norte. Algo más al norte se encuentra Posidonius, un cráter prominente situado en la costa de Mare Serenitatis. Fisuras sinuosas y también del tipo *graben* cruzan el suelo de Posidonius. Las fisuras sinuosas siguen caminos tortuosos sobre la superficie lunar y son verdaderos canales de flujo de lava o se trata de tubos de lava colapsados.

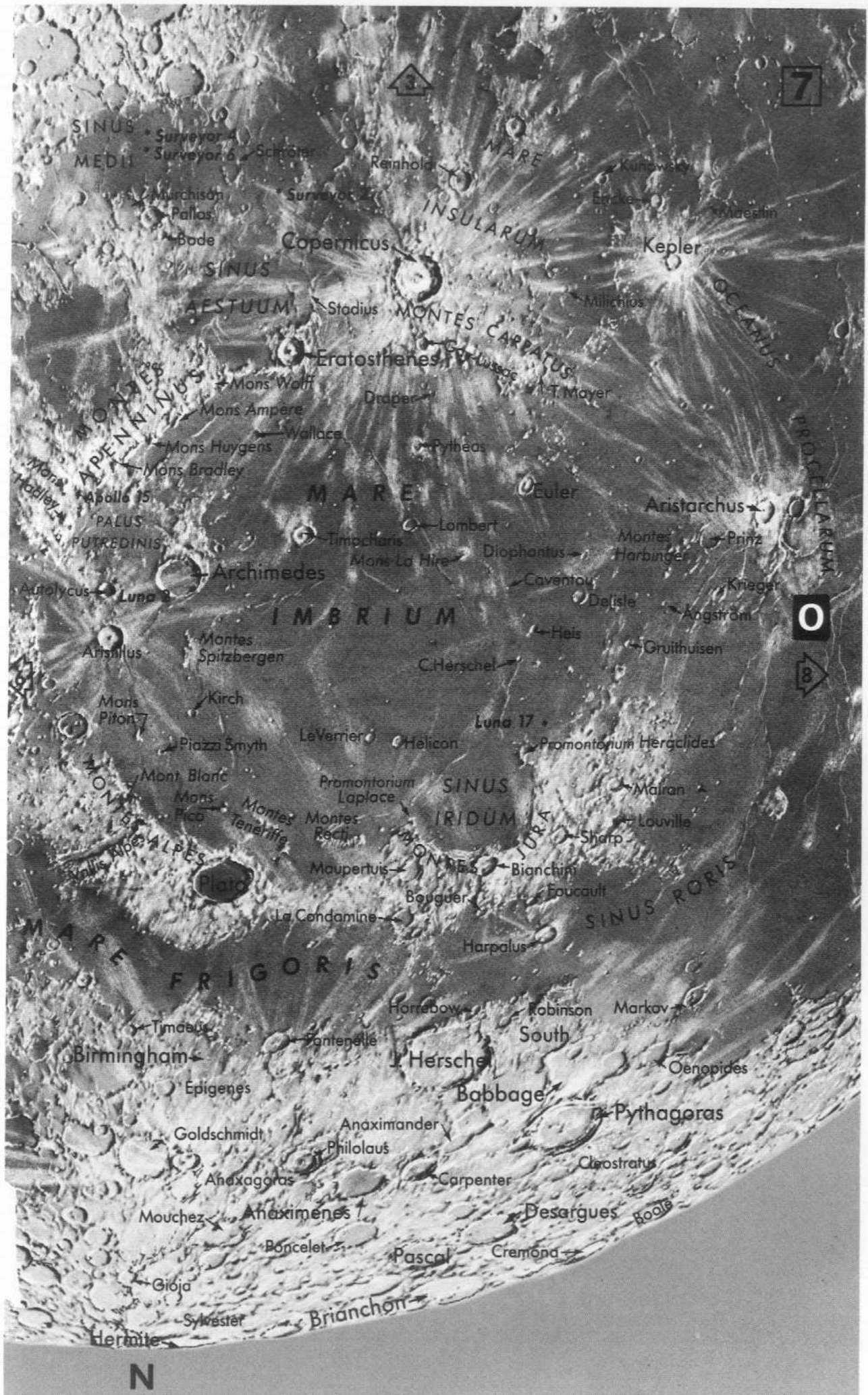
Al sur de Mare Frigoris, los cráteres Aristóteles, Eudoxus, Atlas y Hércules son los cráteres grandes restantes y fáciles de observar en esta área del mapa. Atlas (con un diámetro de 88 km) presenta como característica inusitada las fisuras y las manchas oscuras de su suelo.

MAPA LUNAR 7. Esta área está dominada por Mare Imbrium, ocupando gran parte del resto las áreas de Mare Insularum, Sinus Aestuum, Mare Frigoris y Sinus Roris. La cubeta Imbrium ocupa un segundo lugar, detrás de Orientale, en cuanto a juventud, con una edad que se cifra en unos 3900 millones de años. En la cara de la Luna orientada hacia la Tierra, sólo la cubeta Procellarum, mucho más vieja, presenta un tamaño superior al de la cubeta Imbrium. Por consiguiente, su formación tuvo un efecto profundo sobre la superficie lunar preexistente, y todos los cráteres situados al sur de Mare Frigoris (en este mapa) emergieron con posterioridad a este suceso. Las lavas del mar deben ser también más recientes que la cubeta. Se dispone de pruebas sólidas de que todo el vulcanismo lunar que dio lugar a lavas de mar oscuras no se produjo con anterioridad a hace 3700 millones de años. La superficie de Mare Imbrium presenta el sistema de lomas concéntricas usuales, pero cuando las condiciones son apropiadas pueden detectarse los frentes de flujo de lava —demarcaciones nítidas. Las cordilleras y los picos aislados, como Montes Recti, Montes Teneriffe, Mons Pico, Montes Spitzbergen y Mons La Hire, están situados en un círculo cuyo diámetro es la mitad del correspondiente al delimitado por Montes Carpatus, Montes Apenninus y Montes Caucasus (mapa 6). Por lo tanto estas cordilleras internas marcan el anillo que equivale a la costa general de Mare Crisium, Mare Nectaris y Mare Humorum.

Los cráteres Archimedes (al este —a la izquierda— de Mare Imbrium), Aristillus y Autolycus forman un grupo de hitos muy conocido. El primer cráter está inundado con lavas de mar y por consiguiente es más viejo que las capas de lava que lo rellenaron, pero todas las evidencias indican que los otros dos son más recientes que las lavas, presentando suelos típicos sin inundar y depósitos radiales y escabrosos de eyectos sobre la superficie del mar.

Los Montes Apenninus resultan impresionantes en grado sumo cuando se observan inmediatamente después del cuarto creciente o cerca del cuarto menguante. Los picos más altos se elevan unos 5 km sobre la superficie del mar, pero los dibujos que los representan en forma de pináculo en los libros más antiguos derivan de una interpretación errónea de las formas de sus sombras; las fotografías tomadas por los astronautas de la nave Apolo 15 pusieron de manifiesto la naturaleza por lo general lisa y ondulada de las montañas que forman esta cordillera. La fisura Hadley, visitada por estos astronautas, puede vislumbrarse con telescopios pequeños, en condiciones atmosféricas estacionarias cuando han transcurrido unos nueve días en el ciclo de fases de la Luna (después de la Luna nueva).

La costa norte de Mare Imbrium está marcada por una lista de tierras altas que contiene Montes Alpes, el cráter Plato y el espectacular Sinus Iridum (Bahía de los Arcos Iris). La situación de esta tira con respecto al resto de la cubeta Imbrium es muy anómala; cada vez se dispone de más pruebas de que se trata de un par conglutinado de islas de la corteza que se separaron de sus posiciones originales unos 160 km hacia el noreste, durante el relleno del cráter Imbrium por magma que fluía debajo de la corteza de la Luna. Los lados por lo general paralelos de Mare Frigoris, la situación "errónea" de los Alpes y otras pruebas apoyan esta conclusión. Los Alpes, un grupo de montañas y colinas aisladas, contienen el famoso Valle Alpino (Vallis Alpes), un retazo de lados aproximadamente paralelos con más de 160 km de longitud y por término medio 10 km de anchura (fig. 8-12). Una vez se conjeturó que la formación de este valle fue debida a un meteorito que viajaba tangencialmente a un fragmento resultante del impacto formador de la cubeta Imbrium, pero hace tiempo que esta idea ha sido descartada. Parece ser una característica en forma de *graben*, cau-

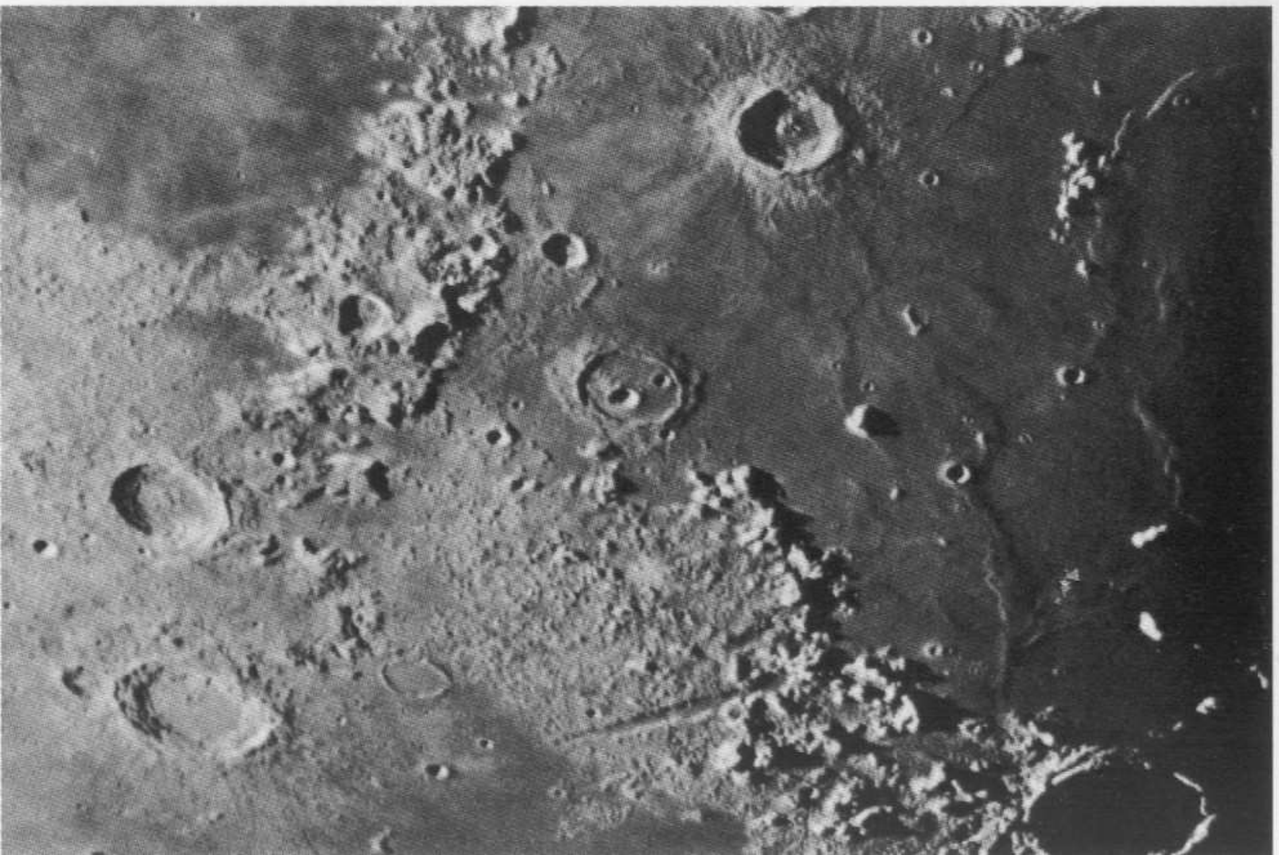


sada posiblemente por los movimientos de la corteza lunar mencionados antes.

Plato, con un diámetro de 101 km, es prominente debido a su suelo liso, llano y oscuro, que contrasta con los materiales más claros de las tierras altas circundantes. El suelo del cráter contiene cráteres con un diámetro de $2^1/_2$ km e incluso menor; el mayor está situado cerca del centro. Se necesita un telescopio de tamaño medio para descubrir que estos objetos son cráteres. Sinus Iridum tiene un aspecto bello cuando el Sol aparece sobre él y su margen occidental iluminado se amplía hacia el área circundante no iluminada. Esto se produce cuando han transcurrido 10 días en el ciclo lunar.

El cráter Copernicus (con un diámetro de 92 km), situado en la parte superior del mapa en Mare Insularum, es tan famoso como Plato y su frecuencia de observación es equiparable. Se trata de un ejemplo excelente de cráter grande producido por impacto, relativamente reciente. Posee un suelo llano pero algo rugoso, con un grupo de picos centrales pequeños. Las laderas con terrazas pronunciadas, resultantes de hundimientos posteriores al impacto, se elevan unos 5 km sobre el suelo. Copernicus es el centro de uno de los sistemas de radiaciones más extensivos de la Luna. El cráter menor Kepler (con un diámetro de 32 km), en la parte derecha superior del mapa, también posee un sistema de radiaciones notables que se mezclan con las de Copernicus.

Fig. 8-12. La porción noroccidental de Mare Imbrium, mostrando Montes Caucasus, Montes Alpinos (los Alpes) y Vallis Alpes (el Valle Alpino). El sur está situado en la parte superior en esta foto y otras tomadas a través de un telescopio de 150 cm. (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona)



MAPA LUNAR 8. Esta carta está ocupada casi por completo por la extensión gris de Oceanus Procellarum, cuya costa occidental nunca está demasiado separada del limbo lunar. Además de los sistemas de lomas usuales y de estar salpicada de cráteres pequeños, esta área dispone de algunas características únicas y de formaciones interesantes. El objeto relevante es sin lugar a dudas el cráter Aristarchus, pero también debe mencionarse la llanura de Aristarchus que se halla situada al noroeste del cráter.

Entre los cráteres que poseen el mismo tamaño, Aristarchus es uno de los más brillantes de la Luna. Se trata de un cráter producido por impacto relativamente frecuente, con un diámetro de 45 km, cuyo borde se eleva unos 2700 m sobre el suelo. Constituye el centro de un sistema de radiaciones, cosa que sucede con todos los cráteres relativamente jóvenes derivados de impacto. Han sido observados más fenómenos lunares transitorios en Aristarchus y cerca de él que en otros emplazamientos lunares. En tiempos pasados muchos de estos informes procedían directa o indirectamente de efectos derivados del brillo del cráter. Así cuando ha transcurrido menos de una semana del ciclo lunar, puede detectarse el cráter en la parte del disco iluminada por la Tierra; observado a nivel bajo en el firmamento, el cráter iluminado por el Sol presenta un brillo suficiente contra el fondo oscuro de mares como para producir un espectro cuando la atmósfera de la Tierra dispersa la luz lunar, causando algunos de los fenómenos en los que están implicados los colores. No obstante, los observadores expertos conocen en la actualidad a estos "arenques rojos" y no todos los informes pueden ser descartados con facilidad. El área entera presenta diversos tipos de características inusitadas, y pueden producirse en ella fenómenos raros, como emisiones de gas. A decir verdad, la nave espacial Apolo al describir sus órbitas detectó más gas radón en esta área que en las otras zonas de la Luna.

Cerca del noroeste, se encuentran el mayor volcán de la Luna y el canal de flujo de lava asociado, visible con los telescopios de menor tamaño. Si bien fue descubierto por Huygens, este canal se denomina Valle de Schroter (Vallis Schroteri), en homenaje al astrónomo aficionado alemán que lo observó por vez primera. El volcán es más bien una colina discreta situada inmediatamente al noroeste de Aristarchus, y el flanco septentrional del Valle empieza con una depresión apodada "Cabeza de Cobra" por la semejanza del Valle con la cabeza y el cuerpo de una serpiente. El Valle atraviesa un área escabrosa que en su mayor parte es algo más oscura que el mar circundante, a despecho de la presencia de una concentración de radios procedentes de Aristarchus. Pruebas derivadas de otras investigaciones indican que el área entera está recubierta de una capa de ceniza volcánica de tipo lunar con un alto contenido de ilmenita. Aunque oscura, el área es distintamente más parda que el mar circundante o incluso que otras áreas oscuras revestidas de cenizas, que son más grises que los terrenos que las rodean. Es interesante que este suelo volcánico con su contenido de ilmenita pueda existir en dos formas de composición idéntica pero de color diferente. Por consiguiente las tierras negra y anaranjada recogidas cerca del cráter Shorty (que no está indicado por tener un tamaño pequeño) por los astronautas de la nave Apolo 17 son idénticas en todo a excepción del color. La diferencia de color puede ser debida a distintas velocidades de enfriamiento, que determinan si la ilmenita negra cristaliza o permanece dispersa como coloración anaranjada en los abalorios de vidrio que forman el suelo.

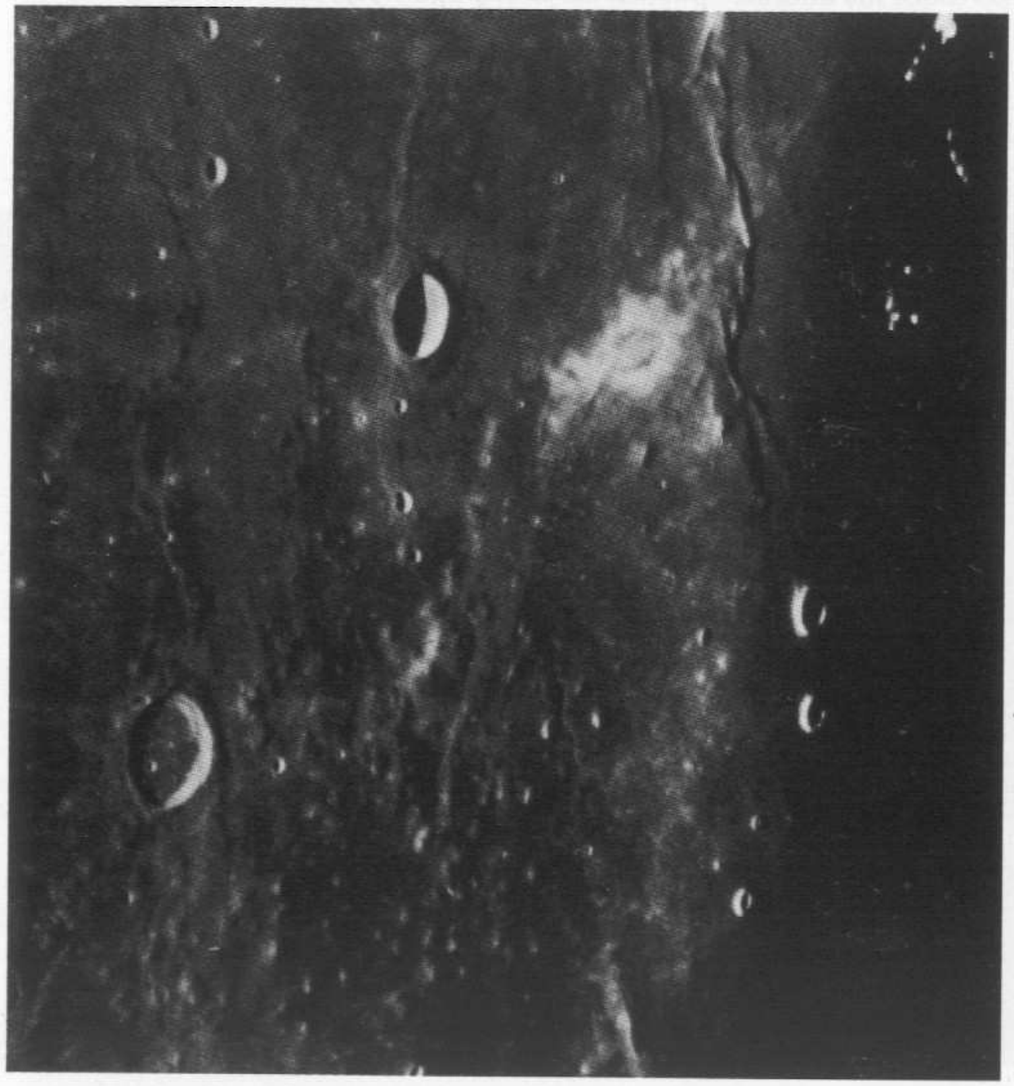
La marca brillante denominada Reiner Gamma (parte superior derecha; fig. 8-13) constituye un ejemplo de tipo raro de marca superficial; otros ejemplos están confinados casi en su totalidad a la cara alejada de la Luna.

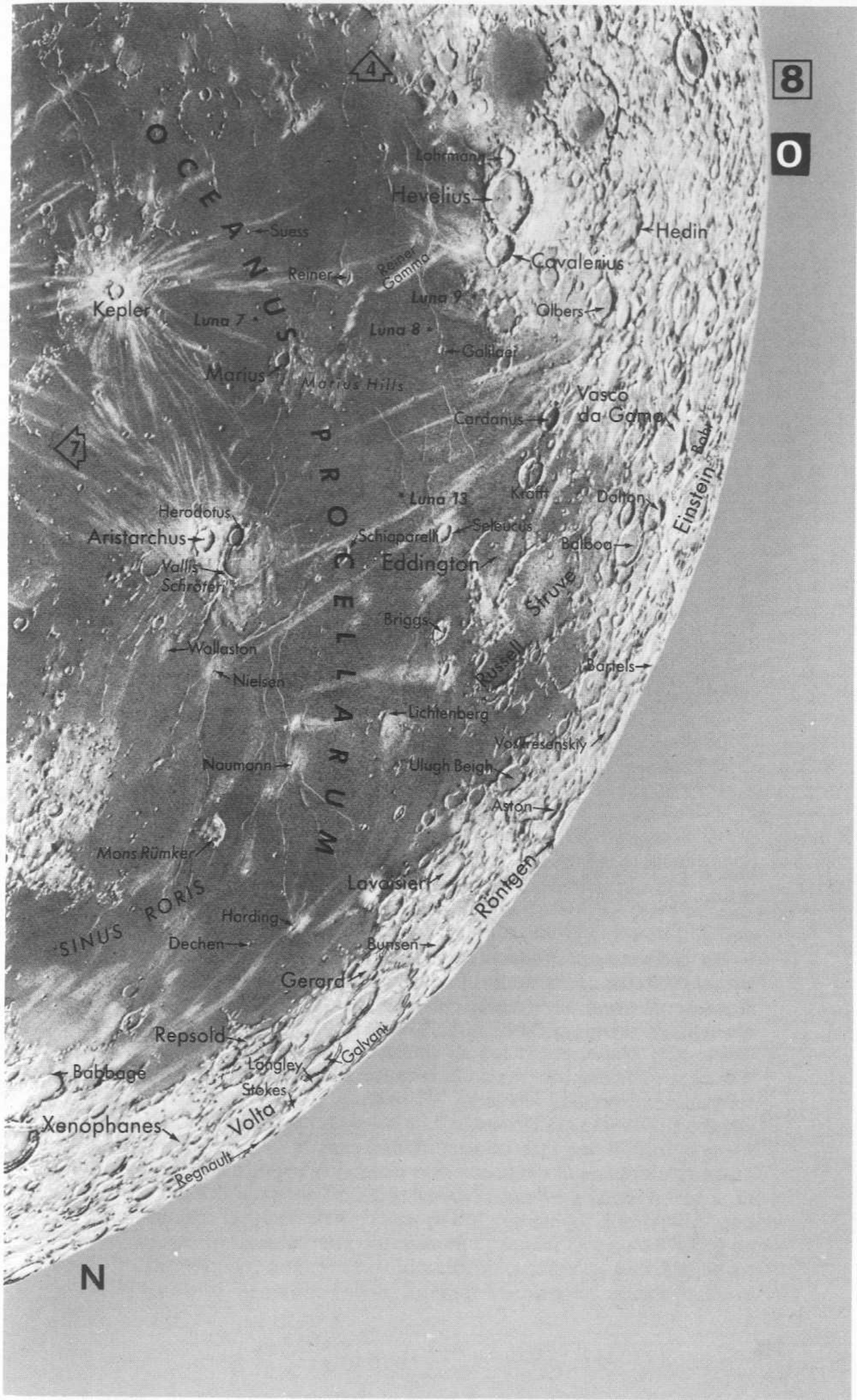
Esta marca no está conectada con una topografía visible y posee cierto relieve propio. No obstante, presenta un campo magnético; este campo puede proteger a la superficie de los efectos oscurecedores del viento solar y de este modo conservar el brillo del área. Hacia el noroeste se encuentra un campo grande de estructuras volcánicas bastante pequeñas, denominadas familiarmente Colinas de Marius, pero los detalles sobre su topografía sólo empiezan a ser visibles con telescopios grandes (fig. 8-13).

En la región de las tierras altas de la parte superior derecha el cráter Hevelius —con 119 km de diámetro— es el que llama más la atención. Su suelo está cruzado por una celosía de fisuras lineales, dos de las cuales atraviesan la pared del cráter y continúan hasta el terreno adyacente.

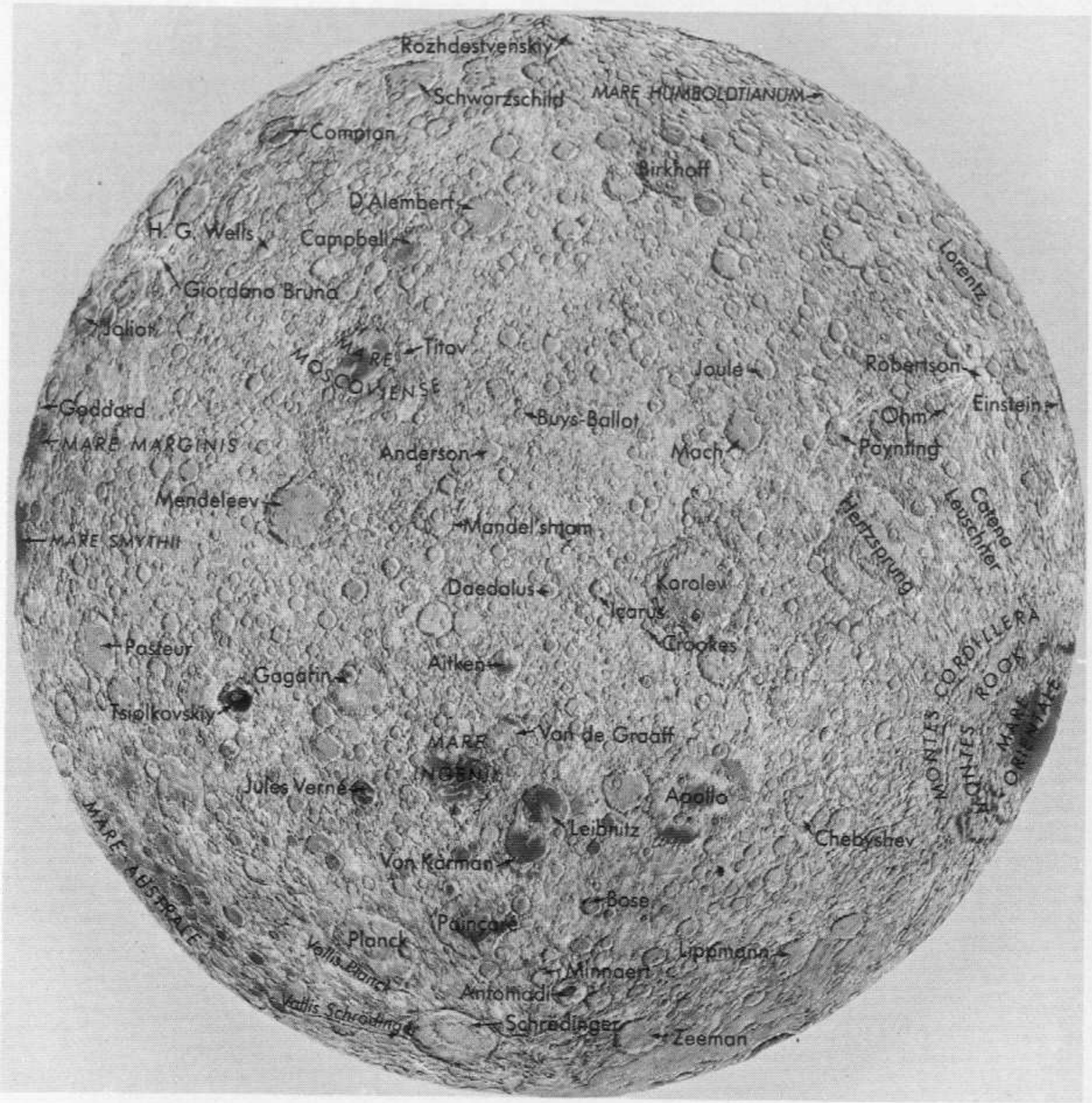
El cráter Lichtenberg, situado en el mar que se encuentra mucho más al norte, posee un sistema de radiaciones que se extiende sólo hasta el norte, con lo que se parece al sistema Proclus. Pero en este caso la causa es radicalmente distinta: la porción meridional del sistema de radiaciones de Lichtenberg fue recubierta por un flujo de lava posterior.

Fig. 8-13. Los cráteres Reiner (parte superior), Marius (izquierda) y la única marca brillante llamada Reiner Gamma, hacia el oeste (derecha) de Reiner. Algunos detalles de las Colinas de Marius son visibles hacia la zona entre oeste y noroeste del cráter Marius. El sur está en la parte superior. (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona)





Polo Norte



Polo Sur

Fig. 8-14. La cara oculta de la Luna. (El norte está en la parte superior.)

La escasez de mares (áreas inundadas de lava) de la cara oculta de la Luna reflejan una ausencia casi completa de sucesos relacionados con los volcanes, tales como corrientes, domos, cañones, etc., que diversifican la topografía de la cara visible.

9

CÓMO ENCONTRAR LOS PLANETAS

El reconocimiento de los planetas más brillantes resulta muy fácil. A menudo su brillo los hace conspicuos, sobre todo cuando es uniforme y no variable. El color rojizo de Marte permite distinguir a este planeta. Cuando se observa el firmamento, estas características pueden ayudar a que el lector reconozca que está contemplando planetas en vez de estrellas. El que los planetas estén situados cerca de la *eclíptica* —línea imaginaria que atraviesa el firmamento delimitando el camino anual del Sol entre las estrellas— también coadyuva en la localización de los planetas. La eclíptica está indicada mediante una línea de puntos en los mapas celestes mensuales del capítulo 3 y en las cartas del capítulo 7.

La mayor parte de los planetas pueden ser detectados a simple vista; Venus, por ejemplo, con frecuencia es conspicuo como "lucero del alba" o "estrella vespertina". Sin embargo, la mejor manera de observar los planetas es mediante un telescopio. En el capítulo siguiente, se describe el aspecto de cada uno de los planetas a través del telescopio y se mencionan los conocimientos sobre los planetas derivados de las últimas observaciones. En este capítulo, el lector aprenderá a localizar a simple vista a los planetas en el firmamento, y a saber por adelantado qué planetas habrán aparecido —es decir, serán visibles sobre el horizonte— cuando planee realizar una observación. Asimismo si el lector detecta un objeto brillante en el firmamento, puede usar la información de este capítulo para determinar si se trata de un planeta.

A medida que describen órbitas alrededor del Sol, los planetas cambian de posición con respecto a las estrellas. Presentamos la posición de los planetas en el firmamento de una noche a otra en una serie de gráficos horarios que aparecen al final de este capítulo. Los gráficos horarios son una manera condensada de indicar los tiempos de salida de puesta y de tránsito de los planetas durante la noche; incluyen asimismo los tiempos de salida del Sol, puesta de Sol y crepúsculo. (Un objeto *transita* cuando cruza el *meridiano* del observador, la línea que va desde el polo norte celeste a través del cenit del observador y luego a través del punto situado al sur de su horizonte hasta el polo sur celeste; por consiguiente, un planeta transita cuando pasa por el norte o el sur del observador y luego alcanza su posición más alta en el firmamento.) Una vez que el lector se haya familiarizado con los gráficos horarios, lo cual requiere un poco de práctica, podrá determinar con rapidez qué objetos son apropiados para observar en cualquier tiempo del año y de la noche; también será capaz de identificar los planetas que detecte en el firmamento. Asimismo puede localizar los planetas usando la infor-

mación del apéndice 11 para representar gráficamente sus posiciones a lo largo de la eclíptica, que está marcada (con línea de puntos) en los mapas celestes mensuales del capítulo 3 y en las cartas del capítulo 7.

En este libro figura un gráfico horario para cada uno de los años. Para usar cualquiera de los gráficos horarios, debe buscarse en el eje izquierdo la fecha del año. Luego debe examinarse el eje superior o el eje inferior a fin de encontrar el tiempo de la noche (expresado en tiempo local) correspondiente a la zona de tiempo del observador. Una línea extra a través de la parte inferior muestra el tiempo como horario de verano.

El lector debe recorrer visualmente la línea horizontal que corresponde a su fecha para comprobar qué planetas pueden ser detectados. El tiempo de tránsito de un planeta indica el tiempo en el que aparecerá al sur del lector. Antes de este tiempo, el planeta estará situado hacia el este a lo largo de la eclíptica; después de este tiempo estará situado al oeste a lo largo de la eclíptica. Si la puesta de un planeta se produce durante la noche, este planeta por lo general será visible desde el crepúsculo hasta que se ponga. Si la salida de un planeta tiene lugar durante la noche, generalmente éste permanecerá visible hasta la aurora.

Los gráficos horarios de esta Guía han sido dibujados para observadores situados en la latitud de 40° N; para los observadores situados en latitudes distintas, la corrección que debe efectuarse supone sólo unos pocos minutos, por lo cual no la damos aquí. Los gráficos horarios indican tiempos de salida y de puesta para objetos suponiendo que el horizonte es plano; evidentemente si en el horizonte del lector existen montañas, los planetas aparecerán visibles más tarde o desaparecerán más temprano.

Las curvas planetarias de un año son distintas a las de otros años y sin embargo aparecen modelos distintivos. Los gráficos horarios muestran las curvas incluso antes de la puesta de Sol y después de la salida de Sol, cuando de ordinario los planetas no son visibles (si bien a veces pueden detectarse los más brillantes), a fin de que los modelos sean más completos.

La existencia regular de ciclos en cuanto a los tiempos de salida y puesta de Mercurio a medida que este planeta describe sus órbitas alrededor del Sol, está indicada mediante ondas sinusoidales distorsionadas que oscilan a ambos lados de las líneas de salida del Sol y de puesta del Sol. Venus presenta un modelo semejante pero su período es mucho más largo. Debe observarse que en el caso de Venus las curvas de salida y de puesta se repiten cada 19,2 meses, período que hace que Venus vuelva a *conjunciones superiores sucesivas* —cuando Venus se sitúa del lado alejado del Sol con respecto a los observadores radicados en la Tierra. (Este es el *período sinódico* de Venus, que es menester distinguir del *período sideral*: el tiempo necesario para volver a la misma posición en el firmamento con respecto a las estrellas.) Siempre que Venus se pone más de $^3/_4$ de hora después de la puesta de Sol, el lector debe ser capaz de percibir este planeta con facilidad a simple vista. Las órbitas de Mercurio y Venus son menores que las de la Tierra, por lo que estos objetos reciben el nombre de *planetas inferiores*.

Los *planetas superiores* poseen órbitas más amplias que las de la Tierra. Puede observarse su salida y puesta lejos del Sol en el firmamento y las curvas que indican sus posiciones en los gráficos horarios son más lineales. El modelo de Marte se repite cada 25-27 meses, lo

cual significa que las *oposiciones* de Marte —cuando Marte está frente al Sol en nuestro firmamento, transitando en medio de la noche, 12 horas después de que el Sol haya transitado— se producen a intervalos de aproximadamente 2 años y 2 meses. Durante una oposición, Marte está situado en el meridiano del observador a medianoche, cuando el Sol presenta un alejamiento máximo en el otro lado de la Tierra (y por consiguiente es invisible). Marte llegará a estar a 94 millones de km el 3 de enero de 1993; a 101 millones de km el 11 de febrero de 1995 y a 99 millones de km el 20 de marzo de 1997.

Júpiter vuelve a la oposición cada 13 meses y Saturno cada 12,4 meses; en otras palabras, en los 12 meses que la Tierra necesita para completar una órbita alrededor del Sol, Júpiter y Saturno han tomado un poco la delantera y la Tierra necesita unas pocas semanas más para alcanzarlos.

Para practicar en el uso de los gráficos horarios del firmamento, tomemos un ejemplo. Mírese la noche del 20 de mayo de 1994. Se dibujará una línea horizontal de izquierda a derecha, o se seguirá a través del gráfico con el dedo. Primero encontraremos las líneas de la puesta de Marte y la salida de Júpiter. En la parte de abajo, se puede ver que tienen lugar a las 17:30 y 18 horas respectivamente, horario de ahorro de luz natural. (Dado que dicho horario suele utilizarse en esa época del año, damos las horas en HALN en este ejemplo.) A las 20 horas, la aparición de sombras indica el inicio del crepúsculo. Mercurio se pone a las 22 horas, poco antes de que las pesadas sombras conviertan el crepúsculo en noche, y Venus se pone aproximadamente media hora después. Por lo tanto, Mercurio y Venus son estrellas vespertinas. Dado que las primeras menciones a las que se llega de estos planetas se refieren a su puesta, el lector sabe que tienen que haber estado arriba al llegar la puesta de Sol (si no, el lector hubiera visto las líneas de sus salidas). Aproximadamente a las 23:30 horas, Júpiter transita, es decir, pasa por nuestro meridiano norte-sur. Por lo tanto, Júpiter está bien situado para observarlo casi durante toda la noche. Saturno sale aproximadamente a las 2 horas. Cuando está lo bastante alto, a menudo una hora o dos más tarde, se hace visible en el cielo oriental. La media luz matutina empieza aproximadamente a las 4 horas y Marte sale enseguida después. Júpiter se pone a las 5, aproximadamente una hora antes de la salida del Sol. Mercurio y Venus salen aproximadamente a las 7 horas, pero ya casi hay luz del día y generalmente no se pueden ver.

El lector puede usar un gráfico horario de modo inverso para identificar un objeto en el firmamento. El lector debe consultar los gráficos horarios de los planetas para comprobar si el objeto es un planeta y los gráficos horarios de las estrellas más brillantes (fig. 1-2, pág. 10) para comprobar si se trata de una estrella. Si el objeto está situado en el este, debe consultarse en el gráfico horario apropiado de este capítulo la curva que representa un tiempo de salida reciente de un planeta. Si se encuentra hacia el sur, entonces debe buscarse una curva de tránsito y compararla con las de las estrellas más brillantes, en la figura 1-2. Si la posición del objeto es hacia el oeste, debe consultarse qué planetas brillantes están a punto de ponerse en el tiempo en que debe realizarse la observación.

Visibilidad de los planetas

Descripciones de Robert C. Victor
Gráficos horarios de Scientia, Inc.

1992

VENUS es un "lucero del alba" a principios del año, pero gradualmente se aproxima al Sol y resulta difícil de ver. Venus pasa a gran distancia del norte de Antares el 8 de enero y muy cerca del norte de Marte el 19 de febrero. El 28 y 29 de febrero, Venus está casi emparejado con Saturno, mientras que Marte se encuentra a 5° de su parte superior. A finales de marzo, Venus es muy difícil de observar.

El 13 de junio, Venus pasa conjunción superior, detrás del Sol, y emerge como "estrella vespertina" en el crepúsculo occidental en agosto. El 22 de este mes, Venus está muy cerca de Júpiter. Alejándose del Sol, Venus va mejorando su visión hasta finales de año.

MERCURIO tiene tres buenas apariciones matutinas en 1992: a principios de enero, cuando se encuentra en la parte inferior izquierda de Venus y cerca de Marte el día 10, en agosto y en diciembre. Tiene buenas apariciones vespertinas en febrero-marzo y junio-julio.

MARTE empieza el año como un objeto, "estrella" difícil de ver de magnitud 1,6 muy baja en el sureste en la aurora, situado en la parte inferior izquierda de Mercurio y Venus. Marte es alcanzado por Mercurio el 10 de enero y por Venus el 19 de febrero. El planeta rojo alcanza a Saturno el 6 de marzo. Estando en Capricornus, Marte se dirige hacia el este y sale progresivamente más temprano en la noche. El 26 de julio, Marte está al sur de las Pléyades y tiene un brillo de primera magnitud. Marte se dirige hacia el norte de Aldebarán el 10 de agosto y el sur de Pólux el 1 de noviembre. Entonces Marte tiene un brillo de magnitud cero y sale al final del atardecer. A finales de noviembre, Marte empieza a retroceder y vuelve a dirigirse hacia Pólux, a la que pasa el día de Nochebuena. Marte acaba el año con brillo de magnitud —1,2 y sale en el noreste poco después de la puesta del Sol.

JÚPITER empieza el año como "estrella brillante" saliendo en el este pocas horas después de la puesta del Sol. Saliendo cada vez más temprano, Júpiter alcanza oposición (180° del Sol) el 28 de febrero, y brilla con una magnitud —2,0 en el firmamento toda la noche. Continuando como un objeto vespertino, Júpiter se pone unas 2 horas más temprano cada mes hasta que pierde brillantez en el crepúsculo occidental en agosto. Pasa conjunción solar en septiembre y emerge en la aurora en octubre.

SATURNO está en Capricornus todo el año. A principios de enero puede verse bajo en el suroeste en el crepúsculo vespertino. En conjunción con el Sol el 29 de enero, Saturno emerge en el este-sureste en la aurora a finales de febrero, cuando pasa cerca de Venus.

Saturno sale 2 horas más temprano cada mes. El 7 de agosto alcanza oposición en el este-sureste al anochecer y es visible toda la noche como una "estrella" de magnitud +0,4. Observados a través del telescopio, los anillos tienen una inclinación de 16°. Es una estrella vespertina el resto del año y es alcanzado por Venus el 21 de diciembre. A finales de año, Saturno está situado bajo en el sureste al anochecer, en la parte inferior derecha de Venus.

