

Anuario del Observatorio Astronómico 2010



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



ANUARIO
DEL
OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO
DE MADRID
PARA 2010

Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid / Instituto Geográfico Nacional. – Madrid (General Ibáñez de Ibero, 3. M-28003) : I. G. N., 1860. – . – **20** cm. – Publicación anual. – NIPO: **162-09-....**. – ISSN: **0373-...**

1. Astronomía I. España. Instituto Geográfico Nacional. 52.

Programa editorial 2009
Depósito legal: **M. 7.390-1958**
NIPO: **162-09-....**.
ISSN: **0373-...**

Cubierta: Imagen de Los Ángeles, California (U.S.A.) tomada desde el Observatorio Mount Wilson el 30 de noviembre de 2008. En ella podemos apreciar como las luces de la ciudad ocultan las estrellas de menor brillo, permitiendo ver únicamente los planetas Venus y Júpiter, izquierda y derecha respectivamente, y la Luna en su fase de cuarto creciente. Cortesía de David Jurasevich (Mt. Wilson Observatory), página web www.starimager.com.



Ministerio de Fomento
Instituto Geográfico Nacional

ANUARIO
DEL
OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO
DE MADRID
PARA 2010



POSICIONES GEOGRÁFICAS

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID

*(Centro del piso de la rotonda del Observatorio)*¹

Latitud 40°24'30"0
 Longitud² -14^m45;10 ... -03°41'16"5
 Altitud 655,36 m

CENTRO ASTRONÓMICO DE YEBES

(Centro del radomo del radiotelescopio)

Latitud 40°31'31"2
 Longitud -12^m21;15 ... -03°05'17"3
 Altitud 931 m

ESTACIÓN DE OBSERVACIÓN

DE CALAR ALTO

(Coordenadas del telescopio de 1,52 m)

Latitud 37°13'27"1
 Longitud -10^m11;59 ... -02°32'53"9
 Altitud 2.165 m

¹Estas coordenadas se refieren a la señal NP26 de la nivelación de precisión que enlaza el nivel medio del mar en Alicante y Madrid. Dicha señal es un clavo de bronce empotrado en el centro de la rotonda del "Edificio Villanueva", sede del Observatorio Astronómico de Madrid, y al nivel de su planta baja. Este punto es también el *datum* (punto fundamental) de la red geodésica española basada en el elipsoide de Struve.

²La longitud se considera positiva al Este y negativa al Oeste del meridiano que pasa por Greenwich.

PRÓLOGO

El 3 de abril de 2009 el radiotelescopio de 40 metros de Yebes participó por primera vez en un experimento de interferometría de muy larga base con los radiotelescopios conectados en tiempo real, mediante líneas de muy alta capacidad, al centro de correlación del Instituto Conjunto Europeo para VLBI (JIVE) en Holanda. Esta técnica se conoce con el nombre de VLBI electrónico (e-VLBI). El experimento se realizó durante las observaciones “100 horas de astronomía” que se organizaron con participación de los mayores observatorios del mundo en el marco del Año Internacional de la Astronomía. El éxito obtenido en Yebes durante esta campaña ha sido continuado mediante la participación sistemática del radiotelescopio de 40 metros en la red electrónica de VLBI europeo (e-EVN).

Una vez concluida la ampliación del edificio de oficinas y laboratorios en el Centro Astronómico de Yebes, se está terminando de instalar la gran cámara anecoica en el edificio-almacén anejo al radiotelescopio de 40 metros. En el Real Observatorio de Madrid se está ultimando la exposición permanente de la nueva sala-museo de Astronomía y Ciencias de la Tierra cuya inauguración está prevista para el otoño del 2009.

El pasado 14 de mayo tuvo lugar el lanzamiento del telescopio Herschel desde el Puerto Espacial de la ESA en Kourou, en la Guayana Francesa. Herschel, el mayor y más potente telescopio infrarrojo jamás lanzado al espacio, es una misión pionera para estudiar el origen y la evolución de las estrellas y galaxias. El OAN ha participado muy activamente tanto en la construcción de los amplificadores de su detector heterodino HIFI como en la definición del programa científico del telescopio. En el momento de redactar estas líneas ya se han recibido los primeros espectros obtenidos por este instrumento, espectros que tienen una calidad excelente.

En Atacama (Chile) continua la construcción del observatorio ALMA, y ya se dispone allí de una docena de antenas en diferente estado de montaje. El 30 de abril de 2009 se obtuvieron las primeras franjas de interferencia utilizando dos de estas antenas. En España la producción de amplificadores HEMT (realizada por el OAN) para los receptores que se construyen en Europa avanza sin ninguna incidencia. Finalmente, continúan los trabajos preparatorios para la participación del OAN en el proyecto japonés de VLBI espacial VSOP2/ASTRO-G mediante la posible conversión de la antena de 14 m de Yebes en una estación de seguimiento del radiotelescopio espacial.

Rafael Bachiller García

Director del Observatorio Astronómico Nacional

Julio de 2009

CAMBIOS RESPECTO DE LAS EDICIONES PRECEDENTES

La modificación más destacable respecto de la edición anterior es la actualización de las tablas de Tiempo Oficial referido a Tiempo Universal, estas tablas se encuentran dentro del apartado dedicado a los husos horarios en el capítulo de calendarios y tiempos.

Otros cambios destacables se han realizado en los capítulos dedicados a los fenómenos astronómicos y a los planetas, donde, gracias al esfuerzo del astrónomo Tomás Alonso Albi, hemos modificado las figuras de la visibilidad de los planetas mes a mes y de las trayectorias de los planetas exteriores a lo largo del año, mejorando el aspecto visual y añadiendo información adicional.

En el capítulo de objetos menores hemos incluido un nuevo planeta enano, el plutoide Haumea. El anuncio de esta nueva clasificación fue realizado el 17 de setiembre de 2008 por la Unión Internacional de Astronomía (IAU) y sitúa a Haumea como el quinto planeta enano en el Sistema Solar.

El texto ha sido procesado y maquetado con pdfLaTeX bajo Linux y las ilustraciones han sido realizadas con diversos programas de dominio público.

Información relativa al Observatorio Astronómico Nacional (OAN) puede ser obtenida a través de internet en http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Astronomia/. En tal dirección electrónica se encuentran sucintas descripciones de las sedes que componen el OAN y de las principales áreas de investigación científica y tecnológica, además de información al público relativa a efemérides astronómicas y visitas a las sedes del OAN. También figura información sobre el Anuario, como el índice y la fe de erratas de la última edición.

La correspondencia sobre el ANUARIO debe ser enviada a:

*Anuario del Observatorio Astronómico
C/ Alfonso XII, 3
28014 Madrid*

La correspondencia relativa a los artículos de divulgación debe ser enviada al autor correspondiente.

María Sánchez Ramos. Astrónoma.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL

Alfonso XII, 3

28014 Madrid

Astrónomos del OAN a fecha de 1 de julio de 2009:

Albo Castaño, Carlos

Alcolea Jiménez, Javier, *Jefe de servicio*

Bachiller García, Rafael, *Director del Observatorio Astronómico Nacional*

Barbas Calvo, Laura

Barcía Cancio, Alberto, *Ingeniero Geógrafo, Jefe de área*

Bolaño González, Rubén

Bujarrabal Fernández, Valentín, *Jefe de servicio*

Colomer Sanmartín, Francisco, *Jefe de servicio*

Desmurs, Jean-François

Diez González, María del Carmen

Fuente Juan, María Asunción

Gallego Puyol, Juan Daniel, *Jefe de servicio*

García Burillo, Santiago, *Jefe de servicio*

García García, Roberto

Gómez González, Jesús, *Subdirector General de Astronomía, Geodesia y Geofísica*

Lahulla Fornies, José Félix

López Fernández, Isaac, *Jefe de servicio*

López Fernández, José Antonio, *Jefe de área*

López Pérez, José Antonio, *Jefe de servicio*

Malo Gómez, Inmaculada

Planesas Bigas, Pere, *en servicios especiales en ALMA (ESO)*

del Río Santos, Gerardo

Sánchez Ramos, María

Serna Puente, José Manuel

Soria Ruiz, Rebeca

Tafalla García, Mario, *Jefe de servicio*

Tercero Martínez, Félix, *Jefe de servicio*

Usero Villanueva, Antonio

de Vicente Abad, Pablo, *Jefe de servicio*

Direcciones postales del OAN

Sede principal:

Observatorio Astronómico Nacional
Alfonso XII, 3
28014 Madrid

Sede en el campus de la Universidad de Alcalá:

Observatorio Astronómico Nacional
Apartado 112
28803 Alcalá de Henares

Gran Instalación Científica:

Centro Astronómico de Yebes
Apartado 148
19080 Guadalajara

Observatorios con participación del OAN en España:

Observatorio de Calar Alto
Observatorio Astronómico Nacional
Apartado 793
04080 Almería

Observatorio de Pico Veleta
Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM)
Avenida Divina Pastora, 7 (núcleo central)
18012 Granada

Índice temático

Fenómenos astronómicos:

Resumen	13
Visibilidad de los planetas	18
Ocultaciones por la Luna	33
Fenómenos día a día	39
Eclipses de Sol y de Luna	65

Calendarios y tiempos:

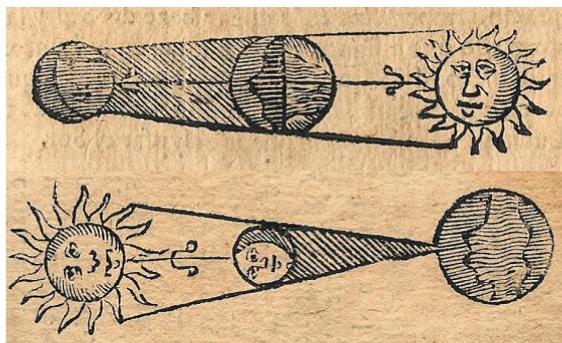
Calendarios	81
Tiempos	95
Escalas de tiempo	96
Husos horarios	104
Tablas de tiempos	110

Efemérides astronómicas:

El Sol:	
Datos solares	125
Efemérides	130
Fórmulas, ortos, ocasos, etc	144
La Luna:	
Datos lunares	157
Efemérides	161
Fórmulas, ortos, ocasos, etc	175
Los planetas:	
Datos planetarios	182
Efemérides de los planetas	188
Fórmulas, ortos, ocasos, etc	204
Satélites naturales:	
Datos de los satélites	209
Satélites de Júpiter	224
Tabla de equivalencias para distancias	230
Objetos menores del sistema solar:	
Planetas enanos	232
Asteroides	242
Cometas	257
Meteoros y lluvias de meteoros	268
Efemérides estelares:	
Estrella Polar	271
Mínimos de Algol y β Lyr	276
Máximos de variables tipo Mira	277

Catálogos:	
Constelaciones	282
Estrellas:	292
Brillantes	297
Dobles	302
Variables	304
Relación entre magnitud y brillo	309
Conversión de distancias en la Vía Láctea	310
Vía Láctea:	
Características de la Vía Láctea	312
Cúmulos estelares	314
Nebulosas	316
Catálogo de Messier de objetos difusos	321
Objetos extragalácticos	325
La Tierra:	
Datos terrestres	337
Elipsoides de referencia	339
Posiciones geográficas de ciudades	342
Posiciones geográficas de observatorios	344
Tablas complementarias:	
Corrección de coordenadas astronómicas:	
Tablas y fórmulas de precesión	350
Fórmulas de nutación y aberración	353
Corrección de refracción atmosférica	354
Tablas de constantes físicas y astronómicas	356
Interpolación numérica	358
Moléculas interestelares	362
Artículos de divulgación:	
Arte y Astronomía	
por <i>Montserrat Villar Martín</i>	369
El lado oscuro de la luz	
por <i>Francisco Colomer Sanmartín</i>	383
Índice alfabético	403

FENOMENOS ASTRONOMICOS



FENÓMENOS ASTRONÓMICOS

En esta sección figuran: un resumen de las efemérides y fenómenos astronómicos más relevantes del año, una lista mes a mes de diversos fenómenos astronómicos junto con un mapa celeste mostrando el aspecto del cielo tras anochecer, y, finalmente, una descripción de los eclipses de Sol y de Luna que tendrán lugar durante el año.

CONVENIOS

Tanto en esta sección como en el resto del ANUARIO se han utilizado los siguientes convenios:

- La **escala de tiempos** usada para dar los **instantes** y las **fechas** de todas las efemérides es la escala de **Tiempo Universal** (UT1), salvo si se indica otra.
- Con respecto a las **coordenadas geográficas**, la **latitud** se considera positiva al Norte y negativa al Sur del ecuador terrestre, tomando valores entre -90° y $+90^\circ$. La **longitud** está referida al meridiano de Greenwich; se considera **positiva** al **Este** y negativa al Oeste de dicho meridiano, tomando valores entre -180° y $+180^\circ$ o entre -12^h y $+12^h$.

El argumento de algunas de las ecuaciones depende del **día juliano**, el cual se considera referido al meridiano de Greenwich y a la escala de Tiempo Universal. Para este año es válida la relación:

$$\text{día juliano} = 2455196,5 + \text{día del año} + \text{TU}/24^h$$

Efemérides y fenómenos astronómicos relevantes durante el año

Inicio de las estaciones

El inicio de las estaciones viene dado, por convenio, por los instantes en que la longitud eclíptica aparente del Sol toma unos determinados valores. Tales instantes corresponden a cuando el Sol culmina a una altura máxima o mínima sobre el horizonte (solsticio de verano y de invierno, respect.) y a cuando las duraciones del día y de la noche coinciden, salvo efectos de refracción (equinoccios de primavera y de otoño). El día del mes en que se inicia una determinada estación puede encontrarse, a lo sumo, en cuatro fechas distintas. En la tabla siguiente se indican los inicios de las estaciones más prematuros y más tardíos en este siglo y el anterior.

Fechas extremas de inicio de las estaciones					
Siglo	Año	Primavera Marzo	Verano Junio	Otoño Setiembre	Invierno Diciembre
XX (1901-2000)	2000	20 ^d 07 ^h 35 ^m	21 ^d 01 ^h 48 ^m	22 ^d 17 ^h 28 ^m	21 ^d 13 ^h 37 ^m
	1903	21 ^d 19 ^h 15 ^m	22 ^d 15 ^h 05 ^m	24 ^d 05 ^h 44 ^m	23 ^d 00 ^h 21 ^m
XXI (2001-2100)	2096	19 ^d 14 ^h 03 ^m	20 ^d 06 ^h 31 ^m	21 ^d 22 ^h 55 ^m	20 ^d 20 ^h 46 ^m
	2003	21 ^d 01 ^h 00 ^m	21 ^d 19 ^h 10 ^m	23 ^d 10 ^h 47 ^m	22 ^d 07 ^h 04 ^m

La duración de las estaciones apenas varía de un año a otro. En la tabla siguiente se indican los días de permanencia en cada estación para este año.

Perihelio y afelio

El instante de mayor acercamiento entre el Sol y la Tierra se denomina perihelio y se da entre los días 1 y 5 de enero. El mayor acercamiento al Sol en este siglo se dará el 5 de enero de 2020. El instante de mayor alejamiento se denomina afelio y se da entre los días 2 y 7 de julio. El mayor alejamiento del Sol en este siglo se dará el 4 de julio de 2019.

Fases de la Luna

El inicio de las fases de la Luna viene dado, por convenio, por los instantes en que la longitud eclíptica geocéntrica del Sol y de la Luna difieren en unos ángulos dados (0°, 90°, 180°, 270°). Cuando coinciden se da la Luna Nueva, instante en el cual en ocasiones se produce un eclipse solar. Cuando difieren en 180° se da la Luna Llena, instante en el cual en ocasiones se produce un eclipse lunar.

Efemérides y fenómenos astronómicos relevantes en 2010

Inicio de las estaciones

Hemisferio boreal	Fecha y hora en Tiempo Universal (TU)	Hemisferio austral	duración en días
Primavera	20 de marzo a las 17 ^h 32 ^m	Otoño	92,75
Verano	21 de junio a las 11 ^h 28 ^m	Invierno	93,65
Otoño	23 de setiembre a las 03 ^h 09 ^m	Primavera	89,85
Invierno	21 de diciembre a las 23 ^h 38 ^m	Verano	88,99

Órbita de la Tierra

Perihelio (distan. mínima)	3 de enero a las 0 ^h TU	0,983289 UA
Afelio (distan. máxima)	6 de julio a las 11 ^h TU	1,016703 UA

UA = Unidad Astronómica = 149 597 870 km

Fases de la Luna

Luna nueva		Cuarto crec.		Luna llena		Cuarto meng.	
mes	día h m	mes	día h m	mes	día h m	mes	día h m
						Ene	07 10 39
Ene	15 07 11	Ene	23 10 53	Ene	30 06 18	Feb	05 23 48
Feb	14 02 51	Feb	22 00 42	Feb	28 16 38	Mar	07 15 42
Mar	15 21 01	Mar	23 11 00	Mar	30 02 25	Abr	06 09 37
Abr	14 12 29	Abr	21 18 20	Abr	28 12 18	May	06 04 15
May	14 01 04	May	20 23 43	May	27 23 07	Jun	04 22 13
Jun	12 11 15	Jun	19 04 29	Jun	26 11 30	Jul	04 14 35
Jul	11 19 40	Jul	18 10 11	Jul	26 01 37	Ago	03 04 59
Ago	10 03 08	Ago	16 18 14	Ago	24 17 05	Set	01 17 22
Set	08 10 30	Set	15 05 50	Set	23 09 17	Oct	01 03 52
Oct	07 18 44	Oct	14 21 27	Oct	23 01 37	Oct	30 12 46
Nov	06 04 52	Nov	13 16 39	Nov	21 17 27	Nov	28 20 36
Dic	05 17 36	Dic	13 13 59	Dic	21 08 13	Dic	28 04 18

Eclipses

Fecha	Astro	Tipo	Visibilidad
Ene 15	Sol	anular	Europa oriental, Asia y la mayor parte de África.
Jun 26	Luna	parcial	Sureste Asia, Australia, Océano Pacífico y América.
Jul 11	Sol	total	Océano Pacífico Sur y el extremo meridional de Sudamérica.
Dic 21	Luna	total	Asia septentrional, Australia, Océano Pacífico, América, Europa y África occidental.

En 2011 habrá cuatro eclipses de Sol y dos de Luna. El próximo eclipse solar visible en España tendrá lugar el día 4 de enero de 2011. El próximo eclipse total de Luna visible en España en todas sus fases será el de 28 de setiembre de 2015.

Mercurio

		Máximas elongaciones					
Oeste		Este		Oeste		Este	
Ene	27 24°8	Abr	8 19°3	May	26 25°1	Ago	7 27°4
Set	19 17°9	Dic	1 21°5				

El día 19 de setiembre la máxima elongación oeste alcanza uno de sus valores extremos (17°52') durante los años 1990 a 2020.

Órbita		Brillo máximo (magnitud V)	
Estacionario	Abr 18, Ago 20, Dic 10		
Conjunción inferior	Ene 4, Abr 28, Set 3, Dic 20		Mar 15 -1,8
Estacionario	Ene 15, May 11, Set 12, Dic 30		Jun 28 -2,1
Conjunción superior	Mar 14, Jun 28, Oct 17		Oct 16 -1,4
Afelio	Feb 13, May 12, Ago 8, Nov 4		
Perihelio	Mar 29, Jun 25, Set 21, Dic 18		

El próximo tránsito de Mercurio por delante del Sol se producirá el 9 de mayo de 2016.

Venus

Órbita			Brillo máximo (magnitud V)	
Conjunción superior	Ene 11	1,711 UA		
Máxima elongación Este	Ago 20	46°0	Set 27	-4,5
Estacionario	Oct 7		Dic 2	-4,5
Conjunción inferior	Oct 29			
Estacionario	Nov 16			
Afelio	Ene 24, Set 6			
Perihelio	May 16, Dic 27			
Máximo acercamiento a la Tierra	Oct 29	0,27150 UA		

El próximo tránsito de Venus por delante del Sol se producirá el 6 de junio de 2012.

Marte

Órbita			Brillo máximo (magnitud V)	
Máximo acercamiento a la Tierra	Ene 27	0,66398 UA		
Oposición	Ene 29	0,665 UA		
Estacionario	Mar 11		Ene 29	-1,3
Afelio	Mar 30		1,666 UA	
En nodo descendente	Set 6			
Estaciones en el hemisferio Norte:				
Solsticio de verano	May 13			
Equinoccio de otoño	Nov 12			

Planetas exteriores

Planeta	Conjunción	Estacionario	Oposición	Estacionario	Conjunción
Júpiter	Feb 28 ^d 11 ^h	Jul 24 ^d 4 ^h	Set 21 ^d 11 ^h	Nov 19 ^d 6 ^h	
Saturno		Ene 14 ^d 19 ^h	Mar 22 ^d 0 ^h	May 31 ^d 16 ^h	Oct 1 ^d 0 ^h
Urano	Mar 17 ^d 7 ^h	Jul 6 ^d 1 ^h	Set 21 ^d 17 ^h	Dic 6 ^d 10 ^h	
Neptuno	Feb 14 ^d 23 ^h	Jun 1 ^d 2 ^h	Ago 20 ^d 10 ^h	Nov 7 ^d 8 ^h	

Planeta	Distancia media al Sol (UA)	Brillo medio en magnitudes	Constelaciones recorridas
Júpiter	4,971	-2,3	Acuario
Saturno	9,530	+0,9	Virgo
Urano	20,094	+5,8	Acuario/Piscis
Neptuno	30,019	+7,9	Capricornio/Acuario

Durante el mes de julio de 2010 y comienzos de 2011 se producirá un triple paso de Júpiter por el Ecuador Celeste, en esos tres momentos su declinación será de 0°. El 8 de julio Júpiter cruza el Ecuador de sur a norte, el 31 de julio el cruce será de norte a sur y el 5 de febrero de 2011 se producirá el tercer paso, esta vez de sur a norte.

El día 8 de setiembre Saturno cruzará el Ecuador Celeste de norte a sur, en ese momento su declinación será de 0°.

Los días 21 de marzo y 20 de setiembre se producirán los máximos acercamientos anuales de Saturno y Júpiter a la Tierra, alcanzando unos diámetros de 19'6 y 49'8, respectivamente.

El próximo paso de la Tierra por el plano de los anillos de Saturno tendrá lugar el 23 de marzo de 2025,

Entrada del Sol en los signos del zodiaco (TU)

Acuario	Ene 20 ^d 04 ^h 28 ^m	Leo	Jul 22 ^d 22 ^h 21 ^m
Piscis	Feb 18 ^d 18 ^h 36 ^m	Virgo	Ago 23 ^d 05 ^h 27 ^m
Aries	Mar 20 ^d 17 ^h 32 ^m	Libra	Set 23 ^d 03 ^h 09 ^m
Tauro	Abr 20 ^d 04 ^h 30 ^m	Escorpio	Oct 23 ^d 12 ^h 36 ^m
Géminis	May 21 ^d 03 ^h 34 ^m	Sagitario	Nov 22 ^d 10 ^h 15 ^m
Cáncer	Jun 21 ^d 11 ^h 29 ^m	Capricornio	Dic 21 ^d 23 ^h 39 ^m

El zodiaco es una banda de la esfera celeste de 18° de anchura centrada en la eclíptica. Esta se divide convencionalmente en doce partes iguales denominadas *signos* que corresponden a arcos de 30° de longitud. Los signos se designan por el nombre de la constelación con la que aproximadamente coincidían cuando fueron definidos, hace más de dos mil años. Más de la mitad de tales constelaciones tiene nombre de animal, de ahí la denominación *zodiaco* dada a tal banda.

Visibilidad de los planetas brillantes en 2010

Planeta	En el crepúsculo matutino	En el crepúsculo vespertino
Mercurio	Ene 10 – Feb 25	Mar 23 – Abr 20
	May 16 – Jun 21	Jul 6 – Ago 18
	Set 11 – Oct 6	Nov 4 – Dic 15
	Dic 25 – Dic 31	–
Venus	–	Feb 22 – Oct 12
	Nov 4 – Dic 31	–
Marte	Ene 1 – Feb 11	Ene 26 – Dic 5
Júpiter	–	Ene 1 – Feb 15
	Mar 18 – Set 26	Set 14 – Dic 31
Saturno	Ene 1 – Abr 12	Mar 16 – Set 14
	Oct 18 – Dic 31	–
Urano	–	Ene 1 – Feb 19
	May 7 – Set 27	Ago 7 – Dic 31

En la tabla anterior se indican las fechas para las cuales los planetas cuya magnitud sea inferior a 6 resultan visibles antes de la salida (orto) del Sol, o bien después de la puesta (ocaso) del Sol. Se han descartado aquellas fechas para las cuales el planeta considerado está excesivamente cerca del Sol y aquéllas para las cuales el planeta no es suficientemente brillante como para ser visible (a ojo) en el cielo parcialmente iluminado del crepúsculo. Se ha considerado una latitud media en el hemisferio norte terrestre.

En las dos figuras de la página siguiente se representa la altura sobre el horizonte de cada uno de los planetas visibles, en el instante de los crepúsculos civiles, para los diversos meses del año y a la latitud de Madrid. Se dice que el crepúsculo civil empieza o acaba cuando el centro del disco solar se encuentra 6° por debajo del horizonte del lugar. En tal momento se llegan a ver a simple vista los astros de magnitud 1 o más brillantes, como son Venus, Júpiter y, en ciertas épocas, Marte y Saturno, además de algunas estrellas.

En el año 2010 Mercurio será visible en diversas ocasiones antes de amanecer, como se indica en la tabla y en las ilustraciones siguientes. El brillo es mayor hacia el final de cada uno de los periodos, lo que hace más favorable la observación. Será también visible en varias épocas en el crepúsculo vespertino, siendo su brillo mayor al principio de cada periodo.

Venus se verá como lucero vespertino de finales de febrero a mediados de octubre, alcanzando su máximo brillo (magnitud $-4,5$) a finales de setiembre. Se le verá como astro matutino de noviembre a final de año, alcanzando su máximo brillo (magnitud $-4,5$) a primeros de diciembre.

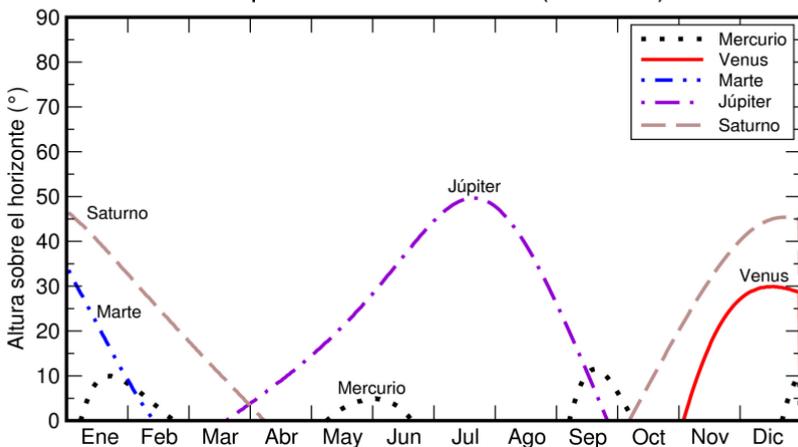
Marte se verá como lucero matutino desde principio de año hasta mediados de febrero. Será visible en el crepúsculo vespertino desde finales

de enero a primeros de diciembre, alcanzando su máximo brillo (magnitud $-1,3$) al principio de este periodo.

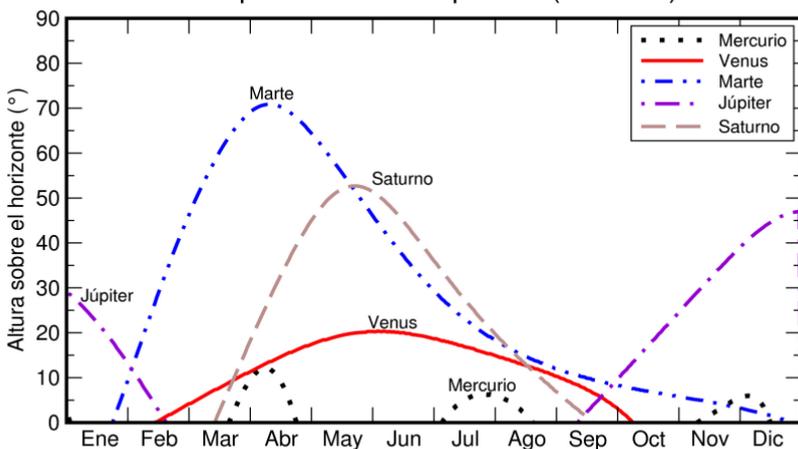
Júpiter será visible tras anochecer desde primeros de año hasta mediados de febrero y desde mediados de setiembre a fin año. Será visible antes de amanecer de mediados de marzo a finales de setiembre.

Saturno será visible tras amanecer desde primeros de año hasta mediados de abril y desde mediados de octubre hasta final de año. Será visible antes del anochecer desde mediados de marzo hasta mediados de setiembre. La inclinación media de sus anillos será de 5° .

Crepúsculo civil matutino (sol a -6°)



Crepúsculo civil vespertino (sol a -6°)



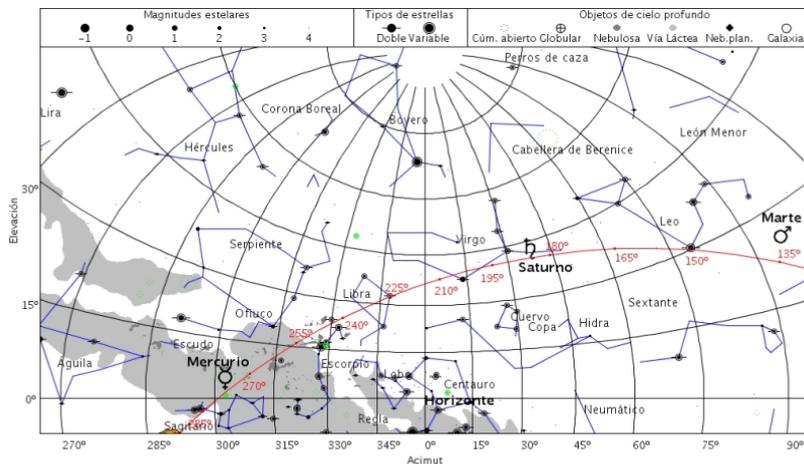
 Visibilidad de los planetas mes a mes

Enero	Mercurio, Marte y Saturno son visibles al amanecer. Júpiter y Urano son los luceros vespertinos.
Febrero	Marte es visible casi toda la noche. Mercurio y Saturno siguen siendo los luceros matutinos. Al atardecer son visibles, la primera quincena Júpiter y Urano y la segunda quincena Venus.
Marzo	Saturno es visible casi toda la noche. Venus y Marte son visibles al atardecer y Júpiter, desde mediados de mes, al amanecer.
Abril	Saturno sigue siendo visible casi toda la noche. Júpiter es el lucero matutino, Mercurio, Venus y Marte los vespertinos.
Mayo	Venus, Marte y Saturno son visibles al atardecer, Mercurio, Júpiter y Urano al amanecer.
Junio	Venus, Marte y Saturno siguen siendo los luceros vespertinos, Mercurio, Júpiter y Urano son los matutinos.
Julio	Júpiter y Urano son visibles al amanecer, Mercurio, Venus, Marte y Saturno son visibles al atardecer.
Agosto	Urano es visible casi toda la noche. Júpiter sigue siendo visible al amanecer; Mercurio, Venus, Marte y Saturno son los luceros vespertinos.
Septiembre	Júpiter y Urano son visibles casi toda la noche. Venus, Marte y, hasta mediados de mes, Saturno serán los luceros vespertinos. Al amanecer será visible Mercurio.
Octubre	A mediados de mes Saturno comienza a ser visible al amanecer. Al atardecer son visibles Marte, Júpiter, Urano y, hasta mediados de mes, Venus.
Noviembre	Mercurio, Marte, Júpiter y Urano serán los luceros vespertinos, Venus y Saturno los matutinos.
Diciembre	Mercurio, Marte, Júpiter y Urano siguen siendo visibles al atardecer, Venus y Saturno al amanecer.

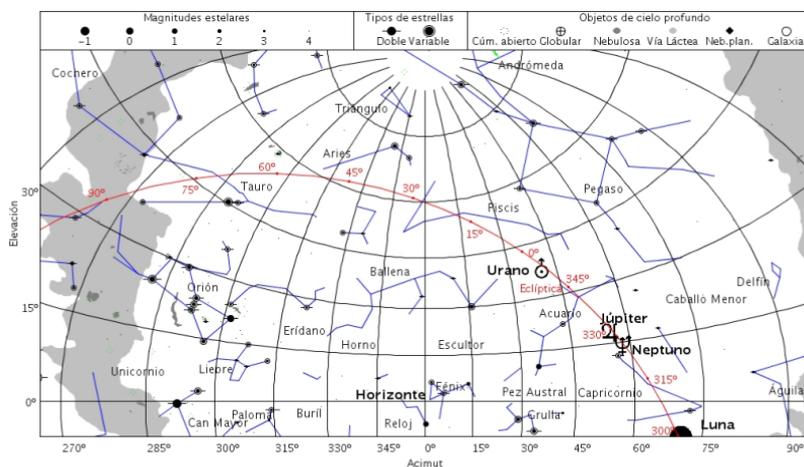
En las páginas siguientes se muestra el aspecto del cielo nocturno meridional en Madrid para el día 15 de cada mes, con indicación de la posición de los planetas visibles a la hora indicada. Esta corresponde a aproximadamente una hora antes de la salida del Sol o una hora después de la puesta del Sol, según corresponda. Se trata de instantes cercanos al crepúsculo náutico, en que la noche es oscura salvo por la posible presencia de la Luna.

La proyección utilizada es la estereográfica y el área del cielo mostrada corresponde a la mitad meridional, cubriendo 180° en acimut. El acimut 0° (centro de la figura) corresponde al Sur, el acimut 270° (izquierda) al Este y el acimut 90° (derecha) al Oeste.

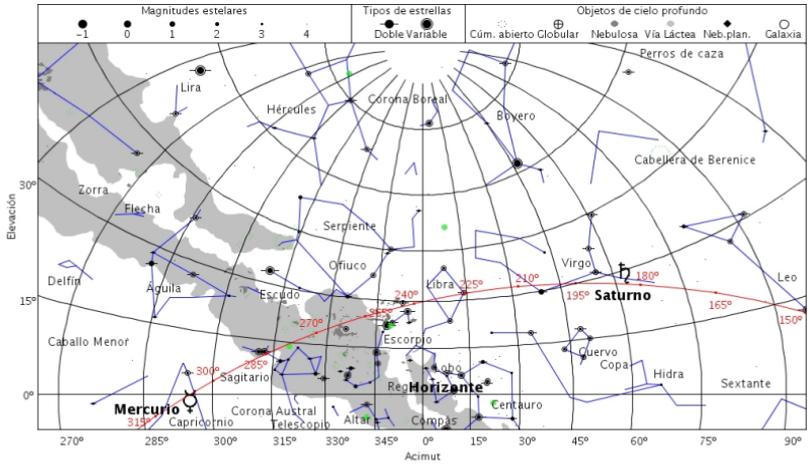
2010 enero 15, a las 6:45 TU



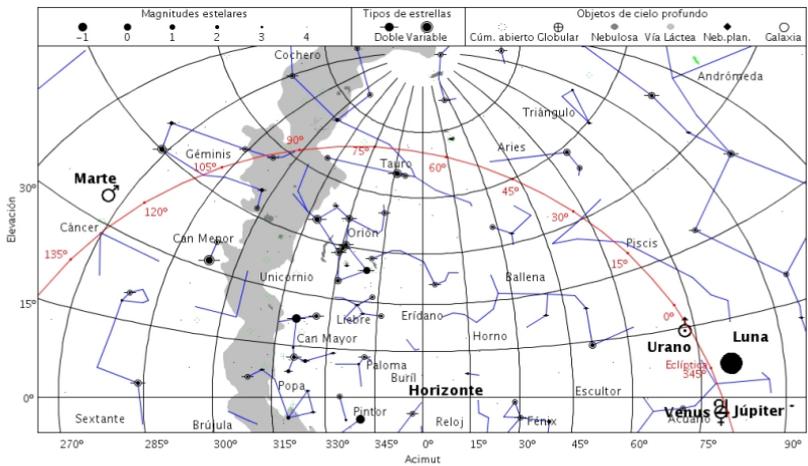
2010 enero 15, a las 18:15 TU



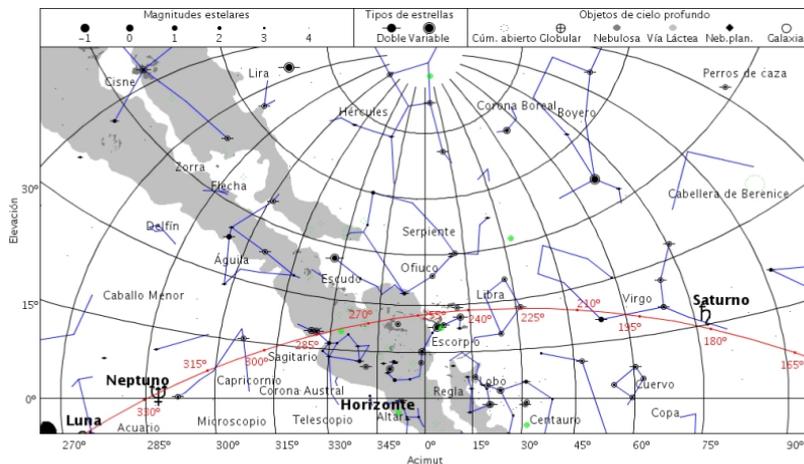
2010 febrero 15, a las 6:15 TU



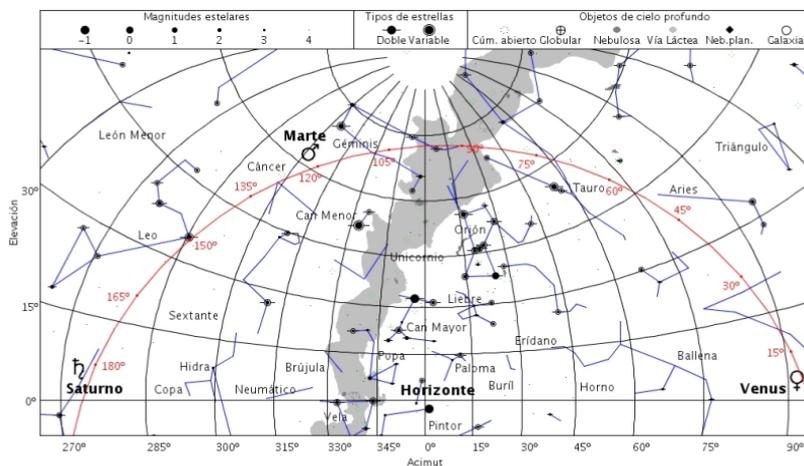
2010 febrero 15, a las 18:45 TU



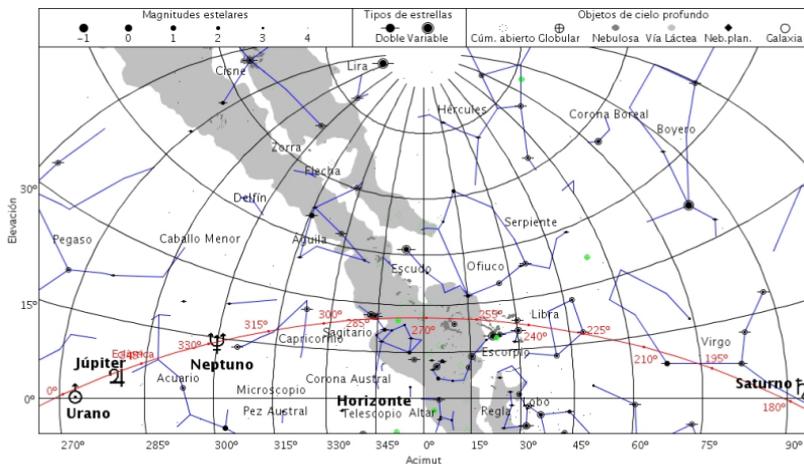
2010 marzo 15, a las 5:30 TU



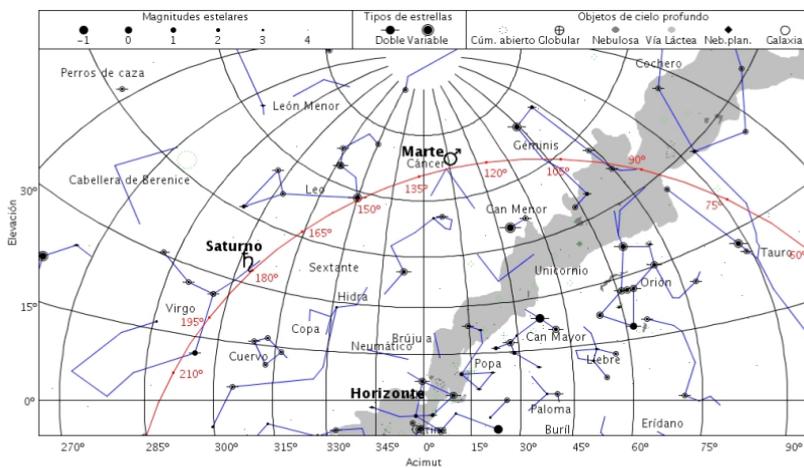
2010 marzo 15, a las 19:15 TU



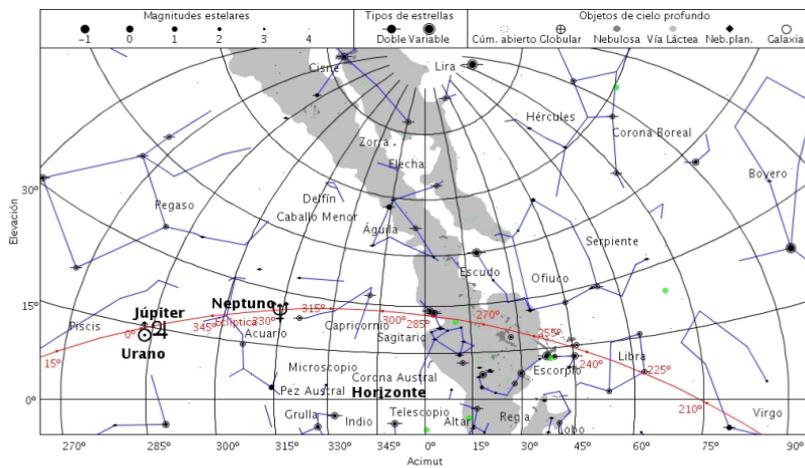
2010 abril 15, a las 4:45 TU



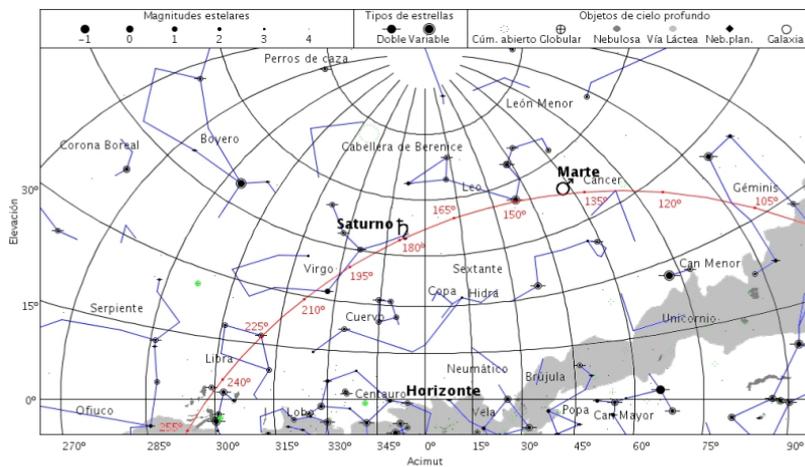
2010 abril 15, a las 19:45 TU



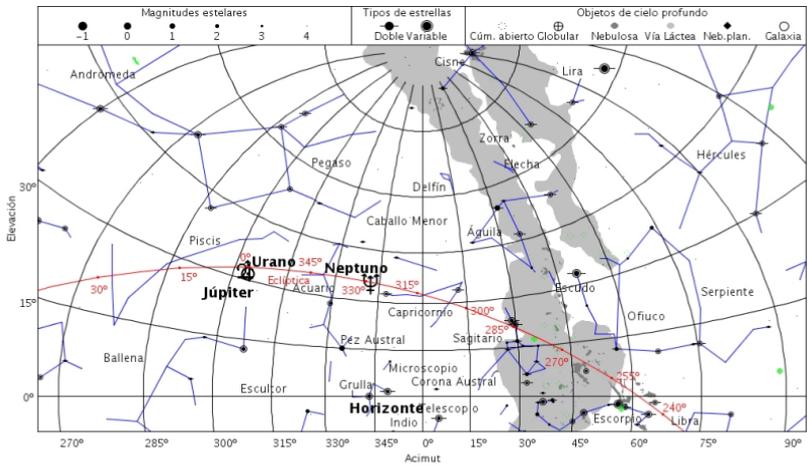
2010 mayo 15, a las 4:00 TU



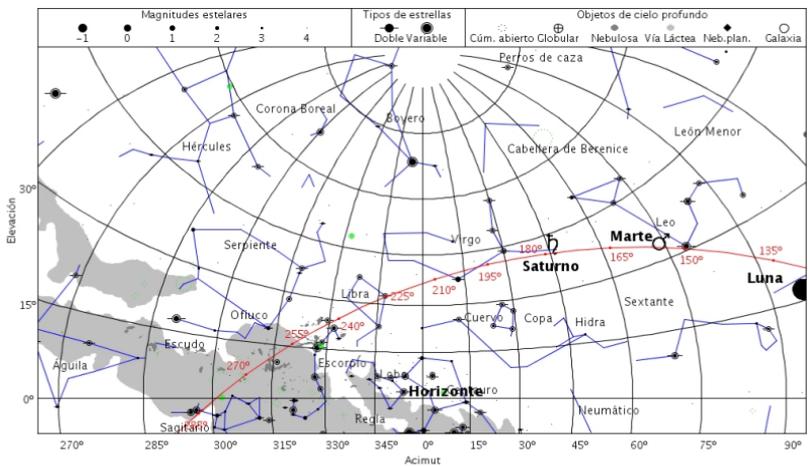
2010 mayo 15, a las 20:15 TU



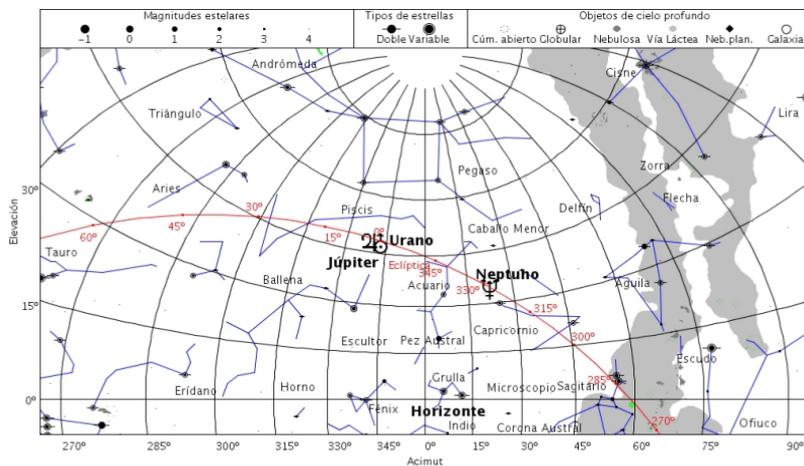
2010 junio 15, a las 3:45 TU



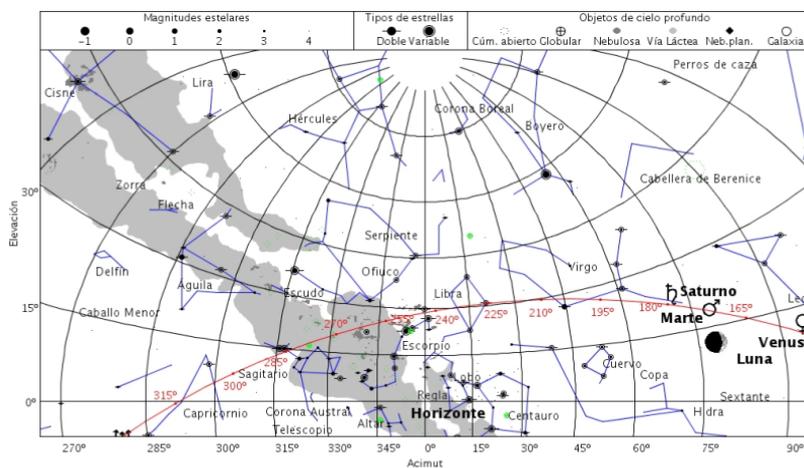
2010 junio 15, a las 20:45 TU



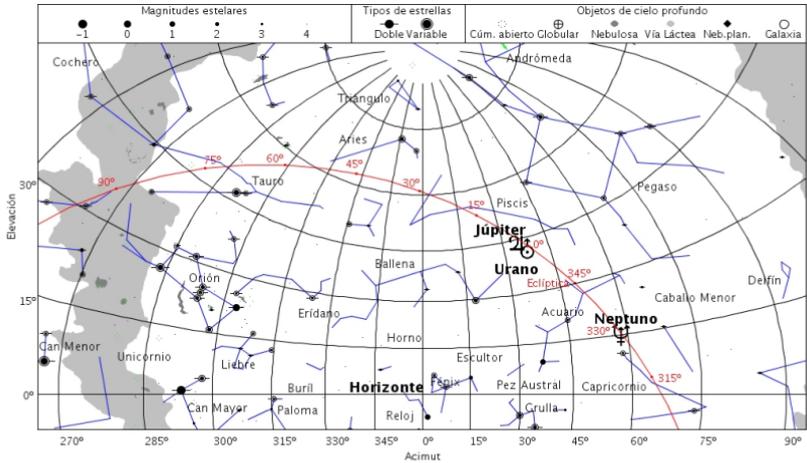
2010 julio 15, a las 4:00 TU



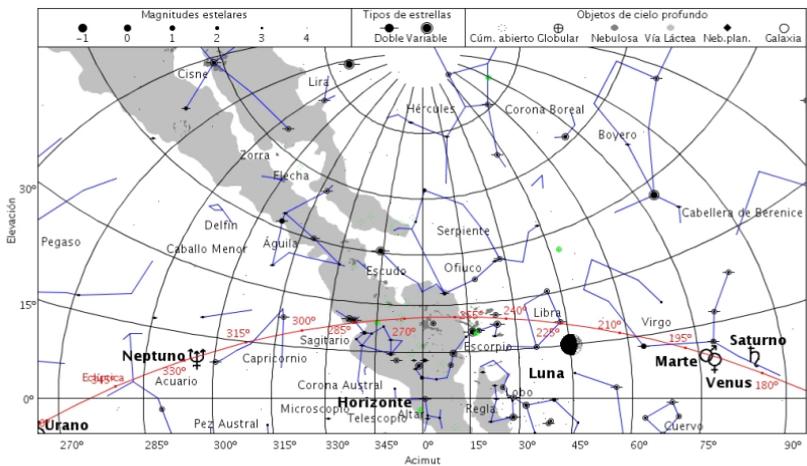
2010 julio 15, a las 20:45 TU



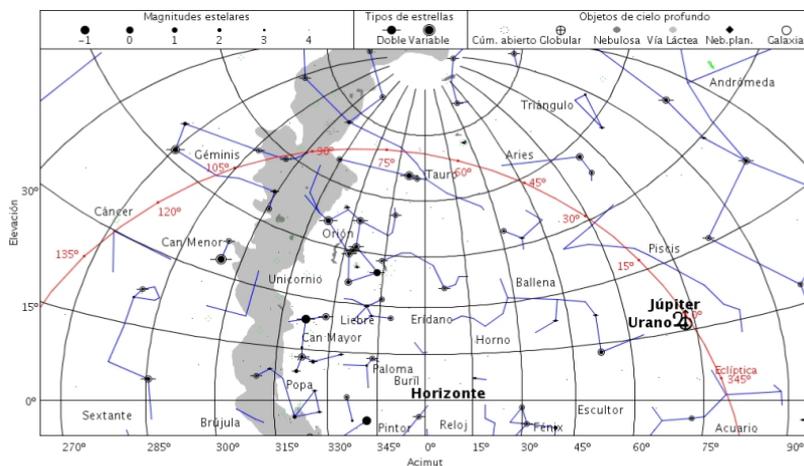
2010 agosto 15, a las 4:30 TU



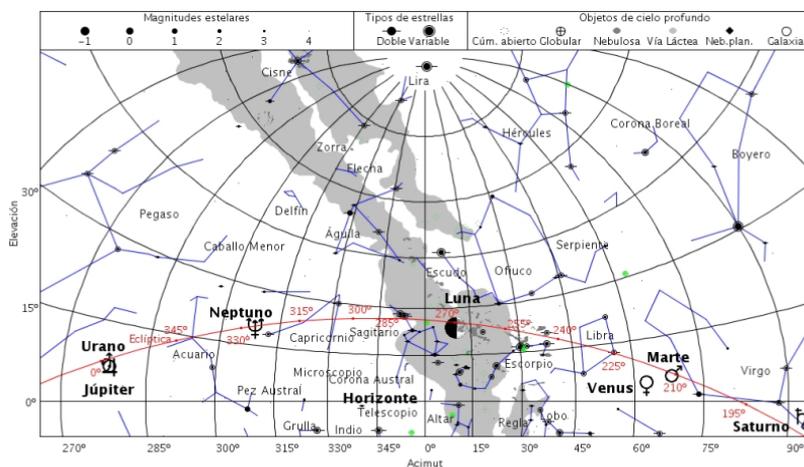
2010 agosto 15, a las 20:15 TU



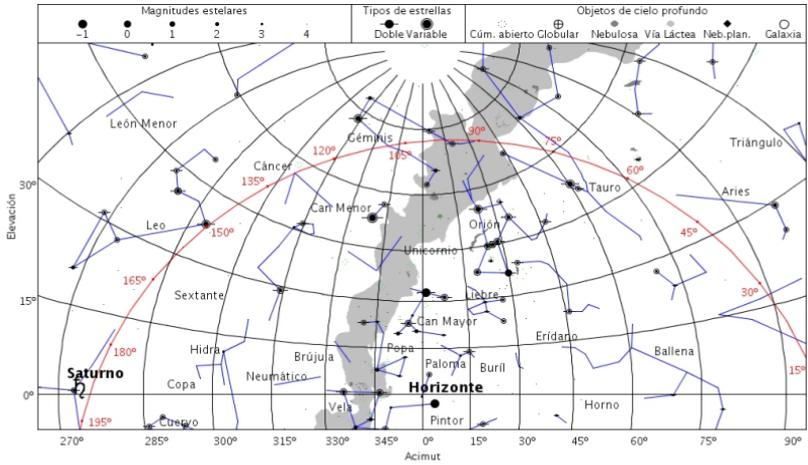
2010 setiembre 15, a las 5:00 TU



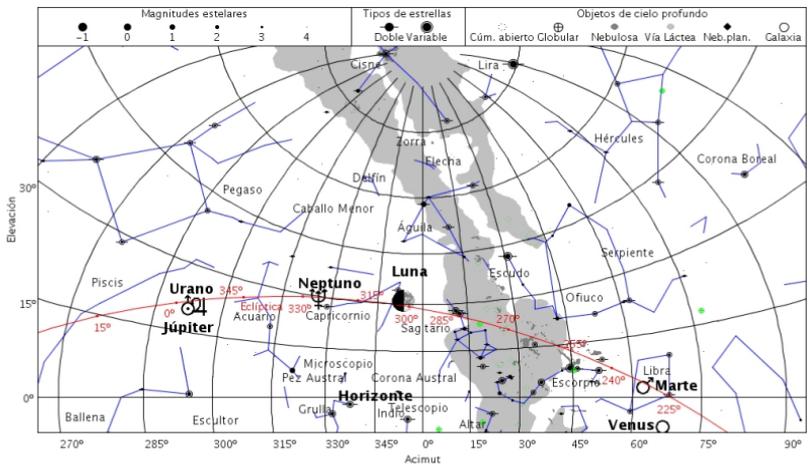
2010 setiembre 15, a las 19:15 TU



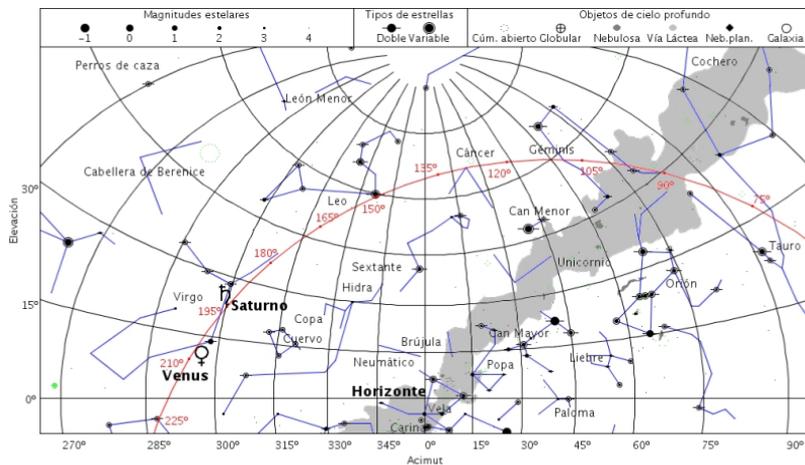
2010 octubre 15, a las 5:30 TU



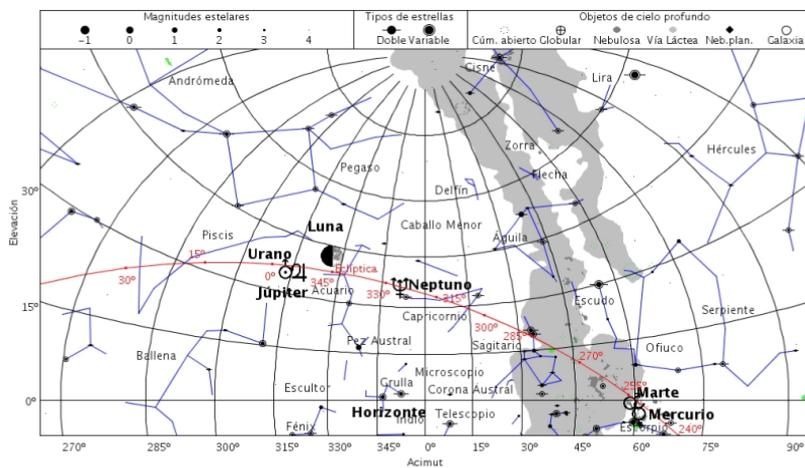
2010 octubre 15, a las 18:30 TU



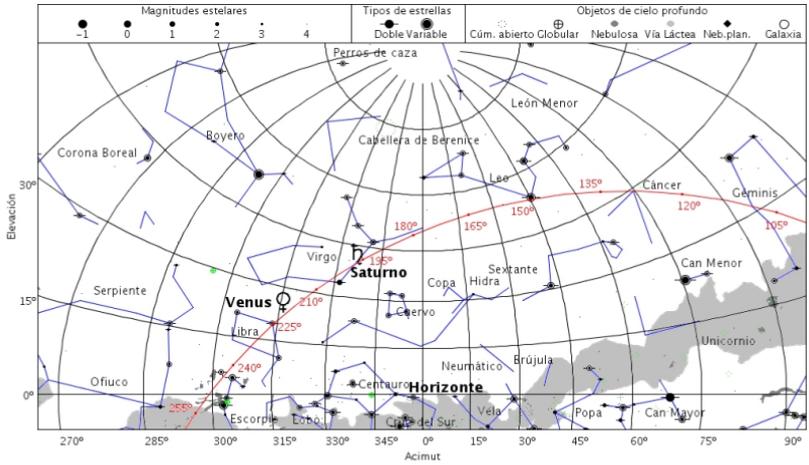
2010 noviembre 15, a las 6:00 TU



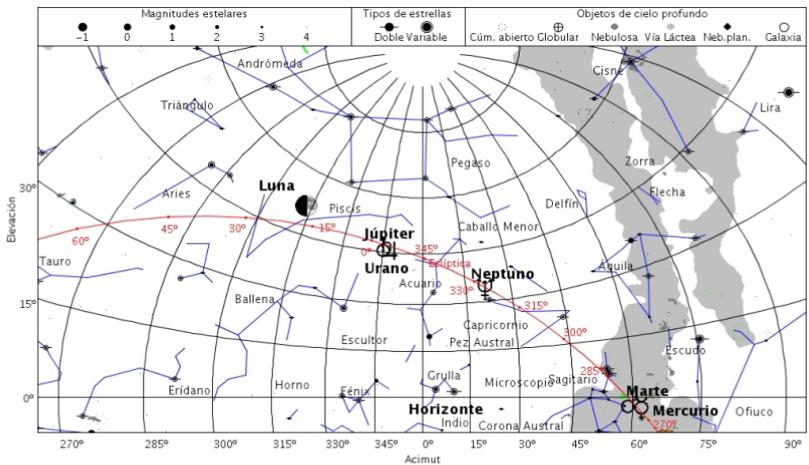
2010 noviembre 15, a las 18:00 TU



2010 diciembre 15, a las 6:30 TU



2010 diciembre 15, a las 17:45 TU



Ocultaciones relevantes por la Luna o el Sol en 2010

Algunas de estas ocultaciones serán visibles desde España. Las visibles desde Madrid vienen indicadas con un asterisco tras la fecha de la ocultación.