Copyright © del texto 1992, de Robert C. Victor; copyright © de la carta de Scientia, Inc.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO
1992

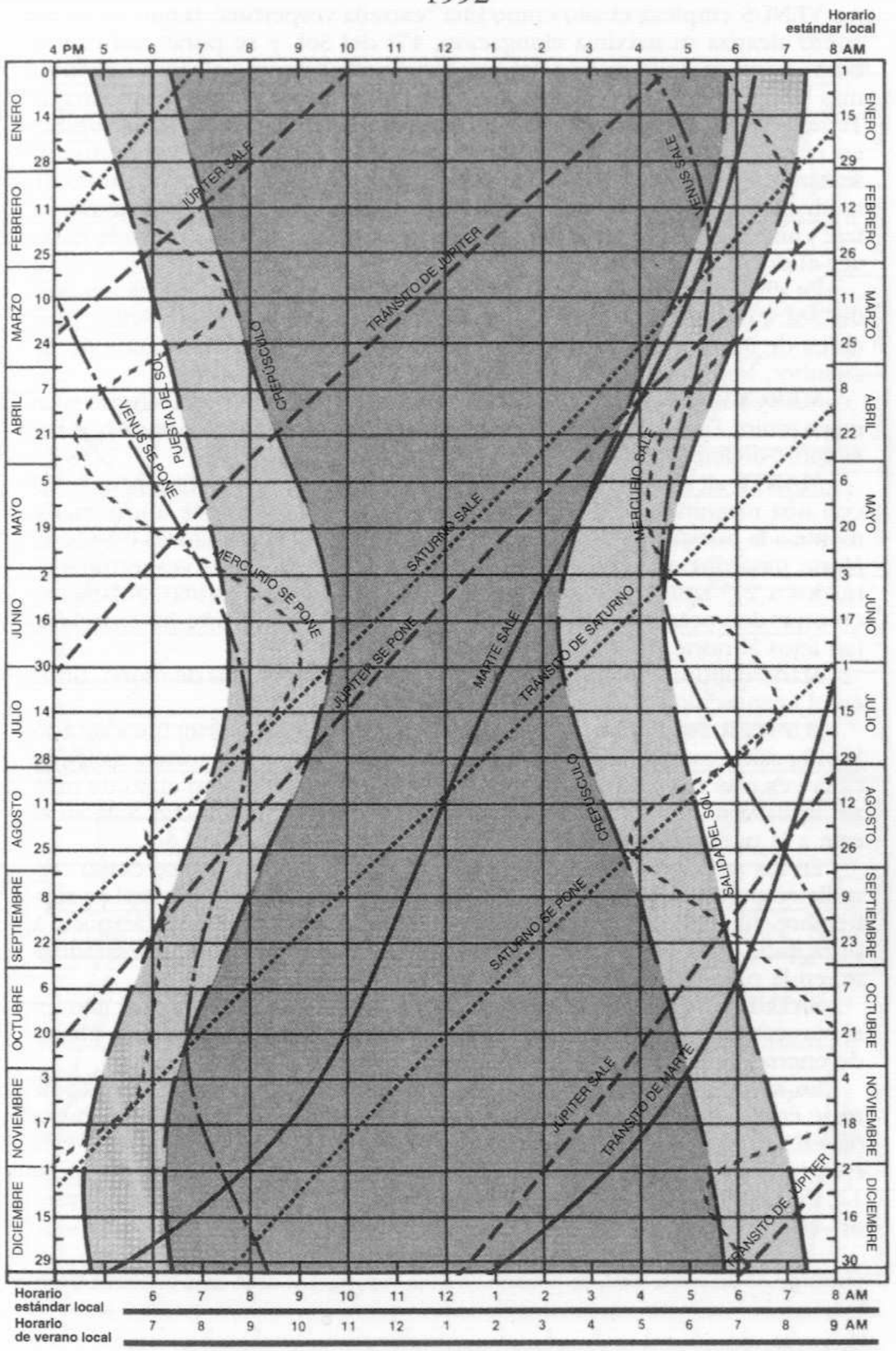


Fig. 9-1. Gráfico horario que indica las posiciones de los planetas en 1992. Las horas sombreadas en gris oscuro son las más adecuadas para las observaciones.

1993

VENUS empieza el año como una "estrella vespertina" tenue. El 19 de enero alcanza su máxima elongación, 47° del Sol, y se pone casi cuatro horas después de la puesta del Sol. Venus rápidamente alcanza su punto más bajo en el firmamento occidental en el mes de marzo. Pasa entre la Tierra y el Sol el 1 de abril y deja el firmamento vespertino para ser visible en el este antes de la salida del Sol como "lucero del alba". Durante 10 semanas antes y después del 1 de abril, Venus es especialmente interesante en observaciones a través de telescopios y binoculares debido a que su fase cambia desde medio llena, pasando por una media luna grande hasta ver el dorso.

En el firmamento matutino, Venus alcanza la máxima elongación, 46° del Sol, el 10 de junio. Aproximándose cada vez más al Sol, Venus pasa cerca de Spica el 4 de noviembre y de Júpiter el 10. A mediados de diciembre, Venus está en el crepúsculo.

MERCURIO tiene dos buenas apariciones vespertinas, en febrero y en mayo-junio. Las mejores apariciones matutinas son en julio-agosto y noviembre-diciembre.

MARTE alcanza oposición (180° del Sol) el 7 de enero. Entonces brilla con una magnitud de —1,2 en Gemini, y sale en el noreste aproximadamente a la puesta del Sol y es visible toda la noche. Hacia finales de enero, Marte pasa directamente por encima de los observadores vespertinos situados a 27° latitud norte (sur de Texas y centro de Florida). Solamente en otras dos ocasiones en este siglo, en 1914 y 1961, Marte ha aparecido tan lejos al norte del ecuador celeste.

Marte continúa como "estrella vespertina" hasta inicios de otoño. Brilla en el crepúsculo en septiembre.

JÚPITER está en Virgo prácticamente todo 1993. A principios de año Júpiter sale a medianoche y permanece alto en el sur en la aurora. Saliendo cada vez más temprano cada mes, Júpiter alcanza oposición el 30 de marzo. Brilla con una magnitud de —2,0 y es visible toda la noche. Sale en el este a la puesta del Sol y se pone en el oeste a la salida del Sol.

En los meses que siguen a la oposición, Júpiter permanece como "estrella vespertina" hasta que desaparece en el crepúsculo occidental en septiembre. Júpiter pasa conjunción con el Sol el 18 de octubre. Después, a principios de noviembre, emerge como "lucero del alba" en el este-sureste, en la parte inferior izquierda de Venus y Spica.

SATURNO pasa 1993 en Capricornus y Aquarius. Empieza el año en el suroeste al anochecer, en la parte inferior derecha de Venus. A finales de enero Saturno desaparece en el resplandor crepuscular.

En marzo, Saturno emerge como "lucero del alba" bajo en el este-sureste en la aurora. Saturno sale 2 horas más temprano cada mes y alcanza oposición el 19 de agosto. A 180° del Sol, Saturno sale al anochecer y está encima del horizonte toda la noche; los anillos tienen una inclinación de 12° en la orientación del costado. Saturno es un "lucero del alba" el resto del año.

Copyright © del texto 1992, de Robert C. Victor; copyright © de la carta de Scientia, Inc.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO
1993

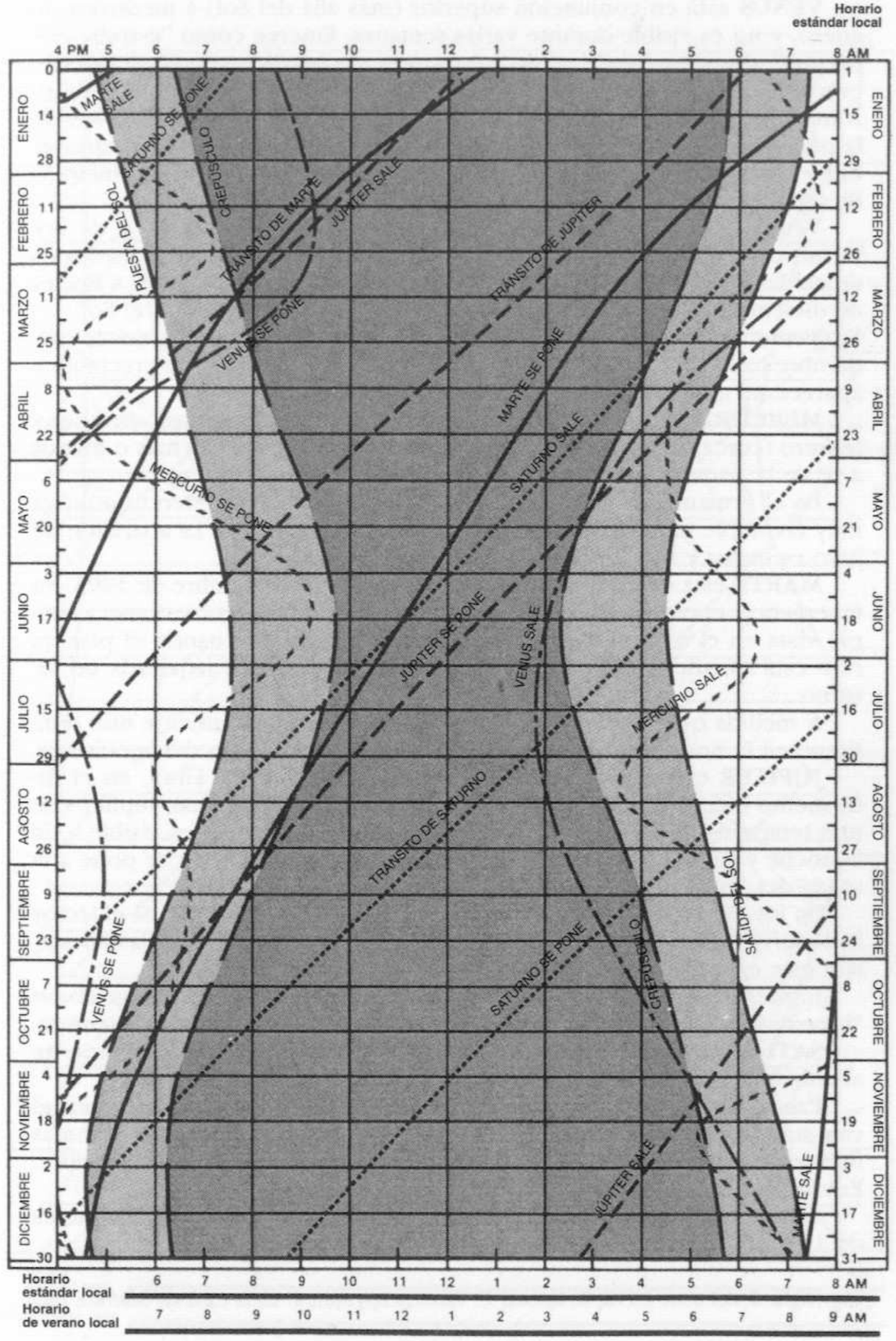


Fig. 9-2. Gráfico horario que indica las posiciones de los planetas en 1993. Las horas sombreadas en gris oscuro son las más adecuadas para las observaciones.

1994

VENUS está en conjunción superior (más allá del Sol) a mediados de enero, y no es visible durante varias semanas. Emerge como "estrella vespertina" situada a nivel bajo en el crepúsculo occidental a finales de febrero. En junio, Venus alcanza su posición más alta por encima del horizonte occidental al anochecer, y se pone dos horas y media después de la puesta del Sol. Venus se encuentra a 7° de Júpiter a finales de septiembre, entonces se dirige rápidamente hacia el Sol y desaparece a principios de octubre.

Venus pasa conjunción inferior (entre la Tierra y el Sol) el 2 de noviembre y emerge como "lucero del alba" en el este-sureste a mediados de noviembre. El 14 de este mes Venus está 5° al sur de Mercurio. A finales de diciembre, Venus sale más de tres horas y media antes que el Sol.

Venus es de gran interés observado a través del telescopio desde septiembre hasta diciembre cuando pasa sus fases de media Luna creciente y aparece de gran tamaño debido a su proximidad a la Tierra.

MERCURIO tiene dos apariciones vespertinas excelentes: en enero-febrero (cerca de Saturno el 1 de febrero) y en mayo-junio (más o menos a 9° de la parte inferior derecha de Venus a finales de mayo).

En el firmamento matutino, la aparición de marzo de Mercurio no es muy favorable para las latitudes de la mitad septentrional. La aparición de julio es mejor y la de noviembre es muy favorable.

MARTE está en conjunción con el Sol el 27 de diciembre de 1993. Su emergencia como "lucero del alba" es muy lenta; podrá observarse a simple vista en el crepúsculo matutino a finales de abril, cuando el planeta rojo está situado bajo en el este, hacia la parte inferior izquierda de Saturno.

A medida que los meses pasan, Marte sale progresivamente más temprano en la noche. A finales de año sale bastante después del anochecer.

JÚPITER empieza el año como "lucero del alba" en Libra, en el firmamento meridional en la aurora. Conforme los meses pasan, Júpiter sale más temprano y el 30 de abril alcanza oposición. Entonces es visible toda la noche y Júpiter sale en el este-sureste a la puesta del Sol y se pone a la salida del Sol.

En los meses siguientes Júpiter es una "estrella vespertina". Si el lector lo observa al anochecer, verá que gira hacia el sur en junio y hacia el oeste-suroeste en octubre, cuando pierde brillo en el crepúsculo.

Júpiter pasa conjunción con el Sol el 17 de noviembre y emerge como "lucero del alba" en el este-sureste en la aurora a principios de diciembre.

SATURNO pasa el año en Aquarius. El 1 de enero está en el suroeste al anochecer y se pone pocas horas después de la puesta del Sol.

Pasa conjunción solar el 21 de febrero como "lucero del alba" en el este-sureste en la aurora a finales de marzo. Saturno sale cada vez más temprano en la noche hasta que alcanza oposición el 1 de septiembre. Entonces sale a la puesta del Sol y Saturno es visible toda la noche.

Saturno permanece en el firmamento vespertino en los últimos meses de 1994. En diciembre está alto en el sur al anochecer.

Copyright © del texto 1992, de Robert C. Victor; copyright © de la carta de Scientia, Inc.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO
1994

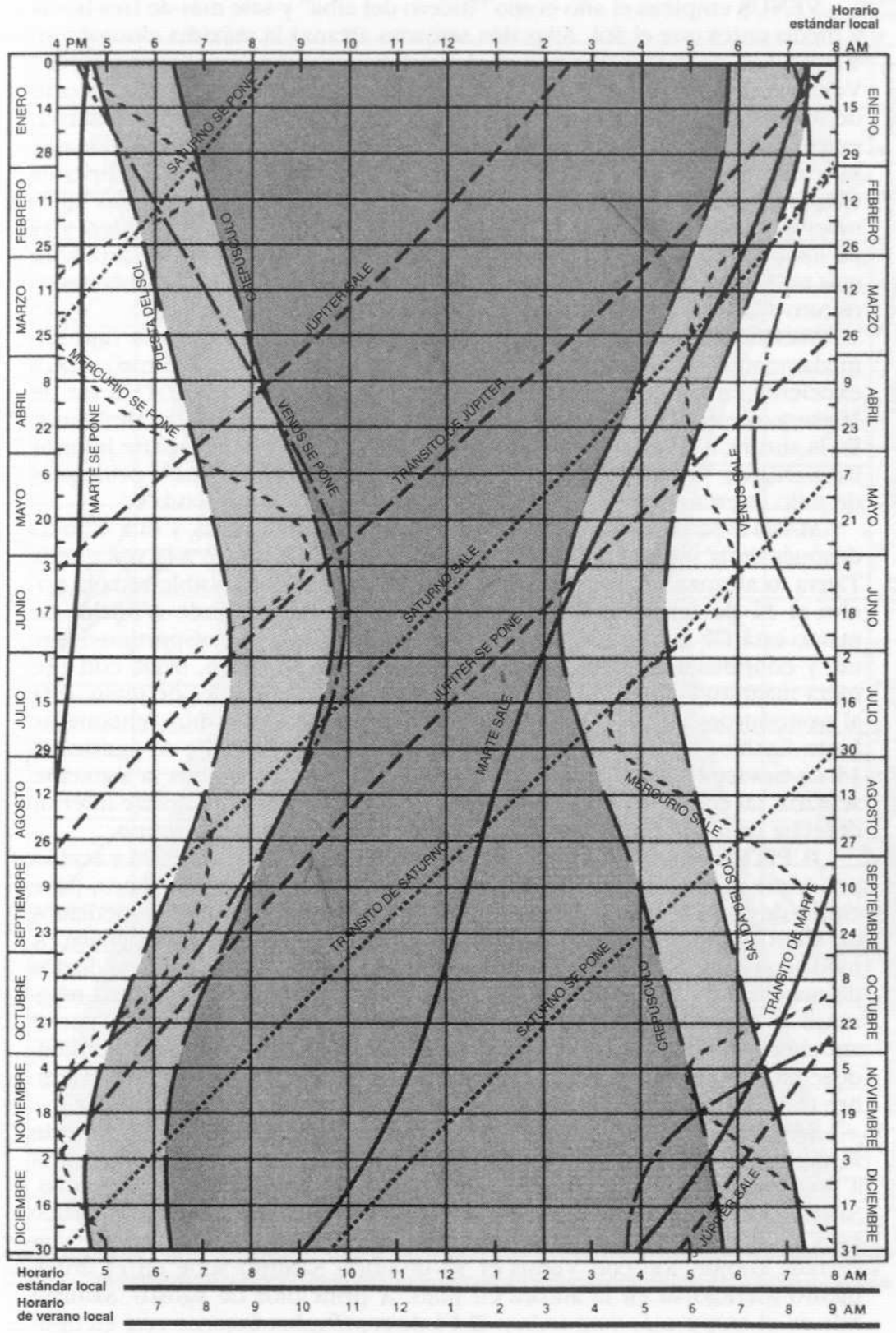


Fig. 9-3. Gráfico horario que indica las posiciones de los planetas en 1994. Las horas sombreadas en gris oscuro son las más adecuadas para las observaciones.

1995

VENUS empieza el año como "lucero del alba" y sale más de tres horas y media antes que el Sol. A las dos semanas alcanza la máxima elongación, 47° del Sol, y en el telescopio aparece como una diminuta "media Luna". Venus pasa 3° al norte de Júpiter el 14 de enero y ampliamente al norte de Antares dos días después. El 13 de abril pasa 0,5° al norte de Saturno, emparejados salen una hora antes que el Sol. Continúa saliendo cada vez más cerca de la aurora y es difícil de ver en julio. Pasa conjunción superior (detrás del Sol) el 20 de agosto y emerge como "estrella vespertina" a finales de octubre. El 18 de noviembre, pasa 1,3° al norte de Júpiter, y el 22 justo 0,2° al sur de Marte. Este trío compacto se pone más de una hora más tarde que el Sol. A finales de año Venus está otra vez en el firmamento oscuro y se pone dos horas y media más tarde que el Sol.

MERCURIO tiene una buena aparición vespertina en enero (aproximadamente situado a 20° de la parte inferior derecha de Saturno) y otra excelente en abril-mayo. El 23 de diciembre, Mercurio pasa 1,1° al sur de Marte y, al cerrar el año, pasa a 13° de la parte inferior derecha de Venus. En la aurora, a principios de marzo, Mercurio pasa a 15° de la parte inferior izquierda de Venus y sube a 8° de la parte superior derecha a principios de julio. Mercurio tiene su mejor aparición matutina en octubre.

MARTE empieza el año en Leo, 4° al noreste de Regulus, y sale 4 horas después de la puesta del Sol. Retrocediendo hacia el oeste a la vez que la Tierra lo alcanza, el planeta rojo alcanza oposición y es visible toda la noche el 11 de febrero. Marte se dirige hacia Cáncer, donde a finales de marzo está 17° al oeste de Regulus, alto en el firmamento vespertino oriental, y continúa acercándose a las estrellas. El 24 de mayo, brilla con primera magnitud y pasa sólo 1° al norte de Regulus. A finales de junio, está al oeste-suroeste al anochecer donde va desapareciendo muy lentamente hasta finalizar el año. Marte está 2° al norte de Spica el 28 de agosto. El 15 de noviembre está 1,2° al sur de Júpiter. Alcanza a ambos la siguiente semana, tal como ya hemos descrito. Acaba el año a 18° de la parte inferior derecha de Venus y a 5° de la parte inferior derecha de Mercurio.

JÚPITER está a 8° de Antares los primeros diez meses de 1995 y realiza una triple conjunción con ella al pasar 5° al norte a finales de enero, principios de junio y finales de septiembre. Situado cerca de Venus a mediados de enero, Júpiter sale cada vez más temprano y más alto cada mañana. A mediados de marzo, Júpiter se encuentra en el sur en la aurora; a mediados de mayo en el crepúsculo y el 1 de junio está en oposición con una magnitud —2,1 y es visible toda la noche. En julio, Júpiter está en el sur al anochecer y en el mes de octubre se encuentra en el suroeste. Perdiéndose en el crepúsculo, Júpiter es alcanzado por Marte y Venus en noviembre (tal como ya hemos visto). Desaparece a principios de diciembre.

SATURNO está en Aquarius todo el año. Se encuentra en el suroeste al anochecer en enero y se pierde en el resplandor crepuscular occidental a mediados de febrero. Después de la conjunción solar del 6 de marzo, Saturno emerge en el resplandor de la aurora matutina oriental a principios de abril, hacia la parte inferior izquierda de Venus. Después de una cerrada conjunción con Venus el 13 de abril, Saturno sube en el firmamento meridional en la aurora en julio. A principios de agosto, Saturno sale en el crepúsculo vespertino. El 14 de septiembre Saturno está en oposición con una magnitud +0,9 y se ve toda la noche. El resto del año Saturno es visible al anochecer, ascendiendo alto en el sur en diciembre.

Copyright © del texto 1992, de Robert C. Victor; copyright © de la carta de Scientia, Inc.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO
1995

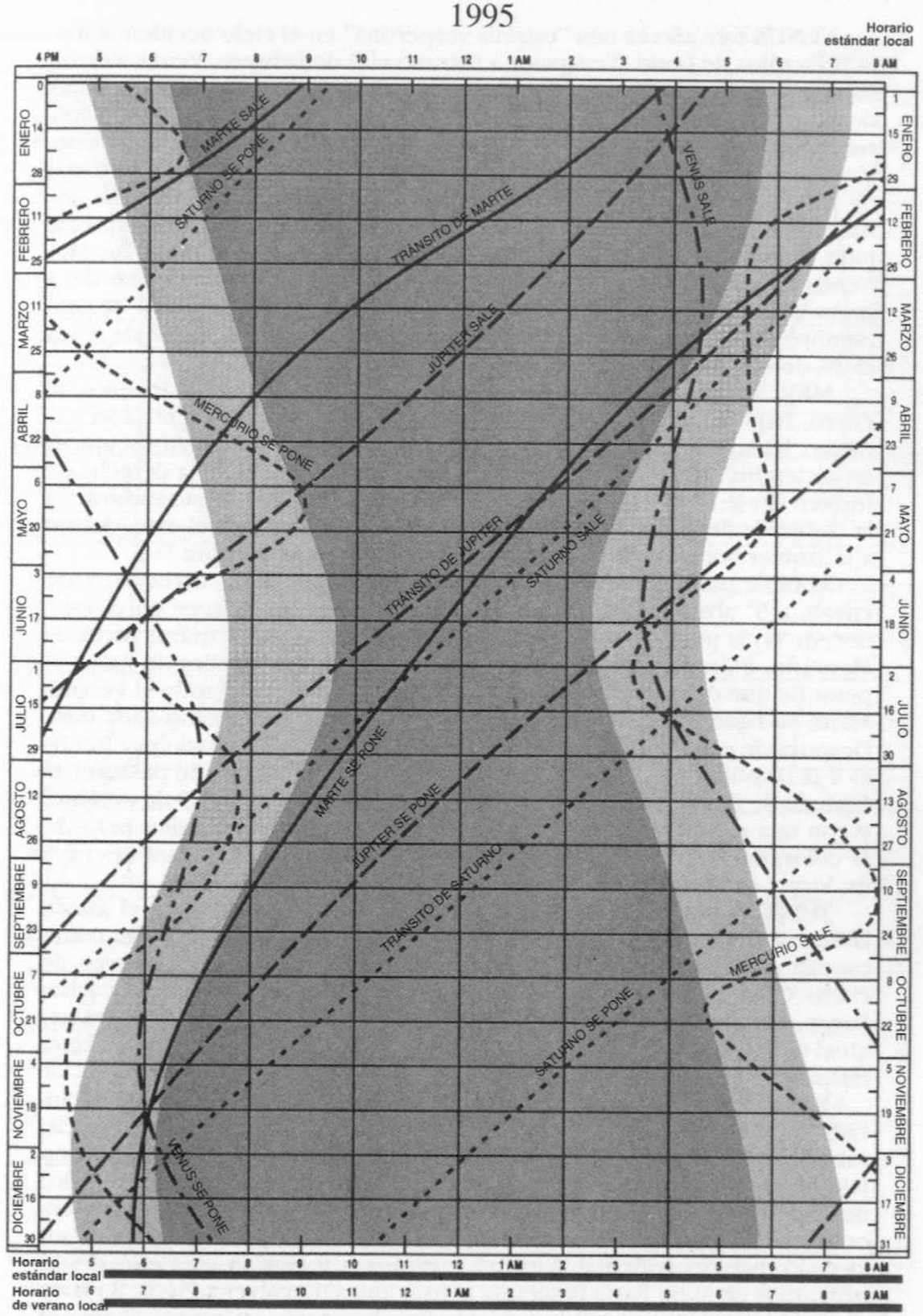


Fig. 9-4. Gráfico horario que indica las posiciones de los planetas en 1995. Las horas sombreadas en gris oscuro son las más adecuadas para las observaciones.

1996

VENUS este año es una "estrella vespertina" en el cielo occidental hasta principios de Junio. Tras pasar a Saturno el 2 de Febrero, Venus alcanza su mayor elongación, 46° desde el Sol, el 1 de abril, y se pone cuatro horas después de la puesta de Sol. Durante las dos tardes siguientes, Venus aparece dentro del espacio de 1° de las Pléyades. Continuando hacia el este, Venus pasa muy al norte de Aldebarán el 12 de abril, y se para por encima de los cuernos de Taurus el 19 de mayo. Venus aparece en el cielo matutino oriental a partir de finales de junio. Desde el 23 de junio al 4 de julio, Venus pasa cerca de Mercurio, Marte y Aldebarán. El 20 de agosto, Venus alcanza de nuevo las mayores elongaciones y se levanta más de 3 horas y media antes que el Sol. Venus pasa de largo de Pólux el 1 de septiembre, de Marte el 4 de septiembre, de Regulus el 3 de Octubre, de Spica el 17 de noviembre y de Antares el 25 de diciembre.

MERCURIO tiene dos buenas apariciones vespertinas: a principios de enero, bajo en el suroeste al oscurecer, y en abril, bajo en el oeste-noroeste. En ambos casos, aparece abajo a la derecha de Venus. Al oscurecer en diciembre, Mercurio se halla bajo en el suroeste, abajo a la derecha de Júpiter. En la media luz matutina, puede verse bajo en el este-suroeste, a la izquierda debajo de Júpiter, en enero-febrero, y bajo en el este, debajo a la izquierda de Venus y de Regulus, en septiembre-octubre.

MARTE puede ser observado (con binoculares) al oscurecer el 1 de enero, a 5° abajo a la derecha de Mercurio. Marte reaparece en el este-noreste en la penumbra matutina a mediados de junio, de nuevo cerca de Mercurio, y luego pasa a Venus y Aldebarán cerca de finales de junio. A pesar de que conserva una magnitud de casi +1,5 durante todo el verano, Marte se hace más fácil de ver ya que se levanta más pronto cada mes. Después de pasar a Pólux el 30 de agosto, Marte es adelantado por Venus el 4 de septiembre. Más tarde, durante este mes, el 21, Marte pasa por el Cúmulo de Praesepe. El planeta rojo pasa junto a Regulus el 29 de octubre, y con una magnitud de +1,3 debería tener casi el mismo brillo, pero no el color, de esta estrella. Marte acaba el año con una magnitud de +0,5 en Virgo, alto en el sur con la penumbra detrás.

JÚPITER pasa 1996 en Sagitario, haciendo tres pasadas sobre el asa de la Tetera. Visible prácticamente durante todo el año, Júpiter emerge como estrella matutina baja en la penumbra del sureste cerca de principios de enero. Cada mes se levanta algo antes, alcanzando la oposición el 4 de julio. Luego, con una magnitud de 2,7, Júpiter es visible durante toda la noche, en el sureste al oscurecer y en el suroeste al amanecer. Puede seguirse hasta finales del año, cuando está muy bajo en el suroeste al oscurecer.

SATURNO abre el año alto en el sur-suroeste al anochecer y es alcanzado por Venus el 2 de febrero. En Aquarius, al sur del asterismo de Piscis, Saturno suele estar borroso, con una magnitud de +1,2, dado que parecen faltarle sus anillos, hasta que la Tierra cruza hacia el lado sur (iluminado) del plano de los anillos el 11 de febrero. Tras ponerse en la penumbra occidental a principios de marzo, reaparece a finales de abril en Piscis en el cielo matutino oriental. Saturno realiza una incursión en Cetus desde principios de junio hasta finales de agosto antes de volver a Piscis. Su hora de salida se adelanta en 2 horas cada mes hasta que se levanta al alba el 26 de septiembre; entonces se halla en oposición, y arriba toda la noche. Ahora más cercano a la Tierra con sus anillos ladeados unos 4°, Saturno brilla más con +0,5. A finales del año, se halla alto en el sur al anochecer.

Copyright © del texto 1992, de Robert C. Victor; copyright © de la carta de Scientia, Inc.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO
1996

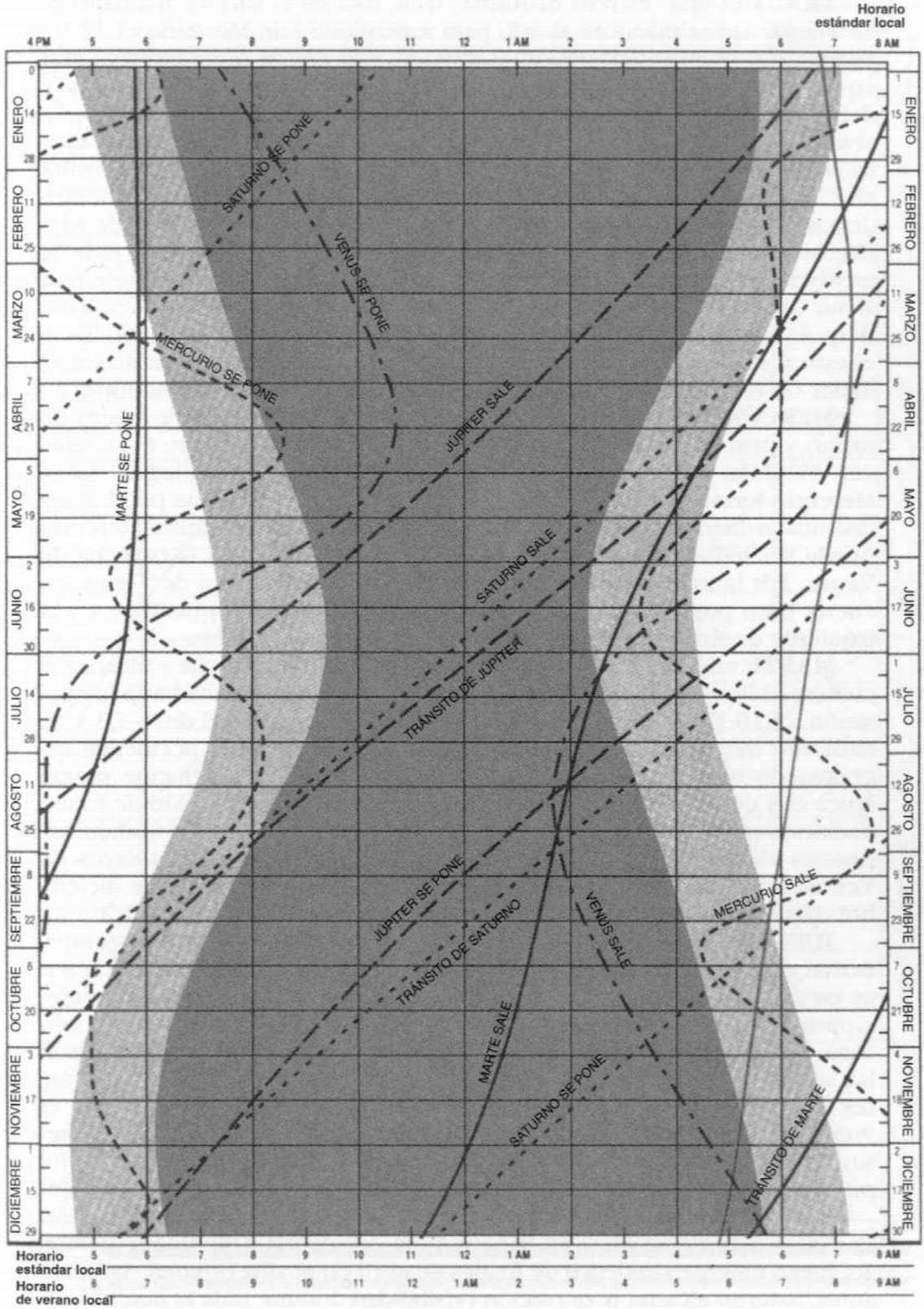


Fig. 9-5. Gráfico horario que indica las posiciones de los planetas en 1996. Las horas sombreadas en gris oscuro son las más adecuadas para las observaciones.

1997

VENUS es una "estrella matutina" fácil, baja en el sureste al amanecer en enero. Aproximándose al Sol, pasa emergiendo de Mercurio el 12 de enero y a finales de mes está lejos abajo a su izquierda. Un desafiante dúo en la penubra el 6 de febrero se describe bajo Júpiter. Venus pasa más allá del Sol el 2 de abril y a mediados de mayo emerge hacia el oeste-noroeste al anochecer. Siendo una "estrella matutina" durante el resto del año, queda bajo en la penumbra hasta el otoño. Obsérvese a Venus pasar a Pólux el 22 de junio, a Regulus el 22 de julio (con Mercurio siguiendo dentro de los 5° detrás de Venus durante el resto de julio), a Spica el 6 de septiembre, a Antares el 16 de octubre y a Marte el 24 de octubre. El 6 de noviembre alcanza su mayor elongación, 47° desde el Sol, y se pone más al sur de lo que lo hará hasta el año 2005. En diciembre, se pone 3 horas después del Sol a principios del mes, pero enlentece su progresión hacia el este y es alcanzado por Marte el día 21. Durante unos pocos días alrededor de esta fecha, Venus descansa 17° abajo a la izquierda de Júpiter.

MERCURIO tiene su mejor aparición vespertina del año a finales de marzo y principios de abril, abajo y al norte del oeste durante el anochecer. También durante el anochecer, durante la segunda mitad de julio, Mercurio forma bellas agrupaciones con Venus y Regulus que pueden ser disfrutadas mediante unos binoculares, y a finales de noviembre Mercurio puede ser hallado muy bajo en el suroeste, a 32° abajo a la derecha de Venus. Por la mañana, puede encontrarse a Mercurio cerca de Venus, en enero, justo por debajo de Regulus alrededor del 11 de septiembre, y a la izquierda de Antares durante la última semana de diciembre.

MARTE sale el 1 de enero una hora antes de medianoche y alcanza el cielo meridional antes del alba. Marte sale antes cada semana hasta la oposición, el 16-17 de marzo, cuando brilla con una magnitud de —1,3 y se halla alto durante toda la noche. Languideciendo en Virgo occidental exceptuando un retorno hacia Leo en abril-mayo, Marte finalmente pasa a Spica el 3 de agosto. Desplazándose hacia el este contra el telón de fondo zodiacal vespertino, aumentando la velocidad, pasa a su contra-homónimo Antares el 12 de octubre. El resto del año, Marte vagabundea cerca de Venus, acercándose al máximo a éste el 24 de octubre y el 21 de diciembre. Hacia finales del año, se desvanece con una magnitud de +1,2.

JÚPITER, al comenzar el año, sigue al Sol por el horizonte suroccidental durante sólo una hora. Tras semanas de invisibilidad, Júpiter emerge en el cielo matutino del este-sureste alrededor de mediados de Febrero, y permanece en Capricornus durante el resto del año. La conjunción cercana de Júpiter con Venus del 6 de febrero será difícil de observar desde las latitudes septentrionales medias, saliendo escasamente media hora antes de la salida del Sol. Júpiter sale antes cada mes hasta su oposición, el 9 de agosto, cuando brillará con una magnitud de —2,8 bajo en el este-sureste al oscurecer y estará alto toda la noche. Hacia finales del año, Júpiter estará en el suroeste al ocaso, con Marte y Venus a su derecha abajo.

SATURNO abre el año alto en el sur al ocaso y pasa casi todo el año en Piscis. Saturno se pone en la penumbra occidental a mediados de Marzo, luego emerge alrededor de finales de abril en el alba oriental. Saliendo antes, Saturno alcanza la oposición (visibilidad durante toda la noche, con una magnitud de +0,2) el 9-10 de octubre. Sus anillos están entonces inclinados 10°. Saturno continúa en el cielo vespertino hasta finales del año, cuando alcanza el meridiano antes de caer la oscuridad.

Copyright © del texto 1992, de Robert C. Victor; copyright © de la carta de Scientia, Inc.

GRÁFICO HORARIO DEL FIRMAMENTO
1997

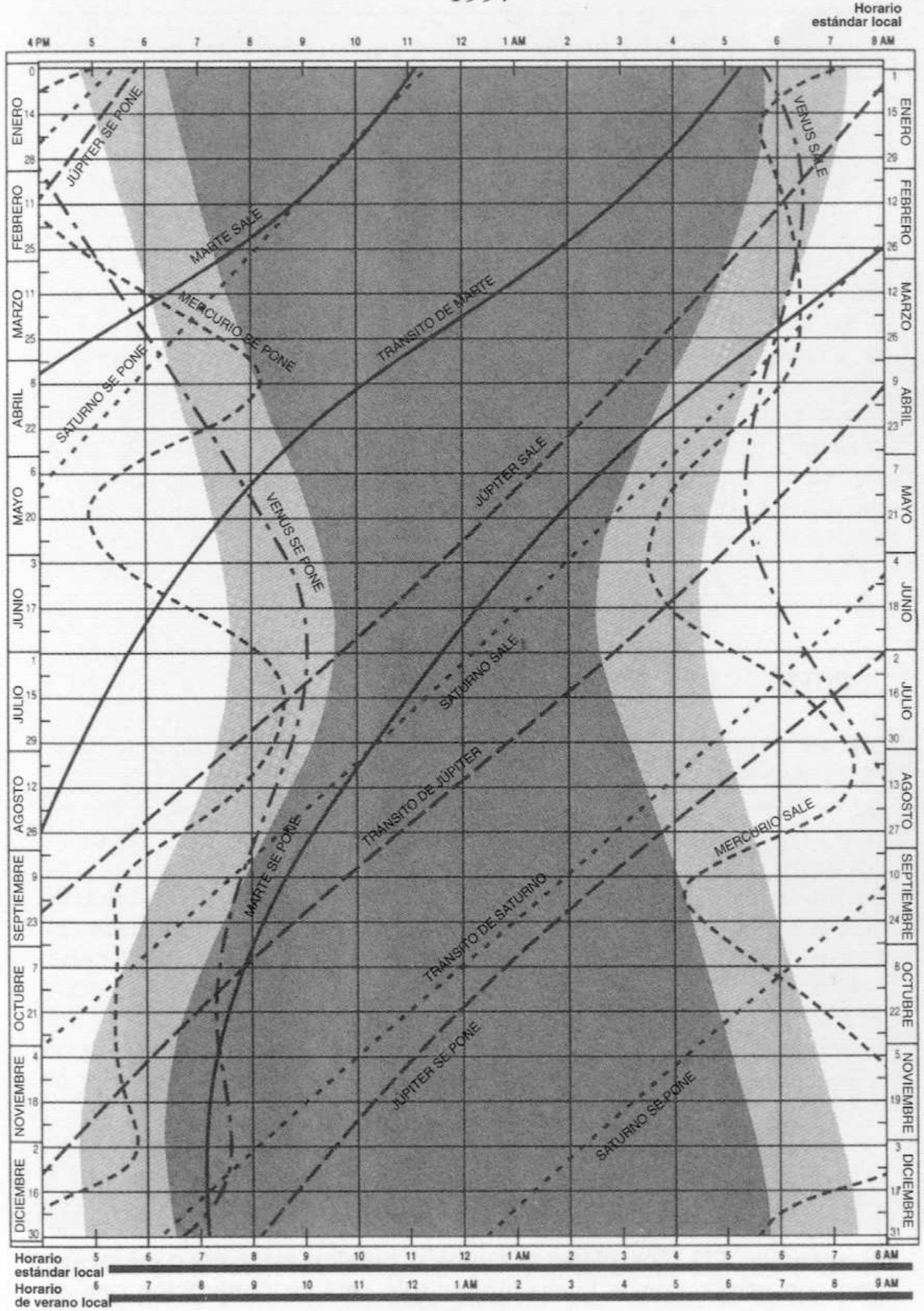


Fig. 9-6. Gráfico horario que indica las posiciones de los planetas en 1997. Las horas sombreadas en gris oscuro son las más adecuadas para las observaciones.

10

OBSERVACIÓN DE LOS PLANETAS

En el capítulo anterior, se explicaron las maneras de encontrar los planetas en el firmamento. Este capítulo está centrado en la observación de los planetas. Con tan sólo un telescopio pequeño, el lector puede percatarse de que los planetas poseen formas y que las formas aparentes de algunos planetas cambian a lo largo del tiempo. Puesto que los planetas cuya observación resulta más fácil e impresionante (colocados en orden) son Júpiter, Saturno, Venus y Marte, se describen estos objetos siguiendo este orden y luego se estudian los planetas cuya observación es más difícil —Mercurio, Urano, Neptuno y Plutón.

JÚPITER

Júpiter, el mayor planeta del sistema solar, presenta un diámetro que es 11 veces superior al de la Tierra y su volumen supera mil veces el de la Tierra. Está unas 5,2 veces más alejado del Sol que la Tierra; puesto que la distancia media desde la Tierra hasta el Sol se denomina 1 Unidad Astronómica (1 U.A.), la distancia media entre Júpiter y el Sol es de 5,2 U.A. Cuando Júpiter está del mismo lado del Sol que la Tierra, su posición es alta en el firmamento nocturno, y su distancia con respecto a la Tierra es de sólo 4 U.A. (5,2 U.A menos el radio orbital de la Tierra de 1 U.A. dan lugar a 4,2 U.A.). A esta distancia, el planeta abarca casi 50 segundos de arco en el firmamento —$^1/_{40}$ del diámetro de la Luna llena— y puede presentar un brillo denotado por la magnitud aproximada de —2,5, brillo que es tres veces superior al de la estrella más brillante, Sirius.