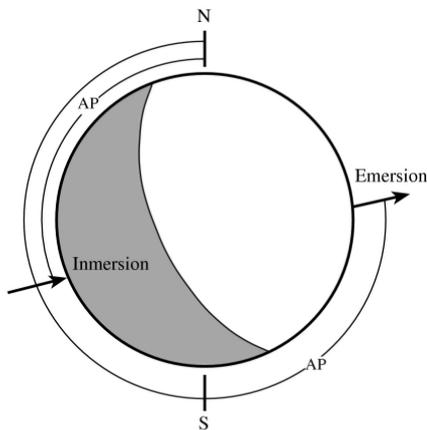
Ocultación de planetas por la Luna

Venus es ocultado por la Luna: May 16, Set 11, Nov 5

Marte es ocultado por la Luna: Dic 6

Ninguna de las ocultaciones anteriores será visible desde Madrid.

El ángulo de posición (A.P.) de la inmersión o la emersión se mide desde el Norte en el sentido Norte-Este-Sur-Oeste.



Ocultación de planetas por el Sol

A lo largo de este año y en los dos siguientes ningún planeta será ocultado por el Sol. Las próximas ocultaciones de planetas por el Sol se producirán durante el año 2013, en concreto el 11 de mayo se producirá una ocultación de Mercurio y el 19 de junio de Júpiter.

Ocultación de grandes asteroides por la Luna

Iris es ocultado por la Luna:	Ene 17, Feb 15, Mar 16, Jun 10, Jul 8, Ago 6, Set 4, Oct 2, Oct 30, Nov 26/27*
Flora es ocultado por la Luna:	Feb 11
Hebe es ocultado por la Luna:	Abr 9
Ceres es ocultado por la Luna:	May 2, May 29, Jun 25
Juno es ocultado por la Luna:	Nov 2, Nov 29
Metis es ocultado por la Luna:	Dic 5

Ocultación de **Iris** en Madrid

Fase	TU	A.P.	borde ()	altura	A	B
26 de noviembre:						
Inmersión	23 ^h 17 ^m 1	70°	iluminado	16°	0,1 ^m /°	2,1 ^m /°
27 de noviembre:						
Emersión	0 ^h 7 ^m 4	323°	oscuro	25°	0,8 ^m /°	-0,8 ^m /°

Ocultación de estrellas brillantes por la Luna

- Serie de ocultaciones de Antares (α Sco, $V=+1,06$), NZC 2366:

Ene 11 Feb 7

Esta ocultación finaliza una serie que se inició en 7 de enero de 2005. No se producirán ocultaciones de Antares hasta el comienzo de una nueva serie el 25 de agosto de 2023.

En los próximos años no se producirán ocultaciones de Espiga (α Vir), Aldebarán (α Tau) y Régulo (α Leo); sus próximas series comenzarán el 25 de julio de 2012, el 29 de enero de 2015 y el 18 de diciembre de 2016, respectivamente.

- Ocultaciones de estrellas de magnitud inferior a 4 visibles desde Madrid:

δ Gem, NZC 1110, ($V = 3,5$)	Ene 28*
14 o Leo, NZC 1428, ($V = 3,5$)	Ene 31*, Mar 27*, May 20*
27 Tau, NZC 560, ($V = 3,6$)	Feb 21*
λ Sgr, NZC 2672, ($V = 2,8$)	Mar 9*
σ Sco, NZC 2349, ($V = 2,9$)	May 28*
μ Gem, NZC 976, ($V = 2,9$)	Dic 21*

Las ocultaciones precedentes son visibles en Madrid. Por tratarse de estrellas de magnitud cercana a 4, en la tabla siguiente sólo se indica el fenómeno (inmersión o emersión) que tiene lugar por el borde oscuro de la Luna. En dicha tabla no se han considerado las ocultaciones que tienen lugar de día o muy cerca del horizonte.

Características de la ocultación de otras estrellas brillantes

Fase	TU	A.P.	borde (altura	A	B
Enero 28: δ Gem, ($V = 3,5$)						
Inmersión	18 ^h 31 ^m 9	119°	oscuro	30°	0,8 ^m /°	0,4 ^m /°
Enero 31: 14 σ Leo, ($V = 3,5$)						
Emersión	5 ^h 44 ^m 2	289°	oscuro	24°	0,4 ^m /°	-1,6 ^m /°
Febrero 21: 27 Tau, ($V = 3,6$)						
Inmersión	20 ^h 16 ^m 9	23°	oscuro	57°	2,2 ^m /°	4,6 ^m /°
Marzo 9: λ Sgr, ($V = 2,8$)						
Emersión	5 ^h 56 ^m 6	224°	oscuro	20°	2,2 ^m /°	1,8 ^m /°
Marzo 27: 14 σ Leo, ($V = 3,5$)						
Inmersión	2 ^h 11 ^m 9	96°	oscuro	23°	0,5 ^m /°	-1,4 ^m /°
Diciembre 21: μ Gem, ($V = 2,9$)						
Emersión	18 ^h 0 ^m 9	269°	oscuro	8°	-0,2 ^m /°	1,1 ^m /°

Características de las ocultaciones fuera de Madrid

Las tablas precedentes dan los tiempos de inmersión y emersión del astro para un observador situado en Madrid. Los instantes de inmersión o emersión para un lugar situado $\Delta\lambda$ grados al Este y $\Delta\phi$ grados al Norte de Madrid se pueden determinar de una forma aproximada, usando los parámetros indicados en tales tablas, realizando un simple cálculo:

$$TU = TU_{Madrid} + A \Delta\lambda + B \Delta\phi$$

Para un observador situado al Oeste de Madrid $\Delta\lambda$ será negativo; para un observador situado al Sur $\Delta\phi$ será negativo.

Ejemplo: Para calcular el tiempo de emersión de Iris en su ocultación del 26/27 de noviembre para un observador situado en Santander se procede como sigue:

$$\begin{aligned} \Delta\lambda &= \lambda_{Santander} - \lambda_{Madrid} = (-3^{\circ}8) - (-3^{\circ}7) = -0^{\circ}1 \\ \Delta\phi &= \phi_{Santander} - \phi_{Madrid} = 43^{\circ}5 - 40^{\circ}4 = 3^{\circ}1 \end{aligned}$$

Emersión:

$$\begin{aligned} TU &= 0 \text{ h } 7,4 \text{ min} + 1,2 \text{ min/}^\circ \times (-0,1^\circ) + (-0,4) \text{ min/}^\circ \times (3,1^\circ) \\ &= 0 \text{ h } 6,0 \text{ m} \end{aligned}$$

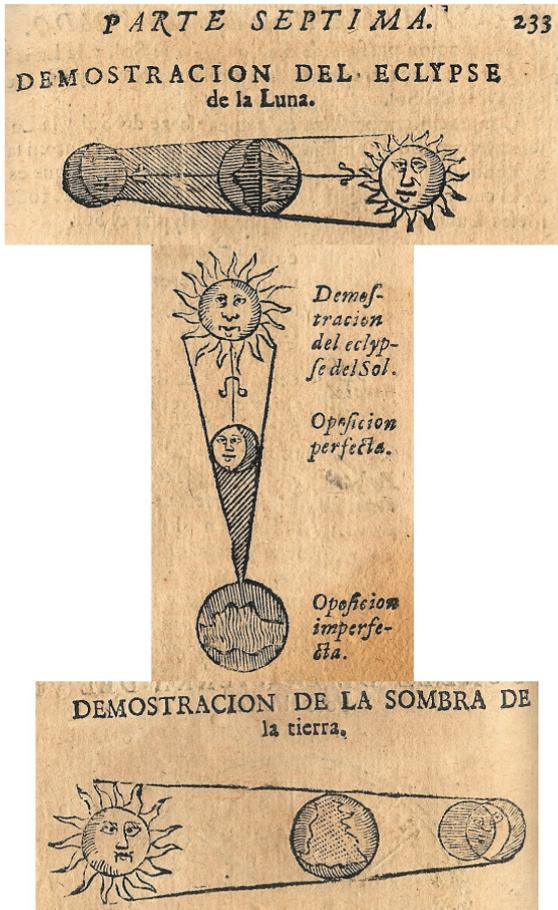
Este procedimiento da errores de varios minutos para los lugares alejados del de referencia en varios grados, pues el lugar del borde lunar por el que desaparece o aparece el astro depende fuertemente y de manera no lineal (aquí supuesta) de la posición del observador. Además, esta determinación es poco precisa cuando la ocultación es muy breve.

Cometas periódicos que pasan por su perihelio en 2010

Nombre del cometa	mes	día	distancia a		elongación (°)
			Sol (UA)	Tierra(UA)	
118P/Shoemaker-Levy 4	Ene	22	2.02	1.25	129
82P/Gehrels 3	Feb	1	3.63	2.76	147
203P/Korlevic	Feb	4	3.17	2.65	113
149P/Mueller 4	Feb	11	2.65	2.09	114
126P/IRAS	Feb	14	1.70	2.60	19
81P/Wild 2	Feb	15	1.58	0.90	114
65P/Gunn	Mar	1	2.44	2.85	56
157P/Tritton	Mar	7	1.42	1.57	63
162P/Siding Spring	Mar	8	1.23	2.09	22
94P/Russell 4	Abr	2	2.23	1.44	132
30P/Reinmuth 1	Abr	18	1.88	1.89	74
141P-A/Machholz 2	May	18	0.75	1.73	10
215P/NEAT	Jun	11	3.23	2.50	128
104P/Kowal 2	Jul	12	1.40	2.32	19
2P/Encke	Ago	1	0.34	1.31	8
10P/Tempel 2	Ago	18	1.48	0.54	143
142P/Ge-Wang	Ago	26	2.50	1.60	145
43P/Wolf-Harrington	Set	1	1.58	2.05	49
103P/Hartley 2	Oct	2	1.03	0.54	78

UA = Unidad Astronómica = 149597870 km

Estas efemérides se basan en los parámetros orbitales suministrados por el DASTCOM de JPL o por el MPC. Determinaciones de tales parámetros más próximas a la época del perihelio pueden dar lugar a tiempos de paso diferentes en varios días. Ello es consecuencia de la variabilidad de las órbitas de los cometas por fenómenos no gravitatorios (como son la expulsión de gas o la fragmentación del núcleo), por perturbaciones planetarias aquí no tenidas en cuenta y por la mejora del conocimiento de cada trayectoria en base a la continuada observación de un cometa dado.



Ilustraciones referentes a los eclipses extraídas del libro *Imagen del mundo, sobre la esfera, cosmografía, y geografía, teórica de planetas, y arte de navegar* de Lorenzo Ferrer Maldonado (1626), Biblioteca del OAN.

Fenómenos astronómicos día a día

En las páginas siguientes se da, mes a mes y por orden cronológico, la fecha de diversos fenómenos astronómicos, algunos de los cuales ya han sido mencionados en páginas anteriores. Se consideran los siguientes:

inicio de las fases de la Luna, paso de la Luna por el perigeo y el apogeo (mínima y máxima distancia a la Tierra, respectivamente),

pasos de la Tierra por el perihelio y el afelio (mínima y máxima distancia al Sol, respectivamente),

equinoccios y solsticios (o sea, el inicio de las estaciones),

entrada del Sol en los signos del zodiaco (instantes en que la longitud media del Sol es un múltiplo de 30°),

eclipses de Sol y de Luna,

máximas elongaciones de Mercurio y Venus (su distancia angular al Sol es máxima y su observación resulta más favorable),

máximo brillo y máximo acercamiento a la Tierra de Venus y de Marte,

conjunciones superior e inferior de Mercurio y Venus con el Sol (su longitud coincide con la del Sol, hallándose más lejos o más cerca que éste, respectivamente),

conjunción y oposición de los planetas exteriores con el Sol (la longitud geocéntrica del planeta y del Sol difieren en 0° y 180° , respectivamente),

estacionariedad de los planetas (la variación de su asc. recta se invierte),

conjunciones entre planetas (coincidencia de sus ascensiones rectas),

conjunción de los planetas con grandes asteroides y estrellas brillantes,

conjunción y oposición de grandes asteroides con el Sol, y estacionariedad.

Se incluyen también los pasos de la Luna a menos de 8° de los planetas, a menos de 3° de los cuatro mayores asteroides y a menos de $1,3^\circ$ de una estrella brillante. Las distancias que se indican corresponden a la diferencia de declinación entre el centro de la Luna y el otro astro cuando sus ascensiones rectas geocéntricas coinciden. La anotación (*Ocultación*) indica la posibilidad que en algún lugar de la Tierra el astro considerado se vea ocultado por la Luna. Algunos de los fenómenos planetarios citados no aparecen cuando tienen lugar excesivamente cerca del Sol.

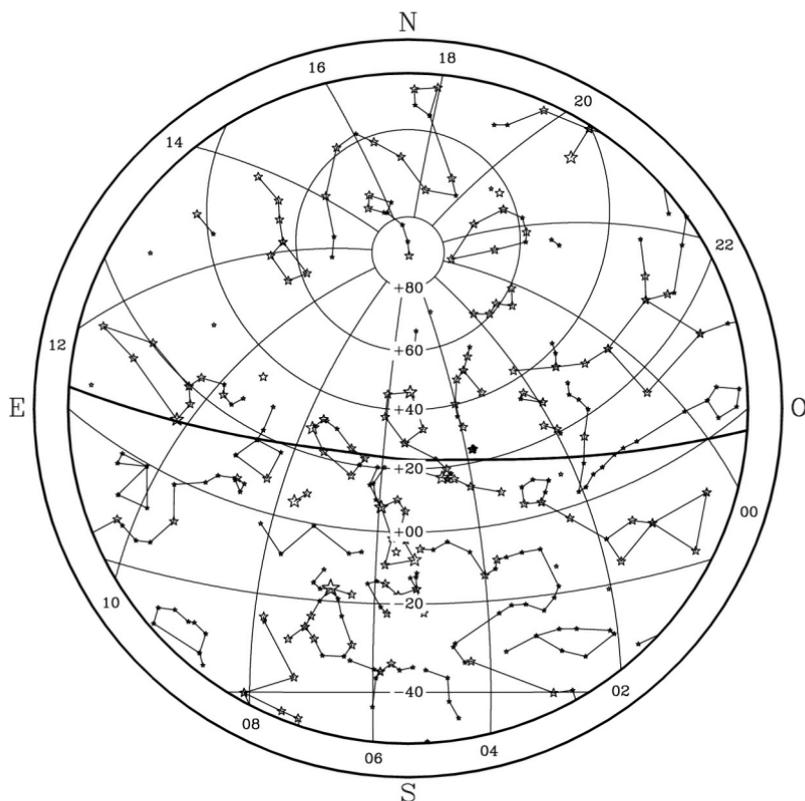
Se incluye para cada mes un mapa celeste que representa el aspecto del cielo, proyectado sobre un plano, tal como lo vería tras anochecer a mediados de mes un observador situado en la península. En tales mapas se han representado las estrellas más significativas de las constelaciones, así como trazos que ayudan a identificar a éstas. La posición media de los planetas visibles a simple vista viene dada en la correspondiente página de fenómenos mensuales, pero no ha sido incluida en los mapas celestes.

Enero 2010

- 1 Luna en perigeo
- 3 La Luna 7° al S de Marte
- 3 Tierra en el perihelio
- 4 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 6 La Luna 8° al S de Saturno
- 6 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 7 Cuarto menguante
- 7 Vesta estacionario en ascensión recta
- 10 Laetitia en conjunción con el Sol
- 11 Venus en conjunción superior con el Sol
- 12 Iris 2° al N de la Luna
- 13 La Luna 4° al S de Mercurio
- 14 Saturno estacionario en ascensión recta
- 15 Eclipse anular de Sol
- 15 Luna nueva
- 15 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 17 La Luna 4° al N de Neptuno
- 17 Luna en apogeo
- 18 La Luna 5° al N de Júpiter
- 20 El Sol entra en Acuario
- 20 La Luna 6° al N de Urano
- 23 Cuarto creciente
- 24 Venus en afelio
- 25 Hygiea 2° al S de la Luna
- 25 La Luna 0°1 al S de Alción (Ocultación)
- 27 Máxima elongación Oeste de Mercurio (24°8)
- 27 Mercurio 4° al N de Nunki
- 27 Máximo acercamiento de Marte a la Tierra
- 29 Brillo máximo de Marte
- 29 Marte en oposición
- 30 La Luna 7° al S de Marte
- 30 Luna en perigeo
- 30 Luna llena

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	([°])	(['])	
Mercurio	18	23,8	-20	17	0,7
Venus	19	50,5	-21	57	-3,8
Marte	9	16,7	20	18	-1,1
Júpiter	22	7,1	-12	35	-1,9
Saturno	12	20,8	0	19	0,8



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

31 de Diciembre a las 23h de TU
 15 de Enero a las 22h de TU
 30 de Enero a las 21 h de TU

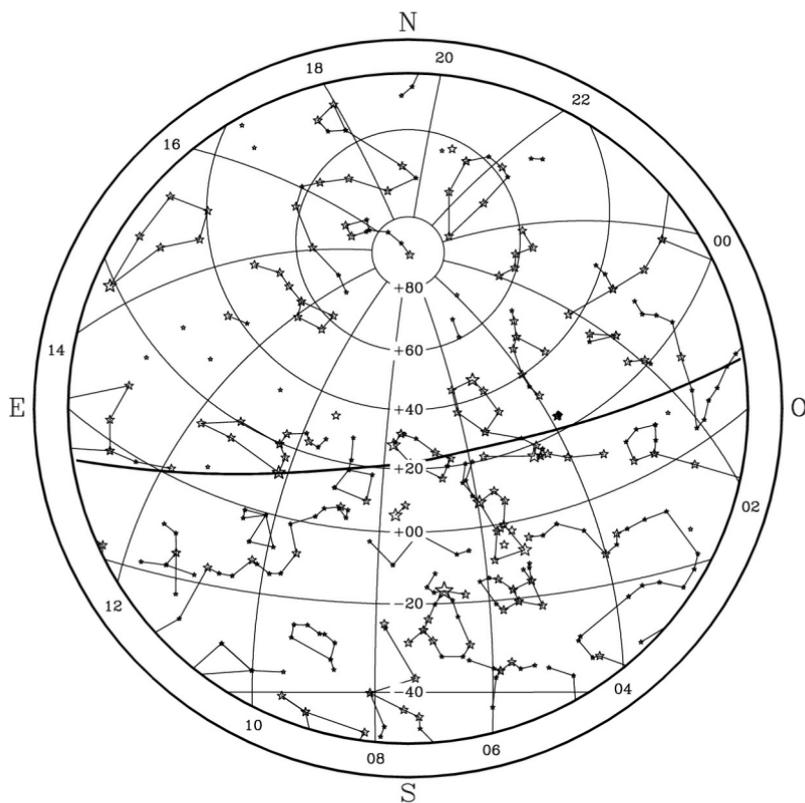
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Febrero 2010

- 3 La Luna 8° al S de Saturno
- 5 Cuarto menguante
- 7 Hygiea en oposición
- 9 Iris 1°3 al N de la Luna
- 12 La Luna 2° al N de Mercurio
- 13 Luna en apogeo
- 13 Mercurio en afelio
- 14 Luna nueva
- 14 Neptuno en conjunción con el Sol
- 15 La Luna 5° al N de Júpiter
- 16 La Luna 6° al N de Urano
- 18 El Sol entra en Piscis
- 18 Vesta en oposición
- 21 La Luna 0°2 al S de Alcíone (Ocultación)
- 22 Cuarto creciente
- 22 Hygiea 2° al S de la Luna
- 25 Astraea en conjunción con el Sol
- 26 La Luna 5° al S de Marte
- 27 Luna en perigeo
- 28 Júpiter en conjunción con el Sol
- 28 Luna llena

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	([°])	(['])	
Mercurio	20	37,8	-19	59	-0,2
Venus	22	27,2	-11	16	-3,8
Marte	8	29,4	23	31	-1,0
Júpiter	22	34,4	-9	59	-1,9
Saturno	12	17,7	0	48	0,7



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

31 de Enero a las 23h de TU
 15 de Febrero a las 22h de TU
 2 de Marzo a las 21 h de TU

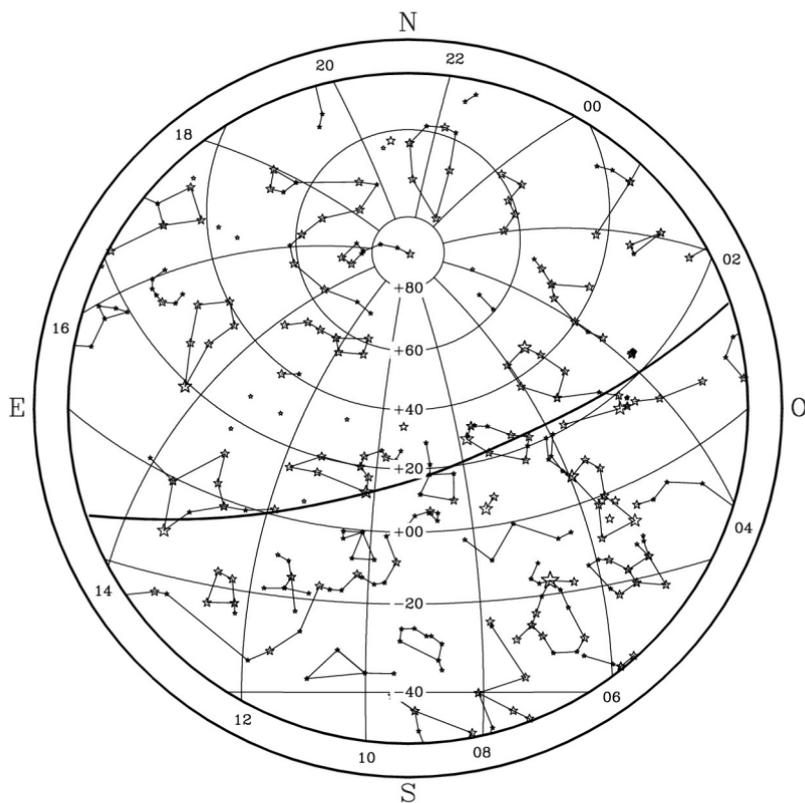
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Marzo 2010

- 2 La Luna 8° al S de Saturno
- 7 Cuarto menguante
- 9 Iris 0°8 al N de la Luna (Ocultación)
- 11 Marte estacionario en ascensión recta
- 12 Luna en apogeo
- 13 La Luna 4° al N de Neptuno
- 14 Mercurio en conjunción superior con el Sol
- 15 Brillo máximo de Mercurio
- 15 La Luna 6° al N de Júpiter
- 15 Luna nueva
- 17 La Luna 6° al N de Venus
- 17 Urano en conjunción con el Sol
- 20 El Sol entra en Aries
- 20 Inicio de la Primavera en el hemisferio boreal
- 20 Iris en conjunción con el Sol
- 21 Hygiea 2° al S de la Luna
- 21 La Luna 0°3 al S de Alcíone (Ocultación)
- 21 Metis 2° al S de la Luna
- 22 Saturno en oposición
- 23 Cuarto creciente
- 25 La Luna 5° al S de Marte
- 25 Palas estacionario en ascensión recta
- 28 Luna en perigeo
- 29 La Luna 8° al S de Saturno
- 29 Mercurio en perihelio
- 30 Luna llena
- 30 Marte en afelio

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(h	m)	(°	')	
Mercurio	23	43,0	- 3	27	-1,7
Venus	0	35,9	2	41	-3,8
Marte	8	13,7	23	28	-0,2
Júpiter	22	59,7	- 7	28	-1,9
Saturno	12	10,8	1	37	0,5



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

1 de Marzo a las 23h de TU
 15 de Marzo a las 22h de TU
 30 de Marzo a las 21 h de TU

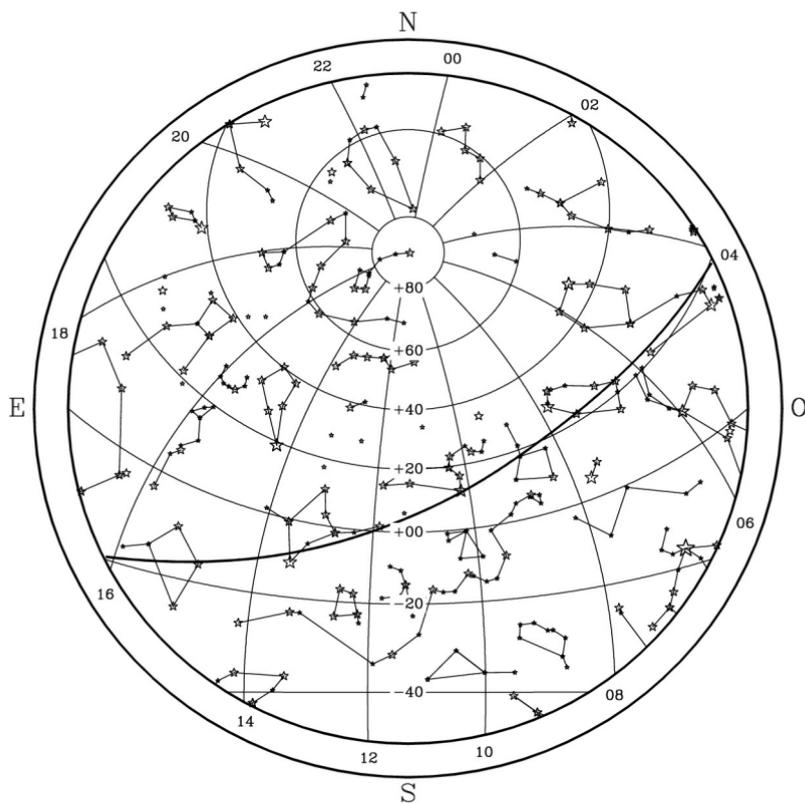
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Abril 2010

- 3 Psyche en conjunción con el Sol
- 6 Cuarto menguante
- 6 Iris 0°5 al N de la Luna (Ocultación)
- 6 Mercurio 8° al S de Hamal
- 7 Plutón estacionario en ascensión recta
- 7 Vesta estacionario en ascensión recta
- 8 Máxima elongación Este de Mercurio (19°3)
- 9 Luna en apogeo
- 10 Juno 3° al N de la Luna
- 10 La Luna 4° al N de Neptuno
- 11 La Luna 6° al N de Júpiter
- 11 Metis en oposición
- 12 La Luna 6° al N de Urano
- 14 Luna nueva
- 15 La Luna 1° al N de Mercurio
- 16 La Luna 4° al N de Venus
- 17 La Luna 0°6 al S de Alcíone (Ocultación)
- 18 Hygiea 1°4 al S de la Luna
- 18 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 18 Metis 0°1 al N de la Luna (Ocultación)
- 20 El Sol entra en Tauro
- 21 Cuarto creciente
- 22 La Luna 5° al S de Marte
- 24 Luna en perigeo
- 24 Venus 4° al S de Alcíone
- 25 La Luna 8° al S de Saturno
- 28 Luna llena
- 28 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 29 Ceres estacionario en ascensión recta

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta (^h ^m)		Declin. ([°] ['])		Magnitud
Mercurio	2	34,8	18	22	1,3
Venus	3	0,2	17	9	-3,8
Marte	8	38,8	21	1	0,4
Júpiter	23	26,3	- 4	43	-1,9
Saturno	12	2,2	2	33	0,7



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

31 de Marzo a las 23h de TU

15 de Abril a las 22h de TU

30 de Abril a las 21 h de TU

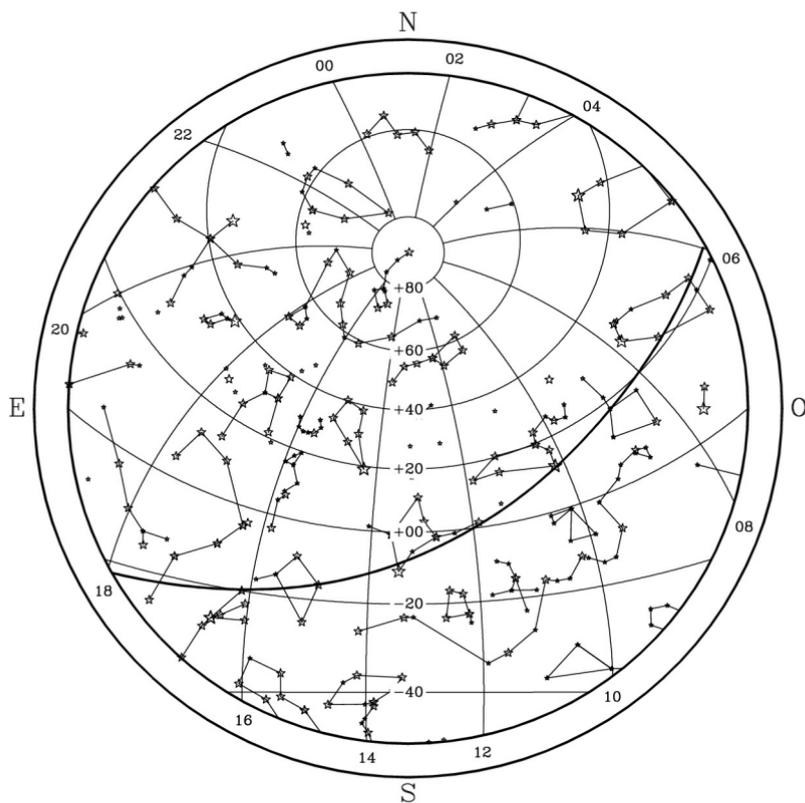
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Mayo 2010

- 2 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 3 Iris 0°;7 al N de la Luna (Ocultación)
- 4 Pallas en oposición
- 4 Venus 6° al N de Aldebarán
- 6 Cuarto menguante
- 6 Luna en apogeo
- 7 La Luna 4° al N de Neptuno
- 8 Juno 1°;3 al N de la Luna
- 9 La Luna 7° al N de Júpiter
- 10 La Luna 6° al N de Urano
- 11 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 11 Victoria en oposición
- 12 La Luna 8° al N de Mercurio
- 12 Mercurio en afelio
- 13 Venus 4° al S de Elnath
- 14 Luna nueva
- 16 Hygiea 0°;8 al S de la Luna (Ocultación)
- 16 La Luna 0°;1 al S de Venus (Ocultación)
- 16 Metis 2° al N de la Luna
- 16 Venus en perihelio
- 17 Hygiea 1°;1 al S de Venus
- 20 Cuarto creciente
- 20 La Luna 5° al S de Marte
- 20 Luna en perigeo
- 21 El Sol entra en Géminis
- 23 La Luna 8° al S de Saturno
- 26 Máxima elongación Oeste de Mercurio (25°;1)
- 26 Metis 1°;0 al N de Venus
- 27 Luna llena
- 28 Harmonia en oposición
- 31 Iris 2° al N de la Luna
- 31 Saturno estacionario en ascensión recta

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(h	m)	(°	')	
Mercurio	2	7,3	9	45	1,6
Venus	5	33,3	24	41	-3,8
Marte	9	26,2	16	55	0,9
Júpiter	23	48,7	- 2	24	-2,0
Saturno	11	56,8	3	3	0,9



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

30 de Abril a las 23h de TU
 15 de Mayo a las 22h de TU
 30 de Mayo a las 21 h de TU

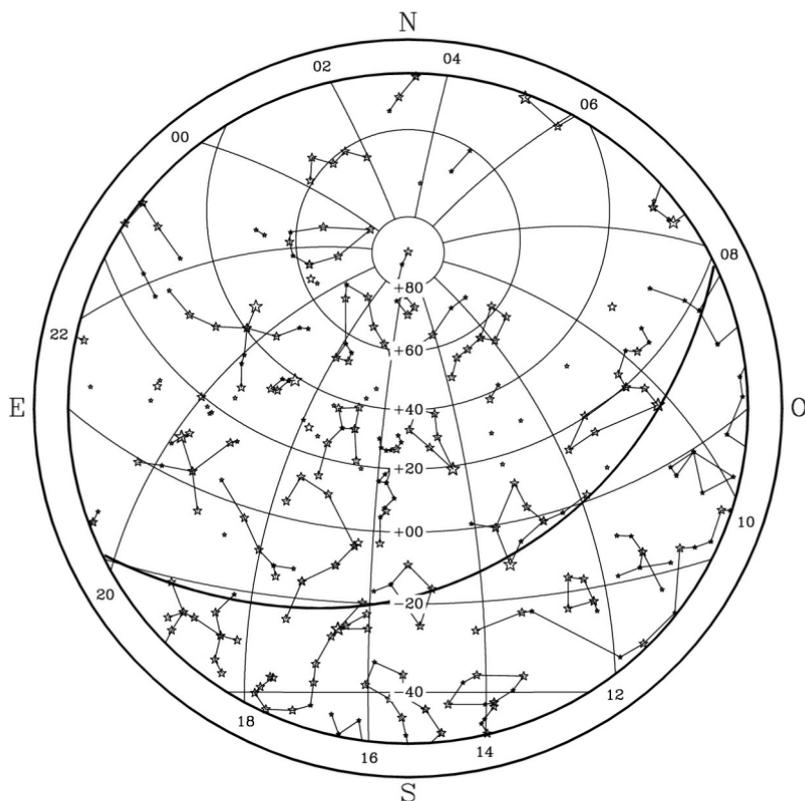
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Junio 2010

- 1 Neptuno estacionario en ascensión recta
- 3 La Luna 5° al N de Neptuno
- 3 Luna en apogeo
- 4 Cuarto menguante
- 5 Juno 0°0 al N de la Luna (Ocultación)
- 6 Júpiter 0°5 al S de Urano
- 6 Marte 0°9 al N de Régulo
- 9 Mercurio 6° al S de Alcíone
- 9 Venus 5° al S de Pólux
- 10 La Luna 0°6 al S de Alcíone (Ocultación)
- 11 La Luna 5° al N de Mercurio
- 11 Massalia en conjunción con el Sol
- 12 Luna nueva
- 13 Euterpe en oposición
- 13 Hygiea 0°2 al S de la Luna (Ocultación)
- 15 La Luna 4° al S de Venus
- 15 Luna en perigeo
- 16 Egeria en oposición
- 16 Mercurio 5° al N de Aldebarán
- 17 La Luna 6° al S de Marte
- 18 Ceres en oposición
- 19 Cuarto creciente
- 19 La Luna 8° al S de Saturno
- 21 El Sol entra en Cáncer
- 21 Inicio del Verano en el hemisferio boreal
- 25 Mercurio en perihelio
- 26 Eclipse parcial de Luna
- 26 Luna llena
- 27 Eunomia en oposición
- 28 Brillo máximo de Mercurio
- 28 Mercurio en conjunción superior con el Sol

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(h	m)	(°	')	
Mercurio	4	27,8	20	39	-0,9
Venus	8	13,7	21	57	-3,9
Marte	10	25,7	11	5	1,2
Júpiter	0	5,9	- 0	40	-2,2
Saturno	11	56,5	2	58	1,1



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

31 de Mayo a las 23h de TU

15 de Junio a las 22h de TU

30 de Junio a las 21 h de TU

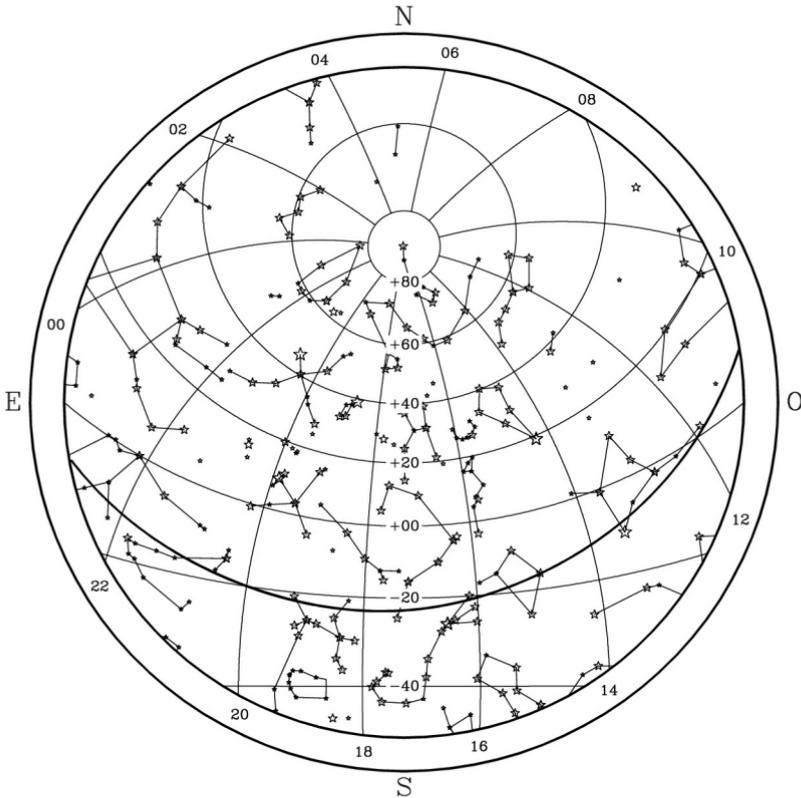
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Julio 2010

- 1 La Luna 5° al N de Neptuno
- 1 Luna en apogeo
- 3 Amphitri en oposición
- 3 Juno 1°,4 al S de la Luna
- 3 Palas estacionario en ascensión recta
- 4 Cuarto menguante
- 6 Mercurio 5° al S de Pólux
- 6 Tierra en el afelio
- 6 Urano estacionario en ascensión recta
- 8 La Luna 0°,7 al S de Alcíone (Ocultación)
- 9 Juno en conjunción con el Sol
- 10 Metis 1°,4 al N de Mercurio
- 10 Venus 1°,1 al N de Régulo
- 11 Eclipse total de Sol
- 11 Luna nueva
- 13 La Luna 4° al S de Mercurio
- 13 Luna en perigeo
- 15 La Luna 6° al S de Venus
- 16 La Luna 6° al S de Marte
- 16 La Luna 8° al S de Saturno
- 18 Cuarto creciente
- 22 El Sol entra en Leo
- 24 Júpiter estacionario en ascensión recta
- 26 Luna llena
- 27 Mercurio 0°,3 al S de Régulo
- 28 La Luna 5° al N de Neptuno
- 28 Luna en apogeo
- 29 Melpomen en conjunción con el Sol

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	([°])	(['])	
Mercurio	8	51,0	19	22	-0,4
Venus	10	29,4	10	49	-4,0
Marte	11	28,1	4	12	1,4
Júpiter	0	14,2	0	4	-2,4
Saturno	12	1,8	2	17	1,1



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

30 de Junio a las 23h de TU

15 de Julio a las 22h de TU

30 de Julio a las 21 h de TU

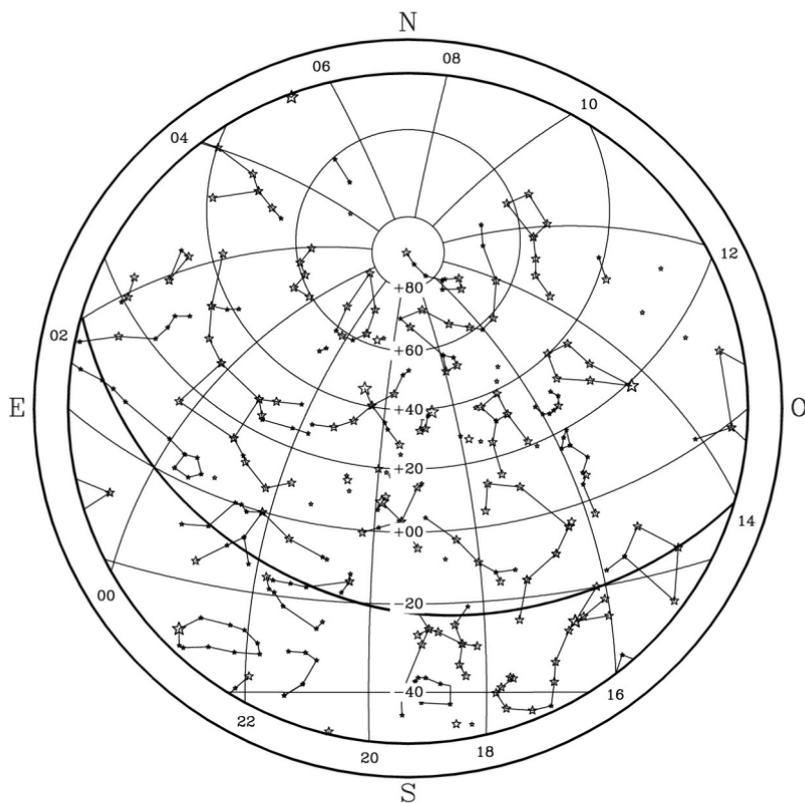
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Agosto 2010

- 1 Marte 2° al S de Saturno
- 3 Cuarto menguante
- 4 La Luna 0°,7 al S de Alcíone (Ocultación)
- 7 Máxima elongación Este de Mercurio (27°,4)
- 8 Ceres estacionario en ascensión recta
- 8 Hygiea 1°,1 al N de la Luna (Ocultación)
- 8 Mercurio en afelio
- 8 Vesta 1°,0 al N de la Luna (Ocultación)
- 9 Astrea 0°,1 al N de la Luna (Ocultación)
- 10 Luna en perigeo
- 10 Luna nueva
- 10 Venus 3° al S de Saturno
- 12 La Luna 2° al S de Mercurio
- 13 La Luna 4° al S de Venus
- 13 La Luna 6° al S de Marte
- 13 La Luna 8° al S de Saturno
- 16 Cuarto creciente
- 17 Partheno en conjunción con el Sol
- 20 Máxima elongación Este de Venus (46°,0)
- 20 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 20 Neptuno en oposición
- 22 Fortuna en conjunción con el Sol
- 23 El Sol entra en Virgo
- 23 Irene en oposición
- 23 Venus 2° al S de Marte
- 24 La Luna 5° al N de Neptuno
- 24 Luna llena
- 25 Luna en apogeo
- 27 La Luna 6° al N de Urano

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(^h	m)	([°]	')	
Mercurio	11	9,6	2	5	0,8
Venus	12	27,4	- 4	12	-4,2
Marte	12	36,9	- 3	40	1,5
Júpiter	0	11,9	- 0	21	-2,6
Saturno	12	11,7	1	7	1,1



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

31 de Julio a las 23h de TU
 15 de Agosto a las 22h de TU
 30 de Agosto a las 21 h de TU

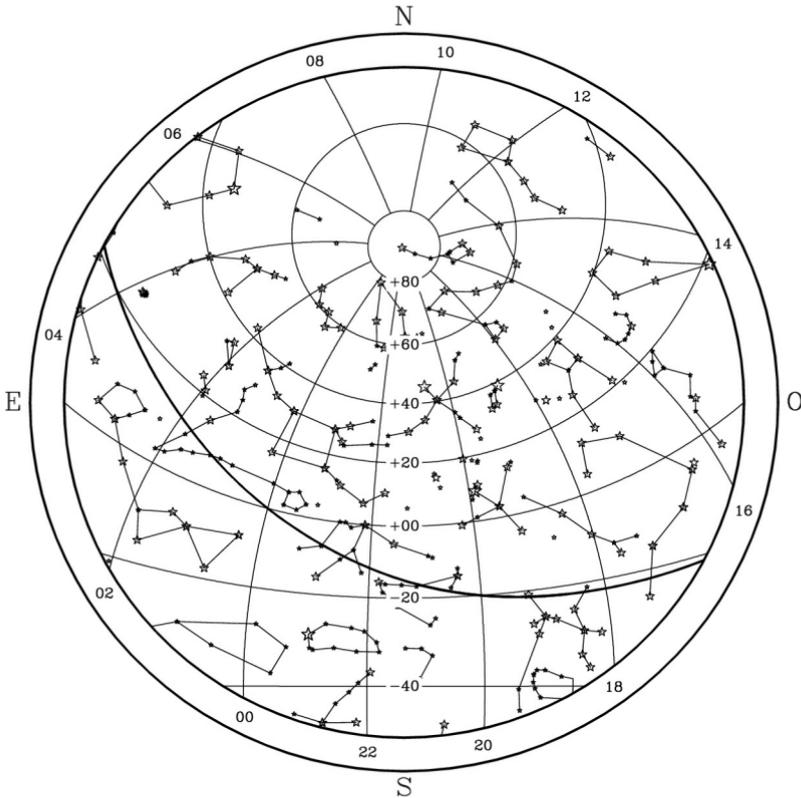
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Setiembre 2010

- 1 Cuarto menguante
- 1 La Luna 0°8 al S de Alcíone (Ocultación)
- 1 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 1 Venus 1°2 al S de Espiga
- 3 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 4 Marte 2° al N de Espiga
- 5 Hygiea 2° al N de la Luna
- 5 Vesta 3° al N de la Luna
- 6 Astrea 2° al N de la Luna
- 6 Venus en afelio
- 8 Luna en perigeo
- 8 Luna nueva
- 9 La Luna 8° al S de Saturno
- 11 Flora en oposición
- 11 La Luna 0°2 al S de Venus (Ocultación)
- 11 La Luna 5° al S de Marte
- 12 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 14 Laetitia en oposición
- 14 Plutón estacionario en ascensión recta
- 15 Cuarto creciente
- 19 Máxima elongación Oeste de Mercurio (17°9)
- 20 La Luna 5° al N de Neptuno
- 21 Júpiter, Urano y Hebe en oposición
- 21 Luna en apogeo
- 21 Mercurio en perihelio
- 22 Júpiter 0°9 al S de Urano
- 23 El Sol entra en Libra
- 23 Inicio del Otoño en el hemisferio boreal
- 23 La Luna 6° al N de Urano
- 23 La Luna 7° al N de Júpiter
- 23 Luna llena
- 25 Hygiea en conjunción con el Sol
- 27 Brillo máximo de Venus
- 28 La Luna 1°1 al S de Alcíone (Ocultación)
- 29 Venus 6° al S de Marte

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta (h m)	Declin. (° ')	Magnitud
Mercurio	10 29,2	8 58	0,7
Venus	14 2,4	-17 31	-4,4
Marte	13 51,7	-11 34	1,5
Júpiter	23 59,8	- 1 46	-2,8
Saturno	12 24,6	- 0 18	1,0



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

31 de Agosto a las 23h de TU
 15 de Setiembre a las 22h de TU
 30 de Setiembre a las 21 h de TU

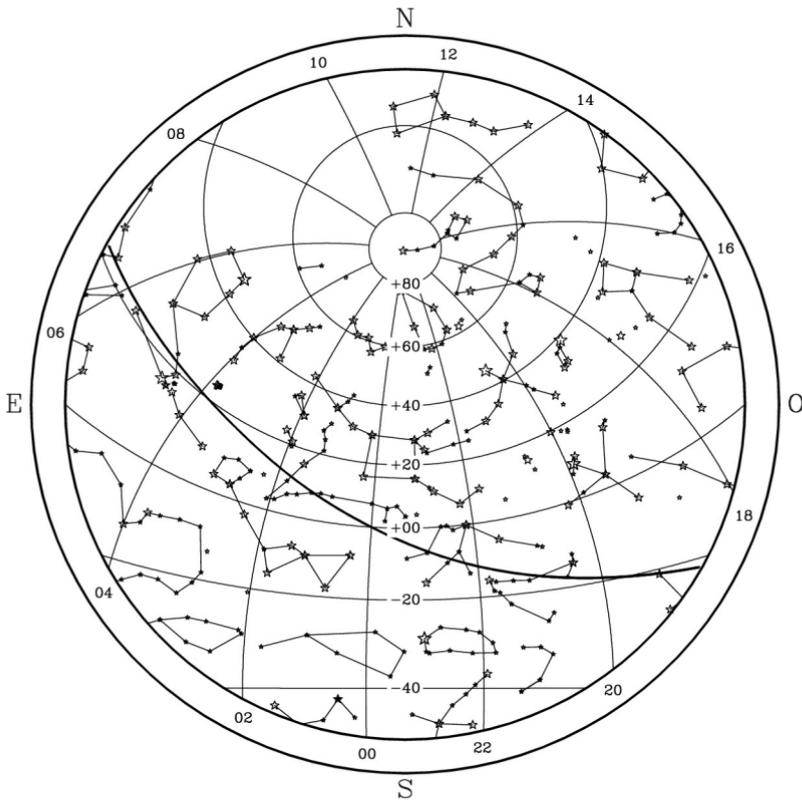
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Octubre 2010

- 1 Cuarto menguante
- 1 Saturno en conjunción con el Sol
- 3 Hygiea 2° al N de la Luna
- 6 Luna en perigeo
- 7 Luna nueva
- 7 Marte 0°7' al S de Zuben el Genubi
- 7 Venus estacionario en ascensión recta
- 9 La Luna 3° al N de Venus
- 10 La Luna 3° al S de Marte
- 11 Astraea en oposición
- 14 Cuarto creciente
- 16 Brillo máximo de Mercurio
- 17 La Luna 5° al N de Neptuno
- 17 Mercurio en conjunción superior con el Sol
- 18 Luna en apogeo
- 18 Palas 2° al N de la Luna
- 20 La Luna 6° al N de Urano
- 20 La Luna 7° al N de Júpiter
- 23 El Sol entra en Escorpio
- 23 Luna llena
- 29 Máximo acercamiento de Venus a la Tierra
- 29 Venus en conjunción inferior con el Sol
- 30 Cuarto menguante
- 31 Hygiea 3° al N de la Luna

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta (h m)		Declin. (° ')		Magnitud
Mercurio	13	15,8	- 6	50	-1,4
Venus	14	29,9	-22	30	-4,3
Marte	15	12,1	-18	17	1,5
Júpiter	23	45,9	- 3	15	-2,7
Saturno	12	38,2	- 1	45	0,9



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

30 de Setiembre a las 23h de TU

15 de Octubre a las 22h de TU

30 de Octubre a las 21 h de TU

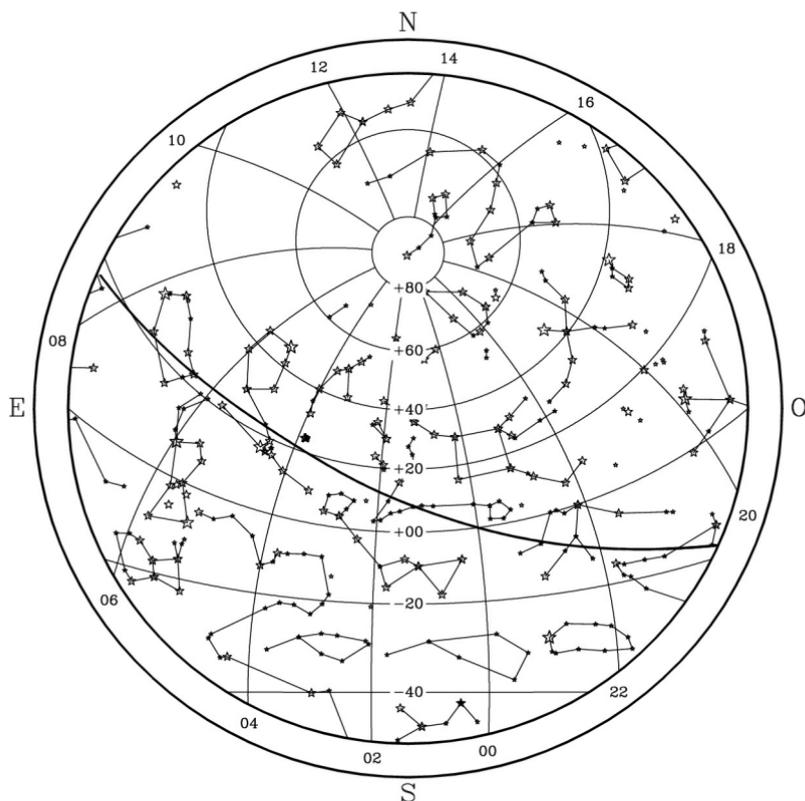
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Noviembre 2010

- 2 Marte 2° al S de Graffias
- 3 Luna en perigeo
- 4 La Luna 8° al S de Saturno
- 4 Mercurio en afelio
- 5 La Luna 0°0 al S de Venus (Ocultación)
- 6 Luna nueva
- 7 La Luna 2° al S de Marte
- 7 La Luna 2° al S de Mercurio
- 7 Neptuno estacionario en ascensión recta
- 10 Marte 4° al N de Antares
- 10 Vesta en conjunción con el Sol
- 11 Iris 2° al N de la Luna
- 11 Mercurio 3° al S de Graffias
- 13 Cuarto creciente
- 14 La Luna 5° al N de Neptuno
- 14 Palas 2° al S de la Luna
- 15 Luna en apogeo
- 15 Mercurio 2° al N de Antares
- 16 La Luna 6° al N de Urano
- 16 La Luna 7° al N de Júpiter
- 16 Venus estacionario en ascensión recta
- 19 Júpiter estacionario en ascensión recta
- 21 Luna llena
- 21 Mercurio 2° al S de Marte
- 22 El Sol entra en Sagitario
- 27 Hygiea 3° al N de la Luna
- 28 Cuarto menguante
- 30 Luna en perigeo

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	([°])	(['])	
Mercurio	16	27,3	-23	50	-0,3
Venus	13	41,0	-12	34	-4,4
Marte	16	45,3	-23	1	1,4
Júpiter	23	38,5	-3	55	-2,5
Saturno	12	51,4	-3	5	0,9



Aspecto del cielo tras anochecer, visto desde el centro de la península:

31 de Octubre a las 23h de TU
 15 de Noviembre a las 22h de TU
 30 de Noviembre a las 21 h de TU

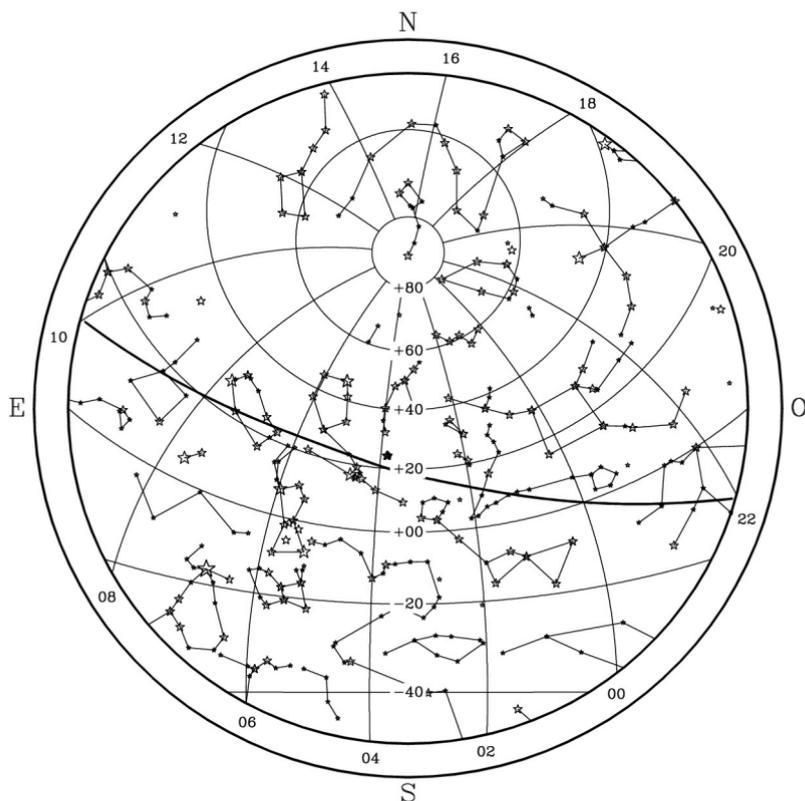
En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Diciembre 2010

- 1 La Luna 8° al S de Saturno
- 1 Máxima elongación Este de Mercurio (21°5)
- 2 Brillo máximo de Venus
- 2 La Luna 6° al S de Venus
- 5 Luna nueva
- 5 Mercurio 6° al S de Plutón
- 5 Metis en conjunción con el Sol
- 6 La Luna 0°6 al N de Marte (Ocultación)
- 6 Urano estacionario en ascensión recta
- 7 La Luna 2° al N de Mercurio
- 9 Iris 1°1 al N de la Luna (Ocultación)
- 9 Psyche en oposición
- 10 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 11 La Luna 5° al N de Neptuno
- 13 Cuarto creciente y Luna en apogeo
- 13 Metis 3° al N de Saturno
- 14 La Luna 7° al N de Júpiter y de Urano
- 18 Mercurio en perihelio
- 20 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 21 El Sol entra en Capricornio
- 21 Inicio del Invierno en el hemisferio boreal
- 21 Luna llena
- 21 Eclipse total de Luna
- 21 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 21 Venus 3° al N de Zuben el Genubi
- 22 Pallas en conjunción con el Sol
- 25 Luna en perigeo, Hygiea 2° al N de la Luna
- 27 Venus en perihelio
- 28 Cuarto menguante
- 29 La Luna 8° al S de Saturno
- 30 Palas 1°1 al N de Júpiter
- 30 Astrea 2° al N de Saturno
- 30 Palas 0°6 al N de Urano, Iris 1°2 al N de Urano
- 30 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 31 La Luna 7° al S de Venus

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc.recta		Declin.		Magnitud
	(h	m)	(°	')	
Mercurio	18	17,6	-22	58	2,2
Venus	14	29,5	-11	47	-4,5
Marte	18	23,3	-24	14	1,3
Júpiter	23	42,5	- 3	21	-2,3
Saturno	13	1,4	- 4	1	0,8



Aspecto del cielo tras anoecer, visto desde el centro de la península:

30 de Noviembre a las 23h de TU
 15 de Diciembre a las 22h de TU
 30 de Diciembre a las 21 h de TU

En la figura se representan paralelos de declinación y, con un trazo más grueso, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

ECLIPSES

En esta sección figura una descripción de los eclipses de Sol y de Luna que van a tener lugar durante el año. Estos son:

Enero 15	anular de Sol
Junio 26	parcial de Luna
Julio 11	total de Sol
Diciembre 21	total de Luna

Introducción

Convenios

Todos los tiempos en este apartado vienen dados en Tiempo Universal.

Como en el resto del ANUARIO, la **latitud** se considera positiva al Norte y negativa al Sur del ecuador terrestre, tomando valores entre -90° y $+90^\circ$. La **longitud** está referida al meridiano de Greenwich; se considera **positiva** al **Este** y negativa al Oeste de dicho meridiano, tomando valores entre -180° y $+180^\circ$.

Estadísticas

En un año se producen entre 4 y 7 eclipses, incluyendo los de Sol y los de Luna. En cada año hay al menos dos eclipses de cada tipo. Normalmente un eclipse de Sol y uno de Luna se acompañan, es decir uno se produce media lunación después que el otro. A lo largo de este siglo se producirán 223 eclipses solares, 68 de ellos serán totales, 72 anulares, 7 mixtos (anular/total) y 76 de penumbra (parciales). Asimismo, habrá 230 eclipses lunares, 85 de ellos totales, 58 parciales y 87 penumbrales.

Eclipses de Sol

Eclipses de Sol en 2010

Se producirán dos eclipses de Sol, uno anular el 15 de enero y otro total el 11 de julio, ninguno de ellos será visible desde España.

Se describen en detalle en páginas siguientes.

Eclipses de Sol durante el año próximo

En 2011 habrá cuatro eclipses parciales de Sol, el primero de ellos, el 4 de enero, será visible desde España.

El eclipse parcial del 4 de enero se verá en Europa, África y Asia central, alcanzando una magnitud de 0,86. El eclipse parcial del 1 de junio será visible en el extremo oriental de Asia, el norte de Norteamérica e Islandia, alcanzando una magnitud de 0,60. El eclipse parcial del 1 de julio se verá al sur del Océano Índico, entre África y la Antártida, alcanzando una magnitud de 0,10. El último eclipse parcial del año 2011 se producirá el 25 de noviembre y será visible en el sur de África, la Antártida, Tasmania (Australia) y Nueva Zelanda, alcanzando una magnitud de 0,91.

Magnitud

Se denomina así a la fracción del diámetro solar ocultada por la Luna. Para un eclipse total es 1, aunque en ocasiones se da un valor mayor que indica la razón entre el diámetro lunar y el solar. Para un eclipse anular o parcial la magnitud es menor que 1. No debe confundirse la magnitud con el *oscurecimiento* del disco solar, o sea con la fracción de superficie ocultada por la luna. El oscurecimiento es siempre una cantidad numérica menor que la magnitud. Se relacionan, de una manera orientativa, según:

Magnitud	Oscurecimiento	Magnitud	Oscurecimiento
0,1	0,04	0,6	0,50
0,2	0,10	0,7	0,62
0,3	0,19	0,8	0,75
0,4	0,28	0,9	0,87
0,5	0,39	1,0	1,00

Eclipses de Luna

Eclipses de Luna en 2010

Se producirán dos eclipses de Luna, uno parcial y otro total. El eclipse parcial del 26 de junio será visible en el Océano Pacífico, mientras que el eclipse total del 21 de diciembre será visible desde España. Se describen en detalle en páginas siguientes.

Eclipses de Luna durante el año próximo

En 2011 habrá dos eclipses totales de Luna, uno el 15 de junio y el otro el 10 de diciembre. Ambos serán visibles desde España.

Magnitud

Indica la distancia a que el disco lunar ha entrado en la sombra de la Tierra en el instante del máximo del eclipse, tomando como unidad el diámetro lunar y midiéndolo según la línea que une el centro de la Luna con el eje del cono de sombra de la Tierra. Si su valor es menor que 1 se trata de un eclipse parcial. En otro caso, es un eclipse total.

En el caso de un eclipse de penumbra la magnitud antes descrita carece de sentido y en su lugar se da la *magnitud penumbral* que indica, de manera análoga, la distancia a que el disco lunar ha entrado en la penumbra de la Tierra.

Eclipse anular de Sol del día 15 de enero (Saros 141)

Este eclipse no es visible desde España.

El eclipse será visible como parcial en Europa oriental, la mayor parte de África y Asia. El eclipse se iniciará como parcial a las 4^h5^m TU (Tiempo Universal) en el parque Nacional de Akagera (Ruanda) y terminará a las 10^h8^m TU en la provincia de Guizhou, en el centro de China. La duración total del fenómeno será de 363 minutos (algo más de seis horas).

El eclipse anular se iniciará a las 5^h17^m al norte de Bouar en la República Centroafricana, atravesará el sur de Chad, la República Centroafricana, el norte de la República Democrática del Congo, Uganda, Kenia y el sur de Somalia, después de dejar África cruzará el Océano Índico y se adentrará en Asia atravesando la costa meridional de India, Sri Lanka, el sur de Bangladesh, Myanmar y China. Finalizará a las 8^h55^m en la península de Shantung (China). El máximo del eclipse anular se dará a las 7^h7^m en un punto del Océano Índico de latitud +1,6° y longitud +69,3° a medio camino entre África y el sur de la India. La magnitud máxima del eclipse será 0,92 y su duración máxima de 11 min 8 s.

Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Longitud
Inicio del eclipse general	04 ^h 05 ^m	-1°20'	30°29'
Inicio del eclipse anular	05 ^h 17 ^m	6°58'	15°41'
Máximo del eclipse	07 ^h 07 ^m	1°38'	69°18'
Conjunción en Asc. Recta	07 ^h 20 ^m		
Fin del eclipse anular	08 ^h 55 ^m	36°49'	121°43'
Fin del eclipse general	10 ^h 08 ^m	28°48'	108°13'

Características del eclipse en el máximo

Duración de la fase anular	11 ^m 8 ^s
Anchura de la sombra	333 km
Razón entre el radio topocéntrico de la Luna y el del Sol	91,9 %
Magnitud del eclipse anular	0,919
Distancia mínima entre el eje de sombra de la Luna y el centro de la Tierra (en radio terrestres)	0,400
Altura del Sol	66°

Eclipse anular de 15 de enero de 2010



Eclipse total de Sol del día 11 de julio (Saros 146)

Este eclipse no es visible desde España.

El eclipse parcial será visible en el Océano Pacífico Sur y en el extremo más meridional de Sudamérica. El eclipse se iniciará a las 17^h10^m TU (Tiempo Universal) a una latitud de -12° en el Océano Pacífico y el fin del eclipse se producirá a las 21^h57^m TU a una latitud de -37° cerca de la costa de Bío-Bío, octava región de Chile. La duración total del fenómeno será de 287 minutos (algo menos de 5 horas).

El eclipse total se iniciará a las 18^h17^m a una latitud de -27° en un punto del Océano Pacífico al sur de Tonga; cruzará el Océano Pacífico Sur sin tocar tierra excepto por Mangaia en las Islas Cook del Sur y la Isla de Pascua (Chile), se adentrará en el sur de Chile por las regiones XI y XII (región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y región de Magallanes y la Antártica Chilena, respectivamente) y finalmente atravesará Argentina por la provincia de Santa Cruz, en la región Patagónica. El eclipse terminará a las 20^h50^m en un punto de la provincia argentina de Santa Cruz situado entre El Calafate y Río Gallegos. La duración total del fenómeno será de 153 minutos (algo más de 2 horas y media).

El máximo del eclipse se dará a las 19^h34^m a una latitud de -20° y una longitud de -122° en un punto del Océano Pacífico Sur a medio camino entre Australia y Sudamérica, siendo la duración máxima de la totalidad de 5 min 20 s. En el máximo la anchura de la sombra será de unos 259 km. En la isla de Mangaia (Islas Cook) la duración de la totalidad será de 3 min 20 s y en la Isla de Pascua (Chile) será de 4 min 49 s.

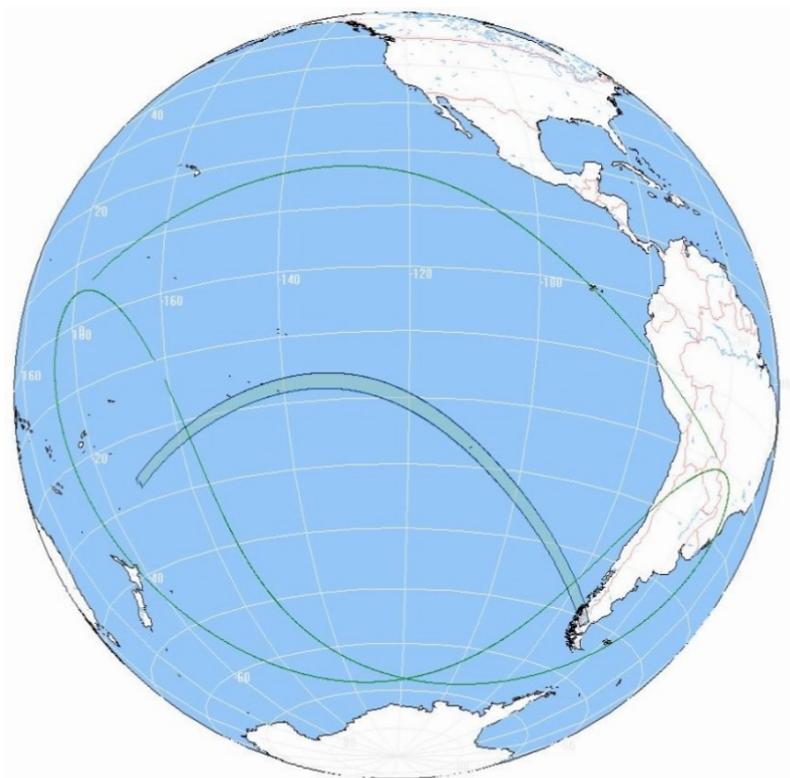
Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Longitud
Inicio del eclipse general	17 ^h 10 ^m	$-11^\circ 39'$	$-161^\circ 12'$
Inicio del eclipse total	18 ^h 17 ^m	$-26^\circ 52'$	$-170^\circ 58'$
Máximo del eclipse	19 ^h 34 ^m	$-19^\circ 46'$	$-121^\circ 53'$
Conjunción en Asc. Recta	19 ^h 51 ^m		
Fin del eclipse total	20 ^h 50 ^m	$-50^\circ 52'$	$-70^\circ 54'$
Fin del eclipse general	21 ^h 57 ^m	$-36^\circ 47'$	$-75^\circ 30'$

Características del eclipse en el máximo

Duración de la fase total	5 ^m 20 ^s
Anchura de la sombra	259 km
Razón entre el radio topocéntrico de la Luna y el del Sol	105,8 %
Distancia mínima entre el eje de sombra de la Luna y el centro de la Tierra (en radio terrestres)	0,68
Altura del Sol	47°

Eclipse total de 11 de julio de 2010



Eclipse parcial de Luna del día 26 de junio (Saros 120)

Eclipse parcial no visible en España.

El inicio del eclipse de penumbra tendrá lugar a las 8^h57^m de Tiempo Universal (TU). La zona en que será visible viene delimitada por la curva discontinua etiquetada con **iP** en la figura adjunta; corresponde a Australia, Océano Pacífico y América. El eclipse parcial (**iS**) es visible a partir de las 10^h17^m. Este será visible en el extremo más oriental de Asia, Australia, Océano Pacífico y la mitad occidental de América. El eclipse de sombra (**fS**) finalizará a las 13^h0^m y el de penumbra (**fP**) a las 14^h20^m.

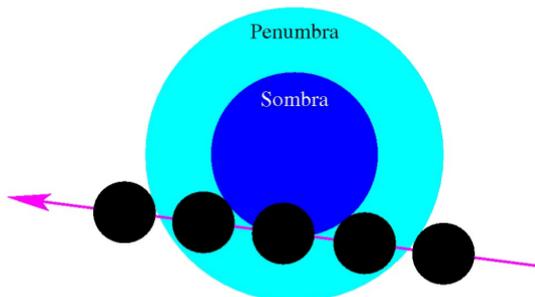
Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Long.(+E)	A.P.
Primer contacto con la penumbra	08 ^h 57 ^m	-24° 10'	-134° 57'	56°
Primer contacto con la sombra	10 ^h 17 ^m	-24° 05'	-154° 09'	38°
Máximo del eclipse	11 ^h 40 ^m	-24° 00'	-174° 05'	-8°
Ultimo contacto con la sombra	13 ^h 00 ^m	-23° 55'	166° 33'	-53°
Ultimo contacto con la penumbra	14 ^h 20 ^m	-23° 49'	147° 20'	-71°
Duración del eclipse penumbral	5 ^h 23 ^m			
Duración del eclipse parcial	2 ^h 43 ^m			
Magnitud del eclipse de penumbra	1,58			
Magnitud del eclipse de sombra	0,54			

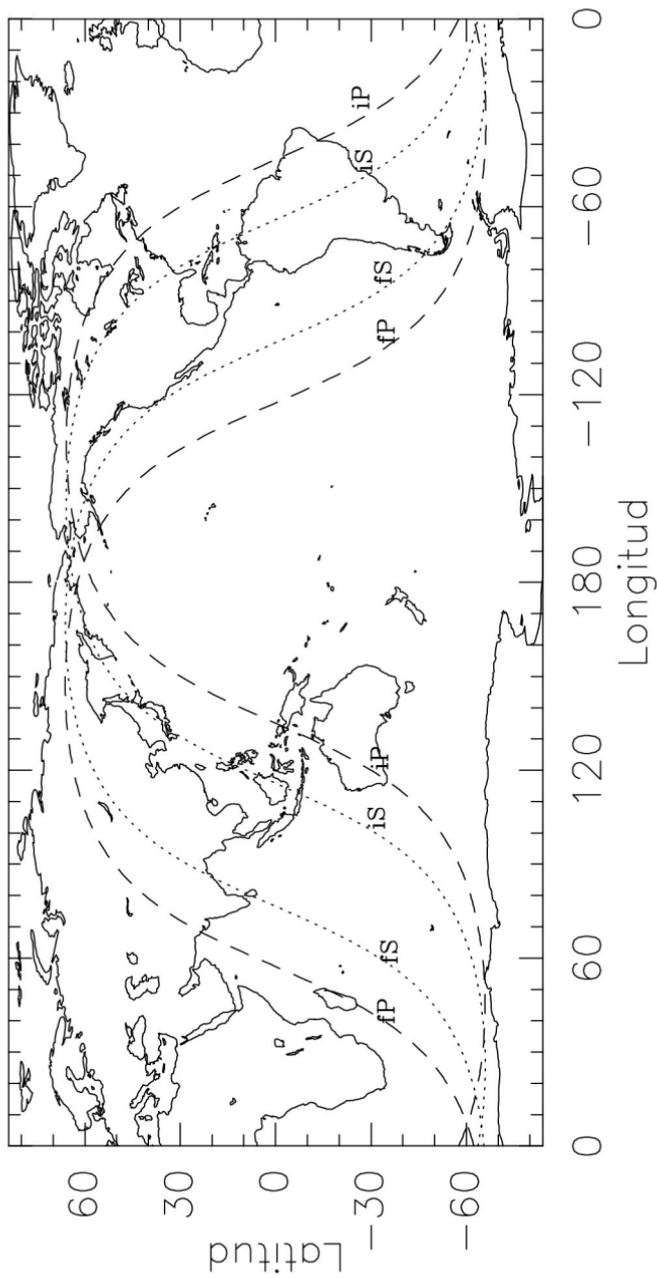
A.P. es el ángulo de posición medido en el sentido NESO.

Características del eclipse en el máximo

Fracción de diámetro lunar inmersa en la penumbra	158 %
Fracción de diámetro lunar inmersa en la sombra	54 %
Distancia mínima entre el eje de la sombra de la Tierra y el centro de la Luna (en radios terrestres)	0,71



Eclipse parcial de Luna del día 26 de junio de 2010



Eclipse total de Luna del día 21 de diciembre (Saros 125)

Eclipse total visible en la mitad occidental de la península y en las Islas Canarias; el eclipse de penumbra será visible en toda España.

El inicio del eclipse de penumbra tendrá lugar a las 5^h29^m de Tiempo Universal (TU). La zona en que será visible viene delimitada por la curva discontinua etiquetada con **iP** en la figura adjunta; corresponde a Océano Pacífico, Asia septentrional, América, Europa y África occidental. El eclipse parcial (**iS**) es visible a partir de las 6^h33^m y el eclipse total (**iT**) a partir de las 7^h41^m. Este será visible en el norte de Asia, Océano Pacífico, América y el extremo más occidental de Europa. El eclipse total (**fT**) finaliza a las 8^h53^m, el de sombra (**fS**) a las 10^h1^m y el de penumbra a las 11^h4^m TU. Habrá sido visible en sus últimas fases en casi toda Asia, Australia, Océano Pacífico y Norteamérica según delimita la curva **fP**.

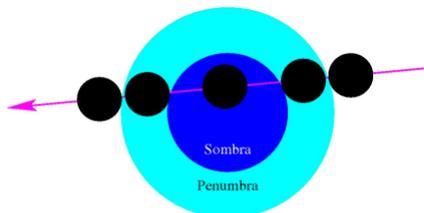
Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Long.(+E)	A.P.
Primer contacto con la penumbra	05 ^h 29 ^m	23°53'	-84°27'	107°
Primer contacto con la sombra	06 ^h 33 ^m	23°50'	-99°39'	113°
Inicio de la totalidad	07 ^h 41 ^m	23°47'	-116°02'	139°
Máximo del eclipse	08 ^h 18 ^m	23°45'	-124°59'	-174°
Fin de la totalidad	08 ^h 53 ^m	23°43'	-133°25'	-129°
Ultimo contacto con la sombra	10 ^h 01 ^m	23°39'	-149°48'	-103°
Ultimo contacto con la penumbra	11 ^h 04 ^m	23°36'	-164°58'	-96°
Duración del eclipse penumbral	5 ^h 35 ^m			
Duración del eclipse parcial	3 ^h 28 ^m			
Duración del eclipse total	1 ^h 12 ^m			
Magnitud del eclipse de penumbra	2,28			
Magnitud del eclipse de sombra	1,26			

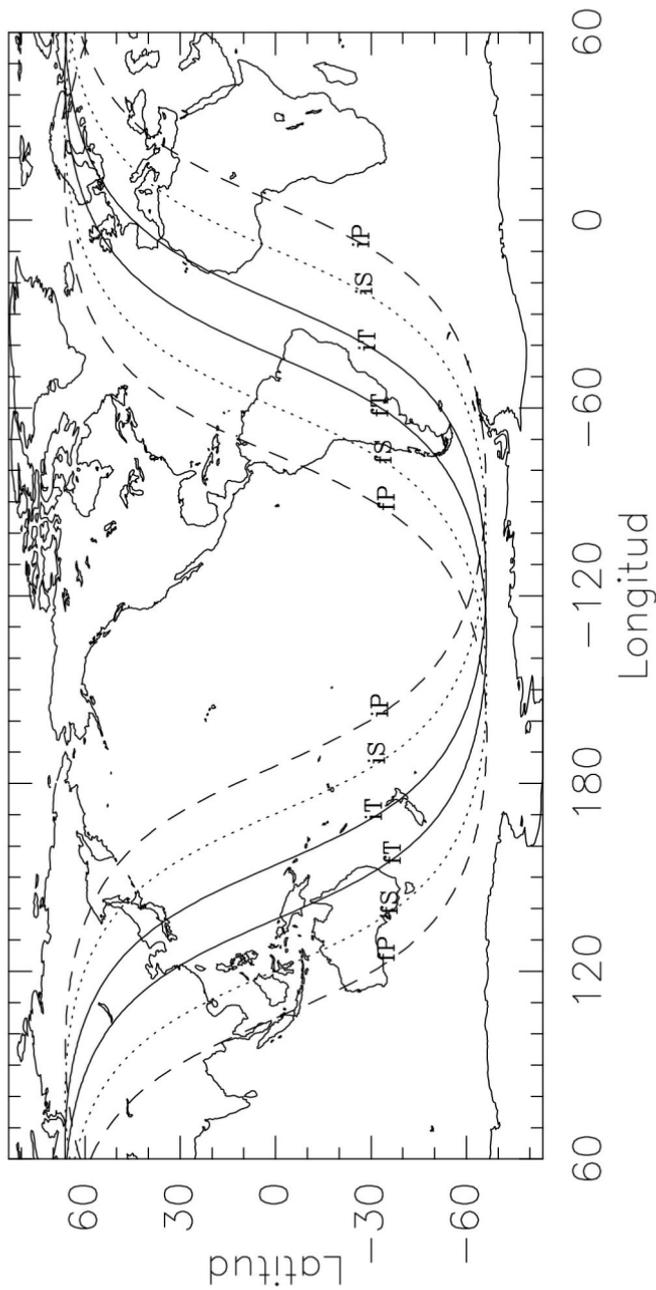
A.P. es el ángulo de posición medido en el sentido NESO.

Características del eclipse en el máximo

Fracción de diámetro lunar inmersa en la penumbra	228 %
Fracción de diámetro lunar inmersa en la sombra	126 %
Distancia mínima entre el eje de la sombra de la Tierra y el centro de la Luna (en radios terrestres)	0,32



Eclipse total de Luna del día 21 de diciembre de 2010



Mapas de los eclipses de Sol

Se ha realizado una proyección ortográfica de la Tierra para cada uno de los eclipses solares visibles en este año, en la que se representan la extensa zona en que el eclipse es visible como parcial y, en su caso, la franja donde es visible el eclipse total o anular. La región donde se observa el eclipse parcial ocupa una gran parte del hemisferio terrestre en que es de día. A la izquierda se encuentra un bucle en el que se indican los lugares en que el Sol está saliendo al inicio o al final del eclipse. De manera análoga, en un bucle situado a la derecha se indican los lugares en que se pone el Sol al inicio o al final del eclipse.

La región en que es posible observar el eclipse como total o anular, cuando se da tal circunstancia, viene delimitada por dos curvas aproximadamente paralelas que delimitan la franja de visibilidad. Su separación varía a lo largo del eclipse y es distinta para cada eclipse, pudiendo incluso superar los mil km (eclipse del 22 de agosto de 1979). Hemos denominado esta curva *franja de totalidad* o bien *franja de anularidad*, según corresponda.

Mapas de los eclipses de Luna

Se ha representado la superficie de la Tierra en un diagrama *longitud-latitud*, en el que varias curvas delimitan las zonas en que el eclipse es visible en sus diversas fases. En el centro de la figura se encuentra la zona donde será visible todo el fenómeno. El eclipse de penumbra será visible en su totalidad en la zona delimitada por trazos discontinuos etiquetados por **iP** a la izquierda y **fP** a la derecha; estas curvas indican, respectivamente, el inicio y el fin del contacto con la penumbra. El eclipse parcial (si tiene lugar) será visible en su totalidad en la zona delimitada por puntos etiquetados por **iS** a la izquierda y **fS** a la derecha; estas curvas indican, respectivamente, el inicio y el fin del contacto con la sombra. El eclipse total (si tiene lugar) será visible en su totalidad en la zona delimitada por puntos etiquetados por **iT** a la izquierda y **fT** a la derecha; estas curvas indican, respectivamente, el inicio y el fin del eclipse total.

En la zona delimitada entre las curvas **fP** e **iP** a la derecha del mapa, la Luna se pondrá antes de que finalice el eclipse. En la zona delimitada entre las curvas **fP** e **iP** a la izquierda del mapa, la Luna saldrá por el horizonte después del inicio del eclipse.

Tablas de los eclipses

En las tablas de características generales de los eclipses de Sol y de Luna en ocasiones se indican coordenadas geográficas cuyo significado es distinto en cada caso. En los eclipses totales y anulares de Sol, dichas

coordenadas se refieren al lugar sobre la superficie terrestre en el que se encuentra en centro de la sombra de la Luna en el instante considerado. En los eclipses de Luna, las coordenadas geográficas se refieren al lugar para el cual la Luna se encuentra en el cénit en el instante indicado.

Eclipses de Sol en los próximos años

Fecha	Tipo	Duración (^{m s})	Magnitud	Visibilidad
2010 enero 15	anular	11 08	0,92	África y Asia
2010 julio 11	total	5 20	1,06	S. de Sudamérica
2011 enero 4	parcial		0,86	Europa, África y Asia central
2011 junio 1	parcial		0,60	E. Asia y costas Ártico
2011 julio 1	parcial		0,10	costa Antártida
2011 noviembre 25	parcial		0,91	Antártida
2012 mayo 20/21	anular	5 46	0,94	Asia y Norteamérica
2012 noviem. 13/14	total	4 02	1,05	Oceanía y Pacífico
2013 mayo 9/10	anular	6 03	0,95	Oceanía y Pacífico
2013 noviembre 3	mixto	1 40	1,02	S. Europa, África y E. América
2014 abril 29	anular		0,99	Antártida y Australia
2014 octubre 23	parcial		0,81	Norteamérica
2015 marzo 20	total	2 47	1,04	Europa, N. de África y Asia
2015 septiembre 13	parcial		0,79	Antártida, S. de África
2016 marzo 9	total	4 09	1,05	Sumatra, Borneo, Pacífico
2016 setiembre 1	anular	3 06	0,97	Atlántico, África e Índico
2017 febrero 26	anular	0 44	0,99	S. Sudamérica y África
2017 agosto 21	total	2 40	1,03	Noteamérica y N. Sudamérica
2018 febrero 15	parcial		0,60	Antártida y S. Sudamérica
2018 julio 13	parcial		0,34	S. Australia
2018 agosto 11	parcial		0,74	N. Europa y Asia, Ártico
2019 enero 5/6	parcial		0,72	NE. Asia y N. Pacífico
2019 julio 2	total	4 33	1,05	S. Pacífico y Sudamérica
2019 diciembre 26	anular	3 39	0,97	Asia y Australia

En aquellos casos en que un eclipse de inicia en una fecha (TU) y termina al día siguiente se ha subrayado aquella fecha en que se da el máximo del eclipse. *Duración* se refiere a la de la fase de totalidad o anularidad. *Magnitud* se refiere a la fracción de diámetro solar cubierto por la Luna.

El próximo eclipse solar **total** visible como tal en España se dará el 12 de agosto de 2026. El próximo eclipse solar **anular** visible como tal en España se dará el 26 de enero de 2028.

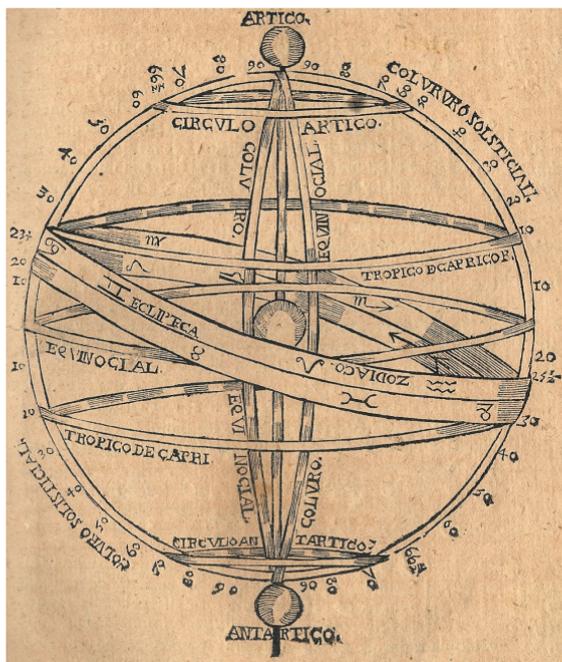
Eclipses de Luna en los próximos años

Fecha	Tipo	Duración (en min)	Dur. totalidad (en min)	Magnitud
2010 junio 26	parcial	164		0,54
2010 diciembre 21	total	210	74	1,26
2011 junio 15	total	220	100	1,71
2011 diciembre 10	total	212	52	1,11
2012 junio 4	parcial	128		0,38
2012 noviembre 28	penumbral			
2013 abril 25	parcial	32		0,02
2013 mayo 25	penumbral			
2013 octubre <u>18/19</u>	penumbral			
2014 abril 15	total	216	78	1,30
2014 octubre 8	total	200	60	1,17
2015 abril 4	total	210	12	1,01
2015 setiembre 28	total	200	72	1,28
2016 marzo 23	penumbral			
2016 setiembre 16	penumbral			
2017 febrero <u>10/11</u>	penumbral			
2017 agosto 7	parcial	116		0,25
2018 enero 31	total	204	76	1,32
2018 julio 27	total	236	104	1,61
2019 enero 21	total	197	62	1,20
2019 julio <u>16/17</u>	parcial	178		0,65

Duración se refiere a la de contacto con la sombra.

El próximo eclipse **total** de Luna visible en España en todas sus fases será el de 28 de setiembre de 2015.

CALENDARIOS Y TIEMPOS



CALENDARIOS

Introducción

Día juliano

Calendario gregoriano

Calendario católico

Calendario juliano

Calendario musulmán

Calendario israelita

Día de la semana correspondiente a una fecha

Introducción

Un calendario es un sistema que, con propósitos civiles o religiosos, organiza largos intervalos de tiempo en periodos de tiempo menores (tales como año, mes y semana) utilizando como unidad el día, con el propósito de que cada día se exprese de manera unívoca (sin ambigüedad).

En la actualidad hay unos 40 calendarios distintos en uso y aún más han dejado de ser usados. La mayoría de ellos tienen una cierta base astronómica, por cuanto intentan dividir el año trópico (correspondiente al ciclo de las estaciones climáticas) o el mes sinódico (correspondiente al ciclo de fases lunares) en un número entero de días. En la práctica, cada calendario se define con un conjunto de reglas establecidas por convenio con las que se trata de conseguir un sistema que no se desvie excesivamente, a medio plazo, del tipo de ajuste astronómico en que se basa; pero sin pretender un ajuste muy preciso (que exigiría un excesivo número de reglas), pues su fin es social, no científico.

El calendario civil usado en las relaciones internacionales y en la mayoría de países es el **calendario gregoriano** que, además, constituye la base del calendario eclesiástico de católicos y protestantes. La unidad de este calendario es el **día**, definido como 86400 segundos de Tiempo Atómico Internacional (TAI).

Para facilitar los cambios internacionales, la Organización Internacional de Normalización (ISO) adoptó dos recomendaciones referidas a la escritura numérica de las fechas y a la numeración de las semanas:

Escritura numérica de fechas

Los tres elementos de la fecha se expresarán en cifras árabes y se pondrán en el orden: año, mes y día. El mes y el día se expresarán cada uno con dos cifras, pudiendo la de la izquierda ser un cero. Dada la ambigüedad que se presentó con la llegada del año 2000, se recomienda expresar el año con sus cuatro cifras. *Ejemplo:* el 28 de febrero de 2010 se escribe como 2010-02-28 o bien 20100228.

Numeración de las semanas

El lunes se considera como el primer día de la semana. Las semanas se numeran de 01 a 52. La primera semana del año, numerada 01, es la que contiene el primer jueves de enero. Se incluye una semana numerada 53 cuando el año considerado termina en jueves, o bien en jueves o viernes en caso de ser bisiesto.

Los **siglos**, periodos de 100 años, también son susceptibles de ser numerados en relación con un origen arbitrario. En el caso de la era

cristiana, el primer siglo empezó el 1 de enero del año 1 y finalizó el 31 de diciembre del año 100; el siglo XX empezó el 1 de enero del año 1901 y acabó el 31 de diciembre del año 2000; el siglo XXI empezó el 1 de enero del año 2001 y acabará el 31 de diciembre del año 2100.

Día juliano

Una manera conveniente de expresar el instante en que un determinado fenómeno astronómico se ha dado consiste en dar el **número de día juliano** en que tal fenómeno se dio o se dará. La facilidad de uso se debe a que es una medida del tiempo continua, que puede ser fácilmente introducida en ecuaciones; la determinación del tiempo transcurrido entre dos sucesos se obtendrá mucho más fácilmente como una resta de dos días julianos que como la diferencia entre dos fechas de cualquier calendario. El basarse en una numeración continua de los días y fracción lo hace muy apropiado para expresar los tiempos en las aplicaciones astronómicas.

El número de día juliano también es conocido como *fecha juliana*, lo que en ocasiones da lugar a su confusión con la *fecha del calendario juliano*, que se explica más abajo. El número de día juliano facilita la realización de transformaciones entre fechas expresadas en distintos calendarios, así como la determinación del tiempo transcurrido entre dos determinadas fechas o el cálculo del día de la semana en que cae una determinada fecha.

En su forma actual, el número de día juliano se refiere al Meridiano de Greenwich y en la escala de Tiempo Universal (TU). Se considera que el día juliano número cero se inició a las 12 horas al día 1 de enero del año -4712 (del calendario juliano proléptico, ver más abajo). Por ello, el día juliano se expresará como un número entero al mediodía de Greenwich (12^h de TU) y tendrá una fracción 0,5 a las 0^h de TU (medianoche en el meridiano de Greenwich). *Ejemplo*: el día juliano correspondiente a las 0^h de TU del día 1 de diciembre de 2010 es 2455 531,5.

Para obtener el día juliano correspondiente a un día D de un mes, basta con sumar el valor D al día juliano dado para el día cero de tal mes en la tabla siguiente. (Se entiende por día cero el último día del mes precedente.)

Día a 0 ^h de TU	Día juliano	Día a 0 ^h de TU	Día juliano
2010 Ene 0	2455 196,5	2010 Jul 0	2455 377,5
2010 Feb 0	2455 227,5	2010 Ago 0	2455 408,5
2010 Mar 0	2455 255,5	2010 Set 0	2455 439,5
2010 Abr 0	2455 286,5	2010 Oct 0	2455 469,5
2010 May 0	2455 316,5	2010 Nov 0	2455 500,5
2010 Jun 0	2455 347,5	2010 Dic 0	2455 530,5

Día juliano correspondiente al día 0 de enero de los años indicados:

2001	2451909,5	2006	2453735,5	2011	2455561,5
2002	2452274,5	2007	2454100,5	2012	2455926,5
2003	2452639,5	2008	2454465,5	2013	2456292,5
2004	2453004,5	2009	2454831,5	2014	2456657,5
2005	2453370,5	2010	2455196,5	2015	2457022,5

A continuación se indican algunos días julianos a los que se refieren sistemas de coordenadas y expresiones de elementos orbitales:

B1850	=	2396758,203	=	1850 Ene 0,703
J1900	=	2415020,0	=	1900 Ene 0,500
B1900	=	2415020,313	=	1900 Ene 0,813
J1950	=	2433282,5	=	1950 Ene 1,000
B1950	=	2433282,423	=	1950 Ene 0,923
J1991.25	=	2448349,0625	=	1991 Abr 2,5625
J2000	=	2451545,0	=	2000 Ene 1,500

Las tablas siguientes permiten determinar con un cálculo sencillo el día juliano correspondiente a una fecha gregoriana dada entre los años 1600 y 2199. Para ello hay que sumar la contribución *DJC* de la centuria a la que corresponde el año, la contribución *DJF* de la fracción de centuria *F*, que viene dada por la ecuación $DJF = 365 * F + int[F/4]$, la contribución *DJM* del mes, con la corrección correspondiente en caso de tratarse de un año bisiesto (columna *bis*), el día del mes y la fracción de éste ($TU/24$) si no son las 0^h de TU. La función *int*[] calcula la parte entera de un número.

Centuria		Mes					
Año	DJC	Mes	DJM	bis.	Mes	DJM	bis.
1600	2305447,5	Ene	0	-1	Jul	181	0
1700	2341971,5	Feb	31	-1	Ago	212	0
1800	2378495,5	Mar	59	0	Set	243	0
1900	2415019,5	Abr	90	0	Oct	273	0
2000	2451544,5	May	120	0	Nov	304	0
2100	2488068,5	Jun	151	0	Dic	334	0

Ejemplo: para el 1 de diciembre de 2010 a las 0^h TU son:

$$DJC(2000) = 2451544,5$$

$$DJF(10) = 365 * 10 + int[10/4] = 3652$$

$$DJM(\text{Diciembre}) = 334$$

Por consiguiente, el día juliano es: $DJC + DJF + DJM + día = 2451544,5 + 3652 + 334 + 1 = 2455531,5$. Tal día será miércoles.

Conocido el día juliano correspondiente a una fecha, el **día de la semana** se determina sumando 0,5 al día juliano, realizando la división *entera* por 7 y sumando la unidad. Si el resultado de la operación es 1, corresponde a un lunes, y así sucesivamente:

$$\text{día de la semana} = \text{resto} \left[\frac{\text{día juliano} + 0,5}{7} \right] + 1$$

En ocasiones, y a pesar de la recomendación en contra de la *Unión Astronómica Internacional*, se usa el **día juliano modificado**, que se obtiene restando al día juliano la cantidad 2400000,5. De esta forma la expresión es más corta y desaparece la fracción 0,5 en la expresión de un día a las 0^h de TU.

Ejemplo: el día juliano correspondiente al 1 de diciembre de 2010 a las 0^h de TU es 2455531,5; el día juliano modificado correspondiente es 55531.

Calendario gregoriano

Consta de años comunes, de 365 días, y de años bisiestos, con un día adicional que se coloca antes del 1 de marzo y se denomina 29 de febrero. Son bisiestos los años divisibles por 4 excepto cuando sean divisibles por 100, a no ser que sean divisibles por 400. Según esta regla, el año 1900 no fue bisiesto y el año 2000 sí lo fue.

El calendario gregoriano se compone de un ciclo de 146097 días (20871 semanas) que se repite exactamente cada 400 años. La duración media de un año resulta ser de 365,24250 días, excediendo la duración del año trópico (365,24219 días) en sólo 27 segundos.

El calendario gregoriano (introducido por el Papa Gregorio XIII) constituye una modificación al calendario *juliano* descrito más abajo, reforma que supuso: (1) la supresión de 3 días intercalares cada cuatro siglos (tres años bisiestos pasaron a ser comunes), (2) la modificación de la determinación del día de Pascua y (3) el aumento de la fecha en diez días, lo que tuvo lugar al establecer el 15 de octubre de 1582 (gregoriano) como el día siguiente al 4 de octubre (juliano). Se respetó la sucesión de los días de la semana: al jueves 4 de octubre le siguió el viernes 15 de octubre. Este calendario fue adoptado oficialmente de manera inmediata en los países católicos (entre ellos España) y, a lo largo de varios siglos, en otros muchos países.

En ocasiones se utilizan fechas gregorianas para indicar hechos acaecidos antes de la reforma del calendario, lo cual se indica como calendario gregoriano *proléptico*. Para que se apliquen adecuadamente las reglas que lo definen es necesario introducir el año bisiesto 0 (equivalente al 1 a. de C.), el cual viene precedido del año común -1 (2 a. de C.).

Calendario católico para 2010

Cómputo eclesiástico

Número áureo	16	(ciclo lunar de 19 años)
Epacta	14	(edad de la Luna al 1 de enero)
Ciclo solar	3	(ciclo de 28 años)
Letra dominical	C	(ciclo de 28 años)
Indicción romana	3	(ciclo de 15 años)

Principales fiestas móviles

Septuagésima	Ene	31
Miércoles de Ceniza	Feb	17
Primer domingo de Cuaresma	Feb	21
Viernes Santo	Abr	2
Pascua	Abr	4
Ascensión	May	13
Pentecostés	May	23
La Santísima Trinidad	May	30
Corpus Christi	Jun	3
El Sagrado Corazón de Jesús	Jun	11
Primer domingo de Adviento	Nov	28

Témporas

I	Feb 24, 26, 27
II	May 26, 28, 29
III	Set 15, 17, 18
IV	Dic 15, 17, 18

Velaciones

Se cierran:	
Feb 16 y Nov 27	
Se abren:	
Abr 6 y Dic 26	

La mayor parte de fiestas móviles del calendario eclesiástico pueden deducirse a partir de la fecha del domingo de Pascua. Este es el primer domingo posterior a la Luna llena *eclesiástica* que se da en o tras el 21 de marzo; para evitar la dificultad de las observaciones, su dependencia del lugar de observación o el cálculo del complejo movimiento de la Luna, se utilizan unas tablas que definen el movimiento de la denominada *Luna eclesiástica*. En base a ellas se han calculado las fechas del Domingo de Pascua que figuran a continuación, para los años 1900 a 2099. Las letras M y A indican el mes, respectivamente marzo y abril.

Las fechas de otras fiestas móviles que se calculan a partir de la del Domingo de Pascua se pueden encontrar sumando (restando, si es negativo) el número de días que se indican a continuación a la fecha indicada en la tabla posterior:

Septuagésima	-63
Miércoles de Ceniza	-46
Primer domingo de Cuaresma	-42
Ascensión	+39
Pentecostés	+49
Corpus Christi	+60

Domingo de Pascua (gregoriano)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	15 A	7 A	30 M	12 A	3 A	23 A	15 A	31 M	19 A	11 A
1910	27 M	16 A	7 A	23 M	12 A	4 A	23 A	8 A	31 M	20 A
1920	4 A	27 M	16 A	1 A	20 A	12 A	4 A	17 A	8 A	31 M
1930	20 A	5 A	27 M	16 A	1 A	21 A	12 A	28 M	17 A	9 A
1940	24 M	13 A	5 A	25 A	9 A	1 A	21 A	6 A	28 M	17 A
1950	9 A	25 M	13 A	5 A	18 A	10 A	1 A	21 A	6 A	29 M
1960	17 A	2 A	22 A	14 A	29 M	18 A	10 A	26 M	14 A	6 A
1970	29 M	11 A	2 A	22 A	14 A	30 M	18 A	10 A	26 M	15 A
1980	6 A	19 A	11 A	3 A	22 A	7 A	30 M	19 A	3 A	26 M
1990	15 A	31 M	19 A	11 A	3 A	16 A	7 A	30 M	12 A	4 A
2000	23 A	15 A	31 M	20 A	11 A	27 M	16 A	8 A	23 M	12 A
2010	4 A	24 A	8 A	31 M	20 A	5 A	27 M	16 A	1 A	21 A
2020	12 A	4 A	17 A	9 A	31 M	20 A	5 A	28 M	16 A	1 A
2030	21 A	13 A	28 M	17 A	9 A	25 M	13 A	5 A	25 A	10 A
2040	1 A	21 A	6 A	29 M	17 A	9 A	25 M	14 A	5 A	18 A
2050	10 A	2 A	21 A	6 A	29 M	18 A	2 A	22 A	14 A	30 M
2060	18 A	10 A	26 M	15 A	6 A	29 M	11 A	3 A	22 A	14 A
2070	30 M	19 A	10 A	26 M	15 A	7 A	19 A	11 A	3 A	23 A
2080	7 A	30 M	19 A	4 A	26 M	15 A	31 M	20 A	11 A	3 A
2090	16 A	8 A	30 M	12 A	4 A	24 A	15 A	31 M	20 A	12 A

Calendario juliano

Es un calendario solar introducido por Julio César en el año 45 a. de C. y seguido en la Europa cristiana y sus colonias hasta la adopción del *calendario gregoriano* a partir del año 1582. La duración del año en el calendario juliano es de 365 días, repartidos en 12 meses de duración fija, con un día suplementario (“intercalar”) cada cuatro años sin excepción. El primer día de cada mes se denominaba “calendas”, de donde proviene la actual palabra **calendario**.

La duración media de un año juliano es de 365,25 días, unos 11 minutos más largo que la duración del año trópico, al que pretende aproximar. Como consecuencia de tal imprecisión, el retraso acumulado respecto del calendario gregoriano es ya de 13 días, retraso que se mantendrá desde el 1 de marzo de 1900 hasta el 28 de febrero del 2100. En la actualidad, el inicio del año juliano tiene lugar el día 14 de enero del correspondiente año gregoriano.

La designación del año aproximado del nacimiento de Cristo como año 1 del calendario juliano se realizó en el siglo 6. Otro instante inicial distinto para contabilizar años julianos se debe a Scaliger (siglo 16), quien propuso

partir de una fecha anterior a cualquier dato histórico a fin de evitar el uso de años negativos o la expresión a. de C., designando como año 1 del *periodo juliano* al año 4713 a. de C. Esta constituye la época inicial para el denominado *día juliano*, de amplio uso en astronomía y en investigaciones históricas y arqueológicas, pero que no hay que confundir con la *fecha del calendario juliano*.

Los datos del cómputo eclesiástico en el calendario juliano no difieren de los del católico más que en la epacta y, consiguientemente, en la letra dominical:

Cómputo eclesiástico juliano
para el año 2010

Pascua	22 de marzo (juliano) 4 de abril (gregoriano)
Epacta	23
Letra dominical	D

Calendario musulmán

Es un calendario puramente lunar, sin relación alguna con las estaciones. El primer día del año 1 de la Hégira corresponde al 16 de julio del año 622 juliano (algunas cronologías lo asignan al día 15).

En su versión religiosa tradicional, el inicio de cada mes se determina observacionalmente coincidiendo con la primera visión de la luna creciente. En un lugar dado, el mes se inicia a la puesta de sol del día en que el creciente lunar ha sido visto. Como consecuencia, el mes se inicia en fechas distintas en distintos lugares. En las dos últimas décadas se ha realizado un considerable esfuerzo en modelar la visibilidad del creciente lunar en base a la posición de la Luna respecto del Sol, su distancia a la Tierra, las condiciones atmosféricas y climáticas, el modo de observación, la posición geográfica y altitud del lugar de observación, etc, con el fin de poder sustituir por un método preciso las observaciones del creciente o las reglas empíricas adoptadas en distintos países, entre ellos Arabia Saudí. Se ha propuesto, incluso, el establecimiento de una línea internacional de cambio de mes como regla única, pero la falta de acuerdo en los criterios específicos para su establecimiento y su posición cambiante sobre la Tierra mes a mes dificultan su adopción.

El calendario civil trata de ajustar la duración del mes lunar medio (29,530589 días) con un ciclo de 30 años (360 meses) preestablecido. Cada año consta de 12 meses, en que los impares tienen 30 días y los pares 29, salvo en el caso de los años *embolísticos* o *abundantes* en que el último mes tiene 30 días. En cada ciclo de 30 años, se consideran abundantes los años 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 y 29 del ciclo. Ello da lugar

a una duración media del mes que difiere del mes lunar medio en unos 3 segundos. La duración media del año musulmán es de 354,3667 días.

Para transformar una época gregoriana (G) a musulmana (M) o viceversa de una manera orientativa se pueden usar las fórmulas siguientes:

$$G = 0,9702 M + 621,58 \quad \text{y} \quad M = 1,0307 G - 640,66$$

Ejemplo: el 1 de enero de 2010 ($G = 2010,00$) corresponde a $M = 1431,05$, o sea a principios del año musulmán 1431. Este es un año abundante, pues es el vigésimo primer año del ciclo 48.

Fechas gregorianas correspondientes al inicio de los meses del calendario musulmán establecido según las reglas anteriores:

1431	Muḥarram	1	2009	Dic	18
1431	Šafar	1	2010	Ene	17
1431	Rabī' al-awwal	1	2010	Feb	15
1431	Rabī' al-tānī	1	2010	Mar	17
1431	Ŷumādā al-ūlā	1	2010	Abr	15
1431	Ŷumādā al-ājira	1	2010	May	15
1431	Raŷab	1	2010	Jun	13
1431	Ša'bān	1	2010	Jul	13
1431	Ramaḍān	1	2010	Ago	11
1431	Šawwāl	1	2010	Set	10
1431	Ḍū-l-qa'da	1	2010	Oct	9
1431	Ḍū-l-ḥiŷŷa	1	2010	Nov	8
1432	Muḥarram	1	2010	Dic	8

Cada mes se inicia a la puesta del sol del día anterior al que figura en la tabla.

Fechas gregorianas correspondientes a las principales festividades del calendario musulmán:

Huida del Profeta (<i>Hégira</i>)	2010	Feb	15
Nacimiento del Profeta	2010	Feb	26
Ascensión del Profeta	2010	Jul	9
Primer día del Ramadán	2010	Ago	11
Conquista de la Meca	2010	Ago	30
Revelación del Corán	2010	Set	6
Ultimo día del Ramadán	2010	Set	9
Pascua postayuno	2010	Set	10
Pascua de Inmolación	2010	Nov	17
Primer día del año	2010	Dic	8
' <i>Āshūrā</i> '	2010	Dic	17

El calendario musulmán que se usa en cada lugar debe regirse, en sentido estricto, por el inicio de un mes dado por la primera visión del creciente lunar que sigue al novilunio. Se trata de una observación astronómica en un lugar dado, por lo que dependerá de condiciones tales como la altura de la Luna sobre el horizonte y la transparencia de la atmósfera. A lo largo de la historia se ha tratado de encontrar criterios para predecir la visibilidad del creciente bajo buenas condiciones atmosféricas. En la tabla siguiente se indica la predicción de visibilidad del creciente lunar en Madrid bajo dos de estos criterios. A diferencia de la tabla que da el inicio de los meses según una determinada regla, en la tabla que sigue cada mes se inicia a la puesta del sol del día que figura ella.

Visibilidad del creciente lunar en Madrid tras la puesta de Sol de la fecha indicada					
1431	Muḥarram	1	2009	Dic	17
1431	Šafar	1	2010	Ene	16
1431	Rabī' al-awwal	1	2010	Feb	15
1431	Rabī' al-tānī	1	2010	Mar	16
1431	Ŷumādà al-ūlā	1	2010	Abr	15
1431	Ŷumādà al-ājira	1	2010	May	14
1431	Raŷab	1	2010	Jun	13
1431	Ša'bān	1	2010	Jul	13
1431	Ramaḍān	1	2010	Ago	11
1431	Šawwāl	1	2010	Set	10
1431	Ḍū-l-qa'da	1	2010	Oct	9
1431	Ḍū-l-ḥiŷŷa	1	2010	Nov	7
1432	Muḥarram	1	2010	Dic	7

Calendario israelita

Es un calendario lunisolar, esto es: pretende ajustar la duración media de los meses a la del mes lunar y la duración media de los años a la del año trópico. Por ello, su definición es más compleja que los anteriormente descritos. Los años constan de 12 o 13 meses de 29 o 30 días, siguiendo un ciclo de 19 años. Los años *comunes regulares* tienen 12 meses de, alternativamente, 30 y 29 días. El primer mes del año se llama Tišrī. En ocasiones el segundo mes (Hešwān) tiene 30 días, dando lugar a un año *común completo o abundante*. En ocasiones el tercer mes (Kislew) tiene 29 días, con lo que el año se denomina *común defectivo*. Los años *embolísticos* tienen 13 meses, siendo el mes intercalar añadido en los años 3, 6, 8, 11, 14, 17 y 19 del ciclo de 19 años. Dicho mes se llama ve-Adār y se intercala entre los meses de Adār y Nisan. Los años embolísticos pueden a su vez ser defectivos, regulares o abundantes. A consecuencia de ello, el año puede

tener seis duraciones distintas, algunas de las cuales figuran en la tabla que sigue.

Con todo ello se consigue una duración media del mes (29,530594 días) que difiere del mes lunar medio en menos de medio segundo y una duración media del año (365,2468 días = 365^d 5^h 55^m) que difiere del año trópico en menos de 7 minutos. El primer día del año israelita 1 corresponde al 7 de Octubre de -3760 (3761 a. de C.) del calendario juliano proléptico.

Primer día del año	Fecha gregoriana	Duración
5766	2005 Oct 4	354 días
5767	2006 Set 23	355 días
5768	2007 Set 13	383 días
5769	2008 Set 30	354 días
5770	2009 Set 19	355 días
5771	2010 Set 9	385 días
5772	2011 Set 29	354 días
5773	2012 Set 17	353 días
5774	2013 Set 5	385 días
5775	2014 Set 25	354 días
5776	2015 Set 14	385 días

Fechas gregorianas correspondientes al inicio de cada uno de los meses del calendario israelita:

5770	Šebāṭ	1	2010	Ene	16
5770	Adār	1	2010	Feb	15
5770	Nisan	1	2010	Mar	16
5770	Iyyār	1	2010	Abr	15
5770	Siwān	1	2010	May	14
5770	Tammūz	1	2010	Jun	13
5770	Ab	1	2010	Jul	12
5770	Elūl	1	2010	Ago	11
5771	Tiṣrī	1	2010	Set	9
5771	Ḥešwān	1	2010	Oct	9
5771	Kislew	1	2010	Nov	8
5771	Ṭebēt	1	2010	Dic	8

Cada mes se inicia a la puesta de sol del día anterior al que figura en la tabla.

Esta forma del calendario fue establecida en el siglo 4 de la era cristiana (año 358/359), sustituyendo un calendario lunar anterior en que los meses se iniciaban con la visibilidad del creciente lunar. En su forma actual, es el calendario litúrgico de los judíos y el oficial de Israel. El primer día de la semana se inicia a la puesta del sol del sábado que, para propósitos civiles y para evitar su variación a lo largo del año, se considera que ocurre a las 6

de la tarde, y termina a la siguiente puesta de sol. Sábado es el último día de la semana.

Fechas gregorianas correspondientes a las principales festividades del calendario israelita:

Año nuevo de los árboles	2010	Ene	30
Ayuno de Ester	2010	Feb	25
Suertes (<i>Purim</i>)	2010	Feb	28
Pascua (<i>Pesah</i>)	2010	Mar	30
<i>Lag B'Omer</i>	2010	May	2
Pentecostés (<i>Shavuot</i>)	2010	May	19
Ayuno del mes de Tammūz	2010	Jun	29
Ayuno. Destrucción de Jerusalén	2010	Jul	20
Año nuevo (<i>Rosh-hashana</i>)	2010	Set	9
Ayuno de Guedaliah	2010	Set	12
Expiación (<i>Yom Kippur</i>)	2010	Set	18
Tabernáculos (<i>Sukkot</i>)	2010	Set	23
Alegría de la Ley	2010	Oct	1
Dedicación del Templo (<i>Hanukka</i>)	2010	Dic	1
Ayuno. Sitio de Jerusalén	2010	Dic	16

Determinación del día de la semana correspondiente a una fecha

En la sección dedicada al día juliano se ha descrito un procedimiento para calcular el día de la semana que corresponde a una fecha dada válido para el calendario gregoriano. En esta sección se dan unas tablas que permiten dicho cálculo entre los años 0 y 3000, incluyendo el calendario juliano hasta el 4 de octubre de 1582 y el gregoriano desde el día siguiente, que fue el 15 de octubre de 1582. Para ello se utiliza la tabla que se encuentra en la página siguiente y que constituye lo que se conoce popularmente como *calendario perpetuo*.

Para determinar el día de la semana de una fecha dada hay que sumar los valores del índice que corresponden a: (1) el millar y las centenas del año considerado, (2) las decenas y unidades del año considerado, (3) el mes considerado, y (4) el día del mes. A continuación, al resultado de la suma hay que restarle 7 tantas veces como haga falta para obtener un número entre 1 y 7. Este número corresponde al índice del día de la semana.

Ejemplo: 1 de diciembre de 2010: a 2010 le corresponde el índice 7; a 10, el índice 4; a diciembre, el índice 5; y al día 1, el índice 1. La suma es: $7 + 4 + 5 + 1 = 17$. Restándole dos veces 7 se obtiene 3, índice que corresponde a miércoles.

Indice	1	2	3	4	5	6	7
--------	---	---	---	---	---	---	---

Millar y centena del año	4	3	2	1	0		
	11	10	9	8	7	6	5
	G15			J15	14	13	12
	19		18		17		16
	23		22		21		20
	27		26		25		24
			30		29		28

(G=Gregoriano, J=Juliano)

Decena y unidad del año					00	01	
	02	03		04	05	06	07
		08	09	10	11		12
	13	14	15		16	17	18
	19		20	21	22	23	
	24	25	26	27		28	29
	30	31		32	33	34	35
		36	37	38	39		40
	41	42	43		44	45	46
	47		48	49	50	51	
	52	53	54	55		56	57
	58	59		60	61	62	63
		64	65	66	67		68
	69	70	71		72	73	74
	75		76	77	78	79	
	80	81	82	83		84	85
	86	87		88	89	90	91
		92	93	94	95		96
	97	98	99				

Mes	Feb ^(B)	Feb		Ene ^(B)	Ene
	May	Mar	Jun	Abr	Oct
	Ago	Nov		Jul	
				Dic	

(B=bisiesto)

Día del mes	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31				

Día de la semana	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Indice	1	2	3	4	5	6	7
--------	---	---	---	---	---	---	---

(Ver **calendario gregoriano** para la regla de los bisiestos.)

TIEMPOS

Escalas de tiempo
Emisores de señales de tiempo
Tiempo oficial y husos horarios
La hora en España
Tablas de tiempos

Relaciones válidas en el año 2010

Días desde el inicio de siglo = $3\,287 + \text{día del año}$

Días hasta el fin de siglo = $33\,237 - \text{día del año}$

Día juliano = $2\,455\,196,5 + \text{día del año} + TU/24^h$

Día juliano modificado = $55\,196 + \text{día del año} + TU/24^h$

Siglos julianos desde la mitad del año hasta la época J2000:

$$T = (J2010,5 - J2000,0)/36525 = 0,105$$

Tiempo sidéreo local en el día d , instante TU y longitud λ_E :

$$\theta_{med} = 6^h 636\,799 + 0^h 065\,709\,825\,d + 1,002\,737\,91\,TU + \lambda_E$$

$$\theta_{ver} = \theta_{med} + \text{ecuación de los equinoccios}$$

$$\text{Ecuación de los equinoccios} = 1^s 02 - 0^s 000002\,d \quad (\text{error} < 0^s 1)$$

Escalas de tiempo

El instante en que ocurre un determinado fenómeno o suceso se indica por medio de una *escala de medida del tiempo*, que debe ser adecuada a la precisión que se requiera. Una escala de tiempo viene definida por una *unidad de medida* y un instante *origen de escala*. Los grandes avances habidos desde fines de los años 1950 en desarrollar y mantener sistemas de medida del tiempo muy precisos y estables, han llevado a sustituir progresivamente escalas basadas en fenómenos astronómicos, como la rotación de la Tierra, por escalas basadas en fenómenos cuánticos.

La unidad básica de medida del tiempo, que utilizan o a la que se refieren todas las escalas de tiempo, es el *segundo* (SI), el cual se define (desde 1967) como la duración de 9 192 631 770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133, a nivel de mar. El número de oscilaciones se escogió de manera que su duración correspondiera con la mayor precisión posible con la unidad de tiempo utilizada hasta entonces (el segundo de efemérides, definido como una determinada fracción de la duración del año trópico 1900,0).

El **día**, como unidad de tiempo en astronomía, se define como exactamente 86400 segundos (del Sistema Internacional).

Escala atómica: TAI

La realización práctica de una escala de tiempo uniforme basada en el segundo antes definido se denomina Tiempo Atómico Internacional (TAI), oficial desde 1972. Todas las escalas distribuidas por satélite o señales horarias se obtienen a partir de ésta. El TAI se obtiene como un promedio ponderado de los tiempos indicados por unos trescientos relojes atómicos (de cesio y másers de hidrógeno) distribuidos por todo el mundo. Su estabilidad (mejor que 1 microsegundo por año) supera con mucho la de cualquier escala de tiempo astronómica. Por el momento sólo se conoce un fenómeno en la naturaleza aparentemente más estable, la rotación de púlsares aislados cuyo periodo sea del orden del milisegundo.

Escalas dinámicas: TE \simeq TDT \simeq TT, TDB

El TAI ha sustituido en 1972 al Tiempo de Efemérides (TE) como medida básica del transcurrir del tiempo. El TE está ligado a un fenómeno astronómico observable, el movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol según el formalismo de Newcomb que data de 1898 y que se adoptó en 1952. Por razones históricas (TE \simeq TU en \sim 1900, TAI \simeq TU en 1958), los orígenes de las escalas de TE y TAI son ligeramente distintos. TE y TAI

difieren en un valor constante:

$$TE = TAI + 32,184 .$$

La denominación “tiempo de efemérides” ha caído en desuso dado que su utilización en la descripción de la dinámica del sistema solar no tiene en cuenta efectos relativistas, medibles hoy en día: la introducción de éstos implica que la escala de tiempo empleada debe referirse al sistema de referencia de coordenadas que se considere. Por ello, en 1976 se definieron dos nuevas escalas de tiempo: el Tiempo Dinámico Terrestre (TDT, escala uniforme de tiempo adecuada para describir las efemérides referidas al centro de la Tierra y, en la práctica, da continuidad al TE) y el Tiempo Dinámico Baricéntrico (TDB, adecuado para describir las efemérides referidas al baricentro del sistema solar). Difieren en menos de dos milésimas de segundo; en buena aproximación, su diferencia en el día d del año viene dada por:

$$TDB \simeq TDT + 0,00166 \text{ sen}(0,9856 d - 4^\circ).$$

Estas escalas están en uso oficial desde 1984. En 1991 la Unión Astronómica Internacional (UAI) introdujo unas nuevas escalas de tiempo que complementan las anteriores en cuanto que se refieren al tiempo propio en las coordenadas espacio-temporales que les corresponde. Se denominan Tiempo Coordinado Geocéntrico (TCG) y Tiempo Coordinado Baricéntrico (TCB). Además, para dar continuidad al TDT en este nuevo sistema, se definió el Tiempo Terrestre (TT) como un tiempo uniforme geocéntrico cuya unidad es el segundo (SI) sobre el geoide. Una nueva resolución de la UAI en 2000 refinó la definición del TT ligándolo de manera más simple al TCG. Existen expresiones para relacionar cada una de estas escalas de tiempo con el TAI.

Escala ligada a la rotación de la Tierra: TU (UT1)

La escala de Tiempo Universal (TU, internacionalmente designada por UT) está ligada a la rotación de la Tierra con referencia al Sol. Corresponde al tiempo solar medio (Sol ficticio) en Greenwich, denominación en desuso. Dado que la rotación de la Tierra no es uniforme, la escala del TU tampoco es uniforme si la comparamos con el TAI. Hay muchas causas que contribuyen, en distinto grado, a las variaciones en la rotación: a corto plazo, los efectos periódicos causados por las mareas y por las variaciones atmosféricas estacionales, así como desplazamientos de la superficie terrestre respecto del eje de rotación y movimientos en el interior; a largo plazo, la rotación es frenada por la fricción causada por las mareas. Por todo ello, la definición del segundo como la 86400ava parte del día solar medio fue abandonada en 1960 y sustituida por la del segundo de

efemérides antes citado y, actualmente, por el segundo dado por los relojes de cesio.

El TU que se obtiene directamente de las observaciones de tránsitos de estrellas se denomina UT0 y constituye una aproximación local al TU. Cuando UT0 es corregido de la componente rotacional debida a los movimientos del polo, se obtiene la escala UT1, que es independiente de la posición del observador sobre la Tierra. Esta escala debe ser usada siempre que la orientación de la Tierra en el espacio sea un parámetro esencial y, por lo tanto, es la adecuada para astronomía, navegación y ciertas aplicaciones de la geodesia. Entre los fenómenos estrechamente ligados a esta escala se encuentran los eclipses y ocultaciones, las observaciones de los periodos de los pulsares y los estudios de la rotación de la Tierra (en comparación con el TAI).

El TU y el TE se definieron de tal manera que a principios de siglo XX su diferencia era aproximadamente nula. En la actualidad la diferencia TE–TU (o con mayor propiedad TT–UT1) es de aproximadamente un minuto y aumenta casi un segundo por año. De una manera aproximada, para el año (incluyendo fracción) A se puede calcular:

$$TT - UT1 = 66^s0 + 0^s31(A - 2010) + 0^s010(A - 2010)^2$$

expresión válida entre 1999 y 2010.

El Servicio Internacional de la Rotación Terrestre (IERS) proporciona periódicamente los valores medidos y predicciones de la diferencia $TT-UT1$.

Escala de difusión mundial: UTC

La escala de tiempo utilizada en la práctica se originó en la escala de TU, pues se basa en el tiempo medio solar y precedió históricamente al TAI. Sin embargo, dadas las variaciones no predecibles de la escala de TU respecto de una escala uniforme, continua y precisa como es el TAI, en 1972 se adoptó como base para los tiempos legales la escala de Tiempo Universal Coordinado (UTC) que supone un compromiso entre ambas escalas. En cada instante el UTC difiere del TAI en un número entero de segundos y difiere del UT1 en menos de un segundo. Dado que la diferencia entre TAI y UT1 se incrementa a razón de unos 0^s8 por año, cada 12, 18, 24 o 30 meses resulta necesario retocar la escala del UTC en exactamente 1^s; ello suele hacerse “repitiendo” el último segundo (*intercalar*) del 30 de junio o del 31 de diciembre. Es decir, la disminución gradual de la velocidad de rotación de la Tierra se traduce en un alargamiento del día y en que deba añadirse un segundo cada uno o dos años. El primer cambio se produjo en el propio año 1972.