Cuando un planeta está alineado con la Tierra y el Sol, el planeta y el Sol aparecen juntos en el firmamento y se dice que el planeta está en *conjunción*. El tiempo real de conjunción es cuando el planeta y el Sol aparecen en la misma longitud a lo largo de la eclíptica (véase el apéndice 11). Los planetas también pueden estar en conjunción uno con otro o con la Luna. Júpiter sólo está en conjunción con el Sol cuando se encuentra del lado alejado del Sol y por consiguiente su tamaño parece más pequeño que el correspondiente a la oposición.

Un planeta presenta *oposición* cuando está situado en la prolongación de la línea de visión que va desde el Sol hasta la Tierra. La

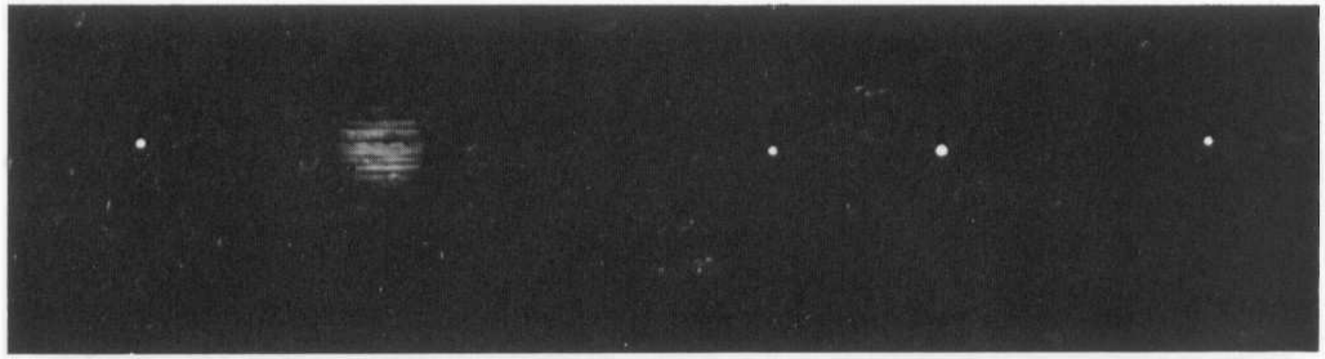


Fig. 10-2. Júpiter, fotografiado desde la Tierra, mostrando sus zonas horizontales brillantes y sus cinturones horizontales oscuros. El sur está situado en su parte superior, puesto que se trata de una vista a través de un telescopio. Los cuatro satélites galileanos son también visibles. (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona)

mejor manera de observar Júpiter y los otros planetas externos es en oposición, cuando permanecen sobre el horizonte durante toda la noche. Luego salen al ocaso, son más brillantes y presentan los discos de mayor tamaño.

El disco de Júpiter

Con un telescopio pequeño, el lector puede ver bandas claras y oscuras a través del disco de Júpiter. El número de bandas que se perciben depende no sólo del grado de proximidad de Júpiter con respecto a la Tierra, sino también del carácter de la atmósfera que recubre el lugar de observación. Las bandas representan nubes extendidas, transformándose en listas largas a medida que se produce la rotación de Júpiter; el planeta, que está formado enteramente por gas, gira con distintas velocidades en distintas latitudes. (A los cuerpos sólidos como la Tierra no les sucede esto.) El gas situado cerca del polo gira unos 5 minutos más rápido que el gas próximo al ecuador durante cada período de rotación de 10 horas. (Los planetas giran sobre sus ejes pero describen órbitas alrededor del Sol.)

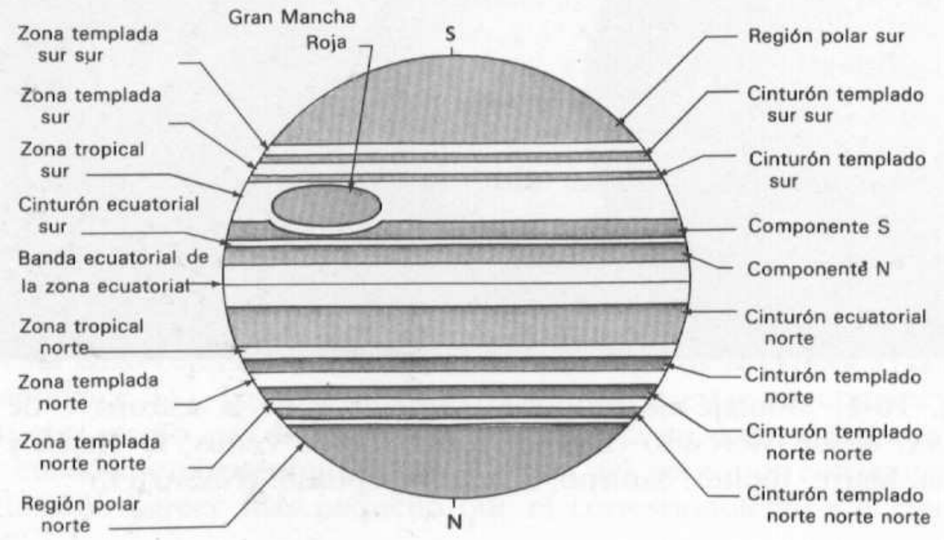


Fig. 10-3. Diagrama esquemático que indica los rasgos principales de Júpiter.

La figura 10-2 es una fotografía de Júpiter tomada desde la Tierra; muestra todos los detalles que es posible percibir, incluso con un telescopio grande, debido a los efectos oscurecedores de la atmósfera de la Tierra. La forma de las bandas cambia con lentitud a lo largo de períodos dilatados de tiempo. Se ha otorgado nombre a las bandas principales, como indica la figura 10-3. Las bandas brillantes se denominan zonas y las bandas oscuras se denominan *cinturones*. Los cinturones y las zonas presentan colores sutiles.

La rotación de Júpiter hace que este planeta presente pandeo en el ecuador, es decir, un *achatamiento* del 7 %. Se puede observar con toda claridad con un telescopio pequeño que Júpiter no es perfectamente redondo.

Se ha observado una región rojiza grande denominada Gran Mancha Roja en Júpiter de vez en cuando durante centenares de años. La Gran Mancha Roja presenta unas dimensiones de unos 14 000 por 30 000 kilómetros, siendo mucho mayor que la Tierra. La Gran Mancha Roja es una tormenta gigante en las nubes de Júpiter, que resulta más visible en algunas épocas que en otras. Algunas veces su forma cambia. Las vistas tomadas desde la nave espacial Voyager pusieron de manifiesto la rotación de la Gran Mancha Roja (fig. 10-4).

Aunque las naves espaciales Voyager descubrieron un anillo delgado alrededor de Jupiter (fig. 10-5), éste es demasiado pálido como para ser detectado utilizando medios ordinarios desde la Tierra. El anillo no era esperado, pero los científicos lo buscaron brevemente con el Voyager 1, y fue hallado. Luego, el Voyager 2 dedicó una mayor atención a observarlo apropiadamente. Se mostraba mejor a contraluz, con el Sol detrás de él, tal como se veía desde la astronave.

Los satélites de Júpiter

Los cuatro satélites más brillantes de Júpiter pueden captarse incluso con un telescopio pequeño. Con los nombres de Io, Europa, Ganimedes y Calisto, derivados de los amantes mitológicos de Júpiter (cosa que sucede con los 16 satélites de Júpiter), tienen un diámetro que varía entre 3138 y 262 km. Todos los satélites más brillantes excepto

Fig. 10-4. Vista de cerca de la Gran Mancha Roja de Júpiter y la turbulencia que la rodea. El norte está en la parte superior de esta foto y otras fotos tomadas desde el espacio. (JPL/NASA)

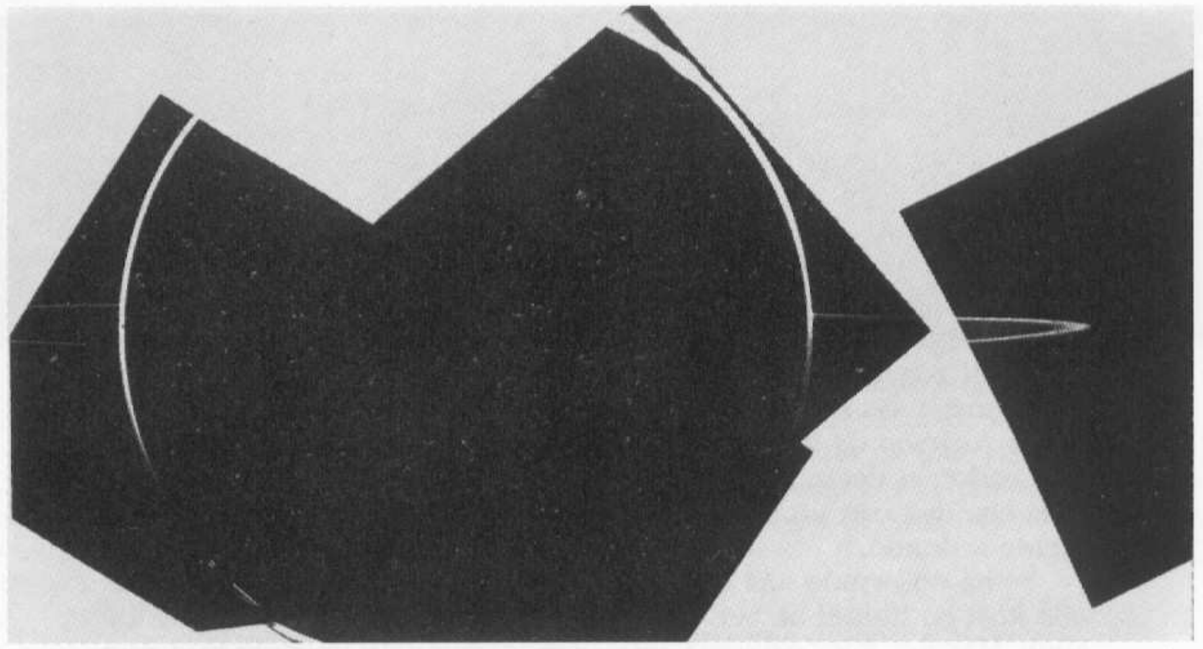
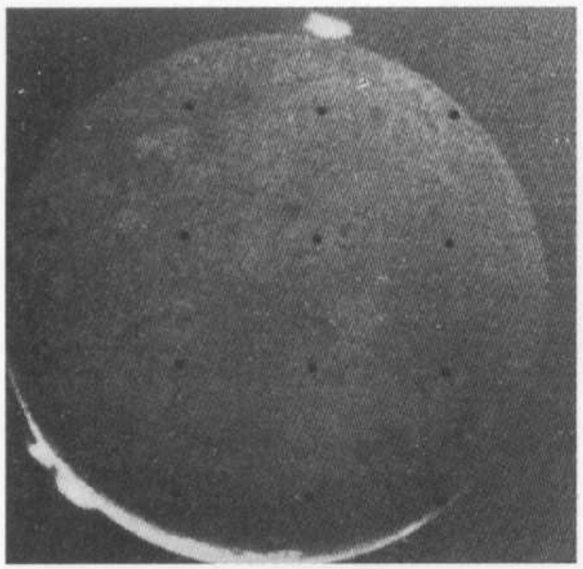


Fig. 10-5. Anillo de Júpiter, fotografiado desde el Voyager 2. (JPL/NASA)

uno son mayores que la Luna. El mayor de los satélites de Júpiter, Ganimedes, es incluso de mayor tamaño que el planeta Mercurio.

Sin embargo, estos cuatro "satélites galileanos" fueron meramente puntos de luz en el firmamento hasta que fueron observados de cerca por las dos naves espaciales Voyager de la NASA en 1979 y 1980, que transmitieron por radioondas fotografías de la superficie de los satélites. Io está recubierto de volcanes, de los cuales unos 10 están, en la fecha en que se redacta este libro, en proceso de erupción (fig. 10-6); se trata del cuerpo más activo del sistema solar.

Fig. 10-6. *(izquierda)* Volcanes erupcionando a centenares de kilómetros de altura sobre la superficie de Io, un satélite de Júpiter. (JPL/NASA)
(Derecha) Foto mejorada mediante computador de la superficie de Ganimedes, indicando alguno de sus cráteres (las áreas oscuras) y de sus surcos. (JPL/NASA)



Europa está aparentemente recubierta de hielo. Ganimedes, que posee el máximo diámetro superficial entre los satélites del sistema solar, puede contener agua y hielo rodeando a un núcleo de roca; su superficie presenta cráteres y surcos extraños (fig. 10-6 derecha). Calisto está recubierto de cráteres, incluyendo un enorme ojo de buey denominado Valhalla.

Estos cuatro satélites brillantes describen órbitas en el plano del ecuador de Júpiter, por lo cual parecen seguir una línea trazada a través de Júpiter. El período de la órbita de Io es de 1 día y 18 horas; el período de Europa es de 3 días y 13 horas; el período de Ganimedes es de 7 días y 3 horas y el período de Calisto es de 16 días y 16 horas. Si se observa a estos satélites con un telescopio a lo largo de una noche o de una noche a otra, puede constatarse que sus posiciones relativas cambian. Algunas veces se percibe a los satélites moviéndose delante o detrás de Júpiter; cuando los satélites se mueven delante de Júpiter, producen sombra sobre el planeta. Cuando los satélites presentan su brillo máximo, Ganimedes puede alcanzar la magnitud de 4,6 y el brillo de los otros satélites sólo puede ser inferior en una magnitud como máximo.

Cada año las posiciones de los "satélites galileanos" con respecto a los lados de Júpiter aparecen en los gráficos de *The Astronomical Almanac*, y estos gráficos figuran también en las revistas *Sky & Telescope* y *Astronomy*. Puesto que se necesitan gráficos distintos para cada mes, no usaremos el espacio de esta Guía de Campo para incluir a estos mapas. Los programas de ordenador que muestran la configuración de los satélites de Júpiter ya pueden conseguirse con facilidad.

Misiones a Júpiter

La misión Ulysses de la NASA hacia el Sol fue lanzada en 1990 vía Júpiter. La gravedad de este planeta mandó la astronave fuera de la eclíptica, el plano en el cual giran los planetas, de forma que Ulysses será capaz de observar los polos del Sol. Pasó cerca de Júpiter en 1992; estará por encima del polo sur solar en 1994 y, con su trayectoria curvada por la acción de la gravedad solar, por encima del polo norte solar en 1995.

Una misión de la NASA llamada Galileo fue lanzada en 1989 y llegará a Júpiter el 7 de diciembre de 1995. Su objetivo es lanzar una sonda que bajará en paracaídas a través de las nubes de Júpiter y mandará datos durante aproximadamente una hora. También se pondrá en órbita una aeronave alrededor de Júpiter durante un par de años. Aunque su antena principal ha quedado atascada en su posición cerrada, Galileo lleva una antena de menor tamaño que debería permitir que la misión llevara a cabo la mayor parte de sus objetivos.

Observaciones de Júpiter

El lector debe contar, anotar y dibujar los colores de los cinturones y las zonas del disco. Debe observar y dibujar la Gran Mancha Roja y quizás otras perturbaciones de la atmósfera de Júpiter. Debe observar el achatamiento del disco de Júpiter. Debe observar e identificar los satélites galileanos y cómo se desplazan; debe observar sus ocultaciones por Júpiter (cuando pasan detrás del disco de Júpiter), sus eclipses y los tránsitos de los satélites y las sombras que proyectan sobre el disco de Júpiter.

Tabla 16: Oposiciones de Júpiter

Fecha de la oposición	Diámetro del disco (seg de arco)	Distancia a la Tierra U.A.	Distancia a la Tierra km (millones)
29 de febrero de 1992	45	4,41	660
30 de marzo de 1993	44	4,45	666
30 de abril de 1994	45	4,42	662
1 de junio de 1995	46	4,32	647
4 de julio de 1996	47	4,19	626
9 de agosto de 1997	49	4,05	606
16 de septiembre de 1998	50	3,96	593

SATURNO

Galileo, con un telescopio diminuto, pudo comprobar que Saturno no era completamente redondo. Algunas décadas más tarde, los astrónomos se dieron cuenta de que Saturno estaba rodeado de un anillo (fig. 10-12). A medida que pasaron décadas y siglos, pudo constatarse que Saturno poseía cada vez más anillos. En la década de los setenta, se conocían media docena de anillos; en la actualidad, gracias a los resultados obtenidos por las naves espaciales Voyager, se conoce la existencia de centenares de miles de anillos en el planeta Saturno.

El diámetro de Saturno es 9,4 veces superior al de la Tierra, equiparable casi al de Júpiter. Su anillo se extiende hasta 135 000 km con respecto al centro.

Saturno está situado a una distancia de 9,5 U.A. con respecto al Sol, lo cual significa que en el mejor de los casos su alejamiento con respecto a la Tierra es el doble del correspondiente a Júpiter. Por consiguiente su tamaño máximo es de unos 20 segundos de arco, y su brillo nunca es superior al denotado por la magnitud cero.

Cuando la astronave Voyager visitó Saturno en 1981, no solamente observó sus anillos y el disco con detalle, sino que también obtuvo imágenes de cerca de muchos de los satélites de Saturno (fig. 10-13).

CADIZ PUBLICA

VENUS

Venus puede ser el objeto más brillante del firmamento, además del Sol y la Luna. Puesto que su órbita está dentro de la de la Tierra, sólo puede verse Venus al mirar en la dirección general del Sol. Este planeta brillante es visible sólo durante las primeras horas después de la puesta del Sol, cuando se denomina "estrella vespertina", o antes de la salida del Sol, cuando se denomina "lucero del alba". Venus puede presentar un brillo superior al denotado por la magnitud —4 e incluso puede producir sombras.

Venus está recubierto de capas gruesas de nubes a través de las cuales no puede verse nada. Desde la Tierra no se percibe estructura alguna, aunque se ve que Venus experimenta fases a medida que describe su órbita alrededor del Sol (fig. 10-18). (Sólo los planetas que presentan órbitas menores que las de la Tierra —Venus y Mercurio— pueden experimentar una fase creciente. El que Venus experimente un ciclo completo de fases, incluida la fase creciente, fue descubierto por Galileo y constituyó la prueba más importante de la validez de la idea de Copérnico de que el Sol y no la Tierra [como se creía] constituye el centro del sistema solar.)

Cuando Venus se halla justo antes de pasar entre el Sol y nosotros, aparece como un cuarto creciente y es lo más grande posible. Incluso podemos llegar a ver la luz solar desviada formando una curva hacia nosotros atravesando su gruesa atmósfera. Cuando Venus aparece en la misma longitud que el Sol a lo largo de la eclíptica, presenta *conjunción*. Cuando Venus está situado cerca de una línea de visión entre nosotros y el Sol, está en su *conjunción inferior*. Cuando se puede ver toda la cara iluminada de Venus (su fase "llena") el planeta está del lado alejado del Sol, en su punto más distante con respecto a la Tierra y por consiguiente su tamaño es mínimo. Entonces presenta *conjunción superior*.

A partir de naves espaciales observando a través de filtros ultravioletas desde las proximidades de Venus, se ha podido estudiar la circulación de las nubes del planeta (fig. 10-19).

A pesar de que las nubes bloquean nuestra visión desde la Tierra, el Pioneer Venus Orbiter pudo realizar en 1979 un mapa general de la superficie de Venus, utilizando el radar (fig. 10-20).

La aeronave Magallanes de la NASA se puso en órbita alrededor de Venus en 1990. Su radar —que mide las ondas de radio reflejadas— ha devuelto imágenes de la superficie de Venus mucho más detalladas que las tomadas por aeronaves anteriores (fig. 10-21). Las observaciones de Magallanes han puesto en evidencia detalles de la geología de la corteza de Venus, y han hecho cambiar nuestra comprensión de los procesos que le dieron a la superficie de Venus su forma.

Una serie de naves espaciales soviéticas han aterrizado sobre Venus y enviado fotografías hacia la Tierra (fig. 10-22). A partir de los estudios de la composición de la superficie, se sabe que el mismo tipo de proceso geológico que formó la superficie de la Tierra también participó en Venus. Sin embargo, la Tierra posee varios continentes y en su mayor parte está ocupada por cubetas oceánicas profundas. Por otra parte, Venus posee sólo unos pocos continentes pequeños y

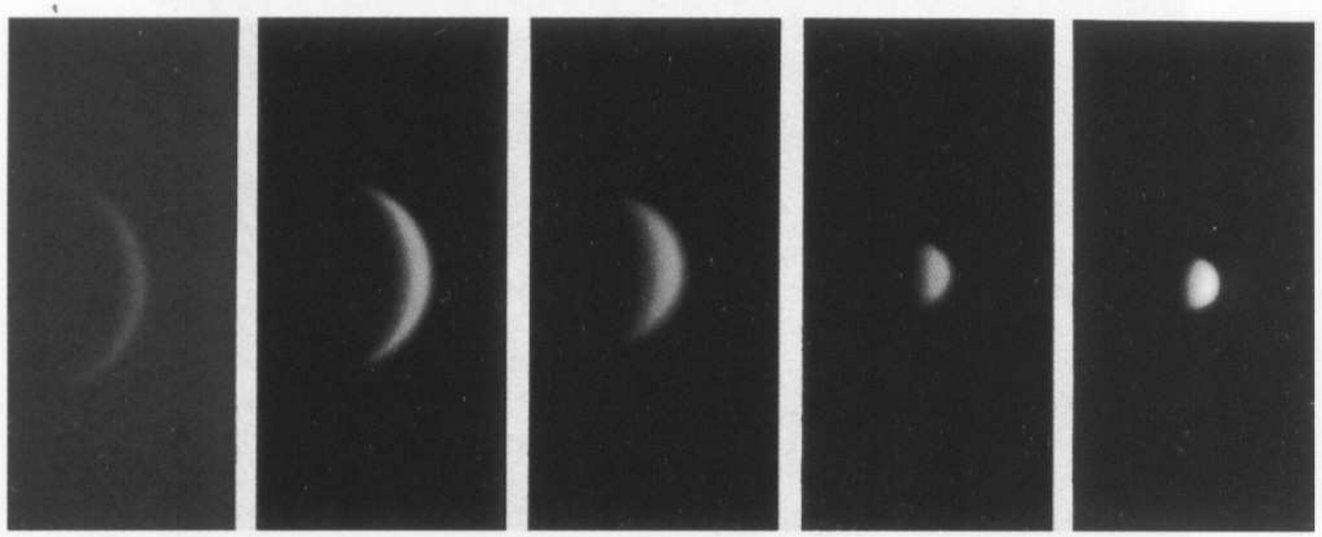
unas pocas cubetas profundas; en su mayor parte está recubierto de una llanura ondulada amplia.

Las nubes de Venus están formadas principalmente por gotitas de ácido sulfúrico. Su atmósfera está formada principalmente por dióxido de carbono y la presión superficial es 90 veces superior a la de la Tierra. La Tierra contiene aproximadamente la misma cantidad de dióxido de carbono que Venus, aunque en ella está bloqueado en forma de carbonatos contenidos en rocas formadas debajo de los océanos. Por consiguiente parece ser que la presencia de agua en la Tierra fue el factor que impidió que el destino de ésta fuera equiparable al de Venus.

El dióxido de carbono de la atmósfera de Venus atrapa la luz solar, que entra principalmente en forma de luz visible pero se transforma en radiación infrarroja cuando calienta la superficie de Venus. La radiación infrarroja no puede escapar, principalmente debido al dióxido de carbono, pero también debido en parte a otros gases y partículas, por lo cual la atmósfera se calienta alcanzando una temperatura de 500° sobre la superficie de Venus. Se trata del denominado "efecto de invernadero". Si hacemos perder el equilibrio de la atmósfera de la Tierra de alguna manera, quizá quemando demasiado combustible fósil y por consiguiente introduciendo demasiado dióxido de carbono en la atmósfera, nuestra atmósfera podría volverse tan inhabitable como lo es la de Venus.

La atmósfera de Venus también nos enseña otra lección sobre la polución del aire. Si se introducen demasiados fluorocarburos en la atmósfera de la Tierra usando latas de aerosol o por escape de acondicionadores de aire o de refrigerantes de frigoríficos, podría destruirse gran parte de la capa de ozono de la Tierra, que nos protege de la luz ultravioleta del Sol. Los efectos del ozono y otros gases se comprenden mucho mejor en la actualidad gracias a los estudios comparativos que se han realizado de las atmósferas de la Tierra, Venus y otros planetas.

Fig. 10-18. Las fases de Venus. Debe observarse el distinto tamaño de Venus en sus diversas fases. Siempre que presenta fase creciente, Venus debe estar del lado cercano al Sol; de resultas de ello, parece relativamente grande. (Akira Fujii)



punto de vista histórico, los tránsitos de Venus han sido importantes para establecer la escala de distancias del sistema solar; en la actualidad puede deducirse la escala de distancias con mayor exactitud con radar y mediante naves espaciales de localización, por lo que los tránsitos de Venus son meramente una curiosidad.

Los tránsitos de Venus vienen en pares separados por 8 años; el intervalo entre pares sucesivos es superior a los 100 años. Los últimos tránsitos se produjeron en 1874 y 1882. Los próximos serán el 8 de junio del año 2004 y el 5-6 de junio del 2012.

Observación de Venus

Obsérvense las fases de modo especial durante las 10 semanas antes y después de la conjunción inferior, cuando Venus pasa de "estrella vespertina" a "lucero del alba". Un filtro ultravioleta algunas veces añade contraste a las fotografías del disco.

MARTE

Marte, "el planeta rojo" durante mucho tiempo ha centrado nuestro interés debido a su movimiento relativamente rápido entre las estrellas y debido a su color rojizo. A lo largo de un período de meses, la ruta de Marte entre las estrellas aparentemente se invierte en un bucle gigante (fig. 10-23).

En 1543, Copérnico explicó la existencia de este bucle en la órbita de Marte, denominado *movimiento retrógrado*, demostrando que se trataba de un efecto de la perspectiva. Se produce cuando la Tierra pasa junto a Marte, describiendo ambos planetas órbitas alrededor del Sol. Las órbitas de los demás planetas poseen bucles retrógrados semejantes.

La superficie de Marte, vista desde la Tierra, presenta características semipermanentes que pueden seguirse a lo largo del período de rotación de Marte de 25 horas, el "día" marciano. Estas características cambian con las estaciones del año en Marte; el ciclo de las estaciones de Marte supone 23 meses de la Tierra, el período con el cual Marte describe una órbita alrededor del Sol. El matiz rojizo de Marte es evidente incluso a simple vista y claro está con un telescopio pequeño, pero desde la Tierra pueden percibirse pocos detalles sobre la superficie de Marte (fig. 10-24).

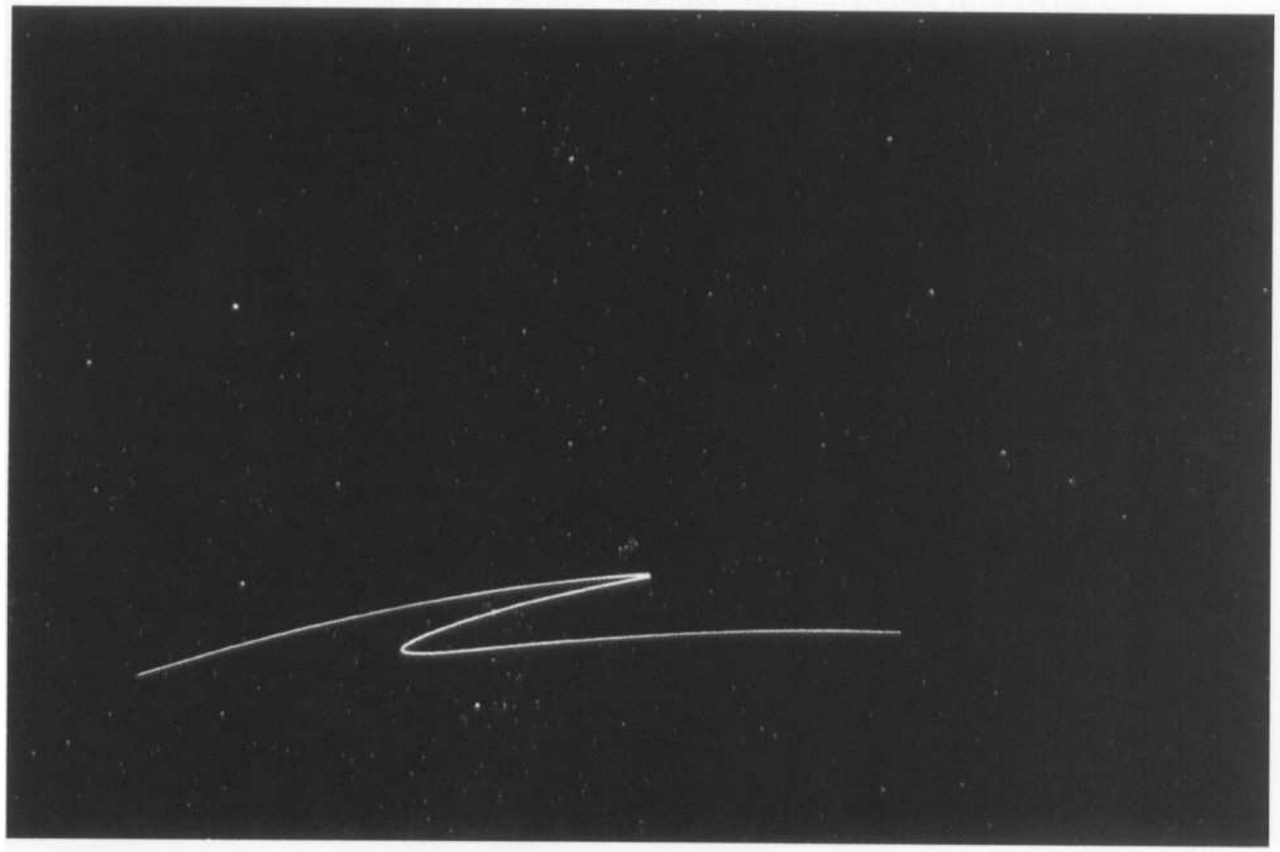
Debido a su órbita elíptica, en distintas posiciones Marte está situado a distintas distancias con respecto a la Tierra. Cuando presenta oposición el diámetro angular de su disco está comprendido entre 14 y 25 segundos de arco, lo cual supone de $^1/_{130}$ a $^1/_{75}$ del diámetro de la Luna llena y aproximadamente el diámetro del disco de Saturno. Cuanto más cerca está el planeta de nosotros, más grande nos parece. Marte aparenta ser aún más pequeño cuando no está en oposición, a veces tan pequeño como 4 arcos de segundo de diámetro.

Debido a los cambios estacionales de Marte y como quiera que líneas delgadas parecen cruzar la superficie de Marte cuando se observa visualmente desde la Tierra, Percival Lowell y otros a finales del último siglo sugirieron que existía vida en Marte. Los cambios estacionales, pensaron, eran causados por la vegetación y las líneas eran canales excavados por los marcianos para transportar agua.

Pero las observaciones realizadas desde la Tierra y más tarde desde naves espaciales han demostrado que los cambios estacionales son resultado de polvo arrastrado por las enormes tormentas generadas por el efecto del calentamiento solar. Cuando el polvo se desgaja de ciertas superficies, queda al descubierto el material oscuro subyacente. Las vistas de cerca han puesto de manifiesto que los "canales" no existen; probablemente se trató de un efecto del ojo y del cerebro, que tienden a imaginar relaciones aun cuando sean ficticias. De hecho, las características que aparecen en los telescopios como brillantes y oscuras para los observadores radicados en la Tierra no se corresponden de modo necesario con características físicas de Marte.

Los casquetes polares de Marte, que brillan y empalidecen con las estaciones de cada año marciano, están formados sobre todo por dióxido de carbono congelado que se condensa sobre un núcleo de agua helada. La existencia de grandes cantidades de agua es esencial para la vida, por lo cual el descubrimiento de trazas de agua en Marte hace concebir esperanzas a los que creen que la vida pudo iniciarse en Marte de modo independiente a su entroncamiento en la Tierra.

Fig. 10-23. Una simulación de planetario del movimiento de Marte a través del fondo plagado de estrellas, mostrando el bucle retrógrado. (Geoff Chester, Albert Einstein Planetarium, Smithsonian Institution)



que es en realidad un planeta pequeño. Los satélites son de hecho fragmentos pequeños de roca, que describen órbitas, comparables a algunos de los asteroides de menor tamaño. Su brillo nunca supera el nivel denotado por las magnitudes 11 y 12, y por consiguiente su observación no resulta fácil desde la Tierra.

Observación de Marte

Debe observarse el color rojizo y las características del disco (como Syrtis Major, Hellas y los casquetes polares) a medida que se produce la rotación del planeta; debe observarse cómo cambian las características con las estaciones de Marte. Es menester observar las tormentas de polvo estacionales. Un filtro anaranjado es útil para acentuar el contraste de la superficie de Marte; un filtro azul puede revelar el status de las tormentas de polvo. Las nubes matutinas se ven mejor con un filtro verde o amarillo.

Tabla 17: Oposiciones de Marte

Fecha de la oposición	Más cercana a la Tierra	Diámetro del disco (seg de arco)	Distancia a la Tierra U.A.	Distancia a la Tierra km (millones)
27 de noviembre de 1990	20 de noviembre	18	0,52	77
7 de enero de 1993	3 de enero	15	0,63	94
12 de febrero de 1995	11 de febrero	14	0,68	101
17 de marzo de 1997	20 de marzo	14	0,66	99
24 de abril de 1999	1 de mayo	16	0,59	87

MERCURIO

Mercurio, el planeta más próximo al Sol, tiene menos de la mitad del tamaño de la Tierra. Carece de satélites, de atmósfera y es un lugar inhóspito en extremo. Al mediodía la temperatura supera con creces los 400°C.

Mercurio nunca aparece demasiado lejos del Sol en el firmamento, y por lo tanto sólo puede verse durante un lapso breve de tiempo después de la puesta del Sol o antes de la salida del Sol, como indican los gráficos horarios del capítulo 9, o cuando pasa delante del Sol (fig. 10-27).

Desde la Tierra se pueden ver las fases de Mercurio, pero ni siquiera los telescopios de mayor tamaño revelan detalles sobre su superficie. Las características superficiales fueron conocidas tan sólo gracias a la nave espacial Mariner 10 de la NASA, que se acercó a Mercurio tres veces en 1974 y 1975. Las fotografías (fig. 10-28) revelaron que Mercurio posee muchos cráteres y que se parece a nuestra Luna. Los cráteres son más planos y poseen bordes más delgados en Mercurio, debido a que la gravedad es más intensa, pero se trata

de efectos sutiles. Deducimos que el interior de Mercurio estuvo fundido por la lava que fluyó hacia la superficie. Además, el Mariner 10 halló un débil campo magnético. Creemos que los campos magnéticos sólo permanecen si parte del interior aún está fundido.

Tránsito de Mercurio

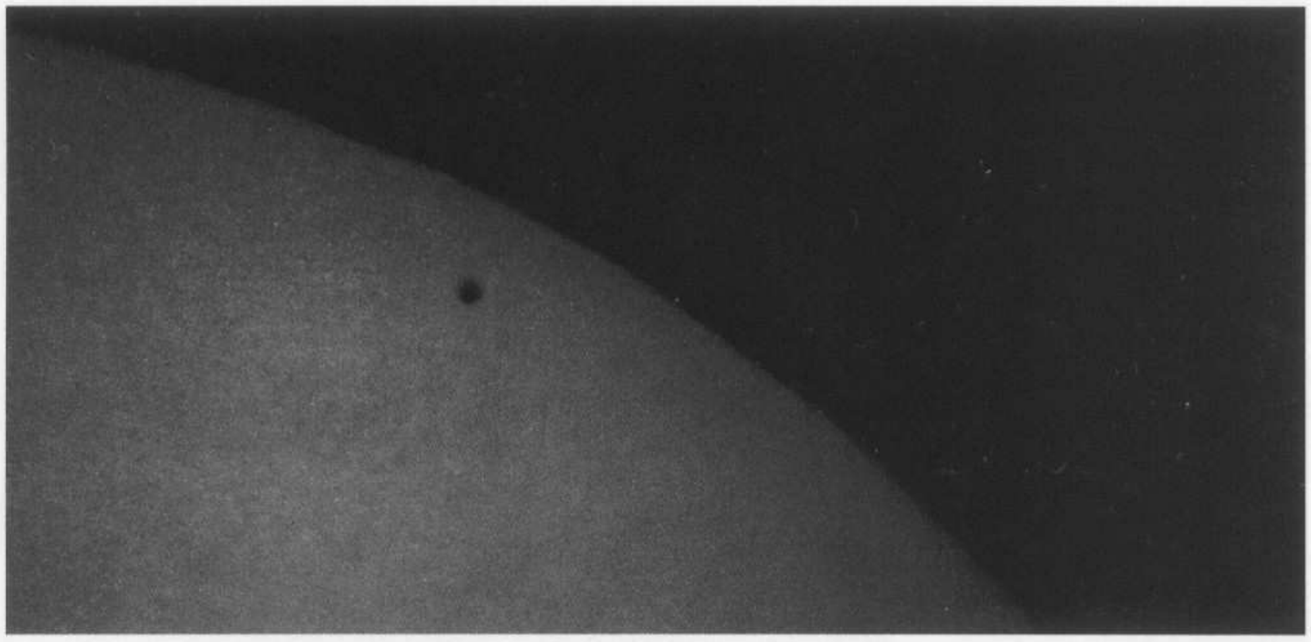
Los tránsitos de Mercurio no son tan raros como los de Venus; en el año 2000, se habrán producido 11 en este siglo. Los más recientes tuvieron lugar el 10 de noviembre de 1973; el 13 de noviembre de 1986; y el 6 de noviembre de 1993. El último fue visible desde Europa pero no desde Norteamérica. Los observadores deben anotar los tiempos exactos en que Mercurio "toca" por vez primera al Sol, cuándo entra por completo dentro del disco solar, cuándo "toca" por vez primera al otro lado del Sol y cuándo abandona el disco solar por completo.

Mercurio parecerá estar apacentando un margen del disco solar el 15 de noviembre de 1999. Este tránsito de apacentamiento será visible desde la Antártida y posiblemente desde el sur de Australia. El próximo tránsito de Mercurio visible desde Estados Unidos y Canadá se producirá el 17 de mayo del año 2003 (justo un año antes del tránsito siguiente de Venus).

Observación de Mercurio

Obsérvense las fases. Para que la percepción sea mejor, debe localizarse Mercurio en una mañana favorable cuando sale antes que el Sol y debe continuarse la observación telescópica hasta después del Sol.

Fig. 10-27. El tránsito de Mercurio a través de la cara del Sol en 1973. (Fred Espenak)



13

METEOROS Y LLUVIAS DE METEOROS

Si el lector está al aire libre y a finales del atardecer de alrededor del 12 de agosto de un año cualquiera, dirige su mirada hacia el firmamento, probablemente verá a una "estrella fugaz", un *meteoro*, cruzar el firmamento en menos de un segundo (fig. 13-1). Puede observarse que partículas sólidas procedentes del espacio —mayores que átomos, pero mucho menores que los asteroides (planetas menores)— se "queman" en la atmósfera de la Tierra. Cada 12 de agosto, la órbita de la Tierra intersecta el centro de una corriente de partículas que constituye la lluvia de meteoros de las Perseidas, que en algunos años está formada por meteoros que son visibles con una frecuencia de uno por minuto.

Cuando se encuentran todavía en el espacio, los cuerpos se llaman *meteoroides*. Algunos meteoroides sobreviven al paso a través de la atmósfera de la Tierra. Cualquier parte del meteoroide que alcanza la Tierra (o cualquier lugar en donde podamos examinarla, por ejemplo, la Luna, los aviones o las naves espaciales) recibe el nombre de *meteorito*.

En una noche cualquiera, cuando las condiciones de observación son perfectas, es probable percibir un meteoro en el firmamento cada 10 minutos más o menos. Se trata de *meteoros esporádicos*.

Muchas veces a lo largo del año, la órbita de la Tierra cruza una corriente de partículas, cuya procedencia se atribuye, en la mayor parte de los casos, a un cometa difunto. Estas partículas constituyen las *lluvias de meteoros* (tabla 19). Algunas lluvias poseen más meteoros por hora que otras. Algunas, como la de las Perseidas alrededor del 12 de agosto, la de las Gemínidas cerca del 14 de diciembre y la de las Cuadrántidas cerca del 3 de enero, presentan aproximadamente la misma fuerza cada año, y puede esperarse detectar el mismo número máximo de meteoros. Otras, como la de las Leónidas alrededor del 17 de noviembre, difieren en cuanto a fuerza de un año a otro. Todavía otras, como la de las delta Acuáridas, desde mediados de julio hasta finales de agosto o la de las Táuridas en otoño duran muchas semanas.

La lluvia de meteoros de las Leónidas es espectacular de modo especial aproximadamente cada 33 años. Durante un período de una hora, en el caso de las Leónidas de 1966, fueron observados más de 100 meteoros por minuto, y durante un período de 40 minutos fueron detectados más de 1000 meteoros por minuto. Las magnitudes medias fueron de 1,5 o 2, y algunas de las series más brillantes duraron más de un minuto. En el mejor de los casos, algunos observadores pudieron captar hasta 40 Leónidas por segundo. Las lluvias de meteoros de las Leónidas de 1998 y 1999 serán esperadas con impaciencia.

Tabla 19: Lluvias de meteoros principales

Lluvia	Fecha de máximo	Tiempo (E.S.T.)	Radiante (a nivel máximo) a.r. (2000,0)		dec.
	1992, 1996		**h**	**m**	°
Líridas	Abr. 21	11 p.m.	18	16	+34
Eta Acuáridas	May. 4	2 a.m.	22	24	0
Delta Acuáridas	Jul. 28	5 a.m.	22	36	—17
Perseidas	Ago. 11	8 p.m.	03	04	+58
Oriónidas	Oct. 21	medianoche	06	20	+15
Táuridas del sur	Nov. 3	—	03	32	+14
Leónidas	Nov. 17	7 a.m.	10	08	+22
Gemínidas	Dic. 13	7 p.m.	07	32	+32
Úrsidas	Dic. 22	1 a.m.	14	28	+76
	1993, 1997				
Cuadrántidas	Ene. 3	3 a.m.	15	28	+50

Notas: Puesto que el año tiene en realidad un duración de 365¼ días, hemos alistado la fecha y el tiempo tomando como punto de partida marzo para los años bisiestos (1992, 1996, etc.); deben adicionarse 6 horas a cada año que venga después de la secuencia de 4 años. El nombre de la mayoría de las lluvias deriva de la constelación en la cual está localizado su radiante o de la estrella brillante a la que dicho radiante está próxima. El nombre de las Cuadrántidas deriva de Quadrans Muralis (en la parte septentrional de Boötes), una constelación sugerida por J.E. Bode en 1801 que en la actualidad no es aceptada como tal.

La mejor manera de observar una lluvia de meteoros es sentado en una silla o tendido sobre una manta en un prado, gozando de la noche. Una lluvia de meteoros puede aparecer en virtualmente cualquier parte del firmamento, por lo cual el uso de un telescopio o simplemente de prismáticos limitaría el campo de visión. En cambio, el observador debe mirar hacia arriba, realizando un recorrido visual lento del firmamento. Probablemente verá un meteoro con el rabillo del ojo. Evidentemente, se recomienda que el observador esté lejos de las luces de las calles. Si la Luna está sobre el horizonte y particularmente si su extensión es superior a la de la media Luna, el brillo del firmamento será excesivo como para que la visión de la lluvia de meteoros sea óptima. Algunas veces el observador puede esperar a que la Luna se ponga o realizar la observación antes de su salida.

Si el lector traza los senderos de los meteoros de una cierta lluvia, verá que todos convergen en la misma parte del firmamento, denominada *radiante* (fig. 13-1). Se trata de un efecto de perspectiva,

Tabla 19: Lluvias de meteoros principales (cont.)

Cometa asociado	Frecuencia horaria media (para un único observador)*	Duración media del máximo (entre días de 1/4 de máximo)**
1861 I Thatcher	15	2
Halley	20	3
	20	7
1862 III Swift-Tuttle	50	5
Halley	25	2
Encke	15	†
Temple-Tuttle	15	—
Asteroide 3200 Phaethon	50	3
Tuttle	15	2
	40	1

* = Número de meteoros (tanto pertenecientes a una lluvia como esporádicos) que cabe esperar que el observador vea en condiciones ideales, es decir ausencia de nubes y un cielo oscuro despejado, en el cual sean visibles estrellas de magnitud 6. La fuerza de la lluvia fluctúa de una noche a otra y de un año a otro.

** = Frecuencia de fondo de meteoros esporádicos sustraída.

— = Máximo ancho; duración de la lluvia incierta.

† = Los meteoros procedentes de un gran número de radiantes pequeños cerca de la constelación Taurus son visibles durante varias semanas en noviembre.

puesto que los meteoros llegan a la Tierra siguiendo líneas paralelas. Así como las vías férreas paralelas parecen converger en un punto lejano del horizonte, los senderos paralelos de los meteoros parecen proceder de un punto o de un área convergente del firmamento. Durante las lluvias de meteoros, con frecuencia pueden percibirse más meteoros después de medianoche, dado que la rotación de la Tierra es tal que el lado del observador recibe directamente los meteoros, en vez de que éstos le alcancen por detrás.

Para asignar a modo de ensayo un meteoro a una cierta lluvia, el lector puede prolongar su sendero para comprobar si procede de una constelación que posee un radiante activo conocido. En la noche que la lluvia de meteoros presenta un máximo, la mayor parte de los meteoros proceden de la lluvia, pero en las noches en que la lluvia dista del máximo, la determinación de si un meteoro procede de un radiante conocido constituye la única manera de identificar meteoros en relación con una lluvia.

En ciertas ocasiones un meteoro esporádico es brillante en extremo, tanto o más que Venus. Este objeto se denomina *bola de fuego*; una

bola de fuego brillante puede ser un fragmento de un asteroide. A veces una bola de fuego deja un *rastro*, un sendero en el firmamento que permanece unos pocos segundos. En algunos casos incluso es posible que el lector oiga un sonido, lo cual indica que es más posible que un fragmento de un meteoroide caiga hacia la Tierra como meteorito. Incluso puede producirse el caso de que un meteorito colisione con su tejado, como sucedió en Connecticut en 1982. Las bolas de fuego son tan raras que no pueden concebirse planes para verlas. Si el lector quiere detectar una, debe hacer acopio de tanta información como pueda, incluida la referente al tiempo; el brillo comparado con el de las estrellas cercanas, los planetas o incluso la Luna; y si es posible la altitud y el azimut de los puntos inicial y final del sendero de la bola de fuego entre las estrellas. Esta información debe suministrarse a la Smithsonian Institution, Museum of Natural History, Washington, D.C. 20560, en los Estados Unidos; al Herzberg Institute of Astrophysics, Ottawa, Ontario K1A 0R6, en Canadá; o a las organizaciones pertinentes de otros países. Si el lector oye un sonido, es muy importante que dé información sobre él, pues un meteorito puede haber aterrizado cerca y puede ser recogido para análisis científico.

Los meteoros producen ionización a lo largo de sus senderos en la parte superior de la atmósfera de la Tierra. Los profesionales y algunos astrónomos aficionados usan la radioastronomía para detectar estos senderos; el equipo necesario tiene un precio relativamente asequible y está anunciado en numerosas revistas para radiooperadores aficionados y en algunas ocasiones en *Sky & Telescope*.

Los meteoritos son muy importantes para los astrónomos, dado que aparte de las rocas lunares aportadas entre 1969 y 1972 por las misiones Apolo y algo de polvo conseguido por naves espaciales soviéticas, los meteoritos constituyen el único material extraterrestre del que disponemos para estudiar en el laboratorio. Existen dos tipos básicos de meteoritos (aunque, evidentemente los expertos hacen divisiones más sutiles): los meteoritos a base de aleaciones de hierro-níquel (llamados *hierros*) y los meteoritos a modo de piedras (denominados *piedras*). La mayoría de los meteoritos que se encuentran en el suelo por accidente son hierros; son muy densos y su aspecto es muy distinto al de las rocas ordinarias. Por otra parte, cuando alguien ve caer un meteorito y luego lo busca, los meteoritos pétreos pueden ser detectados las más de las veces. Esto indica que la mayoría de los meteoritos son "piedras", pero el grueso de éstas nunca ha sido descubierto por parecerse a las piedras normales (terrestres). En los últimos años el máximo número de meteoritos ha sido encontrado en la Antártida, en donde se han acumulado sin sufrir perturbaciones a lo largo de períodos dilatados de tiempo.

Ninguna persona que esté interesada en los meteoritos debe pasar por alto la observación de meteoritos en museos (fig. 13-2). También puede visitarse el Barringer Meteor Crater en el sur de Arizona (fig. 13-3), que tiene un diámetro de 1,2 km y deriva del meteorito grande más reciente que colisionó con la Tierra, hace unos 25 000 años. Se conoce más de una docena de cráteres producidos por meteoros en la Tierra.

Observación de meteoros

El observador deberá estar tendido al aire libre en un lugar adecuado, lejos de las luces; necesitará un reloj exacto, sincronizado al segundo (lo cual requiere la recepción inicial de WWV en una radio de ondas cortas, pero puede lograrse con un reloj digital con el tiempo establecido a partir de la radio o la televisión); y quizá también un amigo para tomar notas (lo cual ayuda a que el lector conserve su adaptación a la oscuridad). Cuando un meteoro se desplaza en posición cenital, debe registrarse el tiempo del suceso hasta el nivel de segundo, la duración del meteoro (de ordinario menos de unos 2 segundos), la longitud de la cola o rastro, la magnitud del meteoro (comparándolo con las estrellas cercanas en cuanto a brillo) y el color. Los datos con los cuales de ordinario se construye un informe son el número de meteoros visto por un único observador en una hora y los cambios en la frecuencia horaria media durante la noche; esta información indica cuándo la lluvia presentó un máximo. Asimismo puede ser útil medir y representar gráficamente el número de meteoros durante intervalos de 15 minutos. Cuando sea posible, es conveniente anotar si un meteoro procede del radiante o si se trata de un meteoro esporádico. Los observadores con más experiencia a sus espaldas a menudo logran esto registrando el sendero de cada meteoro y su magnitud en una carta estelar, pero a cada hora de observación asignan una carta distinta.

Los datos del lector pueden enviarse a la American Meteor Society, Department of Physics and Astronomy, SUNY, Geneseo, NY 14454, o la Sección de Meteoros, de la British Astronomical Association, c/o Neil Bone, "The Harepath", Apuldram, Chichester, West Sussex, Inglaterra.

15

COORDENADAS, TIEMPO Y CALENDARIOS

A medida que la Tierra gira sobre su eje, el firmamento situado sobre la cabeza del observador parece girar en dirección opuesta. Las estrellas parecen efectuar su salida en el este, desplazarse en lo alto en el curso de la noche y ponerse en el oeste. Para muchas finalidades es conveniente pensar que las estrellas están fijas sobre una *esfera celeste* que realiza una rotación cada 24 horas.

Posiciones en el firmamento: ascensión recta y declinación

Sobre la superficie de la Tierra, se miden las posiciones de las ciudades mediante la longitud y la latitud. La longitud se mide por líneas que se extienden desde el polo norte hasta el polo sur, de ordinario hasta 180° E y 180° O de una línea a la que se han asignado cero grados (0°) y que atraviesa Greenwich, Inglaterra.

La latitud sobre la Tierra se mide mediante líneas paralelas que marcan el número de grados al norte o al sur del ecuador. El polo norte está situado a +90°; la escala de longitudes carece de significado en este caso, puesto que todas las longitudes convergen en los polos. Análogamente el polo sur está situado a —90°.

Los astrónomos han establecido un conjunto de coordenadas semejante en el firmamento. El ecuador celeste es una línea imaginaria alrededor del firmamento, por encima del ecuador de la Tierra. Los polos celestes son los puntos imaginarios en donde las prolongaciones del eje de la Tierra alcanzarían la esfera celeste; están situados más allá de los polos de la Tierra.

La coordenada de los astrónomos parecida a la longitud se denomina *ascensión recta*. Una línea que se extiende sobre el firmamento desde el polo norte celeste a través del cenit del observador hasta el polo sur celeste es el *meridiano* del observador. Cruza el ecuador celeste de modo perpendicular y en cualquier momento marca una línea de ascensión recta constante. La ascensión recta se mide a lo largo del ecuador. Puesto que el cielo parece girar una vez cada 24 horas, se mide la ascensión recta en *horas*. El ecuador celeste está dividido en 24 horas de ascensión recta, dado que el firmamento gira un círculo entero de 360° cada 24 horas, cada hora de ascensión recta equivale a 15°. Cada *minuto* de ascensión recta es $^1/_{60}$ de 15° y equivale a 15' (minutos de arco). Cada *segundo* de ascensión recta es igual a $^1/_{60}$ de minuto y por consiguiente es igual a 15" (segundos de arco).

Tabla 22: Unidades angulares para las coordenadas del firmamento

Ascensión recta	Unidades de arco (grados, minutos o segundos)
24^h	360°
1^h	15°
4^m	1°
1^m	15'
4^s	1'
1^s	15"

Cuando se mencionan "minutos" o "segundos", debe aclararse si son unidades de arco o de tiempo.

En las cartas del capítulo 7, la ascensión recta está marcada en el eje horizontal. Cuando el observador mira hacia arriba orientado hacia el norte, el firmamento parece girar en sentido contrario al de las agujas del reloj alrededor del polo norte celeste, que está marcado por la estrella Polaris. En el firmamento, por encima de Polaris, se distinguen estrellas que salen en el este (hacia nuestra derecha), se desplazan por lo alto y se ponen en el oeste (a nuestra izquierda). Pero algunas estrellas son circumpolares, es decir, siempre permanecen sobre el horizonte. Estas estrellas describen círculos debajo de Polaris desde el oeste (izquierda) hasta el este (derecha). Cuando contemplamos estas estrellas debajo de Polaris, la vista es semejante a la de las cartas del capítulo 7, en las cuales el norte está situado en la parte superior. Las horas de ascensión recta aumentan con el tiempo (1^h, 2^h, 3^h, etc.) por lo cual la ascensión recta sufre un incremento de derecha a izquierda en las cartas.

En el eje vertical de las cartas figura la *declinación*, el número de grados al norte (+) o al sur (—) del ecuador celeste. Por consiguiente, el ecuador celeste posee una declinación de 0°, el polo norte celeste una declinación de +90° y el polo sur celeste de —90°. Las regiones de ascensión recta y declinación indicadas en las cartas figuran en el apéndice 13 y están subrayadas en las guardas de esta guía.

Al objeto de fijar la escala de ascensión recta, a cierta línea arbitraria debe otorgarse el valor cero. Para los astrónomos este punto cero, 0^h de ascensión recta, es el *equinoccio vernal*. Los equinoccios son los dos puntos en donde el ecuador celeste cruza la *eclíptica*, el sendero recorrido por el Sol a través del firmamento en el curso del año. El equinoccio vernal es el punto en que el Sol cruza la eclíptica cuando se desplaza hacia el norte cada año; el otro punto es el *equinoccio otoñal*.

Aunque día y noche tienen una duración teóricamente igual en los días de los equinoccios, esto en realidad sólo sería válido si el Sol fuera un punto y no un disco, y la atmósfera de la Tierra no desviara la luz solar. No obstante, la parte superior del Sol aparece unos pocos

minutos antes que el centro del disco solar, que es el punto que se usa en los cálculos. Asimismo, la atmósfera de la Tierra desvía la luz solar, por lo cual podemos ver el Sol varios minutos antes de que se produzca su salida y después de que tenga lugar su puesta en el caso de que la Tierra careciera de atmósfera.

Para encontrar las coordenadas celestes de una estrella (fig. 15-1) se mide el número de horas alrededor del ecuador celeste con respecto a su círculo horario y el número de grados al norte o al sur del ecuador celeste para indicar la declinación. La ascensión recta a menudo viene abreviada mediante A.R. o con la letra griega α (alpha). Por su parte la declinación, viene abreviada mediante dec. o con la letra griega δ (delta). La ascensión recta de una estrella es igual al

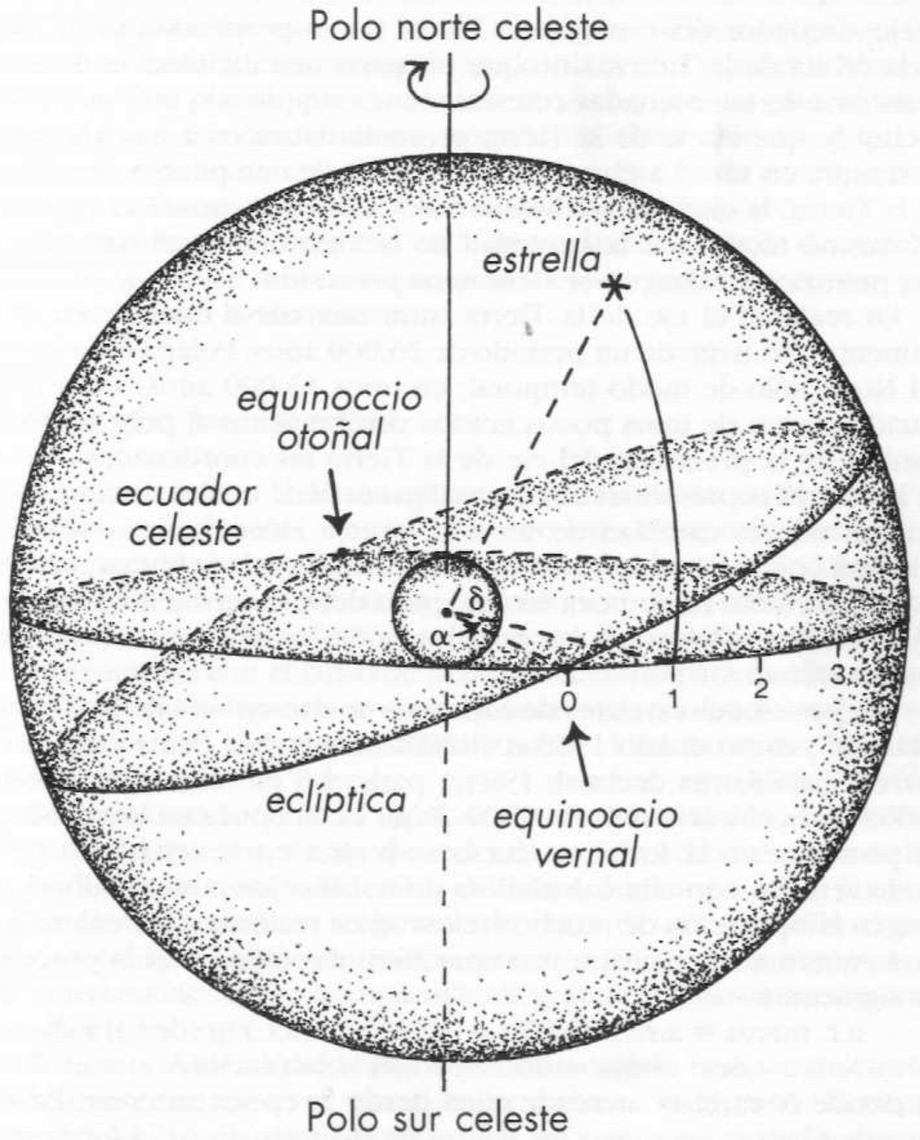


Fig. 15-1. La ascensión recta, denotada por α (alpha), se mide en horas hacia el este en torno al ecuador celeste desde el equinoccio vernal. La declinación denotada por δ (delta), se mide en grados norte (+) o sur (—) con respecto al ecuador celeste. (Susan Eder)

lapso de tiempo que transcurre desde que el equinoccio vernal cruza el meridiano del observador hasta que la estrella cruza susodicho meridiano. El intervalo se mide en *tiempo sideral*; una rotación del firmamento requiere 24 horas de tiempo sideral.

Las estrellas están esencialmente fijas en el firmamento, y por consiguiente su ascensión recta y su declinación no cambian de modo apreciable a lo largo de períodos cortos de tiempo. No obstante, el Sol, la Luna y los planetas se desplazan a través del firmamento con respecto a las estrellas; su ascensión recta y su declinación cambian durante el curso del año.

Precesión

El eje alrededor del cual gira la Tierra no es perpendicular al plano de la órbita de la Tierra, sino que presenta una inclinación de $23\frac{1}{2}^{\circ}$. El sistema de coordenadas celestes viene complicado un poco por el hecho de que el eje de la Tierra presenta balanceo a medida que la Tierra gira en torno a él, como si se tratara de una peonza. En el caso de la Tierra, la gravedad debida al Sol y a la Luna causan el balanceo, del mismo modo que la gravedad de la Tierra causa el balanceo de una peonza. El balanceo se denomina *precesión*.

En realidad el eje de la Tierra traza una curva enorme en el firmamento a lo largo de un período de 26 000 años. Polaris es la Estrella del Norte sólo de modo temporal; en unos 13 000 años, Vega estará situada dentro de unos pocos grados con respecto al polo norte. De resultas de la precesión del eje de la Tierra las coordenadas celestes de las estrellas presentan una ligera "precesión" con el tiempo; es decir, sus valores cambian de un año a otro. El equinoccio vernal se desplaza con lentitud hacia el oeste a lo largo de la eclíptica unos 50" al año. El efecto es de poca monta, pero debe tenerse en cuenta para representar gráficamente las posiciones de los objetos astronómicos con exactitud.

Las posiciones estelares de ordinario se dan en una de las "épocas estándar", como el año 1950 o el 2000. Las fechas dentro de un año aparecen en forma decimal, 1994,1 para el 5 de febrero de 1994, o 2000,0 para el inicio del año 2000. Pasar de la época en la que se dan las posiciones a la fecha en curso se realiza en la actualidad de un modo sencillo con una calculadora de bolsillo; los computadores que dirigen la operación de muchos telescopios realizan estos cálculos de modo automático. Constituyen unas fórmulas útiles para la precesión las siguientes:

$$\text{a.r. nueva} = \text{a.r.} + [3{,}074 + 1{,}336 \operatorname{sen}(\text{a.r.}) \operatorname{tg}(\text{dec.})] \times N$$

$$\text{dec. nueva} = \text{dec.} + 20{,}04'' \cos(\text{a.r.}) \times N$$

en donde N es el número de años desde la época anterior. En esta Guía de Campo, seguimos las pautas de la International Astronomical Union adoptando el año 2000,0 como época estándar. Por consiguiente, N será negativo hasta el año 2000. (Para 1994, por ejemplo, $N = -6$.) En cualquier caso, los observadores casuales del firmamento no necesitan tener preocupaciones sobre los cálculos de la precesión.

Puesto que los límites de las constelaciones fijados por la International Astronomical Union en 1930 fueron definidos con respecto a las líneas de ascensión recta y declinación correspondientes a la época de 1875,0, los límites de las constelaciones no coinciden con los números enteros con respecto a las coordenadas de la época 2000,0 como puede deducirse de las cartas del capítulo 7.

Un efecto menor que la precesión, denominado *nutación*, es un "cabeceo" del eje de la Tierra causado principalmente por cambios en la posición de la órbita lunar. Las coordenadas por consiguiente cambian según una elipse pequeña, con ejes de sólo 18,5" y 13,7" a lo largo de un período de 19 años. Ningún telescopio de aficionados tiene tanto poder de resolución, tanta exactitud.

Otro efecto pequeño, la *aberración de la luz estelar*, es un corrimiento de hasta 20,5' resultante del movimiento de la Tierra a través del espacio. Así como el lector tiene que inclinar su paraguas ligeramente hacia adelante cuando se desplaza con rapidez a través de una tormenta, puesto que el movimiento hace que las gotas de lluvia parezcan tener un movimiento sesgado, la aberración hace que los astrónomos inclinen sus telescopios ligeramente hacia adelante a medida que la Tierra describe órbitas alrededor del Sol.

Las posiciones que figuran en la mayoría de catálogos de estrellas, incluidas las tablas de esta Guía, tienen en cuenta la precesión, pero no la nutación o la aberración.

Tiempo según las estrellas

Las estrellas vuelven al mismo punto del firmamento en el que se encontraban en la noche anterior, pero en este tiempo la Tierra ha recorrido parte de su sendero (aproximadamente $\frac{1}{365}$) alrededor del Sol. Por consiguiente la Tierra ha de girar un poco más sobre su eje para que el Sol vuelva al mismo lugar de nuestro firmamento (un *día solar*) en comparación con el lapso de tiempo necesario para que las estrellas vuelvan al mismo lugar en nuestro firmamento (un *día sideral*). Un día dividido por 365 supone aproximadamente 4 minutos, por lo cual el día solar supera al día sideral en unos 4 minutos, en realidad $3^{m}56^{s}$.

En aproximadamente el equinoccio vernal cada año, la medianoche sideral (el inicio de un día sideral) y el "mediodía" solar coinciden: 0 horas de tiempo sideral = 12 horas de tiempo solar. Luego se separan unos 4 minutos cada día a lo largo de otro año. En el equinoccio otoñal, 12 horas de tiempo sideral = 12 horas de tiempo solar. Las conversiones entre tiempo sideral y tiempo solar aparecen en el apéndice 12.

El tiempo sideral del lector es el número de horas transcurridas desde que el equinoccio vernal ha cruzado su meridiano. El tiempo sideral del lector es asimismo igual a la ascensión recta de las estrellas que cruzan su meridiano. Por consiguiente si el lector conoce su tiempo sideral, sabe qué estrellas presentan la posición más favorable para ser observadas, es decir, las situadas dentro de unas pocas horas del tiempo sideral en curso, si su declinación es apropiada.

El Gran Carro y Polaris constituyen de hecho un reloj sideral conveniente en el firmamento. Una línea que va de Polaris a través de los Punteros realiza un recorrido alrededor del firmamento en sentido contrario al de las agujas del reloj una vez cada día. Cuando esta línea está orientada directamente hacia arriba, el tiempo sideral es de 11^h, puesto que la ascensión recta de los Punteros es casi exactamente de 11^h. Cuando la línea que va de Polaris a través de los Punteros se desplaza hacia la izquierda, hacia el oeste del horizonte, el tiempo sideral es de 17^h. Cuando los Punteros están debajo de Polaris de manera que la línea que va desde Polaris hasta los Punteros se desplaza hacia abajo, el tiempo sideral es de 23^h.

Calendarios y tiempo según el Sol

Para cualquier observador un día solar es el lapso de tiempo que el Sol necesita para volver a nuestro meridiano. Son necesarios $365\frac{1}{4}$ de estos días solares para obtener un año. En vez de cambiar nuestros relojes en $\frac{1}{4}$ de día cada año, tenemos tres años de 365 días seguidos por un año de 366 días *(año bisiesto)*, lo cual responde a un esquema desarrollado por el astrónomo Sosigenes para Julio César en el año 46 antes de Cristo.

Pero un año tiene una duración de 365,2422 días, que no coincide exactamente con $365\frac{1}{4}$ días. En 1582, el tiempo había experimentado un corrimiento considerable con respecto a la estación adecuada debido a esta diferencia; el calendario gregoriano saltó 10 días a modo de compensación y adoptó algunas reglas nuevas sobre el año bisiesto: los años que marcan el siglo (1900, 2000, etc.) no son bisiestos a menos que puedan dividirse por 400. Es decir, 1800 y 1900 no fueron años bisiestos, pero 2000 será un año bisiesto.

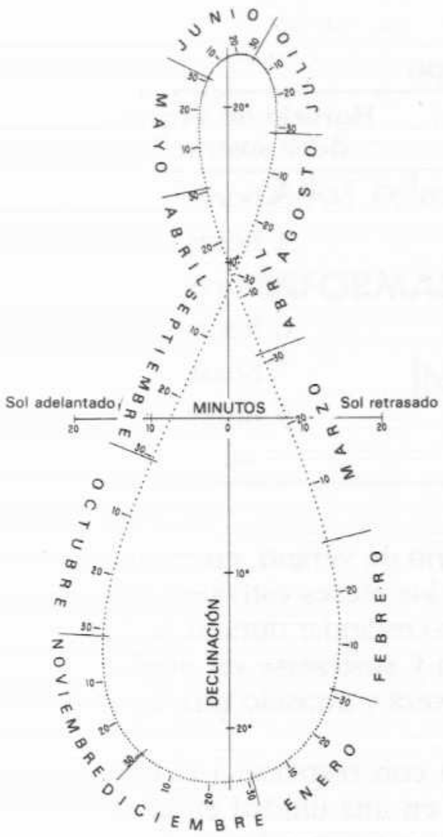
En realidad el *tiempo solar aparente* no avanza con una velocidad constante a lo largo del año, por cuanto la Tierra recorre su órbita elíptica con diversas velocidades. De resultas de ello, es más conveniente usar el *tiempo solar medio*, la tasa media del tiempo solar. Los relojes hacen que el tiempo presente la misma velocidad que el tiempo solar.

El *tiempo solar aparente local* del lector es cuando el Sol cruza el meridiano de éste. Pero los vecinos del lector, situados a unos cuantos kilómetros al este o al oeste, poseen meridianos que difieren del correspondiente al lector, por lo cual su tiempo local será algo distinto. Para compensar estas ligeras diferencias, se usa un sistema de *tiempo estándar*, en el cual el tiempo solar es el mismo en una banda de longitudes de la Tierra que tiene una amplitud de 15°. El meridiano de Greenwich está centrado en una de estas bandas. Los límites reales entre zonas de tiempo a menudo presentan alteraciones para satisfacer divisiones políticas entre estados, provincias o países.

El tiempo solar aparente local menos el tiempo solar medio local constituye la llamada *ecuación del tiempo*. La diferencia puede llegar a alcanzar 16 minutos; su efecto está indicado en la figura 15-2.

La ecuación del tiempo muestra el grado de avance o retraso que presenta el Sol real con respecto al Sol medio. Como este valor cambia

Fig. 15-2. El analema, la figura en forma de 8 que indica el grado de adelantamiento o retroceso del tiempo solar medio con respecto al tiempo solar verdadero para un día dado del año. *(Sky & Telescope)*



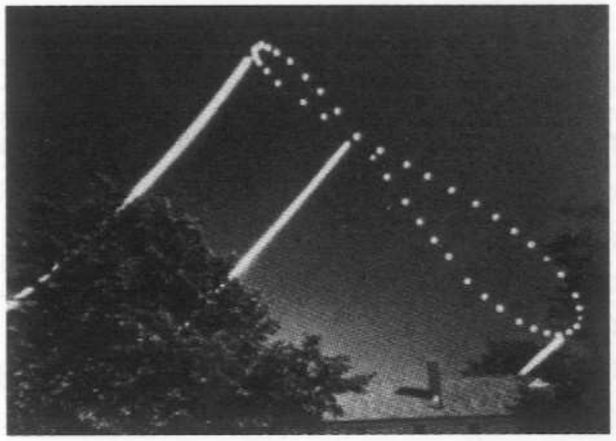


Fig. 15-3. El analema es una sola fotografía de exposición múltiple del Sol tomada a las 8:30 E.S.T. cada dos semanas. El solsticio de verano es el punto más alto y el solsticio de invierno es el más bajo; la lente fue dejada abierta desde el anochecer hasta poco antes de la hora para la exposición estándar en aquellos días y el día del cruzamiento. La exposición del edificio en primer término se añadió otro día, sin el denso filtro que normalmente sólo permitía ser fotografiada la luz del Sol. (Dennis di Cicco)

a lo largo del año, el Sol alcanza niveles más altos y más bajos en el firmamento. Por consiguiente, la posición del Sol en un tiempo estándar (medio) dado parece seguir un recorrido en forma de 8, denominado *analema* (figs. 15-2 y 15-3).

Los astrónomos toman para expresar la hora el *Tiempo Universal* (U.T.), básicamente la hora para el meridiano de Greenwich, Inglaterra. (El nombre de "Tiempo Medio según Greenwich", G.M.T. ya no se suele utilizar.) El Tiempo Universal es determinado por la rotación de la Tierra, que es ligeramente irregular. Las predicciones se basan en un tiempo fijo que no se ve afectado por la rotación de la Tierra, que es medido por relojes atómicos. El promedio de las predicciones de los tiempos fijos calculados por los servicios horarios de todo el mundo, es publicado como Tiempo Universal Coordinado (U.T.C.). Éste se mantiene alineado con el U.T. añadiendo ocasionalmente un salto de segundos al U.T.C. a finales de diciembre o de junio. Se anuncia públicamente. La diferencia exacta entre el U.T. y el U.T.C. puede calcularse sólo tras este hecho, pero siempre se mantiene menor que 1 segundo.

El tiempo es más temprano cuando el lector se desplaza hacia el oeste en la Tierra. En un instante dado, debe sustraerse el siguiente número de horas para pasar de zonas de tiempo universal hasta zonas de tiempo de Estados Unidos y Canadá.

Tabla 23: Zonas de Tiempo

Para pasar el Tiempo Universal (U.T.) a	Tiempo Estándar, debe sustraerse	Horario de Verano, debe sustraerse
Zona de Tiempo Atlántica	4 horas	3 horas
Zona de Tiempo Oriental	5 horas	4 horas
Zona de Tiempo Central	6 horas	5 horas
Zona de Tiempo Montañosa	7 horas	6 horas
Zona de Tiempo Pacífica	8 horas	7 horas
Mayor parte de Alaska	9 horas	9 horas
Zona de Tiempo de Hawai	10 horas	—

La mayoría de los estados emplean el horario de verano, en el cual se adiciona una hora al tiempo estándar para los meses estivales; Arizona, Hawai y partes de Indiana poseen tiempo estándar durante todo el año. Debe añadirse una hora en primavera y sustraerse en otoño, es decir, adelante su reloj una hora en primavera y atráselo una hora en otoño.

A mitad de camino alrededor de la Tierra con respecto a Greenwich, en medio del Pacífico, la fecha cambia en una unidad en la *Línea Internacional de Fechas*, de suerte que las mismas horas en el mismo día no realizan un recorrido circular de modo inacabable. El tiempo es más temprano en una hora cada vez que se cruza una zona de tiempo al ir de este a oeste; cuando se cruza la Línea Internacional de Fechas de este a oeste, debe añadirse un día.

APÉNDICES

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA
Atlas celestes y bibliografía general

INFORMACIÓN SOBRE TELESCOPIOS

ÍNDICE ALFABÉTICO

Apéndice 1: Las constelaciones

Abreviación	Nombre latino	Genitivo	Traducción
And	Andromeda	Andromedae	Andrómeda
Ant	Antlia	Antliae	Bomba Pneumática
Aps	Apus	Apodis	Ave del Paraíso
Aqr	Aquarius	Aquarii	Acuario
Aql	Aquila	Aquilae	Águila
Ara	Ara	Arae	Altar
Ari	Aries	Arietis	Carnero
Aur	Auriga	Aurigae	Cochero
Boo	Boötes	Boötis	Boyero
Cae	Caelum	Caeli	Cincel
Cam	Camelopardalis	Camelopardalis	Jirafa
Cnc	Cancer	Cancri	Cangrejo
CVn	Canes Venatici	Canum Venaticorum	Perros de Caza
CMa	Canis Major	Canis Majoris	Can Mayor
CMi	Canis Minor	Canis Minoris	Can Menor
Cap	Capricornus	Capricorni	Cabra
Car	Carina	Carinae	Quilla
Cas	Cassiopeia	Cassiopeiae	Casiopea
Cen	Centaurus	Centauri	Centauro
Cep	Cepheus	Cephei	Cefeo
Cet	Cetus	Ceti	Ballena
Cha	Chamaeleon	Chamaeleonis	Camaleón
Cir	Circinus	Circini	Compases
Col	Columba	Columbae	Paloma
Com	Coma Berenices	Comae Berenices	Cabellera de Berenice
CrA	Corona Australis	Coronae Australis	Corona del Sur
CrB	Corona Borealis	Coronae Borealis	Corona del Norte
Crv	Corvus	Corvi	Cuervo
Crt	Crater	Crateris	Copa de Baco
Cru	Crux	Crucis	Cruz del Sur
Cyg	Cygnus	Cygni	Cisne
Del	Delphinus	Delphini	Delfín
Dor	Dorado	Doradus	Carpa Dorada
Dra	Draco	Draconis	Dragón
Equ	Equuleus	Equulei	Caballito
Eri	Eridanus	Eridani	Eridano
For	Fornax	Fornacis	Horno
Gem	Gemini	Geminorum	Gemelos
Gru	Grus	Gruis	Grulla
Her	Hercules	Herculis	Hércules
Hor	Horologium	Horologii	Reloj
Hya	Hydra	Hydrae	Hidra
Hyi	Hydrus	Hydri	Serpiente de Agua
Ind	Indus	Indi	Indio

Apéndice 1: Las constelaciones (continuación)

Abreviación	Nombre latino	Genitivo	Traducción
Lac	Lacerta	Lacertae	Lagarto
Leo	Leo	Leonis	León
LMi	Leo Minor	Leonis Minoris	León Menor
Lep	Lepus	Leporis	Liebre
Lib	Libra	Librae	Balanza
Lup	Lupus	Lupi	Lobo
Lyn	Lynx	Lyncis	Lince
Lyr	Lyra	Lyrae	Lira
Men	Mensa	Mensae	Mesa
Mic	Microscopium	Microscopii	Microscopio
Mon	Monoceros	Monocerotis	Unicornio
Mus	Musca	Muscae	Mosca
Nor	Norma	Normae	Nivel
Oct	Octans	Octantis	Octante
Oph	Ophiuchus	Ophiuchi	Ofiuco
Ori	Orion	Orionis	Orión
Pav	Pavo	Pavonis	Pavo Real
Peg	Pegasus	Pegasi	Pegasus
Per	Perseus	Persei	Perseo
Phe	Phoenix	Phoenicis	Fénix
Pic	Pictor	Pictoris	Caballete de Pintor
Psc	Pisces	Piscium	Peces
PsA	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	Pez del Sur
Pup	Puppis	Puppis	Popa
Pyx	Pyxis	Pyxidis	Brújula
Ret	Reticulum	Reticuli	Retícula
Sge	Sagitta	Sagittae	Flecha
Sgr	Sagittarius	Sagittarii	Sagitario
Sco	Scorpius	Scorpii	Escorpión
Scl	Sculptor	Sculptoris	Escultor
Sct	Scutum	Scuti	Escudo
Ser	Serpens	Serpentis	Serpiente
Sex	Sextans	Sextantis	Sextante
Tau	Taurus	Tauri	Toro
Tel	Telescopium	Telescopii	Telescopio
Tri	Triangulum	Trianguli	Triángulo
TrA	Triangulum Australe	Trianguli Australis	Triángulo Austral
Tuc	Tucana	Tucanae	Tucán
UMa	Ursa Major	Ursae Majoris	Osa Mayor
UMi	Ursa Minor	Ursae Minoris	Osa Menor
Vel	Vela	Velorum	Vela
Vir	Virgo	Virginis	Virgen
Vol	Volans	Volantis	Pez Volador
Vul	Vulpecula	Vulpeculae	Zorra

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5

Esta lista incluye 298 estrellas, cuya magnitud visual llega hasta 3,5 o coincide con este valor. En la primera columna figura el número de Flamsteed correspondiente a la estrella, en la segunda la abreviación de la designación de Bayer de letras griegas y su constelación. En el caso de las contadas estrellas que carecen de número de Flamsteed y de designación de Bayer, se dan los números apropiados del catálogo del Smithsonian Astrophysical Observatory. Las posiciones corresponden a la época 2000,0.

V es la *magnitud visual*, la magnitud medida a través de un filtro amarillento estándar que simula el rango de sensibilidad del ojo humano. (En el caso de las estrellas variables, se da el brillo máximo.) B-V es un *índice de color*, la magnitud vista a través de un filtro azul estándar menos la magnitud visual, esto constituye un indicio de la temperatura de la estrella. A continuación viene la magnitud absoluta de la estrella (M_V, la magnitud que la estrella poseería si estuviera a una distancia de 10 parsecs = 32,6 años-luz) y su tipo espectral. En la columna del tipo espectral, los números romanos indican la clase de luminosidad de la estrella: V indica enanas normales como el Sol; IV indica subgigantes; III, gigantes; II, gigantes brillantes; y I, supergigantes. La notación Md indica que la estrella (Mira - ómicron Ceti) es una enana del tipo M. W implica estrellas de Wolf-Rayet, estrellas que presentan líneas de emisión amplias (debidas al gas que desprenden) además de líneas de absorción en su espectro; la C de WC denota radiación fuerte procedente del carbono y del oxígeno.

En cuanto a la columna **notas**, *m* significa que la estrella es parte de un sistema binario o múltiple o posee una vecina óptica cercana, y una *s* significa que se sabe que la estrella es una binaria cercana no resuelta, según el aspecto de su espectro. Algunas estrellas, designadas *ms*, tienen ambos tipos de compañeras.

Otro nombre popular de la estrella, si existe, aparece en la última columna.