La escala UTC es la que se difunde como señales horarias y, por lo

tanto, resulta fácilmente disponible para la mayor parte de usos civiles, de navegación y astronómicos. Si se requiere algo más de precisión, es posible decodificar electrónicamente una predicción de la diferencia UT1–UTC que, redondeada a la décima de segundo, es transmitida en algunas señales horarias y se denomina DUT1. Si se necesita disponer del TT o del TAI con mucha más precisión (como ocurre en ciertas observaciones astronómicas y geodésicas), se puede recurrir a las señales emitidas por la flotilla de satélites que constituyen el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), con los que se obtiene una precisión instantánea mejor que el microsegundo. Promediando medidas en diez días se llega a una precisión de 10 nanosegundos. Su tiempo interno es tal que $T_{GPS} = TAI - 19^s$.

Fecha	TT–UT1	Fecha	TAI–UTC
1996 Ene 1	61 ^s 63	1996 Ene 1	30 ^s
1997 Ene 1	62 ^s 29	1997 Jul 1	31 ^s
1998 Ene 1	62 ^s 97		
1999 Ene 1	63 ^s 47	1999 Ene 1	32 ^s
2000 Ene 1	63 ^s 83		
2001 Ene 1	64 ^s 09		
2002 Ene 1	64 ^s 30		
2003 Ene 1	64 ^s 47		
2004 Ene 1	64 ^s 57		
2005 Ene 1	64 ^s 69		
2006 Ene 1	64 ^s 85	2006 Ene 1	33 ^s
2007 Ene 1	65 ^s 15		
2008 Ene 1	65 ^s 46		
2009 Ene 1	65 ^s 78	2009 Ene 1	34 ^s
2010 Ene 1 (pred.)	66 ^s 07		
2011 Ene 1 (pred.)	66 ^s 4		

En las tablas anteriores se indican la diferencia TT–UT1 para el primer día del año y las fechas en que se ha producido un salto de 1^s en la diferencia DTA=TAI–UTC, desde 1996 hasta 2010.

El contexto en que aparece la expresión “tiempo universal” debe sugerir si se trata de UT1 o de UTC. En astronomía siempre se refiere a UT1, salvo si se indica otra cosa. Aunque la escala de tiempos propia para el cálculo de las efemérides es una escala uniforme (como son TT y TAI), en este ANUARIO hemos referido los tiempos al tiempo universal UT1 pues es de fácil acceso. Para ello ha sido necesario extrapolar la diferencia TT–UT1.

Tiempo sidéreo: θ_v, θ_m

El tiempo sidéreo es otra escala de tiempo astronómica ligada a la rotación de la Tierra en la que, a diferencia del tiempo solar, se toma como referencia la posición de las estrellas. Se determina observando los

instantes de tránsito de estrellas por el meridiano, pues el tiempo sidéreo local verdadero (o aparente) de un lugar en un instante dado coincide con la ascensión recta del astro que culmina en tal instante. En la actualidad también se determina por medidas de la distancia a la Luna y a satélites artificiales efectuadas con láser (cuyas órbitas no están afectadas por las pequeñas irregularidades en la rotación de la Tierra) y por observaciones interferométricas de radiofuentes, que constituye el método más preciso.

El tiempo sidéreo se define, con rigor, con referencia a la dirección en que se cruzan el plano del ecuador y el de la eclíptica. Tal dirección se conoce como *equinoccio de primavera*, *punto vernal* o *punto Aries*. Dado que éste es el origen de medida de la *ascensión recta*, el ángulo horario AH de un astro de ascensión recta α se relaciona con el tiempo sidéreo local θ mediante:

$$\begin{aligned} \text{tiempo sidéreo local} &= \text{ángulo horario} + \text{ascensión recta}, \\ \theta &= AH + \alpha. \end{aligned}$$

Cuando se consideran el ecuador y la eclíptica medios (los obtenidos considerando sólo la precesión), se obtiene el *tiempo sidéreo medio*, θ_m , que constituye una escala prácticamente uniforme y que se relaciona por medio de una fórmula con la del tiempo universal UT1. Cuando se incluyen los efectos de la nutación (ecuador y eclíptica verdaderos), se obtiene el *tiempo sidéreo verdadero*, θ_v . La diferencia entre ellos es inferior a 1^s.2 y se denomina *ecuación de los equinoccios*:

$$\begin{aligned} EcEq &= \theta_v - \theta_m, \\ &\simeq -1^s.05 \text{ sen}(344^\circ - 0^{\circ}.052954 DJ) - 0^s.08 \text{ sen}(123^\circ + 1^{\circ}.9713 DJ) \end{aligned}$$

siendo DJ el día juliano considerado.

La relación entre el tiempo sidéreo verdadero local (θ_v) y el tiempo universal (UT1) para un lugar de longitud (Este) λ_E en el día juliano DJ se obtiene mediante:

$$\begin{aligned} \theta_v &= 6^h.697375 + 0^h.065709824 (DJ_{0^h} - 2451545) + EcEq + \\ &+ 1,0027379093 UT1 + \lambda_E \end{aligned}$$

donde los dos primeros sumandos dan el tiempo sidéreo medio en Greenwich a 0^h de TU para el día DJ considerado, el tercer sumando (ecuación de los equinoccios) corrige de tiempo sidéreo medio a verdadero, el cuarto sumando añade la contribución del TU (si no es nulo), y el último sumando corrige por la longitud del lugar. Esta ecuación da errores de a lo sumo un milisegundo para fechas comprendidas entre el año 1995 y el 2015. El resultado debe expresarse entre 0^h y 24^h. Si se desea obtener el tiempo sidéreo medio, basta con prescindir del sumando $EcEq$. El cálculo del tiempo sidéreo local θ_v es necesario, por ejemplo, para determinar

el ángulo horario AH de un astro a observar en un instante dado y cuya ascensión recta α sea conocida:

$$\begin{aligned} \text{ángulo horario} &= \text{tiempo sidéreo verdadero} - \text{ascensión recta} \\ AH &= \theta_v - \alpha. \end{aligned}$$

Valores precisos del tiempo sidéreo verdadero en Greenwich a 0^h TU y de la ecuación de los equinoccios vienen dadas para cada día en las tablas al final de esta sección.

Si se desea calcular el TU dado el tiempo sidéreo, primero se calcula

$$\theta_v - EcEq - 6^h 745\,117 - 0^h 065\,709\,824 (DJ_{0h} - 2\,450\,450) - \lambda_E$$

se expresa el resultado entre 0^h y 24^h y a continuación se multiplica por 0,9972695663.

La duración de un día sidéreo medio es de $23^h 56^m 04^s 0905$. El periodo de rotación de la Tierra respecto de las estrellas, en que se prescinde del efecto de la precesión del equinoccio, es de $23^h 56^m 04^s 0989$.

Tiempos solares

En el origen del concepto de Tiempo Universal se encuentra el del *tiempo solar*. El tiempo que indica un reloj de sol puede diferir en muchos minutos, incluso en horas, del Tiempo Oficial en un lugar dado, pues uno se basa en el movimiento diurno del Sol verdadero tal como es observado en tal lugar y el otro en un convenio que uniformiza el tiempo en países.

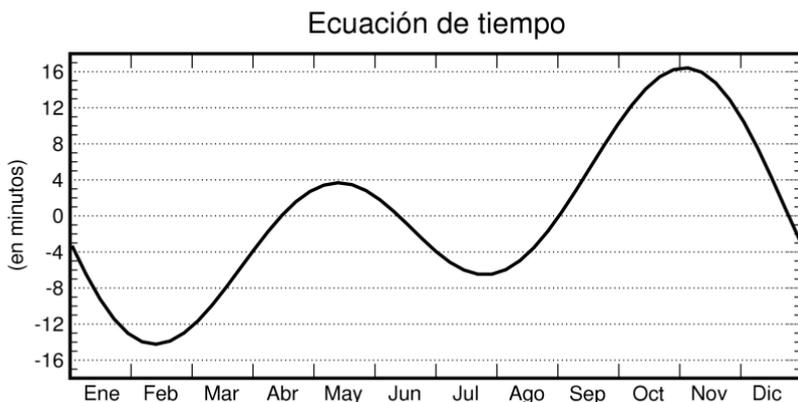
El *tiempo solar (local) verdadero* se define como el ángulo horario del Sol (o sea, la diferencia entre el tiempo sidéreo local verdadero θ_v y la ascensión recta del Sol α_{\odot}). Este tiempo no es uniforme debido a la elipticidad de la órbita de la Tierra, a la inclinación relativa entre el plano de la eclíptica y el del ecuador, y a las irregularidades de la rotación de la Tierra. Dicha no uniformidad da lugar a que la duración de un día solar verdadero (dado por pasos consecutivos del centro del Sol por el meridiano del lugar) pueda diferir de la del día precedente en casi un segundo; su diferencia con 24 horas exactas (86400 segundos) puede ser de hasta 30 segundos. El *tiempo solar verdadero* puede ser determinado por observación del Sol y fue la base de las efemérides astronómicas publicadas hasta mediados del siglo 19, siendo sustituido por el *tiempo solar medio*.

Se denomina *tiempo solar (local) medio* al que se obtiene considerando un Sol "ficticio" que se mueve en el plano del ecuador de manera que su ángulo horario varíe de manera uniforme, coincidiendo con el movimiento medio del Sol verdadero. La diferencia entre el tiempo solar verdadero y el medio se denomina *ecuación de tiempo* y puede llegar a superar los 16 minutos. Una expresión aproximada de esta diferencia, válida para un día

d de este año, viene dada por:

$$\begin{aligned} Ec.Tiempo &= \text{tiempo solar verdadero} - \text{tiempo solar medio} \\ &= 595^s \text{ sen}(199^\circ + 1^\circ 9713 d) + 441^s \text{ sen}(175^\circ + 0^\circ 9856 d) \end{aligned}$$

La pretendida uniformidad de la escala del *tiempo solar medio* se basaba en la suposición de que la rotación de la Tierra era uniforme. Al descubrirse que no lo es, se abandonó el uso del tiempo solar medio en las efemérides, siendo sustituido por el Tiempo de Efemérides.



Para evitar la incomodidad que supone que el tiempo solar medio tome el valor cero al mediodía se introdujo el concepto de *tiempo civil*, el cual no es más que el tiempo solar medio aumentado en doce horas. Dado que el Tiempo Universal se definió de manera que coincidiera con el tiempo civil en Greenwich, para un lugar cuya longitud (positiva hacia el Este y expresada en horas) sea λ_E , se puede escribir:

$$\text{tiempo civil} = \text{tiempo solar medio} + 12^h = TU + \lambda_E$$

El tiempo solar (medio o verdadero) y el tiempo civil son tiempos locales, por lo que no resultan útiles como escalas de tiempo de interés general.

Emisores de señales de tiempo

El método de obtención del tiempo correspondiente a una escala dada (en general TAI o UTC) depende de la precisión que se requiera. Vía teléfono (y señales horarias) la precisión no es de esperar que sea mejor que

30 ms (milisegundos), debido a inestabilidades y retardos en la propagación telefónica.

El método más común de obtener mejor precisión consiste en captar la señal emitida por emisoras especializadas. La propagación de señales de alta frecuencia presenta retardos y variaciones diurnas que limitan su precisión a 1 ms. Sistemas usados en navegación, como el Loran—C y similares, funcionan a baja frecuencia y permiten aproximarse al microsegundo, tras realizar correcciones por propagación.

Emisoras de señales horarias con emisión continua			
Indicativo	Emplazamiento país	Latitud Longitud	Frecuencia de la portadora
	Onda corta		MHz
BSF	Chungli Taiwán	+24° 56' 121° 09'	5; 15
CHU	Ottawa Canadá	+45° 18' -75° 45'	3,33; 7,335; 14,67
NNG	Llandilo Australia	-33° 42' 150° 47'	5
RWM	Moscú Rusia	55° 48' 38° 18'	4,996; 9,996
WWV	Fort Collins EEUU	+40° 41' -105° 02'	2,5; 5; 10; 15; 20; 25
WWVH	Kekaha EEUU	+21° 59' -159° 46'	2,5; 5; 10; 15
	Onda larga		kHz
DCF77	Mainflingen Alemania	+50° 01' +09° 00'	77,5
HBG	Prangins Suiza	+46° 24' +06° 15'	75
MSF	Rugby Reino Unido	+52° 22' -01° 11'	60
OMA	Liblice Rep. Checa	+50° 04' +14° 53'	50
WWVB	Fort Collins EEUU	+40° 40' -105° 03'	60

Los sistemas de navegación vía satélite (como el GPS, que está sustituyendo al Transit) permiten más precisión, pues la propagación puede ser modelada muy bien. Si se corrigen los retardos debidos a cables y se recibe la señal en un lugar no perturbado (por grandes estructuras,

tendidos eléctricos o similares) se puede conseguir una precisión mejor que la décima de microsegundo.

En la tabla anterior constan algunas de las emisoras terrestres que emiten de manera continua, durante todo el día y de acuerdo con la escala de tiempos de UTC, habitual desde 1972. En España, el Real Instituto y Observatorio de la Armada (San Fernando, Cádiz) emite señales horarias (modo A₃J) desde las 10^h29^m a las 10^h55^m TUC a la frecuencia de 4,998 MHz y desde las 9^h59^m a las 10^h25^m TUC a 15,006 MHz.

Las señales que se transmiten están codificadas de distinta manera, según cual sea la emisora. En general se emiten impulsos cortos cuyo inicio corresponde al segundo exacto en la escala de tiempo considerada (normalmente UTC). El minuto exacto habitualmente se indica con un impulso más largo.

Sincronización de ordenadores al UTC

El “Network Time Protocol” (NTP) permite la sincronización de los relojes de ordenadores a través de una red. Mantiene los ordenadores sincronizados al UTC con un error máximo de 10 milisegundos, valor que puede reducirse a 200 microsegundos en redes locales en condiciones ideales.

El NTP utiliza un sistema jerárquico de distribución. Los sistemas de nivel (“estrato”) 1 son aquellos que están sincronizados con un reloj externo como un servidor de tiempos GPS. El OAN dispone de dos servidores NTP de este nivel para uso local. En España hay varios servidores públicos NTP de nivel 1, como son `hora.roa.es` y `hora.rediris.es`.

Tiempo oficial y husos horarios

En lugar del *tiempo solar local*, que varía de un punto a otro en la superficie de la Tierra, la organización administrativa y laboral de los países así como la gran importancia adquirida por las comunicaciones internacionales han llevado a establecer un horario oficial para cada país, de tal manera que en todos los puntos del país se utilice la misma hora y que ésta sea fácilmente convertible en la de otro país. Para facilitar el establecimiento de los tiempos oficiales, en 1887 se adoptó un sistema por el cual sólo se retiene el tiempo solar medio local de una serie de meridianos de referencia. El *sistema mundial de husos horarios* considera la superficie de la Tierra dividida en 24 husos esféricos delimitados por meridianos distantes 15° (1^h) entre sí. Como origen se toma el huso número 0 centrado en el meridiano de Greenwich que, por lo tanto, está delimitado por los meridianos cuya longitud es $-7^{\circ}5'$ y $+7^{\circ}5'$. Con esta

división se pretende favorecer que cada país adopte como tiempo oficial el correspondiente al huso en que se encuentra la mayor parte del país (tiempo legal). De esta manera, la diferencia entre el tiempo oficial de distintos países (o entre distintas zonas de un mismo país muy extenso) sería de un número entero de horas. Este sistema se completa con una *línea internacional de cambio de fecha*, que zigzaguea alrededor del meridiano 180°. Al cruzarla en la dirección Este, hay que disminuir la fecha en un día; en la dirección Oeste, incrementarla en un día.

En la práctica hay muchas desviaciones respecto del sistema anterior. Algunos países han adoptado un tiempo oficial adelantado o retrasado en una unidad a fin de coincidir con aquellos países vecinos con los que tiene mayores intercambios comerciales. Es el caso de España, que se encuentra en el huso 0 y emplea el tiempo legal en el huso 1. Hay varios países que, por razón de su extensión, se encuentran en varios husos horarios, por lo que tienen diferentes tiempos oficiales en distintas regiones. Tal es el caso de Australia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, Indonesia, México, Rusia y la Rep. Dem. del Congo (antiguo Zaire). La delimitación de los diferentes tiempos oficiales dentro de estos países sigue diversos criterios, tales como accidentes geográficos o divisiones administrativas. Una excepción entre los países muy extensos es China, donde se ha optado por un único horario (el correspondiente a Pekín) en lugar de los cinco que le corresponden. Algunos países han adoptado un tiempo oficial que difiere en una fracción de hora respecto del correspondiente al huso horario, como es el caso de Afganistán, India, Irán, Myanmar, Nepal, Sri Lanka, Venezuela y parte de Australia.

Otra excepción muy corriente al sistema de los husos horarios viene dada por el cambio del tiempo oficial que adoptan muchos países durante una parte del año. El adelanto es de 1^h en todos los casos (salvo en la isla Lord Howe). La mayoría de países europeos, incluido el Reino Unido, adelantan en una hora el tiempo oficial durante unos siete meses, desde el último domingo de marzo al último de octubre. En un proceso de uniformización del horario europeo, a partir de otoño de 1996 los países europeos pasaron a cambiar la hora en la madrugada del último domingo de octubre, en lugar del último de setiembre como solía ser. La mayoría de estados en Estados Unidos y Canadá adelantan su tiempo oficial desde el primer domingo de abril al último de octubre. En algunos países del hemisferio sur también hay un cambio de horario en una hora, en general entre los meses de octubre y marzo. Actualmente unos 70 países adoptan un horario adelantado durante parte del año.

En la tablas que siguen se indica el tiempo oficial (*TO*) de países y territorios del mundo, agrupados por continentes, referido al Tiempo Universal (*TU*). Es decir, para obtener el tiempo oficial en un país correspondiente a un *TU* dado, basta con sumar al *TU* el valor de la tabla para tal país. Para obtener la diferencia de horario entre dos países, basta

con restar los números indicados en la tabla. *Ejemplo:* La diferencia horaria entre España (península e I. Baleares) y Chile el día 1 de enero es de 4 horas: en la península y Baleares está en vigor el horario de invierno ($TU + 1^h + 0^h$), mientras que en Chile lo está el de verano ($TU - 4^h + 1^h$).

El uso de los datos aquí reseñados debe hacerse con reserva por varias razones. Muchos países cambian de horario durante el año (lo que hemos indicado con un asterisco *). Además, en cualquier momento los gobiernos pueden tanto modificar el tiempo oficial en su país, como instaurar o eliminar la adopción de un horario adelantado durante parte del año.

Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
EUROPA	
-1 ^h	I. Azores* (Portugal)
+0 ^h	I. Canarias* (España); I. Feroe* (Dinamarca); Irlanda*; Islandia; I. Madeira* (Portugal); Portugal*; Reino Unido*
+1 ^h	Albania*; Alemania*; Andorra*; Austria*; I. Baleares* (España); Bélgica*; Bosnia-Herzegovina*; Croacia*; R. Checa*; Dinamarca*; R. Eslovaca*; Eslovenia*; España* (península); Francia*; Hungría*; Italia*; I. Jan Mayen (Noruega); Liechtenstein*; Luxemburgo*; R. Macedonia*; Malta*; Mónaco*; Montenegro*; Noruega*; Países Bajos*; Polonia*; San Marino*; Serbia*; I. Spitzberg y Svalbard (Noruega); Suecia*; Suiza*; Vaticano*
+2 ^h	Belarús*; Bulgaria*; Estonia*; Finlandia*; Grecia*; Kaliningrado* (Rusia); Letonia*; Lituania*; R. Moldova*; Rumania*; Ucrania*
+3 ^h	Rusia* (europea, salvo alguna zona)
+4 ^h	Rusia* (algunas regiones con $\lambda \sim 50^\circ$)
ÁFRICA	
-1 ^h	I. Cabo Verde
+0 ^h	I. Ascensión (RU); Burkina Faso; Costa de Marfil; Gambia; Ghana; Guinea; Guinea Bissau; Liberia; Malí; Marruecos; Mauritania; I. Santa Elena (RU); Santo Tomé y Príncipe; Senegal; Sierra Leona; Togo
+1 ^h	Angola; Argelia; Benin; Camerún; R. Centrafricana; Congo; Chad; Gabón; Guinea Ecuatorial; Namibia*; Níger; Nigeria; Túnez*; R.D. Congo; Bajo Zaire, Bandundu, Ecuador
+2 ^h	Botswana; Burundi; Egipto*; Libia; Lesotho; Malawi; Mozambique; Ruanda; R. Sudáfrica; R.D. Congo; Alto Zaire, Kasai, Kivu, Shaba; Swazilandia; Zambia; Zimbabwe
+3 ^h	Comoras; Djibouti; Eritrea; Etiopía; Kenia; Madagascar; I. Mayotte (Fr.); Somalia; Sudán; Tanzania; Uganda
+4 ^h	Mauricio*; I. Reunión (Fr.); I. Seychelles

Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
ASIA	
+2 ^h	Chipre*; Israel*; Jordania*; Líbano*; Siria*; Turquía*
+3 ^h	Arabia Saudí; Bahrein; Iraq; Kuwait; Qatar; Yemen
+3 ^h 30 ^m	Irán*
+4 ^h	Armenia*; Azerbaiyán*; Emiratos Arabes Unidos; Georgia; Omán
+4 ^h 30 ^m	Afganistán
+5 ^h	Kazajastán (Aqtau, Aqtobe); I. Maldivas; Pakistán; Rusia* (52° \lesssim λ \lesssim 68°); Tayikistán; Turkmenistán; Uzbekistán
+5 ^h 30 ^m	I. Andaman (India); India; Sri Lanka
+5 ^h 45 ^m	Nepal
+6 ^h	Bangladesh; Bhután; Kazajastán (Almaty, Astana); Kirguistán; Rusia* (68° \lesssim λ \lesssim 82°)
+6 ^h 30 ^m	Myanmar; I. Cocos (Australia)
+7 ^h	Camboya; Indonesia: Java, Madura y Sumatra; Laos; Mongolia (Hovd); Rusia* (82° \lesssim λ \lesssim 98°); Tailandia; Vietnam
+8 ^h	Brunei Darassalam; China; Filipinas; Hong Kong (China); Indonesia: Bali, Célebes, Flores, Kalimantan, Sumba, Sumbawa y Timor; Macao (China); Malasia; Mongolia (Choibalsan, Ulaanbaatar); Rusia* (98° \lesssim λ \lesssim 112°); Singapur; Taiwán
+9 ^h	Corea del Norte; Corea del Sur; Indonesia: Irian Jaya, I. Molucas; Japón (excepto Bonin); Rusia* (112° \lesssim λ \lesssim 132°); Timor-Leste
+10 ^h	I. Bonin (Japón); Guam (EEUU); Rusia* (132° \lesssim λ \lesssim 142°)
+11 ^h	Rusia* (142° \lesssim λ \lesssim 157°)
+12 ^h	Rusia* (al este de aprox. 157°)
OCEANÍA	
+7 ^h	I. Christmas (Australia)
+8 ^h	Australia: Occidental*
+9 ^h	R. Palau
+9 ^h 30 ^m	Australia: Meridional* y Territorio del Norte
+10 ^h	Australia: Canberra*, Queensland, N. Gales del Sur*, Tasmania*, Victoria*, I. Whitsunday*; Marianas del Norte; Papúa-Nueva Guinea
+10 ^h 30 ^m	I. Lord Howe* (Australia)
+11 ^h	Micronesia; Nueva Caledonia (Fr.); I. Salomón; Vanuatu
+11 ^h 30 ^m	I. Banaba (Kiribati); I. Norfolk (Australia)
+12 ^h	Fiji; Kiribati; I. Marshall (EEUU); Nauru; Nueva Zelanda*; Tuvalu; I. Wake (EEUU); I. Wallis y Fortuna (Fr.)
+12 ^h 45 ^m	I. Chatham* (Nueva Zelanda)
+13 ^h	I. Fenix (Kiribati); Tonga
+14 ^h	I. Christmas (Kiribati)
-11 ^h	I. Midway (EEUU); Niue; Samoa; Samoa americana
-10 ^h	Cook; Hawaii (EEUU); Tahití (Fr.); I. Tuamotu (Fr.); Tubuai (Fr.)
-9 ^h 30 ^m	I. Marquesas (Fr.)
-9 ^h	I. Gambier (Fr.)

Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
AMÉRICA	
-10 ^h	I. Aleutianas* (al oeste de $-169^{\circ}5$, EEUU)
-9 ^h	EEUU: Alaska* e I. Aleutianas (al este de $-169^{\circ}5$)
-8 ^h	Canadá: Columbia* y Yukón*; EEUU ($\lambda \lesssim -102^{\circ}$); Baja California Norte* (México)
-7 ^h	Canadá: Alberta* y oeste del Territorio del Noroeste*; EEUU* ($-115^{\circ} \lesssim \lambda \lesssim -102^{\circ}$); México*: Sonora, Sinaola, Nayarit y Baja California Sur
-6 ^h	Belice; Canadá: Manitoba*, Ontario* ($\lambda \lesssim -90^{\circ}$), Saskatchewan, Territorio del Noroeste* ($-102^{\circ} < \lambda \lesssim -85^{\circ}$); Costa Rica; EEUU* ($-102^{\circ} \lesssim \lambda \lesssim -86^{\circ}$); I. Galápagos (Ecuador); Guatemala; Honduras; México* (excep. Sonora, Sinaola, Nayarit y Baja California); Nicaragua; I. de Pascua* (Chile); El Salvador
-5 ^h	Bahamas*; I. Caimán (RU); Canadá: Ontario* ($\lambda > -90^{\circ}$), Quebec* ($\lambda < -63^{\circ}$) y Territorio del Noroeste* ($-85^{\circ} < \lambda < -68^{\circ}$); Colombia; Cuba*; Ecuador; EEUU* (al este de aprox. -86°); Haití; Jamaica; I. Juan Fernández (Chile); Panamá; Perú; I. Turcas y Caicos* (RU)
-4 ^h 30 ^m	Venezuela
-4 ^h	Anguila; Antigua y Barbuda; Antillas Francesas; Antillas Holandesas; Aruba; Barbados; Bermudas* (RU); Bolivia; Brasil: Acre, Amazonas, Mato Grosso* (Norte y Sur), oeste de Pará, estados centrales y del noroeste; Canadá: Labrador*, Quebec ($\lambda > -63^{\circ}$), Nueva Escocia*, Nueva Brunswick* y Territorio del Noroeste ($\lambda < -68^{\circ}$); Chile*; Dominica; R. Dominicana; Granada; Guadalupe (Fr.); Guyana; I. Malvinas* (RU); Martinica (Fr.); Montserrat (RU); Paraguay*; Puerto Rico; San Cristóbal y Nevis; Santa Lucía; San Vicente y las Granadinas; Thule* (Groenlandia); Trinidad y Tobago; I. Vírgenes (EEUU, RU)
-3 ^h 30 ^m	I. Terranova* (Canadá)
-3 ^h	Argentina; Brasil: Bahía, Goiás*, Brasilia*, costa sudeste*, costa noroeste, este de Pará; Groenlandia*; Guayana francesa; I. de San Pedro y Miguelon* (Fr.); Surinam; Uruguay*
-2 ^h	I. Fernando do Noronha (Brasil)
-1 ^h	Groenlandia: Scorebysund*, Constaple Pynt

La mayor parte de esta información se refiere al tiempo oficial en vigor el día 1 de enero de 2009.

La longitud, λ , se considera positiva al Este y negativa al Oeste del meridiano de Greenwich.

Símbolos: $<$, \lesssim significan “al oeste de”; $>$, \gtrsim significan “al este de”.

Abreviaturas: **Fr.** Francia, **I.** isla, **R.** República, **RU** Reino Unido.

La hora en España

Todos los tiempos en el ANUARIO viene expresados en Tiempo Universal (UT1), salvo que se indique lo contrario. El tiempo oficial en la península y Baleares corresponde a UTC+1^h en el horario de otoño e invierno y a UTC+2^h en el horario de primavera y verano (horario “adelantado”). UTC es el Tiempo Universal Coordinado, que se da con las señales horarias. El tiempo oficial en Canarias corresponde a una hora menos que el peninsular, de manera que es igual al UTC en otoño e invierno. Desde otoño de 1996 los cambios de horario son comunes para toda Europa central: el horario adelantado se inicia a la 1^h TU (las 2^h de la madrugada en la península) del último domingo de marzo, momento en que los relojes se adelantan una hora, y dura hasta la 1^h TU (las 3^h de la madrugada en la península) del último domingo de octubre, momento en que los relojes se retrasan una hora.

El último domingo de marzo cae entre los días 25 y 31 (ambos inclusive). Este día tiene oficialmente una hora menos. El último domingo de octubre cae entre los días 25 y 31 (ambos inclusive). Este día tiene oficialmente una hora más.

Los próximos cambios de horario tendrán lugar en las siguientes fechas:

2010 Domingos 28 de marzo y 31 de octubre.

2011 Domingos 27 de marzo y 30 de octubre.

2012 Domingos 25 de marzo y 28 de octubre.

2013 Domingos 31 de marzo y 27 de octubre.

2014 Domingos 30 de marzo y 26 de octubre.

Señales horarias UTC del Observatorio

Diversas cadenas de radiodifusión tienen conexión telefónica con los relojes del gabinete de la hora del Observatorio Astronómico de Madrid, lo que les permite emitir cada media hora las señales horarias de tiempo oficial. Dichos relojes están sincronizados con el sistema GPS. Hay que resaltar, sin embargo, que las señales emitidas por las emisoras sufren un pequeño retraso por propagación, en especial cuando la emisión tiene lugar vía satélite.

Enero 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver.—med.)	Ecuación de tiempo (v.—m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>
1	V	1	2455197,5	06	42	10,036	+1,005	-03	18
2	S	2	2455198,5	06	46	06,602	+1,016	-03	46
3	D	3	2455199,5	06	50	03,163	+1,022	-04	14
4	L	4	2455200,5	06	53	59,720	+1,023	-04	41
5	M	5	2455201,5	06	57	56,273	+1,021	-05	08
6	M	6	2455202,5	07	01	52,825	+1,017	-05	35
7	J	7	2455203,5	07	05	49,377	+1,014	-06	01
8	V	8	2455204,5	07	09	45,930	+1,012	-06	27
9	S	9	2455205,5	07	13	42,486	+1,012	-06	52
10	D	10	2455206,5	07	17	39,045	+1,016	-07	17
11	L	11	2455207,5	07	21	35,606	+1,021	-07	41
12	M	12	2455208,5	07	25	32,168	+1,029	-08	05
13	M	13	2455209,5	07	29	28,732	+1,037	-08	28
14	J	14	2455210,5	07	33	25,294	+1,044	-08	51
15	V	15	2455211,5	07	37	21,856	+1,050	-09	12
16	S	16	2455212,5	07	41	18,415	+1,054	-09	34
17	D	17	2455213,5	07	45	14,972	+1,056	-09	54
18	L	18	2455214,5	07	49	11,527	+1,055	-10	14
19	M	19	2455215,5	07	53	08,079	+1,052	-10	33
20	M	20	2455216,5	07	57	04,630	+1,048	-10	51
21	J	21	2455217,5	08	01	01,181	+1,043	-11	09
22	V	22	2455218,5	08	04	57,732	+1,038	-11	26
23	S	23	2455219,5	08	08	54,284	+1,036	-11	42
24	D	24	2455220,5	08	12	50,839	+1,035	-11	57
25	L	25	2455221,5	08	16	47,398	+1,038	-12	11
26	M	26	2455222,5	08	20	43,960	+1,045	-12	25
27	M	27	2455223,5	08	24	40,524	+1,054	-12	38
28	J	28	2455224,5	08	28	37,090	+1,065	-12	49
29	V	29	2455225,5	08	32	33,655	+1,074	-13	01
30	S	30	2455226,5	08	36	30,217	+1,080	-13	11
31	D	31	2455227,5	08	40	26,774	+1,082	-13	20

Todos los tiempos indicados en esta tabla se refieren a las 0^h de tiempo universal (TU) del día considerado.

Febrero 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver.—med.)	Ecuación de tiempo (v.—m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>m</i>	<i>s</i>
1	L	32	2455228,5	08	44	23,326	+1,079	-13	29
2	M	33	2455229,5	08	48	19,876	+1,073	-13	37
3	M	34	2455230,5	08	52	16,425	+1,067	-13	44
4	J	35	2455231,5	08	56	12,975	+1,062	-13	50
5	V	36	2455232,5	09	00	09,528	+1,059	-13	56
6	S	37	2455233,5	09	04	06,084	+1,060	-14	00
7	D	38	2455234,5	09	08	02,642	+1,063	-14	04
8	L	39	2455235,5	09	11	59,202	+1,067	-14	07
9	M	40	2455236,5	09	15	55,763	+1,073	-14	10
10	M	41	2455237,5	09	19	52,323	+1,078	-14	11
11	J	42	2455238,5	09	23	48,882	+1,082	-14	12
12	V	43	2455239,5	09	27	45,440	+1,083	-14	12
13	S	44	2455240,5	09	31	41,994	+1,083	-14	12
14	D	45	2455241,5	09	35	38,547	+1,080	-14	10
15	L	46	2455242,5	09	39	35,097	+1,075	-14	08
16	M	47	2455243,5	09	43	31,646	+1,068	-14	05
17	M	48	2455244,5	09	47	28,193	+1,060	-14	01
18	J	49	2455245,5	09	51	24,741	+1,053	-13	57
19	V	50	2455246,5	09	55	21,291	+1,047	-13	52
20	S	51	2455247,5	09	59	17,842	+1,043	-13	46
21	D	52	2455248,5	10	03	14,397	+1,042	-13	40
22	L	53	2455249,5	10	07	10,954	+1,045	-13	33
23	M	54	2455250,5	10	11	07,515	+1,050	-13	25
24	M	55	2455251,5	10	15	04,077	+1,057	-13	17
25	J	56	2455252,5	10	19	00,639	+1,063	-13	08
26	V	57	2455253,5	10	22	57,199	+1,068	-12	58
27	S	58	2455254,5	10	26	53,756	+1,069	-12	48
28	D	59	2455255,5	10	30	50,308	+1,066	-12	37

Algunas fechas julianas notables son:

B1850	= 2396758,203	= 0,703 de enero de 1850
J1900	= 2415020,0	= 0,500 de enero de 1900
B1900	= 2415020,313	= 0,813 de enero de 1900
J1950	= 2433282,5	= 1,000 de enero de 1950
B1950	= 2433282,423	= 0,923 de enero de 1950
J1991.25	= 2448349,0625	= 2,5625 de abril de 1991
J2000	= 2451545,0	= 1,500 de enero de 2000
B2000	= 2451544,533	= 1,033 de enero de 2000
J2050	= 2469807,5	= 1,000 de enero de 2050

Marzo 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver.—med.)	Ecuación de tiempo (v.—m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	L	60	2455256,5	10	34	46,856	+1,059	-12	26
2	M	61	2455257,5	10	38	43,402	+1,050	-12	14
3	M	62	2455258,5	10	42	39,950	+1,041	-12	02
4	J	63	2455259,5	10	46	36,499	+1,036	-11	49
5	V	64	2455260,5	10	50	33,052	+1,033	-11	36
6	S	65	2455261,5	10	54	29,607	+1,033	-11	22
7	D	66	2455262,5	10	58	26,165	+1,035	-11	08
8	L	67	2455263,5	11	02	22,723	+1,038	-10	54
9	M	68	2455264,5	11	06	19,282	+1,042	-10	39
10	M	69	2455265,5	11	10	15,840	+1,044	-10	24
11	J	70	2455266,5	11	14	12,396	+1,045	-10	09
12	V	71	2455267,5	11	18	08,949	+1,043	-09	53
13	S	72	2455268,5	11	22	05,501	+1,039	-09	37
14	D	73	2455269,5	11	26	02,050	+1,032	-09	21
15	L	74	2455270,5	11	29	58,597	+1,024	-09	04
16	M	75	2455271,5	11	33	55,143	+1,015	-08	48
17	M	76	2455272,5	11	37	51,689	+1,006	-08	31
18	J	77	2455273,5	11	41	48,237	+0,998	-08	13
19	V	78	2455274,5	11	45	44,786	+0,992	-07	56
20	S	79	2455275,5	11	49	41,339	+0,989	-07	38
21	D	80	2455276,5	11	53	37,894	+0,990	-07	21
22	L	81	2455277,5	11	57	34,453	+0,993	-07	03
23	M	82	2455278,5	12	01	31,013	+0,997	-06	45
24	M	83	2455279,5	12	05	27,573	+1,003	-06	27
25	J	84	2455280,5	12	09	24,133	+1,007	-06	09
26	V	85	2455281,5	12	13	20,689	+1,008	-05	51
27	S	86	2455282,5	12	17	17,242	+1,005	-05	33
28	D	87	2455283,5	12	21	13,791	+0,998	-05	14
29	L	88	2455284,5	12	25	10,337	+0,990	-04	56
30	M	89	2455285,5	12	29	06,883	+0,980	-04	38
31	M	90	2455286,5	12	33	03,431	+0,973	-04	20

El día juliano da el número de días transcurridos desde el mediodía medio en Greenwich del 1 de enero del año 4713 antes de Cristo. Por ello, a las 0^h de TU aparece la fracción 0,5. El denominado “día juliano modificado” se obtiene restando 2400000,5 días al día juliano que figura en la tabla. Se inicia a medianoche, lo cual resulta más conveniente en ciertas aplicaciones. Se suele designar por DJM.

Abril 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>m</i>	<i>s</i>
1	J	91	2455287,5	12	36	59,982	+0,968	-04	02
2	V	92	2455288,5	12	40	56,536	+0,967	-03	44
3	S	93	2455289,5	12	44	53,094	+0,969	-03	26
4	D	94	2455290,5	12	48	49,652	+0,972	-03	09
5	L	95	2455291,5	12	52	46,212	+0,976	-02	51
6	M	96	2455292,5	12	56	42,770	+0,979	-02	34
7	M	97	2455293,5	13	00	39,327	+0,981	-02	17
8	J	98	2455294,5	13	04	35,882	+0,980	-02	00
9	V	99	2455295,5	13	08	32,434	+0,977	-01	43
10	S	100	2455296,5	13	12	28,984	+0,972	-01	27
11	D	101	2455297,5	13	16	25,532	+0,965	-01	11
12	L	102	2455298,5	13	20	22,080	+0,957	-00	55
13	M	103	2455299,5	13	24	18,627	+0,948	-00	40
14	M	104	2455300,5	13	28	15,174	+0,941	-00	25
15	J	105	2455301,5	13	32	11,724	+0,935	-00	10
16	V	106	2455302,5	13	36	08,277	+0,933	+00	04
17	S	107	2455303,5	13	40	04,833	+0,933	+00	18
18	D	108	2455304,5	13	44	01,392	+0,937	+00	32
19	L	109	2455305,5	13	47	57,953	+0,942	+00	45
20	M	110	2455306,5	13	51	54,515	+0,949	+00	58
21	M	111	2455307,5	13	55	51,075	+0,954	+01	11
22	J	112	2455308,5	13	59	47,634	+0,957	+01	23
23	V	113	2455309,5	14	03	44,188	+0,957	+01	34
24	S	114	2455310,5	14	07	40,740	+0,952	+01	46
25	D	115	2455311,5	14	11	37,288	+0,946	+01	56
26	L	116	2455312,5	14	15	33,836	+0,938	+02	07
27	M	117	2455313,5	14	19	30,385	+0,932	+02	17
28	M	118	2455314,5	14	23	26,936	+0,927	+02	26
29	J	119	2455315,5	14	27	23,491	+0,927	+02	35
30	V	120	2455316,5	14	31	20,049	+0,929	+02	43

El tiempo solar verdadero se obtiene sumando la ecuación de tiempo al tiempo solar medio que, a su vez, se obtiene sumando el TU del instante considerado y la longitud (Este) del lugar.

$$\begin{aligned} \text{tiempo solar medio} &= \text{TU} + \text{longitud}_{E,ste} \\ \text{tiempo solar verdadero} &= \text{tiempo solar medio} + \text{ecuación de tiempo} \end{aligned}$$

Mayo 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	S	121	2455317,5	14	35	16,609	+0,934	+02	51
2	D	122	2455318,5	14	39	13,170	+0,940	+02	58
3	L	123	2455319,5	14	43	09,732	+0,946	+03	05
4	M	124	2455320,5	14	47	06,291	+0,950	+03	11
5	M	125	2455321,5	14	51	02,849	+0,953	+03	17
6	J	126	2455322,5	14	54	59,404	+0,953	+03	22
7	V	127	2455323,5	14	58	55,957	+0,950	+03	26
8	S	128	2455324,5	15	02	52,508	+0,946	+03	30
9	D	129	2455325,5	15	06	49,058	+0,940	+03	33
10	L	130	2455326,5	15	10	45,607	+0,934	+03	36
11	M	131	2455327,5	15	14	42,157	+0,928	+03	38
12	M	132	2455328,5	15	18	38,708	+0,924	+03	39
13	J	133	2455329,5	15	22	35,262	+0,923	+03	40
14	V	134	2455330,5	15	26	31,820	+0,925	+03	40
15	S	135	2455331,5	15	30	28,380	+0,930	+03	40
16	D	136	2455332,5	15	34	24,943	+0,938	+03	39
17	L	137	2455333,5	15	38	21,508	+0,947	+03	38
18	M	138	2455334,5	15	42	18,071	+0,955	+03	36
19	M	139	2455335,5	15	46	14,633	+0,961	+03	34
20	J	140	2455336,5	15	50	11,191	+0,964	+03	31
21	V	141	2455337,5	15	54	07,745	+0,963	+03	27
22	S	142	2455338,5	15	58	04,296	+0,959	+03	23
23	D	143	2455339,5	16	02	00,847	+0,954	+03	19
24	L	144	2455340,5	16	05	57,397	+0,949	+03	14
25	M	145	2455341,5	16	09	53,950	+0,946	+03	08
26	M	146	2455342,5	16	13	50,505	+0,946	+03	02
27	J	147	2455343,5	16	17	47,064	+0,950	+02	56
28	V	148	2455344,5	16	21	43,626	+0,956	+02	49
29	S	149	2455345,5	16	25	40,189	+0,964	+02	41
30	D	150	2455346,5	16	29	36,753	+0,972	+02	33
31	L	151	2455347,5	16	33	33,315	+0,979	+02	25

El tiempo sidéreo verdadero (o aparente) se mide como el ángulo horario del punto de intersección del plano del ecuador verdadero con el de la eclíptica para el instante considerado. El tiempo sidéreo medio se obtiene restando la ecuación de los equinoccios al tiempo sidéreo verdadero.

$$\text{tiempo sidéreo medio} = \text{tiempo sidéreo verdadero} - \text{Ec.Equin.}$$

Junio 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	M	152	2455348,5	16	37	29,876	+0,985	+02	16
2	M	153	2455349,5	16	41	26,434	+0,987	+02	07
3	J	154	2455350,5	16	45	22,990	+0,988	+01	58
4	V	155	2455351,5	16	49	19,543	+0,986	+01	48
5	S	156	2455352,5	16	53	16,095	+0,982	+01	37
6	D	157	2455353,5	16	57	12,646	+0,978	+01	27
7	L	158	2455354,5	17	01	09,198	+0,974	+01	16
8	M	159	2455355,5	17	05	05,750	+0,971	+01	05
9	M	160	2455356,5	17	09	02,305	+0,971	+00	53
10	J	161	2455357,5	17	12	58,863	+0,973	+00	41
11	V	162	2455358,5	17	16	55,424	+0,979	+00	29
12	S	163	2455359,5	17	20	51,988	+0,988	+00	17
13	D	164	2455360,5	17	24	48,554	+0,999	+00	04
14	L	165	2455361,5	17	28	45,120	+1,009	–00	08
15	M	166	2455362,5	17	32	41,684	+1,018	–00	21
16	M	167	2455363,5	17	36	38,245	+1,023	–00	34
17	J	168	2455364,5	17	40	34,801	+1,024	–00	47
18	V	169	2455365,5	17	44	31,355	+1,022	–01	00
19	S	170	2455366,5	17	48	27,906	+1,018	–01	13
20	D	171	2455367,5	17	52	24,458	+1,014	–01	26
21	L	172	2455368,5	17	56	21,011	+1,012	–01	39
22	M	173	2455369,5	18	00	17,566	+1,012	–01	52
23	M	174	2455370,5	18	04	14,125	+1,016	–02	05
24	J	175	2455371,5	18	08	10,687	+1,022	–02	18
25	V	176	2455372,5	18	12	07,250	+1,030	–02	31
26	S	177	2455373,5	18	16	03,814	+1,039	–02	44
27	D	178	2455374,5	18	20	00,378	+1,047	–02	56
28	L	179	2455375,5	18	23	56,940	+1,053	–03	09
29	M	180	2455376,5	18	27	53,499	+1,057	–03	21
30	M	181	2455377,5	18	31	50,056	+1,059	–03	33

La ecuación de los equinoccios permite pasar del tiempo sidéreo verdadero (o aparente) medido astronómicamente a un tiempo sidéreo medio en que no se tiene en cuenta la nutación. A la ecuación de los equinoccios tradicionalmente se la denominó nutación en ascensión recta.

La ecuación de los equinoccios se puede calcular aproximadamente mediante:

$$Ec.Equin. = -1,05 \text{ sen}(344^\circ - 0,052954 DJ) - 0,08 \text{ sen}(123^\circ + 1,9713 DJ)$$

siendo DJ el día juliano considerado. (El error medio es $<0,02^s$ y el error máximo es de $0,05^s$.)

Julio 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	J	182	2455378,5	18	35	46,610	+1,058	–03	44
2	V	183	2455379,5	18	39	43,163	+1,055	–03	56
3	S	184	2455380,5	18	43	39,714	+1,051	–04	07
4	D	185	2455381,5	18	47	36,266	+1,047	–04	18
5	L	186	2455382,5	18	51	32,818	+1,044	–04	29
6	M	187	2455383,5	18	55	29,371	+1,042	–04	39
7	M	188	2455384,5	18	59	25,928	+1,043	–04	49
8	J	189	2455385,5	19	03	22,487	+1,047	–04	59
9	V	190	2455386,5	19	07	19,050	+1,055	–05	08
10	S	191	2455387,5	19	11	15,615	+1,065	–05	17
11	D	192	2455388,5	19	15	12,181	+1,075	–05	26
12	L	193	2455389,5	19	19	08,746	+1,085	–05	34
13	M	194	2455390,5	19	23	05,308	+1,091	–05	41
14	M	195	2455391,5	19	27	01,865	+1,093	–05	49
15	J	196	2455392,5	19	30	58,419	+1,092	–05	55
16	V	197	2455393,5	19	34	54,970	+1,087	–06	01
17	S	198	2455394,5	19	38	51,520	+1,082	–06	07
18	D	199	2455395,5	19	42	48,072	+1,078	–06	12
19	L	200	2455396,5	19	46	44,626	+1,077	–06	16
20	M	201	2455397,5	19	50	41,183	+1,079	–06	20
21	M	202	2455398,5	19	54	37,743	+1,083	–06	24
22	J	203	2455399,5	19	58	34,305	+1,090	–06	27
23	V	204	2455400,5	20	02	30,868	+1,097	–06	29
24	S	205	2455401,5	20	06	27,430	+1,104	–06	30
25	D	206	2455402,5	20	10	23,991	+1,109	–06	31
26	L	207	2455403,5	20	14	20,549	+1,113	–06	32
27	M	208	2455404,5	20	18	17,105	+1,113	–06	32
28	M	209	2455405,5	20	22	13,659	+1,111	–06	31
29	J	210	2455406,5	20	26	10,210	+1,108	–06	29
30	V	211	2455407,5	20	30	06,760	+1,102	–06	27
31	S	212	2455408,5	20	34	03,310	+1,096	–06	25

Día de tiempo solar medio: $1^d = 24^h = 1\,440^m = 86\,400^s$

Día de tiempo sidéreo medio: $1^d \text{ TSM} = 23^h 56^m 04^s 09053 =$
 $= 86\,164^s 09053 = 0^d 997\,269\,566\,33$

$$\frac{1 \text{ día solar medio}}{1 \text{ día sidéreo medio}} = 1,002\,737\,909\,35$$

Periodo de rotación de la Tierra: $23^h 56^m 04^s 09890 = 86\,164^s 09890$

Agosto 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>m</i>	<i>s</i>
1	D	213	2455409,5	20	37	59,860	+1,091	–06	22
2	L	214	2455410,5	20	41	56,411	+1,087	–06	18
3	M	215	2455411,5	20	45	52,964	+1,085	–06	14
4	M	216	2455412,5	20	49	49,521	+1,086	–06	09
5	J	217	2455413,5	20	53	46,080	+1,090	–06	03
6	V	218	2455414,5	20	57	42,642	+1,096	–05	57
7	S	219	2455415,5	21	01	39,205	+1,105	–05	50
8	D	220	2455416,5	21	05	35,769	+1,113	–05	43
9	L	221	2455417,5	21	09	32,330	+1,118	–05	35
10	M	222	2455418,5	21	13	28,887	+1,120	–05	27
11	M	223	2455419,5	21	17	25,441	+1,118	–05	18
12	J	224	2455420,5	21	21	21,990	+1,112	–05	08
13	V	225	2455421,5	21	25	18,538	+1,105	–04	58
14	S	226	2455422,5	21	29	15,087	+1,099	–04	47
15	D	227	2455423,5	21	33	11,638	+1,094	–04	36
16	L	228	2455424,5	21	37	08,193	+1,093	–04	24
17	M	229	2455425,5	21	41	04,750	+1,095	–04	12
18	M	230	2455426,5	21	45	01,309	+1,099	–03	59
19	J	231	2455427,5	21	48	57,869	+1,104	–03	46
20	V	232	2455428,5	21	52	54,429	+1,109	–03	32
21	S	233	2455429,5	21	56	50,988	+1,112	–03	17
22	D	234	2455430,5	22	00	47,545	+1,114	–03	02
23	L	235	2455431,5	22	04	44,099	+1,113	–02	47
24	M	236	2455432,5	22	08	40,651	+1,109	–02	31
25	M	237	2455433,5	22	12	37,201	+1,103	–02	15
26	J	238	2455434,5	22	16	33,749	+1,096	–01	58
27	V	239	2455435,5	22	20	30,296	+1,088	–01	41
28	S	240	2455436,5	22	24	26,844	+1,080	–01	24
29	D	241	2455437,5	22	28	23,392	+1,073	–01	06
30	L	242	2455438,5	22	32	19,943	+1,068	–00	48
31	M	243	2455439,5	22	36	16,496	+1,066	–00	29

Duración media de distintos tipos de años:

Año juliano:	365 ^d 25000
Año gregoriano:	365 ^d 24250
Año trópico:	365 ^d 24219
Año sidéreo:	365 ^d 25636
Año anomalístico:	365 ^d 25964
Año eclíptico:	366 ^d 62005

Setiembre 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>m</i>	<i>s</i>
1	M	244	2455440,5	22	40	13,052	+1,067	–00	11
2	J	245	2455441,5	22	44	09,610	+1,070	+00	08
3	V	246	2455442,5	22	48	06,171	+1,075	+00	28
4	S	247	2455443,5	22	52	02,732	+1,080	+00	47
5	D	248	2455444,5	22	55	59,291	+1,085	+01	07
6	L	249	2455445,5	22	59	55,848	+1,086	+01	27
7	M	250	2455446,5	23	03	52,401	+1,084	+01	47
8	M	251	2455447,5	23	07	48,950	+1,077	+02	08
9	J	252	2455448,5	23	11	45,497	+1,069	+02	28
10	V	253	2455449,5	23	15	42,043	+1,060	+02	49
11	S	254	2455450,5	23	19	38,591	+1,052	+03	10
12	D	255	2455451,5	23	23	35,143	+1,049	+03	31
13	L	256	2455452,5	23	27	31,698	+1,048	+03	52
14	M	257	2455453,5	23	31	28,255	+1,050	+04	13
15	M	258	2455454,5	23	35	24,814	+1,054	+04	35
16	J	259	2455455,5	23	39	21,373	+1,057	+04	56
17	V	260	2455456,5	23	43	17,931	+1,060	+05	18
18	S	261	2455457,5	23	47	14,487	+1,060	+05	39
19	D	262	2455458,5	23	51	11,040	+1,058	+06	00
20	L	263	2455459,5	23	55	07,591	+1,054	+06	22
21	M	264	2455460,5	23	59	04,140	+1,048	+06	43
22	M	265	2455461,5	00	03	00,687	+1,040	+07	05
23	J	266	2455462,5	00	06	57,234	+1,030	+07	26
24	V	267	2455463,5	00	10	53,780	+1,021	+07	47
25	S	268	2455464,5	00	14	50,327	+1,013	+08	08
26	D	269	2455465,5	00	18	46,876	+1,007	+08	29
27	L	270	2455466,5	00	22	43,428	+1,003	+08	49
28	M	271	2455467,5	00	26	39,982	+1,002	+09	10
29	M	272	2455468,5	00	30	36,539	+1,004	+09	30
30	J	273	2455469,5	00	34	33,098	+1,007	+09	50

Año juliano:

$$1 \text{ año} = 365^{\text{d}}25 = 8\,766^{\text{h}} = 525\,960^{\text{m}} = 31\,557\,600^{\text{s}}$$

El número de segundos que tiene un año juliano puede aproximarse de varias maneras:

$$1 \text{ año} \simeq 316^3 \text{ s} \simeq \sqrt{10^{15}} \text{ s} \simeq \pi 10^7 \text{ s}$$

Octubre 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	V	274	2455470,5	00	38	29,658	+1,012	+10	09
2	S	275	2455471,5	00	42	26,217	+1,015	+10	29
3	D	276	2455472,5	00	46	22,774	+1,017	+10	48
4	L	277	2455473,5	00	50	19,328	+1,016	+11	06
5	M	278	2455474,5	00	54	15,878	+1,010	+11	25
6	M	279	2455475,5	00	58	12,425	+1,002	+11	43
7	J	280	2455476,5	01	02	08,972	+0,993	+12	00
8	V	281	2455477,5	01	06	05,519	+0,985	+12	17
9	S	282	2455478,5	01	10	02,069	+0,980	+12	34
10	D	283	2455479,5	01	13	58,623	+0,978	+12	50
11	L	284	2455480,5	01	17	55,180	+0,980	+13	06
12	M	285	2455481,5	01	21	51,739	+0,984	+13	22
13	M	286	2455482,5	01	25	48,299	+0,989	+13	37
14	J	287	2455483,5	01	29	44,858	+0,992	+13	51
15	V	288	2455484,5	01	33	41,416	+0,994	+14	05
16	S	289	2455485,5	01	37	37,971	+0,994	+14	18
17	D	290	2455486,5	01	41	34,524	+0,991	+14	31
18	L	291	2455487,5	01	45	31,074	+0,986	+14	43
19	M	292	2455488,5	01	49	27,623	+0,980	+14	55
20	M	293	2455489,5	01	53	24,170	+0,972	+15	06
21	J	294	2455490,5	01	57	20,717	+0,964	+15	16
22	V	295	2455491,5	02	01	17,265	+0,956	+15	26
23	S	296	2455492,5	02	05	13,815	+0,951	+15	35
24	D	297	2455493,5	02	09	10,368	+0,948	+15	43
25	L	298	2455494,5	02	13	06,923	+0,948	+15	51
26	M	299	2455495,5	02	17	03,481	+0,950	+15	58
27	M	300	2455496,5	02	21	00,041	+0,955	+16	04
28	J	301	2455497,5	02	24	56,602	+0,961	+16	10
29	V	302	2455498,5	02	28	53,163	+0,966	+16	15
30	S	303	2455499,5	02	32	49,722	+0,970	+16	19
31	D	304	2455500,5	02	36	46,278	+0,971	+16	22

La ecuación de tiempo se define como la corrección al tiempo medio (obtenido a partir de relojes de precisión) para obtener el tiempo solar verdadero. Antiguamente se consideraba como la corrección a aplicar al tiempo verdadero (obtenido con medidas astronómicas) para obtener el tiempo medio. Este cambio de definición se traduce en un cambio de signo respecto de ediciones del ANUARIO anteriores a 1994.

Noviembre 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	L	305	2455501,5	02	40	42,831	+0,968	+16	24
2	M	306	2455502,5	02	44	39,381	+0,963	+16	26
3	M	307	2455503,5	02	48	35,930	+0,956	+16	26
4	J	308	2455504,5	02	52	32,478	+0,949	+16	26
5	V	309	2455505,5	02	56	29,029	+0,945	+16	25
6	S	310	2455506,5	03	00	25,584	+0,944	+16	23
7	D	311	2455507,5	03	04	22,142	+0,947	+16	21
8	L	312	2455508,5	03	08	18,703	+0,952	+16	17
9	M	313	2455509,5	03	12	15,265	+0,960	+16	13
10	M	314	2455510,5	03	16	11,827	+0,966	+16	08
11	J	315	2455511,5	03	20	08,388	+0,972	+16	02
12	V	316	2455512,5	03	24	04,947	+0,975	+15	55
13	S	317	2455513,5	03	28	01,503	+0,976	+15	48
14	D	318	2455514,5	03	31	58,057	+0,974	+15	39
15	L	319	2455515,5	03	35	54,608	+0,970	+15	30
16	M	320	2455516,5	03	39	51,158	+0,965	+15	20
17	M	321	2455517,5	03	43	47,708	+0,960	+15	09
18	J	322	2455518,5	03	47	44,259	+0,955	+14	57
19	V	323	2455519,5	03	51	40,811	+0,951	+14	44
20	S	324	2455520,5	03	55	37,365	+0,950	+14	31
21	D	325	2455521,5	03	59	33,922	+0,952	+14	17
22	L	326	2455522,5	04	03	30,482	+0,957	+14	02
23	M	327	2455523,5	04	07	27,044	+0,964	+13	46
24	M	328	2455524,5	04	11	23,608	+0,972	+13	29
25	J	329	2455525,5	04	15	20,172	+0,981	+13	12
26	V	330	2455526,5	04	19	16,734	+0,988	+12	54
27	S	331	2455527,5	04	23	13,294	+0,992	+12	35
28	D	332	2455528,5	04	27	09,850	+0,993	+12	15
29	L	333	2455529,5	04	31	06,403	+0,990	+11	55
30	M	334	2455530,5	04	35	02,955	+0,986	+11	34

El valor absoluto máximo de la ecuación de tiempo no supera los 16,5 minutos. Su variación máxima en un día no excede los 30 segundos. La ecuación de tiempo para este año se puede calcular aproximadamente mediante la fórmula:

$$595^s \text{sen}(199^\circ + 1,9713 d) + 441^s \text{sen}(175^\circ + 0,9856 d)$$

siendo d el día del año. El error cometido es menor de medio minuto.

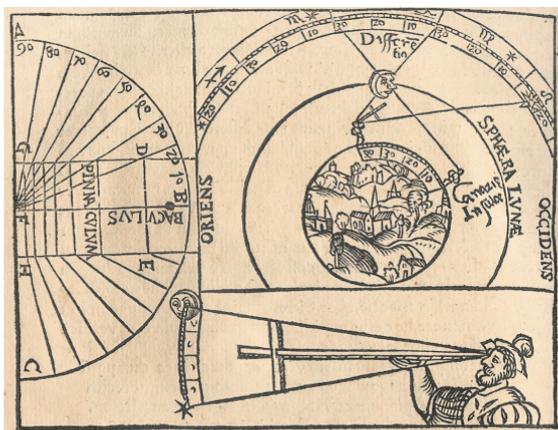
Diciembre 2010

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de equinoccios (ver. – med.)	Ecuación de tiempo (v. – m.)	
				<i>h</i>	<i>m</i>	<i>s</i>		<i>s</i>	<i>m</i>
1	M	335	2455531,5	04	38	59,506	+0,982	+11	12
2	J	336	2455532,5	04	42	56,058	+0,979	+10	50
3	V	337	2455533,5	04	46	52,614	+0,979	+10	27
4	S	338	2455534,5	04	50	49,173	+0,983	+10	03
5	D	339	2455535,5	04	54	45,735	+0,990	+09	38
6	L	340	2455536,5	04	58	42,299	+0,999	+09	14
7	M	341	2455537,5	05	02	38,864	+1,008	+08	48
8	M	342	2455538,5	05	06	35,428	+1,017	+08	22
9	J	343	2455539,5	05	10	31,990	+1,023	+07	56
10	V	344	2455540,5	05	14	28,549	+1,027	+07	29
11	S	345	2455541,5	05	18	25,106	+1,028	+07	02
12	D	346	2455542,5	05	22	21,660	+1,027	+06	34
13	L	347	2455543,5	05	26	18,213	+1,025	+06	06
14	M	348	2455544,5	05	30	14,765	+1,021	+05	38
15	M	349	2455545,5	05	34	11,317	+1,018	+05	09
16	J	350	2455546,5	05	38	07,870	+1,016	+04	40
17	V	351	2455547,5	05	42	04,425	+1,015	+04	11
18	S	352	2455548,5	05	46	00,983	+1,018	+03	42
19	D	353	2455549,5	05	49	57,543	+1,023	+03	12
20	L	354	2455550,5	05	53	54,107	+1,031	+02	43
21	M	355	2455551,5	05	57	50,672	+1,041	+02	13
22	M	356	2455552,5	06	01	47,238	+1,051	+01	44
23	J	357	2455553,5	06	05	43,802	+1,060	+01	14
24	V	358	2455554,5	06	09	40,364	+1,067	+00	44
25	S	359	2455555,5	06	13	36,922	+1,070	+00	14
26	D	360	2455556,5	06	17	33,477	+1,069	–00	15
27	L	361	2455557,5	06	21	30,030	+1,067	–00	45
28	M	362	2455558,5	06	25	26,582	+1,063	–01	14
29	M	363	2455559,5	06	29	23,134	+1,060	–01	44
30	J	364	2455560,5	06	33	19,690	+1,060	–02	13
31	V	365	2455561,5	06	37	16,248	+1,063	–02	42

La ecuación de tiempo se anula en las siguientes cuatro fechas: 15 de abril, 13 de junio, 1 de setiembre y 25 de diciembre. En estas fechas, el tiempo solar medio y el verdadero prácticamente coinciden.