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
21	a	And	0	08	23,3	+29	05	26	2,1v	-0,1	-0,6	B9 IV	120	ms	Alpheratz
11	β	Cas	0	09	10,7	+59	08	59	2,3v	0,3	1,6	F2 III	46	ms	Caph
88	γ	Peg	0	13	14,2	+15	11	01	2,8	-0,2	-3,3	B2 IV	580	s	Algenib
	β	Hyi	0	25	45,1	-77	15	15	2,8	0,6	3,7	G2 IV	21		
	α	Phe	0	26	17,0	-42	18	22	2,4	1,1	-0,1	K0 III	88	ms	Ankaa
31	δ	And	0	39	19,7	+30	51	39	3,3	1,3	-0,4	K3 III	170	ms	
18	α	Cas	0	40	30,5	+56	32	14	2,2	1,2		K0 II		m	Schedar
16	β	Cet	0	43	35,4	-17	59	12	2,0	1,0	0,7	G9,5 III	62		Deneb Kaitos

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
24	η	Cas	0	49	06,1	+57	48	56	3,5	0,6	4,6	G0 V	19	m	
27	γ	Cas	0	56	42,5	+60	43	00	2,4v	-0,1		B0 IV		s	
	β	Phe	1	06	0,50	-46	43	07	3,3	0,9		G8 III		m	
31	ε	Cet	1	08	35,4	-10	10	56	3,5	1,2	0,1	K2 III	150	m	
43	β	And	1	09	43,9	+35	37	14	2,1	1,6	0,2	M0 III	75	m	Mirach
2	α	Tri	1	53	04,9	+29	34	44	3,4	0,5	1,9	F6 IV	65	s	
45	ε	Cas	1	54	23,7	+63	40	12	3,4	-0,1		B2		m	
6	β	Ari	1	54	38,4	+20	48	29	2,6	0,1	1,6	A5 V	52	s	Sheratan
	α	Hyi	1	58	46,2	-61	34	11	2,9	0,2	1,0	F0 III	78	m	
57	γ^1	And	2	03	54,0	+42	19	47	2,3	1,4		K3 II		s	Almach
13	α	Ari	2	07	10,4	+23	27	45	2,0	1,2	0,2	K2 III	75	s	Hamal
4	β	Tri	2	09	32,6	+34	59	14	3,0	0,1	0,0	A5 III	130	s	
68	o	Cet	2	19	20,7	-2	58	39	3,0v	1,4		M5,5		ms	Mira
1	α	UMi	2	31	48,7	+89	15	51	2,0	0,6		F7 I		ms	Polaris
86	γ	Cet	2	43	18,0	+3	14	09	3,5	0,1	1,9	A3 V	68	m	
	θ	Eri	2	58	15,7	-40	18	17	3,2	0,3		A4 III		ms	Acamar
92	α	Cet	3	02	16,8	+4	05	23	2,5v	1,6	-1,1	M2 III	160		Menkar
23	γ	Per	3	04	47,8	+53	30	23	2,9	0,7	0,0	G5 III	95	s	
25	ρ	Per	3	05	10,6	+38	50	25	3,4v	1,7		M3 III			
26	β	Per	3	08	10,1	+40	57	20	2,1v	-0,1	-0,5	B8 V	100	ms	Algol
33	α	Per	3	24	19,4	+49	51	40	1,8	0,5	-4,5	F5 I	550	m	Mirfak
39	δ	Per	3	42	55,5	+47	47	15	3,0v	-0,1	-2,5	B5 III	390	s	
23	δ	Eri	3	43	14,9	-9	45	48	3,5	0,9	3,7	K0 IV	30		
	γ	Hyi	3	47	14,3	-74	14	20	3,2	1,6	-1,1	M2 III	220		

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r.			dec.			Magnitudes			Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
			h	*m*	*s*	°	′	″	V	B-V	M_v				
25	η	Tau	3	47	29,1	+24	06	18	2,9	-0,1	-1,6	B7 III	400	m	Alcyone
44	ζ	Per	3	54	07,9	+31	53	01	2,9	0,1	-6,5	B1 I	1600	s	Atik
45	ε	Per	3	57	51,2	+40	00	37	2,9	-0,2	-4,1	B0,5 V	680	s	
34	γ	Eri	3	58	01,8	-13	30	31	3,0v	1,6	-0,7	M0,5 III	170	m	Zaurak
35	λ	Tau	4	00	40,8	+12	29	25	3,5v	-0,1		B3 V		s	
	α	Ret	4	14	25,5	-62	28	26	3,4	0,9	0,3	G7 III	130		
74	ε	Tau	4	28	37,0	+19	10	49	3,5	1,0	0,2	K0 III	150	m	
78	θ	Tau	4	28	39,6	+15	52	14	3,4v	0,2	0,2	A7 III	150	ms	
	α	Dor	4	33	59,8	-55	02	42	3,3v	-0,1	-0,6	A0 III	190	m	
87	α	Tau	4	35	55,2	+16	30	33	0,9v	1,5	-0,7	K5 III	68	ms	Aldebarán
1	π^3	Ori	4	49	50,4	+6	57	41	3,2	0,5	3,7	F6 V	26	s	
3	ι	Aur	4	56	59,6	+33	09	58	2,7	1,5		K3 II			
7	ε	Aur	5	01	58,1	+43	49	24	3,0v	0,5		A9 I		ms	
2	ε	Lep	5	05	27,7	-22	22	16	3,2	1,5		K5 III			
10	η	Aur	5	06	30,9	+41	14	04	3,2	-0,2	-1,7	B3 V	310		
67	β	Eri	5	07	51,0	-5	05	11	2,8	0,1	0,9	A3 III	78	m	Cursa
5	μ	Lep	5	12	55,9	-16	12	20	3,3v	-0,1	-0,4	B9	180		
19	β	Ori	5	14	32,3	-8	12	06	0,1	0,0	-7,4	B8 I	1000	ms	Rigel
13	α	Aur	5	16	41,4	+45	59	53	0,1	0,8	-0,6	G5 III	46	ms	Capella
28	η	Ori	5	24	28,7	-2	23	49	3,4	-0,2		B1 V		ms	
24	γ	Ori	5	25	07,9	+6	20	59	1,6	-0,2	-3,6	B2 III	350		Bellatrix
112	β	Tau	5	26	17,5	+28	36	27	1,7	-0,1	-1,6	B7 III	140	m	Elnath
9	β	Lep	5	28	14,7	-20	45	34	2,8	0,8	-1,9	G5 II	290	m	Nihal
34	δ	Ori	5	32	00,4	-0	17	57	2,2v	-0,2	-6,1	O9,5 II	1500	ms	Mintaka

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
25	η	Tau	3	47	29,1	+24	06	18	2,9	-0,1	-1,6	B7 III	400	m	Alcyone
44	ζ	Per	3	54	07,9	+31	53	01	2,9	0,1	-6,5	B1 I	1600	s	Atik
45	ε	Per	3	57	51,2	+40	00	37	2,9	-0,2	-4,1	B0,5 V	680	s	
34	γ	Eri	3	58	01,8	-13	30	31	3,0v	1,6	-0,7	M0,5 III	170	m	Zaurak
35	λ	Tau	4	00	40,8	+12	29	25	3,5v	-0,1		B3 V		s	
	α	Ret	4	14	25,5	-62	28	26	3,4	0,9	0,3	G7 III	130		
74	ε	Tau	4	28	37,0	+19	10	49	3,5	1,0	0,2	K0 III	150	m	
78	θ	Tau	4	28	39,6	+15	52	14	3,4v	0,2	0,2	A7 III	150	ms	
	α	Dor	4	33	59,8	-55	02	42	3,3v	-0,1	-0,6	A0 III	190	m	
87	α	Tau	4	35	55,2	+16	30	33	0,9v	1,5	-0,7	K5 III	68	ms	Aldebarán
1	π^3	Ori	4	49	50,4	+6	57	41	3,2	0,5	3,7	F6 V	26	s	
3	ι	Aur	4	56	59,6	+33	09	58	2,7	1,5		K3 II			
7	ε	Aur	5	01	58,1	+43	49	24	3,0v	0,5		A9 I		ms	
2	ε	Lep	5	05	27,7	-22	22	16	3,2	1,5		K5 III			
10	η	Aur	5	06	30,9	+41	14	04	3,2	-0,2	-1,7	B3 V	310		
67	β	Eri	5	07	51,0	-5	05	11	2,8	0,1	0,9	A3 III	78	m	Cursa
5	μ	Lep	5	12	55,9	-16	12	20	3,3v	-0,1	-0,4	B9	180		
19	β	Ori	5	14	32,3	-8	12	06	0,1	0,0	-7,4	B8 I	1000	ms	Rigel
13	α	Aur	5	16	41,4	+45	59	53	0,1	0,8	-0,6	G5 III	46	ms	Capella
28	η	Ori	5	24	28,7	-2	23	49	3,4	-0,2		B1 V		ms	
24	γ	Ori	5	25	07,9	+6	20	59	1,6	-0,2	-3,6	B2 III	350		Bellatrix
112	β	Tau	5	26	17,5	+28	36	27	1,7	-0,1	-1,6	B7 III	140	m	Elnath
9	β	Lep	5	28	14,7	-20	45	34	2,8	0,8	-1,9	G5 II	290	m	Nihal
34	δ	Ori	5	32	00,4	-0	17	57	2,2v	-0,2	-6,1	O9,5 II	1500	ms	Mintaka

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
11	α	Lep	5	32	43,8	-17	49	20	2,6	0,2	-4,7	F0 I	940	m	Arneb
	β	Dor	5	33	37,5	-62	29	23	3,4v	0,6	-8,1	F6 I	4800	m	
39	λ	Ori	5	35	08,3	+9	56	04	3,3			O8		m	Meissa
44	ι	Ori	5	35	26,0	-5	54	36	2,9	-0,2	-6,3	O9 III	1900	s	
46	ε	Ori	5	36	12,8	-1	12	07	1,7v	-0,2	-6,5	B0 I	1300	s	Alnilam
123	ζ	Tau	5	37	38,7	+21	08	33	3,0v	-0,2	-2,9	B4 III	520	s	
	α	Col	5	39	38,9	-34	04	27	2,6	-0,1	-1,0	B7 IV	160	m	Phact
50	ζ	Ori	5	40	45,5	-1	56	34	1,7	0,1		O9,5 I		ms	Alnitak
53	κ	Ori	5	47	45,4	-9	40	11	2,1	-0,2		B0,5 I			Saiph
	β	Col	5	50	57,6	-35	46	06	3,1	1,2	0,1	K1,5 III	120		Wazn
58	α	Ori	5	55	10,3	+7	24	25	0,5v	1,9	-4,5	M2 I	420	s	Betelgeuse
34	β	Aur	5	59	31,7	+44	56	51	1,9	0,1	1,1	A2 V	46	ms	Menkalinan
37	θ	Aur	5	59	43,4	+37	12	45	2,6v	-0,1	0,4	A0		ms	
7	η	Gem	6	14	52,7	+22	30	24	3,3v	1,6	-1,4	M3 III	280	ms	Propus
1	ζ	CMa	6	20	18,8	-30	03	48	3,0	-0,2	-2,4	B2,5 V	350	s	Furud
2	β	CMa	6	22	42,0	-17	57	21	2,0v	-0,2	-5,0	B1 II	840	s	Mirzam
13	μ	Gem	6	22	57,6	+22	30	49	2,9v	1,6		M3 III		m	
	α	Car	6	23	57,1	-52	41	44	-0,7	0,2	-4,7	F0 I	200		Canopus
24	γ	Gem	6	37	42,7	+16	23	57	1,9	0,0	-0,3	A0 IV	85	ms	Alhena
	ν	Pup	6	37	45,7	-43	11	46	3,2	-0,1	-1,5	B8 III	300	s	
27	ε	Gem	6	43	55,9	+25	07	52	3,0	1,4		G8 I		s	Mebsuta
9	α	CMa	6	45	08,9	-16	42	58	-1,5	0,0	1,4	A1 V	9	ms	Sirius
31	ξ	Gem	6	45	17,4	+12	53	44	3,4	0,4	1,9	F5 IV	65		
	α	Pic	6	48	11,4	-61	56	29	3,3	0,2	1,6	A7 IV	72		

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
	τ	Pup	6	49	56,2	-50	36	53	2,9	1,2	-0,1	K0 III	95	s	
21	ε	CMa	6	58	37,5	-28	58	19	1,5	-0,2	-4,4	B2 II	480	m	Adhara
22	σ	CMa	7	01	43,1	-27	56	05	3,5v	1,7	-0,2	K4 III	2200	m	
24	o^2	CMa	7	03	01,5	-23	50	00	3,0	-0,1	-7,1	B3 I	2200	s	
25	δ	CMa	7	08	23,5	-26	23	36	1,8	0,7	-8,3	F8 I	2200	s	
	π	Pup	7	17	08,6	-37	05	51	2,7	1,6	-0,5	K4 III	100	s	
31	η	CMa	7	24	05,7	-29	18	11	2,4	0,0	-7,0	B5 I	2200	m	Aludra
3	β	CMi	7	27	09,0	+8	17	22	2,9v	-0,1		B8 V		s	Gomeisa
	σ	Pup	7	29	13,8	-43	18	05	3,3	1,5	-0,7	K5 III	190	s	
66	α	Gem	7	34	35,9	+31	53	18	1,6v	0,0	0,7	A1 V	49	ms	Cástor
10	α	CMi	7	39	18,1	+5	13	30	0,3	0,4	2,6	F5 IV	11	ms	Proción
78	β	Gem	7	45	18,9	+28	01	34	1,2	1,0	1,0	K0 III	36	m	Pólux
7	ξ	Pup	7	49	17,7	-24	51	35	3,4	1,3	-4,3	G3 I	650	s	
	χ	Car	7	56	46,7	-52	58	56	3,5v	-0,2	-2,3	B3 IV	450	m	
	ζ	Pup	8	03	35,1	-40	00	12	2,2	-0,2		O5 I			
15	ρ	Pup	8	07	32,6	-24	18	15	2,8	0,4				s	
	γ^2	Vel	8	09	32,0	-47	20	12	1,8v	-0,2		WC 8		s	
	ε	Car	8	22	30,8	-59	30	35	1,9	1,3	-2,6	K3 III	29	s	Avior
1	o	UMa	8	30	15,9	+60	43	05	3,4	0,8	-0,7	G4 II	220	m	Muscida
	δ	Vel	8	44	42,2	-54	42	30	2,0	0,1	0,1	A1 V	75	m	
11	ε	Hya	8	46	46,6	+6	25	08	3,4	0,7		F0 V		ms	
16	ζ	Hya	8	55	23,6	+5	56	44	3,1	1,0	1,7	G8 III	52		
9	ι	UMa	8	59	12,4	+48	02	30	3,1	0,2	2,2	A7 IV	49	ms	Talitha
	λ	Vel	9	07	59,8	-43	25	57	2,2v	1,7	-3,0	K4 I	300	m	

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
236693		Car	9	10	58,0	-58	58	01	3,4v	-0,2	-3,3	B2 IV	650	s	a Car
	β	Car	9	13	12,0	-69	43	02	1,7	0,0	0,6	A2 IV	55		Miaplacidus
	ι	Car	9	17	05,4	-59	16	31	2,2	0,2	-4,8	A8 I	750		Aspidiske
40	α	Lyn	9	21	03,3	+34	23	33	3,2	1,5		M0 III			
	κ	Vel	9	22	06,8	-55	00	39	2,5	-0,2	-3,3	B2 IV	450	s	
30	α	Hya	9	27	35,2	-8	39	31	2,0	1,4	-0,1	K3 III	65	m	Alphard
237067		Vel	9	31	13,3	-57	02	04	3,1	1,6	-0,4	K5 III	150		N Vel
25	θ	UMa	9	32	51,4	+51	40	38	3,2	0,4	1,8	F6 IV	62	s	
250683		Car	9	45	14,8	-62	30	28	3,4v	0,9	-4,9	G5 I	1500	m	1 Car
17	ε	Leo	9	45	51,1	+23	46	27	3,0	0,8	-2,0	G0 II	300		
	ν	Car	9	47	06,2	-65	04	19	3,0	0,3	-2,0	A7 II		m	
	φ	Vel	9	56	51,8	-54	34	04	3,5	0,0	-5,7	B5 I	2000	m	
30	η	Leo	10	07	20,0	+16	45	46	3,5	0,0	-5,2	A0 I	1700	m	
32	α	Leo	10	08	22,3	+11	58	02	1,4	-0,1	-0,9	B7 V	91	ms	Regulus
	ω	Car	10	13	44,2	-70	02	17	3,3	-0,1	-1,2	B8 III	240	m	
36	ζ	Leo	10	16	41,4	+23	25	02	3,4	0,4	0,3	F0 III	120	s	Adhafera
250905		Car	10	17	05,0	-61	19	56	3,4v	1,5	-2,2	K3 II	350	m	q Car
33	λ	UMa	10	17	05,8	+42	54	52	3,4	0,1	0,6	A2 IV	110	m	Tania Borealis
41	γ	Leo	10	19	58,4	+19	50	30	2,2	1,2	-0,1	K0 III	88	ms	Algieba
34	μ	UMa	10	22	19,7	+41	29	58	3,1	1,6	-1,0	M0 III	190	s	Tania Australis
251006		Car	10	32	01,4	-61	41	07	3,3v	-0,2	-1,4	B4 V	280		p Car
	θ	Car	10	42	57,4	-64	23	40	2,8	-0,2	-4,4	B0 V	480	s	
	μ	Vel	10	46	46,2	-49	25	12	2,7	0,9		G5 III		ms	
	ν	Hya	10	49	37,5	-16	11	37	3,1	1,3	0,1	K2 III	110		

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
48	β	UMa	11	01	50,5	+56	22	57	2,4	0,0	0,5	A1 V	78	s	Merak
50	α	UMa	11	03	43,7	+61	45	03	1,8	1,1	-1,0	K0 II	100	ms	Dubhe
52	ψ	UMa	11	09	39,8	+44	29	55	3,0	1,2	0,1	K1 III	110		
68	δ	Leo	11	14	06,5	+20	31	25	2,6	0,1	1,9	A4 V	46	m	Zosma
70	θ	Leo	11	14	14,4	+15	25	46	3,3	0,0	1,4	A2 V	78	m	Chertan
54	ν	UMa	11	18	28,7	+33	05	39	3,5	1,4	-0,4	K3 III	150	s	Alula Borealis
	λ	Cen	11	35	46,8	-63	01	11	3,1	0,0	-3,1	B9 II	550	m	
94	β	Leo	11	49	03,6	+14	34	19	2,1	0,1	1,5	A3 V	42	m	Denebola
64	γ	UMa	11	53	49,8	+53	41	41	2,4	0,0	0,3	A0 V	88	s	Phecda
	δ	Cen	12	08	21,5	-50	43	21	2,6v	-0,1	-3,0	B2 IV	390	m	
2	ε	Crv	12	10	07,5	-22	37	11	3,0	1,3		K2 III			
	δ	Cru	12	15	08,7	-58	44	56	2,8	-0,2	-3,0	B2 IV	450		
69	δ	UMa	12	15	25,6	+57	01	57	3,3	0,1	1,9	A3 V	62	m	Megrez
4	γ	Crv	12	15	48,4	-17	32	31	2,6	-0,1	-1,5	B8 III	220	s	Gienah
	α^1	Cru	12	26	35,9	-63	05	57	1,3	-0,2	-4,2	B0,5 IV	520	ms	Acrux
	α^2	Cru	12	26	36,5	-63	05	57	1,7	-0,3	-3,2	B1 V	520	m	
7	δ	Crv	12	29	51,9	-16	30	56	3,0	-0,1	0,2	B9 V	110	m	Algorab
	γ	Cru	12	31	09,9	-57	06	48	1,6	1,6	-0,9	M4 III	100	m	Gacrux
9	β	Crv	12	34	23,2	-23	23	48	2,7	0,9	-1,9	G5 II	260		
	α	Mus	12	37	11,0	-69	08	08	2,7	-0,2	-2,7	B2 IV	390	m	
	γ	Cen	12	41	31,0	-48	57	35	2,2	0,0	0,0	A1 IV	98	ms	
29	γ	Vir	12	41	39,6	-1	26	58	2,8	0,3	3,6	F0 V	36	ms	Porrima
	β	Mus	12	46	17,0	-68	06	30	3,0	-0,1	-2,1	B2,5 V	300	m	
	β	Cru	12	47	43,2	-59	41	19	1,2v	-0,2	-5,0	B0,5 III	480	s	Mimosa

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
77	ε	UMa	12	54	01,7	+55	57	35	1,8v	0,0		A0			Alioth
43	δ	Vir	12	55	36,2	+3	23	51	3,4	1,6	-1,1	M3 III	250	m	
12	α^2	CVn	12	56	01,7	+38	19	06	2,9v	-0,1		A0		m	Cor Caroli
47	ε	Vir	13	02	10,6	+10	57	33	2,8	0,9		G8 III		m	Vindemiatrix
46	γ	Hya	13	18	55,3	-23	10	18	3,0	0,9		G5 III		m	
	ι	Cen	13	20	35,8	-36	42	44	2,7	0,1	1,0	A2 V	72		
79	ζ	UMa	13	23	55,5	+54	55	31	2,1	0,0	1,1	A2 V	59	ms	Mizar
67	α	Vir	13	25	11,6	-11	09	41	1,0	-0,2	-3,8	B1 V	280	s	Spica
79	ζ	Vir	13	34	41,6	-0	35	45	3,4	0,1	1,7	A3 V	72		
	ε	Cen	13	39	53,2	-53	27	59	2,3v	-0,2	-4,4	B1 III	680	m	
85	η	UMa	13	47	32,4	+49	18	48	1,9	-0,2		B3 V			Alkaid
	ν	Cen	13	49	30,3	-41	41	16	3,4	-0,2	-3,3	B2 IV	710	s	
	μ	Cen	13	49	37,0	-42	28	26	2,9v	-0,2	-3,0	B2 IV	450	s	
8	η	Boo	13	54	41,1	+18	23	52	2,7	0,6	2,7	G0 IV	32	ms	Muphrid
	ζ	Cen	13	55	32,4	-47	17	18	2,6	-0,3	-2,9	B2,5 IV	480	s	
	β	Cen	14	03	49,4	-60	22	23	0,6v	-0,2	-4,7	B1 III	350	s	
49	π	Hya	14	06	22,3	-26	40	57	3,3	1,1	0,1	K2 III	140		
5	θ	Cen	14	06	41,0	-36	22	12	2,1	1,0	0,9	K0 III	55	m	Menkent
16	α	Boo	14	15	39,7	+19	10	57	0,0	1,2	-0,3	K2 III	36		Arcturus
	ι	Lup	14	19	24,2	-46	03	28	3,6	-0,2	-2,6	B2,5 IV	550		
27	γ	Boo	14	32	04,7	+38	18	30	3,0v	0,2		A7 III		m	Seginus
	η	Cen	14	35	30,4	-42	09	28	2,3v	-0,2		B1 V		s	
	α^2	Cen	14	39	35,2	-60	50	13	1,3	0,9	6,1	K1 V	4	m	
	α^1	Cen	14	39	36,5	-60	50	03	0,0	0,7	4,4	G2 V	4	ms	Rigil Kentaurus

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
	α	Lup	14	41	55,8	-47	23	18	2,3	-0,2	-4,3	B1,5 III	610	s	
	α	Cir	14	42	30,4	-64	58	31	3,2	0,2	1,6	A	65	m	
36	ε	Boo	14	44	59,2	+27	04	27	2,7	1,0	-0,9	K0 II		m	Izar
7	β	UMi	14	50	42,3	+74	09	20	2,1	1,5		K4 III		m	Kochab
9	α^2	Lib	14	50	52,7	-16	02	30	2,8	0,2	1,2	A3 IV	65	s	Zubenelgenubi
	β	Lup	14	58	31,9	-43	08	02	2,7	-0,2	-3,9	B2 III	680	s	
	κ	Cen	14	59	09,7	-42	06	15	3,1	-0,2	-3,3	B2 IV	580	s	
42	β	Boo	15	01	56,8	+40	23	26	3,5	1,0	0,3	G8 III	130		Nekkar
20	σ	Lib	15	04	04,2	-25	16	55	3,3v	1,7	2,0	M3,5 III	59		
	ζ	Lup	15	12	17,1	-52	05	57	3,4	0,9	0,3	G8 III	130	m	
49	δ	Boo	15	15	30,2	+33	18	53	3,5	1,0	0,0	G8 III	160	s	
27	β	Lib	15	17	00,4	-9	22	59	2,6	-0,1	-0,5	B8 V	140	s	Zubeneschamali
	γ	TrA	15	18	54,6	-68	40	46	2,9	0,0	1,2	A1 V	72	m	
13	γ	UMi	15	20	43,7	+71	50	02	3,0v	0,1	-1,1	A3 II	220	m	Pherkad
	δ	Lup	15	21	22,3	-40	38	51	3,2v	-0,2	-3,4	B1,5 IV	680		
	ε	Lup	15	22	40,8	-44	41	22	3,4	-0,2	-3,0	B2 IV	610	ms	
12	ι	Dra	15	24	55,8	+58	57	58	3,3	1,2	0,1	K2 III	140		Edasich
5	α	CrB	15	34	41,3	+26	42	53	2,2v	0,0	0,4	A0 V	75	s	Alphecca
	γ	Lup	15	35	08,4	-41	10	01	2,8	-0,2	-3,0	B2 IV	450	m	
24	α	Ser	15	44	16,1	+6	25	32	2,7	1,2	1,0	K2 III	72	m	Unukalhai
	β	TrA	15	55	08,5	-63	25	50	2,9	0,3	2,3	F2 III	42	m	
6	π	Sco	15	58	51,1	-26	06	51	2,9	-0,2	-3,9	B1 V	650	s	
	η	Lup	16	00	07,3	-38	23	49	3,4	-0,2	-2,6	B2,5 IV	520	m	
7	δ	Sco	16	00	20,0	-22	37	18	2,3	-0,1	-4,5	B0,5 IV	610	s	

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. h	m	s	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
8	β^1	Sco	16	05	26,2	-19	48	19	2,6	-0,1	-4,1	B0,5 V	520	s	Graffias
1	δ	Oph	16	14	20,7	-3	41	40	2,7	1,6	-0,8	M1 III	160	m	Yed Prior
2	ε	Oph	16	18	19,3	-4	41	33	3,2	1,0	0,3	G8 III	120	m	Yed Posterior
20	σ	Sco	16	21	11,3	-25	35	34	2,9v	0,1	-4,9	B2 III	610	s	
14	η	Dra	16	23	59,4	+61	30	51	2,7	0,9	0,9	G8 III	75		
21	α	Sco	16	29	24,5	-26	25	55	1,0v	1,8		M1,5 I		ms	Antares
27	β	Her	16	30	13,2	+21	29	23	2,8	0,9	0,0	G8 III	110	s	Kornephoros
23	τ	Sco	16	35	53,0	-28	12	58	2,8	-0,3	-4,1	B0 V	750	m	
13	ζ	Oph	16	37	09,5	-10	34	02	2,6v	0,0	-4,4	O9,5 V	550	m	
40	ζ	Her	16	41	16,9	+31	36	10	2,8	0,7	2,9	F9 IV	32	ms	
	α	TrA	16	48	39,9	-69	01	40	1,9	1,4		K2 II			Atria
26	ε	Sco	16	50	09,8	-34	17	36	2,3	1,2	0,7	K2 III	65		
	μ^1	Sco	16	51	52,2	-38	02	51	3,0v	-0,1		B1,5 IV		s	
27	κ	Oph	16	57	40,1	+9	22	30	3,2	1,2		K2 III			
	ζ	Ara	16	58	37,2	-55	59	25	3,1	1,6	-0,4	K5 III	140		
22	ζ	Dra	17	08	47,2	+65	42	53	3,2	-0,1	-1,9	B6 III	320	m	
35	η	Oph	17	10	22,7	-15	43	30	2,4	0,1	0,8	A2 V	68	ms	Sabik
	η	Sco	17	12	09,2	-43	14	21	3,3	0,4	2,1	F3 III	59		
64	α^1	Her	17	14	38,9	+14	23	25	3,5v	1,4		M5 II		m	Rasalgethi
65	δ	Her	17	15	01,9	+24	50	21	3,1v	0,1	0,6	A3 IV	100	s	
67	π	Her	17	15	02,8	+36	48	33	3,2	1,4		K3 II			
42	θ	Oph	17	22	00,6	-24	59	58	3,3	-0,2	-3,3	B2 IV	680	s	
	β	Ara	17	25	18,0	-55	31	48	2,9	1,5	-2,9	K3 I	450		
	γ	Ara	17	25	23,6	-56	22	40	3,3	-0,1	-5,7	B1 I	1700	m	

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	*s*	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
23	β	Dra	17	30	26,0	+52	18	05	2,8	1,0	-2,0	G2 II	250	m	Rastaban
34	ν	Sco	17	30	45,8	-37	17	45	2,7	-0,2	-3,3	B2 IV	550	s	Lesath
	α	Ara	17	31	50,5	-49	52	34	3,0	-0,2	-2,8	B2 V	450	s	
35	λ	Sco	17	33	36,5	-37	06	14	1,6v	-0,2		B1,5 IV		s	Shaula
55	α	Oph	17	34	56,1	+12	33	36	2,1	0,1	0,8	A5 III	59		Rasalhague
	θ	Sco	17	37	19,2	-42	59	52	1,9	0,4	-2,0	F1 II	180		
55	ξ	Ser	17	37	35,2	-15	23	55	3,5	0,3	1,4	F0 IV	85	s	
	κ	Sco	17	42	29,3	-39	01	48	2,4v	-0,2	-4,3	B1,5 III	680	s	
60	β	Oph	17	43	28,4	+4	34	02	2,8	1,2	0,1	K2 III	110	m	Cebalrai
86	μ	Her	17	46	27,5	+27	43	14	3,4	0,8	3,8	G5 IV	28	m	
	ι^1	Sco	17	47	35,1	-40	07	37	3,0	0,5	-8,6	F3 I	4800	s	
209318		Sco	17	49	51,5	-37	02	36	3,2	1,2	0,1	K0 III	110	m	G Sco
33	γ	Dra	17	56	36,4	+51	29	20	2,2	1,5	-0,4	K5 III	100	m	Eltanin
64	ν	Oph	17	59	01,6	-9	46	25	3,3	1,0	0,2	K0 III	130		
10	γ	Sgr	18	05	48,5	-30	25	27	3,0	1,0	-0,1	K0 III	130	s	Alnasl
	η	Sgr	18	17	37,6	-36	45	42	3,1v	1,6	-1,1	M2 III	220	m	
19	δ	Sgr	18	20	59,7	-29	49	41	2,7	1,4	-0,1	K3 III	100	m	Kaus Media
58	η	Ser	18	21	18,6	-2	53	56	3,3	0,9	1,9	K0 III	62	m	
20	ε	Sgr	18	24	10,3	-34	23	05	1,8	0,0	-0,7	B9,5 III	95	m	Kaus Australis
	α	Tel	18	26	58,4	-45	58	06	3,5	-0,2	-2,3	B3 IV	450		
22	λ	Sgr	18	27	58,2	-25	25	18	2,8	1,0	1,1	K0 III	72		Kaus Borealis
3	α	Lyr	18	36	56,3	+38	47	01	0,0v	0,0	0,5	A0 V	26	m	Vega
27	φ	Sgr	18	45	39,4	-26	59	27	3,2	-0,1	-1,3	B8,5 III	280	s	
10	β	Lyr	18	50	04,8	+33	21	46	3,5	0,0	-0,3	B7 V	150	s	Sheliak

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	*s*	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
34	σ	Sgr	18	55	15,9	-26	17	48	2,0	-0,2	-2,1	B2,5 V	200	m	Nunki
14	γ	Lyr	18	58	56,6	+32	41	22	3,2	-0,1	-0,8	B9 III	200	m	Sulafat
38	ζ	Sgr	19	02	36,7	-29	52	49	2,6	0,1	0,6	A3 IV	85	ms	Ascella
17	ζ	Aql	19	05	24,6	+13	51	48	3,0	0,0	0,3	A0 V	110	s	
16	λ	Aql	19	06	14,9	-4	52	57	3,4	-0,1	0,2	B9 V	140	m	
40	τ	Sgr	19	06	56,4	-27	40	14	3,3	1,2	-0,2	K1 III	150	s	
41	π	Sgr	19	09	45,8	-21	01	25	2,9	0,4	0,6	F3 III	95	m	
57	δ	Dra	19	12	33,3	+67	39	42	3,1	1,0	0,3	G9 III	110	m	Altais
30	δ	Aql	19	25	29,9	+3	06	53	3,4v	0,3	2,5	F0 IV	49	s	
6	β	Cyg	19	30	43,3	+27	57	35	3,1	1,1	-2,3	K3 II	390	ms	Albireo
18	δ	Cyg	19	44	58,5	+45	07	51	2,9	0,0	-1,0	B9,5 III	190	ms	
50	γ	Aql	19	46	15,6	+10	36	48	2,7	1,5	-2,2	K3 II	260	m	Tarazed
53	α	Aql	19	50	47,0	+8	52	06	0,8	0,2	2,2	A7 IV	17	m	Altair
12	γ	Sge	19	58	45,4	+19	29	32	3,5	1,6	-0,4	K5 III	170		
65	θ	Aql	20	11	18,3	-0	49	17	3,2	-0,1	-1,0	B9,5 III	240	s	
9	β^1	Cap	20	21	00,7	-14	46	53	3,1	0,8	-2,0	G5 II	320	s	Dabih
37	γ	Cyg	20	22	13,7	+40	15	24	2,2	0,7	-4,3	F8 I	550	m	Sadr
	α	Pav	20	25	38,9	-56	44	06	1,9	-0,2	-3,3	B2 IV	350	s	Peacock
	α	Ind	20	37	34,0	-47	17	29	3,1	1,0	0,2	K0 III	120	m	
50	α	Cyg	20	41	25,9	+45	16	49	1,3v	0,1	-7,5	A2 I	1600	m	Deneb
	β	Pav	20	44	57,5	-66	12	11	3,4	0,2	1,2	A5 IV	88		
3	η	Cep	20	45	17,4	+61	50	20	3,4	0,9	2,7	K0 IV	46	m	
53	ε	Cyg	20	46	12,7	+33	58	13	2,5	1,0	0,7	K0 III	75	s	
64	ζ	Cyg	21	12	56,2	+30	13	37	3,2	1,0	-0,4	G8 III	150	s	

Apéndice 2: Las estrellas más brillantes, hasta la magnitud de 3,5 (continuación)

Nombre y número en el catálogo			Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	*s*	dec. °	′	″	Magnitudes V	B-V	M_v	Tipo espectral	Distancia (años-luz)	Notas	Otro nombre
5	α	Cep	21	18	34,8	+62	35	08	2,4	0,2	1,4	A7 IV	52	m	Alderamin
8	β	Cep	21	28	39,6	+70	33	39	3,2v	-0,2	-3,9	B2 III	810	ms	Alfirk
22	β	Aqr	21	31	33,5	-5	34	16	2,9	0,8	-4,1	G0 I	680	m	Sadalsuud
8	ε	Peg	21	44	11,2	+9	52	30	2,4v	1,5		K2 I		m	Enif
49	δ	Cap	21	47	02,4	-16	07	38	2,9	0,3	1,9	Am	49	s	Deneb Algedi
	γ	Gru	21	53	55,7	-37	21	54	3,0	-0,1	-1,2	B8 III	220		
34	α	Aqr	22	05	47,0	-0	19	11	2,9	1,0	-4,0	G2 I	550	m	Sadalmelik
	α	Gru	22	08	14,0	-46	57	40	1,7	-0,1	0,2	B7 IV	65	m	Al Na'ir
26	θ	Peg	22	10	12,0	+6	11	52	3,5	0,1	1,6	A2 V	78	s	Biham
21	ζ	Cep	22	10	51,3	+58	12	04	3,4v	1,6	-3,9	K1 I	710	s	
	α	Tuc	22	18	30,1	-60	15	35	2,9	1,4	-0,4	K3 III	120	s	
27	δ	Cep	22	29	10,3	+58	24	55	3,5v	0,4		G2 I		s	
42	ζ	Peg	22	41	27,7	+10	49	53	3,4	-0,1	0,0	B8,5 V	150	m	Homam
	β	Gru	22	42	40,1	-46	53	05	2,1v	1,6	-0,7	M5 III	110		
44	η	Peg	22	43	00,1	+30	13	17	3,0	0,8	-1,9	G8 II	310	s	Matar
	ε	Gru	22	48	33,3	-51	19	01	3,5	0,1	1,7	A3 V	75		
48	μ	Peg	22	50	00,2	+24	36	06	3,5	0,9	0,3	G8 III	140		Sadalbari
76	δ	Aqr	22	54	39,0	-15	49	15	3,3	0,1	1,7	A3 V	68	m	Skat
24	α	PsA	22	57	39,1	-29	37	20	1,2	0,1	2,0	A3 V	22		Fomalhaut
53	β	Peg	23	03	46,5	+28	04	58	2,4v	1,7		M2 II		m	Scheat
54	α	Peg	23	04	45,7	+15	12	19	2,5	0,0	-1,0	B9,5 III	160	s	Markab
35	γ	Cep	23	39	20,8	+77	37	57	3,2	1,0	2,2	K1 IV	52		Errai

La información de esta tabla procede de *Sky Catalogue 2000,0*, vol. 1, editado por Alan Hirshfeld, Roger W. Sinnott y François Ochsenbein (© 1991 por Sky Publishing Corp.), y ha sido reimpreso con su permiso.

Apéndice 3: Propiedades de los principales tipos espectrales

Tipo espectral	Color aparente	Índice de color (B-V)	Temperatura superficial	Líneas primarias de absorción en el espectro	Ejemplos
O	azul	inferior a -0,2	25 000 - 40 000	Líneas fuertes de helio ionizado y metales altamente ionizados; líneas débiles debidas al hidrógeno	ζ Orionis (O9,5)
B	azul	-0,2 - 0,0	11 000 - 25 000	Líneas prominentes del helio neutro; líneas del hidrógeno más fuertes que en el tipo O	Spica (B1) Rigel (B8)
A	de azul a blanco	0,0 - 0,3	7500 - 11 000	Líneas fuertes del hidrógeno, el calcio ionizado y otros metales ionizados; líneas débiles del helio	Vega (A0) Sirius (A1) Deneb (A2)
F	blanco	0,3 - 0,6	6000 - 7500	Líneas del hidrógeno más débiles que en el tipo A; las del calcio ionizado fuertes; líneas de metales neutros tornándose prominentes	Canopus (F0) Proción (F5) Polaris (F8)
G	de blanco a amarillo	0,6 - 1,1	5000 - 6000	Numerosas líneas fuertes de calcio ionizado y otros metales neutros y ionizados; líneas del hidrógeno más débiles que en el tipo F	Sun (G2) Capella (G8)
K	de anaranjado a rojo	1,1 - 1,5	3000 - 5000	Numerosas líneas fuertes de metales neutros	Arcturus (K2) Aldebarán (K5)
M	rojo	superior a 1,5	3000 - 3500	Numerosas líneas fuertes de metales neutros; bandas moleculares fuertes (principalmente óxido de titanio)	Antares (M1) Betelgeuse (M2)

Nota: El número que viene detrás de la letra en cada tipo espectral (véase la última columna, arriba) indica una ulterior subdivisión dentro de cada tipo. Por ejemplo, Sirius (tipo A1) es más caliente que Deneb (tipo A2).

Procedencia: *Sky Catalogue 2000,0* por Alan Hirshfeld y Roger W. Sinnott, por cortesia de Sky Publishing Corp.

Apéndice 4: Las estrellas más próximas

N.º (ordenación)	Nombre	Posición (2000,0) r.a. *h*	*m*	dec. °	'	Distancias (años-luz)	Tipo espectral	Magnitud V	M_V	Luminosidad (L_{sol} = 1)
1	Sol						G2 V	-26,72	4,85	1,0
2	Próxima Cen	14	30	-62	40	4,24	M5,5 V	11,12	15,49	0,00006
	α (alfa) Cen A	14	40	-60	50	4,37	G2 V	-0,01	4,37	1,6
	α (alfa) Cen B						K1 V	1,34	5,71	0,45
3	Estrella de Barnard	17	58	+04	41	5,97	M3,8 V	9,56	13,22	0,00045
4	Wolf 359	10	57	+07	00	7,80	M5,8 V	13,45	16,65	0,00002
5	BD +36°2147 (Lalande 21185)	11	03	+35	58	8,22	M2,1 V	7,48	10,50	0,0055
6	L 726-8 = A	01	39	-17	57	8,55	M5,6 V	12,56	15,46	0,00006
	UV Cet = B						M5,6 V	12,96	15,96	0,00004
7	Sirius A	06	45	-16	43	8,58	A1 V	-1,43	1,42	23,5
	Sirius B						DA	8,44	11,2	0,003
8	Ross 154 (V 1216 Sgr)	18	50	-23	49	9,56	M3,6 V	10,45	13,14	0,00048
9	Ross 248 (HH And)	23	42	+44	10	10,3	M4,9 V	12,29	14,78	0,00011
10	ε (épsilon) (Eri)	03	33	-09	28	10,6	K2 V	3,73	6,14	0,30
11	Ross 128 (FI Vir)	11	48	+00	48	10,8	M4,1 V	11,12	13,47	0,00036
12	L 789-6	22	38	-15	18	11,1	M5,5 V	12,30	14,49	0,00014
13	BD +43°44 A (GX And)	00	18	+44	00	11,3	M1,3 V	8,08	10,39	0,0061
	+43°44 B (GQ And) (Groombridge 34 AB)						M3,8 V	11,06	13,37	0,00039
14	ε (épsilon) Ind	22	03	-56	47	11,3	K3 V	4,69	7,00	0,14
15	61 Cyg A	21	07	+38	45	11,3	K3,5 V	5,21	7,56	0,082
	61 Cyg B						K4,7 V	6,03	8,37	0,039

Notas: V = magnitud visual; M_V = magnitud absoluta. En el Tipo espectral, V = enanas normales como el Sol y DA es una clase de enanas blancas. Las distancias derivadas del *Yale Trigonometric Parallax Catalogue* (1990), por cortesía de John T. Lee y William Van Altena y de Wilhelm Gliese. Otras informaciones por cortesía de W. Gliese (1989, 1990), con tipos espectrales en una escala consecuente por Robert F. Wing y Charles A. Dean (1983), y comentarios adicionales de Dorrit Hoffleit (1983).

Apéndice 5: Nebulosas planetarias brillantes seleccionadas

Nebulosa planeataria	Nombre y constelación	Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	dec. °	'	Magnitud *(visual)*	Diámetro *(segundos de arco)*
NGC 7293	Helicoidal en Aquarius	22	30	-20	48	6,5	>770
NGC 6853	Dumbbell en Vulpecula, M27	19	60	+22	43	7,6	350/910
NGC 246	en Cetus	00	47	-11	53	8,0	225
NGC 3132	Octava exposición en Vela	10	08	-40	26	8,2	>47
NGC 7009	Saturno en Aquarius	21	04	-11	23	8,3	25/100
NGC 3242	Espectro de Júpiter en Hydra	10	25	-18	38	8,6	16/1250
NGC 6543	Ojo del Gato en Draco	17	59	+66	38	8,8	18/350
NGC 6572	en Ophiuchus	18	12	+06	51	9,0	8
NGC 7662	en Andrómeda	23	26	+42	33	9,2	20/130
NGC 6210	en Hércules	16	45	+23	49	9,3	>14
NGC 1535	en Eridanus	04	14	-12	44	9,6	18/44
NGC 6720	Nebulosa Anular en Lyra, M57	18	54	+33	02	9,7	70/150
NGC 6826	Planetaria titilante en Cygnus	19	45	+50	32	9,8	30/140
NGC 6818	Pequeña Joya en Sagittarius	19	44	-14	09	9,9	>17
NGC 2392	Eskimo en Géminis	07	29	+20	55	9,9	13/44

Notas: En el diámetro, dos valores separados por una barra indican un núcleo brillante interno rodeado por un halo extenso y borroso; el símbolo ">" indica que aunque sólo se ha incluido el tamaño del núcleo, existe un halo mayor.

Cortesía de Yervant Terzian, Cornell University, con datos de *Sky Catalogue 2000,0*, vol. 2.

Apéndice 6: Estrellas dobles

ADS	Estrella	Posición (2000,0) a.r. *h*	a.r. *m*	dec. °	dec. ″	Magnitudes	1995 PA °	1995 Sep. ″	2000 PA °	2000 Sep. ″	Período *(años)*
558	55 Psc	00	39,9	+21	26	5,5, 8,7	193	6,6	193	6,6	-
561	α Cas	00	40,5	+56	32	2,2, 8,9	282	69,5	282	69,8	-
671	η Cas	00	49,1	+57	49	3,5, 7,5	315	12,7	317	12,8	480
940	42 φ And	01	09,5	+47	15	4,6, 5,5	130	0,5	127	0,5	372
996	ζ Psc	01	13,7	+07	35	5,6, 6,6	62	22,8	62	22,8	-
1129	ψ Cas	01	25,9	+68	08	4,7, 9,6	122	20,8	122	20,5	-
1507	γ Ari	01	53,5	+19	18	4,6, 4,7	0	7,6	0	7,6	-
1563	λ Ari	01	57,9	+23	36	4,8, 7,3	47	37,5	47	37,5	-
1615	α Psc	02	02,1	+02	46	4,2, 5,2	275	1,9	272	1,8	933
1630	γ^1 And	02	03,9	+42	20	2,2, 5,1	63	9,7	63	9,7	-
1630	γ^2 And	02	03,9	+42	20	5,5, 6,3	105	0,5	103	0,4	61
1697	ι Tri	02	12,4	+30	18	5,3, 6,9	69	3,9	69	3,9	-
1860	ι Cas	02	29,1	+67	24	4,6, 6,9	235	2,5	235	2,5	-
1477	α UMi	02	31,8	+89	16	2,0, 8,9	222	18,3	222	18,3	-
2080	γ Cet	02	43,3	+03	14	3,6, 6,2	297	2,8	297	2,8	-
2157	η Per	02	50,7	+55	54	3,8, 8,5	301	28,4	301	28,4	-
-	$\theta^{1,2}$ Eri	02	58,3	-40	18	3,2, 4,3	90	8,2	90	8,2	-
2850	32 Eri	03	54,3	-02	57	4,7, 6,2	347	6,8	347	6,8	-
2888	ε Per	03	57,9	+40	01	2,9, 8,0	9	9,0	9	9,0	-
3137	φ Tau	04	20,4	+27	21	5,1, 8,7	256	49,3	256	49,1	-
3321	α Tau	04	35,9	+16	31	0,9, 10,7	31	132,6	31	133,3	-
3823	β Ori	05	14,5	-08	12	0,2, 6,7	202	9,4	202	9,4	-
4179	λ Ori	05	35,1	+09	56	3,6, 5,5	44	4,3	44	4,3	-
4186	θ^1 Ori	05	35,3	-05	23	5,1, 6,7	31	8,8	31	8,8	-
4241	σ Ori	05	38,8	+02	36	3,8, 6,6	85	12,8	85	12,8	-
4566	θ Aur	05	59,7	+37	13	2,6, 7,1	307	3,8	305	3,9	-
5107	β Mon	06	28,8	-07	02	4,6, 5,1	132	7,2	132	7,2	-
5400	12 Lyn	06	46,2	+59	27	5,4, 6,0	71	1,7	69	1,7	699
5423	α CMa	06	45,2	-16	43	-1,5, 8,5	231	3,1	150	4,6	50
5654	ε CMa	06	58,6	-28	58	1,5, 7,8	161	7,5	161	7,5	-
5983	δ Gem	07	20,1	+21	59	3,6, 8,2	224	5,9	225	5,8	1200
6175	α Gem	07	34,6	+31	53	1,9, 2,9	72	3,5	67	4,0	511
6321	κ Gem	07	44,5	+24	24	3,6, 9,4	241	7,3	241	7,3	-
6988	ι^1 Cnc	08	46,7	+28	46	4,0, 6,6	307	30,4	307	30,4	-
7203	σ^2 UMa	09	10,4	+67	08	4,9, 8,2	356	3,6	354	3,8	1141
7402	23 UMa	09	31,5	+63	04	3,7, 9,2	268	22,7	268	22,7	-
7724	γ Leo	10	20,0	+19	51	2,2, 3,5	125	4,4	125	4,4	619
7979	54 Leo	10	55,6	+24	45	4,5, 6,4	110	6,5	110	6,5	-
8119	ξ UMa	11	18,2	+31	32	4,3, 4,8	317	1,1	273	1,8	60
8148	ι Leo	11	23,9	+10	32	4,0, 6,7	117	1,6	110	1,7	183
8489	2 CVn	12	16,1	+40	40	5,9, 9,0	260	11,5	260	11,5	-
8531	17 Vir	12	22,5	+05	18	6,5, 8,6	337	20,8	337	20,8	
-	α Cru	12	26,6	-63	06	1,6, 2,1	113	4,0	113	4,0	-
8630	γ Vir	12	41,7	-01	27	3,5, 3,5	277	2,2	259	1,5	169
8706	α CVn	12	56,0	+38	19	2,9, 5,5	228	19,3	228	19,3	-

Apéndice 6: Estrellas dobles (continuación)

ADS	Estrella	Posición (2000,0) a.r. *h*	a.r. *m*	dec. °	dec. ″	Magnitudes	1995 PA °	1995 Sep. ″	2000 PA °	2000 Sep. ″	Período *(años)*
8891	ζ UMa	13	23,9	+54	56	2,3, 4,0	152	14,4	152	14,4	-
-	α Cen	14	39,6	-60	50	0,0, 1,2	218	17,2	222	14,1	80
9338	π Boo	14	40,7	+16	25	4,9, 5,8	109	5,5	109	5,5	-
9343	ζ Boo	14	41,2	+13	44	4,5, 4,6	301	0,9	300	0,8	123
9372	ε Boo	14	45,0	+27	05	2,5, 5,0	340	2,8	341	2,8	-
9375	54 Hya	14	46,0	-25	27	5,2, 7,2	123	8,4	123	8,4	-
9413	ξ Boo	14	51,4	+19	06	4,7, 6,9	322	6,9	318	6,6	152
9494	44 Boo	15	03,8	+47	39	5,3, 6,0	51	2,0	53	2,2	225
9617	η CrB	15	23,2	+30	17	5,6, 5,9	42	1,0	64	0,8	42
9701	δ Ser	15	34,8	+10	32	4,1, 5,2	175	4,1	174	4,1	-
9737	ζ CrB	15	39,4	+36	38	5,1, 6,0	305	6,3	305	6,3	-
9909	ξ Sco AB	16	04,4	-11	22	4,9, 4,9	95	0,3	308	0,4	46
9913	β Sco	16	05,4	-19	48	2,7, 4,9	20	13,6	20	13,6	-
10074	α Sco	16	29,4	-26	26	0,9v, 5,5	276	2,9	276	2,9	-
10087	λ Oph	16	30,9	+01	59	4,2, 5,2	26	1,5	30	1,5	130
10157	ζ Her	16	41,3	+31	36	2,9, 5,5	61	1,5	13	0,7	34
10345	μ Dra AB	17	05,3	+54	28	5,7, 5,7	22	2,0	15	2,0	472
10417	36 Oph	17	15,4	-26	36	5,1, 5,1	149	4,8	147	4,9	549
10418	α Her	17	14,7	+14	23	3,2, 5,4	105	4,6	105	4,6	3600
10424	α Her	17	15,0	+24	50	3,1, 8,7	276	10,3	281	10,8	-
10526	ρ Her	17	23,7	+37	09	4,6, 5,5	314	4,0	314	4,0	-
10993	95 Her	18	01,5	+21	36	5,1, 5,2	257	6,3	257	6,3	-
11005	τ Oph	18	03,1	-08	11	5,2, 5,9	282	1,7	284	1,7	280
11046	70 Oph	18	05,5	+02	30	4,2, 6,0	170	2,4	149	3,8	88
11336	39 Dra	18	24,0	+58	48	5,1, 7,8	349	3,7	349	3,7	-
11635	ε^1 Lyr	18	44,3	+39	40	5,0, 6,1	352	2,6	350	2,6	1165
11635	ε^2 Lyr	18	44,4	+39	37	5,2, 5,5	85	2,3	82	2,3	724
12540	β Cyg	19	30,7	+27	58	3,2, 5,4	54	34,2	54	34,2	-
12880	δ Cyg	19	45,0	+45	08	2,9, 6,3	225	2,5	222	2,5	828
13007	ε Dra	19	48,2	+70	16	3,9, 7,0	13	3,1	13	3,1	-
13632	α^1 Cap	20	17,6	-12	31	4,3, 9,0	222	45,5	222	45,5	-
13645	α^2 Cap	20	18,1	-12	33	3,6, 10,0	181	6,6	182	6,6	-
14279	γ Del	20	46,7	+16	08	4,3, 5,2	266	9,4	266	9,3	-
14296	λ Cyg	20	47,4	+36	30	4,9, 6,1	9	0,9	6	0,9	391
14636	61 Cyg	21	06,9	+38	45	5,2, 6,0	149	30,2	150	30,6	722
15032	β Cep	21	28,6	+70	34	3,2, 7,8	249	13,3	249	13,3	-
15270	μ Cyg	21	44,1	+28	45	4,8, 6,1	304	1,9	307	1,8	713
15971	ζ Aqr	22	28,8	-00	01	4,3, 4,5	194	1,8	186	1,9	760
17140	σ Cas	23	59,0	+55	45	5,0, 7,2	326	3,1	326	3,1	-

Notas: Compilado por Robert W. Argyle, Royal Greenwich Observatory. La primera columna (ADS) es el número en *New General Catalogue of Double Stars* de R.G. Aitken (1932). El ángulo de posición y la separación se dan para cada estrella en dos épocas distintas; v = variable.

Apéndice 7A: Estrellas variables de período largo

Nombre	Tipo	Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	dec. °	'	Magnitud (variación)	Período (días)
T Cas	M	0	23,2	+55	48	[6,9-13,0]	445
o Cet	M	2	19,3	-2	59	[2,0-10,1]	332
R Tri	M	2	37,0	+34	16	[5,4-12,6]	166
R Hor	M	2	53,9	-49	53	[4,7-14,3]	404
X Cam	M	4	45,7	+75	06	[7,4-14,2]	144
R Pic	SR	4	46,2	-49	15	6,7-10,0	164
L^2 Pup	SR	7	13,5	-44	39	2,6-6,2	140
S CMi	M	7	32,7	+8	19	[6,6-13,2]	333
U Gem	UG	7	55,1	+22	00	8,2-14,9	103
R Car	M	9	32,2	-62	47	[3,9-10,5]	309
ZZ Car	C	9	45,2	-62	30	3,3-4,2	36
R Leo	M	9	47,6	+11	26	[4,4-11,3]	311
S Car	M	10	09,4	-61	33	[4,5-9.9]	150
R UMa	M	10	44,6	+68	47	[6,7-13,4]	302
T UMa	M	12	36,4	+59	29	[6,6-13,4]	257
S UMa	M	12	43,9	+61	06	[7,0-12,4]	226
T Cen	SR	13	41,8	-33	36	5,5-9,0	90
R CVn	M	13	49,0	+39	33	[6,5-12,9]	329
R Cen	M	14	16,6	-59	55	5,3-11,8	546
S Boo	M	14	22,9	+53	49	[7,8-13,8]	271
V Boo	SR	14	29,8	+38	52	7,0-12,0	258
R CrB	RCB	15	48,6	+28	09	5,7-14,8	†
R Ser	M	15	50,7	+15	08	[5,2-14,4]	356
U Her	M	16	25,8	+18	54	[6,5-13,4]	406
R Dra	M	16	32,7	+66	45	[6,7-13,0]	145
R Oph	M	17	07,8	-16	06	[7,0-13,8]	303
T Her	M	18	09,1	+31	01	[6,8-13,9]	165
R Sct	RV	18	47,5	-5	41	4,5-8,2	†
R Cyg	M	19	36,8	+50	12	[6,1-14,2]	426
R Vul	M	21	04,4	+23	49	[7,0-14,3]	136
T Cep	M	21	09,5	+68	29	[5,2-11,3]	388
SS Cyg	UG	21	42,7	+43	35	8,2-12,4	50
R Peg	M	23	06,6	+10	33	[6,9-13,8]	378
V Cas	M	23	11,7	+59	42	6,9-13,4	129

Notas: C = Cepheida variable; M = Mira variable; RCB = R Coronae Borealis variable; RV = RV Tauri variable; SR = variable semirregular; UG = U Geminorum variable. Los paréntesis indican una variación promedio de magnitud; † = irregular, sin período.

Sacado de *Sky Catalogue 2000,0*, vol. 2, por Alan Hirshfeld y Roger W. Sinnott, 1985

Apéndice 7B: Otras estrellas variables de período largo

Nombre	Tipo	Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	dec. °	'	Magnitud (variación)	Período (días)
U Gem	UG	7	55,1	+22	00	8,2-14,9	103
R CrB	RCB	15	48,6	+28	09	5,7-14,8	†
R Sct	RV	18	47,5	-5	42	4,5-8,2	†
SS Cyg	UG	21	42,7	+43	35	8,2-12,4	50

Notas: C = Cepheida variable; M = Mira variable; RCB = R Coronae Borealis variable; RV = RV Tauri variable; SR = variable semirregular; UG = U Geminorum variable. Los paréntesis indican una variación promedio de magnitud; † = irregular, sin período.

Sacado de *Sky Catalogue 2000,0*, vol. 2, por Alan Hirshfeld y Roger W. Sinnott, 1985

Apéndice 8: Estrellas variables de período corto

Nombre	Tipo	Posición (2000,0) a.r. *h*	*m*	dec. °	'	Magnitud (variación)	Período (días)
Algol (β Persei)	E	3	08,2	+40	57,0	2,1-3,4	2,9
λ Tauri	E	4	00,7	+12	29,4	3,4-3,9	3,95
RT Aurigae	C	6	28,6	+30	29,6	5,1-5,8	3,73
ζ Geminorum	C	7	04,1	+20	34,0	3,7-4,2	10,2
δ Librae	E	15	01,0	-8	31,1	4,9-5,9	2,32
u Herculis	E	17	17,3	+33	06,0	4,8-5,4	2,05
W Sagittarii	C	18	05,0	-29	34,8	4,3-5,1	7,59
β Lyrae	E	18	50,1	+33	22,0	3,3-4,3	12,9
RR Lyrae	RR	19	25,5	+42	47,0	7,0-8,1	0,6
η Aquilae	C	19	52,5	+1	00,3	3,5-4,5	7,18
δ Cephei	C	22	29,2	+58	25,0	3,5-4,4	5,4

Notas: C = Cepheida variable; E = binaria en eclipse; RR = RR Lyrae variable (cúmulo variable). Para hallar cartas de beta Lyrae y beta Persei (Algol) diríjase al final del capítulo 6.

Apéndice 9: Propiedades de los planetas

Propiedades intrínsecas y rotacionales de los planetas

Nombre	Radio ecuatorial *(km)*	÷ de la Tierra	Masa ÷ de la Tierra	Densidad media *(g/cm³)*	Grado de achata-miento	Gravedad superficial *(la de la Tierra = 1)*	Período sideral de rotación	Inclina-ción del ecuador con respecto a la órbita *(grados)*	Magnitud aparente en la oposición 1991-1992	Diámetro ecuatorial aparente *(seg de arco)*
Mercurio	2439	0,3324	0,0553	5,43	0,0553	0,378	$58{,}646^{d}$	0,0	2,3 a +5,6	4-12
Venus	6052	0,9489	0,1850	5,42	0	0,894	$243{,}01^{d}R$	177,3	-4,6 a -3,9	9-58
Tierra	6378,140	1	1	5,515	0,0034	1	$23^{h}56^{m}04{,}1^{s}$	23,45	-	-
Marte	3393,4	0,5326	0,1074	3,94	0,005	0,379	$24^{h}37^{m}22{,}662^{s}$	25,19	-1,4 a +1,8	3-25
Júpiter	71 398	11,194	317,89	1,33	0,064	2,54	$9^{h}50^{m}$ a $>9^{h}55^{m}$	3,12	-2,6 a -1,7	31-49
Saturno	60 000	9,41	95,17	0,70	0,108	1,07	$10^{h}39{,}9^{m}$	26,73	+0,1 a +0,7	15-19
Urano	26 071	4,1	14,56	1,30	0,03	0,8	$17^{h}14^{m}$	97,86	+5,6 a +5,8	3,4-3,9
Neptuno	24 764	3,9	17,15	1,64	0,017	1,2	$16^{h}3^{m}$	29,56	+7,9 a +8,0	2,1-2,3
Plutón	1150	0,2	0,002	2,03	?	0,01	$6^{h}9^{h}17^{m}$	120	+13,7 a +13,8	0,1

R = retrógrado; d = días; h = horas; m = minutos; s = segundos.

Propiedades orbitales de los planetas

Nombre	Semieje mayor (U.A.)	Semieje mayor (10^6 km)	Período sideral (años)	Período sideral (días)	Período sinódico (días)	Excentricidad de la órbita	Inclinación con respecto a la eclíptica
Mercurio	0,3871	57,9	0,24080	87,96	115,9	0,2056	7°00'26"
Venus	0,7233	108,2	0,61515	224,68	584,0	0,0068	3°23'40"
Tierra	1	149,6	1,00004	365,26		0,0167	0°00'14"
Marte	1,5237	227,9	1,8808	686,95	779,9	0,0934	1°51'09"
Júpiter	5,2028	778,3	11,862	4337	398,9	0,0483	1°18'29"
Saturno	9,5388	1427,0	29,456	10,760	378,1	0,0560	2°29'17"
Urano	19,1914	2871,0	84,07	30,700	368,7	0,0461	0°48'27"
Neptuno	30,0611	4497,1	164,81	60,200	367,5	0,0100	1°46'27"
Plutón	39,5294	5913,5	248,53	90,780	366,7	0,2484	17°09'03"

Apéndice 10: Satélites planetarios

Satélite	Semieje mayor de la órbita *(km)*	Período de revolución sideral *(d h m)*	Excentricidad orbital	Inclinación orbital (°)	Radio *(km)*	Magnitud visible
Satélite de la Tierra						
Luna	384 400	27 07 43	0,055	18-29	1738	-12,7
Satélites de Marte						
1 Phobos	9378	0 07 39	0,015	1,1	14 × 11 × 9	11,8
3 Deimos	23 459	1 06 18	0,0005	0,9-2,7	8 × 6 × 6	12,9
Satélites de Júpiter						
XV Adrastea	127 000	0 07 04			13 × 10 × 8	19,1
XVI Metis	129 000	0 07 06			20	17,5
V Amalthea	180 000	0 11 57	0,003	0,4	135 × 83 × 75	14,1
XIV Thebe	222 000	0 16 11	0,015	0,8	55 × 45	15,6
I Io	422 000	1 18 28	0,004	0,0	1815	5,0
II Europa	671 000	3 13 14	0,009	0,5	1569	5,3
III Ganymede	1 070 000	7 03 43	0,002	0,2	2631	4,6
IV Callisto	1 883 000	16 16 32	0,007	0,5	2400	5,6
XIII Leda	11 094 000	240	0,148	26,1	8	20
VI Himalia	11 480 000	251	0,158	27,6	90	14,7
X Lysithea	11 720 000	260	0,107	29,0	20	14,8
VII Elara	11 740 000	260	0,207	24,8	40	14,8
XII Ananke	21 200 000	671R	0,169	147	15	18,9
XI Carme	22 600 000	692R	0,207	164	20	18,0

Apéndice 10: Satélites planetarios (continuación)

Satélite	Semieje mayor de la órbita *(km)*	Período de revolución sideral *(d h m)*	Excentricidad orbital	Inclinación orbital (°)	Radio *(km)*	Magnitud visible
VIII Pasiphae	23 500 000	735R	0,378	145	20	17,0
IX Sinope	23 700 000	758R	0,275	153	20	18,3
–						20
Satélites de Saturno						
18 Pan	133 583	13 48			10	
15 Atlas	137 670	14 27	0,000	0,3	20 × 10	17
16 Prometheus	139 353	14 43	0,003	0,0	70 × 50 × 40	16
17 Pandora	141 700	15 05	0,004	0,0	55 × 45 × 35	16
11 Epimetheus	151 400	16 40	0,009	0,3	70 × 60 × 50	14
10 Janus	151 500	16 40	0,007	0,1	110 × 100 × 80	15
1 Mimas	185 500	22 37	0,020	1,5	195	12,9
2 Enceladus	238 000	1 08 32	0,005	0,0	250	11,7
3 Tethys	294 700	1 22 15	0,000	1,9	530	10,2
13 Telesto	294 700	1 22 15			17 × 14 x 13	19
14 Calypso	294 700	1 22 15			17 × 11 × 11	19
4 Dione	377 400	2 17 36	0,002	0,0	560	10,4
12 Helene	377 400	2 17 45	0,005	0,0	18 × 16 × 15	19
5 Rhea	527 000	4 12 16	0,001	0,4	765	9,7
6 Titan	1 221 800	15 21 51	0,029	0,3	2575	8,3
7 Hyperion	1 481 000	21 06 45	0,104	0,4	205 × 130 × 110	14,2

Apéndice 10: Satélites planetarios (continuación)

Satélite	Semieje mayor de la órbita *(km)*	Período de revolución sideral *(d h m)*	Excentricidad orbital	Inclinación orbital (°)	Radio *(km)*	Magnitud visible
8 Iapetus	3 561 300	79 03 43	0,028	14,7	730	11,1
9 Phoebe	12 952 000	549 03 33	0,163	177	110	16,5
Satélites de Urano						
6 Cordelia	49 771	08 02	< 0,001	0,3	13	24,1
7 Ophelia	53 796	09 02	0,01	< 0,5	15	23,8
8 Bianca	59 173	10 25	< 0,001	0,2	21	23,0
9 Cressida	61 777	11 07	< 0,0001	0,2	31	22,2
10 Desdemona	62 676	11 22	< 0,0001	0,2	27	22,5
11 Juliet	64 352	11 50	0,001	< 0,2	42	21,5
12 Portia	66 085	12 19	< 0,001	< 0,2	54	21,0
13 Rosalind	69 942	11 54	< 0,0005	0,4	27	22,5
14 Belinda	75 258	14 57	< 0,003	0,1	33	22,1
15 Puck	86 000	18 17	< 0,0003	0,3	77	20,2
5 Miranda	129 783	1 09 56	0,003	3,4	240	16,3
1 Ariel	191 239	2 12 29	0,003	4,2	579	14,2
2 Umbriel	265 969	4 03 27	0,005	0,4	586	14,8
3 Titania	435 844	8 16 56	0,002	0,1	790	13,7
4 Oberon	582 596	13 11 07	0,001	0,1	762	14,0
Satélites de Neptuno						
N6 Naiad	48 230	07 04	< 0,001	4,74	~25	24,7

Apéndice 10: Satélites planetarios (continuación)

Satélite	Semieje mayor de la órbita *(km)*	Período de revolución sideral *(d h m)*	Excentricidad orbital	Inclinación orbital (°)	Radio *(km)*	Magnitud visible
N5 Thalassa	50 070	7 29	<0,001	0,21	~40	23,8
N3 Despina	52 530	8 02	<0,001	0,07	~75	22,6
N4 Galatea	61 950	10 17	<0,001	0,05	~80	22,3
N2 Larissa	73 550	13 19	<0,0014	0,20	104 × 89	22,0
N1 Proteus	117 640	1 02 56	<0,001	0,55	218 × 208 × 201	20,3
I Triton	354 800	5 21 03R	0,03	160,0	1350	13,5
II Nereid	5 513 400	360 5	0,76	27,4	170	18,7
Anillos y arcos de anillo de Neptuno						
Galle	41 900					
Leverrier	53 200					
Adams	62 900					
Liberté	62 900					
Egalité	62 900					
Fraternité	62 900					
Satélites de Plutón						
I Charon	19 000	6 9 17	0?	94	590	17

Notas: R = retrógrado; las magnitudes visibles se dan para una distancia de oposición media.

Apéndice 11: Longitudes planetarias

Año	Fecha	Día juliano 2440000+	Sol	Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
1993	2 ene.	8990	282	270	328	109	193	316
1993	12 ene.	9000	292	285	338	105	194	317
1993	22 ene.	9010	303	302	350	101	195	318
1993	1 feb.	9020	313	319	359	99	144	319
1993	11 feb.	9030	323	337	8	98	194	321
1993	21 feb.	9040	333	351	15	98	194	322
1993	3 mar.	9050	343	354	19	100	193	323
1993	13 mar.	9060	353	345	21	102	192	324
1993	23 mar.	9070	3	340	17	106	191	325
1993	2 abr.	9080	13	345	11	109	189	326
1993	12 abr.	9090	22	356	5	113	188	327
1993	22 abr.	9100	32	10	2	118	187	328
1993	2 may.	9110	42	27	5	123	186	329
1993	12 may.	9120	52	47	9	127	185	329
1993	22 may.	9130	61	69	16	132	184	330
1993	1 jun.	9140	71	89	25	138	185	330
1993	11 jun.	9150	80	104	34	143	185	330
1993	21 jun.	9160	90	115	44	149	185	330
1993	1 jul.	9170	99	118	54	155	186	330
1993	11 jul.	9180	109	115	65	161	187	330
1993	21 jul.	9190	118	109	76	166	188	329
1993	31 jul.	9200	128	109	87	173	190	328
1993	10 ago.	9210	138	120	99	179	191	327
1993	20 ago.	9220	147	138	111	185	192	326
1993	30 ago.	9230	157	158	123	192	194	324
1993	9 sep.	9240	167	176	135	193	196	325
1993	19 sep.	9250	176	193	147	205	198	324
1993	29 sep.	9260	186	208	159	211	201	323
1993	9 oct.	9270	196	221	171	218	203	323
1993	19 oct.	9280	206	230	184	225	205	323
1993	29 oct.	9290	216	232	196	232	207	323
1993	8 nov.	9300	226	221	209	239	210	323
1993	18 nov.	9310	236	217	222	246	212	324
1993	28 nov.	9320	246	272	234	254	213	324
1993	8 dic.	9330	256	242	247	261	215	325
1993	18 dic.	9340	267	257	259	269	217	326
1993	28 dic.	9350	277	273	272	276	219	326
1994	7 ene.	9360	287	289	285	284	220	327
1994	17 ene.	9370	297	306	297	292	222	328
1994	27 ene.	9380	307	323	309	299	223	325
1994	6 feb.	9390	317	336	322	307	224	330
1994	16 feb.	9400	327	336	324	315	224	331
1994	26 feb.	9410	338	326	347	323	225	333
1994	8 mar.	9420	348	323	0	330	224	334
1994	18 mar.	9430	358	330	12	338	224	335
1994	28 mar.	9440	7	341	25	346	223	334
1994	7 abr.	9450	17	356	37	354	223	337
1994	17 abr.	9460	27	13	50	2	222	338

Apéndice 11: Longitudes planetarias (continuación)

Año	Fecha	Día juliano 2440000+	Sol	Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
1994	27 abr.	9470	37	33	62	10	220	339
1994	7 may.	9480	44	55	74	17	219	340
1994	17 may.	9490	56	75	86	25	218	341
1994	27 may.	9500	66	89	98	32	217	341
1994	6 jun.	9510	75	97	110	40	216	342
1994	16 jun.	9520	85	97	122	47	215	342
1994	26 jun.	9530	94	91	134	55	214	342
1994	6 jul.	9540	104	89	145	62	214	342
1994	16 jul.	9550	113	93	156	69	215	342
1994	26 jul.	9560	123	105	167	76	215	342
1994	5 ago.	9570	133	124	178	82	216	341
1994	15 ago.	9580	142	145	188	89	217	340
1994	25 ago.	9590	152	164	198	96	219	339
1994	4 sep.	9600	161	180	207	102	220	333
1994	14 sep.	9610	171	195	216	108	222	337
1994	24 sep.	9620	181	207	223	114	223	336
1994	4 oct.	9630	191	215	227	120	225	336
1994	14 oct.	9640	201	215	229	125	227	335
1994	24 oct.	9650	211	204	226	130	229	335
1994	3 nov.	9660	221	202	221	135	231	335
1994	13 nov.	9670	231	213	216	140	234	335
1994	23 nov.	9680	241	229	213	144	236	335
1994	3 dic.	9690	251	245	215	147	238	336
1994	13 dic.	9700	261	261	220	150	241	336
1994	23 dic.	9710	271	276	227	152	243	337
1995	2 ene.	9720	282	293	235	153	245	338
1995	12 ene.	9730	292	309	245	151	247	339
1995	22 ene.	9740	302	320	255	149	248	340
1995	1 feb.	9750	312	319	266	147	250	340
1995	11 feb.	9760	322	307	277	142	252	342
1995	21 feb.	9770	332	307	289	138	253	343
1995	3 mar.	9780	342	315	300	136	254	344
1995	13 mar.	9790	352	328	312	134	255	345
1995	23 mar.	9800	2	342	324	132	255	347
1995	2 abr.	9810	12	0	336	133	256	348
1995	12 abr.	9820	22	19	348	135	255	350
1995	22 abr.	9830	32	41	0	138	255	350
1995	2 may.	9840	41	60	12	141	254	351
1995	12 may.	9850	51	73	24	144	253	351
1995	22 may.	9860	61	78	36	149	252	352
1995	1 jun.	9870	70	76	48	154	251	353
1995	11 jun.	9880	80	70	60	158	249	353
1995	21 jun.	9890	89	70	73	163	248	354
1995	1 jul.	9900	99	77	85	169	247	354
1995	11 jul.	9910	108	91	97	174	246	354
1995	21 jul.	9920	118	110	110	180	245	354

Apéndice 11: Longitudes planetarias (continuación)

Año	Fecha	Día juliano 2440000+	Sol	Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
1995	31 jul.	9930	128	131	122	186	245	354
1995	10 ago.	9940	137	151	134	192	245	354
1995	20 ago.	9950	147	168	147	198	246	353
1995	30 ago.	9960	156	182	159	205	247	352
1995	9 sep.	9970	166	193	172	211	247	351
1995	19 sep.	9980	176	200	184	218	249	350
1995	29 sep.	9990	186	198	196	225	250	349
1995	9 oct.	10000	196	187	209	232	252	348
1995	19 oct.	10010	205	187	221	239	253	348
1995	29 oct.	10020	215	200	234	246	255	347
1995	8 nov.	10030	226	216	246	253	257	347
1995	18 nov.	10040	236	233	259	261	259	347
1995	28 nov.	10050	246	249	271	268	261	347
1995	8 dic.	10060	256	264	284	276	264	348
1995	18 dic.	10070	266	280	296	284	266	348
1995	28 dic.	10080	276	295	308	291	269	349
1996	7 ene.	10090	284	305	320	299	271	349
1996	17 ene.	10100	297	301	333	307	273	350
1996	27 ene.	10110	307	290	345	315	275	351
1996	6 feb.	10120	317	292	357	323	277	352
1996	16 feb.	10130	327	301	9	331	279	353
1996	26 feb.	10140	337	314	20	339	281	354
1996	7 mar.	10150	347	329	32	346	283	356
1996	17 mar.	10160	357	347	43	354	284	357
1996	27 mar.	10170	7	6	53	2	286	358
1996	6 abr.	0180	17	27	63	10	287	0
1996	16 abr.	0190	27	45	72	18	287	1
1996	26 abr.	0200	36	57	80	25	288	2
1996	6 may.	0210	46	58	85	33	288	3
1996	16 may.	0220	56	53	88	40	288	4
1996	26 may.	0230	65	49	87	47	288	4
1996	5 jun.	0240	75	51	82	55	287	5
1996	15 jun.	0250	84	61	76	62	286	6
1996	25 jun.	0260	94	76	71	69	285	6
1996	5 jul.	0270	103	96	70	76	283	7
1996	15 jul.	0280	113	118	73	83	282	7
1996	25 jul.	0290	122	137	79	90	280	7
1996	4 ago.	0300	132	154	87	96	279	7
1996	14 ago.	0310	142	168	95	103	278	7
1996	24 ago.	0320	151	179	105	110	278	6
1996	3 sep.	0330	161	184	115	116	278	5
1996	13 sep.	0340	171	179	126	123	278	5
1996	23 sep.	0350	181	170	137	129	278	4
1996	3 oct.	0360	190	172	149	135	279	3
1996	13 oct.	0370	200	186	160	140	280	2
1996	23 oct.	0380	210	203	172	146	281	1

Apéndice 11: Longitudes planetarias (continuación)

Año	Fecha	Día juliano 2440000+	Sol	Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno
1996	2 nov.	0390	220	220	184	152	282	0
1996	12 nov.	0400	230	236	196	157	284	0
1996	22 nov.	0410	240	252	209	162	286	0
1996	2 dic.	0420	251	267	221	166	288	0
1996	12 dic.	0430	261	281	233	171	290	0
1996	22 dic.	0440	271	290	246	175	292	0
1997	1 ene.	0450	281	283	259	179	295	1
1997	11 ene.	0460	291	273	271	182	297	2
1997	21 ene.	0470	302	277	284	185	300	2
1997	31 ene.	0480	312	288	296	186	307	3
1997	10 feb.	0490	322	301	309	184	305	4
1997	20 feb.	0500	332	317	322	184	307	5
1997	2 mar.	0510	342	334	334	182	309	6
1997	12 mar.	0520	352	352	346	179	312	7
1997	22 mar.	0530	2	13	359	174	313	9
1997	1 abr.	0540	12	30	11	171	315	10
1997	11 abr.	0550	21	40	24	168	317	11
1997	21 abr.	0560	31	38	36	167	319	13
1997	1 may.	0570	41	31	48	166	320	14
1997	11 may.	0580	51	29	61	167	321	15
1997	21 may.	0590	60	34	73	170	322	16
1997	31 may.	0600	70	46	86	173	322	17
1997	10 jun.	0610	79	62	98	177	322	18
1997	20 jun.	0620	89	82	110	181	323	19
1997	30 jun.	0630	98	104	123	186	322	19
1997	10 jul.	0640	108	124	135	191	321	20
1997	20 jul.	0650	118	141	147	196	320	20
1997	30 jul.	0660	127	154	159	202	319	20
1997	9 ago.	0670	137	163	171	207	317	20
1997	19 ago.	0680	146	166	183	213	316	20
1997	29 ago.	0690	156	160	194	220	315	20
1997	8 sep.	0700	166	153	206	226	313	19
1997	18 sep.	0710	175	157	218	233	312	18
1997	28 sep.	0720	185	173	229	240	312	17
1997	8 oct.	0730	195	191	240	247	312	16
1997	18 oct.	0740	205	208	251	254	312	15
1997	28 oct.	0750	215	224	262	261	313	14
1997	7 nov.	0760	225	240	272	269	313	14
1997	17 nov.	0770	235	254	282	276	314	13
1997	27 nov.	0780	245	267	290	284	316	13
1997	7 dic.	0790	255	274	298	292	317	13
1997	17 dic.	0800	266	266	303	300	319	13
1997	27 dic.	0810	276	257	305	307	321	13
1998	6 ene.	0820	286	263	303	315	323	13
1998	16 ene.	0830	296	275	298	323	325	14
1998	26 ene.	0840	306	289	292	331	328	15

Apéndice 12: Tiempo sideral local correspondiente al tiempo estándar local de 00:00 (calculado para el año 1993)

Fecha	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1	6:42	8:45	10:35	12:37	14:35	16:38	18:39	20:38	22:40	0:39	2:41	4:39
2	6:46	8:49	10:39	12:41	14:39	16:42	18:40	20:42	22:44	0:43	2:45	4:43
3	6:50	8:52	10:43	12:45	14:43	16:46	18:44	20:46	22:48	0:47	2:49	4:47
4	6:54	8:56	10:47	12:49	14:47	16:50	18:48	20:50	22:52	0:51	2:53	4:51
5	6:58	9:00	10:51	12:53	14:51	16:53	18:52	20:54	22:56	0:54	2:57	4:55
6	7:02	9:04	10:55	12:57	14:55	16:57	18:56	20:58	23:00	0:58	3:01	4:59
7	7:06	9:08	10:59	13:01	14:59	17:01	19:00	21:02	23:04	1:02	3:05	5:03
8	7:10	9:12	11:03	13:05	15:03	17:05	19:04	21:06	23:08	1:06	3:09	5:07
9	7:14	9:16	11:07	13:09	15:07	17:09	19:08	21:10	23:12	1:10	3:12	5:11
10	7:18	9:20	11:10	13:13	15:11	17:13	19:11	21:14	23:16	1:14	3:16	5:15
11	7:22	9:24	11:14	13:17	15:15	17:17	19:15	21:18	23:20	1:18	3:20	5:19
12	7:26	9:28	11:18	13:21	15:19	17:21	19:19	21:22	23:24	1:22	3:24	5:23
13	7:30	9:32	11:22	13:25	15:23	17:25	19:23	21:26	23:28	1:26	3:28	5:27
14	7:34	9:36	11:26	13:28	15:27	17:29	19:27	21:29	23:32	1:30	3:32	5:30
15	7:38	9:40	11:30	13:32	15:31	17:33	19:31	21:33	23:36	1:34	3:36	5:34
16	7:42	9:44	11:34	13:36	15:35	17:37	19:35	21:37	23:40	1:38	3:40	5:38
17	7:45	9:48	11:38	13:40	15:39	17:41	19:39	21:41	23:43	1:42	3:44	5:42
18	7:49	9:52	11:42	13:44	15:43	17:45	19:43	21:45	23:47	1:46	3:48	5:46
19	7:53	9:56	11:46	13:48	15:46	17:49	19:47	21:49	23:51	1:50	3:52	5:50
20	7:57	9:59	11:50	13:52	15:50	17:53	19:51	21:53	23:55	1:54	3:56	5:54

Apéndice 12: Tiempo sideral local correspondiente al tiempo estándar local de 00:00 (calculado para el año 1993) (continuación)

Fecha	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
21	8:01	10:03	11:54	13:56	15:54	17:57	19:55	21:57	23:59	1:58	4:00	5:58
22	8:05	10:07	11:58	14:00	15:58	18:00	19:59	22:01	0:03	2:01	4:04	6:02
23	8:09	10:11	12:02	14:04	16:02	18:04	20:03	22:05	0:07	2:05	4:08	6:06
24	8:13	10:15	12:06	14:08	16:06	18:08	20:07	22:09	0:11	2:09	4:12	6:10
25	8:17	10:19	12:10	14:12	16:10	18:12	20:11	22:13	0:15	2:13	4:16	6:14
26	8:21	10:23	12:14	14:16	16:14	18:16	20:15	22:17	0:19	2:17	4:19	6:18
27	8:25	10:27	12:17	14:20	16:18	18:20	20:18	22:21	0:23	2:21	4:23	6:22
28	8:29	10:31	12:21	14:24	16:22	18:24	20:22	22:25	0:27	2:25	4:27	6:26
29	8:33		12:25	14:28	16:26	18:28	20:26	22:29	0:31	2:29	4:31	6:30
30	8:37		12:29	14:32	16:30	18:32	20:30	22:33	0:35	2:33	4:35	6:34
31	8:41		12:33		16:34		20:34	22:36		2:37		6:37

Comparación con el tiempo sideral para las fechas de 1993:

Del 29 de febrero de 1992, hasta el 31 de diciembre de 1992, añadir 1 minuto.
Del 1 de enero de 1994, hasta el 31 de diciembre de 1994, restar 1 minuto.
Del 1 de enero de 1995, hasta el 31 de diciembre de 1995, restar 2 minutos.
Del 1 de enero de 1996, hasta el 28 de febrero de 1996, restar 3 minutos.
Del 29 de febrero de 1996, hasta el 31 de diciembre de 1996, añadir 1 minuto.
1997: igual que en 1993; véase la tabla.
1998: igual que en 1994.

Apéndice 13: Regiones cubiertas por las cartas del firmamento

Cada carta cubre aproximadamente una zona incluida entre las coordenadas dadas más abajo. La columna de la ascensión recta del centro puede ser utilizada tanto con la columna de su derecha como con la de su izquierda de declinación.

Constelación para zona de declinación +	Cartas del firmamento para declinación +50° a +90°	Ascensión recta	Cartas del firmamento para declinación –50° a –90°
Cas, Cep	1	22 ½^h-1 ½^h	45
Cam, Cas, Cep, Per	2	1 ½^h-4 ½^h	46
Cam, Lyn	3	4 ½^h-7 ½^h	47
Cam, Dra, UMa	4	7 ½^h-10 ½^h	48
Dra, UMa, UMi	5	10 ½^h-13 ½^h	49
Dra, UMa, UMi	6	13 ½^h-16 ½^h	50
Dra, UMi	7	16 ½^h-19 ½^h	51
Cep, Cyg, Dra, Lac	8	19 ½^h-22 ½^h	52
	para declinación +20° a +50°		**para declinación –20° a –50°**
And, Psc, Tri	9	0^h-2^h	33
And, Air, Per, Tau, Tri	10	2^h-4^h	34
Aur, Per, Tau	11	4^h-6^h	35
Aur, Gem, Lyn, Tau	12	6^h-8^h	36
Can, LMi, Lyn, UMa	13	8^h-10^h	37
Leo, LMi, UMa	14	10^h-12^h	38
Com, CVn	15	12^h-14^h	39
Boo, CrB	16	14^h-16^h	40
Her	17	16^h-18^h	41
Cyg, Lyr, Vul	18	18^h-20^h	42
Cyg, Vul	19	20^h-22^h	43
And, Lac, Peg	20	22^h-24^h	44
			para declinación –20° a +20°
Aqr, Cet, Peg, Psc		23^h-1^h	21
Ari, Cet, Psc		1^h-3^h	22
Eri, Tau		3^h-5^h	23
CMa, Lep, Mon, Ori		5^h-7^h	24
CMi, Cnc, Hya, Mon, Pup		7^h-9^h	25
Leo, Hya, Sex		9^h-11^h	26
Com, Crt, Crv, Leo, Vir		11^h-13^h	27
Boo, Lib, Vir		13^h-15^h	28
Her, Lib, Oph, Sco, Ser		15^h-17^h	29
Her, Oph, Sct, Ser, Sgr		17^h-19^h	30
Aql, Cap, Del, Sge, Sgr		19^h-21^h	31
Aqr, Cap, Equ, Peg		21^h-23^h	32

Nota: Las abreviaturas de las constelaciones se encuentran en el apéndice 1. Las cartas del firmamento en las que se encuentra cada constelación también se hallan indicadas en el capítulo 4.

Apéndice 14: Días del año

Fecha	Día (año normal)	Día (año bisiesto)
Enero 1	1	1
Enero 10	10	10
Enero 20	20	20
Febrero 1	32	32
Febrero 10	41	41
Febrero 20	51	51
Marzo 1	60	61
Marzo 10	79	70
Marzo 20	79	80
Abril 1	91	92
Abril 10	100	101
Abril 20	110	111
Mayo 1	121	122
Mayo 10	130	131
Mayo 20	140	141
Junio 1	152	153
Junio 10	161	162
Junio 20	171	172
Julio 1	182	183
Julio 10	191	192
Julio 20	201	202
Agosto 1	213	214
Agosto 10	222	223
Agosto 20	232	233
Septiembre 1	244	245
Septiembre 10	253	254
Septiembre 20	263	264
Octubre 1	274	275
Octubre 10	283	284
Octubre 20	293	294
Noviembre 1	305	306
Noviembre 10	314	315
Noviembre 20	324	325
Diciembre 1	335	336
Diciembre 10	344	345
Diciembre 20	354	355
Diciembre 31	365	366

Nota: 1996 y 2000 son años bisiestos.

GLOSARIO

Aberración de la luz estelar: El corrimiento de poca monta aparente de las estrellas resultante del movimiento de la Tierra a través del espacio.

Achatada: Forma no esférica producida por la rotación de una elipse alrededor de su eje más estrecho; el diámetro ecuatorial de un cuerpo achatado (como Júpiter) es mayor que su diámetro polar.

Afelio: El punto más alejado con respecto al Sol de un objeto que describe órbitas alrededor de él.