Su valor es mínimo el día 11 de febrero, con un mínimo secundario el 26 de julio. Su valor es máximo el día 3 de noviembre, con un máximo secundario el 14 de mayo.

EFEMERIDES ASTRONOMICAS



SOL

Datos solares
Efemérides diarias del Sol
Fórmulas para cálculos aproximados
Ortos y ocasos del Sol
Paso del Sol por el primer vertical
Crepúsculos
Duración del día (tiempo de insolación)
Paso del Sol por el meridiano
Rotaciones sinódicas del Sol

Unidades prácticas

\mathcal{R}_{\odot}	= 696 000 km	= 6,960 10^{10} cm
\mathcal{L}_{\odot}	= 3,846 10^{26} W	= 3,846 10^{33} erg s ⁻¹
\mathcal{M}_{\odot}	= 1,9891 10^{30} kg	= 1,989 10^{33} g
\mathcal{GM}_{\odot}	= 1,327 1244 10^{20} m ³ s ⁻²	= 39,47693 UA ³ años ⁻²

Datos solares

Elementos medios de la órbita para 2010

Longitud media	$L_{\odot} = 279^{\circ}558\,160 + 0^{\circ}985\,647\,36\,d$
Anomalía media	$M_{\odot} = 356^{\circ}447\,896 + 0^{\circ}985\,600\,28\,d$
Longitud media del perigeo	$\varpi_{\odot} = 283^{\circ}110\,264 + 0^{\circ}000\,047\,08\,d$
Excentricidad promedio	$e_{\odot} = 0,016\,704\,70$
Oblicuidad media de la eclíptica	$\varepsilon = 23^{\circ}437\,991 - 0^{\circ}000\,000\,36\,d$

(En estas fórmulas d es el día del año, en la escala de TU.)

Longitud verdadera (error $< 30''$)

$$\begin{aligned} \odot &= L_{\odot} + 1^{\circ}915 \operatorname{sen}(M_{\odot}) + 0^{\circ}020 \operatorname{sen}(2 M_{\odot}) \\ &= 279^{\circ}56 + 0^{\circ}98565\,d + 1^{\circ}915 \operatorname{sen}(0^{\circ}986\,d - 3^{\circ}7) \\ &\quad + 0^{\circ}02 \operatorname{sen}(2^{\circ}d - 14^{\circ}) \end{aligned}$$

Duración de los años

año trópico:	365 ^d 242 189	365 ^d 05 ^h 48 ^m 45 ^s 13	(equin.–equin.)
año sidéreo:	365 ^d 256 363	365 ^d 06 ^h 09 ^m 09 ^s 7	(estrella–estrella)
año anomalístico:	365 ^d 259 636	365 ^d 06 ^h 13 ^m 52 ^s 5	(nodo–nodo)

Distancia media

Semidiámetro a 1 UA	15'59"63	959"63
Distancia media	1,000001018 UA	149 598 000 km
Distancia media en tiempo luz	$\tau_A = 499^s004\,782$	$\simeq 8^m19^s0$
Paralaje horizontal ecuatorial a la distancia media		8"794 148

(La unidad de distancia es la Unidad Astronómica UA = 149 597 870 km.)

Datos físicos

		en unidades terrestres
Radio	$\mathcal{R}_{\odot} = 696\,000\text{ km}$	$109 \mathcal{R}_{\oplus}$
Superficie	$6,087\,10^{12}\text{ km}^2$	11 900
Volumen	$1,4122\,10^{18}\text{ km}^3$	1 300 000
Masa	$\mathcal{M}_{\odot} = 1,9891\,10^{30}\text{ kg}$	$333\,000 \mathcal{M}_{\oplus}$
Densidad media	$1,408\text{ g cm}^{-3}$	0,255
Constante gravitatoria	$G \mathcal{M}_{\odot} = 1,327\,1244\,10^{20}\text{ m}^3\text{ s}^{-2}$	332 946
Gravedad superficial	274 m s^{-2}	27,9
Velocidad de escape	$617,7\text{ km s}^{-1}$	55

Núcleo:

Densidad central	151 g cm^{-3}
Temperatura central	$15,6 \cdot 10^6 \text{ K}$
Presión central	$2,33 \cdot 10^{11} \text{ atm}$
Fracción en masa del H	0,355

Generación de energía:

Por unidad de masa	$1,9 \text{ erg g}^{-1} \text{ s}^{-1}$
Consumo de masa	$4,3 \cdot 10^{12} \text{ g s}^{-1}$
Potencia emitida	$L_{\odot} = 3,846 \cdot 10^{26} \text{ W} = 3,846 \cdot 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$
Emisividad superficial	$6,28 \cdot 10^7 \text{ W m}^{-2}$

Rotación

Periodo de rotación (a 16° de latitud)	
" " sidéreo	$25^{\text{d}} 09^{\text{h}} 07^{\text{m}}$
" " sinódico medio	$27^{\text{d}} 06^{\text{h}} 36^{\text{m}}$
Velocidad superficial de rotación (a 16°)	$2,0 \text{ km s}^{-1}$
Inclinación del ecuador sobre la eclíptica	$7^{\circ} 15'$
Longitud del nodo ascendente del ecuador solar	$75^{\circ} 9'$
Orientación del Polo Norte solar	$\alpha_{PN} = 286^{\circ} 15'$ $\delta_{PN} = 63^{\circ} 89'$

Luminosidad

Tipo estelar	G2 v	
Temperatura efectiva	$T_{eff} = 5780 \text{ K}$	
Magnitudes absolutas	$M_{bol} = 4,75$	$M_U = 5,67$
	$M_V = 4,83$	$M_B = 5,48$
Temperatura equivalente de su emisión a longitudes de onda (λ) radio:		
	$T(\lambda < 2 \text{ cm}) \simeq 10^4 \text{ K}$	
	$T(\lambda > 2 \text{ m}) \simeq 10^6 \text{ K}$	

Flujo fuera de la atmósfera terrestre:

Magnitudes aparentes	$m_{bol} = -26,82$	$m_U = -25,96$
	$V = m_V = -26,75$	$B = m_B = -26,09$
Constante solar	1370 W m^{-2}	$1,96 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$

Fotosfera solar

presión del gas en superficie	0,868 mb
temperatura efectiva	5 780 K
grosor	~ 400 km
ciclo de manchas solares	11,4 años
composición	H (90,965 %), He (8,889 %)
	O, C, Ne, N ($< 10^{-4}$)

Campo magnético solar

campo general	~ 1 Gs
sombra de manchas solares	~ 3 000 Gs
penumbra de manchas solares	~ 1 500 Gs
protuberancias	2–100 Gs

Viento solar

pérdida de masa	~ 10^9 kg s^{-1} ~ $10^{-14} \mathcal{M}_{\odot}/\text{año}$
velocidad del viento a 1 UA del Sol	~ 450 km s^{-1}
tiempo en alcanzar la Tierra	~ 5 días

Movimiento del Sol

Respecto de la velocidad media de sus estrellas vecinas, que constituye el denominado *Sistema de Referencia Local (LSR)*:

Movimiento solar estándar:	$\alpha_{1900} = 271^{\circ}$	$\delta_{1900} = +30^{\circ}$
	$V_{LSR} = 19,5 \text{ km s}^{-1} = 0,01126 \text{ UA/día}$	
Según Mihalas y Binney:	$\alpha_{1900} = 267^{\circ}$	$\delta_{1900} = +28^{\circ}$
	$V_{LSR} = 16,5 \text{ km s}^{-1} = 0,00953 \text{ UA/día}$	
Convenio radioastronómico:	$\alpha_{1900} = 270^{\circ}$	$\delta_{1900} = +30^{\circ}$
	$V_{LSR} = 20,0 \text{ km s}^{-1} = 0,01155 \text{ UA/día}$	

Respecto de la Galaxia:

Distancia al centro galáctico	~8,5 kpc ~ 28 000 años luz
Velocidad de traslación alrededor de la galaxia	220 km s^{-1}
Periodo de traslación	240 10^6 años

Abundancia de los elementos químicos en el sistema solar

La abundancia de los distintos elementos químicos en el Sistema Solar se basa principalmente en las abundancias medidas en la fotosfera del Sol y en los meteoritos. Se supone que tales abundancias también representan las *abundancias cósmicas*.

La abundancia de átomos de los elementos más comunes en el Sol se encuentra en la tabla siguiente, en la que se indica el número de átomos de cada especie por millón de átomos de hidrógeno (H). En ella constan los elementos cuya abundancia es superior a 1 en un millón.

Elemento	Número atómico	Abundancia ($H = 10^6$)
H	1	1 000 000
He	2	98 000
C	6	363
N	7	112
O	8	851
Ne	10	123
Na	11	2,1
Mg	12	38
Al	13	3,0
Si	14	35
S	16	16
Ar	18	3,6
Ca	20	2,2
Fe	26	33
Ni	28	1,8
el resto		< 2,0

Constantes para la época J2000.0

Precesión general en longitud, por siglo juliano	$p = 5\,029''\,0966$
Constante de nutación	$N = 9''\,2025$
Constante de aberración	$k = 20''\,495\,52$
Oblicuidad de la eclíptica	$\epsilon_0 = 23^\circ 26' 21''\,448$
	$= 23^\circ 43929111$

Efemérides del Sol para 2010

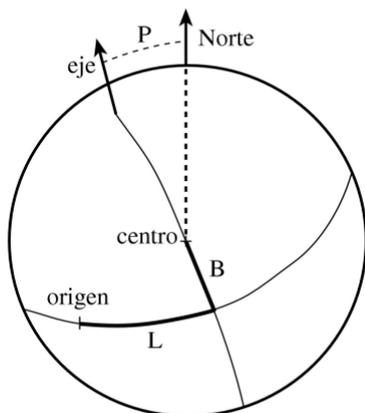
En las páginas siguientes se encuentran las efemérides del Sol para este año día a día. Los instantes de salida y puesta del Sol (**Orto** y **Ocaso**) han sido calculados para Madrid, corrigiendo por un valor medio de la refracción y prescindiendo del relieve en el horizonte. Se indica también, en la columna **Culminación**, el instante de paso del centro del disco solar por el meridiano de Madrid, lo que constituye el *mediodía verdadero*. Para conocer el tiempo *oficial* en que se da cada fenómeno, hay que sumar una o dos horas al valor obtenido de la tabla, dependiendo de la época del año. En páginas posteriores se explica cómo calcular el orto, el ocaso y la culminación del Sol en cualquier otro lugar de España (véanse los apartados *Ortos y ocasos del Sol* y *Paso del Sol por el meridiano*). Asimismo, un cálculo preciso para cualquier lugar de posición geográfica conocida se puede realizar consultando el apartado de **Efemérides** en la *web* del Real Instituto y Observatorio de la Armada: <http://www.roa.es>.

En las dos columnas centrales de las tablas se indica la posición aparente geocéntrica del Sol a las 0^h de TU, expresada en coordenadas ecuatoriales, **ascensión recta** y **declinación**. Para obtener las coordenadas en cualquier otro instante debe realizarse una interpolación de segundo grado partiendo de los valores de dichas columnas (véase el apartado *Interpolación* en la sección *TABLAS*).

En las últimas tres columnas figuran las efemérides necesarias para las observaciones físicas del Sol, o sea de aquellos fenómenos que tienen lugar en su superficie. Para indicar la posición en la superficie del Sol en que ha tenido lugar un fenómeno se utiliza un sistema de coordenadas heliográficas, cuya orientación viene dada en las tablas por los ángulos P , B y L . El ángulo P da la posición del extremo norte del eje de rotación del Sol, medido desde el norte positivamente hacia el este. B y L son la latitud y longitud heliográficas del centro del disco solar, es decir las coordenadas que sobre la superficie del Sol tiene el punto central del disco solar visto desde la Tierra. Las rotaciones del Sol se miden con respecto del origen de longitudes heliográficas ($L = 0$), según fue definido por R.C. Carrington en 1863.

En la base de cada página se indica el tiempo de entrada del Sol en distintos signos del zodiaco.

La salida, culminación y puesta del Sol vienen dadas en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid sin corrección por el relieve del horizonte. Las coordenadas ecuatoriales del Sol, Ascensión Recta (α_{\odot}) y Declinación (δ_{\odot}), y las coordenadas heliográficas P , B y L vienen dadas para las 0^h de TU.



Se llama culminación del Sol al paso del centro del Sol por el meridiano del lugar. El instante de la culminación del Sol en cualquier lugar de España se puede obtener de la siguiente manera aproximada:

- (1) a la ascensión recta del día considerado se le resta el tiempo sidéreo en Greenwich a 0^h de TU de este día (tabla en *TIEMPOS*);
- (2) se le resta la longitud Este del lugar (por ejemplo, en el caso de Madrid se suman 15^m (al ser la longitud de Madrid de -15^m); y
- (3) si tenemos un tiempo negativo, se suman 24^h.

El ángulo de posición P del eje de rotación del Sol, así como la latitud B y longitud L heliográficas del centro del disco solar pueden ser calculados de manera aproximada mediante simples fórmulas:

$$P \simeq -23,5 \cos \odot - 7,2 \cos(\odot - 76^\circ)$$

$$B \simeq 7,2 \sin(\odot - 76^\circ)$$

$$L \simeq \odot + 81^\circ + 14,1844 (2451545 - DJ)$$

siendo \odot la longitud eclíptica del Sol y DJ el día juliano.

La latitud heliográfica B toma sus valores mínimo y máximo ($\pm 7,25$) cerca del 6 de marzo y de 8-9 de setiembre respectivamente, anulándose cerca del 6 de junio y el 7-8 de diciembre. El ángulo de posición P del eje del Sol respecto del Norte toma sus valores mínimo y máximo ($\pm 26,3$) cerca del 7 de abril y de 10-11 de octubre respectivamente, anulándose cerca del 5 de enero y el 6-7 de julio.

SOL Enero 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 V	7 38	12 18 18	16 59	18 45 28,2	-23 01 38	02,1	-3,0	32,9	
2 S	7 38	12 18 46	17 00	18 49 52,9	-22 56 37	01,6	-3,1	19,7	
3 D	7 38	12 19 13	17 01	18 54 17,3	-22 51 09	01,1	-3,2	6,5	
4 L	7 38	12 19 41	17 01	18 58 41,3	-22 45 13	00,6	-3,4	353,3	
5 M	7 38	12 20 07	17 02	19 03 05,0	-22 38 50	00,2	-3,5	340,2	
6 M	7 38	12 20 34	17 03	19 07 28,2	-22 31 60	-00,3	-3,6	327,0	
7 J	7 38	12 21 00	17 04	19 11 51,0	-22 24 43	-00,8	-3,7	313,8	
8 V	7 38	12 21 25	17 05	19 16 13,3	-22 16 60	-01,3	-3,7	300,7	
9 S	7 38	12 21 51	17 06	19 20 35,2	-22 08 50	-01,8	-3,9	287,5	
10 D	7 37	12 22 15	17 07	19 24 56,5	-22 00 15	-02,2	-4,0	274,3	
11 L	7 37	12 22 39	17 08	19 29 17,3	-21 51 13	-02,7	-4,0	261,2	
12 M	7 37	12 23 02	17 09	19 33 37,6	-21 41 46	-03,2	-4,2	248,0	
13 M	7 37	12 23 25	17 10	19 37 57,2	-21 31 53	-03,7	-4,3	234,9	
14 J	7 36	12 23 47	17 12	19 42 16,3	-21 21 36	-04,0	-4,4	221,6	
15 V	7 36	12 24 09	17 13	19 46 34,6	-21 10 54	-04,5	-4,5	208,5	
16 S	7 36	12 24 30	17 14	19 50 52,4	-20 59 47	-05,0	-4,5	195,3	
17 D	7 35	12 24 50	17 15	19 55 09,4	-20 48 16	-05,5	-4,7	182,1	
18 L	7 35	12 25 09	17 16	19 59 25,7	-20 36 22	-06,0	-4,8	169,0	
19 M	7 34	12 25 28	17 17	20 03 41,3	-20 24 04	-06,5	-4,9	155,8	
20 M	7 34	12 25 46	17 18	20 07 56,2	-20 11 24	-06,9	-5,0	142,6	
21 J	7 33	12 26 03	17 20	20 12 10,3	-19 58 20	-07,4	-5,0	129,5	
22 V	7 32	12 26 19	17 21	20 16 23,6	-19 44 54	-07,8	-5,2	116,3	
23 S	7 32	12 26 35	17 22	20 20 36,2	-19 31 06	-08,3	-5,3	103,2	
24 D	7 31	12 26 50	17 23	20 24 47,9	-19 16 57	-08,6	-5,4	90,0	
25 L	7 30	12 27 04	17 24	20 28 58,9	-19 02 26	-09,1	-5,5	76,8	
26 M	7 29	12 27 17	17 25	20 33 09,0	-18 47 35	-09,6	-5,5	63,7	
27 M	7 29	12 27 29	17 27	20 37 18,3	-18 32 23	-10,0	-5,5	50,5	
28 J	7 28	12 27 41	17 28	20 41 26,9	-18 16 51	-10,5	-5,7	37,2	
29 V	7 27	12 27 51	17 29	20 45 34,5	-18 00 59	-10,9	-5,8	24,2	
30 S	7 26	12 28 01	17 30	20 49 41,4	-17 44 48	-11,3	-5,9	11,0	
31 D	7 25	12 28 10	17 32	20 53 47,5	-17 28 18	-11,6	-5,9	357,8	

Sol en Acuario el día 20 a las 4^h 28^m de TU.

SOL Febrero 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU		a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>
1 L	7 24	12 28 19	17 33	20 57 52,7	-17 11 30	-12,1	-6,0	344,7
2 M	7 23	12 28 26	17 34	21 01 57,1	-16 54 23	-12,5	-6,0	331,5
3 M	7 22	12 28 33	17 35	21 06 00,7	-16 36 58	-12,9	-6,2	318,3
4 J	7 21	12 28 39	17 36	21 10 03,5	-16 19 16	-13,3	-6,2	305,2
5 V	7 20	12 28 44	17 38	21 14 05,6	-16 01 17	-13,6	-6,3	292,0
6 S	7 19	12 28 48	17 39	21 18 06,8	-15 43 01	-14,1	-6,4	278,8
7 D	7 18	12 28 51	17 40	21 22 07,3	-15 24 28	-14,5	-6,4	265,7
8 L	7 17	12 28 54	17 41	21 26 07,0	-15 05 40	-14,9	-6,5	252,5
9 M	7 16	12 28 56	17 43	21 30 05,9	-14 46 37	-15,1	-6,5	239,3
10 M	7 15	12 28 57	17 44	21 34 04,0	-14 27 19	-15,6	-6,5	226,1
11 J	7 13	12 28 58	17 45	21 38 01,4	-14 07 46	-16,0	-6,5	213,0
12 V	7 12	12 28 57	17 46	21 41 58,0	-13 47 58	-16,3	-6,7	199,8
13 S	7 11	12 28 56	17 47	21 45 53,8	-13 27 58	-16,7	-6,7	186,6
14 D	7 10	12 28 54	17 49	21 49 48,9	-13 07 44	-17,0	-6,8	173,5
15 L	7 09	12 28 52	17 50	21 53 43,3	-12 47 17	-17,3	-6,8	160,3
16 M	7 07	12 28 49	17 51	21 57 36,9	-12 26 38	-17,7	-6,9	147,1
17 M	7 06	12 28 44	17 52	22 01 29,8	-12 05 47	-18,0	-6,9	134,0
18 J	7 05	12 28 40	17 53	22 05 22,0	-11 44 44	-18,3	-6,9	120,8
19 V	7 03	12 28 34	17 55	22 09 13,5	-11 23 30	-18,7	-7,0	107,7
20 S	7 02	12 28 28	17 56	22 13 04,3	-11 02 06	-19,0	-7,0	94,5
21 D	7 00	12 28 22	17 57	22 16 54,5	-10 40 31	-19,3	-7,0	81,3
22 L	6 59	12 28 14	17 58	22 20 44,0	-10 18 47	-19,6	-7,0	68,2
23 M	6 58	12 28 06	17 59	22 24 32,8	-09 56 53	-19,8	-7,0	55,0
24 M	6 56	12 27 57	18 00	22 28 21,0	-09 34 50	-20,2	-7,0	41,7
25 J	6 55	12 27 48	18 01	22 32 08,6	-09 12 39	-20,3	-7,2	28,7
26 V	6 53	12 27 38	18 03	22 35 55,5	-08 50 20	-20,7	-7,2	15,5
27 S	6 52	12 27 28	18 04	22 39 41,9	-08 27 52	-21,0	-7,2	2,2
28 D	6 50	12 27 17	18 05	22 43 27,8	-08 05 18	-21,2	-7,2	349,1

Sol en Piscis el día 18 a las 18^h 36^m de TU.

SOL Marzo 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 L	6 49	12 27 05	18 06	22 47 13,1	-07 42 36	-21,5	-7,2	336,0	
2 M	6 47	12 26 53	18 07	22 50 57,9	-07 19 48	-21,7	-7,2	322,8	
3 M	6 46	12 26 41	18 08	22 54 42,1	-06 56 53	-22,0	-7,2	309,6	
4 J	6 44	12 26 28	18 09	22 58 26,0	-06 33 52	-22,2	-7,2	296,3	
5 V	6 43	12 26 14	18 10	23 02 09,4	-06 10 46	-22,5	-7,3	283,3	
6 S	6 41	12 26 01	18 12	23 05 52,3	-05 47 34	-22,7	-7,3	270,1	
7 D	6 40	12 25 46	18 13	23 09 34,9	-05 24 17	-22,8	-7,3	256,8	
8 L	6 38	12 25 32	18 14	23 13 17,1	-05 00 56	-23,1	-7,3	243,6	
9 M	6 36	12 25 17	18 15	23 16 58,9	-04 37 31	-23,3	-7,2	230,6	
10 M	6 35	12 25 02	18 16	23 20 40,4	-04 14 02	-23,5	-7,2	217,4	
11 J	6 33	12 24 46	18 17	23 24 21,5	-03 50 30	-23,7	-7,2	204,1	
12 V	6 32	12 24 30	18 18	23 28 02,4	-03 26 55	-23,8	-7,2	191,0	
13 S	6 30	12 24 14	18 19	23 31 42,9	-03 03 18	-24,1	-7,2	177,9	
14 D	6 28	12 23 58	18 20	23 35 23,2	-02 39 39	-24,2	-7,2	164,6	
15 L	6 27	12 23 41	18 21	23 39 03,2	-02 15 57	-24,3	-7,2	151,5	
16 M	6 25	12 23 24	18 22	23 42 43,0	-01 52 15	-24,6	-7,2	138,3	
17 M	6 23	12 23 07	18 23	23 46 22,5	-01 28 32	-24,7	-7,0	125,0	
18 J	6 22	12 22 50	18 24	23 50 01,9	-01 04 48	-24,8	-7,0	112,0	
19 V	6 20	12 22 32	18 26	23 53 41,1	-00 41 04	-25,0	-7,0	98,8	
20 S	6 19	12 22 15	18 27	23 57 20,1	-00 17 20	-25,1	-7,0	85,5	
21 D	6 17	12 21 57	18 28	00 00 58,9	+00 06 23	-25,3	-7,0	72,4	
22 L	6 15	12 21 39	18 29	00 04 37,7	+00 30 06	-25,3	-7,0	59,2	
23 M	6 14	12 21 21	18 30	00 08 16,3	+00 53 46	-25,5	-7,0	46,0	
24 M	6 12	12 21 03	18 31	00 11 54,8	+01 17 25	-25,6	-6,9	32,9	
25 J	6 10	12 20 45	18 32	00 15 33,3	+01 41 02	-25,7	-6,9	19,7	
26 V	6 09	12 20 27	18 33	00 19 11,6	+02 04 37	-25,8	-6,8	6,5	
27 S	6 07	12 20 08	18 34	00 22 50,0	+02 28 09	-25,8	-6,8	353,3	
28 D	6 05	12 19 50	18 35	00 26 28,3	+02 51 37	-25,8	-6,8	340,1	
29 L	6 04	12 19 32	18 36	00 30 06,7	+03 15 02	-26,0	-6,7	326,8	
30 M	6 02	12 19 14	18 37	00 33 45,1	+03 38 23	-26,1	-6,7	313,7	
31 M	6 01	12 18 56	18 38	00 37 23,5	+04 01 41	-26,1	-6,5	300,5	

Sol en Aries el día 20 a las 17^h 32^m de TU.

SOL Abril 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 J	5 59	12 18 38	18 39	00 41 02,1	+04 24 54	-26,2	-6,5	287,3	
2 V	5 57	12 18 20	18 40	00 44 40,7	+04 48 02	-26,2	-6,5	274,1	
3 S	5 56	12 18 02	18 41	00 48 19,5	+05 11 05	-26,2	-6,4	261,0	
4 D	5 54	12 17 45	18 42	00 51 58,5	+05 34 03	-26,3	-6,4	247,8	
5 L	5 52	12 17 28	18 43	00 55 37,6	+05 56 55	-26,3	-6,3	234,6	
6 M	5 51	12 17 10	18 44	00 59 16,9	+06 19 41	-26,3	-6,3	221,4	
7 M	5 49	12 16 54	18 45	01 02 56,4	+06 42 20	-26,3	-6,2	208,1	
8 J	5 48	12 16 37	18 46	01 06 36,2	+07 04 53	-26,3	-6,0	195,0	
9 V	5 46	12 16 20	18 47	01 10 16,2	+07 27 18	-26,3	-6,0	181,8	
10 S	5 44	12 16 04	18 48	01 13 56,4	+07 49 36	-26,2	-6,0	168,6	
11 D	5 43	12 15 48	18 49	01 17 36,9	+08 11 47	-26,2	-5,9	155,4	
12 L	5 41	12 15 33	18 50	01 21 17,8	+08 33 49	-26,2	-5,9	142,1	
13 M	5 40	12 15 18	18 51	01 24 58,9	+08 55 42	-26,1	-5,8	129,0	
14 M	5 38	12 15 03	18 52	01 28 40,4	+09 17 26	-26,1	-5,7	115,8	
15 J	5 37	12 14 48	18 54	01 32 22,2	+09 39 02	-26,0	-5,5	102,5	
16 V	5 35	12 14 34	18 55	01 36 04,3	+10 00 27	-26,0	-5,5	89,4	
17 S	5 34	12 14 20	18 56	01 39 46,8	+10 21 43	-25,8	-5,5	76,2	
18 D	5 32	12 14 07	18 57	01 43 29,7	+10 42 48	-25,8	-5,4	63,0	
19 L	5 31	12 13 53	18 58	01 47 13,0	+11 03 43	-25,8	-5,3	49,7	
20 M	5 29	12 13 41	18 59	01 50 56,6	+11 24 26	-25,7	-5,2	36,5	
21 M	5 28	12 13 28	19 00	01 54 40,7	+11 44 58	-25,6	-5,0	23,3	
22 J	5 26	12 13 17	19 01	01 58 25,1	+12 05 19	-25,5	-5,0	10,1	
23 V	5 25	12 13 05	19 02	02 02 10,0	+12 25 27	-25,3	-5,0	356,8	
24 S	5 24	12 12 54	19 03	02 05 55,3	+12 45 23	-25,2	-4,9	343,7	
25 D	5 22	12 12 44	19 04	02 09 41,1	+13 05 07	-25,1	-4,8	330,5	
26 L	5 21	12 12 33	19 05	02 13 27,3	+13 24 37	-25,0	-4,7	317,3	
27 M	5 20	12 12 24	19 06	02 17 14,0	+13 43 54	-24,8	-4,5	304,1	
28 M	5 18	12 12 15	19 07	02 21 01,2	+14 02 58	-24,7	-4,5	290,8	
29 J	5 17	12 12 06	19 08	02 24 48,9	+14 21 48	-24,5	-4,4	277,6	
30 V	5 16	12 11 58	19 09	02 28 37,2	+14 40 23	-24,3	-4,3	264,3	

Sol en Tauro el día 20 a las 4^h 30^m de TU.

SOL Mayo 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 S	5 14	12 11 51	19 10	02 32 25,9	+14 58 44	-24,2	-4,2	251,1	
2 D	5 13	12 11 44	19 11	02 36 15,3	+15 16 51	-24,0	-4,0	238,0	
3 L	5 12	12 11 37	19 12	02 40 05,1	+15 34 42	-23,8	-4,0	224,8	
4 M	5 11	12 11 31	19 13	02 43 55,6	+15 52 18	-23,6	-3,9	211,6	
5 M	5 09	12 11 26	19 14	02 47 46,5	+16 09 38	-23,3	-3,7	198,3	
6 J	5 08	12 11 21	19 15	02 51 38,1	+16 26 42	-23,2	-3,7	185,1	
7 V	5 07	12 11 17	19 16	02 55 30,3	+16 43 30	-23,0	-3,6	171,9	
8 S	5 06	12 11 14	19 17	02 59 23,0	+17 00 01	-22,8	-3,5	158,6	
9 D	5 05	12 11 11	19 18	03 03 16,3	+17 16 15	-22,5	-3,4	145,5	
10 L	5 04	12 11 09	19 19	03 07 10,2	+17 32 11	-22,3	-3,2	132,1	
11 M	5 03	12 11 07	19 20	03 11 04,7	+17 47 51	-22,1	-3,1	119,0	
12 M	5 02	12 11 06	19 21	03 14 59,7	+18 03 12	-21,8	-3,0	105,8	
13 J	5 01	12 11 05	19 22	03 18 55,4	+18 18 15	-21,5	-2,9	92,5	
14 V	5 00	12 11 05	19 23	03 22 51,6	+18 32 59	-21,3	-2,7	79,3	
15 S	4 59	12 11 05	19 24	03 26 48,4	+18 47 25	-21,0	-2,7	66,0	
16 D	4 58	12 11 07	19 25	03 30 45,8	+19 01 32	-20,7	-2,6	52,9	
17 L	4 57	12 11 08	19 26	03 34 43,7	+19 15 19	-20,5	-2,5	39,7	
18 M	4 56	12 11 10	19 27	03 38 42,2	+19 28 47	-20,2	-2,4	26,3	
19 M	4 55	12 11 13	19 28	03 42 41,2	+19 41 55	-19,8	-2,2	13,1	
20 J	4 54	12 11 16	19 29	03 46 40,8	+19 54 42	-19,6	-2,1	360,0	
21 V	4 54	12 11 20	19 30	03 50 40,8	+20 07 09	-19,3	-2,0	346,8	
22 S	4 53	12 11 24	19 31	03 54 41,4	+20 19 16	-18,8	-1,8	333,5	
23 D	4 52	12 11 29	19 31	03 58 42,5	+20 31 01	-18,6	-1,8	320,3	
24 L	4 51	12 11 34	19 32	04 02 44,1	+20 42 26	-18,3	-1,7	307,1	
25 M	4 51	12 11 40	19 33	04 06 46,1	+20 53 28	-18,0	-1,5	293,8	
26 M	4 50	12 11 46	19 34	04 10 48,7	+21 04 10	-17,6	-1,3	280,6	
27 J	4 49	12 11 53	19 35	04 14 51,7	+21 14 29	-17,3	-1,3	267,3	
28 V	4 49	12 12 00	19 36	04 18 55,2	+21 24 27	-16,8	-1,2	254,1	
29 S	4 48	12 12 08	19 36	04 22 59,2	+21 34 02	-16,6	-1,1	240,9	
30 D	4 48	12 12 16	19 37	04 27 03,6	+21 43 15	-16,2	-0,9	227,6	
31 L	4 47	12 12 25	19 38	04 31 08,5	+21 52 06	-15,9	-0,8	214,5	

Sol en Géminis el día 21 a las 3^h 34^m de TU.

SOL Junio 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 M	4 47	12 12 34	19 39	04 35 13,8	+22 00 34	-15,5	-0,6	201,1	
2 M	4 46	12 12 43	19 39	04 39 19,5	+22 08 38	-15,1	-0,6	188,0	
3 J	4 46	12 12 53	19 40	04 43 25,6	+22 16 20	-14,6	-0,5	174,6	
4 V	4 46	12 13 03	19 41	04 47 32,0	+22 23 38	-14,4	-0,3	161,5	
5 S	4 45	12 13 13	19 41	04 51 38,9	+22 30 33	-14,0	-0,2	148,3	
6 D	4 45	12 13 24	19 42	04 55 46,1	+22 37 04	-13,6	-0,1	135,0	
7 L	4 45	12 13 35	19 43	04 59 53,6	+22 43 11	-13,1	+0,0	121,8	
8 M	4 45	12 13 47	19 43	05 04 01,5	+22 48 54	-12,8	+0,2	108,5	
9 M	4 44	12 13 58	19 44	05 08 09,6	+22 54 14	-12,4	+0,3	95,3	
10 J	4 44	12 14 10	19 44	05 12 18,0	+22 59 09	-12,0	+0,4	82,0	
11 V	4 44	12 14 23	19 45	05 16 26,7	+23 03 39	-11,5	+0,5	68,9	
12 S	4 44	12 14 35	19 45	05 20 35,6	+23 07 46	-11,1	+0,6	55,6	
13 D	4 44	12 14 48	19 46	05 24 44,6	+23 11 28	-10,6	+0,8	42,4	
14 L	4 44	12 15 00	19 46	05 28 53,9	+23 14 45	-10,3	+0,9	29,2	
15 M	4 44	12 15 13	19 47	05 33 03,2	+23 17 38	-09,9	+1,0	15,9	
16 M	4 44	12 15 26	19 47	05 37 12,7	+23 20 06	-09,4	+1,1	2,7	
17 J	4 44	12 15 39	19 47	05 41 22,2	+23 22 09	-09,0	+1,2	349,5	
18 V	4 44	12 15 52	19 48	05 45 31,8	+23 23 48	-08,6	+1,3	336,2	
19 S	4 44	12 16 05	19 48	05 49 41,5	+23 25 02	-08,1	+1,5	323,0	
20 D	4 44	12 16 18	19 48	05 53 51,1	+23 25 51	-07,7	+1,6	309,7	
21 L	4 45	12 16 31	19 48	05 58 00,7	+23 26 15	-07,3	+1,7	296,5	
22 M	4 45	12 16 44	19 49	06 02 10,3	+23 26 14	-06,8	+1,8	283,3	
23 M	4 45	12 16 57	19 49	06 06 19,8	+23 25 49	-06,4	+1,8	270,0	
24 J	4 45	12 17 10	19 49	06 10 29,2	+23 24 59	-05,9	+2,1	256,8	
25 V	4 46	12 17 23	19 49	06 14 38,5	+23 23 44	-05,5	+2,2	243,6	
26 S	4 46	12 17 35	19 49	06 18 47,8	+23 22 05	-05,0	+2,2	230,3	
27 D	4 46	12 17 48	19 49	06 22 56,8	+23 20 01	-04,5	+2,4	217,1	
28 L	4 47	12 18 00	19 49	06 27 05,7	+23 17 32	-04,0	+2,5	203,8	
29 M	4 47	12 18 12	19 49	06 31 14,5	+23 14 39	-03,7	+2,6	190,6	
30 M	4 48	12 18 24	19 49	06 35 23,0	+23 11 21	-03,2	+2,7	177,4	

Sol en Cáncer el día 21 a las 11^h 29^m de TU.

SOL Julio 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 J	4 48	12 18 36	19 49	06 39 31,3	+23 07 40	-02,7	+2,9	164,1	
2 V	4 49	12 18 47	19 49	06 43 39,4	+23 03 33	-02,2	+3,0	150,9	
3 S	4 49	12 18 58	19 49	06 47 47,2	+22 59 03	-01,8	+3,1	137,6	
4 D	4 50	12 19 09	19 48	06 51 54,7	+22 54 08	-01,3	+3,2	124,4	
5 L	4 50	12 19 20	19 48	06 56 02,0	+22 48 50	-00,9	+3,2	111,2	
6 M	4 51	12 19 30	19 48	07 00 08,9	+22 43 07	-00,5	+3,4	98,0	
7 M	4 52	12 19 40	19 48	07 04 15,5	+22 37 01	00,0	+3,5	84,7	
8 J	4 52	12 19 49	19 47	07 08 21,8	+22 30 31	00,4	+3,6	71,5	
9 V	4 53	12 19 58	19 47	07 12 27,7	+22 23 38	00,9	+3,7	58,2	
10 S	4 53	12 20 07	19 46	07 16 33,2	+22 16 22	01,3	+3,7	45,0	
11 D	4 54	12 20 15	19 46	07 20 38,2	+22 08 42	01,8	+3,9	31,8	
12 L	4 55	12 20 23	19 45	07 24 42,9	+22 00 40	02,2	+4,0	18,6	
13 M	4 56	12 20 30	19 45	07 28 47,0	+21 52 15	02,7	+4,0	5,3	
14 M	4 56	12 20 37	19 44	07 32 50,7	+21 43 28	03,1	+4,2	352,1	
15 J	4 57	12 20 44	19 44	07 36 53,9	+21 34 18	03,6	+4,3	338,8	
16 V	4 58	12 20 50	19 43	07 40 56,6	+21 24 47	04,0	+4,4	325,6	
17 S	4 59	12 20 55	19 43	07 44 58,7	+21 14 53	04,4	+4,5	312,3	
18 D	5 00	12 21 00	19 42	07 49 00,3	+21 04 38	04,9	+4,5	299,2	
19 L	5 00	12 21 04	19 41	07 53 01,4	+20 54 02	05,3	+4,7	285,8	
20 M	5 01	12 21 07	19 41	07 57 01,8	+20 43 05	05,8	+4,8	272,7	
21 M	5 02	12 21 11	19 40	08 01 01,7	+20 31 46	06,2	+4,9	259,5	
22 J	5 03	12 21 13	19 39	08 05 01,1	+20 20 08	06,5	+5,0	246,1	
23 V	5 04	12 21 15	19 38	08 08 59,8	+20 08 08	07,0	+5,0	233,0	
24 S	5 05	12 21 16	19 37	08 12 58,0	+19 55 49	07,5	+5,0	219,8	
25 D	5 05	12 21 17	19 37	08 16 55,5	+19 43 10	07,9	+5,2	206,5	
26 L	5 06	12 21 17	19 36	08 20 52,5	+19 30 11	08,3	+5,3	193,3	
27 M	5 07	12 21 16	19 35	08 24 48,9	+19 16 53	08,6	+5,4	180,1	
28 M	5 08	12 21 15	19 34	08 28 44,6	+19 03 16	09,1	+5,5	166,9	
29 J	5 09	12 21 14	19 33	08 32 39,8	+18 49 20	09,5	+5,5	153,6	
30 V	5 10	12 21 11	19 32	08 36 34,4	+18 35 05	10,0	+5,5	140,4	
31 S	5 11	12 21 09	19 31	08 40 28,4	+18 20 32	10,4	+5,7	127,2	

Sol en Leo el día 22 a las 22^h 21^m de TU.

SOL Agosto 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 D	5 12	12 21 05	19 30	08 44 21,7	+18 05 41	10,8	+5,8	113,9	
2 L	5 13	12 21 01	19 29	08 48 14,5	+17 50 32	11,1	+5,8	100,7	
3 M	5 14	12 20 56	19 27	08 52 06,7	+17 35 05	11,5	+5,9	87,5	
4 M	5 15	12 20 51	19 26	08 55 58,3	+17 19 21	11,9	+6,0	74,3	
5 J	5 16	12 20 45	19 25	08 59 49,4	+17 03 21	12,3	+6,0	61,0	
6 V	5 17	12 20 39	19 24	09 03 39,8	+16 47 03	12,6	+6,0	47,7	
7 S	5 18	12 20 32	19 23	09 07 29,7	+16 30 30	13,1	+6,2	34,6	
8 D	5 19	12 20 24	19 22	09 11 19,0	+16 13 40	13,5	+6,2	21,3	
9 L	5 20	12 20 16	19 20	09 15 07,7	+15 56 34	13,8	+6,3	8,1	
10 M	5 21	12 20 07	19 19	09 18 55,9	+15 39 13	14,1	+6,4	354,8	
11 M	5 21	12 19 58	19 18	09 22 43,4	+15 21 38	14,5	+6,4	341,7	
12 J	5 22	12 19 48	19 16	09 26 30,4	+15 03 47	14,9	+6,5	328,5	
13 V	5 23	12 19 38	19 15	09 30 16,8	+14 45 42	15,3	+6,5	315,3	
14 S	5 24	12 19 27	19 14	09 34 02,7	+14 27 23	15,6	+6,5	302,1	
15 D	5 25	12 19 15	19 12	09 37 47,9	+14 08 51	15,9	+6,5	288,8	
16 L	5 26	12 19 03	19 11	09 41 32,7	+13 50 05	16,3	+6,7	275,6	
17 M	5 27	12 18 51	19 10	09 45 16,9	+13 31 06	16,6	+6,7	262,3	
18 M	5 28	12 18 37	19 08	09 49 00,5	+13 11 54	16,8	+6,8	249,1	
19 J	5 29	12 18 24	19 07	09 52 43,7	+12 52 30	17,3	+6,8	236,0	
20 V	5 30	12 18 10	19 05	09 56 26,3	+12 32 53	17,6	+6,9	222,8	
21 S	5 31	12 17 55	19 04	10 00 08,4	+12 13 05	17,8	+6,9	209,5	
22 D	5 32	12 17 40	19 02	10 03 50,1	+11 53 06	18,2	+6,9	196,3	
23 L	5 33	12 17 24	19 01	10 07 31,3	+11 32 55	18,5	+7,0	183,1	
24 M	5 34	12 17 08	18 59	10 11 12,0	+11 12 33	18,8	+7,0	169,9	
25 M	5 35	12 16 52	18 58	10 14 52,3	+10 52 00	19,1	+7,0	156,6	
26 J	5 36	12 16 35	18 56	10 18 32,2	+10 31 18	19,3	+7,0	143,5	
27 V	5 37	12 16 18	18 55	10 22 11,7	+10 10 25	19,7	+7,0	130,3	
28 S	5 38	12 16 00	18 53	10 25 50,9	+09 49 22	20,0	+7,0	117,0	
29 D	5 39	12 15 42	18 52	10 29 29,6	+09 28 10	20,2	+7,0	103,8	
30 L	5 40	12 15 24	18 50	10 33 08,1	+09 06 49	20,5	+7,2	90,5	
31 M	5 41	12 15 05	18 49	10 36 46,2	+08 45 19	20,8	+7,2	77,4	

Sol en Virgo el día 23 a las 5^h 27^m de TU.

SOL Setiembre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 M	5 42	12 14 46	18 47	10 40 24,0	+08 23 41	21,0	+7,2	64,2	
2 J	5 43	12 14 27	18 45	10 44 01,5	+08 01 54	21,3	+7,2	51,0	
3 V	5 44	12 14 08	18 44	10 47 38,7	+07 39 59	21,5	+7,2	37,7	
4 S	5 45	12 13 48	18 42	10 51 15,7	+07 17 57	21,8	+7,2	24,6	
5 D	5 46	12 13 28	18 41	10 54 52,5	+06 55 48	22,0	+7,2	11,4	
6 L	5 47	12 13 08	18 39	10 58 29,0	+06 33 32	22,2	+7,2	358,2	
7 M	5 48	12 12 48	18 37	11 02 05,4	+06 11 09	22,3	+7,3	344,8	
8 M	5 49	12 12 27	18 36	11 05 41,5	+05 48 40	22,7	+7,3	331,7	
9 J	5 50	12 12 06	18 34	11 09 17,5	+05 26 06	22,8	+7,3	318,5	
10 V	5 50	12 11 46	18 32	11 12 53,3	+05 03 26	23,1	+7,3	305,3	
11 S	5 51	12 11 25	18 31	11 16 28,9	+04 40 40	23,3	+7,2	292,1	
12 D	5 52	12 11 04	18 29	11 20 04,4	+04 17 51	23,5	+7,2	278,8	
13 L	5 53	12 10 42	18 27	11 23 39,9	+03 54 56	23,7	+7,2	265,7	
14 M	5 54	12 10 21	18 26	11 27 15,2	+03 31 58	23,8	+7,2	252,5	
15 M	5 55	12 10 00	18 24	11 30 50,4	+03 08 56	24,0	+7,2	239,3	
16 J	5 56	12 09 38	18 22	11 34 25,6	+02 45 50	24,2	+7,2	226,1	
17 V	5 57	12 09 17	18 21	11 38 00,7	+02 22 42	24,3	+7,2	212,9	
18 S	5 58	12 08 55	18 19	11 41 35,8	+01 59 31	24,5	+7,2	199,6	
19 D	5 59	12 08 34	18 17	11 45 10,9	+01 36 17	24,7	+7,0	186,5	
20 L	6 00	12 08 13	18 16	11 48 46,0	+01 13 01	24,8	+7,0	173,3	
21 M	6 01	12 07 51	18 14	11 52 21,2	+00 49 44	24,8	+7,0	160,1	
22 M	6 02	12 07 30	18 12	11 55 56,4	+00 26 25	25,1	+7,0	146,9	
23 J	6 03	12 07 09	18 11	11 59 31,8	+00 03 05	25,2	+7,0	133,6	
24 V	6 04	12 06 48	18 09	12 03 07,2	-00 20 16	25,3	+7,0	120,5	
25 S	6 05	12 06 27	18 07	12 06 42,8	-00 43 38	25,3	+7,0	107,3	
26 D	6 06	12 06 06	18 06	12 10 18,5	-01 06 60	25,5	+6,9	94,0	
27 L	6 07	12 05 46	18 04	12 13 54,5	-01 30 21	25,6	+6,9	80,9	
28 M	6 08	12 05 25	18 02	12 17 30,6	-01 53 42	25,7	+6,9	67,7	
29 M	6 09	12 05 05	18 01	12 21 07,0	-02 17 03	25,8	+6,8	54,5	
30 J	6 10	12 04 46	17 59	12 24 43,6	-02 40 22	25,8	+6,8	41,2	

Sol en Libra el día 23 a las 3^h 9^m de TU.

SOL Octubre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto h m	Culmin. h m s	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinac. ° ' "	P °	B °	L °	
1 V	6 11	12 04 26	17 57	12 28 20,6	-03 03 40	26,0	+6,7	28,1	
2 S	6 12	12 04 07	17 56	12 31 57,8	-03 26 56	26,0	+6,7	14,9	
3 D	6 13	12 03 48	17 54	12 35 35,3	-03 50 09	26,1	+6,5	1,7	
4 L	6 14	12 03 30	17 52	12 39 13,2	-04 13 21	26,1	+6,5	348,5	
5 M	6 15	12 03 11	17 51	12 42 51,4	-04 36 29	26,2	+6,5	335,3	
6 M	6 16	12 02 54	17 49	12 46 30,0	-04 59 34	26,2	+6,5	322,2	
7 J	6 17	12 02 36	17 48	12 50 09,0	-05 22 35	26,2	+6,4	309,0	
8 V	6 18	12 02 19	17 46	12 53 48,4	-05 45 32	26,3	+6,4	295,8	
9 S	6 19	12 02 03	17 44	12 57 28,2	-06 08 25	26,3	+6,3	282,6	
10 D	6 20	12 01 47	17 43	13 01 08,5	-06 31 12	26,3	+6,2	269,3	
11 L	6 21	12 01 31	17 41	13 04 49,2	-06 53 55	26,3	+6,2	256,2	
12 M	6 22	12 01 16	17 40	13 08 30,4	-07 16 32	26,3	+6,0	243,0	
13 M	6 23	12 01 01	17 38	13 12 12,0	-07 39 02	26,3	+6,0	229,8	
14 J	6 24	12 00 47	17 37	13 15 54,2	-08 01 27	26,2	+6,0	216,6	
15 V	6 25	12 00 34	17 35	13 19 36,9	-08 23 44	26,2	+5,9	203,4	
16 S	6 26	12 00 21	17 34	13 23 20,1	-08 45 55	26,2	+5,8	190,1	
17 D	6 28	12 00 08	17 32	13 27 03,9	-09 07 57	26,1	+5,7	177,0	
18 L	6 29	11 59 56	17 31	13 30 48,2	-09 29 52	26,1	+5,7	163,9	
19 M	6 30	11 59 45	17 29	13 34 33,1	-09 51 39	26,0	+5,5	150,6	
20 M	6 31	11 59 34	17 28	13 38 18,6	-10 13 17	25,8	+5,5	137,5	
21 J	6 32	11 59 24	17 26	13 42 04,8	-10 34 46	25,8	+5,4	124,3	
22 V	6 33	11 59 15	17 25	13 45 51,6	-10 56 05	25,8	+5,3	111,0	
23 S	6 34	11 59 06	17 24	13 49 39,1	-11 17 15	25,7	+5,3	97,9	
24 D	6 35	11 58 58	17 22	13 53 27,2	-11 38 14	25,6	+5,2	84,7	
25 L	6 36	11 58 51	17 21	13 57 16,1	-11 59 04	25,5	+5,0	71,5	
26 M	6 37	11 58 44	17 19	14 01 05,6	-12 19 42	25,3	+5,0	58,2	
27 M	6 39	11 58 38	17 18	14 04 56,0	-12 40 09	25,3	+4,9	45,2	
28 J	6 40	11 58 33	17 17	14 08 47,0	-13 00 24	25,1	+4,8	32,0	
29 V	6 41	11 58 29	17 16	14 12 38,9	-13 20 27	25,0	+4,7	18,8	
30 S	6 42	11 58 25	17 14	14 16 31,5	-13 40 18	24,8	+4,5	5,5	
31 D	6 43	11 58 22	17 13	14 20 24,9	-13 59 56	24,7	+4,5	352,3	

Sol en Escorpio el día 23 a las 12^h 36^m de TU.

SOL Noviembre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto h m	Culmin. h m s	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinac. ° ' "	P °	B °	L °	
1 L	6 44	11 58 20	17 12	14 24 19,1	-14 19 20	24,5	+4,4	339,2	
2 M	6 45	11 58 19	17 11	14 28 14,1	-14 38 31	24,3	+4,3	326,0	
3 M	6 47	11 58 19	17 10	14 32 10,0	-14 57 27	24,2	+4,2	312,8	
4 J	6 48	11 58 20	17 08	14 36 06,6	-15 16 09	24,0	+4,0	299,7	
5 V	6 49	11 58 21	17 07	14 40 04,1	-15 34 36	23,8	+4,0	286,5	
6 S	6 50	11 58 23	17 06	14 44 02,5	-15 52 48	23,6	+3,9	273,3	
7 D	6 51	11 58 26	17 05	14 48 01,7	-16 10 44	23,3	+3,7	260,1	
8 L	6 52	11 58 30	17 04	14 52 01,7	-16 28 23	23,2	+3,7	246,9	
9 M	6 54	11 58 35	17 03	14 56 02,6	-16 45 46	22,8	+3,6	233,6	
10 M	6 55	11 58 40	17 02	15 00 04,2	-17 02 52	22,7	+3,4	220,6	
11 J	6 56	11 58 47	17 01	15 04 06,8	-17 19 40	22,5	+3,2	207,4	
12 V	6 57	11 58 54	17 00	15 08 10,1	-17 36 11	22,2	+3,2	194,1	
13 S	6 58	11 59 02	16 59	15 12 14,3	-17 52 23	22,0	+3,1	181,0	
14 D	6 59	11 59 11	16 59	15 16 19,3	-18 08 16	21,7	+3,0	167,8	
15 L	7 01	11 59 20	16 58	15 20 25,1	-18 23 51	21,3	+2,9	154,6	
16 M	7 02	11 59 31	16 57	15 24 31,8	-18 39 06	21,2	+2,7	141,5	
17 M	7 03	11 59 42	16 56	15 28 39,3	-18 54 01	20,8	+2,6	128,3	
18 J	7 04	11 59 55	16 55	15 32 47,6	-19 08 36	20,6	+2,5	115,0	
19 V	7 05	12 00 07	16 55	15 36 56,7	-19 22 50	20,3	+2,4	101,9	
20 S	7 06	12 00 21	16 54	15 41 06,7	-19 36 43	20,0	+2,2	88,7	
21 D	7 07	12 00 36	16 53	15 45 17,4	-19 50 15	19,7	+2,2	75,5	
22 L	7 09	12 00 51	16 53	15 49 29,0	-20 03 26	19,3	+2,0	62,4	
23 M	7 10	12 01 07	16 52	15 53 41,3	-20 16 15	19,0	+1,8	49,2	
24 M	7 11	12 01 24	16 52	15 57 54,5	-20 28 41	18,7	+1,8	36,0	
25 J	7 12	12 01 42	16 51	16 02 08,4	-20 40 45	18,3	+1,7	22,8	
26 V	7 13	12 02 01	16 51	16 06 23,1	-20 52 25	18,0	+1,5	9,6	
27 S	7 14	12 02 20	16 50	16 10 38,6	-21 03 42	17,6	+1,3	356,5	
28 D	7 15	12 02 40	16 50	16 14 54,8	-21 14 36	17,3	+1,3	343,3	
29 L	7 16	12 03 01	16 50	16 19 11,7	-21 25 06	16,8	+1,2	330,1	
30 M	7 17	12 03 22	16 49	16 23 29,4	-21 35 11	16,5	+1,0	316,8	

Sol en Sagitario el día 22 a las 10^h 15^m de TU.

SOL Diciembre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culmin. <i>h m s</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinac. <i>° ' "</i>	P <i>°</i>	B <i>°</i>	L <i>°</i>	
1 M	7 18	12 03 44	16 49	16 27 47,7	-21 44 52	16,2	+0,9	303,7	
2 J	7 19	12 04 07	16 49	16 32 06,8	-21 54 07	15,8	+0,8	290,6	
3 V	7 20	12 04 31	16 49	16 36 26,4	-22 02 58	15,4	+0,6	277,3	
4 S	7 21	12 04 55	16 48	16 40 46,7	-22 11 23	15,0	+0,5	264,2	
5 D	7 22	12 05 19	16 48	16 45 07,6	-22 19 22	14,6	+0,4	251,0	
6 L	7 23	12 05 45	16 48	16 49 29,1	-22 26 55	14,1	+0,3	237,8	
7 M	7 24	12 06 10	16 48	16 53 51,1	-22 34 02	13,8	+0,2	224,6	
8 M	7 25	12 06 36	16 48	16 58 13,6	-22 40 43	13,3	+0,0	211,5	
9 J	7 26	12 07 03	16 48	17 02 36,6	-22 46 56	12,9	-0,1	198,3	
10 V	7 27	12 07 30	16 48	17 07 00,0	-22 52 43	12,5	-0,2	185,1	
11 S	7 28	12 07 58	16 48	17 11 23,9	-22 58 03	12,0	-0,4	172,0	
12 D	7 28	12 08 26	16 48	17 15 48,1	-23 02 56	11,6	-0,5	158,8	
13 L	7 29	12 08 54	16 49	17 20 12,6	-23 07 21	11,1	-0,6	145,6	
14 M	7 30	12 09 22	16 49	17 24 37,5	-23 11 19	10,6	-0,8	132,4	
15 M	7 31	12 09 51	16 49	17 29 02,6	-23 14 49	10,3	-0,9	119,3	
16 J	7 31	12 10 20	16 49	17 33 28,0	-23 17 51	09,8	-1,0	106,0	
17 V	7 32	12 10 49	16 50	17 37 53,6	-23 20 25	09,4	-1,1	92,9	
18 S	7 33	12 11 18	16 50	17 42 19,4	-23 22 32	08,9	-1,3	79,7	
19 D	7 33	12 11 48	16 50	17 46 45,4	-23 24 10	08,4	-1,3	66,5	
20 L	7 34	12 12 17	16 51	17 51 11,5	-23 25 20	08,0	-1,5	53,4	
21 M	7 34	12 12 47	16 51	17 55 37,7	-23 26 02	07,5	-1,6	40,2	
22 M	7 35	12 13 17	16 52	18 00 04,0	-23 26 16	07,0	-1,8	27,0	
23 J	7 35	12 13 47	16 52	18 04 30,3	-23 26 01	06,5	-1,8	13,9	
24 V	7 36	12 14 16	16 53	18 08 56,6	-23 25 19	06,0	-2,0	0,6	
25 S	7 36	12 14 46	16 54	18 13 22,9	-23 24 08	05,5	-2,1	347,5	
26 D	7 36	12 15 16	16 54	18 17 49,1	-23 22 29	05,0	-2,2	334,3	
27 L	7 37	12 15 45	16 55	18 22 15,3	-23 20 22	04,5	-2,4	321,2	
28 M	7 37	12 16 15	16 56	18 26 41,3	-23 17 46	04,2	-2,5	308,0	
29 M	7 37	12 16 44	16 56	18 31 07,2	-23 14 43	03,7	-2,6	294,8	
30 J	7 37	12 17 13	16 57	18 35 32,9	-23 11 11	03,2	-2,7	281,7	
31 V	7 38	12 17 42	16 58	18 39 58,4	-23 07 11	02,7	-2,9	268,5	

Sol en Capricornio el día 21 a las 23^h 39^m de TU.

Fórmulas para cálculos aproximados

Algunos de los parámetros que figuran en la tabla adjunta y en otras de este apartado pueden ser calculados de manera aproximada mediante sencillas fórmulas. Varias de ellas se basan en el cálculo previo de la distancia de la Tierra al Sol:

$$R \simeq 1,000 - 0,017 \cos(0,986d - 4^\circ)$$

donde d es el día del año. En función de la distancia R se pueden calcular el semidiámetro, el movimiento diario, la paralaje horizontal ecuatorial, y el tiempo que tarda la luz en recorrer la distancia entre el Sol y la Tierra:

$$\text{semidiámetro } s = \frac{0,269}{R} = \frac{960''}{R}$$

$$\text{movim. diario } \simeq \frac{59,1}{R^2}$$

$$\text{paralaje } p = \frac{8,794}{R}$$

$$\text{tiempo luz } \tau = 499^s R \simeq 499^s - 8^s \cos(0,986d)$$

El tiempo de paso del semidiámetro del Sol por el meridiano requiere una fórmula más complicada:

$$\text{paso del semidiámetro } \simeq \frac{66,6}{R} [1 + 0,043 \cos(2d + 14^\circ)]$$

La velocidad de traslación de la Tierra alrededor del Sol se obtiene con:

$$\text{velocidad } \simeq \frac{29,786}{R} \text{ km s}^{-1}$$

La longitud y latitud eclípticas del Sol viene dadas por:

$$\lambda_{\odot} \simeq \odot \simeq 280^\circ + 0,9857 d + 1,9 \text{ sen}(0,986 d - 4^\circ)$$

$$\beta_{\odot} \simeq 0^\circ$$

Las coordenadas rectangulares ecuatoriales del Sol viene dadas por:

$$x = R \cos \odot$$

$$y = 0,917 R \text{ sen } \odot$$

$$z = 0,398 R \text{ sen } \odot$$

A partir de ellas se pueden calcular las coordenadas ecuatoriales, ascensión recta α_{\odot} y declinación δ_{\odot} :

$$\tan \alpha_{\odot} = y/x \quad (\alpha_{\odot} \text{ en el mismo cuadrante que } \odot)$$

$$\text{sen } \delta_{\odot} = z/R$$

		SOL		2010		
Fecha		distancia R (UA)	semidiá- metro, s	movimiento diario ("/día)	paralaje horizontal	paso semidiám. por meridiano
Ene	1	0,98330	16'18"	61	8"94	70 ^s 6
Ene	11	0,98347	16'17"	61	8"94	70 ^s 0
Ene	21	0,98408	16'17"	61	8"94	69 ^s 1
Ene	31	0,98515	16'16"	61	8"93	68 ^s 0
Feb	10	0,98676	16'14"	61	8"91	66 ^s 9
Feb	20	0,98870	16'12"	61	8"89	65 ^s 8
Mar	2	0,99095	16'10"	60	8"87	65 ^s 0
Mar	12	0,99356	16'07"	60	8"85	64 ^s 4
Mar	22	0,99629	16'05"	60	8"83	64 ^s 1
Abr	1	0,99911	16'02"	59	8"80	64 ^s 1
Abr	11	1,00202	15'59"	59	8"78	64 ^s 4
Abr	21	1,00480	15'57"	59	8"75	65 ^s 0
May	1	1,00742	15'54"	58	8"73	65 ^s 7
May	11	1,00991	15'52"	58	8"71	66 ^s 4
May	21	1,01202	15'50"	58	8"69	67 ^s 2
May	31	1,01378	15'48"	58	8"67	67 ^s 9
Jun	10	1,01522	15'47"	57	8"66	68 ^s 4
Jun	20	1,01614	15'46"	57	8"65	68 ^s 5
Jun	30	1,01660	15'45"	57	8"65	68 ^s 4
Jul	10	1,01667	15'45"	57	8"65	67 ^s 9
Jul	20	1,01617	15'46"	57	8"65	67 ^s 2
Jul	30	1,01523	15'47"	57	8"66	66 ^s 4
Ago	9	1,01391	15'48"	58	8"67	65 ^s 6
Ago	19	1,01210	15'50"	58	8"69	64 ^s 8
Ago	29	1,00998	15'52"	58	8"71	64 ^s 2
Set	8	1,00762	15'54"	58	8"73	63 ^s 8
Set	18	1,00493	15'56"	59	8"75	63 ^s 6
Set	28	1,00214	15'59"	59	8"78	63 ^s 8
Oct	8	0,99933	16'02"	59	8"80	64 ^s 3
Oct	18	0,99644	16'05"	60	8"83	65 ^s 0
Oct	28	0,99369	16'07"	60	8"85	66 ^s 0
Nov	7	0,99117	16'10"	60	8"87	67 ^s 1
Nov	17	0,98881	16'12"	60	8"89	68 ^s 3
Nov	27	0,98684	16'14"	61	8"91	69 ^s 4
Dic	7	0,98530	16'16"	61	8"93	70 ^s 2
Dic	17	0,98411	16'17"	61	8"94	70 ^s 7
Dic	27	0,98346	16'17"	61	8"94	70 ^s 8

Estos valores se refieren a las 0^h de Tiempo Universal.
 1 UA (Unidad Astronómica) = 149 597 870 km

Ortos y ocasos del Sol

En las tablas de efemérides solares constan los instantes de salida y puesta del Sol (orto y ocaso) para Madrid día a día, expresados en la escala de Tiempo Universal (TU). Para conocer el instante de salida o de puesta del Sol en otro lugar de España es necesario aplicar dos correcciones, una debida a la diferente latitud y otra debida a la diferente longitud. Para conocer el tiempo oficial (TO), habrá que añadir una tercera corrección, que depende de la época del año: $+1^h$ ó $+2^h$ en la Península y Baleares, 0^h ó $+1^h$ en Canarias.