Agujero negro: Una región del espacio en la cual la masa está empaquetada con una densidad tal que (según la teoría general de la relatividad de Einstein) nada puede escapar, ni siquiera la luz.

Altitud: Distancia angular (de ordinario medida en grados) sobre el horizonte.

Analema: La figura en forma de 8 que representa la ecuación del tiempo y la variación de la altitud del Sol en el firmamento durante el curso de un año.

Ángstrom: Unidad de longitud de onda o distancia, equivalente a $^{1}/_{10\,000}$ micrómetros o $^{1}/_{10\,000\,000\,000}$ metros.

Ángulo de posición: Ángulo, centrado en la componente más brillante de una estrella doble, que un observador sigue en sentido contrario al de las agujas del reloj desde el norte hasta la componente más débil.

Ángulo horario: Tiempo sideral transcurrido desde que un objeto estaba en el meridiano o, si es negativo, antes de que el objeto alcanzara el meridiano. (El ángulo horario es igual a la diferencia entre la ascensión recta de un objeto y el meridiano del observador.)

Anillo de Crepe: Anillo interno de Saturno, denominado también anillo C, que se extiende hacia dentro desde el anillo más brillante (el anillo B).

Año-luz: La distancia que la luz recorre en un año, que es igual a 9 460 000 000 000 km o 63240 U.A. (unidades astronómicas).

Ascensión recta: Ángulo de un objeto alrededor del ecuador celeste, medido en horas, minutos y segundos hacia el este desde el equinoccio vernal.

Asterismo: Conjunto de estrellas que forma parte de una o más constelaciones; pero no se trata de la constelación en sí misma.

Asteroide: Un planeta menor, con tamaño inferior al de cualquier planeta principal de nuestro sistema solar; pero nunca se trata de uno de los satélites de un planeta principal como la Tierra o Júpiter.

Bandas de sombra: Bandas claras y oscuras que parecen recorrer el suelo durante los minutos que vienen antes y después de la totalidad en un eclipse solar; causadas por irregularidades en la parte superior de la atmósfera.

Bola de fuego: Meteoro extremadamente brillante, de ordinario con una magnitud aparente que denota un brillo superior al indicado por —5; algunas bolas de fuego llegan a alcanzar un brillo de la magnitud —20.

Brillo intrínseco: Cantidad de energía (de ordinario luz) desprendida por un objeto, su brillo verdadero, independiente de la distancia o del oscurecimiento causado por el material intermedio.

Brillo superficial: El brillo de la unidad de área de la superficie de un objeto. Para los objetos extendidos como las nebulosas, el brillo superficial determina la cantidad de contraste presentado por el objeto con respecto al firmamento de fondo y si la superficie del objeto posee el brillo suficiente como para formar una imagen en la retina del observador. Aun cuando el brillo total del objeto pueda ser alto, todavía puede ser difícil de percibir si su extensión es tal que el brillo superficial sea bajo.

Catálogo de Messier: Lista de 103 objetos no estelares del espacio interestelar compilada por Charles Messier en la década iniciada por 1770 y después expansionada hasta 109 o 110 objetos.

Cenit: Punto situado directamente sobre la cabeza del observador, 90° sobre el horizonte.

Cinturones: Bandas oscuras en las nubes de planetas gigantes como Júpiter; deben compararse con las **zonas.**

Círculo horario: Línea a lo largo de la cual la ascensión recta es constante, situada en un gran círculo que pasa a través de los polos celestes y el objeto.

Circumpolar: Dícese de una estrella, un asterismo o una constelación que está situada suficientemente cerca del polo celeste, desde la latitud en la que se encuentra el observador, que nunca parece ponerse.

Cometa: Un cuerpo —probablemente parecido a una "bola de nieve sucia", con un diámetro de 0,1 a 100 km— que viaja a través del sistema solar en una órbita elíptica de inclinación aleatoria con respecto a la eclíptica. Un cometa desarrolla una cola si se acerca suficientemente al Sol.

Conjunción: Alineación de dos cuerpos celestes que se produce cuando alcanzan la misma longitud celeste. Entonces los cuerpos parecen estar más próximos entre sí en el firmamento. Véanse asimismo **conjunción inferior** y **conjunción superior**.

Conjunción inferior: Conjunción en la cual un planeta cuya órbita está dentro de la de la Tierra pasa entre la Tierra y el Sol.

Conjunción superior: Conjunción en la cual un planeta cuya órbita está dentro de la órbita de la Tierra pasa por el lado alejado del Sol con respecto a la Tierra.

Constelación: Una de las 88 partes en las que ha sido dividido el firmamento; dícese también de las figuras históricas, mitológicas, etc., que representaron divisiones anteriores del firmamento.

Contactos: Las fases de un eclipse, una ocultación o un tránsito cuando los márgenes de los discos aparentes de los cuerpos astronómicos parecen "tocarse". En un eclipse solar, el primer contacto es cuando el margen que avanza del Sol toca por vez primera la Luna; el segundo contacto es cuando el margen anterior del Sol toca al otro lado de la Luna, con lo cual empieza la totalidad; el tercer contacto es cuando el margen posterior del Sol toca al margen posterior de la Luna, con lo que termina la totalidad; y el cuarto contacto marca el final de un eclipse.

Corona: La capa mas externa del Sol y de muchas otras estrellas; se trata de un halo pálido de gas extremadamente caliente (millones de grados).

Creciente: Dícese de una de las fases de la Luna o de los planetas internos (Venus y Mercurio) vistos desde la Tierra, causadas por los ángulos relativos de la luz solar y del punto de visión del observador. Desde una nave espacial también han sido observadas fases crecientes de la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno.

Cromosfera: Capa del Sol y de muchas otras estrellas situada inmediatamente por encima de la fotosfera. Durante los eclipses, la cromosfera solar presenta un brillo rojizo causado por la emisión de hidrógeno.

Cuentas de Baily: Una cadena de varias cuentas brillantes de luz blanca, visibles antes o después de la totalidad en un eclipse solar. El efecto se produce cuando fragmentos de fotosfera brillan a través de valles situados en el margen lunar. Véase también **efecto del anillo de diamantes**.

Cúmulo abierto: Agrupación irregular de estrellas que poseen un origen común y posiblemente reciente. Se denomina también **cúmulo galáctico**.

Cúmulo galáctico: Véase **cúmulo abierto**.

Cúmulo globular: Agrupación esférica de estrellas poseedoras de un origen común; los cúmulos globulares y sus estrellas son muy viejos.

Declinación: Coordenada celeste análoga a la latitud, que de ordinario se mide en grados, minutos y segundos de arco, al norte (+) y al sur (—) del ecuador celeste.

Designaciones de Bayer: Letras griegas asignadas a las estrellas de una constelación, de ordinario siguiendo un orden en cuanto a brillo, por Johann Bayer en su atlas del firmamento (1603).

Día juliano: El número de días transcurridos desde el mediodía del 1 de enero del año 4713 antes de Cristo. Los observadores de estrellas variables y otros astrónomos, de ordinario calculan el intervalo entre fechas sustrayendo días julianos, lo cual elimina la necesidad de tener en cuenta los años bisiestos y otros detalles del calendario.

División de Cassini: La principal división de los anillos de Saturno, que separa el anillo A del anillo B.

División de Encke: División delgada perteneciente al anillo A de Saturno.

Eclipse anular: Eclipse solar en el cual permanece visible un anillo —un ánulo— de fotosfera solar.

Eclipse lunar: Paso de la Luna por la sombra de la Tierra.

Eclipse solar: Paso de la sombra de la Luna a través de la Tierra. Deben verse asimismo los términos siguientes: **eclipse anular, contactos, penumbra, umbra**.

Eclíptica: El sendero aparente seguido por el Sol a través del firmamento durante el año; el mismo sendero también es seguido aproximadamente por la Luna y los planetas.

Ecuación del tiempo: Variación del tiempo solar aparente local menos el tiempo solar medio local a lo largo del año.

Ecuador celeste: Gran círculo imaginario situado por encima del ecuador de la Tierra sobre la esfera celeste.

Ecuador galáctico, polos galácticos: El ecuador y los polos en un sistema de coordenadas en el cual el ecuador está situado a lo largo del plano de nuestra galaxia, la Galaxia de la Vía Láctea.

Efecto del anillo de diamantes: Efecto creado cuando la fase total de un eclipse solar está a punto de empezar, en el momento en que la última cuenta de Baily —un fragmento restante de la fotosfera— brilla tan intensamente en comparación con la corona pálida del Sol que se parece a la piedra preciosa de un anillo. El término también se aplica a la fase equivalente que tiene lugar al final de la totalidad.

Elongación: Distancia angular en longitud celeste con respecto al Sol en el firmamento.

Equinoccio: Una de las dos intersecciones de la eclíptica y el ecuador celeste: véanse los términos **equinoccio otoñal, equinoccio vernal**.

Equinoccio otoñal: Intersección de la eclíptica y el ecuador celeste que el Sol cruza cada año en su camino hacia declinaciones meridionales (negativas).

Equinoccio vernal: Intersección de la eclíptica y el ecuador celeste que el Sol cruza en su camino hacia declinaciones septentrionales (positivas).

Esfera celeste: Esfera imaginaria que rodea a la Tierra, estando unidas a ella las estrellas y otros objetos astronómicos.

Espectro: Radiación procedente de un objeto, escindida en sus colores componentes, longitudes de onda o frecuencias.

Estrella binaria: Una estrella doble; un sistema que contiene dos o más estrellas. En una *binaria eclipsada*, una estrella se sitúa detrás de la otra periódicamente, con lo que cambia la cantidad de luz que vemos.

Estrella de la secuencia principal: Estrella en el punto álgido de su vida, cuando el hidrógeno contenido dentro de ella está experimentando su fusión nuclear; estas estrellas forman una banda —la secuencia principal— en un gráfico de temperaturas estelares frente a brillos estelares.

Estrella de neutrones: Una estrella pequeña (con un diámetro de 20 km), densa (un billón de toneladas por centímetro cúbico), resultante del colapso de una estrella moribunda hasta el punto de

que sólo gracias a la resistencia que los neutrones ofrecen a ser comprimidos con más fuerza, no es posible que se produzca un colapso ulterior.

Estrella doble: Sistema que contiene dos o más estrellas. En una doble verdadera, las estrellas están físicamente próximas; en una *doble óptica*, están situadas en aproximadamente la misma dirección con respecto a la Tierra y por consiguiente aparecen próximas, pero en realidad están muy alejadas. Ver también **estrella binaria**.

Estrella variable: Estrella cuyo brillo aparente cambia a lo largo del tiempo.

Fenómenos lunares transitorios: Cambios, con emisión de gas, observados en la Luna.

Filamento: Región oscura que serpentea a través del Sol; prominencia vista en proyección sobre el disco solar.

Fotosfera: Superficie visible del Sol o de otra estrella.

Fulguraciones solares: Erupciones explosivas sobre el Sol que alcanzan temperaturas de millones de grados. Debe tenerse en cuenta que una fulguración no es una prominencia.

Galáctico: Perteneciente a nuestra galaxia, la Galaxia de la Vía Láctea.

Galaxia: Conjunto gigante de estrellas, gas y polvo. Nuestra galaxia, la Galaxia de la Vía Láctea, contiene un trillón de veces la masa de nuestro Sol.

Gallardetes: Estructuras de gran tamaño de la corona del Sol, que de ordinario están cerca del ecuador solar, a las que da forma el campo magnético del Sol.

Gigante: Una estrella más brillante y de mayor tamaño que la mayoría de las estrellas de su color y temperatura. Las estrellas se convierten en gigantes (de ordinario **gigantes rojas**) cuando agotan todo el hidrógeno contenido de su núcleo y dejan atrás la parte de la "secuencia principal" de su ciclo de vida. Véase también el término **supergigante**.

Gigante roja: Una estrella hinchada; fase que se produce al final del período de vida de una estrella en la secuencia principal. Véase **gigante**.

"Graben": En la superficie de la Tierra, la Luna o de otros planetas o satélites, una región larga y estrecha entre dos fallas que se han hundido (ha experimentado *subsidencia*).

Hidrógeno ionizado: Hidrógeno que ha perdido su electrón; el gas hidrógeno ionizado, que de ordinario se encuentra en las estrellas y nebulosas, posee protones y electrones libres.

Lámina de eyectos: Fragmentos de roca, que de ordinario se extienden a partir de un lado de un cráter, que fueron expulsados (eyectados) durante la formación de dicho cráter.

Ley de Hubble: Relación entre la velocidad y la distancia de las galaxias y otros objetos alejados; revela que el universo está en fase de expansión.

Libración: El viraje de la cara visible de la Luna, que nos permite ver distintas cantidades de la superficie lunar alrededor del limbo (margen).

Línea alfa del hidrógeno: Se trata de la línea espectral más intensa del hidrógeno en la parte visible del espectro. Pertenece a la región del rojo, por lo cual una línea alfa de emisión del hidrógeno es roja; una línea alfa de absorción del hidrógeno denota la ausencia de esta longitud de onda de la región del rojo.

Línea espectral: Longitud de onda del espectro en la cual la intensidad es superior a la correspondiente a los valores vecinos *(línea de emisión)* o inferior *(línea de absorción)*.

Líneas de emisión: Radiación extra de ciertas longitudes de onda específicas de un espectro, en comparación con las longitudes de onda vecinas.

Lluvia de meteoros: Aparición de muchos meteoros durante un período corto de tiempo, cuando la Tierra pasa a través de la órbita de un cometa.

Longitud celeste: Longitud medida (en grados) a lo largo de la eclíptica hacia el este desde el equinoccio vernal.

Magnitud: Una escala logarítmica de brillo, en la cual cada cambio de cinco magnitudes equivale a un cambio según un factor de 100. La adición de una magnitud corresponde a un decremento en cuanto a brillo según un factor de 2,512. Véanse también los términos **magnitud absoluta** y **magnitud aparente**.

Magnitud absoluta *(M):* Magnitud que parecería poseer un objeto celeste si estuviera situado a un distancia de 10 parsecs.

Magnitud aparente *(m):* Magnitud vista por un observador.

Magnitud visual absoluta *(M_v):* Magnitud absoluta de un objeto vista a través de un filtro amarillento especial que aproxima el rango visual del ojo humano.

Manchas solares: Regiones relativamente oscuras de la fotosfera solar que corresponden a áreas con campos magnéticos excepcionalmente altos.

Máximos: Los tiempos en que una estrella variable alcanza su brillo máximo.

Media Luna: Se refiere a la fase de cuarto creciente o de cuarto menguante, cuando la mitad de la cara visible de la Luna está iluminada.

Meridiano: Gran círculo que pasa a través de los polos celestes y del cenit del observador.

Meteorito: Parte de un meteoroide que sobrevive a su paso a través de la atmósfera de la Tierra.

Meteoro: Meteoroide que discurre velozmente a través del cielo; estrella fugaz.

Meteoroide: Fragmento pequeño de roca o metal del sistema solar, que a menudo se extiende por la órbita de un cometa; a veces un fragmento de un asteroide.

Mínimos: Los tiempos en que una estrella variable presenta un brillo mínimo.

Movimiento propio: Movimiento angular aparente a través del firmamento, indicado como cambio en la posición del objeto con respecto a las estrellas de fondo.

Movimiento retrógrado: El bucle aparente hacia atrás (hacia el oeste) en el movimiento de un planeta a través del firmamento durante un período dilatado de tiempo. Copérnico explicó este movimiento como efecto de proyección causado cuando la Tierra alcanza otro planeta al describir ambos órbitas alrededor del Sol.

Nebulosa: Región de gas o polvo de una galaxia que puede observarse ópticamente. Véanse asimismo los términos **nebulosa de absorción, nebulosa de emisión** y **nebulosa de reflexión**.

Nebulosa de absorción: Nebulosa de la que se capta su silueta cuando absorbe luz desde detrás; se denomina también nebulosa oscura.

Nebulosa de emisión: Nube de gas que recibe energía desde una estrella caliente, la cual posibilita que desprenda radiación en líneas de emisión como las que corresponden al hidrógeno. La radiación rojiza característica de muchas nebulosas de emisión es debida principalmente a la línea alfa del hidrógeno.

Nebulosa de reflexión: Nube de polvo que refleja la luz estelar hasta la Tierra.

Nebulosa planetaria: Cáscara o envoltura de gas desprendida por una estrella moribunda que contiene tanta masa como el Sol.

NGC: Prefijo que viene delante de números asignados a objetos no estelares en el *New General Catalogue*, publicado por J.L.E. Dreyer en 1888.

Nova: Una estrella recientemente visible o una estrella cuyo brillo aumenta súbitamente de modo drástico.

Nube estelar: Una de varias regiones de la Vía Láctea en donde aparecen grandes números de estrellas.

Número de Flamsteed: Número asignado a una estrella de una constelación dada, atendiendo a la ascensión recta, en el catálogo de 1725 de John Flamsteed.

Nutación: Pequeño movimiento de cabeceo del eje de rotación de la Tierra con un período de 19 años; este movimiento está superpuesto al de precesión.

Ocultación: El solapamiento de un cuerpo celeste por otro.

Oposición: El punto de la órbita de un planeta en el cual su longitud celeste es 18° con respecto a la del Sol. Un planeta en oposición es visible durante toda la noche.

Parsec: La distancia según la cual 1 U.A. parece subtender (abarcar) 1 segundo de arco; 1 parsec equivale a 3,261633... años-luz.

Penachos polares: Pequeñas espigas visibles en la corona solar cerca de los polos del Sol, formadas por gas atraído por el campo magnético del astro.

Penumbra: En un eclipse, la parte de la sombra de la Tierra o de la Luna que permite ver parte del disco solar. También se aplica a la porción externa menos oscura de una mancha solar.

Perihelio: El punto más cercano al Sol en la órbita de un objeto alrededor de él.

Polos celestes: Los puntos del firmamento en donde el eje de la Tierra, prolongado hacia el espacio, intersecta la esfera celeste.

Precesión: Corrimiento lento de la orientación del eje de la Tierra a lo largo de un período de 26 000 años. También se aplica a su efecto sobre la posición de los equinoccios y por consiguiente sobre el sistema de coordenadas de ascensión recta y declinación usado para representar gráficamente las posiciones de las estrellas y otros objetos.

Prominencia: Gas suspendido por encima de la fotosfera solar por efecto del campo magnético solar; de ordinario visible en el limbo (margen) solar. Una prominencia presenta un brillo rojo durante los eclipses debido a la radiación alfa del hidrógeno característica.

Púlsar: Estrella de neutrones rotatoria que emite pulsos nítidos de radioondas con un período comprendido entre 0,001 y 4 segundos.

Quásar: Objeto casi estelar con un corrimiento hacia el rojo extremadamente grande; parece tratarse de un evento poderoso que tiene lugar en la región central de una galaxia. Según la Ley de Hubble, los quásars pertenecen a la categoría de los objetos más alejados del universo.

Radiante: La posición en la esfera celeste a partir de la cual parecen irradiar los meteoros de una lluvia dada, por causa de la perspectiva.

Resto de supernova: Gas procedente de una supernova que puede verse en el firmamento o detectarse gracias a su emisión de radioondas o de rayos X. (La Nebulosa del Cangrejo, por ejemplo, puede detectarse de las tres maneras.)

Revolución: La descripción de órbitas de un planeta u otro objeto alrededor del Sol u otro cuerpo central. (Este término debe compararse con el de **rotación**).

Rotación: El giro de un planeta o de otro objeto sobre su eje. Véase **revolución**.

Separación: La distancia angular (medida en grados, minutos y segundos de arco) entre los componentes de una estrella doble.

Sinódico: Relativo a la alineación de tres cuerpos, con frecuencia la Tierra, el Sol y un tercer cuerpo, como la Luna o un planeta.

Solsticios: Las posiciones del Sol cuando alcanza su declinación más septentrional (en el verano del hemisferio norte) o su declinación más meridional (en el invierno del hemisferio norte).

Supergigante: Estrella más brillante y de mayor tamaño que las gigantes del mismo color y la misma temperatura. Sólo las estrellas más macizas se convierten en supergigantes, tras pasar la etapa de gigantes.

Supernova: Explosión y devastación de una estrella muy maciza.

Telescopio de reflexión: Telescopio que emplea un espejo en la fase principal de formación de la imagen.

Telescopio de refracción: Telescopio que utiliza una lente en la fase principal de formación de una imagen.

Terminador: Margen de la región iluminada de un satélite o un planeta; la línea entre el día y la noche.

Tiempo de las efemérides: El sistema oficial de tiempo solar medio, usado para calcular datos destinados a tablas de fenómenos astronómicos cambiantes (efemérides). El tiempo de las efemérides sólo difiere ligeramente del Tiempo Universal.

Tiempo sideral: Tiempo basado en las estrellas; técnicamente el ángulo horario del equinoccio vernal, que es igual a la ascensión recta del de los objetos del meridiano del observador.

Tiempo solar aparente: Tiempo determinado por la posición real del Sol en el firmamento; corresponde al tiempo de la mayoría de los relojes de Sol.

Tiempo solar medio: Tiempo derivado de un Sol "medio" ficticio que viaja con una velocidad uniforme a través del firmamento a lo largo del año.

Tiempo Universal: Tiempo solar en el meridiano de Greenwich, Inglaterra.

Tipo espectral: Una de las diversas clases de temperatura —OBAFGKM, siguiendo un orden decreciente de temperatura— a las cuales son asignadas las estrellas según el análisis de sus espectros.

Tránsito: Paso de un planeta interno (Mercurio o Venus) a través del disco solar visto desde la Tierra, o de un satélite (como uno de los satélites galileanos de Júpiter) a través del disco de su planeta. Asimismo, paso de un objeto a través del meridiano de un observador.

Umbra: En un eclipse, parte de la Luna o de la sombra de la Tierra con respecto a la cual el disco solar está completamente escondido. También se aplica a la porción interna más oscura de una mancha solar. Véase también **penumbra**.

Unidad Astronómica: Distancia media desde la Tierra hasta el Sol, que es igual a 149 598 770 kilómetros.

Variable Cefeida: Estrella que varía a la manera de delta Cephei. Las magnitudes absolutas de estas estrellas variables pueden calcularse a partir de sus períodos de variación; comparando las magnitudes absoluta y aparente, puede determinarse la distancia hasta las estrellas y hasta las galaxias en las que éstas se encuentran.

Variable del tipo Mira: Estrella variable de período largo, como la estrella ómicron Ceti (denominada "Mira").

Zodíaco: Tradicionalmente, un conjunto de 12 constelaciones a través de las cuales el Sol, la Luna y los planetas pasan en el curso de un año. En realidad la banda del firmamento contiene muchas más partes de constelaciones y debido a la precesión, el Sol ya no pertenece a las constelaciones asociadas a sus "fechas" tradicionales en aquellas épocas.

Zonas: Bandas brillantes en la capa de nubes de los planetas gigantes (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno).

BIBLIOGRAFÍA

Atlas celestes y bibliografía general

Audouze, Jean, and Guy, Israël. 1988. *Cambridge Atlas of Astronomy*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press.

Dunlop, S. 1987. *Astronomía*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Hirshfeld, Alan, and Sinnott, Roger W. 1982 (vol. 1), 1985 (vol. 2). *Sky Catalogue 2000,0*. Cambridge, Mass.: Sky Publishing Corp. El volumen 1 es un catálogo de estrellas; el volumen 2 da lista de estrellas dobles, estrellas variables, galaxias, cúmulos nebulosos y otros objetos. Todas las posiciones tienen precesión 2000,0.

Lacroux, J. y Chaix, V. 1987. *Iniciación a la Astronomía*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Maran, Stephen, P., ed. 1992. *The Astronomy and Astrophisics Encyclopedia*. New York: Van Nostrand. Largas entradas sobre todos los temas relativos a la astronomía.

Meeus, Jean. 1983. *Astronomical Tables of the Sun, Moon, and Planets*. Richmond, Va.: Willmann-Bell. Catálogo de fenómenos astronómicos que incluye oposiciones y conjunciones planetarias, eclipses, tránsitos, etc.

Mitton, Jacqueline. 1991. *A Concise Dictionary of Astronomy*. New York, Oxford, Tokyo: Oxford University Press. Entradas cortas sobre todos los aspectos de la astronomía.

Pasachoff, Jay M. 1990. *Contemporary Astronomy*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders College Publishing. Una visión no matemática bien ilustrada.

——. 1993. *Astronomy: From the Earth to the Universe*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders College Publishing. Un texto introductorio.

——. 1992. *Journey Through the Universe*. Philadelphia: Saunders College Publishing. Un texto corto, a todo color.

Ridpath, Ian, ed. 1989. *Norton's 2000,0*. 18th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. El viejo clásico, puesto al día.

Ridpath, I. y Tirion, W. 1986. *Guía de las Estrellas y los Planetas*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

——. 1986. *Guía celeste mensual*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Roth, G.D. 1989. *Guía de las Estrellas y los Planetas*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

——. 1994. *Estrellas y Constelaciones*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Seeds, M.A. 1989. *Fundamentos de Astronomía*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Scovil, Charles E., ed. 1990. *AAVSO Variable Star Atlas*. Cambridge, Mass.: Sky Publishing Corp. Incluye más de 2000 estrellas variables con brillo de magnitud superior a 9,5 junto con la comparación de estrellas y muchos objetos del espacio interestelar.

Sinnott, Roger W., ed. 1988. *NGC 2000,0: the complete new general catalogue and index catalogues of nebulae and star clusters*. Cambridge, Mass: Sky Publishing Corp. and New York: Cambridge University Press. Una reedición centenaria del trabajo de Dreyer, con los datos al día.

Tirion, Wil. 1982. *Sky Atlas 2000,0*. Cambridge Mass.: Sky Publishing Corp. and New York: Cambridge University Press. Veintiséis reproducciones a escala superior de las Cartas utilizadas en el capítulo 7 de esta Guía de Campo, con estrellas que tienen un brillo de magnitud una mitad más débil. El atlas existe en tres versiones: estrellas blancas sobre fondo negro para usar en el exterior, estrellas negras sobre fondo blanco para utilizar en el interior, y colores sobre fondo blanco (deluxe).

——. 1991. *Cambridge star atlas 2000,0*. Libro de gran tamaño con mapas de las estrellas a todo color.

Tirion, Wil, Rappaport, Barry, and Lovi, George. 1987. *Uranometria 2000,0*. 2 vols. Richmond, Va.: Willmann-Bell. Un atlas de las estrellas completo a una magnitud de 9,5. El vol. 1, por ejemplo, que va del polo norte celestial a la declinación de —6°, contiene más de 332 000 estrellas.

Vehrenberg, Hans. 1983. *Atlas of Deep Sky Splendors*. 4th ed. Cambridge, Mass.: Sky Publishing Corp. Fotografías en color y en blanco y negro, a escala uniforme, de las partes más interesantes del firmamento. Incluye fotografías tomadas de cerca de objetos de Messier y otros.

Widmann, W. y Schütte, K. 1989. *Guía de las Estrellas*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Manuales para la observación

Baker, D. y Hardy, D.A. 1980. *Guía de Astronomía*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Bishop, Roy L., ed. *Observer's Handbook* (se publica anualmente). Toronto: Royal Astronomical Society of Canada. Una guía popular de objetos y acontecimientos celestes que puede obtenerse en la Asociación situada en 124 Merton St., Toronto, Ontario, Canadá M4S 2Z2.

Bourge, P. y Lacroux, J. 1984. *El cielo a simple vista*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Burnham, Robert, Jr. 1978. *Burnham's Celestial Handbook*. 3 vols. New York: Dover. Explicaciones detalladas, constelación a constelación, con fotografías de una amplia variedad de objetos.

Chartrand, Mark R., III. 1982. *Skyguide*. New York: Western Publishing Co., Golden Press. Sugerencias para observar y mapas de constelaciones, con hermosas ilustraciones de Helmut K. Wimmer.

Clark, Roger N. 1990. *Visual Astronomy of the Deep Sky*. New York: Cambridge University Press. Qué y cómo observar.

Dickinson, Terence, and Dyer, Alan. 1991. *The Backyard Astronomer's Guide*. Camden House Publishing (distribuido por Firefly Books, 250 Sparks Ave. Willowdale, On. Canadá M2H 2S4). Una guía sobre el equipo y la observación.

Gallant, Roy A. 1980. *Our Universe*. Washington. D.C.: National Geographic Society. Un atlas de láminas de astronomía para niños; incluye un equipo de observación.

Harrington, Philip S. 1990. *Touring the Universe Through Binoculars*. New York: John Wiley & Sons.

Jones, Kenneth Glyn. 1991. *Messier's Nebulae and Star Clusters*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press. El catálogo de Messier, discutido objeto a objeto.

Kirby-Smith, H. T. 1976. *U.S. Observatories: A Directory and Travel Guide*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Lacroux, J. y Barthier, D. 1990, *Manual de observación y fotografía astronómica*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Levy, David H. 1991. *The Sky: A User's Guide*. New York: Cambridge University Press. Una introducción a la observación.

Mallas, John H., and Kreimer, Evered. 1978. *The Messier Album*. Cambridge, Mass.: Sky Publishing Corp. Explicaciones de cada objeto de Messier, con fotografías en blanco y negro. Incluye aspectos históricos y anotaciones para observar de Owen Gingerich.

Newton, Jack y Teece, Philip. 1991. *Astronomía Amateur*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A. Una guía para la observación.

Pasachoff, Jay M. 1988. *Peterson First Guide to Astronomy*. Boston: Houghton Mifflin. Una introducción simple y corta a la astronomía, enteramente ilustrada a todo color. Incluye mapas celestes mensuales simplificados y dibujos de los símbolos de las constelaciones mitológicas.

——. 1990. *Peterson First Guide to the Solar System*. Boston: Houghton Mifflin. Un introducción simple y corta a los planetas, el Sol, los cometas y otros objetos del sistema solar, a todo color.

Rey, H.A., puesta al día por Jay M. Pasachoff. 1989. *The Stars: A New Way to See Them*. Boston: Houghton Mifflin. Siluetas no tradicionales de las constelaciones, dibujadas para parecer objetos reales más que de la forma usual en que las estrellas están conectadas.

Webb Society Deep-Sky Observer's Handbook, Hillside, NJ 07205: Enslow Publishers (Box 777), vol. 1: Double Stars, 2nd ed., 1986; vol. 2: Planetary and Gaseous Nebulae, 1979; vol. 3: Open and Globular Clusters, 1980; vol. 4: Galaxies, 1981; vol. 5: Clusters of Galaxies, 1982; vol. 6: Anonymous Galaxies, 1987; vol. 7: The Southern Sky, 1987; vol. 8: Variable Stars, 1990.

Whitney, Charles A. 1989. *Whitney's Star Finder*. 5th ed., New York: Alfred A. Knopf.

La mayoría de estas publicaciones pueden conseguirse de Sky Publishing Corp., 49 Bay State Rd., Cambridge, MA 02138, (617) 864-7360 ext. 176; Wilmann-Bell, Inc., P.O. Box 35025, Richmond, VA 23235, (804) 320-7016; y Astronomy Sky Mart, 21027 Crossroads Circle, P.O. Box 1612, Waukesha, WI 53181, (800) 533-6644 o (414) 796-8776.

Boletines

Astronomical Calendar (anual). El cielo cambiante y los acontecimientos astronómicos tales como los eclipses. Puede pedirse a Guy Ottewell, Dept. of Physics, Furman University, Greenville, SC 29613. Estados Unidos. En esta misma dirección puede obtenerse *The Astronomical Companion*, que sirve de referencia general y *The View from the Earth*, que es una versión para niños del *Astronomical Calendar*.

Graphic Timetable of the Heavens (anual). Una versión más detallada de los Gráficos Horarios de esta Guía. Puede pedirse en forma de póster a todo color a Scientia, Inc., 1815 Landrake Rd., Baltimore, MD 21204. Estados Unidos.

Sky Calendar (mensual). Diagramas fáciles de utilizar de las fases de la Luna y sus cambios diarios de posición respecto las estrellas, además diagramas de conjunciones planetarias con estrellas brillantes, con la Luna y otros planetas. Puede pedirse, mediante suscripción, a Abrams Planetarium, Michigan State University, East Lansing, MI 48824. Estados Unidos.

Skywatcher's Almanac (anual). Información obtenida por computador de la visibilidad del Sol, la Luna y otros objetos, detallada para un observador en una latitud dada. Puede pedirse a Astronomical Data Servicie, 3922 Leisure Lane, Colorado Springs, CO 80917. Estados Unidos.

Revistas

Astronomy (mensual). Información mensual de los acontecimientos del firmamento y artículos resumiendo diferentes campos de la astronomía en un lenguaje sencillo. 21027 Crossroads Circle, P.O. Box 1612, Waukesha, WI 53181. Estados Unidos.

Sky & Telescope (mensual). Revista estándar para los observadores aficionados; incluye artículos de carácter general sobre temas astronómicos y acontecimientos mensuales. Para suscribirse, escribir a 49 Bay State Rd., Cambridge, MA 02138. Estados Unidos.

Mercury (bimensual). Publicada por la Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112. Estados Unidos.

Odyssey (10 veces al año). Para niños. Publicada por Cobblestone Publishing Inc., 30 Grove St., Peterborough, NH 03458. Estados Unidos.

Revistas de astronomía en lengua castellana

Astrum. Revista editada por la Agrupación Astronómica de Sabadell, Barcelona.

Astronomía y Astrofotografía técnica. Editada por G. Roura. Col·legi, 24. Lérida.

Aster. Revista publicada por la Agrupación Astronómica Aster de Barcelona.

Todas estas revistas publican excelentes artículos y proporcionan al interesado información general de la actualidad astronómica.

Para calculadoras y computadoras

Duffett-Smith, Peter. 1989. *Practical Astronomy With Your Calculator.* 3rd ed. New York: Cambridge University Press.

——. 1990. *Astronomy With Your Personal Computer.* 2nd ed. New York: Cambridge University Press.

Meeus, Jean. 1991. *Astronomical Algorithms.* Willmann-Bell, P.O. Box 35025, Richmond, VA 23235. Rutinas para equinoccios y solsticios, conjunciones y oposiciones, salida y puesta del Sol y la Luna, satélites galileanos de Júpiter, etc. Se dispone de un disco de programas para ordenadores compatibles con IBM.

——. 1988. *Astronomical Formulae for Calculators.* 4th ed. Richmond: Willmann-Bell. Utilizando fórmulas más antiguas pero más simples de usar y más delgado que *Astronomical Algorithms.*

Lawrence, Jackie. 1989. *Introduction to BASIC Astronomy with a PC.* Richmond: Willmann-Bell. Una introducción de bajo nivel, que incluye un disco.

Detectores electrónicos

Berry, Richard. 1991. *Introduction to Astronomical Image Processing.* Richmond: Willmann-Bell. Sobre CCDs.

Buil, C. 1991. *CCD Astronomy.* Richmond: Willmann-Bell.

Sociedades amateurs

Sky & Telescope publica listas de planetariums, observatorios, clubes y sociedades en sus ediciones de septiembre.

International Amateur-Professional Photoelectric Photometry Assoc., c/o Douglas Hall, Dyer Observatory, Vanderbilt University, Nashville, TN 37235.

American Association of Variable Star Observers (AAVSO), 25 Birch St., Cambridge, MA 02138.

American Meteor Society, Dept. of Physics and Astronomy, SUNY, Geneseo, NY 14454.

Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO), c/o Harry D. Jamieson, P.O. Box 143, Heber Springs, AR 72543.

The Astronomical League, the umbrella group of amateur societies. Para su boletín, *The Reflector*, escribir a The Astronomical League, Executive Secretary, c/o Science Service Building, 1719 N Street NW, Washington, D.C. 20030.

The Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112.

British Astronomical Association, Burlington House, Picadilly, London W1V 0NL, Inglaterra.

Royal Astronomical Society of Canada, 124 Merton St., Toronto, Ontario, Canadá M4S 2Z2.

Western Amateur Astronomers, 13617 E. Baily, c/o Margaret Matlack, Whittier, CA 90601.

Planetary Society, 65 N. Catalina Ave., Pasadena, CA 91106.

Sociedades amateurs en España

Agrupación Astronómica de Sabadell, Font, 1, Sabadell, Barcelona.
Asociación Valenciana de Astronomía, Doctor Sumsi, 40, Valencia.
Sociedad Astronómica Granadina, San Jerónimo, 16, Granada.
Agrupación Astronómica Aster, Paseo de Gracia, 71, Barcelona.
Agrupación Astronómica de Madrid, Alfonso XII, 3, Madrid.
Agrupación Astronómica Albireo, Federico Sánchez Bedoya, 7, Sevilla.
S.A.D.E.Y.A., Diagonal, 377, Barcelona.

Sociedad profesional de Estados Unidos

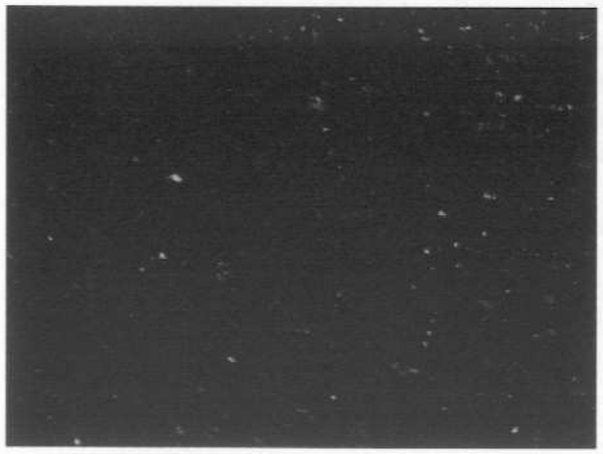
American Astronomical Society, 2000 Florida Ave., NW, Suite 300, Washington, D.C. 20009. Para un librito sobre "A Career in Astronomy", escribir a Mary K. Hemenway, Education Officer, AAS, Univ. of Texas, Dept. of Astronomy, Austin, TX 78712.

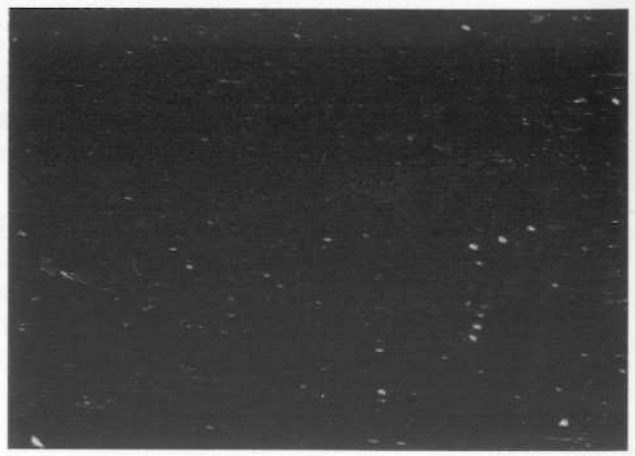
INFORMACIÓN SOBRE TELESCOPIOS

El ojo humano capta la luz con mucha eficacia, pero toda la luz que capta debe pasar a través de su diminuta pupila. Un telescopio capta mucha más luz en un tiempo dado y por consiguiente permite percibir objetos más pálidos. Además cuanto mayores sean la lente o el espejo del telescopio, tanto más finos serán los detalles que podrán discernirse. Los telescopios también pueden amplificar, pero esto de ordinario es menos importante que su capacidad de captación de luz o de resolución. No es útil amplificar una imagen pálida o borrosa.

Cuando una persona planifica comprar un telescopio, debe prestar una atención especial a la robustez de la montura, pues cuando la montura es frágil el telescopio se vuelve inútil. Una montura no sólo soporta el telescopio sino que permite el seguimiento de objetos astronómicos a través del firmamento a medida que tiene lugar la rotación de la Tierra. Cuando una montura no permite el seguimiento, un objeto desaparece del centro del campo de visión de 1° en sólo dos minutos. El efecto del movimiento de la Tierra aparece en las fotografías de las estrellas tomadas sin una montura de seguimiento. Cuando el obturador permanece abierto durante varios minutos para capturar las imágenes de estrellas menos brillantes, estas imágenes aparecen en forma de rastros curvados en vez de puntos de luz.

(Abajo) Las fotografías con una cámara estándar de 35 mm montada sobre un trípode y una lente de 50 mm a *f*/2. Una exposición de 30 segundos *(izquierda)* muestra la constelación Orión, incluida la nebulosa situada en su cinturón. Una exposición de 2 minutos *(derecha)* revela más estrellas, aunque se ve más como rastros. La estrella brillante Sirius se ve en la parte izq. inferior. Su forma distorsionada deriva de su posición en el margen del campo de visión. (Jay M. Pasachoff)



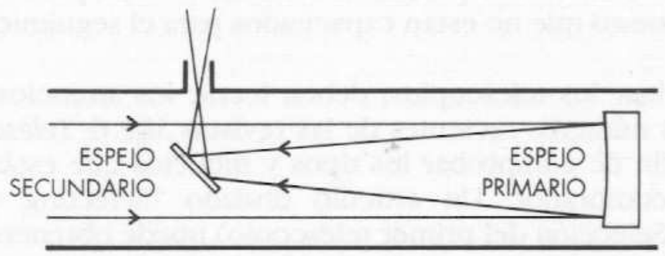


Muchos telescopios presentan *monturas ecuatoriales*, en las cuales un eje —el eje polar— está orientado hacia un polo celeste formando un ángulo. Otro eje, perpendicular al primero, hace posible que el telescopio esté orientado hacia cualquier lugar en el firmamento. Un motor sencillo en el eje polar permite el seguimiento de las estrellas, los planetas o las galaxias, de suerte que estos objetos no desaparezcan del campo de visión.

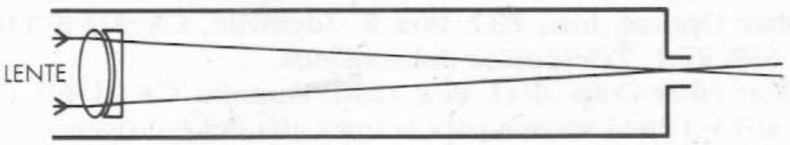
La montura alternativa —*montura en altazimut*— posee un eje que esta orientado hacia arriba, alrededor del cual se produce la rotación en torno al azimut, y otro eje cuya orientación va de un lado a otro y que permite controlar la altitud. Los objetos astronómicos se mueven a través del firmamento en diagonal, por lo cual son necesarios diversos movimientos de ambos ejes para la montura de altazimut.