La corrección en longitud siempre tiene el mismo signo, se trate de orto o de ocaso: en los lugares situados al Este de Madrid el Sol sale y se pone antes que en Madrid; al Oeste de Madrid, orto y ocaso tienen lugar más tarde. Esta corrección viene dada simplemente por la diferencia de longitudes; se encuentra en la tabla siguiente, expresada en minutos de tiempo.

La corrección en latitud depende de la diferencia de latitudes y de la declinación del Sol, o sea de la época del año. Puede encontrarse, para varios paralelos, en la página 148. El paralelo 28° corresponde a las Canarias. El signo que figura en la tabla corresponde al orto; para el ocaso la corrección debe tener signo contrario.

Cálculo de orto y ocaso del Sol en una capital de provincia

Se puede calcular los instantes de salida y puesta del Sol para un día dado en una capital de provincia partiendo de los instantes de orto y ocaso en Madrid para tal fecha. Para ello basta realizar dos correcciones, cuyos valores viene dados en estas dos tablas. La corrección por longitud sólo depende del lugar y se aplica según el signo que aparece en la tabla correspondiente. La corrección en latitud depende de la fecha y se aplica de manera distinta según se trate del orto o del ocaso. Los cálculos a realizar son:

orto = orto en Madrid + corrección por longitud + corrección por latitud
 ocaso = ocaso en Madrid + corrección por longitud – corrección por latitud

Ejemplo: cálculo de orto y ocaso del Sol el día 28 de enero en Bilbao. En las dos tablas siguientes se encuentra que las correcciones a aplicar son de -3^m en longitud y de $+6^m$ en latitud (para la latitud de $43^\circ 0'$).

$$\begin{aligned} \text{orto} &= 7^h 28^m + (-3^m) + (+6^m) = 7^h 31^m \text{ TU} \\ \text{ocaso} &= 17^h 28^m + (-3^m) - (+6^m) = 17^h 19^m \text{ TU} \end{aligned}$$

A continuación debe aplicarse la corrección al horario oficial, de $+1^h$ en este caso.

Cálculo de orto y ocaso del Sol en un lugar cualquiera de España

Para un lugar de longitud λ_E :

orto = orto en Madrid $- 15^m - \lambda_E +$ corrección por latitud

ocaso = ocaso en Madrid $- 15^m - \lambda_E -$ corrección por latitud

Ejemplo: orto y ocaso del Sol el día 1 de abril en un lugar de las Canarias de latitud $\phi = 28^\circ 06'$ y longitud $\lambda_E = -1^h 1^m 39^s$, en horario de verano:

orto = $5^h 59^m - 15^m - (-1^h 2^m) + 6^m = 6^h 52^m$ TU = $7^h 52^m$ TO

ocaso = $18^h 39^m - 15^m - (-1^h 2^m) - 6^m = 19^h 20^m$ TU = $20^h 20^m$ TO

Corrección por longitud a las horas de orto y ocaso del Sol para las capitales de provincia, en minutos

Ciudad	Correc.	Lat.	Ciudad	Correc.	Lat.
Albacete	-7 ^m	39°	Alicante / Alacant	-13 ^m	38°4
Almería	-5 ^m	37°	Avila	+4 ^m	40°5
Badajoz	+13 ^m	39°	Barcelona	-23 ^m	41°5
Bilbao	-3 ^m	43°	Burgos	0 ^m	42°5
Cáceres	+11 ^m	39°5	Cádiz	+10 ^m	36°5
Castellón de la Plana	-15 ^m	40°	Ceuta	+6 ^m	36°
Ciudad Real	+1 ^m	39°	Córdoba	+4 ^m	38°
Coruña, A (La Coruña)	+19 ^m	43°5	Cuenca	-6 ^m	40°
Donostia-San Sebastián	-7 ^m	43°5	Girona (Gerona)	-26 ^m	42°
Granada	0 ^m	37°	Guadalajara	-2 ^m	40°5
Huelva	+13 ^m	37°	Huesca	-13 ^m	42°
Jaén	0 ^m	38°	León	+8 ^m	42°5
Logroño	-5 ^m	42°5	Lugo	+15 ^m	43°
Lleida (Lérida)	-17 ^m	41°5	Madrid	0 ^m	40°5
Málaga	+3 ^m	36°5	Melilla	-3 ^m	35°5
Murcia	-10 ^m	38°	Ourense (Orense)	+17 ^m	42°5
Oviedo	+9 ^m	43°5	Palencia	+3 ^m	42°
Palma de Mallorca	-25 ^m	39°5	Palmas de G. C., Las	+47 ^m	28°
Pamplona / Iruña	-8 ^m	43°	Pontevedra	+20 ^m	42°5
Salamanca	+8 ^m	41°	Santa Cruz de Tenerife	+50 ^m	28°5
Santander	0 ^m	43°5	Segovia	+2 ^m	41°
Sevilla	+9 ^m	37°5	Soria	-5 ^m	42°
Tarragona	-20 ^m	41°	Teruel	-10 ^m	40°5
Toledo	+1 ^m	40°	Valencia	-13 ^m	39°5
Valladolid	+4 ^m	41°5	Vitoria-Gasteiz	-4 ^m	43°
Zamora	+8 ^m	41°5	Zaragoza	-11 ^m	41°5

**Corrección, en minutos, a las horas de orto
y ocaso del Sol en diversos paralelos**

Fecha	Latitud										Fecha
	28°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	
Dic 21	-33	-13	-10	-7	-5	-2	2	5	8	12	Dic 22
Dic 26	-32	-13	-10	-7	-4	-1	2	5	8	12	Dic 17
Dic 31	-32	-13	-10	-7	-4	-1	2	5	8	12	Dic 12
Ene 5	-31	-12	-10	-7	-4	-1	2	5	8	11	Dic 7
Ene 10	-30	-12	-9	-7	-4	-1	2	5	8	11	Dic 2
Ene 15	-29	-11	-9	-6	-4	-1	2	4	7	10	Nov 27
Ene 20	-27	-11	-8	-6	-4	-1	2	4	7	10	Nov 22
Ene 25	-25	-10	-8	-6	-3	-1	1	4	6	9	Nov 17
Ene 30	-23	-9	-7	-5	-3	-1	1	4	6	8	Nov 12
Feb 4	-21	-8	-6	-5	-3	-1	1	3	5	8	Nov 7
Feb 9	-19	-7	-6	-4	-2	-1	1	3	5	7	Nov 2
Feb 14	-16	-6	-5	-4	-2	-1	1	3	4	6	Oct 28
Feb 19	-14	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	4	5	Oct 23
Feb 24	-12	-5	-4	-3	-2	0	1	2	3	4	Oct 18
Mar 1	-9	-4	-3	-2	-1	0	1	1	2	3	Oct 13
Mar 6	-7	-3	-2	-1	-1	0	0	1	2	2	Oct 8
Mar 11	-4	-2	-1	-1	-1	0	0	1	1	1	Oct 3
Mar 16	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	Set 28
Mar 21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Set 23
Mar 26	3	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-1	Set 18
Mar 31	6	2	2	1	1	0	0	-1	-2	-2	Set 12
Abr 5	8	3	3	2	1	0	0	-1	-2	-3	Set 7
Abr 10	11	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	Set 2
Abr 15	13	5	4	3	2	1	-1	-2	-3	-5	Ago 28
Abr 20	16	6	5	3	2	1	-1	-2	-4	-6	Ago 23
Abr 25	18	7	6	4	2	1	-1	-3	-5	-7	Ago 18
Abr 30	20	8	6	4	3	1	-1	-3	-5	-7	Ago 13
May 5	22	9	7	5	3	1	-1	-4	-6	-8	Ago 8
May 10	25	10	8	5	3	1	-1	-4	-6	-9	Ago 3
May 15	26	10	8	6	3	1	-2	-4	-7	-10	Jul 29
May 20	28	11	9	6	4	1	-2	-4	-7	-10	Jul 24
May 25	30	12	9	7	4	1	-2	-5	-8	-11	Jul 19
May 30	31	12	10	7	4	1	-2	-5	-8	-12	Jul 14
Jun 4	32	13	10	7	4	1	-2	-5	-9	-12	Jul 9
Jun 9	33	13	10	7	4	1	-2	-5	-9	-12	Jul 4
Jun 14	34	13	11	8	5	1	-2	-5	-9	-13	Jun 29
Jun 19	34	14	11	8	5	1	-2	-5	-9	-13	Jun 19

orto = orto en Madrid - 15^m - λ_E + corrección por latitud

ocaso = ocaso en Madrid - 15^m - λ_E - corrección por latitud

Los instantes de orto y ocaso del Sol para un lugar dado pueden ser calculados de manera aproximada:

- (1) se calculan la longitud del Sol, \odot , y el instante de culminación para el lugar.
- (2) se calcula el tiempo auxiliar:

$$H = 6^h 4^m + 77^m \text{ sen } \odot, \quad \text{en la Península y Baleares}$$

$$H = 6^h 3^m + 49^m \text{ sen } \odot, \quad \text{en Canarias;}$$

- (3) para determinar el orto, se resta el valor H al instante de la culminación.
- (4) para determinar el ocaso, se suman ambos valores.

La presencia de montañas o colinas en el horizonte tiene como efecto el retrasar el instante del orto o adelantar el del ocaso. Si el Sol sale en un lugar del horizonte en que el relieve alcanza una altura h (en metros) por encima del lugar de observación y se encuentra a una distancia D (en km), el retraso en el orto viene dado aproximadamente por: $19^s h(m)/D(\text{km})$. El adelanto en el ocaso se calcula análogamente. En Canarias, usar 16^s como factor multiplicativo.

El lugar en el horizonte en que sale o se pone el Sol se indica con el *acimut*, ángulo que se mide desde el Sur (acimut=0°) y es positivo hacia el Oeste. Utilizando desarrollos antes explicados, el acimut, a , del ocaso viene dado por:

$$a \simeq \arccos(-0,012 - 0,523 \text{ sen } \odot), \quad \text{en la Península y Baleares}$$

$$a \simeq \arccos(-0,008 - 0,452 \text{ sen } \odot), \quad \text{en Canarias.}$$

El acimut del orto se calcula de igual manera pero se toma con signo negativo.

Orientación del orto y del ocaso

El lugar del horizonte por el que tiene lugar la salida o puesta del Sol varía a lo largo del año, produciéndose en los puntos cardinales Este y Oeste sólo en los equinoccios (días en que se inician la primavera y el otoño). La desviación, en grados, respecto de las direcciones Este y Oeste puede encontrarse en la tabla correspondiente. El signo positivo indica que el orto y el ocaso tienen lugar más hacia el Norte y el signo negativo, más hacia el Sur de la línea Este–Oeste.

Ejemplo: En el día 21 de diciembre, en un lugar de latitud 40°, el Sol sale unos 30° al sur de la dirección Este y se pone unos 30° al sur de la dirección Oeste.

**Lugares del horizonte por donde sale y se
oculta el Sol, referidos al Este y al Oeste**

Fecha		Latitud					Fecha	
		28°	32°	36°	40°	44°		
Dic	21	-26	-27	-29	-30	-33	Dic	22
Dic	26	-26	-27	-29	-30	-32	Dic	17
Dic	31	-26	-27	-28	-30	-32	Dic	12
Ene	5	-25	-26	-28	-29	-31	Dic	7
Ene	10	-25	-26	-27	-28	-30	Dic	2
Ene	15	-24	-25	-26	-27	-29	Nov	27
Ene	20	-22	-23	-25	-26	-28	Nov	22
Ene	25	-21	-22	-23	-24	-26	Nov	17
Ene	30	-20	-20	-21	-23	-24	Nov	12
Feb	4	-18	-19	-20	-21	-22	Nov	7
Feb	9	-16	-17	-18	-19	-20	Nov	2
Feb	14	-14	-15	-16	-16	-17	Oct	28
Feb	19	-12	-13	-13	-14	-15	Oct	23
Feb	24	-10	-11	-11	-12	-12	Oct	18
Mar	1	-8	-8	-9	-9	-10	Oct	13
Mar	6	-6	-6	-6	-7	-7	Oct	8
Mar	11	-4	-4	-4	-4	-4	Oct	3
Mar	16	-2	-2	-2	-2	-2	Set	28
Mar	21	1	1	1	1	1	Set	23
Mar	26	3	3	3	4	4	Set	18
Mar	31	5	5	6	6	7	Set	12
Abr	5	7	8	8	9	9	Set	7
Abr	10	9	10	10	11	12	Set	2
Abr	15	11	12	13	13	14	Ago	28
Abr	20	13	14	15	16	17	Ago	23
Abr	25	15	16	17	18	19	Ago	18
Abr	30	17	18	19	20	22	Ago	13
May	5	19	20	21	22	24	Ago	8
May	10	21	21	23	24	26	Ago	3
May	15	22	23	24	26	28	Jul	29
May	20	23	24	26	27	29	Jul	24
May	25	24	25	27	29	31	Jul	19
May	30	25	27	28	30	32	Jul	14
Jun	4	26	27	29	31	33	Jul	9
Jun	9	27	28	29	31	34	Jul	4
Jun	14	27	28	30	32	34	Jun	29
Jun	19	27	29	30	32	35	Jun	19

Para el día d del año, en un lugar de latitud ϕ se tiene, aproximadamente:

$$\text{desviación} = 1^\circ - 24^\circ \cos(0,986d + 10^\circ) / \cos\phi$$

Paso del Sol por el primer vertical en el meridiano de Madrid

Fecha		Latitud									
		36°		38°		40°		42°		44°	
		Este	Oeste								
		<i>h m</i>									
Mar	25	6 31	18 10	6 30	18 11	6 30	18 11	6 29	18 12	6 28	18 12
Mar	30	6 40	17 57	6 39	17 59	6 37	18 00	6 36	18 02	6 35	18 03
Abr	4	6 49	17 45	6 47	17 48	6 45	17 50	6 43	17 52	6 42	17 53
Abr	9	6 59	17 33	6 56	17 36	6 53	17 39	6 50	17 42	6 48	17 44
Abr	14	7 08	17 21	7 04	17 25	7 01	17 29	6 58	17 32	6 55	17 35
Abr	19	7 17	17 10	7 12	17 15	7 08	17 19	7 05	17 22	7 01	17 26
Abr	24	7 26	16 59	7 21	17 04	7 16	17 09	7 12	17 13	7 08	17 18
Abr	29	7 35	16 48	7 29	16 54	7 24	17 00	7 19	17 05	7 14	17 10
May	4	7 44	16 38	7 37	16 45	7 31	16 51	7 26	16 57	7 20	17 02
May	9	7 53	16 29	7 46	16 36	7 39	16 43	7 32	16 49	7 27	16 55
May	14	8 02	16 20	7 53	16 28	7 46	16 36	7 39	16 43	7 33	16 49
May	19	8 10	16 12	8 01	16 21	7 53	16 29	7 45	16 37	7 39	16 43
May	24	8 17	16 05	8 08	16 15	7 59	16 24	7 51	16 32	7 44	16 39
May	29	8 24	16 00	8 14	16 10	8 05	16 19	7 57	16 27	7 49	16 35
Jun	3	8 30	15 55	8 20	16 06	8 10	16 16	8 01	16 24	7 53	16 32
Jun	8	8 36	15 52	8 24	16 03	8 14	16 13	8 05	16 22	7 57	16 30
Jun	13	8 39	15 50	8 28	16 02	8 18	16 12	8 09	16 21	8 00	16 29
Jun	18	8 42	15 50	8 30	16 01	8 20	16 12	8 11	16 21	8 02	16 29
Jun	23	8 43	15 51	8 32	16 02	8 21	16 13	8 12	16 22	8 04	16 30
Jun	28	8 43	15 53	8 32	16 05	8 21	16 15	8 12	16 24	8 04	16 32
Jul	3	8 42	15 57	8 30	16 08	8 20	16 18	8 11	16 27	8 03	16 35
Jul	8	8 39	16 01	8 28	16 12	8 18	16 22	8 09	16 31	8 01	16 39
Jul	13	8 34	16 07	8 24	16 18	8 14	16 27	8 06	16 35	7 58	16 43
Jul	18	8 29	16 14	8 19	16 24	8 10	16 32	8 02	16 40	7 55	16 48
Jul	23	8 22	16 21	8 13	16 30	8 04	16 38	7 57	16 46	7 50	16 53
Jul	28	8 14	16 29	8 06	16 37	7 58	16 45	7 51	16 52	7 45	16 58
Ago	2	8 06	16 37	7 58	16 45	7 51	16 52	7 44	16 58	7 39	17 04
Ago	7	7 56	16 45	7 49	16 53	7 43	16 59	7 37	17 05	7 32	17 10
Ago	12	7 46	16 54	7 40	17 00	7 34	17 06	7 29	17 11	7 24	17 16
Ago	17	7 36	17 03	7 30	17 08	7 25	17 13	7 20	17 18	7 16	17 22
Ago	22	7 24	17 12	7 20	17 16	7 15	17 21	7 11	17 25	7 08	17 28
Ago	27	7 13	17 21	7 09	17 24	7 05	17 28	7 02	17 31	6 59	17 35
Set	1	7 01	17 29	6 58	17 33	6 55	17 35	6 52	17 38	6 50	17 41
Set	6	6 49	17 38	6 47	17 41	6 44	17 43	6 42	17 45	6 40	17 47
Set	11	6 37	17 47	6 35	17 49	6 33	17 50	6 32	17 52	6 31	17 53
Set	16	6 24	17 56	6 23	17 57	6 22	17 58	6 22	17 59	6 21	17 59

Primer vertical es el plano vertical orientado según la dirección Este–Oeste.

Crepúsculos

Se denomina *crepúsculo* a la claridad variable que precede la salida del Sol o sigue su puesta. Es producido por la difusión de la luz del Sol por las capas altas de la atmósfera, por lo que su intensidad depende de la latitud y altitud del observador, la época del año (o sea, de la declinación del Sol) y del tiempo atmosférico. Por convenio se han definido tres tipos de crepúsculos, en base a la altura h , por debajo del horizonte, a que el Sol se encuentra en el inicio o fin del crepúsculo. Cuando tal altura es $h = -6^\circ$ se habla de crepúsculo **civil**; en tal instante son visibles algunos planetas y estrellas de primera magnitud. Cuando es $h = -12^\circ$ se habla de crepúsculo **náutico**; en este instante son visibles el horizonte y las estrellas más brillantes de las principales constelaciones. Cuando es $h = -18^\circ$ se habla de crepúsculo **astronómico**; en este momento es noche cerrada y, si el cielo está bien despejado, son visibles estrellas de hasta sexta magnitud.

En las tablas siguientes figura la duración en minutos de cada tipo de crepúsculo, tomando como referencia el instante de salida o puesta del Sol. Para latitudes y fechas intermedias, deben realizarse interpolaciones.

Duración, en minutos, del crepúsculo civil el día 15 del mes

Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
28°	25	24	23	24	26	27	26	25	24	24	25	26
32°	27	25	24	25	27	28	28	26	25	25	26	27
36°	28	26	26	26	29	30	30	27	26	26	27	29
40°	30	28	27	28	31	33	32	29	27	27	29	31
44°	32	30	29	30	33	36	35	31	29	29	31	33

Duración, en minutos, del crepúsculo náutico el día 15 del mes

Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
28°	54	52	51	52	56	59	58	54	51	51	53	55
32°	56	54	53	55	59	63	61	56	53	53	55	57
36°	59	56	55	58	63	68	66	60	56	56	58	61
40°	63	59	58	62	69	74	72	64	59	59	62	65
44°	68	63	62	66	76	84	80	70	63	62	66	69

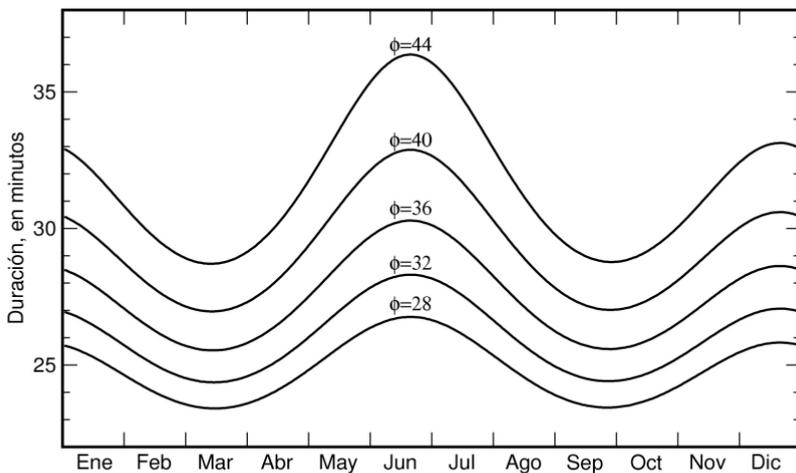
Duración, en minutos, del crepúsculo astronómico el día 15 del mes

Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
28°	82	79	78	81	88	93	91	84	79	78	81	84
32°	86	82	81	85	93	100	97	88	82	81	84	87
36°	90	86	85	90	101	109	105	94	86	85	88	92
40°	96	91	90	97	110	123	117	102	92	90	94	97
44°	102	97	96	105	124	144	134	112	99	96	100	104

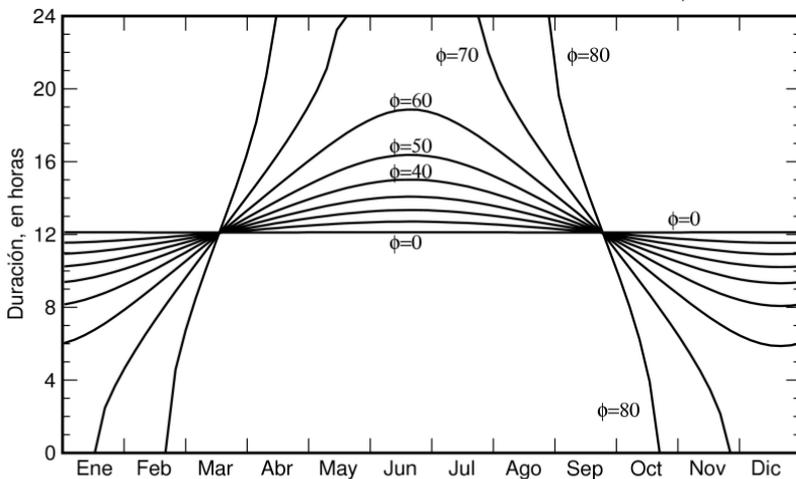
La duración aproximada del crepúsculo civil puede ser calculada mediante la siguiente fórmula, en la que ϕ es la latitud del lugar y δ_{\odot} es la declinación del Sol para el día considerado:

$$\text{Duración del crepúsculo civil} = \frac{21^m}{\sqrt{\cos(\phi - \delta_{\odot}) \cos(\phi + \delta_{\odot})}}$$

Duración del crepúsculo civil en función de la latitud ϕ



Duración del día en función de la latitud ϕ



Tiempo de insolación (o duración del día)

Se denomina *tiempo de insolación* al intervalo de tiempo que transcurre entre la salida y la puesta del Sol en un lugar dado, lo que comúnmente se conoce como *duración del día*. Prescindiendo de efectos geométricos debidos al relieve en el horizonte y a condiciones atmosféricas alejadas de las normales, tal intervalo de tiempo depende exclusivamente de la época del año y de la latitud del lugar. Su duración máxima se da en el solsticio de verano correspondiente al hemisferio y su duración mínima se da en el solsticio de invierno. La diferencia entre la duración máxima y mínima depende fuertemente de la latitud, siendo tales duraciones prácticamente idénticas en el ecuador. En nuestras latitudes, tal diferencia es de casi 6 horas. Entre cada círculo polar y el polo correspondiente, el día llega a durar 24 horas. En el hemisferio Norte, el Sol no se pone en un lugar dado cuando la suma de la latitud de tal lugar (ϕ) y la declinación del Sol (δ_{\odot}) supera los 90° .

El tiempo de insolación a lo largo del año para distintas latitudes puede verse en la última figura de la página anterior. La duración mínima y máxima del tiempo de insolación para diversas latitudes se detalla en la tabla siguiente. Se ha tenido en cuenta el efecto de la refracción atmosférica.

Tiempo de insolación

Latitud ϕ ($^{\circ}$)	Duración máxima (h m)	Duración mínima (h m)	Diferencia máx-mín (min)	Cociente máx/mín
0	12 07	12 07	0	1,00
10	12 42	11 32	70	1,10
20	13 20	10 55	145	1,22
30	14 05	10 13	232	1,38
40	15 01	09 19	344	1,61
50	16 22	08 04	498	2,03
60	18 52	05 52	780	3,22
70	24 00	00 00		

En Madrid se tiene, para el año 2010:

- Día en que el Sol sale más tarde: 4 de enero
- Día en que el Sol sale más pronto: 14 de junio
- Día en que el Sol se pone más tarde: 27 de junio
- Día en que el Sol se pone más pronto: 8 de diciembre
- Día de mayor duración: 21 de junio ($15^{\text{h}}3^{\text{m}}$)
- Día de menor duración: 21 de diciembre ($9^{\text{h}}17^{\text{m}}$)

Paso del Sol por el meridiano

Los instantes de paso del Sol por el meridiano que figuran en las tablas mensuales se refieren al centro del Sol y el observador en Madrid. Para obtener el instante de paso del centro del Sol por el meridiano en otro lugar, basta con corregir por la diferencia de longitudes (si tal diferencia no es muy grande). Si la longitud, expresada en *hms*, es λ_E , el instante de paso será:

$$\text{paso meridiano} = \text{paso meridiano en Madrid} - 14^m45^s - \lambda_E$$

Tal instante nos indica la dirección Sur. El instante de la culminación del Sol puede obtenerse también a partir de la Ecuación de Tiempo (*Ecti*) que se encuentra en las tablas de la sección *TIEMPOS*. En un lugar de longitud λ_E (*hms*), el instante de culminación del Sol viene dado por:

$$\text{paso meridiano} = 12^h - \text{Ecti} - \lambda_E$$

Ejemplo: al mediodía del día 20 de agosto la Ecuación de Tiempo es -3^m25^s , luego el Sol pasará por el meridiano de Madrid a las:

$$12^h - (-3^m25^s) - (-14^m45^s) = 12^h18^m10^s \text{ TU}$$

valor que coincide con el dado en la tabla correspondiente.

Si se desea obtener el instante de paso por el meridiano del borde anterior o del posterior, hay que realizar una corrección adicional, para tener en cuenta el tiempo de paso del semidiámetro, el cual viene indicado para cada diez días en la tabla de la página 145:

$$\begin{aligned} \text{paso borde anterior} &= \text{paso centro} - \text{paso semidiámetro} \\ \text{paso borde posterior} &= \text{paso centro} + \text{paso semidiámetro} \end{aligned}$$

Rotaciones sinódicas del Sol

Las rotaciones sinódicas del Sol empezaron a numerarse a partir del 9 de noviembre de 1853 y su periodo medio es de 27^d2753 , correspondiente a una latitud heliográfica de 16° . Se considera que una rotación se inicia cuando la longitud heliográfica del centro del Sol es $L = 0$. El número de rotación de Carrington (*NRC*) para las 0^h TU de un día cualquiera se puede calcular aproximadamente mediante la fórmula

$$\text{NRC} = 1958 + \frac{DJ - 2451545,11}{27,2753}$$

y tomando el valor entero (truncado) del resultado. DJ es el día juliano considerado. El instante de inicio de una rotación puede obtenerse con mayor precisión en las tablas mensuales del *SOL*, determinando, por interpolación, el instante en que la longitud heliográfica L se anula.

Instante de inicio de las rotaciones sinódicas del Sol en 2010

NRC	mes	día	hora	NRC	mes	día	hora	NRC	mes	día	hora
2092	Ene	3	12	2097	May	20	00	2102	Oct	3	3
2093	Ene	30	20	2098	Jun	16	5	2103	Oct	30	10
2094	Feb	27	4	2099	Jul	13	10	2104	Nov	26	18
2095	Mar	26	12	2100	Ago	9	15	2105	Dic	24	1
2096	Abr	22	18	2101	Set	5	21	2106	Ene	20	9

La primera rotación que se iniciará en 2010 es la número 2092, lo cual tendrá lugar el día 3 de enero a las 11^h9 TU. La primera rotación en 2011 será la número 2106, iniciándose el 20 de enero a las 9^h3 TU.

LUNA

Datos lunares

Coordenadas topocéntricas de la Luna

Efemérides diarias de la Luna

Ortos y ocasos de la Luna

Paso de la Luna por el meridiano

Distancia, semidiámetro y paralaje horizontal

Fases de la Luna

Perigeos y apogeos

Unidades prácticas

\mathcal{R}_{L}	= 1 738 km	= 0,2725 \mathcal{R}_{\oplus}
\mathcal{M}_{L}	= 7,3483 10^{22} kg	= 0,0123 \mathcal{M}_{\oplus}
$G\mathcal{M}_{\text{L}}$	= 4,902 799 10^{12} m ³ s ⁻²	= 0,012300034 G \mathcal{M}_{\oplus}

Datos lunares

Elementos medios de la órbita para 2010

Longitud media	$L_{\text{q}} = 91^{\circ}938\,254 + 13^{\circ}176\,396\,46\,d$
Anomalía media	$M_{\text{q}} = 321^{\circ}794\,830 + 13^{\circ}064\,992\,99\,d$
Longitud del perigeo medio	$\varpi_{\text{q}} = 130^{\circ}143\,421 + 0^{\circ}111\,403\,46\,d$
Long. media del nodo ascendente	$\Omega_{\text{q}} = 291^{\circ}683\,832 - 0^{\circ}052\,953\,75\,d$
Elongación media referida al Sol	$D_{\text{q}} = 172^{\circ}380\,097 + 12^{\circ}190\,749\,10\,d$

(En estas fórmulas d es el día del año, en la escala de TU.)

Coordenadas eclípticas verdaderas

Desarrollos aproximados de longitud eclíptica, latitud eclíptica y paralaje:

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{q}} &= L_{\text{q}} + 377' \sin M_{\text{q}} + 76' \sin(2 D_{\text{q}} - M_{\text{q}}) + 40' \sin(2 D_{\text{q}}) + 13' \sin(2 M_{\text{q}}) \\ \beta_{\text{q}} &= 309' \sin(\lambda_{\text{q}} - \Omega_{\text{q}}) \\ \pi_{\text{q}} &= 57' + 3' \cos M_{\text{q}}\end{aligned}$$

A partir de la paralaje ecuatorial π_{q} se pueden calcular:

$$\text{semidiámetro} = 0,2725 \pi_{\text{q}}, \quad \text{distancia geocéntrica} = \frac{1}{\sin \pi_{\text{q}}} R_{\oplus}$$

Distancia

Distancia media	384400 km	60,268 R_{\oplus}
	en tiempo luz	1 ^s 28222
Distancias extremas:	mínima	356375 km = 55,874 R_{\oplus}
	máxima	406720 km = 63,768 R_{\oplus}
Semidiámetro medio:	geocéntrico	15'32"6
	topocéntrico (cénit)	15'48"3
Paralaje ecuatorial horizontal media		3422"608 = 57'02"608

Otros datos orbitales

Excentricidad	$e_{\text{q}} = 0,054900489$	
Inclinación orbital media:	respecto de la eclíptica	$5^{\circ}145\,396$
	respecto del ecuador lunar	$6^{\circ}41'$
	respecto del ecuador terrestre	$18^{\circ}28$ a $28^{\circ}58$
Inclinación del ecuador lunar medio respecto de la eclíptica:	$1^{\circ}54242 = 1^{\circ}32'32"7$	

Movimiento sidéreo medio diario	13° 176358
Intervalo medio entre tránsitos	24 ^h 51 ^m 28 ^s
Velocidad orbital media	1,023 km s ⁻¹ = 3683 km h ⁻¹
Aumento de la distancia a la Tierra	~4 m/siglo

Traslación y rotación

Duración media de los meses:

mes sidéreo (estrella a estrella)	27 ^d 321 6616	27 ^d 07 ^h 43 ^m 11 ^s .6
mes sinódico (luna nueva)	29 ^d 530 5884	29 ^d 12 ^h 44 ^m 02 ^s .8
mes anomalístico (perigeo)	27 ^d 554 5501	27 ^d 13 ^h 18 ^m 33 ^s .1
mes trópico (equinoccio)	27 ^d 321 5823	27 ^d 07 ^h 43 ^m 04 ^s .7
mes draconítico (nodo)	27 ^d 212 220	27 ^d 05 ^h 05 ^m 35 ^s .8

Algunos periodos de interés:

periodo de rotación del perigeo	3232 días
periodo de retrogradación del nodo	6798 días = 18,61 años trópicos
año eclíptico (pasos sucesivos del Sol por el nodo lunar):	346 ^d 62005
periodo Saros = 223 meses sinódicos = 19 años eclípticos	
	= 6585,32 días = 18,03001 años trópicos

Libraciones:

Desplazamiento máximo:	en longitud:	7°9	(periodo=mes anomalístico)
	en latitud:	6°8	(periodo=mes draconítico)
	diurna:	1°0	

Desplazamiento medio:

libr. óptica en longitud:	6°15
libr. óptica en latitud:	6°69
libr. física en longitud:	0°025
libr. física en latitud:	0°04

Datos físicos

en unidades terrestres

Radio medio	$\mathcal{R}_l = 1738 \text{ km}$	0,2725 \mathcal{R}_\oplus
Superficie	3,788 10 ⁷ km ²	0,0743
Volumen	2,199 10 ¹⁰ km ³	0,0203
Masa	$\mathcal{M}_l = 7,3483 10^{22} \text{ kg}$	0,0123 \mathcal{M}_\oplus
Densidad media	3,344 g cm ⁻³	0,6063

Constante gravitatoria	$G \mathcal{M}_\oplus = 4,902\,799 \cdot 10^{12} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$	0,01230003
Gravedad superficial	1,620 m s ⁻²	0,1652
Velocidad de escape	2,373 km s ⁻¹	0,2123
Momento de inercia	0,394 $\mathcal{M}_\oplus \mathcal{R}_\oplus^2$	
Momento gravitatorio J_2	202,7 10^{-6}	

Datos fotométricos

Albedo	0,12	
Magnitud aparente en su oposición media:	V = -12,74	
	B = -11,82	
Magnitud visual V(1,0) a 1 UA	+0,21	
Temperaturas medias: noche	104 K = -169 °C	
día	365 K = 92 °C	
ondas radio	~200 K	
equivalente	395 K = 122 °C	
del cuerpo negro	274,5 K	

Coordenadas topocéntricas de la Luna

Las *coordenadas topocéntricas* se refieren a un sistema de coordenadas (ecuatoriales, etc) cuyo origen se encuentra en un punto de la superficie de la Tierra. Para un astro cercano, como es la Luna, puede haber una diferencia apreciable entre las coordenadas calculadas (tabuladas) para el centro de la Tierra (*geocéntricas*) y las que necesita o mide un observador (*topocéntricas*). En el caso de la Luna esta diferencia puede superar 1°.

Las coordenadas ecuatoriales topocéntricas de la Luna pueden obtenerse de manera precisa realizando unos simples cálculos a partir de las coordenadas geocéntricas que figuran en las tablas de las páginas siguientes. Sean λ_E la longitud (en horas) y ϕ la latitud (en grados) del lugar considerado y sea TU el instante de tiempo para el que se desea realizar el cálculo:

1) Se determina el tiempo sidéreo local, expresado en grados, para lo que hay que consultar el tiempo sidéreo en Greenwich en *TIEMPOS*:

$$\theta = 15 \text{ (tiempo sidéreo en Greenwich a } 0^{\text{h}} + \lambda_E + 1,003 \text{ TU)}$$

2) Se determinan por interpolación de, al menos, 3^{er} grado en las tablas de la Luna las coordenadas geocéntricas de ésta (α_\oplus , δ_\oplus) y la distancia r (en radios terrestres) para el instante TU considerado.

3) Se determinan las coordenadas rectangulares topocéntricas, a partir de las geocéntricas α_\oplus y δ_\oplus (expresadas en grados) y la distancia r (en radios

terrestres) antes calculadas:

$$x = r \cos \delta_{\parallel} \cos \alpha_{\parallel} - \cos \phi \cos \theta$$

$$y = r \cos \delta_{\parallel} \sin \alpha_{\parallel} - \cos \phi \sin \theta$$

$$z = r \sin \delta_{\parallel} - \sin \phi$$

4) Se determina la distancia topocéntrica:

$$r_t = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

que viene expresada en radios terrestres.

5) Las coordenadas topocéntricas α_t y δ_t y el semidiámetro s_t vienen dados por:

$$\alpha_t = \arctan(y/x) \quad (\text{aprox. mismo cuadrante que } \alpha_{\parallel})$$

$$\delta_t = \arcsen(z/r_t)$$

$$s_t = \frac{937'}{r_t}$$

Si se admiten errores de hasta 1', los cálculos 3), 4) y 5) pueden ser sustituidos por:

$$\alpha_t = \alpha - \frac{57^{\circ}30}{r} \frac{\cos \phi \sin(\theta - \alpha_{\parallel})}{\cos \delta_{\parallel}}$$

$$\delta_t = \delta - \frac{57^{\circ}30}{r} [\cos \delta_{\parallel} \sin \phi - \sin \delta_{\parallel} \cos \phi \cos(\theta - \alpha_{\parallel})]$$

Efemérides de la Luna para 2010

En las doce páginas siguientes se encuentran las efemérides de la Luna para este año día a día. Los instantes de salida y puesta del borde superior de la Luna (*Orto* y *Ocaso*) han sido calculados para Madrid, corrigiendo por paralaje, por un valor medio de la refracción y prescindiendo del relieve en el horizonte. Se indica también, en la columna *Culminación*, el instante de paso del centro del disco lunar por el meridiano de Madrid. La ausencia de la salida, culminación o puesta de la Luna en día dado se indica en las tablas con el símbolo **. Para conocer el tiempo oficial, puede ser necesario sumar una o dos horas al valor obtenido de la tabla. En páginas posteriores se explica cómo calcular el orto, el ocaso y la culminación de la Luna en cualquier otro lugar de España (véanse los apartados **Ortos y ocasos de la Luna** y **Paso de la Luna por el meridiano**).

En las dos columnas centrales se indica la posición aparente geocéntrica de la Luna a las 0^h de TU, expresada en coordenadas ecuatoriales, **ascensión recta** y **declinación**. La determinación de tales coordenadas para un instante cualquiera se debe realizar con una interpolación de, al menos, 3^{er} grado dada la complejidad del movimiento de la Luna (ver el apartado **Interpolación** en la sección *TABLAS*). Con una interpolación de 4^{to} grado los errores pueden llegar a ser de algunos segundos de arco en ambas coordenadas y con una interpolación de 3^{er} grado pueden llegar hasta los 10'', aunque el error típico es de unos 2''. Con una interpolación de sólo segundo grado los errores pueden exceder 1'.

En la última columna figura la distancia al centro de la Tierra expresada en radios terrestres ($1 \mathcal{R}_{\oplus} = 6378,14 \text{ km}$). En este caso una interpolación de 3^{er} grado bastará para obtener la distancia con una precisión de unos 2 km ($0,0003 \mathcal{R}_{\oplus}$).

Valores extremos en los siglos XX y XXI

Intervalo de tiempo menor entre lunas nuevas consecutivas: 29^d274

Intervalo de tiempo mayor entre lunas nuevas consecutivas: 29^d829

Valores extremos entre los que varía el perigeo lunar:

356 375 y 370 350 km

Valores extremos entre los que varía el apogeo lunar:

404 050 y 406 712 km

Intervalos menor y mayor entre perigeos sucesivos: 24^d65 y 28^d54

Intervalos menor y mayor entre dos apogeos sucesivos: 26^d98 y 27^d90

LUNA Enero 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>			Declinación <i>° ' "</i>		
1 V	18 01	0 32	8 11	06 57	51,8	+23 29 58	56,3433		
2 S	19 20	1 33	8 54	08 01	07,2	+19 50 36	56,2375		
3 D	20 37	2 31	9 29	09 00	55,2	+14 52 54	56,4181		
4 L	21 52	3 25	10 00	09 57	06,7	+09 04 44	56,8520		
5 M	23 04	4 16	10 28	10 50	20,6	+02 53 28	57,4822		
6 M	** **	5 04	10 54	11 41	38,3	-03 17 19	58,2407		
7 J	0 14	5 52	11 22	12 32	05,4	-09 08 22	59,0586		
8 V	1 23	6 41	11 52	13 22	40,4	-14 24 03	59,8770		
9 S	2 30	7 30	12 25	14 14	07,2	-18 51 17	60,6512		
10 D	3 35	8 21	13 03	15 06	47,5	-22 18 57	61,3525		
11 L	4 37	9 13	13 47	16 00	36,2	-24 38 09	61,9654		
12 M	5 33	10 05	14 38	16 54	59,9	-25 43 07	62,4851		
13 M	6 22	10 57	15 33	17 49	05,5	-25 32 25	62,9127		
14 J	7 04	11 47	16 33	18 41	55,9	-24 09 23	63,2514		
15 V	7 40	12 34	17 33	19 32	47,7	-21 41 38	63,5024		
16 S	8 10	13 19	18 34	20 21	21,0	-18 19 29	63,6628		
17 D	8 36	14 01	19 34	21 07	40,8	-14 14 23	63,7247		
18 L	9 00	14 42	20 33	21 52	11,8	-09 37 36	63,6759		
19 M	9 22	15 22	21 32	22 35	32,6	-04 39 36	63,5005		
20 M	9 44	16 02	22 31	23 18	30,8	+00 29 52	63,1841		
21 J	10 07	16 44	23 32	00 01	59,9	+05 41 25	62,7152		
22 V	10 32	17 28	** **	00 46	57,9	+10 45 06	62,0913		
23 S	11 01	18 16	0 36	01 34	25,2	+15 29 26	61,3215		
24 D	11 35	19 08	1 42	02 25	18,5	+19 40 15	60,4312		
25 L	12 18	20 04	2 50	03 20	19,7	+23 00 02	59,4630		
26 M	13 11	21 05	3 57	04 19	36,4	+25 08 36	58,4783		
27 M	14 15	22 08	5 00	05 22	22,2	+25 46 20	57,5528		
28 J	15 29	23 11	5 56	06 26	54,3	+24 39 48	56,7701		
29 V	16 48	** **	6 43	07 31	03,4	+21 47 35	56,2091		
30 S	18 08	0 12	7 22	08 33	03,1	+17 22 26	55,9319		
31 D	19 26	1 09	7 56	09 32	03,0	+11 47 60	55,9689		

Cuarto menguante	07 ^d 10 ^h 39 ^m
Luna nueva	15 ^d 07 ^h 11 ^m
Cuarto creciente	23 ^d 10 ^h 53 ^m
Luna llena	30 ^d 06 ^h 18 ^m

Perigeo	1 ^d 21 ^h
Apogeo	17 ^d 02 ^h
Perigeo	30 ^d 09 ^h

LUNA Febrero 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto	Culm.	Ocaso	Asc. recta	Declinación			Distan.	
	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m s</i>	°	'	"	\mathcal{R}_{\oplus}	
1 L	20 43	2 03	8 26	10 28 08,9	+05	33	06	56,3146	
2 M	21 56	2 54	8 55	11 22 02,7	-00	53	47	56,9268	
3 M	23 08	3 45	9 23	12 14 40,9	-07	07	37	57,7374	
4 J	** **	4 35	9 53	13 06 58,6	-12	48	02	58,6660	
5 V	0 19	5 25	10 26	13 59 39,4	-17	39	02	59,6323	
6 S	1 26	6 17	11 03	14 53 07,3	-21	28	26	60,5670	
7 D	2 30	7 09	11 45	15 47 21,6	-24	07	35	61,4168	
8 L	3 29	8 02	12 34	16 41 56,4	-25	31	30	62,1462	
9 M	4 20	8 53	13 28	17 36 07,8	-25	39	16	62,7370	
10 M	5 04	9 43	14 26	18 29 06,7	-24	34	09	63,1843	
11 J	5 41	10 31	15 26	19 20 14,4	-22	23	02	63,4930	
12 V	6 13	11 17	16 26	20 09 11,4	-19	15	16	63,6733	
13 S	6 40	12 00	17 26	20 55 60,0	-15	21	28	63,7378	
14 D	7 05	12 41	18 26	21 41 00,2	-10	52	32	63,6970	
15 L	7 28	13 22	19 25	22 24 45,3	-05	59	06	63,5575	
16 M	7 50	14 02	20 24	23 07 56,7	-00	51	29	63,3211	
17 M	8 12	14 43	21 25	23 51 21,3	+04	20	10	62,9852	
18 J	8 36	15 26	22 27	00 35 49,6	+09	25	21	62,5447	
19 V	9 03	16 12	23 31	01 22 13,3	+14	12	42	61,9959	
20 S	9 35	17 01	** **	02 11 21,9	+18	29	12	61,3387	
21 D	10 13	17 54	0 37	03 03 54,4	+21	59	51	60,5825	
22 L	11 00	18 51	1 42	04 00 06,8	+24	27	54	59,7494	
23 M	11 58	19 51	2 45	04 59 37,7	+25	36	27	58,8768	
24 M	13 04	20 52	3 42	06 01 21,4	+25	11	55	58,0191	
25 J	14 18	21 52	4 32	07 03 41,7	+23	08	16	57,2427	
26 V	15 36	22 50	5 14	08 05 04,1	+19	29	53	56,6217	
27 S	16 55	23 45	5 50	09 04 27,9	+14	31	45	56,2250	
28 D	18 13	** **	6 22	10 01 38,1	+08	36	38	56,1047	

Cuarto menguante	05 ^d 23 ^h 48 ^m
Luna nueva	14 ^d 02 ^h 51 ^m
Cuarto creciente	22 ^d 00 ^h 42 ^m
Luna llena	28 ^d 16 ^h 38 ^m

Apogeo	13 ^d 02 ^h
Perigeo	27 ^d 22 ^h

LUNA Marzo 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>			Declinación <i>° ' "</i>		
1 L	19 29	0 38	6 52	10 56	57,4		+02	11 24	56,2837
2 M	20 44	1 30	7 21	11 51	09,7		-04	16 37	56,7504
3 M	21 58	2 22	7 51	12 45	03,5		-10	22 11	57,4597
4 J	23 09	3 14	8 23	13 39	19,1		-15	43 51	58,3425
5 V	** **	4 07	9 00	14 34	18,4		-20	04 50	59,3173
6 S	0 17	5 01	9 41	15 29	58,5		-23	13 28	60,3034
7 D	1 20	5 55	10 29	16 25	50,8		-25	03 26	61,2296
8 L	2 15	6 48	11 22	17 21	08,8		-25	33 45	62,0409
9 M	3 02	7 39	12 19	18 15	02,7		-24	48 16	62,7000
10 M	3 41	8 28	13 19	19 06	54,4		-22	54 32	63,1867
11 J	4 15	9 14	14 19	19 56	26,6		-20	02 10	63,4970
12 V	4 44	9 58	15 19	20 43	44,2		-16	21 37	63,6391
13 S	5 09	10 40	16 18	21 29	09,2		-12	03 16	63,6297
14 D	5 33	11 21	17 18	22 13	15,9		-07	17 14	63,4904
15 L	5 55	12 01	18 17	22 56	45,5		-02	13 26	63,2441
16 M	6 18	12 43	19 18	23 40	23,5		+02	57 57	62,9118
17 M	6 42	13 25	20 20	00 24	57,5		+08	06 08	62,5095
18 J	7 08	14 10	21 24	01 11	15,1		+12	59 09	62,0486
19 V	7 38	14 58	22 29	01 59	59,9		+17	23 36	61,5352
20 S	8 15	15 50	23 34	02 51	44,9		+21	04 35	60,9730
21 D	8 58	16 45	** **	03 46	41,8		+23	46 16	60,3655
22 L	9 51	17 43	0 37	04 44	30,5		+25	13 29	59,7212
23 M	10 52	18 41	1 34	05 44	15,2		+25	14 19	59,0563
24 M	12 01	19 40	2 25	06 44	35,9		+23	43 06	58,3986
25 J	13 15	20 36	3 08	07 44	13,4		+20	42 15	57,7876
26 V	14 30	21 31	3 46	08 42	15,1		+16	22 13	57,2730
27 S	15 46	22 23	4 18	09 38	26,6		+10	59 54	56,9090
28 D	17 01	23 15	4 48	10 33	07,2		+04	56 32	56,7448
29 L	18 16	** **	5 17	11 26	57,8		-01	24 14	56,8154
30 M	19 31	0 07	5 47	12 20	46,5		-07	37 54	57,1323
31 M	20 45	0 59	6 18	13 15	16,2		-13	20 51	57,6797

Cuarto menguante	07 ^d 15 ^h 42 ^m
Luna nueva	15 ^d 21 ^h 01 ^m
Cuarto creciente	23 ^d 11 ^h 00 ^m
Luna llena	30 ^d 02 ^h 25 ^m

Apogeo	12 ^d 10 ^h
Perigeo	28 ^d 05 ^h

LUNA Abril 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distan. \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinación <i>° ' "</i>		
1 J	21 57	1 53	6 54	14 10 53,0	-18 11 57	58,4145	
2 V	23 03	2 48	7 34	15 07 36,3	-21 54 25	59,2751	
3 S	** **	3 43	8 21	16 04 54,9	-24 17 23	60,1889	
4 D	0 03	4 38	9 13	17 01 53,2	-25 16 51	61,0828	
5 L	0 55	5 31	10 09	17 57 28,5	-24 55 34	61,8922	
6 M	1 38	6 22	11 09	18 50 50,7	-23 21 25	62,5653	
7 M	2 14	7 09	12 09	19 41 35,3	-20 45 07	63,0661	
8 J	2 45	7 54	13 10	20 29 44,9	-17 18 07	63,3759	
9 V	3 12	8 37	14 09	21 15 43,6	-13 11 21	63,4918	
10 S	3 36	9 18	15 08	22 00 09,0	-08 34 47	63,4245	
11 D	3 59	9 59	16 08	22 43 46,5	-03 37 48	63,1972	
12 L	4 21	10 40	17 08	23 27 25,3	+01 30 17	62,8398	
13 M	4 45	11 22	18 10	00 11 56,1	+06 39 19	62,3871	
14 M	5 11	12 07	19 14	00 58 09,1	+11 37 42	61,8739	
15 J	5 41	12 55	20 19	01 46 49,9	+16 11 49	61,3319	
16 V	6 15	13 46	21 26	02 38 32,6	+20 06 01	60,7861	
17 S	6 57	14 41	22 30	03 33 28,2	+23 03 27	60,2546	
18 D	7 48	15 38	23 30	04 31 14,2	+24 48 02	59,7480	
19 L	8 47	16 36	** **	05 30 50,2	+25 07 30	59,2716	
20 M	9 53	17 34	0 22	06 30 50,9	+23 56 27	58,8299	
21 M	11 04	18 30	1 07	07 29 53,8	+21 17 48	58,4284	
22 J	12 17	19 24	1 45	08 27 05,2	+17 22 02	58,0796	
23 V	13 30	20 15	2 18	09 22 12,0	+12 24 46	57,8021	
24 S	14 43	21 05	2 48	10 15 36,0	+06 44 29	57,6218	
25 D	15 56	21 55	3 16	11 08 01,7	+00 41 05	57,5676	
26 L	17 08	22 46	3 45	12 00 22,8	-05 24 38	57,6654	
27 M	18 21	23 39	4 15	12 53 30,8	-11 11 28	57,9316	
28 M	19 34	** **	4 48	13 48 04,0	-16 18 34	58,3669	
29 J	20 43	0 33	5 26	14 44 15,8	-20 26 48	58,9542	
30 V	21 47	1 28	6 10	15 41 45,9	-23 21 02	59,6569	

Cuarto menguante	06 ^d 09 ^h 37 ^m
Luna nueva	14 ^d 12 ^h 29 ^m
Cuarto creciente	21 ^d 18 ^h 20 ^m
Luna llena	28 ^d 12 ^h 18 ^m

Apogeo	9 ^d 03 ^h
Perigeo	24 ^d 21 ^h

LUNA Mayo 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>			Declinación <i>° ' "</i>		
1 S	22 44	2 25	7 01	16 39	40,3	-24 52 23	60,4253		
2 D	23 32	3 20	7 57	17 36	45,3	-24 59 38	61,2007		
3 L	** **	4 12	8 56	18 31	51,7	-23 48 41	61,9241		
4 M	0 11	5 02	9 57	19 24	15,5	-21 30 14	62,5405		
5 M	0 44	5 48	10 58	20 13	45,8	-18 16 57	63,0056		
6 J	1 12	6 32	11 58	21 00	40,3	-14 21 07	63,2880		
7 V	1 38	7 13	12 57	21 45	35,6	-09 53 43	63,3712		
8 S	2 01	7 54	13 56	22 29	19,2	-05 04 19	63,2551		
9 D	2 24	8 35	14 56	23 12	44,1	-00 01 44	62,9538		
10 L	2 47	9 17	15 57	23 56	45,8	+05 05 00	62,4957		
11 M	3 12	10 00	17 00	00 42	20,3	+10 05 40	61,9194		
12 M	3 40	10 47	18 05	01 30	21,0	+14 47 48	61,2716		
13 J	4 13	11 38	19 12	02 21	31,7	+18 56 12	60,6010		
14 V	4 53	12 32	20 19	03 16	15,4	+22 13 12	59,9544		
15 S	5 41	13 30	21 21	04 14	18,6	+24 20 33	59,3713		
16 D	6 39	14 30	22 18	05 14	42,9	+25 02 58	58,8801		
17 L	7 45	15 29	23 06	06 15	52,9	+24 12 22	58,4959		
18 M	8 55	16 26	23 46	07 16	07,4	+21 50 31	58,2225		
19 M	10 08	17 20	** **	08 14	13,8	+18 08 28	58,0538		
20 J	11 21	18 12	0 21	09 09	46,2	+13 23 16	57,9799		
21 V	12 33	19 02	0 51	10 03	01,9	+07 54 28	57,9907		
22 S	13 44	19 50	1 19	10 54	45,8	+02 01 46	58,0810		
23 D	14 55	20 40	1 47	11 45	55,7	-03 55 43	58,2499		
24 L	16 06	21 30	2 15	12 37	30,6	-09 39 21	58,5016		
25 M	17 17	22 22	2 46	13 30	20,0	-14 50 47	58,8412		
26 M	18 26	23 17	3 21	14 24	53,9	-19 12 17	59,2704		
27 J	19 32	** **	4 02	15 21	11,9	-22 28 01	59,7841		
28 V	20 31	0 12	4 50	16 18	37,0	-24 26 12	60,3660		
29 S	21 23	1 08	5 44	17 16	01,8	-25 01 27	60,9899		
30 D	22 06	2 02	6 43	18 12	08,4	-24 15 49	61,6189		
31 L	22 42	2 53	7 44	19 05	54,1	-22 17 49	62,2107		

Cuarto menguante	06 ^d 04 ^h 15 ^m
Luna nueva	14 ^d 01 ^h 04 ^m
Cuarto creciente	20 ^d 23 ^h 43 ^m
Luna llena	27 ^d 23 ^h 07 ^m

Apogeo	6 ^d 22 ^h
Perigeo	20 ^d 09 ^h

LUNA Junio 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU		
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinación <i>° ' "</i>	Distan. R_{\oplus}
1 M	23 13	3 41	8 45	19 56 47,7	-19 19 44	62,7201
2 M	23 39	4 26	9 46	20 44 51,2	-15 34 54	63,1050
3 J	** **	5 09	10 46	21 30 32,1	-11 15 38	63,3293
4 V	0 03	5 50	11 45	22 14 33,7	-06 32 41	63,3680
5 S	0 26	6 30	12 43	22 57 47,8	-01 35 19	63,2089
6 D	0 48	7 11	13 43	23 41 10,8	+03 27 54	62,8543
7 L	1 12	7 53	14 44	00 25 41,6	+08 27 57	62,3223
8 M	1 38	8 38	15 48	01 12 19,0	+13 14 17	61,6469
9 M	2 09	9 27	16 54	02 01 57,6	+17 33 44	60,8750
10 J	2 46	10 20	18 01	02 55 17,8	+21 09 55	60,0641
11 V	3 31	11 17	19 07	03 52 29,9	+23 44 01	59,2772
12 S	4 25	12 17	20 07	04 52 57,2	+24 57 37	58,5750
13 D	5 30	13 18	20 59	05 55 12,8	+24 37 24	58,0092
14 L	6 41	14 17	21 44	06 57 21,7	+22 40 05	57,6159
15 M	7 55	15 14	22 21	07 57 42,3	+19 13 58	57,4107
16 M	9 10	16 08	22 54	08 55 19,3	+14 36 35	57,3889
17 J	10 24	16 59	23 23	09 50 10,2	+09 09 56	57,5296
18 V	11 36	17 48	23 50	10 42 50,6	+03 16 30	57,8010
19 S	12 46	18 37	** **	11 34 16,4	-02 42 48	58,1690
20 D	13 57	19 27	0 18	12 25 28,5	-08 29 08	58,6031
21 L	15 06	20 17	0 48	13 17 22,5	-13 45 17	59,0797
22 M	16 15	21 10	1 21	14 10 38,6	-18 15 20	59,5828
23 M	17 21	22 04	1 59	15 05 32,2	-21 44 51	60,1035
24 J	18 22	22 59	2 44	16 01 46,0	-24 02 11	60,6352
25 V	19 16	23 53	3 35	16 58 30,1	-25 00 16	61,1712
26 S	20 02	** **	4 32	17 54 34,8	-24 38 14	61,7008
27 D	20 41	0 45	5 32	18 48 52,6	-23 01 36	62,2072
28 L	21 13	1 34	6 33	19 40 38,8	-20 20 46	62,6678
29 M	21 41	2 21	7 35	20 29 39,3	-16 48 33	63,0546
30 M	22 06	3 04	8 35	21 16 08,4	-12 37 56	63,3365

Cuarto menguante	04 ^d 22 ^h 13 ^m
Luna nueva	12 ^d 11 ^h 15 ^m
Cuarto creciente	19 ^d 04 ^h 29 ^m
Luna llena	26 ^d 11 ^h 30 ^m

Apogeo	3 ^d 17 ^h
Perigeo	15 ^d 15 ^h

LUNA Julio 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Declinación ° ' "	Distan. \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s				
1 J	22 29	3 46	9 34	22 00 39,6	-08 00 47	63,4838		
2 V	22 51	4 26	10 33	22 43 58,5	-03 07 25	63,4693		
3 S	23 14	5 06	11 31	23 26 57,1	+01 53 01	63,2746		
4 D	23 39	5 47	12 31	00 10 31,3	+06 51 47	62,8921		
5 L	** **	6 30	13 33	00 55 39,1	+11 39 35	62,3273		
6 M	0 06	7 16	14 36	01 43 17,9	+16 05 21	61,6021		
7 M	0 39	8 06	15 42	02 34 18,4	+19 55 22	60,7551		
8 J	1 20	9 01	16 48	03 29 12,3	+22 52 55	59,8404		
9 V	2 09	9 59	17 50	04 27 55,5	+24 39 29	58,9252		
10 S	3 09	11 00	18 47	05 29 33,3	+24 58 11	58,0831		
11 D	4 18	12 01	19 36	06 32 26,0	+23 38 60	57,3863		
12 L	5 33	13 01	20 17	07 34 39,1	+20 43 06	56,8951		
13 M	6 50	13 58	20 53	08 34 46,1	+16 23 36	56,6477		
14 M	8 07	14 52	21 24	09 32 11,4	+11 02 09	56,6547		
15 J	9 22	15 43	21 53	10 27 07,8	+05 04 04	56,8987		
16 V	10 35	16 34	22 22	11 20 18,7	-01 05 50	57,3391		
17 S	11 47	17 24	22 51	12 12 40,4	-07 05 16	57,9229		
18 D	12 58	18 14	23 23	13 05 08,0	-12 35 02	58,5933		
19 L	14 07	19 07	** **	13 58 24,8	-17 18 49	59,2993		
20 M	15 14	20 00	0 00	14 52 53,3	-21 02 54	60,0006		
21 M	16 16	20 54	0 42	15 48 28,0	-23 36 38	60,6690		
22 J	17 11	21 48	1 30	16 44 33,9	-24 53 18	61,2878		
23 V	17 59	22 40	2 25	17 40 14,7	-24 51 19	61,8476		
24 S	18 40	23 30	3 23	18 34 30,0	-23 34 35	62,3446		
25 D	19 14	** **	4 24	19 26 33,8	-21 11 37	62,7746		
26 L	19 44	0 17	5 25	20 16 05,3	-17 53 54	63,1318		
27 M	20 10	1 01	6 26	21 03 09,3	-13 53 54	63,4057		
28 M	20 33	1 44	7 25	21 48 10,6	-09 23 42	63,5828		
29 J	20 56	2 24	8 24	22 31 46,7	-04 34 24	63,6445		
30 V	21 18	3 04	9 22	23 14 43,1	+00 24 02	63,5723		
31 S	21 42	3 45	10 21	23 57 49,5	+05 22 18	63,3483		

Cuarto menguante	04 ^d 14 ^h 35 ^m
Luna nueva	11 ^d 19 ^h 40 ^m
Cuarto creciente	18 ^d 10 ^h 11 ^m
Luna llena	26 ^d 01 ^h 37 ^m

Apogeo	1 ^d 10 ^h
Perigeo	13 ^d 11 ^h
Apogeo	28 ^d 24 ^h

LUNA Agosto 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>			Declinación <i>° ' "</i>		
1 D	22 08	4 26	11 21	00 41 58,1	+10 11 10	62,9606			
2 L	22 38	5 10	12 23	01 28 02,0	+14 40 36	62,4054			
3 M	23 14	5 57	13 26	02 16 51,1	+18 38 53	61,6919			
4 M	23 57	6 48	14 30	03 09 04,6	+21 52 02	60,8445			
5 J	** **	7 43	15 33	04 04 58,3	+24 04 04	59,9046			
6 V	0 51	8 42	16 31	05 04 10,4	+24 58 33	58,9306			
7 S	1 54	9 42	17 24	06 05 35,9	+24 22 17	57,9949			
8 D	3 06	10 43	18 09	07 07 39,5	+22 09 41	57,1775			
9 L	4 23	11 41	18 47	08 08 48,6	+18 25 51	56,5555			
10 M	5 41	12 38	19 21	09 08 03,4	+13 26 28	56,1903			
11 M	6 59	13 32	19 52	10 05 09,6	+07 34 48	56,1174			
12 J	8 15	14 24	20 22	11 00 30,4	+01 17 32	56,3376			
13 V	9 30	15 16	20 52	11 54 49,4	-04 58 55	56,8192			
14 S	10 44	16 08	21 24	12 48 55,4	-10 50 44	57,5043			
15 D	11 56	17 01	22 00	13 43 29,0	-15 57 53	58,3221			
16 L	13 05	17 55	22 41	14 38 52,5	-20 04 31	59,2005			
17 M	14 09	18 50	23 28	15 35 02,6	-22 59 17	60,0756			
18 M	15 07	19 44	** **	16 31 29,0	-24 35 45	60,8972			
19 J	15 58	20 37	0 20	17 27 22,3	-24 52 44	61,6316			
20 V	16 40	21 27	1 17	18 21 48,8	-23 54 12	62,2588			
21 S	17 16	22 15	2 17	19 14 07,0	-21 48 15	62,7710			
22 D	17 47	23 00	3 18	20 03 57,4	-18 45 34	63,1686			
23 L	18 14	23 42	4 19	20 51 23,7	-14 57 50	63,4554			
24 M	18 38	** **	5 18	21 36 47,6	-10 36 41	63,6358			
25 M	19 01	0 23	6 17	22 20 43,0	-05 53 06	63,7125			
26 J	19 24	1 04	7 15	23 03 50,9	-00 57 23	63,6837			
27 V	19 47	1 44	8 14	23 46 55,8	+04 00 38	63,5446			
28 S	20 12	2 25	9 13	00 30 44,4	+08 51 15	63,2868			
29 D	20 41	3 08	10 14	01 16 03,2	+13 24 17	62,9019			
30 L	21 14	3 53	11 16	02 03 36,2	+17 28 35	62,3838			
31 M	21 53	4 42	12 18	02 53 59,0	+20 51 42	61,7329			

Cuarto menguante	03 ^d 04 ^h 59 ^m
Luna nueva	10 ^d 03 ^h 08 ^m
Cuarto creciente	16 ^d 18 ^h 14 ^m
Luna llena	24 ^d 17 ^h 05 ^m

Perigeo	10 ^d 18 ^h
Apogeo	25 ^d 06 ^h

LUNA Setiembre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>			Declinación <i>° ' "</i>		
1 M	22 41	5 34	13 20	03 47	30,8	+23 19	50	60,9603	
2 J	23 38	6 29	14 18	04 44	03,5	+24 38	53	60,0906	
3 V	** **	7 27	15 12	05 42	56,4	+24 36	28	59,1649	
4 S	0 44	8 25	15 59	06 43	01,2	+23 04	57	58,2403	
5 D	1 56	9 23	16 40	07 43	02,3	+20 04	11	57,3882	
6 L	3 12	10 20	17 15	08 42	01,5	+15 42	43	56,6859	
7 M	4 30	11 15	17 48	09 39	33,8	+10 17	12	56,2065	
8 M	5 47	12 09	18 19	10 35	48,2	+04 10	20	56,0057	
9 J	7 04	13 02	18 50	11 31	17,3	-02 11	51	56,1101	
10 V	8 20	13 56	19 22	12 26	42,8	-08 22	39	56,5105	
11 S	9 36	14 50	19 57	13 22	42,0	-13 57	13	57,1642	
12 D	10 49	15 46	20 38	14 19	35,3	-18 34	38	58,0034	
13 L	11 57	16 42	21 23	15 17	16,5	-21 59	26	58,9486	
14 M	12 59	17 38	22 15	16 15	11,2	-24 02	46	59,9203	
15 M	13 53	18 32	23 11	17 12	24,6	-24 42	43	60,8496	
16 J	14 39	19 23	** **	18 07	58,8	-24 03	35	61,6832	
17 V	15 17	20 12	0 11	19 01	10,9	-22 14	15	62,3850	
18 S	15 49	20 58	1 12	19 51	42,3	-19 25	59	62,9357	
19 D	16 17	21 41	2 12	20 39	39,0	-15 50	40	63,3297	
20 L	16 43	22 23	3 12	21 25	25,8	-11 39	43	63,5727	
21 M	17 06	23 03	4 10	22 09	38,3	-07 03	41	63,6769	
22 M	17 29	23 44	5 09	22 52	58,6	-02 12	31	63,6572	
23 J	17 52	** **	6 07	23 36	11,1	+02 44	06	63,5282	
24 V	18 17	0 25	7 06	00 20	00,7	+07 36	19	63,3023	
25 S	18 45	1 07	8 07	01 05	11,1	+12 13	36	62,9871	
26 D	19 16	1 52	9 08	01 52	21,9	+16 24	30	62,5860	
27 L	19 54	2 39	10 11	02 42	03,9	+19 56	32	62,0998	
28 M	20 38	3 30	11 12	03 34	31,9	+22 36	28	61,5289	
29 M	21 31	4 23	12 11	04 29	37,0	+24 11	25	60,8764	
30 J	22 32	5 19	13 04	05 26	43,0	+24 30	29	60,1525	

Cuarto menguante	01 ^d 17 ^h 22 ^m
Luna nueva	08 ^d 10 ^h 30 ^m
Cuarto creciente	15 ^d 05 ^h 50 ^m
Luna llena	23 ^d 09 ^h 17 ^m

Perigeo	8 ^d 04 ^h
Apogeo	21 ^d 08 ^h

LUNA Octubre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distan. \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinación <i>° ' "</i>		
1 V	23 39	6 15	13 52	06 24 52,3	+23 26 54	59,3792	
2 S	** **	7 11	14 34	07 23 02,0	+20 59 49	58,5912	
3 D	0 51	8 07	15 11	08 20 23,5	+17 14 53	57,8373	
4 L	2 05	9 00	15 44	09 16 36,5	+12 23 52	57,1780	
5 M	3 20	9 53	16 15	10 11 50,1	+06 43 43	56,6787	
6 M	4 36	10 46	16 45	11 06 36,0	+00 35 24	56,3991	
7 J	5 52	11 39	17 17	12 01 37,0	-05 37 07	56,3822	
8 V	7 08	12 34	17 51	12 57 34,7	-11 28 34	56,6435	
9 S	8 24	13 30	18 30	13 54 55,8	-16 34 26	57,1672	
10 D	9 36	14 28	19 15	14 53 39,1	-20 33 48	57,9065	
11 L	10 43	15 26	20 05	15 53 08,8	-23 12 03	58,7940	
12 M	11 43	16 22	21 02	16 52 19,9	-24 22 57	59,7515	
13 M	12 33	17 16	22 01	17 49 58,0	-24 08 49	60,7012	
14 J	13 15	18 07	23 03	18 45 03,4	-22 38 37	61,5755	
15 V	13 49	18 54	** **	19 37 07,0	-20 04 59	62,3221	
16 S	14 19	19 38	0 04	20 26 11,1	-16 41 15	62,9047	
17 D	14 46	20 20	1 04	21 12 42,0	-12 39 49	63,3058	
18 L	15 10	21 01	2 03	21 57 19,7	-08 11 33	63,5225	
19 M	15 33	21 42	3 01	22 40 51,1	-03 26 07	63,5652	
20 M	15 56	22 23	3 59	23 24 05,0	+01 27 26	63,4540	
21 J	16 21	23 05	4 58	00 07 50,2	+06 19 51	63,2143	
22 V	16 48	23 49	5 59	00 52 53,8	+11 00 59	62,8745	
23 S	17 19	** **	7 00	01 39 57,4	+15 19 22	62,4605	
24 D	17 55	0 36	8 03	02 29 33,2	+19 02 01	61,9949	
25 L	18 38	1 27	9 05	03 21 55,4	+21 55 01	61,4946	
26 M	19 28	2 20	10 05	04 16 52,8	+23 44 44	60,9699	
27 M	20 26	3 15	11 00	05 13 44,7	+24 19 60	60,4274	
28 J	21 31	4 11	11 50	06 11 27,9	+23 34 21	59,8711	
29 V	22 40	5 06	12 32	07 08 55,2	+21 27 37	59,3077	
30 S	23 51	6 00	13 10	08 05 16,2	+18 05 51	58,7500	
31 D	** **	6 53	13 43	09 00 11,1	+13 40 14	58,2192	

Cuarto menguante	01 ^d 03 ^h 52 ^m
Luna nueva	07 ^d 18 ^h 44 ^m
Cuarto creciente	14 ^d 21 ^h 27 ^m
Luna llena	23 ^d 01 ^h 37 ^m
Cuarto menguante	30 ^d 12 ^h 46 ^m

Perigeo	6 ^d 14 ^h
Apogeo	18 ^d 18 ^h

LUNA Noviembre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>			Declinación <i>° ' "</i>		
1 L	1 03	7 44	14 13	09 53	51,1	+08 25 25	57,7480		
2 M	2 15	8 34	14 43	10 46	51,6	+02 38 40	57,3762		
3 M	3 29	9 26	15 13	11 40	01,3	-03 20 40	57,1485		
4 J	4 43	10 18	15 45	12 34	11,3	-09 11 13	57,1048		
5 V	5 58	11 13	16 22	13 30	03,2	-14 30 20	57,2718		
6 S	7 12	12 10	17 04	14 27	54,6	-18 55 39	57,6558		
7 D	8 22	13 09	17 52	15 27	26,7	-22 08 01	58,2386		
8 L	9 26	14 07	18 47	16 27	40,2	-23 54 54	58,9789		
9 M	10 21	15 03	19 47	17 27	09,1	-24 12 59	59,8174		
10 M	11 08	15 57	20 49	18 24	29,5	-23 08 06	60,6857		
11 J	11 46	16 47	21 51	19 18	46,0	-20 52 30	61,5155		
12 V	12 19	17 33	22 53	20 09	42,3	-17 41 00	62,2454		
13 S	12 47	18 16	23 53	20 57	35,8	-13 48 01	62,8262		
14 D	13 12	18 58	** **	21 43	05,1	-09 26 01	63,2242		
15 L	13 35	19 38	0 51	22 26	59,5	-04 45 25	63,4226		
16 M	13 59	20 18	1 49	23 10	12,6	+00 04 49	63,4210		
17 M	14 23	21 00	2 48	23 53	38,8	+04 56 08	63,2333		
18 J	14 49	21 44	3 47	00 38	11,1	+09 39 33	62,8864		
19 V	15 18	22 30	4 48	01 24	39,2	+14 04 37	62,4164		
20 S	15 53	23 20	5 51	02 13	44,1	+17 58 56	61,8650		
21 D	16 34	** **	6 55	03 05	50,4	+21 08 12	61,2742		
22 L	17 23	0 13	7 56	04 00	55,4	+23 17 19	60,6829		
23 M	18 20	1 08	8 54	04 58	21,4	+24 12 49	60,1228		
24 M	19 24	2 05	9 47	05 56	58,9	+23 45 58	59,6157		
25 J	20 32	3 02	10 32	06 55	25,7	+21 55 20	59,1728		
26 V	21 43	3 57	11 11	07 52	33,8	+18 47 12	58,7978		
27 S	22 54	4 49	11 45	08 47	49,1	+14 33 60	58,4880		
28 D	** **	5 40	12 16	09 41	14,9	+09 31 38	58,2407		
29 L	0 05	6 30	12 45	10 33	24,2	+03 57 29	58,0573		
30 M	1 15	7 19	13 14	11 25	07,3	-01 50 31	57,9450		

Luna nueva	06 ^d 04 ^h 52 ^m
Cuarto creciente	13 ^d 16 ^h 39 ^m
Luna llena	21 ^d 17 ^h 27 ^m
Cuarto menguante	28 ^d 20 ^h 36 ^m

Perigeo	3 ^d 17 ^h
Apogeo	15 ^d 12 ^h
Perigeo	30 ^d 19 ^h

LUNA Diciembre 2010

Día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU					
	Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinación <i>° ' "</i>			Distan. \mathcal{R}_{\oplus}	
1 M	2 27	8 10	13 44	12 17 21,1	-07	33	58	57,9185	
2 J	3 39	9 02	14 18	13 10 58,2	-12	53	47	57,9959	
3 V	4 51	9 57	14 56	14 06 35,2	-17	30	22	58,1959	
4 S	6 02	10 53	15 41	15 04 19,1	-21	04	57	58,5304	
5 D	7 08	11 51	16 32	16 03 36,5	-23	22	12	58,9993	
6 L	8 08	12 49	17 30	17 03 15,6	-24	13	29	59,5868	
7 M	8 59	13 44	18 32	18 01 46,1	-23	39	02	60,2618	
8 M	9 41	14 36	19 35	18 57 49,7	-21	47	22	60,9798	
9 J	10 17	15 25	20 38	19 50 42,7	-18	52	22	61,6877	
10 V	10 47	16 10	21 40	20 40 20,5	-15	09	31	62,3301	
11 S	11 13	16 52	22 39	21 27 08,8	-10	53	16	62,8559	
12 D	11 37	17 33	23 37	22 11 51,0	-06	15	55	63,2221	
13 L	12 01	18 14	** **	22 55 19,4	-01	27	32	63,3980	
14 M	12 24	18 54	0 35	23 38 29,3	+03	23	10	63,3682	
15 M	12 49	19 37	1 34	00 22 16,9	+08	07	53	63,1332	
16 J	13 17	20 21	2 34	01 07 37,1	+12	37	38	62,7096	
17 V	13 49	21 09	3 36	01 55 20,4	+16	41	45	62,1293	
18 S	14 27	22 01	4 39	02 46 06,1	+20	07	19	61,4374	
19 D	15 12	22 56	5 42	03 40 11,8	+22	39	24	60,6880	
20 L	16 07	23 53	6 42	04 37 20,8	+24	02	38	59,9396	
21 M	17 09	** **	7 38	05 36 36,2	+24	04	26	59,2486	
22 M	18 18	0 51	8 27	06 36 31,7	+22	38	46	58,6629	
23 J	19 30	1 49	9 09	07 35 38,7	+19	48	36	58,2157	
24 V	20 43	2 44	9 46	08 32 56,1	+15	45	34	57,9227	
25 S	21 56	3 37	10 18	09 28 04,0	+10	47	08	57,7824	
26 D	23 07	4 28	10 48	10 21 20,5	+05	13	19	57,7794	
27 L	** **	5 17	11 17	11 13 28,8	-00	35	44	57,8899	
28 M	0 18	6 07	11 47	12 05 23,6	-06	20	46	58,0890	
29 M	1 29	6 58	12 19	12 57 59,7	-11	43	33	58,3566	
30 J	2 40	7 50	12 54	13 52 01,8	-16	26	38	58,6791	
31 V	3 50	8 45	13 36	14 47 52,4	-20	13	37	59,0509	

Luna nueva	05 ^d 17 ^h 36 ^m
Cuarto creciente	13 ^d 13 ^h 59 ^m
Luna llena	21 ^d 08 ^h 13 ^m
Cuarto menguante	28 ^d 04 ^h 18 ^m

Apogeo	13 ^d 09 ^h
Perigeo	25 ^d 12 ^h

Ortos y ocasos de la Luna

En las tablas de efemérides lunares constan los instantes de salida y puesta de la Luna (orto y ocaso) para Madrid día a día, expresados en la escala de Tiempo Universal (TU). Dado el gran movimiento diario de la Luna, entre sucesivas salidas (o puestas o culminaciones) de la Luna transcurren casi 25 horas. Como consecuencia, si cualquiera de estos fenómenos se produce muy cerca de las 24^h de un día, no se volverá a producir hasta dos días después, a primera hora. La ausencia de tal fenómeno en el día intermedio se indica en las tablas con el símbolo **.

Para conocer el instante de salida o de puesta de la Luna en otro lugar de España es necesario aplicar dos correcciones, una debida a la diferente latitud y otra debida a la diferente longitud. Puede ocurrir que, hechas tales correcciones, el fenómeno tenga lugar el día anterior o el posterior que en Madrid.

Corrección por longitud a las horas de orto y ocaso de la Luna para las capitales de provincia, en minutos

Ciudad	Correc.	Lat.	Ciudad	Correc.	Lat.
Albacete	-7 ^m	39°	Alicante / Alacant	-13 ^m	38°4
Almería	-5 ^m	37°	Avila	+4 ^m	40°5
Badajoz	+13 ^m	39°	Barcelona	-23 ^m	41°5
Bilbao	-3 ^m	43°	Burgos	0 ^m	42°5
Cáceres	+11 ^m	39°5	Cádiz	+10 ^m	36°5
Castellón de la Plana	-15 ^m	40°	Ceuta	+6 ^m	36°
Ciudad Real	+1 ^m	39°	Córdoba	+4 ^m	38°
Coruña, A (La Coruña)	+19 ^m	43°5	Cuenca	-6 ^m	40°
Donostia-San Sebastián	-7 ^m	43°5	Girona (Gerona)	-26 ^m	42°
Granada	0 ^m	37°	Guadalajara	-2 ^m	40°5
Huelva	+13 ^m	37°	Huesca	-13 ^m	42°
Jaén	0 ^m	38°	León	+8 ^m	42°5
Logroño	-5 ^m	42°5	Lugo	+15 ^m	43°
Lleida (Lérida)	-17 ^m	41°5	Madrid	0 ^m	40°5
Málaga	+3 ^m	36°5	Melilla	-3 ^m	35°5
Murcia	-10 ^m	38°	Ourense (Orense)	+17 ^m	42°5
Oviedo	+9 ^m	43°5	Palencia	+3 ^m	42°
Palma de Mallorca	-25 ^m	39°5	Palmas de G. C., Las	+48 ^m	28°
Pamplona / Iruña	-8 ^m	43°	Pontevedra	+20 ^m	42°5
Salamanca	+8 ^m	41°	Santa Cruz de Tenerife	+51 ^m	28°5
Santander	0 ^m	43°5	Segovia	+2 ^m	41°
Sevilla	+9 ^m	37°5	Soria	-5 ^m	42°
Tarragona	+20 ^m	41°	Teruel	-10 ^m	40°5
Toledo	+1 ^m	40°	Valencia	-13 ^m	39°5
Valladolid	+4 ^m	41°5	Vitoria-Gasteiz	-4 ^m	43°
Zamora	+8 ^m	41°5	Zaragoza	-11 ^m	41°5

**Corrección, en minutos, al orto y ocaso de la Luna
en función de su declinación y de la latitud del lugar**

$\delta_{ }$ (°)	Latitud, ϕ										
	28°	32°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°
-30	-46	-33	-19	-15	-11	-6	-2	3	8	13	18
-27	-40	-29	-16	-13	-9	-5	-2	2	6	11	15
-24	-34	-25	-14	-11	-8	-5	-1	2	5	9	13
-21	-29	-21	-12	-9	-7	-4	-1	2	5	8	11
-18	-25	-17	-10	-8	-5	-3	-1	1	4	6	9
-15	-20	-14	-8	-6	-4	-3	-1	1	3	5	7
-12	-16	-11	-6	-5	-3	-2	-1	1	2	4	6
-9	-12	-8	-5	-4	-3	-2	0	1	2	3	4
-6	-8	-6	-3	-2	-2	-1	0	0	1	2	3
-3	-4	-3	-2	-1	-1	-1	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	3	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-1
6	8	5	3	2	2	1	0	0	-1	-2	-3
9	12	8	5	4	3	2	0	-1	-2	-3	-4
12	16	11	6	5	3	2	1	-1	-2	-4	-6
15	20	14	8	6	4	3	1	-1	-3	-5	-7
18	24	17	10	8	5	3	1	-1	-4	-6	-9
21	29	21	11	9	6	4	1	-2	-5	-8	-11
24	34	24	14	11	8	5	1	-2	-5	-9	-13
27	40	28	16	12	9	5	2	-2	-6	-11	-15
30	46	33	18	15	10	6	2	-3	-7	-12	-18

Para conocer el tiempo oficial, TO, habrá que añadir una tercera corrección, que depende de la época del año: $+1^h$ ó $+2^h$ en la Península y Baleares, 0^h ó $+1^h$ en Canarias.

La corrección en longitud siempre tiene el mismo signo, se trate de orto o de ocaso: en los lugares situados al Este de Madrid la Luna sale y se pone antes que en Madrid; al Oeste de Madrid, orto y ocaso tienen lugar más tarde. Esta corrección viene dada simplemente por la diferencia de longitudes, expresada en minutos de tiempo. Para las capitales de provincia, se encuentra en la primera de las tablas anteriores.

La corrección en latitud depende de la diferencia de latitudes y de la declinación de la Luna (indicada en las tablas). Puede encontrarse, para varios paralelos y cada 2° en declinación en la tabla anterior. El paralelo 28° corresponde a las Canarias.

Cálculo de orto y ocaso de la Luna en una capital de provincia

Consultando las tablas de orto y ocaso de la Luna en Madrid y las dos tablas precedentes, se realiza el simple cálculo:

orto = orto en Madrid + corrección por longitud + corrección por latitud
 ocaso = ocaso en Madrid + corrección por longitud - corrección por latitud

Ejemplo: determinación de los instantes de salida y puesta de la Luna en Guadalajara (latitud $40^{\circ}5'$) el día 20 de enero, en que su declinación media es de $+3^{\circ}$:

$$\begin{aligned}\text{orto} &= 09^{\text{h}}44^{\text{m}} + (-2^{\text{m}}) + 0^{\text{m}} = 09^{\text{h}}42^{\text{m}} \text{ TU} = 10^{\text{h}}42^{\text{m}} \text{ TO} \\ \text{ocaso} &= 22^{\text{h}}31^{\text{m}} + (-2^{\text{m}}) - 0^{\text{m}} = 22^{\text{h}}29^{\text{m}} \text{ TU} = 23^{\text{h}}29^{\text{m}} \text{ TO}\end{aligned}$$

Cálculo de orto y ocaso de la Luna en un lugar cualquiera de España

En un lugar de longitud λ_E (positiva al Este):

$$\begin{aligned}\text{orto} &= \text{orto en Madrid} - 15^{\text{m}} - \lambda_E + \text{corrección por latitud} \\ \text{ocaso} &= \text{ocaso en Madrid} - 15^{\text{m}} - \lambda_E - \text{corrección por latitud}\end{aligned}$$

En cualquier caso, los instantes de orto y ocaso determinados con este procedimiento son aproximados, pudiendo tener errores de algunos minutos debidos a las aproximaciones realizadas y a las condiciones atmosféricas.

Un cálculo preciso para cualquier lugar de posición geográfica conocida se puede realizar consultando el apartado de **Efemérides** en la *web* del Real Instituto y Observatorio de la Armada: <http://www.roa.es>.

Paso de la Luna por el meridiano

Los pasos de la Luna por el meridiano que figuran en las tablas mensuales se refieren al centro de la Luna y el tiempo en Madrid. Para obtener el instante de paso del centro de la Luna por el meridiano en otro lugar, hay que corregir por la diferencia de longitudes y por el cambio de coordenadas de la Luna que haya tenido lugar entre dichos pasos por el meridiano. En una primera aproximación, si la longitud, expresada en *hms*, es λ_E , el instante de paso (por el Sur) será:

$$\text{paso meridiano} = \text{paso meridiano Madrid} - 1,037 (14^{\text{m}}45^{\text{s}} + \lambda_E)$$

Si se desea obtener el instante de paso del borde anterior o del posterior, hay que realizar una corrección adicional, para tener en cuenta el tiempo de paso del semidiámetro. Este puede obtenerse de manera aproximada a partir de la distancia r_{\parallel} (expresada en radios terrestres), o bien del semidiámetro s_{\parallel} o de la paralaje π_{\parallel} (expresados en minutos de arco) mediante las expresiones:

$$\text{paso semidiámetro (en }^{\text{s}}) \simeq 4,1 s_{\parallel} \simeq 1,13 \pi_{\parallel} \simeq 3900 / r_{\parallel}$$

Los pasos por los bordes anterior y posterior serán:

$$\begin{aligned}\text{paso borde anterior} &= \text{paso centro} - \text{paso semidiámetro} \\ \text{paso borde posterior} &= \text{paso centro} + \text{paso semidiámetro}\end{aligned}$$

Distancia, semidiámetro y paralaje horizontal de la Luna

La distancia al centro de la Tierra r_{q} , el semidiámetro s_{q} y la paralaje ecuatorial horizontal π_{q} son parámetros relacionados entre sí. La conversión de uno a otro puede hacerse interpolando con los valores que figuran en la tabla siguiente o bien mediante fórmulas:

$$r_{\text{q}}(\text{en km}) = 6378,140 r_{\text{q}}(\text{en } \mathcal{R}_{\oplus})$$

$$s_{\text{q}} = 0,272493 \pi_{\text{q}}, \quad \sin \pi_{\text{q}} = \frac{1}{r_{\text{q}}(\text{en } \mathcal{R}_{\oplus})}$$

$$\pi_{\text{q}}(^{\circ}) \simeq \frac{57,3}{r_{\text{q}}(\text{en } \mathcal{R}_{\oplus})}, \quad \pi_{\text{q}}(') \simeq \frac{3438}{r_{\text{q}}(\text{en } \mathcal{R}_{\oplus})}$$

Conversiones entre la paralaje horizontal de la Luna π_{q} , su semidiámetro s_{q} y su distancia r_{q} al centro de la Tierra

π_{q} ' "	s_{q} ' "	Distancia, r_{q} \mathcal{R}_{\oplus} km	π_{q} ' "	s_{q} ' "	Distancia, r_{q} \mathcal{R}_{\oplus} km
53 50	14 40	63,862 407 319	58 0	15 48	59,274 378 060
54 0	14 43	63,665 406 062	58 10	15 51	59,104 376 977
54 10	14 46	63,469 404 812	58 20	15 54	58,936 375 900
54 20	14 48	63,274 403 571	58 30	15 56	58,768 374 829
54 30	14 51	63,081 402 337	58 40	15 59	58,601 373 764
54 40	14 54	62,888 401 110	58 50	16 2	58,435 372 705
54 50	14 56	62,697 399 891	59 0	16 5	58,270 371 653
55 0	14 59	62,507 398 679	59 10	16 7	58,106 370 606
55 10	15 2	62,318 397 475	59 20	16 10	57,942 369 565
55 20	15 5	62,131 396 278	59 30	16 13	57,780 368 530
55 30	15 7	61,944 395 088	59 40	16 15	57,619 367 501
55 40	15 10	61,759 393 905	59 50	16 18	57,458 366 477
55 50	15 13	61,574 392 729	60 0	16 21	57,299 365 459
56 0	15 16	61,391 391 561	60 10	16 24	57,140 364 447
56 10	15 18	61,209 390 399	60 20	16 26	56,982 363 440
56 20	15 21	61,028 389 244	60 30	16 29	56,825 362 439
56 30	15 24	60,848 388 096	60 40	16 32	56,669 361 443
56 40	15 26	60,669 386 955	60 50	16 35	56,514 360 453
56 50	15 29	60,491 385 820	61 0	16 37	56,359 359 469
57 0	15 32	60,314 384 692	61 10	16 40	56,206 358 489
57 10	15 35	60,138 383 570	61 20	16 43	56,053 357 515
57 20	15 37	59,963 382 455	61 30	16 45	55,901 356 546
57 30	15 40	59,790 381 347	61 40	16 48	55,750 355 583
57 40	15 43	59,617 380 245	61 50	16 51	55,600 354 624
57 50	15 46	59,445 379 149			

Se denomina paralaje ecuatorial horizontal de la Luna al ángulo bajo el cual se ve desde la Luna el radio ecuatorial terrestre, definición que da lugar a la segunda de las fórmulas. El semidiámetro lunar se relaciona con la paralaje horizontal simplemente como el cociente de diámetros de los dos astros, que es lo que expresa la primera de las fórmulas anteriores.

Fases de la Luna

El periodo de rotación sinódica de la Luna, o sea el tiempo que transcurre entre dos lunas nuevas consecutivas, se denomina *lunación*. Por convenio, la lunación se inicia en el instante de la *luna nueva*, es decir cuando las longitudes geocéntricas de la Luna y el Sol coinciden. El instante en que tales longitudes difieren en 180° se denomina *luna llena* y cuando difieren en 90° o 270° se habla, respectivamente, de *cuarto creciente* y *cuarto menguante*. Los instantes en que se inician las fases de la Luna antes descritas a lo largo de este año vienen indicadas en la página siguiente.

Fases de la Luna en 2010

Luna nueva		Cuarto crec.		Luna llena		Cuarto meng.	
mes	día h m	mes	día h m	mes	día h m	mes	día h m
						Ene	07 10 39
Ene	15 07 11	Ene	23 10 53	Ene	30 06 18	Feb	05 23 48
Feb	14 02 51	Feb	22 00 42	Feb	28 16 38	Mar	07 15 42
Mar	15 21 01	Mar	23 11 00	Mar	30 02 25	Abr	06 09 37
Abr	14 12 29	Abr	21 18 20	Abr	28 12 18	May	06 04 15
May	14 01 04	May	20 23 43	May	27 23 07	Jun	04 22 13
Jun	12 11 15	Jun	19 04 29	Jun	26 11 30	Jul	04 14 35
Jul	11 19 40	Jul	18 10 11	Jul	26 01 37	Ago	03 04 59
Ago	10 03 08	Ago	16 18 14	Ago	24 17 05	Set	01 17 22
Set	08 10 30	Set	15 05 50	Set	23 09 17	Oct	01 03 52
Oct	07 18 44	Oct	14 21 27	Oct	23 01 37	Oct	30 12 46
Nov	06 04 52	Nov	13 16 39	Nov	21 17 27	Nov	28 20 36
Dic	05 17 36	Dic	13 13 59	Dic	21 08 13	Dic	28 04 18

La *edad* de la luna es el tiempo transcurrido desde la última luna nueva, expresado en días.

Perigeos y apogeos

Se dice que la Luna se encuentra en el *perigeo* cuando su distancia a la Tierra en una órbita dada es mínima. Cuando es máxima se habla de

apogeo. En la siguiente tabla figuran los instantes aproximados de paso de la Luna por el perigeo y por el apogeo a lo largo del presente año.

Luna en el perigeo				Luna en el apogeo			
fecha y hora			distancia	fecha y hora			distancia
<i>mes</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	km	<i>mes</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	km
Ene	1	21	358673	Ene	17	2	406448
Ene	30	9	356592	Feb	13	2	406533
Feb	27	22	357835	Mar	12	10	405984
Mar	28	5	361891	Abr	9	3	404967
Abr	24	21	367167	May	6	22	404196
May	20	9	369769	Jun	3	17	404227
Jun	15	15	365957	Jul	1	10	405004
Jul	13	11	361129	Jul	28	24	405935
Ago	10	18	357863	Ago	25	6	406385
Set	8	4	357187	Set	21	8	406181
Oct	6	14	359444	Oct	18	18	405458
Nov	3	17	364170	Nov	15	12	404670
Nov	30	19	369397	Dic	13	9	404447
Dic	25	12	368435				

PLANETAS

En este apartado se encuentran efemérides y parámetros relativos a los planetas del sistema solar.

- Sistema planetario
- Elementos orbitales de los planetas
- Datos físicos de los planetas
- Descubrimiento de los planetas
- Efemérides de los planetas
- Ortos y ocasos de los planetas
- Fórmulas y figuras

Sistema planetario

Número de planetas conocidos:	8
Masa total de los planetas:	$2,669 \cdot 10^{27} \text{ kg}$ $= 447 \mathcal{M}_{\oplus} = \mathcal{M}_{\odot}/745$
Número de satélites conocidos:	166
Masa total de los satélites:	$6,2 \cdot 10^{23} \text{ kg} = 0,10 \mathcal{M}_{\oplus}$
Coordenadas del polo norte del plano invariable del sistema solar:	$\alpha = 18^{\text{h}}15^{\text{m}}24^{\text{s}}, \delta = 66^{\circ}59'$ (época J2000.0)

Unidades prácticas

Valores numéricos de algunas de las unidades utilizadas en la tabla anterior y las que siguen:

La masa de la Tierra es:	$1 \mathcal{M}_{\oplus} = 5,9742 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
y la masa del Sol es:	$1 \mathcal{M}_{\odot} = 1,9891 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 332946 \mathcal{M}_{\oplus}$
El radio de la Tierra es:	$1 \mathcal{R}_{\oplus} = 6378,140 \text{ km}$
La distancia Tierra-Sol es:	$1 \text{ UA} = 149597870 \text{ km} = 8,317 \text{ minutos luz}$
La velocidad de la luz es:	$c = 299792,458 \text{ km/s} = 173,145 \text{ UA/día}$
de donde se deduce que:	$1 \text{ UA/día} = 1731,457 \text{ km/s} = 6233245 \text{ km/h}$

La constante gravitatoria de Newton expresada en diversas unidades es:

$$\begin{aligned}
 G &= 2,959122083 \cdot 10^{-4} (\text{UA})^3 (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{día})^{-2} \\
 &= 4 \pi^2 (\text{UA})^3 (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{años})^{-2} \\
 &= 887 \text{ UA} (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{km/s})^2 \\
 &= 4,301 \cdot 10^{-3} \text{ pc} (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{km/s})^2 \\
 &= 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \\
 &= 6,672 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ s}^{-2}
 \end{aligned}$$

Elementos orbitales

En las páginas siguientes figuran los elementos orbitales de los planetas referidos al equinoccio y eclíptica medios J2000.0. Algunos valores, como el del semieje mayor y de la excentricidad de la órbita sufren variaciones debido a las perturbaciones planetarias, siendo especialmente importantes para los planetas exteriores a Júpiter. Cuando alguna magnitud se expresa en *años* se refiere a años julianos. Para tenerla en días basta multiplicar por 365,25. Un *día* corresponde a exactamente 86400 segundos.

Los elementos de la órbita son:

- T** = instante de paso por el perihelio,
- a** = semieje mayor de la órbita,
- e** = excentricidad,
- ω = argumento del perihelio,
- Ω = longitud del nodo ascendente
- i** = inclinación de la órbita respecto de la eclíptica.

Las distancias al Sol mínima (distancia perihélica, q) y máxima (distancia afélica, Q) vienen dadas por:

$$q = a(1 - e) \text{ y } Q = a(1 + e)$$

El periodo de revolución, expresado en años, se determina mediante: $P = a^{3/2}$. El movimiento medio, expresado en grados por día, se obtiene mediante: $n = 0,98561/P$.

Las velocidades orbitales mínima (en el afelio, V_m), máxima (en el perihelio, V_M) y media (V_{media}) vienen dadas, expresadas en km/s, por:

$$V_m = V_{media} \sqrt{\frac{1 - e}{1 + e}}$$

$$V_M = V_{media} \sqrt{\frac{1 + e}{1 - e}}$$

$$V_{media} = \frac{29,7847}{\sqrt{a}}$$

El periodo sinódico (P_{sin}) de un planeta se puede calcular a partir de su periodo orbital P y del de la Tierra P_{Tierra} :

$$P_{sin} = \left(\frac{1}{P_{Tierra}} - \frac{1}{P} \right)^{-1}$$

Elementos orbitales (J2000.0)

Planeta	inclinación i	longitud del nodo, Ω	longitud del perihelio, ω	longitud media, L
Mercurio	7°005	48°332	77°456	252°251
Venus	3°395	76°681	131°533	181°980
Tierra	0°000	0°000	102°947	100°464
Marte	1°851	49°579	336°041	355°453
Júpiter	1°305	100°556	14°754	34°404
Saturno	2°484	113°715	92°432	49°944
Urano	0°770	74°230	170°964	313°232
Neptuno	1°769	131°722	44°971	304°880

argumento del perihelio: $\omega = \omega - \Omega$.

Distancias orbitales (J2000.0)

Planeta	semieje mayor, a		excentricidad, e	distancias (UA)	
	en UA	10^6 km		q,mínima	Q,máxima
Mercurio	0,387099	57,91	0,20563	0,3075	0,4667
Venus	0,723332	108,21	0,00677	0,7184	0,7282
Tierra	1,000000	149,60	0,01671	0,9833	1,0167
Marte	1,523662	227,92	0,09341	1,3814	1,6660
Júpiter	5,203363	778,57	0,04839	4,9503	5,4549
Saturno	9,537070	1433,53	0,05415	9,0418	10,1235
Urano	19,191264	2872,46	0,04727	18,3257	20,0775
Neptuno	30,068963	4495,06	0,00859	29,7112	30,3852

Traslación (J2000.0)

Planeta	periodo orbital P (años)	movimiento medio diario n	velocidad orbital media V (km/s)	periodo sinódico medio (días)
Mercurio	0,240844	$4^{\circ}092377$	47,873	115,878
Venus	0,615183	$1^{\circ}602169$	35,021	583,921
Tierra	0,999979	$0^{\circ}985647$	29,786	
Marte	1,880711	$0^{\circ}524071$	24,131	779,936
Júpiter	11,856525	$0^{\circ}083129$	13,070	398,884
Saturno	29,423519	$0^{\circ}033498$	9,672	378,092
Urano	83,747407	$0^{\circ}011769$	6,835	369,656
Neptuno	163,723204	$0^{\circ}006020$	5,478	367,487

El periodo sinódico medio se refiere al tiempo medio entre repeticiones sucesivas de un mismo fenómeno planetario (por ejemplo, una oposición) visto desde la Tierra. La velocidad para escapar del sistema solar desde una órbita dada se obtiene multiplicando la velocidad orbital por $\sqrt{2}$.

Otros datos referidos a la órbita

Planeta	distancia a la Tierra (en 10^6 km)		diámetro aparente desde la Tierra		diámetro medio del Sol visto desde el planeta
	máxima	mínima	mínimo	máximo	
Mercurio	221,9	77,3	$4''5$	$13''0$	$4958''$
Venus	261,0	38,2	$9''7$	$66''0$	$2653''$
Tierra					$1919''$
Marte	401,3	55,7	$3''5$	$25''1$	$1260''$
Júpiter	968,1	588,5	$29''8$	$49''0$	$369''$
Saturno	1658,5	1195,5	$14''5$	$20''1$	$201''$
Urano	3157,3	2581,9	$3''3$	$4''1$	$100''$
Neptuno	4687,3	4305,9	$2''2$	$2''4$	$64''$

Rotación

Planeta	periodo sidéreo (días)	velocidad de rotación en el ecuador (km/s)	día solar medio (días)	inclinación del ecuador a la órbita
Mercurio	58 ^d 15 ^h 30 ^m 5	0,0030	175,942	0°01
Venus	243 ^d 02 Retr.	0,0018	R 116,750	177°36
Tierra	23 ^h 56 ^m 04 ^s 099	0,4651	1,000	23°45
Marte	24 ^h 37 ^m 22 ^s 663	0,2408	1,027	25°19
Júpiter	09 ^h 55 ^m 29 ^s 7	12,5720	0,414	3°13
Saturno	10 ^h 39 ^m 22 ^s 4	10,0179	0,444	26°73
Urano	17 ^h 14 ^m 4 Retr.	2,5875	R 0,718	97°77
Neptuno	16 ^h 06 ^m 6	2,6829	0,671	28°32

Parámetros de las coordenadas planetográficas

Planeta	eje de rotación (J2000)		meridiano de referencia
	α_0	δ_0	w
Mercurio	281,01–0,003 T	61,45–0,005 T	329,548+6,1385025 d
Venus	272,76	67,16	160,20–1,4813688 d
Tierra	0,00–0,641 T	90,00–0,557 T	190,147+360,9856235 d
Marte	317,681–0,106 T	52,886–0,061 T	176,630+350,89198226 d
Júpiter	268,05–0,009 T	64,49–0,003 T	284,95+870,5366420 d
Saturno	40,589–0,036 T	83,537–0,004 T	38,90+810,7939024 d
Urano	257,311	–15,175	203,81–501,1600928 d
Neptuno	299,36+0,70 senN	43,46–0,51 cosN	253,18+w ₁ –0,48 senN

Siendo $d = DJ - 2451545$ y $T = d/36525$. DJ es el día juliano.

En el caso de Neptuno: $w_1 = 536,3128492 d$ y $N = 357,85 + 52,316 T$.

Datos fotométricos

Planeta	albedo geométrico	albedo de Bond	magnitud visual, V(1,0)	magnitud visual, V, en oposic.	índice de color B–V	constante solar (Tierra=1)
Mercurio	0,106	0,12	–0,42		0,93	6,673
Venus	0,65	0,75	–4,40		0,82	1,911
Tierra	0,367	0,31	–3,86			1,000
Marte	0,150	0,25	–1,52	–2,0	1,36	0,431
Júpiter	0,52	0,34	–9,40	–2,7	0,83	0,037
Saturno	0,47	0,34	–8,88	+0,7	1,04	0,011
Urano	0,51	0,30	–7,19	+5,5	0,56	0,003
Neptuno	0,41	0,29	–6,87	+7,8	0,41	0,001

La constante solar de la Tierra es: $1370 \text{ W m}^{-2} = 1,96 \text{ cal min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$.
Corresponde a la cantidad de energía que se recibe del Sol por unidad de tiempo y de superficie, en el exterior de la atmósfera.

Datos físicos

Planeta	Tamaño					
	radio ecuato. en \mathcal{R}_{\oplus}	diámetro ecuato. en km	diámetro polar en km	achata- miento, f	tamaño angular a 1 UA	volumen Tierra=1 ($\approx 10^{12} \text{km}^3$)
Mercurio	0,383	4 879,4	= ecuato.	~ 0	6''73	0,0562
Venus	0,949	12 103,6	= ecuato.	~ 0	16''69	0,8571
Tierra	1,000	12 756,3	12 713,5	0,003 3528	17''59	1,0000
Marte	0,532	6 792,4	6 752,4	0,005 8860	9''37	0,1506
Júpiter	11,209	142 984	133 708	0,064 8744	197''15	1321
Saturno	9,449	120 536	108 728	0,097 9624	166''19	764
Urano	4,007	51 118	49 946	0,022 9273	70''48	63
Neptuno	3,883	49 528	48 682	0,0171	68''29	58

El achatamiento se define como: $f = 1 - D_{\text{polar}}/D_{\text{ecuato}}$.

Planeta	Masa			
	masa, M_{P} (M_{\oplus})	densidad media (g cm^{-3})	gravedad superf. ecu. (m s^{-2})	constante gravit., GM_{P} ($10^{15} \text{m}^3 \text{s}^{-2}$)
Mercurio	0,0553	5,43	3,70	0,022 032
Venus	0,8150	5,24	8,87	0,324 857
Tierra	1,0000	5,52	9,80	0,398 600
Marte	0,1074	3,93	3,71	0,042 828
Júpiter	317,83	1,33	23,12	126,686
Saturno	95,16	0,69	8,96	37,931
Urano	14,54	1,27	8,69	5,794 559
Neptuno	17,15	1,64	11,00	6,835

Planeta	Parámetros dinámicos			
	momento de inercia ($I/M_{\text{P}}R_{\text{P}}^2$)	J_2 (10^{-6})	velocidad de escape ecuatorial (km s^{-1})	aceleración centrífuga ecuatorial (m s^{-2})
Mercurio	0,33	60	4,3	$9,50 \cdot 10^{-8}$
Venus	0,33	4,458	10,36	$1,37 \cdot 10^{-8}$
Tierra	0,3308	1082,63	11,186	$8,59 \cdot 10^{-4}$
Marte	0,366	1960,45	5,03	$4,32 \cdot 10^{-4}$
Júpiter	0,254	14,736	59,5	$560,00 \cdot 10^{-4}$
Saturno	0,210	16,298	35,5	$409,54 \cdot 10^{-4}$
Urano	0,225	3343,43	21,3	$66,35 \cdot 10^{-4}$
Neptuno		3411	23,5	$73,62 \cdot 10^{-4}$

J_2 es el achatamiento dinámico del planeta, R_{P} y M_{P} son el radio ecuatorial y la masa del planeta respectivamente.

Atmósfera

Planeta	temperatura				presión (atm)	gases más abundantes (> 1%)
	superficial (°C)	nubes (°C)	equil. (°K)	efectiva (°K)		
Mercurio	-170 a 350		634	442,5	$\sim 10^{-15}$	O ₂ , Na, H ₂ , He
Venus	460	-33	464	231,7	92	CO ₂ , N ₂
Tierra	15		394	254,3	1	N ₂ , O ₂
Marte	-55		319	210,1	0,007	CO ₂ , N ₂ , Ar
Júpiter		-144	173	110,0		H ₂ , He
Saturno		-176	128	81,1		H ₂ , He
Urano		-214	90	58,2		H ₂ , He, CH ₄
Neptuno		-214	72	46,6		H ₂ , He, CH ₄

Temperatura de equilibrio es la máxima que puede alcanzar un cuerpo negro situado donde el planeta y debida exclusivamente a la radiación solar.

Temperatura efectiva es la que describe la emisión del planeta si radiara según la ley de Stefan-Boltzmann de un cuerpo negro.

Magnetosfera

Planeta	campo de fuerza del dipolo (gauss)	inclinación del dipolo	momento dipolar (Tierra=1)	Magnetopausa en dirección al Sol (R_p)
Mercurio	0,003	14°	0,0007	1,5
Venus	< 0,00003		< 0,0004	
Tierra	0,305	10°8	1	10
Marte	< 0,0003		< 0,0002	
Júpiter	4,28	9°6	20 000	80
Saturno	0,22	< 1°	600	20
Urano	0,23	58°6	50	20
Neptuno	0,14	47°	25	25

R_p el radio ecuatorial del planeta.

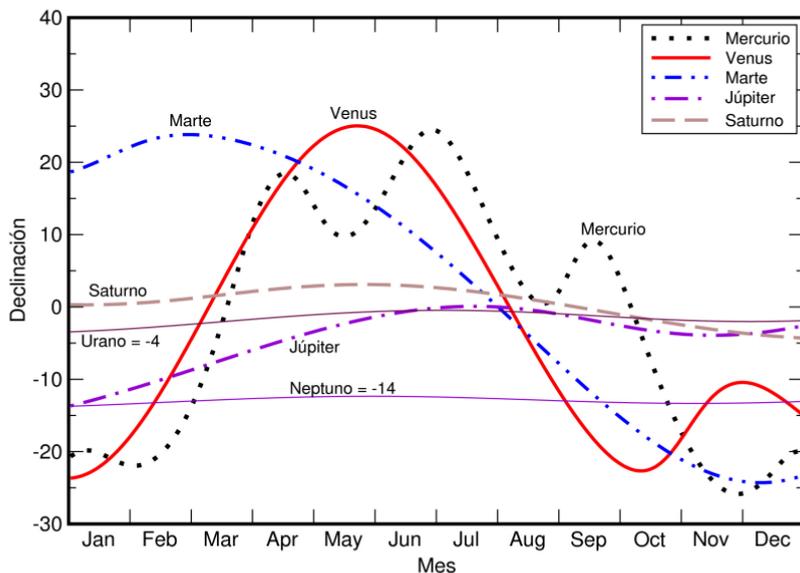
El momento dipolar de la Tierra es: $7,84 \cdot 10^{15}$ teslas-m³.

Descubrimiento de planetas

Urano: 13 de marzo de 1781, por Friedrich Wilhelm [(Sir) William] Herschel (1738–1822). Primer planeta descubierto en tiempos históricos y el primero descubierto con un telescopio (de 6,2 pulgadas de apertura y 227 aumentos).

Neptuno: 23 de setiembre de 1846, por Johann Gottlieb Galle (1812–1910), acompañado por su asistente Heinrich L. d'Arrest, con un refractor de 9 pulgadas de apertura. Descubrimiento basado en una predicción analítica (18 de setiembre) de Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811–1877). Una predicción anterior (setiembre de 1845) de John Couch Adams (1819–1892) pasó desapercibida. El día 10 de octubre William Lassell descubrió el satélite Tritón con un telescopio de 24 pulgadas de apertura.

2010



Efemérides para observaciones físicas

En las páginas siguientes figuran las efemérides de los planetas distribuidas en dos tablas. En la primera se dan los instantes de orto, culminación y ocaso en Madrid (en TU), y además las coordenadas ecuatoriales y la distancia geocéntricas a 0^h de TU para cada diez días.

En la segunda de las tablas se da, para cada veinte días, una serie de parámetros útiles en diversos tipos de observaciones en que se requieran valores relativos al brillo, la iluminación, la orientación y la rotación. Debe sobreentenderse que todos estos parámetros se refieren a un observador situado en la Tierra. Varios de los parámetros se dan para cada uno de los planetas, mientras que otros sólo se indican en aquellos casos en que resultan relevantes.

τ es la distancia planeta–Tierra en tiempo luz, expresada en minutos. Se relaciona con la distancia expresada en UA mediante: *distancia* (en UA) = 0,12024 · *distancia* (en minutos-luz).

D_{ecu} es el diámetro ecuatorial, expresado en segundos de arco. Para un achatamiento f , el diámetro polar se calcula mediante:

$$D_{pol} = (1 - f)D_{ecu}$$

BRILLO:

V es la magnitud visual total. Depende de las distancias a la Tierra y al Sol y de la fase. En el caso de Saturno depende además de la orientación de los anillos.

BS es el brillo superficial medio de la superficie que se ve iluminada, en unidades de magnitud visual por segundo de arco al cuadrado. Se da sólo para aquellos planetas cuyo tamaño angular (D_{ecu}) supera los $4''$.

ILUMINACIÓN:

ángulo de fase es el ángulo entre las direcciones planeta–Tierra y planeta–Sol, expresado en grados. Para los planetas más alejados es muy pequeño.

fase es la fracción de disco iluminada. Sólo se da para Mercurio, Venus y Marte, pues para el resto de los planetas la fase es siempre $\gtrsim 0,99$.

defecto de iluminación es la máxima anchura de la porción de disco no iluminada, medida en la dirección del ángulo de iluminación. Sólo se da para Mercurio, Venus y Marte, por idéntica razón.

ORIENTACIÓN:

L_P es la longitud planetográfica del meridiano central del planeta, siendo éste aquél cuyo plano contiene la Tierra. No se da en aquellos casos en que no hay ni emisión radio ni detalles destacados en la superficie visible.

B_P es la latitud (o declinación) planetográfica de la Tierra, referida al ecuador del planeta y expresada en grados. Cuando es positiva, el polo norte del planeta es visible desde la Tierra.

P_{PN} es el ángulo de posición del eje del planeta, expresado en grados. Se define como el ángulo entre la dirección Norte y el eje del planeta (proyectado en el cielo), medido positivamente hacia el Este.