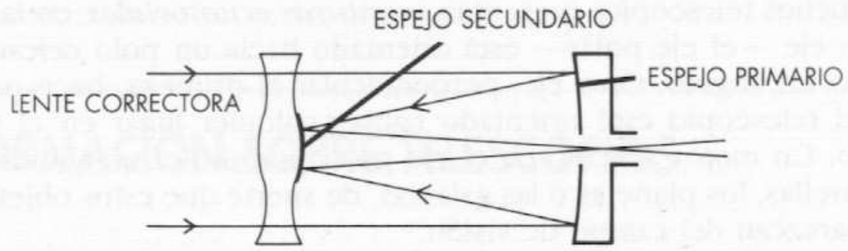
Tipos de telescopios

Un *telescopio de reflexión* emplea un espejo para captar y enfocar la luz, en tanto que un *telescopio de refracción* usa una lente. Cuanto mayor sea el telescopio, tanto mayor será su capacidad de resolución y por ende tanto mayor la amplificación que las imágenes puedan tolerar. Los telescopios grandes permiten ver objetos menos brillantes y captar más detalles, pero el lector puede disfrutar del estudio de los planetas y otros objetos con un telescopio pequeño. Galileo descubrió las fases de Venus y los satélites de Júpiter mediante un telescopio de refracción con un diámetro de sólo 4 cm. El lector puede aumentar la amplificación de un telescopio pequeño usando un ocular con una distancia focal más corta.



(Arriba) Telescopio de reflexión del tipo newtoniano. Isaac Newton inventó el método para utilizar un pequeño espejo plano en diagonal para reflejar la luz enfocada hacia el lateral, donde puede ser vista sin bloquear la luz que entra. *(Dibujos de los telescopios de Robin Brickman)*
(Abajo) Telescopio de refracción, en el que la luz es enfocada por la lente.





Un telescopio compuesto del tipo Schmidt-Cassegrain puede revelar un campo amplio cuando el enfoque es bueno gracias a la combinación de lente y espejos que se usa.

El telescopio newtoniano tradicional es todavía muy popular y emplea un espejo cuyo diámetro es de 10-20 cm y un tubo con una longitud de 1,2 m, aunque también se dispone de otros tamaños. Otros telescopios que en la actualidad son populares entre los aficionados no son ni reflectores puros ni refractores puros; en estos *telescopios compuestos*, la luz pasa a través de una lente y luego es enfocada por espejos situados dentro del tubo del telescopio. Puesto que la luz es reflejada por los espejos hacia atrás y hacia adelante, el tubo puede ser corto, lo cual hace al telescopio más portátil. La mayoría de los telescopios de este tipo son Schmidt-Cassegrain: los telescopios Schmidt presentan campos amplios; los telescopios Cassegrain son aquellos en los que la imagen es dirigida a través de un agujero del espejo principal hasta la pupila del observador. La mayoría de estos telescopios presentan monturas ecuatoriales.

Los telescopios dobsonianos usan espejos delgados, camisas de madera con cojinetes de plástico y montura en altazimut para obtener grandes aperturas con costos relativamente de poca monta. Estos reflectores están diseñados para la observación visual pero no para la fotografía, puesto que no están capacitados para el seguimiento de las estrellas.

Para evaluar los telescopios, deben leerse los anuncios que aparecen en los números recientes de las revistas *Sky & Telescope* y *Astronomy* a fin de comprobar los tipos y modelos que están a disposición del comprador. Un artículo titulado "Selecting your first telescope" (Selección del primer telescopio) puede obtenerse a partir de la Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94122.

Los siguientes fabricantes construyen telescopios, monturas y filtros con los que los aficionados se encuentran muy familiarizados:

Celestron International, 2835 Columbia St., Torrance, CA 90503. (310) 328-9560, (800) 421-1526. Prismáticos y telescopios, incluyendo telescopios Schmidt-Cassegrain y Schmidt, un telescopio de Schmidt y Newton de campo amplio, y refractores.

Coulter Optical, Inc., P.O. Box K, Idyllwild, CA 92349-1107. (714) 659-4621. Telescopios dobsonianos.

DayStar Filter Corp., P.O. Box 1290, Pomona, CA 91769. (714) 591-4673. Filtros solares para la línea alfa del hidrógeno.

Edmund Scientific, 101 East Gloucester Pike, Barrington, NJ 08007. (609) 573-6250, FAX (609) 573-6295. Telescopios newtonianos, refractores y el telescopio *Astroscan 2001*, de campo amplio y precio asequible, más objetos variados.

Meade Instruments, 1675 Toronto Way, Costa Mesa, CA 92626. (714) 556-2292, (800) 854-7485, FAX (714) 556-4604. Telescopios y monturas Schmidt-Cassegrain; telescopios newtonianos y refractores.

Parks Optical, 270 Easy Street, Simi Valley, CA 93065. (805) 522-6722, (800) 44-PARKS. Telescopios newtonianos y de otros tipos.

Questar Corp., P.O. Box 59, New Hope, PA 18938. (215) 862-5277, (800) 247-9607, FAX (215) 862-0512. Telescopios plegables de tipo Maksutov, de 9 cm compactos, caros pero de gran calidad.

Tele Vue Optics, 20 Dexter Plaza, Pearl River, NY 10965. (914) 735-4044. Oculares.

Thousand Oaks Optical, Box 248098, Farmington, MI 48332-8098. (313) 353-6825, FAX (313) 350-3111. Filtros solares.

Roger W. Tuthill, Inc., Box 1086, Mountainside, NJ 07092. (800) 223-1063, FAX (908) 232-3804. Telescopios, accesorios.

ÍNDICE ALFABÉTICO

El índice hace referencia a objetos, definiciones y temas generales de astronomía. Los objetos individuales más comúnmente observados se hallan en el índice, pero no todos los de las cartas del firmamento o sus descripciones. El índice se debe usar conjuntamente con las tablas y el glosario, cuyo contenido no se halla en el índice. Las referencias a las figuras están en *cursiva*. Las referencias a las tablas que indican qué constelaciones se encuentran en los mapas celestes están subrayadas. Las referencias a las cartas del firmamento y las descripciones de las páginas opuestas están en **negrita**. Los números seguidos de "t" se refieren a las tablas. Los números seguidos de "gh" se refieren a los gráficos horarios. Los números segidos de "A" se refieren a los apéndices. La A seguida de un número indica el número del apéndice: A5, por ejemplo.

Para encontrar una constelación en el cielo, utilice el número subrayado para ver la lista de mapas celestes en los que aparece la constelación. Para observar una constelación en el atlas del firmamento, utilice el número en **negrita**.

Achernar, 9t, **318**
Acrux, 9t, *172*, 322, **326**, *327*, **292**
Adams, A10
Adrastea, A10
ADS 6012, **224**
ADS 8202, **298**
ADS 8612, **300**
Agujero negro, 167, 215
Al Na'ir, **332**
Albireo, 194t, **254**
Alcor, **228**
Aldebarán, 9t, 42, **240**, **264**
Algol, 29, *31*, 194t, 201, *209*, **238**
  curva lumínica, *203*
  mínimos, 202t
Almagesto, 141
Alpha Centauri, 50, *51*, **328**
  Draconis, **230**
  Gruis, **332**
  Pavonis, **332**
Altair, 9t, *43*, 46, **284**
Amalthea, A10
Analema, 459
Ananke, A10
Andrómeda, 144, 190, A1
Ángulos en el firmamento, 13t
Ahnighito, meteorito, *436*
Anillo de diamantes, *57*
  de diamantes, fotografía, 449, 451
Antares, 9t, 46, *48*, **302**, **304**
Antenas, **274**
Antlia, 150, A1
Apolo, programa, 342t
Apus, 150, **330**, A1
Aquarius, 65, 144, A1
Aquila, 9t, 46, 65, 144, A1
Ara, 144, **330**, A1
Arcturus, 9t, 44, 45, **250**, **278**
Argo Navis, *42*, 44, 144
Ariel, *411*, A10
Aries, 65, 142, A1
Ascensión recta, 453, *455*
Asteroide(s), 428-430
  Bamberga, 429t
  brillantes, 429t
  Ceres, 429t
  cinturón, 428
  Eros, 429t
  Eunomia, 429t
  Flora, 429t
  Ganymedes, 429t
  Gaspra, *428*
  Hebe, 429t
  Iris, 429t
  Juno, 429t
  Massalia, 429t
  Melpomene, 429t
  Metis, 429t
  Nausikaa, 429t
  Pallas, 429t
  Vesta, 429t
Atlas, A10
Aur, **240**
Auriga, 65, 145, A1
Aurora boreal, *59*

B143, **284**
Baily, cuentas de, 444
Balanza, *véase* Libra
Ballena, *véase* Cetus
Barnard, trayectoria, *23*
Bartsch, Jakob, 141
Bayer, Johann, 141, 142, 213
Belinda, A10
Bell, Jocelyn, **246**
Beta Centauri, 50, *51*
  Lyrae, 194t, *209*
  Monocerotis, 194t
  Persei, 201, *209*
  Persei curva lumínica, *203*
  Scorpii, 194t
Betelgeuse, 9t, 13t, 18, **266**
Bianca, A10
Binarias eclipsadas, 158
Bode, Johann Elert, 142
Boötes, 9t, 44, 65, 145, A1
  curva lumínica, *205*
Borealis R Coronae, curva lumínica, *250*
Boyero, *véase* Boötes
Brahe Tycho, 141
Brillo, definición, 6
  escala de magnitud, 62, 63t
Brújula, *véase* Pyxis
Bucle de Barnard, **268**

Caballo, *véase* Equuleus
Cabellera de Berenice, *véase* Coma Berenices
Cabeza de Caballo, *39*, 41
Caelum, 150, **292**, A1
Caille Nicolas, 141
Callisto, A10
Calypso, A10
Camelopardalis, 65, 150, **224**, A1
Cancer, 65, 143, A1
Canes Venatici, 65, 150, A1
Canis Major, 9t, 42, 65, 145, **294**, *294*, A1
  Minor, 9t, 42, 65, A1
Canopus, 9t
Capella, 9t, **240**
Capricornus, 65, 144, **312**, *312*, A1
Carina, 9t, 141, 151, A1
Carme, A10
Carnero, *véase* Aries
Carpa Dorada, *véase* Dorado
Cassiopeia, 28, 29, 34, 45, 65, 145, A1
Cástor, 13t, 44, **242**
Cefeidas variables, 206
Cellarius, *50*
Centaurus, 9t, 51, 145, *298*, **302**, A1
Cepheus, 65, 145, **234**, *234*, A1
Cetus, *31*, 65, 146, **262**, A1
Chamaeleon, 151, A1
Charon, *417*, *418*, A10
Circinus, 151, A1
Cisne, *véase* Cygnus
Clavius, *343*
COBE, 182
Cochero *véase* Auriga
Columba, 151, **292**, A1
Coma Berenices, 65, 151, A1

Cometa(s), 419-427
fotografía, 425
Halley, *420-423*
Ikeya-Seki, 422, *424*
West, *419*, 422
Constelaciones, historia, 140
Cordelia, A10
Corona Australis, 146, A1
Borealis, 65, 146, A1
fotografía, 449, 452t
solar, *56*
Corvus, 65, 146, A1
Cosmología, 193
CP 1133, **246**
CP 1919, **254**
Crater, 146, A1
Cressida, A10
Cromosfera, 443
Crux, 9t, 50, *51*, 151, **302, 324, 326**, A1
Cruz del Norte, 31, *43*, 45
del Sur, *véase* Crux
Cúmulo(s) abiertos, 42, 168, 195t, 197gh, 215
abiertos NGC 1910, **320**
abiertos NGC 2516, **322**
abiertos NGC 3114, **322**
abiertos NGC 3293, **322, 324**
de Fornax, **290**
de Virgo, 190, *191*, **272-276**
estelares, 168-172
galácticos, 42, 170, 215
globulares, 32, 170, 195t, 197gh, 215, **316**
globular 47 Tucanae, **316**
globular M10, **280**
globular M12, **280**
globular M5, **280**
globular NGC 2808, **322**
Cygnus, 9t, 31, 34, *43*, 45, 65, 146, *153*, **234**, A1

DAC, 27
Dawes, regla de, 204
William, 202
Declinación, 453, 454
Deimos, A10
Delphinus, 65, 146, A1
Delta Cephei, 194t, **234**
Demon Star, **238**
Deneb, 9t, 46, **256**
Desdemona, A10
Despina, A10
Día(s) del año, A14
sideral, 457
solar, 457
Dione, A10
Dispositivo acoplado a la carga, 27
Dorado, 151, A1
Draco, 65, 146, **232**, *232*, A1
Dumbbell en Vulpecula, A5

Eclipse anular, 449, *450*
anular, fotografía, 449
bandas de sombra, 445
fotografía, 446
gallardetes, 445
lunar, 343, *344*, 345t
lunar, fotografía, 344
penachos polares, 445
solar, 444, 448t
solar, fases, *56*
solar, fotografía, 451t, 452t
solar total, 56, *57, 58, 445, 446*
viento solar, 445
Ecuación del tiempo, 458
Ecuador celeste, 12
Elara, A10
Enana blanca, 25, 160
Enceladus, A10
Epimetheus, A10
Equinoccio otoñal, 454
vernal, 454
Equuleus, 65, 147, A1
Eridanus, 9t, 65, 147, **292**, *318*, A1
Escorpión, *véase* Scorpius
Escuadra, *véase* Norma
Escultor, *véase* Sculptor
Eskimo en Géminis, A5
Espectro de Júpiter en Hydra, A5
Estrella(s) binarias astrométricas, 200
binarias eclipsadas, 200
binarias espectroscópicas, 200
coordenadas celestes, 455
curva lumínica, 204
de neutrones, 167
del demonio, **238**
doble 41 Aqr, **314**
dobles, A6, 158, 194t, 196gh, 200, 214
dobles variables, 157
fulgurantes, 207
gigantes, 24
más brillantes, A2
más brillantes, gráfico horario, *10*
próximas, A4
supergigantes, 25
trayectorias, *25*
variables, 158, 194t, 196gh, 204, 212, 214, A7A, A7B, A8
variables de período largo, 205
variables del tipo Mira, 205
Europa, A10

Fases parciales, fotografía, 451
Fénix *véase* Phoenix
Filtro solar, 443, 444, 450
Firmamento, coordenadas, 454t
Flash verde, *59*, 441
Flecha, *véase* Sagitta
Fomalhaut, 9t, **314**
Fornax, 151, A1

Gacrux, **326**
Galatea, A10
Galaxia, 179-191, 195t, 198h, 216
de Andrómeda, 47, *181*, **236**
del Sombrero, **274**
espiral, 183
irregular, 190
Galileo, 339, 391, 513
Galle, A10
Gamma Andromedae, 194t
Virginis, 194t
Ganymede, A10
Gemini, 9t, 13t, 44, 65, 142, A1
Girafa, *224*
Gran Carro, *8*, 12-13t, 21, 34, **228**
Carro, magnitudes, 64t
Fisura, **284**
Nube de Magallanes, 51, *52, 165, 187*, **316, 320**, *322, 332*
Grus, 151, A1
Gum, Colin, **296**

Hadar, 9t
Helene, A10
Helicoidal en Aquarius, A5
Hércules, 45, 65, 147, *252*, A1
Hertzsprung, Ejnar, 24
Hevelius, 142
Hewish, Antony, **246**
Híadas, 42, **240, 264**
de Taurus, 168
Himalia, A10
Horno, *véase* Fornax
Horologium, 151, A1
Hubble, Edwin, 190
Hydra, 65, 147, A1
Hydrus, 151, *318*, A1
Hyperion, A10

Iapetus, A10
IC (catálogo índice), 159
IC 342, **324**
IC 405, 240
IC 410, **240**
IC 434, **268**
IC 1284, *172*
IC 2177, *174*
IC 2602, **324**
IC 4603, **304**
IC 4604, **304**
IC 4606, **304**
IC 4628, *169*, **307**
IC 4725, **282**
IC 4756, **282**
IC 5067-70, *176*
Indus, 151, **332**, A1
Io, A10
Iota Cancri, 194t

Janus, A10
Juliet, A10
Júpiter, 20, 382, *384, 385, 388-390*, A9
anillo, *386*
disco, 384

localización, 370gh-380gh
magnitudes, 64t
misiones a, 387
oposiciones, 391t
satélites, 385, 386, *390*

K Boötis, **230**

Lacerta, 65, 151, A1
Larissa, A10
Leda, A10
Leo, 9t, 44, 65, 143, **246**, A1
Minor, 65, 151, **246**, A1
Lepus, 65, 147, **292**, *292*, A1
Leverrier, A10
Libra, 65, 143, **302**, A1
Liebre, *véase* Lepus
Limbos solares, 441
Línea de absorción, 156
de emisión, 156
espectral, 156
Internacional de Fechas, 460
Lira, *véase* Lyra
Lluvias de meteoros, 431, 432t, 433t, *434*
Lobo, *véase* Lupus
Longitudes planetarias, A11
Luna, 334-364, A10
cara oculta, 347, *366*
cara visible, *346*
cráteres, 348, *348*
creciente, *336*
de tres cuartos, *336*
diámetro, 334
direcciones, 347
eclipses, 343
fases, 334, 337t-339t
llena, *335*
magnitudes, 64t
mapas, 348-366
Mare Imbrium, *341*
misiones tripuladas, 342t
superficie, 339
valles, *350*
Lupus, 148, **302**, A1
Luz estelar, aberración, 457
Lynx, 65, 152, A1
Lyra, 31, 44, 65, 148, A1
Lysithe, A10

M (catálogo de Messier), 159, 217t-219t
M1, *164*, 195t, **240**
M2, **286**
M3, *170*, 195t, **248**
M4, *171*, 172, **304**
M5, 195t, **280**
M6, **306**
M7, **306**
M8, 173, **308**, *310*
M11, *168*, 195t, **282**
M13, 170, 195t, **252**
M15, 170, 195t, **286**
M16, *168*, **270**, *282*
M17, *174*
M18, **282**
M19, **304**
M20, *174*, 195t, **308**
M21, **308**
M22, 195t, **308, 310**
M23, 195t, **282**
M24, 195t, **282**
M25, **282**
M27, *161*, 195t, **254**
en Cetus, A5
M28, **310**
M30, **312**
M31, 29, *32*, 45, *47*, *181*, 195t, **236**, *236*
M32, *47*, *181*, **236**
M33, 45, *181*, 190, **236**
M34, **238**
M35, 195t, **242**
M36, **240**
M37, **240**
M38, *184*, **240**
M39, 195t, **256**
M41, **294**
M42, *37*, 195t, **266**
M44, 195t, **244**, *244*, **270**
M45, 195t, **238**
M46, **270**
M47, **270**
M48, **270**
M49, 195t, **276**
M50, **270**
M51, *182*, 195t, **248**, *248*
M52, **220**
M53, **248**
M54, **311**
M55, **311**
M56, **254**
M57, A5, *160*, 195t, **254**
M58, **276**
M59, **276**
M60, **276**
M61, *182*, **276**
M62, **304**
M63, **248**
M64, *184*, **246, 248**
M65, **274**
M66, **274**
M68, **300**
M69, **310**
M70, **310**
M71, **284**
M72, **286**
M75, **312**
M76, *161*, **222, 236**
M77, **262**, *262*
M78, **268**
M79, 195t, **292**
M80, **304**
M81, 195t, **226**, *226*
M82, **226**, *226*
M83, *184*, **300**
M84, *191*, **276**
M85, **248, 274**
M86, *191*, **276**
M87, *184*, **276**
M88, **276**
M89, **276**
M90, **276**
M92, 195t, **252**
M93, **294**
M94, **248**
M95, **272**
M96, **272**
M97, *161*, **228**, *228*, **246**
M98, **276**
M99, **276**
M100, **248**
M101, *185*, **230**, *230*
M103, *169*, 195t, **220**
M104, *185*, **274**
M105, **272**
M106, *185*, **248**
M107, **280**
M108, *185*, **228, 246**
M109, **228**

Magallanes, Gran Nube, 51, *52*, *165*, *187*, **316, 320, 322, 332**
Pequeña Nube, 51, *52*, *165*, *187*, **316, 320**, *322*, *332*
Magnitud absoluta, 24
aparente, 24
estelar, 214
Manchas solares, 54, *54*, 439, *439*, 440 *440*
Marte, 20, 401, *402*, *404*, A9
American Viking, 403
casquetes polares, 402, *403*
localización, 370gh-380gh
magnitudes, 64t
movimiento retrógrado, 401
oposiciones, 405t
satélites, 403
Medusa, 29
Mel 111, **248**
Mensa, 152, A1
Mercurio, 20, 405, *407*, A9
localización, 370gh, 380gh
magnitudes, 64t
tránsito, *406*, 406
Messier, catálogo, 159, 217t-219t
Meteoroides, 431
Meteoros, 431-437
bola de fuego, 433
esporádicos, 431
trayectoria, *49*
Metis, A10
Microscopium, 152, A1
Mimas, A10
Mimosa, 9t, **326**
Mira, 194t, *210*, **262**
Miranda, 408, A10
Mizar, **228**
Monoceros, 65, 152, A1
Musca, 152, A1

N Hydrae, **298**
Nave Argo, *véase* Argo Navis
Nebulosa(s), 195t, 198h, 216
Anular, **254**
Anular en Lyra, 159, *160*, A5
de absorción, 173
de Aldebarán, **240**
de Burnham, *264*

de California, *174,* **238**
de Dumbbell, *161,* **254**
de emisión, 156, 173
de Eta Carinae, *177,* **324**
de Gum, **296**, *296*
de la Cabeza de Bruja, **268**
de la Cabeza de Caballo, **268**
de la Laguna, *173,* **308**, *310*
de la Lechuza, *161,* **228**
de la Tarántula, *165*
de las Híadas, **240**
de Norteamérica, *176*, **256**
de Omega, **282**
de Orión, 178, **266**, *266,* **268**
de reflexión, 173
de Rosette, *177*
de Saturno, **286**, *286*
del Águila, **270**
del Bucle, **256**
del Cangrejo, *164*, 217t, **240**
del Cono, *175*
del Pelícano, *176*
del Saco de Carbón, **324**
del Velo, **256**
del Velo en Cygnus, *164*
Helicoidal, *162,* **314**
NGC 2070, **320**, *320*
NGC 7293, *162*
Omega, *174*
planetaria, 159, 215
Trífida, *174,* **308**
Variable de Hind, **264**, *264*
Variable de Hubble, *269*
Neptuno, 411, *412, 415*, A9
anillos, *413*
Gran Mancha Oscura, 412
magnitudes, 64t
Nereid, A10
NGC (New General Catalogue), 159
NGC 55, **288**
NGC 103, **238**
NGC 104, *187,* **290, 316**, *316*
NGC 133, **220**
NGC 146, **220**
NGC 188, **234**
NGC 205, *47, 181*
NGC 221, **236**
NGC 224, **236**
NGC 246, **260**, A5
NGC 247, **288**
NGC 253, *186*
NGC 254, **288**
NGC 288, **288**
NGC 362, *187,* **316**
NGC 436, **220**
NGC 457, **220**
NGC 581, **220**
NGC 598, **236**
NGC 615, **262**
NGC 650, **222, 236**
NGC 869, **222**
NGC 884, **222**
NGC 957, **222**
NGC 1068, **262**, *262*
NGC 1220, **238**
NGC 1300, **264, 290**, *290*
NGC 1316, **290**
NGC 1317, **290**
NGC 1355, *186*
NGC 1365, **290**
NGC 1499, *174,* **238**
NGC 1501, **224**
NGC 1502, **224**
NGC 1528, **238**
NGC 1535, **264**, A5
NGC 1554-55, **264**
NGC 1555, *264*
NGC 1637, **264**
NGC 1647, **240**
NGC 1792, **292**
NGC 1851, **292**
NGC 1952, *240*
NGC 1976, **266**
NGC 1980, **268**
NGC 1981, **268**
NGC 2023, **268**
NGC 2068, **268**
NGC 2070, *187,* **320**
NGC 2090, **292**
NGC 2158, **242**
NGC 2168, **242**
NGC 2237, *177,* **268**
NGC 2244, *177,* **268**
NGC 2261, *269*
NGC 2264, *175,* **268**
NGC 2287, **294**
NGC 2301, **269**
NGC 2335, **270**
NGC 2343, **270**

NGC 2392, **242**, *242*, A5
NGC 2403, **224**
NGC 2419, **242**
NGC 2422, **270**
NGC 2437, **270**
NGC 2438, **270**
NGC 2440, **270**
NGC 2447, **294**
NGC 2467, **294**
NGC 2477, **294**
NGC 2506, **270**
NGC 2539, **270**
NGC 2548, **270**
NGC 2632, **244**, *244*
NGC 2682, **270**
NGC 2683, **244**
NGC 2859, **244**
NGC 2903, **244**
NGC 2976, **226**
NGC 2997, *188*
NGC 3031, **226**
NGC 3034, 226
NGC 3077, **226**
NGC 3110, *163*
NGC 3132, **298**, A5
NGC 3185, *246*
NGC 3187, *246*
NGC 3190, *246*
NGC 3193, *246*
NGC 3242, **272**, A5
NGC 3324, **324**
NGC 3351, **272**
NGC 3368, **272**
NGC 3372, *177,* **324**
NGC 3379, **272**
NGC 3532, **324**
NGC 3556, **228**
NGC 3587, **228**, *228*
NGC 3593, **274**
NGC 3623, **274**
NGC 3627, **274**
NGC 3628, **274**
NGC 3766, **324**
NGC 3918, **326**
NGC 3953, 228
NGC 3992, **228**
NGC 4038, **274**
NGC 4039, **274**
NGC 4192, **276**
NGC 4254, **276**
NGC 4258, **248**
NGC 4303, **276**
NGC 4321, **248**
NGC 4374, **276**
NGC 4382, **248, 274**
NGC 4406, **276**
NGC 4438, *191*
NGC 4472, **276**
NGC 4486, **276**
NGC 4501, **276**
NGC 4552, **276**
NGC 4559, **248**
NGC 4565, *189,* **248**
NGC 4569, **276**
NGC 4579, **276**
NGC 4590, **300**
NGC 4594, **274**
NGC 4621, **276**
NGC 4649, **276**
NGC 4665, **282**
NGC 4736, **248**
NGC 4755, **326**, *326,* **327**
NGC 4826, **248**
NGC 4874, **248**
NGC 4889, **248**
NGC 5024, **248**
NGC 5053, **248**
NGC 5055, **248**
NGC 5128, *188,* **300**
NGC 5194, **248**, *248*
NGC 5195, *248*
NGC 5236, **300**
NGC 5253, **300**
NGC 5272, **248**
NGC 5364, **278**, *278*
NGC 5367, **300**
NGC 5457, **230**, *230*
NGC 5460, **302**
NGC 5740, **278**
NGC 5746, **278**
NGC 5806, **278**
NGC 5813, **278**
NGC 5831, **278**
NGC 5838, **278**
NGC 5846, **278**
NGC 5850, **278**
NGC 5854, **278**
NGC 5864, **278**
NGC 5904, **280**
NGC 5907, *189,* **230**

NGC 6058, **252**
NGC 6093, **304**
NGC 6121, **304**
NGC 6124, **307**
NGC 6144, **304**
NGC 6171, **280**
NGC 6193, **307**
NGC 6205, **252**
NGC 6207, **252**
NGC 6210, **252**, A5
NGC 6213, *169*, **307**
NGC 6218, **280**
NGC 6229, **252**
NGC 6242, **307**
NGC 6254, **280**
NGC 6266, **304**
NGC 6273, **304**
NGC 6281, **307**
NGC 6284, **304**
NGC 6293, **304**
NGC 6341, **252**
NGC 6405, **306**
NGC 6453, **307**
NGC 6475, **306**
NGC 6494, **282**
NGC 6514, **308**
NGC 6520, *169*
NGC 6522, *306*
NGC 6523, **308**, *310*
NGC 6528, *306*
NGC 6530, **308**
NGC 6543, A5
NGC 6544, **308**
NGC 6553, **308**
NGC 6572, A5
NGC 6589, *172*, **282**
NGC 6590, *172*, **282**
NGC 6603, **282**
NGC 6611, **270**
NGC 6613, **282**
NGC 6624, **310**
NGC 6626, **310**
NGC 6633, **282**
NGC 6637, **310**
NGC 6638, **310**
NGC 6642, **310**
NGC 6652, **310**
NGC 6656, **308**
NGC 6681, **310**
NGC 6705, **282**
NGC 6709, **282**
NGC 6715, **311**
NGC 6720, A5
NGC 6726, **311**
NGC 6727, **311**
NGC 6729, **311**
NGC 6779, **254**
NGC 6781, *161*, **284**
NGC 6803, **284**
NGC 6804, **284**
NGC 6809, **311**
NGC 6818, **284**, A5
NGC 6822, **284**
NGC 6826, **256**, A5
NGC 6838, *254*, **284**
NGC 6853, **254**, A5
NGC 6864, **312**
NGC 6891, **284**
NGC 6939, **234**
NGC 6946, *189*, **234**
NGC 6960, *164*, **256**
NGC 6979, **256**
NGC 6981, **286**
NGC 6992, **256**
NGC 6992-95, *164*
NGC 6995, **256**
NGC 7000, *176*, **256**
NGC 7006, **286**
NGC 7009, **286**, *286*, A5
NGC 7078, **286**
NGC 7089, **286**
NGC 7092, **256**
NGC 7099, **312**
NGC 7209, **258**
NGC 7293, 4, *162*, **314**, *314*, A5
NGC 7296, **258**
NGC 7331, *258*
NGC 7343, **258**
NGC 7635, **220**, *220*
NGC 7640, **258**
NGC 7654, **220**
NGC 7662, **258**, A5
NGC 7789, **220**
Norma, 152, A1
Norris, Russell Henry, 24
Novas, 160, 215
Nutación, 457

Oberon, *411*, A10
Octans, 152, **330**, A1

Octava exposición en Vela, A5
Ojo del Gato en Andrómeda, A5
  en Draco, A5
  en Eridanus, A5
  en Hércules, A5
Omega Centauri, **300**, *302*
Ophelia, A10
Ophiuchus, 65, 148, **306**, A1
Orión, 9t, 13t, 18, *35-38*, 40, 41, 65, 148, A1
  cinturón, 40
  espada, 40
  hombro, 40
  Nube Molecular, **268**
Osa Mayor, *véase* Ursa Major
  Menor, *véase* Ursa Minor

Paloma, *véase* Columba
Pan, A10
Pandora, A10
Paralaje trigonométrico, 24
Parsec, 24
Pasiphae, A10
Pavo, 152, **330**, *330*, A1
Pegasus, *18*, 29, 13t, 65, 148, **258**, A1
Pequeña Joya en Sagittarius, A5
  Nube de Magallanes, 51, *52*, *165*, *187*, **316**, **320**, *322*, *332*
Pequeño Carro, **230**
  Carro, magnitudes, 64t
Período corto, A8
  largo, A7A, A7B
Perseus, 29, 65, 149, *222*, A1
Pez del Sur, *véase* Piscis Austrinus
Pez Volador, *véase* Volans
Phobos, A10
Phoenix, 152, A1
  constelación, **314**
Pictor, 152, A1
Piscis, 65, 144, **260**, *260*, A1
  Austrinus, 9t, 149, A1
Planetaria titilante en Cygnus, A5
Planetas, localización, 367-381
  menores, 428
  observación, 383-418
  propiedades, A9
Pléyades, *33*, 34, *41*, 42, 168, **238**, *238*
Plutón, *415-418*
  atmósfera, 417
  magnitudes, 64t
  masa, 416
  tamaño, 417
Polaris, 13, 21, **222**
  altitud, 22
Pollux, 9t, 44, **242**
Polo celeste, 12
  sur galáctico, **288**
Popa, *véase* Puppis
Portia, A10
Praesepe, **244**, *244*, **270**
Precesión 456
Procyon, 9t, **270**, *270*
Prometheus, A10
Prominencia, fotografía, 451
  solar, *442*, 443
Proteus, A10
Próxima Centauri, **328**, *328*
PSR 083345, **296**
Ptolomeo, 141
Puck, A10
Púlsars, 167, 212, 215
Punteros, 12
Puppis, 44, 141, 152, **294**, A1
Pyxis, 141, 152, A1

Quarks, 167
Quásars, 191, 216
  3C 273, *192*, **276**
  3C 279, **278**
  PKS 2000-330, **312**
Quilla, *véase* Carina

R Boötis, 206
R Coronae Borealis, 207, *211*, **250**
R CrB, 207
R Leo, **272**
  Minoris, **244**
R Scuti, 207
Regulus, 9t, 13, **272**
Reloj, *véase* Horologium
Reticulum, 152, A1
Rhea, A10
Rigel, 9t, 13t, 18, **266**
Rigil Kent, 9t

Rischa, **262**
Rosalind, A10
RR Lyrae, 194t, *206,* **254**
  variables, 206
RS Canum Venaticorum, 207
RY de Draco, **228**

S Doradus, **320**
Saco de Carbón, *51*
  de Carbón del Norte, **256**
Sagitta, 65, 149, A1
Sagittarius, 46, 65, 144, *311*, A1
Satélites planetarios, A10
Saturno, 20, 391, *392-396*, A9
  anillos, 392
  disco, 394
  en Aquarius, A5
  localización, 370gh, 380gh
  magnitudes, 64t
  satélites, 395
Scheat, **258**
Schmidt, Maarten, 191
Scorpius, 9t, 46, *48*, 65, 143, **302**, A1
Sculptor, 153, *288*, A1
Scutum, 153, A1
Segundo anillo, fotografía, 452t
Serpens, 150, A1
  Caput, 65
  Cauda, 65
Sextans, 65, 153, A1
Shapley Harlow, 181, **316**
Siete Hermanas, *33*, 34
Sinope, A10
Sirius 9t, 13t, 18, 42, 44, **269, 294**
  magnitudes, 64t
Situación, definición, 7
SN 1987A, *165*
Sol, *53*-59, 438-*439*, 452
  corona, 444
  filtro H-alpha, *55*
  fotografía, *459*
  fulguraciones, 441
  magnitudes, 64t
  superficie, 438, *442*
Spica, 9t, 44, **278**
SS Cygni, 205, *208*
  Cygni, curva lumínica, *204*
Supernova, 162, 215
  1987A, *166, 320*
SX Phe, **288**

T Pyx, **296**
  Tauri, **264**, *264*
Tau, **240**
Taurus, 9t, 41, 65, 142, *143, 240*, A1
Telescopium, 153, A1
Telesto, A10
Temperaturas estelares, 155
Tethys, A10
Thalassa, A10
Thebe, A10
Thuban, **230**
Tiempo estándar, 458
  sideral, 456, 457
  solar, 458
  Universal, 459
Tierra, A9
Tipo espectral, 156, *158*, A3
Tirion, Wil, 213
Titan, A10
Titania, A10, *411*
Titilación, definición, 7
Triangulum, 65, 150, A1
  Australe, 153, A1
Triton, 413, *414, 415*, A10
Tucana, 153, A1
Tycho, *343*
  Supernova, **220**

U Sagittae, **284**
Umbriel, A10
Unicornio, *véase* Monoceros
Urano, 407, *408*, A9
  anillos, *410*
  magnitudes, 64t
Ursa Major, *21*, 22, 44, 65, 150, A1, **246**
  Minor, 22, 65, 150, A1
UV Ceti, 207, **262**

V Vulpeculae, 207
Vega, 9t, 31, 43, 44-46, **232**
  magnitudes, 64t
Vela, 141, A1
Venus, 20, 397-*400*, A9
  atmósfera, 398

  localización, 370gh-380gh
  magnitudes, 64t
  nubes, 398, *399*
  tránsitos, 400
Vía Láctea, 29, *31*, 34, *178*, 179-191, 215, *307, 327*
  Láctea, parte meridional, **322**
Viento solar, 420
Virgo, 9t, 44, 65, 143, A1
Volans, 154, A1
Voyager 2, *408, 410*, 413
Vulpecula, 5, 154, A1

Wolf 359, **272**

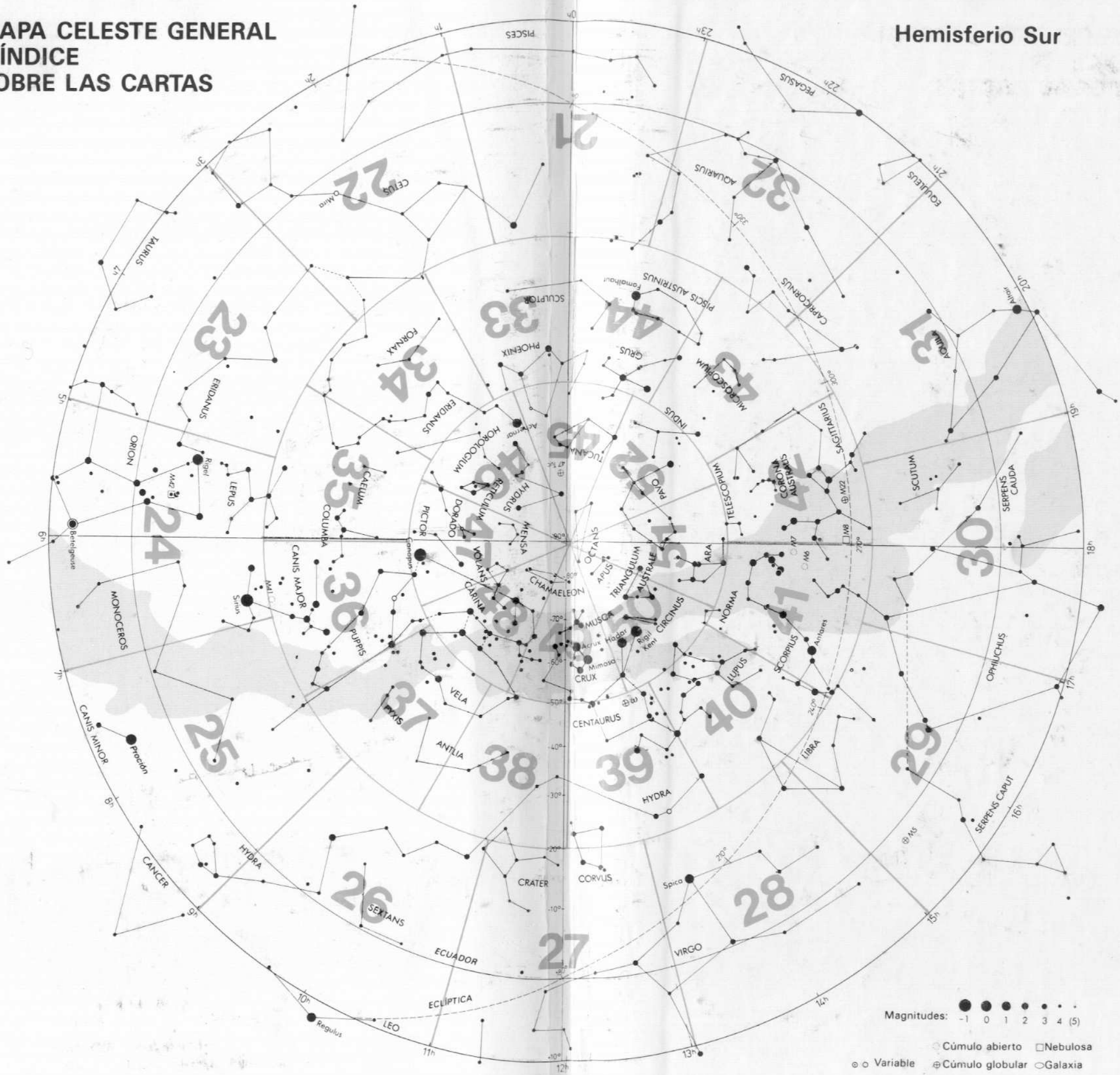
X Cygni, curva luminosa, 206
X-1 Cygni, 206

YZ Canis Minoris, 207

Zeta Geminorum, 194t
  Puppis, 44
Zonas de Tiempo, conversión, 460t
Zorra, *véase* Vulpecula

MAPA CELESTE GENERAL E ÍNDICE SOBRE LAS CARTAS

Hemisferio Sur



Magnitudes: -1 0 1 2 3 4 (5)

○ Cúmulo abierto □ Nebulosa

⊙ ○ Variable ⊕ Cúmulo globular ○ Galaxia

1042035

Si usted desea saber...

• Cómo encontrar e identificar estrellas, planetas, cúmulos estelares, nebulosas y galaxias • Qué estrellas y planetas brillantes son visibles en una noche dada • La historia vital de las estrellas • Cómo identificar cráteres y otros accidentes en la superficie lunar • Cómo observar y fotografiar sin peligro el sol y los eclipses solares • Cuándo y dónde serán visibles los próximos eclipses • Cómo fotografiar cometas y otros objetos celestes • Cómo medir el tiempo por el sol y las estrellas.

GUÍA DE CAMPO DE LAS ESTRELLAS Y LOS PLANETAS DE LOS HEMISFERIOS NORTE Y SUR

Esta es la nueva y completa edición de la obra que usted necesita. La guía de bolsillo sobre el firmamento más clara, completa y puesta al día.

Incluye:

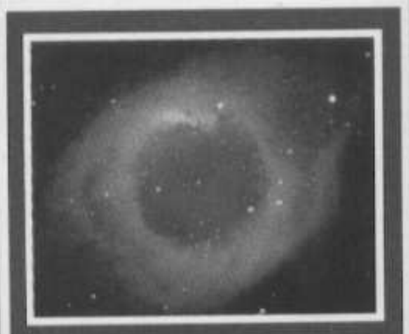
- Un breve recorrido introductorio al firmamento nocturno
- 72 nuevos mapas celestes mensuales, fáciles de utilizar por observadores en ambos hemisferios
- Una nueva colección de 52 cartas del firmamento entero, con descripción de los objetos que usted puede ver en cada región
- 9 mapas detallados de la superficie lunar (incluyendo la cara oculta)
- Gráficos horarios especiales que muestran cuándo son visibles las estrellas, cúmulos estelares, nebulosas, galaxias y planetas más brillantes
- 128 fotografías en color de los objetos celestes más interesantes
- Tablas c ormaciones

Biblioteca Pública de Cádiz
Sig.: 524 PAS gui
Tít.: Guía de campo de las estre
Aut.: Pasachoff, Jay M.
Cód.: 1342035 Reg.:

-0992-8
9"788428"209922

EDI
Pla

PASACHOFF
MENZEL



GUÍA DE CAMPO
DE LAS ESTRELLAS Y LOS PLANETAS
DE LOS HEMISFERIOS NORTE Y SUR

524
PAS
gui