MERCURIO 2010

Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto <i>h m</i>	Culm. <i>h m</i>	Ocaso <i>h m</i>	Asc. recta <i>h m s</i>	Declinación <i>° ' "</i>		
Ene.	1	8 2	12 49	17 37	19 21 17	-20 28 24	0,702687	
	11	6 31	11 21	16 11	18 30 49	-19 55 7	0,711089	
	21	5 58	10 44	15 31	18 31 11	-21 6 2	0,888056	
Feb.	31	6 3	10 46	15 30	19 11 29	-21 56 44	1,066482	
	10	6 16	11 3	15 51	20 7 18	-21 8 33	1,205737	
	20	6 27	11 26	16 26	21 9 20	-18 16 12	1,304178	
Mar.	2	6 34	11 52	17 11	22 14 22	-13 12 59	1,361555	
	12	6 36	12 20	18 6	23 22 3	-6 0 17	1,366416	
	22	6 37	12 51	19 8	0 32 36	+2 58 12	1,285488	
Abr.	1	6 33	13 19	20 6	1 40 6	+11 54 26	1,085004	
	11	6 18	13 24	20 30	2 26 16	+17 31 46	0,827913	
	21	5 46	12 52	19 57	2 35 50	+18 0 46	0,633139	
May.	1	5 3	11 54	18 43	2 17 19	+14 4 28	0,561551	
	11	4 26	11 3	17 40	2 5 7	+10 16 28	0,610706	
	21	4 0	10 38	17 17	2 18 21	+10 9 46	0,737088	
Jun.	31	3 46	10 36	17 27	2 54 43	+13 17 49	0,905648	
	10	3 45	10 54	18 5	3 51 23	+18 8 45	1,093887	
	20	4 5	11 34	19 4	5 9 34	+22 47 15	1,260810	
Jul.	30	4 53	12 30	20 6	6 43 47	+24 27 28	1,327098	
	10	5 55	13 19	20 41	8 12 57	+21 49 36	1,268199	
	20	6 48	13 50	20 50	9 24 27	+16 30 28	1,145780	
Ago.	30	7 25	14 4	20 41	10 18 37	+10 21 6	1,003701	
	9	7 43	14 1	20 18	10 56 19	+4 40 38	0,857654	
	19	7 32	13 37	19 42	11 13 19	+0 56 5	0,720357	
Set.	29	6 37	12 44	18 51	11 0 55	+1 22 23	0,630497	
	8	5 12	11 35	18 0	10 31 19	+6 22 16	0,675537	
	18	4 30	11 4	17 38	10 36 31	+9 7 40	0,897081	
Oct.	28	4 54	11 16	17 37	11 26 57	+5 31 34	1,166403	
	8	5 44	11 41	17 38	12 31 18	-1 33 44	1,343986	
	18	6 33	12 5	17 36	13 34 28	-9 0 59	1,421728	
Nov.	28	7 19	12 27	17 34	14 35 54	-15 36 17	1,428620	
	7	8 2	12 49	17 36	15 37 28	-20 50 52	1,379573	
	17	8 39	13 12	17 44	16 39 43	-24 23 9	1,276086	
Dic.	27	9 5	13 32	17 58	17 39 21	-25 50 21	1,112144	
	7	9 3	13 33	18 3	18 21 53	-24 59 33	0,889221	
	17	7 56	12 37	17 17	18 8 47	-22 20 22	0,693889	
	27	6 20	11 10	16 0	17 19 43	-20 1 49	0,739497	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

VENUS 2010

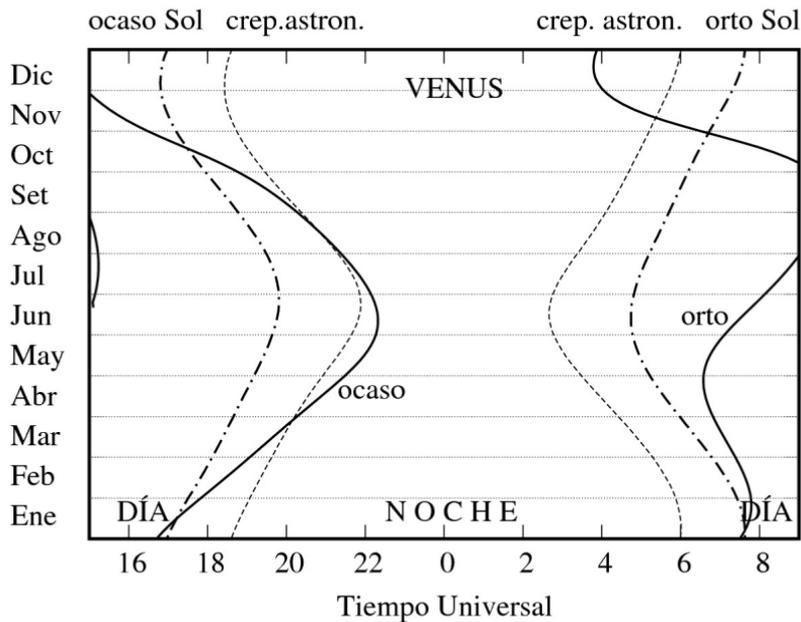
Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinación ° ' "		
Ene.	1	7 31	12 8	16 44	18 34 17	-23 38 31	1,708107	
	11	7 42	12 23	17 4	19 28 54	-22 40 16	1,711148	
	21	7 47	12 37	17 27	20 22 16	-20 33 0	1,710214	
Feb.	31	7 47	12 49	17 51	21 13 45	-17 25 21	1,705303	
	10	7 42	12 59	18 16	22 3 10	-13 28 40	1,696480	
	20	7 34	13 7	18 40	22 50 43	-8 55 35	1,683481	
Mar.	2	7 23	13 13	19 4	23 36 53	-3 59 6	1,666153	
	12	7 12	13 19	19 28	0 22 18	+1 8 16	1,644443	
	22	7 0	13 25	19 51	1 7 39	+6 14 13	1,618005	
Abr.	1	6 50	13 32	20 15	1 53 38	+11 6 22	1,586642	
	11	6 41	13 40	20 39	2 40 50	+15 32 24	1,550333	
	21	6 36	13 49	21 4	3 29 40	+19 19 56	1,508834	
May.	1	6 35	14 0	21 27	4 20 14	+22 16 55	1,462113	
	11	6 39	14 13	21 48	5 12 16	+24 13 2	1,410381	
	21	6 49	14 26	22 4	6 5 2	+25 0 58	1,353678	
Jun.	31	7 4	14 40	22 15	6 57 33	+24 37 57	1,292275	
	10	7 23	14 51	22 19	7 48 47	+23 6 20	1,226694	
	20	7 43	15 1	22 18	8 37 56	+20 33 0	1,157265	
Jul.	30	8 4	15 8	22 11	9 24 31	+17 8 7	1,084512	
	10	8 24	15 12	21 59	10 8 25	+13 3 10	1,009152	
	20	8 42	15 14	21 45	10 49 50	+8 29 51	0,931655	
Ago.	30	8 59	15 14	21 27	11 28 58	+3 39 50	0,852648	
	9	9 13	15 11	21 8	12 6 3	-1 16 10	0,772921	
	19	9 25	15 7	20 47	12 41 12	-6 7 51	0,693037	
Set.	29	9 35	15 0	20 24	13 14 7	-10 44 35	0,613824	
	8	9 40	14 50	19 59	13 44 1	-14 55 56	0,536465	
	18	9 40	14 36	19 32	14 9 21	-18 30 4	0,462314	
Oct.	28	9 28	14 14	18 59	14 27 14	-21 11 6	0,393784	
	8	9 1	13 40	18 20	14 33 50	-22 35 16	0,334910	
	18	8 11	12 52	17 34	14 26 3	-22 6 54	0,291688	
Nov.	28	7 1	11 53	16 47	14 6 41	-19 22 52	0,272031	
	7	5 47	10 56	16 5	13 47 48	-15 21 11	0,280954	
	17	4 50	10 10	15 31	13 40 50	-12 1 53	0,315734	
Dic.	27	4 13	9 39	15 5	13 48 26	-10 31 37	0,368959	
	7	3 54	9 19	14 45	14 7 50	-10 44 18	0,433352	
	17	3 47	9 8	14 28	14 35 39	-12 7 24	0,504049	
	27	3 49	9 3	14 16	15 9 32	-14 9 25	0,578241	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

VENUS 2010

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	fase	def.ilu. "
Ene 1	14,21	9,77	-3,8	0,9	3,6	0,999	0,01
Ene 21	14,22	9,76	-3,8	0,9	3,3	0,999	0,01
Feb 10	14,11	9,84	-3,8	0,9	9,7	0,993	0,07
Mar 2	13,86	10,02	-3,8	0,9	16,4	0,980	0,20
Mar 22	13,46	10,31	-3,8	1,0	23,4	0,959	0,42
Abr 11	12,89	10,76	-3,8	1,0	30,8	0,929	0,76
May 1	12,16	11,41	-3,8	1,1	38,7	0,890	1,26
May 21	11,26	12,33	-3,8	1,2	47,1	0,840	1,97
Jun 10	10,20	13,60	-3,9	1,3	55,8	0,781	2,98
Jun 30	9,02	15,39	-3,9	1,4	64,9	0,712	4,43
Jul 20	7,75	17,91	-4,0	1,5	74,5	0,633	6,57
Ago 9	6,43	21,59	-4,1	1,6	85,0	0,543	9,86
Ago 29	5,11	27,19	-4,3	1,7	97,3	0,437	15,31
Set 18	3,84	36,10	-4,4	1,8	113,3	0,302	25,19
Oct 8	2,79	49,83	-4,4	1,6	137,5	0,131	43,28
Oct 28	2,26	61,35	-3,9	-0,8	171,2	0,006	60,99
Nov 17	2,63	52,86	-4,4	1,5	141,8	0,107	47,19
Dic 7	3,60	38,51	-4,5	1,8	115,2	0,287	27,46
Dic 27	4,81	28,86	-4,4	1,7	98,1	0,430	16,46



MARTE 2010

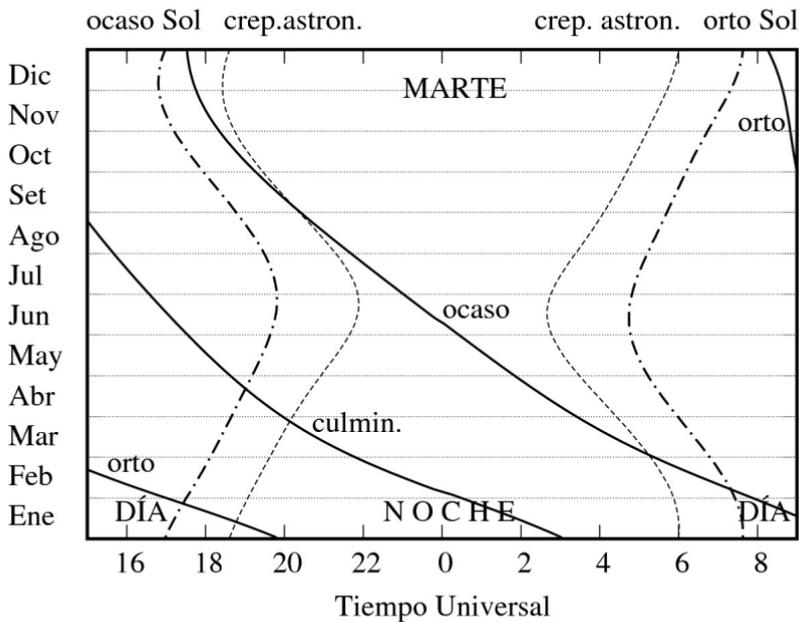
Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinación ° ' "		
Ene.	1	19 48	3 2	10 11	9 29 54	+18 45 8	0,738855	
	11	18 56	2 14	9 28	9 21 32	+19 47 58	0,694788	
	21	17 58	1 22	8 40	9 8 17	+21 3 51	0,669153	
Feb.	31	16 57	0 26	7 50	8 52 13	+22 16 58	0,665139	
	10	15 58	23 26	6 59	8 36 18	+23 12 44	0,683519	
	20	15 4	22 34	6 9	8 23 28	+23 43 29	0,722863	
Mar.	2	14 17	21 48	5 23	8 15 40	+23 49 26	0,779615	
	12	13 37	21 7	4 40	8 13 20	+23 35 12	0,849629	
	22	13 3	20 30	4 1	8 16 7	+22 4 56	0,929205	
Abr.	1	12 34	19 58	3 26	8 23 14	+23 21 23	1,014926	
	11	12 9	19 30	2 53	8 33 47	+21 26 7	1,104302	
	21	11 48	19 4	2 23	8 47 1	+20 19 33	1,195425	
May.	1	11 29	18 40	1 53	9 2 19	+19 1 58	1,286583	
	11	11 13	18 18	1 25	9 19 9	+17 33 41	1,376730	
	21	10 58	17 56	0 57	9 37 10	+15 54 48	1,464947	
Jun.	31	10 44	17 36	0 30	9 56 4	+14 5 55	1,550358	
	10	10 32	17 16	0 3	10 15 39	+12 7 39	1,632567	
	20	10 20	16 57	23 33	10 35 47	+10 0 40	1,711072	
Jul.	30	10 9	16 38	23 6	10 56 23	+7 45 59	1,785424	
	10	9 59	16 20	22 40	11 17 25	+5 24 39	1,855536	
	20	9 50	16 2	22 14	11 38 53	+2 57 43	1,921111	
Ago.	30	9 41	15 44	21 48	12 0 47	+0 26 36	1,981966	
	9	9 32	15 27	21 22	12 23 11	-2 7 20	2,038183	
	19	9 25	15 11	20 57	12 46 9	-4 42 37	2,089590	
Set.	29	9 18	14 55	20 32	13 9 46	-7 17 25	2,136202	
	8	9 12	14 40	20 8	13 34 7	-9 49 56	2,178208	
	18	9 6	14 26	19 45	13 59 18	-12 18 5	2,215534	
Oct.	28	9 2	14 13	19 23	14 25 24	-14 39 30	2,248357	
	8	8 58	14 0	19 3	14 52 30	-16 51 45	2,276944	
	18	8 54	13 49	18 44	15 20 41	-18 52 5	2,301313	
Nov.	28	8 51	13 39	18 27	15 49 56	-20 37 39	2,321778	
	7	8 48	13 30	18 12	16 20 17	-22 5 37	2,338662	
	17	8 45	13 22	18 0	16 51 37	-23 13 10	2,352067	
Dic.	27	8 41	13 15	17 49	17 23 49	-23 57 45	2,362412	
	7	8 35	13 8	17 41	17 56 42	-24 17 19	2,370040	
	17	8 29	13 2	17 36	18 30 0	-24 10 28	2,375112	
	27	8 20	12 56	17 33	19 3 28	-23 36 35	2,378090	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

MARTE 2010

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	fase	def.ilu. "	L_P °	P_{PN} °
Ene 1	6,14	12,68	-0,8	4,4	22,1	0,963	0,47	293,7	3,0
Ene 21	5,57	14,00	-1,2	4,3	7,9	0,995	0,07	117,0	359,6
Feb 10	5,68	13,70	-1,1	4,3	9,6	0,993	0,10	302,4	354,6
Mar 2	6,48	12,02	-0,6	4,5	22,9	0,961	0,47	124,8	351,5
Mar 22	7,73	10,08	-0,1	4,6	31,3	0,927	0,73	302,3	351,6
Abr 11	9,18	8,48	0,4	4,6	35,6	0,906	0,79	115,8	354,2
May 1	10,70	7,28	0,7	4,7	37,3	0,898	0,74	286,5	358,6
May 21	12,18	6,39	1,0	4,6	37,3	0,898	0,65	95,0	4,2
Jun 10	13,58	5,74	1,2	4,6	36,1	0,904	0,55	262,0	10,5
Jun 30	14,85	5,25	1,3	4,6	34,3	0,913	0,46	67,7	17,2
Jul 20	15,98	4,88	1,4	4,5	31,9	0,924	0,37	232,4	23,8
Ago 9	16,95	4,60	1,5	4,5	29,2	0,936	0,29	36,5	29,8
Ago 29	17,77	4,39	1,5	4,4	26,3	0,948	0,23	200,3	34,7
Set 18	18,43	4,23	1,5	4,3	23,2	0,960	0,17	4,1	37,8
Oct 8	18,94	4,11	1,5	4,3	20,0	0,970	0,12	168,2	38,7
Oct 28	19,31	4,03	1,4	4,2	16,6	0,979	0,08	332,6	37,2
Nov 17	19,56	3,98	1,4	4,1	13,3	0,987	0,05	137,1	33,2
Dic 7	19,71	3,95	1,3	4,0	9,9	0,993	0,03	301,5	26,9
Dic 27	19,78	3,94	1,2	3,9	6,5	0,997	0,01	105,5	18,8



JUPITER 2010

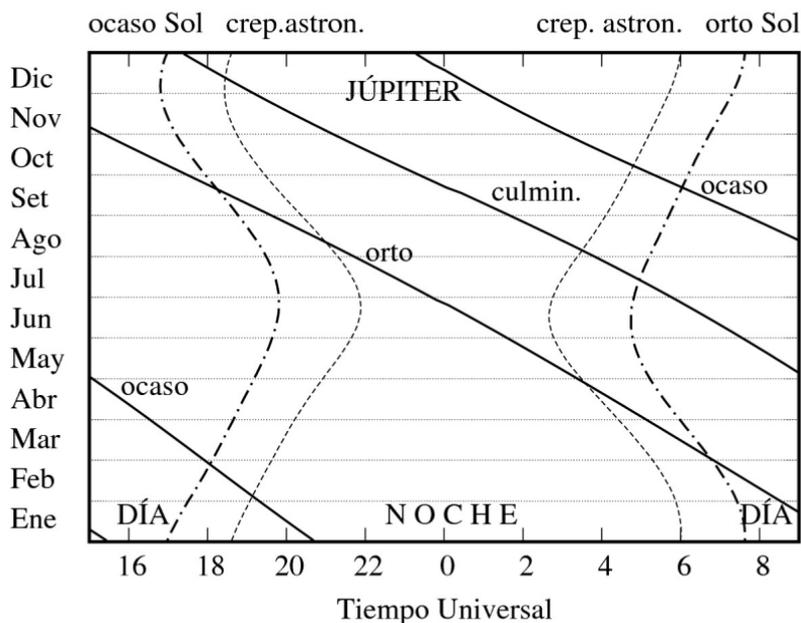
Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinación ° ' "		
Ene.	1	10 11	15 26	20 41	21 55 41	-13 36 32	5,637364	
	11	9 37	14 55	20 13	22 3 43	-12 53 0	5,741441	
	21	9 4	14 24	19 45	22 12 10	-12 6 20	5,828294	
Feb.	31	8 30	13 53	19 17	22 20 55	-11 17 2	5,896413	
	10	7 57	13 23	18 50	22 29 51	-10 25 38	5,944937	
	20	7 23	12 53	18 22	22 38 54	-9 32 37	5,973047	
Mar.	2	6 50	12 22	17 55	22 47 58	-8 38 36	5,980435	
	12	6 16	11 52	17 28	22 56 59	-7 44 6	5,967268	
	22	5 43	11 22	17 1	23 5 54	-6 49 44	5,933719	
Abr.	1	5 9	10 51	16 33	23 14 36	-5 56 6	5,880530	
	11	4 35	10 20	16 5	23 23 2	-5 3 47	5,808715	
	21	4 1	9 49	15 37	23 31 8	-4 13 26	5,719325	
May.	1	3 27	9 17	15 8	23 38 49	-3 25 41	5,614010	
	11	2 52	8 45	14 38	23 46 0	-2 41 9	5,494503	
	21	2 17	8 12	14 8	23 52 36	-2 0 32	5,362715	
Jun.	31	1 41	7 39	13 36	23 58 32	-1 24 28	5,221145	
	10	1 5	7 4	13 4	0 3 41	-0 53 38	5,072282	
	20	0 29	6 29	12 30	0 7 58	-0 28 43	4,919002	
Jul.	30	23 48	5 53	11 55	0 11 16	-0 10 18	4,764707	
	10	23 10	5 16	11 18	0 13 30	+0 1 1	4,612783	
	20	22 32	4 38	10 40	0 14 36	+0 4 48	4,467158	
Ago.	30	21 52	3 58	10 0	0 14 30	+0 0 54	4,332039	
	9	21 12	3 18	9 19	0 13 12	-0 10 38	4,211508	
	19	20 32	2 36	8 36	0 10 45	-0 29 19	4,109952	
Set.	29	19 50	1 53	7 52	0 7 18	-0 54 4	4,031304	
	8	19 8	1 10	7 7	0 3 4	-1 23 22	3,978825	
	18	18 26	0 26	6 21	23 58 19	-1 55 10	3,955186	
Oct.	28	17 44	23 37	5 35	23 53 27	-2 27 3	3,961543	
	8	17 2	22 53	4 49	23 48 47	-2 56 40	3,997834	
	18	16 20	22 10	4 5	23 44 42	-3 21 46	4,062778	
Nov.	28	15 38	21 28	3 21	23 41 29	-3 40 35	4,153536	
	7	14 57	20 46	2 39	23 39 21	-3 51 56	4,266613	
	17	14 17	20 6	1 59	23 38 26	-3 55 7	4,397794	
Dic.	27	13 38	19 27	1 20	23 38 47	-3 50 0	4,542341	
	7	13 0	18 50	0 43	23 40 22	-3 36 49	4,695790	
	17	12 22	18 13	0 8	23 43 9	-3 15 59	4,853549	
	27	11 45	17 38	23 30	23 47 2	-2 48 14	5,011309	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

JUPITER 2010

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	BS	a.fase ◦	L_P ◦	P_{PN} ◦
Ene 1	46,88	34,97	-2,0	5,4	8,1	224,3	337,9
Ene 21	48,47	33,83	-1,9	5,4	5,6	349,8	337,0
Feb 10	49,44	33,16	-1,9	5,4	2,8	115,3	336,2
Mar 2	49,74	32,97	-1,9	5,4	0,3	241,1	335,6
Mar 22	49,35	33,22	-1,9	5,4	3,2	7,2	335,0
Abr 11	48,31	33,94	-1,9	5,4	6,0	134,0	334,7
May 1	46,69	35,12	-2,0	5,4	8,5	261,4	334,5
May 21	44,60	36,76	-2,1	5,4	10,4	29,7	334,5
Jun 10	42,18	38,87	-2,2	5,4	11,5	158,9	334,5
Jun 30	39,63	41,38	-2,3	5,4	11,8	289,2	334,6
Jul 20	37,15	44,13	-2,5	5,4	10,8	60,5	334,6
Ago 9	35,03	46,81	-2,6	5,4	8,5	193,0	334,6
Ago 29	33,53	48,90	-2,7	5,4	5,1	326,3	334,5
Set 18	32,89	49,84	-2,8	5,4	0,8	99,8	334,5
Oct 8	33,25	49,31	-2,7	5,4	3,7	233,0	334,5
Oct 28	34,54	47,46	-2,6	5,4	7,4	4,9	334,5
Nov 17	36,58	44,83	-2,5	5,4	10,1	135,2	334,5
Dic 7	39,05	41,98	-2,4	5,4	11,3	263,8	334,5
Dic 27	41,68	39,34	-2,2	5,4	11,3	31,1	334,5



SATURNO 2010

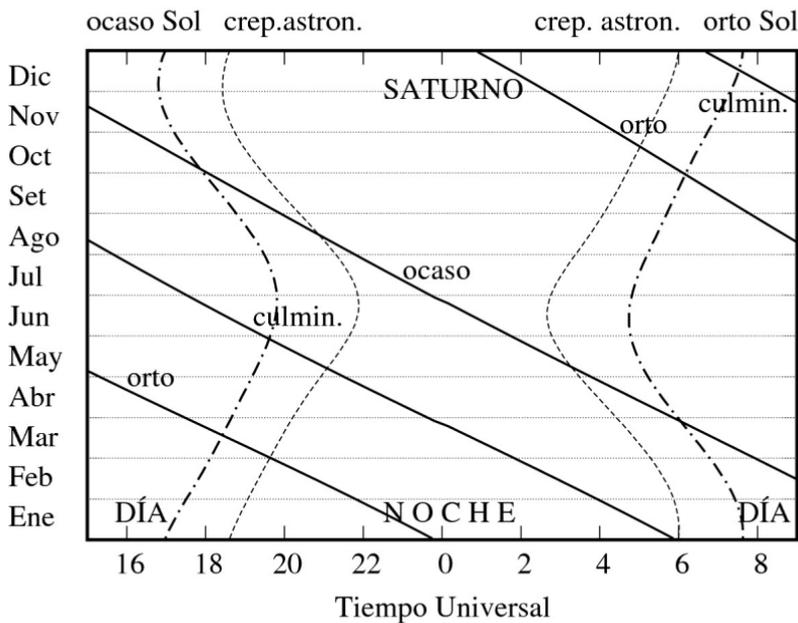
Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinación ° ' "		
Ene.	1	23 45	5 52	11 55	12 20 10	+ 0 18 33	9,322664	
	11	23 6	5 13	11 16	12 20 45	+ 0 17 52	9,159973	
	21	22 26	4 34	10 37	12 20 40	+ 0 21 29	9,005334	
Feb.	31	21 46	3 54	9 57	12 19 56	+ 0 29 14	8,864000	
	10	21 5	3 13	9 17	12 18 35	+ 0 40 44	8,740654	
	20	20 22	2 32	8 37	12 16 40	+ 0 55 27	8,639759	
Mar.	2	19 40	1 50	7 56	12 14 19	+ 1 12 37	8,565075	
	12	18 57	1 8	7 15	12 11 39	+ 1 31 20	8,519161	
	22	18 13	0 26	6 34	12 8 48	+ 1 50 36	8,503820	
Abr.	1	17 30	23 40	5 53	12 5 57	+ 2 9 20	8,519463	
	11	16 47	22 58	5 12	12 3 14	+ 2 26 35	8,565219	
	21	16 5	22 16	4 31	12 0 47	+ 2 41 28	8,639401	
May.	1	15 23	21 35	3 50	11 58 45	+ 2 53 12	8,739028	
	11	14 41	20 54	3 10	11 57 13	+ 3 1 20	8,860514	
	21	14 1	20 14	2 30	11 56 15	+ 3 5 28	8,999862	
Jun.	31	13 21	19 34	1 50	11 55 54	+ 3 5 28	9,152435	
	10	12 43	18 55	1 11	11 56 10	+ 3 1 21	9,313780	
	20	12 5	18 16	0 32	11 57 4	+ 2 53 13	9,479394	
Jul.	30	11 28	17 39	23 50	11 58 32	+ 2 41 18	9,644731	
	10	10 51	17 1	23 12	12 0 34	+ 2 25 56	9,805834	
	20	10 15	16 25	22 34	12 3 7	+ 2 7 24	9,958794	
Ago.	30	9 40	15 48	21 56	12 6 7	+ 1 46 8	10,100043	
	9	9 6	15 12	21 19	12 9 32	+ 1 22 30	10,226637	
	19	8 32	14 37	20 42	12 13 17	+ 0 56 56	10,335690	
Set.	29	7 58	14 2	20 5	12 17 18	+ 0 29 51	10,424899	
	8	7 24	13 27	19 29	12 21 34	+ 0 1 39	10,492469	
	18	6 51	12 52	18 52	12 25 58	- 0 27 11	10,536730	
Oct.	28	6 18	12 17	18 16	12 30 29	- 0 56 14	10,556769	
	8	5 45	11 42	17 39	12 35 1	- 1 25 5	10,552057	
	18	5 12	11 7	17 3	12 39 32	- 1 53 15	10,522366	
Nov.	28	4 38	10 32	16 26	12 43 56	- 2 20 19	10,468330	
	7	4 4	9 57	15 50	12 48 9	- 2 45 49	10,390886	
	17	3 30	9 22	15 13	12 52 8	- 3 9 19	10,291519	
Dic.	27	2 56	8 46	14 36	12 55 48	- 3 30 23	10,172563	
	7	2 21	8 10	13 59	12 59 5	- 3 48 37	10,036606	
	17	1 45	7 33	13 22	13 1 53	- 4 3 37	9,886976	
	27	1 9	6 56	12 44	13 4 11	- 4 15 4	9,727647	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

SATURNO 2010

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	L_P °	B_P °	P_{PN} °
Ene 1	77,53	17,83	0,9	7,0	5,9	186,3	6,0	356,2
Ene 21	74,90	18,46	0,8	7,0	5,3	203,6	5,9	356,2
Feb 10	72,69	19,01	0,7	6,9	4,1	221,2	5,5	356,2
Mar 2	71,23	19,40	0,6	6,8	2,2	238,9	4,8	356,1
Mar 22	70,72	19,54	0,5	6,8	0,3	256,4	3,9	356,0
Abr 11	71,23	19,40	0,7	6,8	2,2	273,4	3,0	355,9
May 1	72,68	19,02	0,8	6,9	4,1	289,5	2,4	355,8
May 21	74,85	18,47	0,9	7,0	5,4	304,8	2,1	355,7
Jun 10	77,46	17,84	1,0	7,0	6,0	319,2	2,2	355,7
Jun 30	80,21	17,23	1,1	7,0	6,0	333,0	2,6	355,8
Jul 20	82,82	16,69	1,1	7,0	5,4	346,3	3,4	355,9
Ago 9	85,05	16,25	1,1	6,9	4,3	359,4	4,5	356,0
Ago 29	86,70	15,94	1,0	6,9	2,9	12,4	5,7	356,1
Set 18	87,63	15,77	0,9	6,8	1,2	25,7	7,0	356,3
Oct 8	87,76	15,75	0,9	6,8	0,7	39,3	8,4	356,6
Oct 28	87,06	15,88	0,9	6,9	2,4	53,4	9,7	356,8
Nov 17	85,59	16,15	0,9	6,9	3,9	68,0	10,8	356,9
Dic 7	83,47	16,56	0,9	7,0	5,1	83,4	11,7	357,1
Dic 27	80,90	17,08	0,8	7,0	5,8	99,5	12,3	357,3



URANO 2010

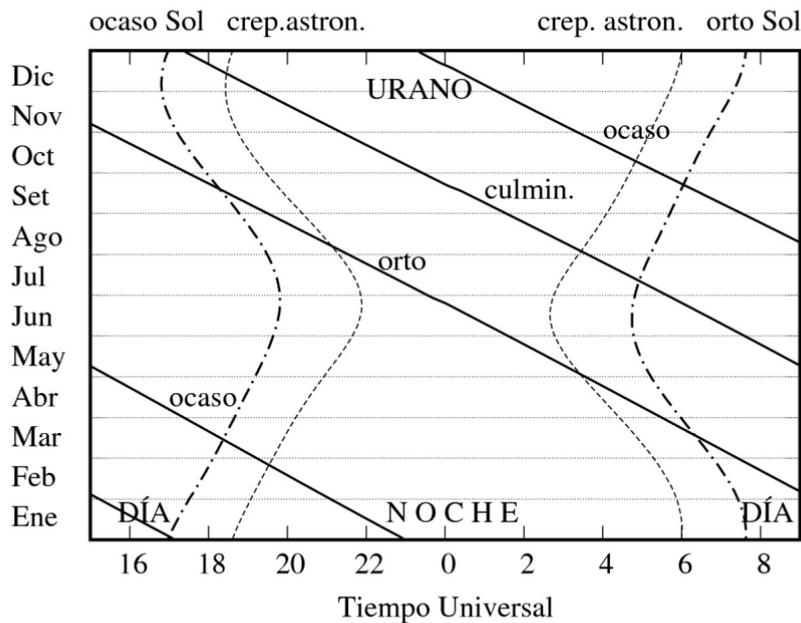
Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinación ° ' "		
Ene.	1	11 15	17 6	22 56	23 35 48	- 3 25 41	20,368456	
	11	10 37	16 27	22 18	23 36 51	- 3 18 28	20,528268	
	21	9 58	15 49	21 41	23 38 10	- 3 9 35	20,674749	
Feb.	31	9 20	15 12	21 4	23 39 43	- 2 59 15	20,803661	
	10	8 42	14 34	20 27	23 41 28	- 2 47 43	20,911700	
	20	8 3	13 57	19 50	23 43 22	- 2 35 14	20,995955	
Mar.	2	7 25	13 19	19 13	23 45 22	- 2 22 5	21,054284	
	12	6 47	12 42	18 37	23 47 26	- 2 8 33	21,085520	
	22	6 9	12 5	18 0	23 49 32	- 1 54 54	21,088902	
Abr.	1	5 31	11 28	17 24	23 51 37	- 1 41 26	21,064620	
	11	4 53	10 50	16 47	23 53 38	- 1 28 25	21,013617	
	21	4 15	10 13	16 11	23 55 33	- 1 16 7	20,937215	
May.	1	3 37	9 35	15 34	23 57 20	- 1 4 46	20,837674	
	11	2 59	8 58	14 57	23 58 56	- 0 54 37	20,717665	
	21	2 20	8 20	14 19	0 0 19	- 0 45 51	20,580234	
Jun.	31	1 42	7 41	13 41	0 1 29	- 0 38 40	20,429190	
	10	1 3	7 3	13 3	0 2 22	- 0 33 12	20,268413	
	20	0 24	6 24	12 25	0 2 59	- 0 29 34	20,102151	
Jul.	30	23 41	5 45	11 46	0 3 19	- 0 27 50	19,935076	
	10	23 2	5 6	11 6	0 3 21	- 0 28 1	19,771629	
	20	22 22	4 26	10 27	0 3 5	- 0 30 6	19,616511	
Ago.	30	21 43	3 47	9 47	0 2 32	- 0 33 59	19,474329	
	9	21 3	3 6	9 6	0 1 44	- 0 39 30	19,349186	
	19	20 23	2 26	8 25	0 0 42	- 0 46 28	19,245137	
Set.	29	19 43	1 46	7 44	23 59 29	- 0 54 36	19,165519	
	8	19 3	1 5	7 3	23 58 7	- 1 3 34	19,112916	
	18	18 22	0 24	6 22	23 56 41	- 1 13 0	19,089423	
Oct.	28	17 42	23 39	5 41	23 55 12	- 1 22 31	19,095899	
	8	17 2	22 59	4 59	23 53 46	- 1 31 43	19,132369	
	18	16 22	22 18	4 18	23 52 26	- 1 40 12	19,198006	
Nov.	28	15 42	21 37	3 37	23 51 15	- 1 47 36	19,290665	
	7	15 2	20 57	2 57	23 50 17	- 1 53 36	19,407577	
	17	14 22	20 17	2 16	23 49 33	- 1 57 55	19,545101	
Dic.	27	13 42	19 37	1 37	23 49 7	- 2 0 23	19,698722	
	7	13 3	18 58	0 57	23 48 58	- 2 0 51	19,863773	
	17	12 24	18 19	0 18	23 49 9	- 1 59 16	20,035031	
	27	11 45	17 40	23 36	23 49 38	- 1 55 38	20,207152	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

URANO 2010

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	a.fase °	B_P °	P_{PN} °
Ene 1	169,40	3,46	5,9	2,7	5,6	254,4
Ene 21	171,95	3,41	5,9	2,2	6,3	254,4
Feb 10	173,92	3,37	5,9	1,6	7,2	254,3
Mar 2	175,10	3,35	5,9	0,7	8,3	254,3
Mar 22	175,39	3,34	5,9	0,2	9,5	254,3
Abr 11	174,76	3,35	5,9	1,1	10,6	254,3
May 1	173,30	3,38	5,9	1,9	11,7	254,3
May 21	171,16	3,42	5,9	2,5	12,5	254,3
Jun 10	168,57	3,48	5,9	2,8	13,1	254,3
Jun 30	165,80	3,54	5,8	2,9	13,4	254,3
Jul 20	163,15	3,59	5,8	2,6	13,3	254,3
Ago 9	160,92	3,64	5,8	2,0	12,9	254,3
Ago 29	159,39	3,68	5,7	1,2	12,3	254,3
Set 18	158,76	3,69	5,7	0,2	11,5	254,3
Oct 8	159,12	3,68	5,7	0,8	10,7	254,3
Oct 28	160,44	3,65	5,8	1,7	9,9	254,3
Nov 17	162,55	3,61	5,8	2,4	9,5	254,3
Dic 7	165,20	3,55	5,8	2,8	9,3	254,3
Dic 27	168,06	3,49	5,9	2,8	9,5	254,3



NEPTUNO 2010

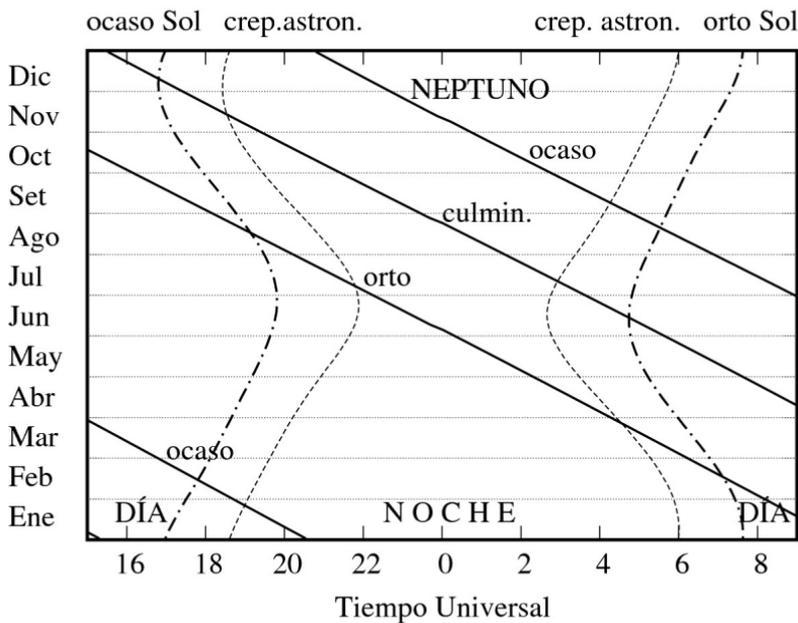
Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia UA
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc. recta h m s	Declinación ° ' "		
Ene.	1	10 4	15 18	20 33	21 48 5	-13 43 19	30,722368	
	11	9 25	14 40	19 55	21 49 17	-13 37 6	30,831940	
	21	8 47	14 2	19 17	21 50 36	-13 30 17	30,917250	
Feb.	31	8 9	13 24	18 40	21 52 0	-13 23 1	30,975864	
	10	7 30	12 46	18 2	21 53 28	-13 15 29	31,006409	
	20	6 52	12 8	17 25	21 54 56	-13 7 51	31,008002	
Mar.	2	6 14	11 31	16 48	21 56 23	-13 0 17	30,980799	
	12	5 35	10 53	16 10	21 57 47	-12 52 59	30,925847	
	22	4 57	10 15	15 32	21 59 6	-12 46 7	30,844659	
Abr.	1	4 18	9 37	14 55	22 0 19	-12 39 50	30,739772	
	11	3 40	8 58	14 17	22 1 23	-12 34 16	30,614228	
	21	3 1	8 20	13 39	22 2 18	-12 29 35	30,471460	
May.	1	2 22	7 41	13 0	22 3 2	-12 25 52	30,315676	
	11	1 43	7 2	12 22	22 3 34	-12 23 13	30,151139	
	21	1 4	6 23	11 43	22 3 55	-12 21 40	29,982403	
Jun.	31	0 25	5 44	11 4	22 4 2	-12 21 15	29,814369	
	10	23 42	5 5	10 24	22 3 57	-12 21 59	29,651598	
	20	23 2	4 25	9 44	22 3 40	-12 23 47	29,498776	
Jul.	30	22 23	3 45	9 4	22 3 12	-12 26 36	29,360393	
	10	21 43	3 6	8 24	22 2 33	-12 30 20	29,240307	
	20	21 3	2 25	7 44	22 1 46	-12 34 50	29,142236	
Ago.	30	20 23	1 45	7 3	22 0 51	-12 39 55	29,069140	
	9	19 43	1 5	6 23	21 59 52	-12 45 25	29,023189	
	19	19 3	0 25	5 42	21 58 49	-12 51 7	29,006090	
Set.	29	18 23	23 40	5 1	21 57 47	-12 56 49	29,018386	
	8	17 43	23 0	4 21	21 56 46	-13 2 17	29,059852	
	18	17 3	22 20	3 40	21 55 49	-13 7 20	29,129538	
Oct.	28	16 23	21 39	3 0	21 54 59	-13 11 45	29,225276	
	8	15 44	20 59	2 19	21 54 18	-13 15 24	29,344355	
	18	15 4	20 20	1 39	21 53 46	-13 18 6	29,483289	
Nov.	28	14 24	19 40	1 0	21 53 27	-13 19 46	29,637728	
	7	13 45	19 1	0 20	21 53 20	-13 20 19	29,803175	
	17	13 6	18 21	23 37	21 53 26	-13 19 43	29,974557	
Dic.	27	12 27	17 42	22 58	21 53 45	-13 17 56	30,146596	
	7	11 48	17 4	22 20	21 54 18	-13 15 3	30,314290	
	17	11 9	16 25	21 41	21 55 2	-13 11 5	30,472463	
	27	10 30	15 47	21 3	21 55 58	-13 6 8	30,616435	

Salida, culminación y ocaso del planeta vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. La presencia de un asterisco (*) en la columna de la culminación indica que para tal fecha el planeta pasa dos veces por el meridiano del lugar. La distancia a la Tierra viene dada en Unidades Astronómicas:

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

NEPTUNO 2010

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	a.fase °	B_p °	P_{PN} °
Ene 1	255,51	2,22	8,0	1,3	-28,8	337,5
Ene 21	257,13	2,21	8,0	0,8	-28,7	337,0
Feb 10	257,87	2,20	8,0	0,2	-28,7	336,4
Mar 2	257,66	2,20	8,0	0,5	-28,6	335,9
Mar 22	256,53	2,21	8,0	1,1	-28,6	335,4
Abr 11	254,61	2,23	7,9	1,5	-28,5	334,9
May 1	252,13	2,25	7,9	1,8	-28,5	334,6
May 21	249,36	2,28	7,9	1,9	-28,4	334,4
Jun 10	246,60	2,30	7,9	1,8	-28,4	334,4
Jun 30	244,18	2,33	7,9	1,5	-28,4	334,6
Jul 20	242,37	2,34	7,8	1,0	-28,5	334,9
Ago 9	241,38	2,35	7,8	0,4	-28,5	335,2
Ago 29	241,34	2,35	7,8	0,3	-28,5	335,6
Set 18	242,26	2,34	7,8	0,9	-28,6	336,0
Oct 8	244,05	2,33	7,9	1,4	-28,6	336,3
Oct 28	246,49	2,30	7,9	1,8	-28,6	336,5
Nov 17	249,29	2,28	7,9	1,9	-28,6	336,5
Dic 7	252,12	2,25	7,9	1,8	-28,6	336,3
Dic 27	254,63	2,23	7,9	1,5	-28,6	336,0



Ortos y ocasos de los planetas

En las tablas de efemérides planetarias constan los instantes (TU) de salida y puesta de cada planeta en Madrid cada diez días. El instante de orto u ocaso de cualquier día intermedio se obtiene por interpolación (de 2^{do} grado es suficiente para todos los planetas excepto Mercurio).

Para conocer el instante de salida o de puesta de un planeta en otro lugar de España es necesario aplicar dos correcciones, una debida a la diferente latitud y otra debida a la diferente longitud. Son aplicables aquí el procedimiento y comentarios realizados en el caso de la Luna (ver el apartado **Ortos y ocasos de la Luna**). Para un lugar de longitud λ es:

$$\text{orto} = \text{orto en Madrid} - 15^m - \lambda + \text{corrección por latitud}$$

$$\text{ocaso} = \text{ocaso en Madrid} - 15^m - \lambda - \text{corrección por latitud}$$

Los instantes de orto y ocaso determinados con este procedimiento son aproximados, pudiendo tener errores de algunos minutos debidos a redondeos en los cálculos e interpolaciones y las condiciones atmosféricas.

**Corrección, en minutos, al orto y ocaso de los planetas
en función de su declinación y de la latitud del lugar**

δ (°)	Latitud, ϕ											
	28°	32°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	
-30	-45	-33	-18	-14	-10	-6	-2	3	7	12	17	
-27	-39	-28	-16	-12	-9	-5	-2	2	6	10	15	
-24	-34	-24	-13	-10	-8	-4	-1	2	5	9	12	
-21	-29	-20	-11	-9	-6	-4	-1	2	4	7	10	
-18	-24	-17	-9	-7	-5	-3	-1	1	4	6	9	
-15	-20	-14	-8	-6	-4	-3	-1	1	3	5	7	
-12	-15	-11	-6	-5	-3	-2	-1	1	2	4	5	
-9	-11	-8	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	
-6	-7	-5	-3	-2	-2	-1	0	0	1	2	3	
-3	-3	-2	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	4	3	2	1	1	1	0	0	-1	-1	-2	
6	8	6	3	3	2	1	0	0	-1	-2	-3	
9	12	9	5	4	3	2	0	-1	-2	-3	-4	
12	16	12	6	5	4	2	1	-1	-3	-4	-6	
15	20	15	8	6	5	3	1	-1	-3	-5	-7	
18	25	18	10	8	6	3	1	-1	-4	-6	-9	
21	30	21	12	9	7	4	1	-2	-5	-8	-11	
24	35	25	14	11	8	5	1	-2	-6	-9	-13	
27	41	29	16	13	9	5	2	-2	-7	-11	-15	
30	47	34	19	15	11	6	2	-3	-8	-13	-18	

Esta tabla puede reproducirse aproximadamente mediante la fórmula siguiente, redondeando el resultado a minutos enteros:

$$\text{corrección por latitud} = 3,70 \frac{40,41 - \phi}{1 - 0,010\phi} \tan(1,4\delta)$$

siendo ϕ la latitud del lugar y δ la declinación del planeta considerado.

Fórmulas

Algunas fórmulas útiles para realizar cálculos aproximados relativos a las órbitas planetarias son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Anomalía media:} & \quad M = L - \varpi \\ \text{Anomalía verdadera:} & \quad v \simeq M + 2e \sin M + 1,25 e^2 \sin(2M) \\ \text{Longitud verdadera:} & \quad L_v = v + \varpi \\ \text{Distancia al Sol :} & \end{aligned}$$

$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos v} = \frac{qQ}{a(1 + e \cos v)}$$

Velocidad de traslación:

$$V \simeq \frac{\sqrt{GM_{\odot} a}}{r} \simeq \frac{2\pi a^2}{Pr}, \quad \text{para } e < 0,1$$

que viene expresada en UA/año; para pasar a otras unidades téngase en cuenta que: 1 UA/año = 4,7405 km/s = 17066 km/h.

En las fórmulas anteriores a es el semieje mayor (en UA), e es la excentricidad y P el periodo orbital (en años). Valores suficientemente aproximados pueden encontrarse en las tablas de **Elementos orbitales**, aunque se refieran a la época J2000. Valores adecuados para la longitud media L y la longitud del perihelio ϖ para el año en curso vienen dados en la tabla siguiente:

Planeta	Longitud media L	Longitud del perihelio ϖ
Mercurio	$77^{\circ}47 + 4^{\circ}09234 d$	$77^{\circ}472$
Venus	$272^{\circ}96 + 1^{\circ}60213 d$	$131^{\circ}816$
Tierra+Luna	$99^{\circ}91 + 0^{\circ}98561 d$	$103^{\circ}028$
Marte	$109^{\circ}21 + 0^{\circ}52403 d$	$336^{\circ}120$
Júpiter	$337^{\circ}82 + 0^{\circ}08308 d$	$14^{\circ}502$
Saturno	$172^{\circ}27 + 0^{\circ}03337 d$	$90^{\circ}717 - 0^{\circ}00160 d$
Urano	$355^{\circ}99 + 0^{\circ}01201 d$	$171^{\circ}516 - 0^{\circ}00413 d$
Neptuno	$326^{\circ}73 + 0^{\circ}00635 d$	$15^{\circ}891 + 0^{\circ}02162 d$

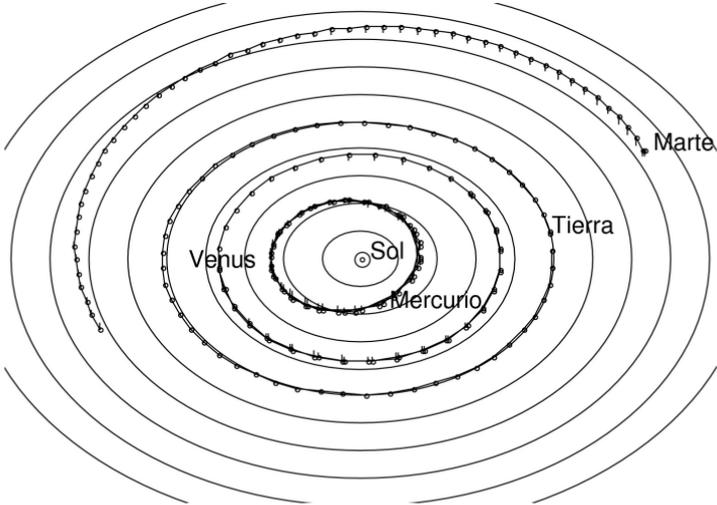
donde d es el día del año.

Diámetro aparente: (tamaño angular a 1 UA) / (distancia a la Tierra)

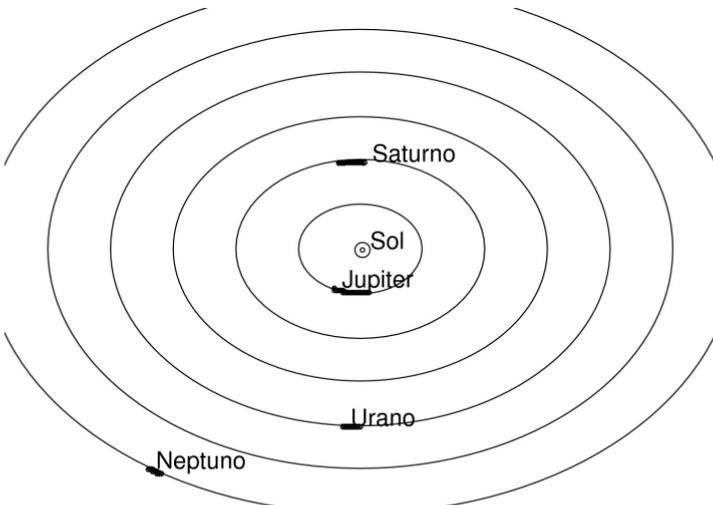
Paralaje ecuatorial horizontal: $8,794''$ / (distancia a la Tierra)

Posición heliocéntrica de los planetas

Trayectoria de los planetas a lo largo del año vista en perspectiva desde una latitud heliocéntrica 40° y longitud heliocéntrica 0° :



Mercurio, Venus, Tierra y Marte

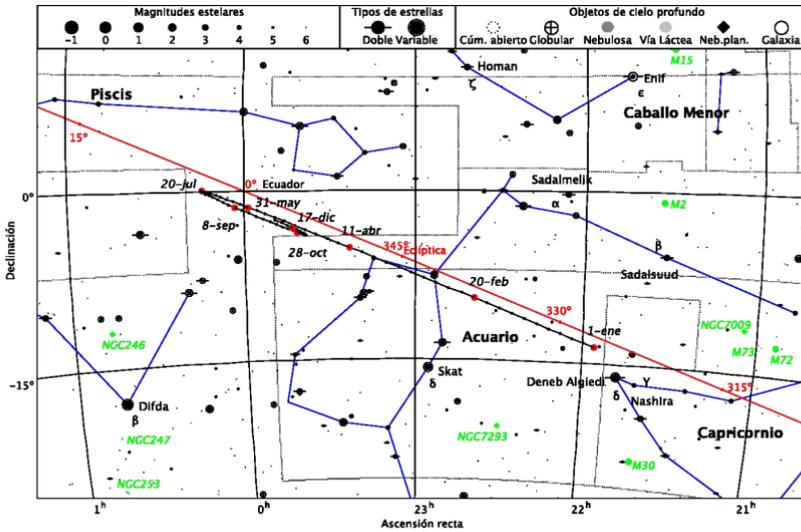


Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno

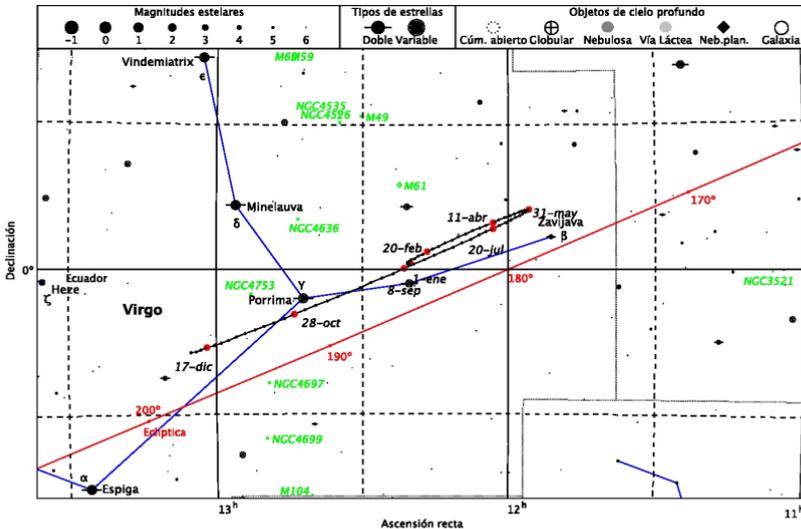
Trayectorias de los planetas a lo largo del año

Para Júpiter y Saturno los puntos en las trayectorias tienen una separación de 5 días y las fechas se muestran cada 50 días.

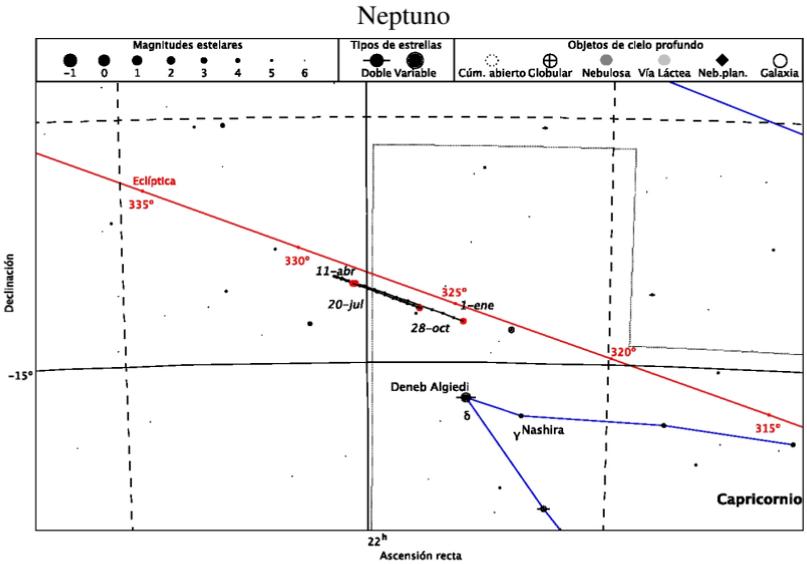
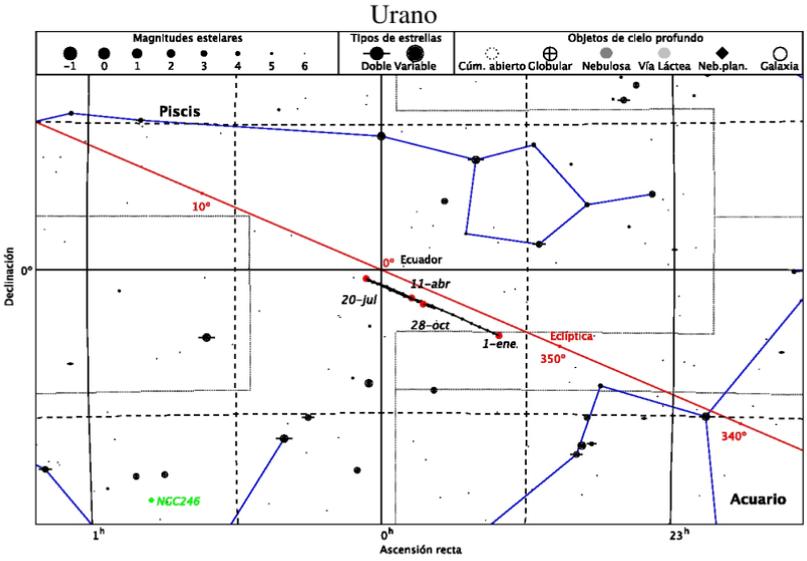
Júpiter



Saturno



En el caso de Urano y Neptuno la separación en los puntos de la trayectoria es de 10 días con fechas cada 100 días.



SATÉLITES

Nombres de los satélites

Elementos orbitales de los satélites

Periodos y descubrimiento de los satélites

Datos físicos de los satélites

Posiciones de los satélites galileanos de Júpiter

Tabla de conversión de distancias en el sistema solar

En la actualidad se conocen 166 satélites naturales orbitando alrededor de los planetas principales del sistema solar.

Planeta	Número de satélites
Mercurio	0
Venus	0
Tierra	1
Marte	2
Júpiter	62
Saturno	61
Urano	27
Neptuno	13

Nombres de los satélites

La mayoría de satélites de los planetas del sistema solar han sido descubiertos del año 2000 en adelante. Antes del siglo XX sólo se conocían 22 satélites, algunos de los cuales habían recibido un nombre tradicional, como es el caso de la Luna, o un nombre dado por su descubridor, como es el caso Fobos y Deimos, los satélites de Marte que fueron nombrados por el estadounidense Asaph Hall a los pocos meses de descubrirlos en 1877, asignándoles el nombre de caballos que tiraban del carro del dios romano Marte.

En el caso de los cuatro satélites de Júpiter, descubiertos por el científico italiano Galileo Galilei en 1610, fue un astrónomo alemán coetáneo, Simon Marius, quien les dio los nombres de jóvenes relacionados con Júpiter en la mitología romana. Estos nombres no fueron usados sistemáticamente hasta mediados del siglo XX, usándose numerales para referirse a éstos y a los demás satélites descubiertos hasta entonces. Aun cuando la Unión Astronómica Internacional (UAI/IAU) establecida en 1919 ha jugado desde entonces un papel de árbitro en la nomenclatura del sistema solar, no fue hasta la segunda mitad del siglo XX, con el desarrollo de la exploración del sistema solar, la cartografía de los planetas, el descubrimiento de miles de asteroides y de decenas de satélites, cuando se hizo indispensable un sistema riguroso de nomenclatura de los cuerpos del sistema solar y de sus accidentes geográficos. El comité establecido en 1973 es ahora conocido como el Grupo de Trabajo para la Nomenclatura del Sistema Planetario. Una de sus primeras tareas fue dar nombre a las siete lunas adicionales descubiertas alrededor de Júpiter. Se decidió usar nombres de amantes de Júpiter, aunque más recientemente, con el descubrimiento de decenas de nuevos satélites, ha habido que incluir descendientes del mitológico dios o de su equivalente griego Zeus, como son las Gracias y las Musas.

La decisión de nombrar los satélites de Saturno con nombres de titanes griegos fue tomada en 1847 por John Herschel, cuyo padre había descubierto los dos primeros. La UAI amplió las posibilidades admitiendo, inicialmente, los nombres de descendientes de titanes y, en el siglo XXI, los de gigantes de las mitologías nórdica, gala e inuit.

Fue nuevamente John Herschel quien, en 1852, decidió nombrar los cuatro satélites conocidos de Urano (planeta descubierto por su padre) con los nombres de espíritus mágicos sacados de obras de los escritores ingleses William Shakespeare y Alexander Pope (*El rizo robado*). En la actualidad se utilizan predominantemente personajes de las obras de Shakespeare.

El nombre del primer satélite conocido de Urano, Tritón, fue sugerido por Camille Flammarion, pero apenas fue usado hasta que en 1949 no se descubrió un segundo satélite. Éste y los posteriores han recibido el nombre de personajes mitológicos relacionados con el dios romano Urano, su equivalente griego Posidón o con los océanos, como son las Nereidas.

Aclaraciones sobre las tablas

Los datos referentes a los satélites se detallan en tres tablas.

En la primera tabla, dedicada a los elementos orbitales, el semieje mayor de cada órbita viene dado en unidades de 10^3 km y del radio ecuatorial del planeta, R_p . Por *inclinación* se entiende la inclinación de la órbita con respecto del plano del ecuador del planeta, salvo en los últimos satélites descubiertos en Júpiter y Saturno, aún no numerados, en cuyo caso se refiere a la eclíptica. Cuando esta inclinación es mayor que 90° , la órbita es retrógrada; tal es el caso de Tritón. La elongación (o separación) máxima se refiere a la oposición media del planeta. Viene dada en la unidad más adecuada en cada caso ($^\circ$, $'$, $''$).

La segunda tabla está dedicada a los períodos y descubrimientos de cada satélite. Ambos periodos, de traslación y de rotación, vienen dados en días. Los periodos orbitales precedidos por la letra R se refieren a órbitas retrógradas. Los periodos de rotación son, en muchos casos, sincrónicos con la revolución alrededor del planeta, y así se indica en los casos en que ha podido determinarse.

En la actualidad los descubrimientos de satélites suelen ser realizados por equipos de investigadores. A fin de no recargar la tabla, en ella se utilizan acrónimos formados por sus iniciales. La referencia SJFM se refiere al equipo formado por S. Sheppard, D. Jewitt, Y. Fernandez y G. Magnier. La referencia KG se refiere al equipo formado por J. Kavelaars y B. Gladman, la referencia GK se refiere a B. Gladman y J. Kavelaars, las referencias SJK y JKS se refieren a S. Sheppard, D. Jewitt y J. Kleyna, HG se refiere a los equipos de Holman y Gladman, SL se refiere a los equipos de Showalter y Lissauer. En otros casos, cuando hay más de dos colaboradores se ha utilizado la expresión *et al* siguiendo al nombre del primer investigador.

La tercera tabla está dedicada a los datos físicos y fotométricos. No se ha indicado la masa cuando ésta es inferior a 10^{17} kg (10^{20} g). Cuando la forma del satélite es irregular, se da un tamaño medio precedido del símbolo \simeq . Cuando el tamaño del satélite es muy incierto, se da un tamaño estimado precedido del símbolo \sim .

La magnitud corresponde a la magnitud visual V en el instante de la oposición del planeta, salvo si viene precedida de la letra R que indica que se trata de la magnitud en rojo. No se indican magnitudes mayores que 20.

El albedo de Jápeto es, aproximadamente, de 0,6 en su lado brillante y 0,04 en el oscuro. En los satélites más pequeños, descubiertos en los últimos años, no se dispone de una medida del albedo, por lo que se suelen usar valores tentativos que no se han indicado en la tabla. El albedo que se suele considerar para los pequeños satélites es de 0,04 para los de Júpiter, 0,06 para los de Saturno, 0,07 para los de Urano y 0,15 para los de Neptuno.

Elementos orbitales y datos físicos de los satélites

		Elementos orbitales				
planeta		semieje mayor		excentri-	inclina-	máxima
	satélite	(10 ³ km)	(en R _p)	cidad	ción (°)	elongac.
Tierra:	Luna	384,400	60,27	0,0549	18–29	
Marte:						
I	Fobos	9,378	2,76	0,015	1,0	0,42'
II	Deimos	23,459	6,91	0,0005	0,9–2,7	1,03'
Júpiter:						
I	Io	422	5,90	0,004	0,04	2,30'
II	Europa	671	9,39	0,009	0,47	3,67'
III	Ganimedes	1070	14,97	0,002	0,21	5,85'
IV	Calisto	1883	26,34	0,007	0,51	10,30'
V	Amaltea	181	2,53	0,003	0,40	0,98'
VI	Himalia	11480	161	0,158	27,63	62,77'
VII	Elara	11737	164	0,207	24,77	64,17'
VIII	Pasífae	23500	329	0,378	151,43	2,14°
IX	Sinope	23700	332	0,275	158,11	2,16°
X	Lisitea	11720	164	0,107	29,02	64,07'
XI	Carme	22600	316	0,207	164,91	2,06°
XII	Ananké	21200	297	0,169	148,89	1,93°
XIII	Leda	11094	155	0,148	26,07	60,65'
XIV	Tebe	222	3,11	0,015	1,07	1,22'
XV	Adrastea	129	1,80	0,002	0,05	0,70'
XVI	Metis	128	1,79	0,001	0,02	0,70'
XVII	Calírroe	24100	337	0,283	147,14	2,20°
XVIII	Temisto	7507	105	0,242	43,07	41,05'
XIX	Megaclite	23911	334	0,425	152,72	2,18°
XX	Táigete	23312	326	0,251	165,21	2,12°
XXI	Caldona	23387	327	0,238	165,35	2,13°
XXII	Harpálice	21132	296	0,227	148,69	1,93°
XXIII	Cálice	23745	332	0,243	165,21	2,16°
XXIV	Yocasta	20216	283	0,217	149,67	1,84°
XXV	Erínome	23168	324	0,269	164,95	2,11°
XXVI	Isonoe	23078	323	0,261	165,00	2,10°
XXVII	Praxídice	20964	293	0,220	148,73	1,91°
XXVIII	Autónoe	24122	337	0,319	152,42	
XXIX	Tione	21312	298	0,228	148,53	
XXX	Hermipé	21252	297	0,212	150,70	
XXXI	Aitné	23547	329	0,264	165,25	
XXXII	Eurídome	23219	325	0,278	150,40	
XXXIII	Euante	21027	294	0,230	148,90	
XXXIV	Euporia	19394	271	0,143	145,77	
XXXV	Ortosia	21168	296	0,281	145,96	

Elementos orbitales

planeta	satélite	semieje mayor		excentri- cidad	inclina- ción (°)	máxima elongac.
		(10 ³ km)	(en R _p)			
XXXVI	Sponde	23808	333	0,312	151,03	
XXXVII	Cale	23124	323	0,267	164,97	
XXXVIII	Pasítea	23029	322	0,267	165,08	
XXXIX	Hegémone	21038	294	0,237	152,03	
XL	Mneme	20813	291	0,189	147,58	
XLI	Aoede	23030	322	0,403	159,04	
XLII	Telxínoe	21162	296	0,221	151,42	
XLIII	Arque	22931	321	0,259	165,00	
XLIV	Calicore	22792	319	0,262	163,79	
XLV	Hélice	20890	292	0,141	156,56	
XLVI	Carpo	17033	238	0,289	55,28	
XLVII	Eucelade	23749	332	0,298	163,21	
XLVIII	Cilene	23648	331	0,432	141,36	
XLIX	Core	24039	336	0,307	139,15	
	S/2003 J2	26658	373	0,332	151,19	
	S/2003 J3	17929	251	0,222	143,68	
	S/2003 J4	19294	270	0,366	141,49	
	S/2003 J5	24450	342	0,163	165,01	
	S/2003 J9	23020	322	0,213	165,17	
	S/2003 J10	21078	295	0,349	163,02	
	S/2003 J12	19028	266	0,368	146,46	
	S/2003 J15	22253	311	0,120	141,31	
	S/2003 J16	20464	286	0,242	148,65	
	S/2003 J17	22918	321	0,195	163,83	
	S/2003 J18	18445	258	0,232	145,06	
	S/2003 J19	23348	327	0,311	163,20	
	S/2003 J23	23563	330	0,271	146,31	
Saturno:						
I	Mimas	185,52	3,08	0,020	1,53	0,50'
II	Encélado	238,02	3,95	0,004	0,00	0,63'
III	Tetis	294,66	4,89	0,000	1,86	0,80'
IV	Dione	377,40	6,26	0,002	0,02	1,02'
V	Rea	527,04	8,74	0,001	0,35	1,42'
VI	Titán	1221,83	20,27	0,029	0,33	3,28'
VII	Hiperión	1481,1	24,58	0,104	0,43	3,98'
VIII	Jápeto	3561,3	59,09	0,028	14,72	9,58'
IX	Febe	12952	215	0,163	174,75	34,85'
X	Jano	151,47	2,51	0,007	0,14	0,40'
XI	Epimeteo	151,42	2,51	0,009	0,34	0,40'
XII	Helena	377,40	6,26	0,009	0,0	1,02'
XIII	Telesto	294,66	4,89	0,001	1,2	0,80'
XIV	Calipso	294,66	4,89	0,001	1,5	0,80'
XV	Atlas	137,67	2,28	0,000	0,3	0,37'
XVI	Prometeo	139,35	2,31	0,003	0,0	0,38'

Elementos orbitales						
planeta	satélite	semieje mayor		excentri- cidad	inclina- ción (°)	máxima elongac.
		(10 ³ km)	(en R _p)			
XVII	Pandora	141,70	2,35	0,004	0,0	0,38'
XVIII	Pan	133,58	2,22			0,35'
XIX	Ymir	23117	384	0,333	173,12	62,09'
XX	Paaliaq	15197	252	0,365	44,96	40,82'
XXI	Tarvos	18241	303	0,536	33,51	48,99'
XXII	Ijiraq	11465	190	0,319	46,64	30,84'
XXIII	Suttungr	19747	328	0,120	175,83	53,04'
XXIV	Kiviuq	11368	189	0,333	45,85	30,54'
XXV	Mundilfari	18486	307	0,221	167,42	49,65'
XXVI	Albiorix	16404	272	0,478	34,02	44,06'
XXVII	Skadi	15676	260	0,270	153,01	42,11'
XXVIII	Erriapo	17452	290	0,469	34,74	46,88'
XXIX	Siarnaq	17826	296	0,275	45,82	47,88'
XXX	Thrymr	20144	334	0,446	175,86	54,11'
XXXI	Narvi	18719	311	0,352	134,59	
XXXII	Metone	194	3,22	~0	~0	
XXXIII	Palene	212	3,52	~0	0,01	
XXXIV	Pólux	377,20	6,26	0,019	0,18	
XXXV	Dafnis	136,5	2,26	~0	~0	
XXXVI	Ægir	20751	344	0,252	166,7	
XXXVII	Bébhionn	17119	284	0,469	35,0	
XXXVIII	Bergelmir	19336	321	0,142	158,6	
XXXIX	Bestla	20192	335	0,516	145,1	
XL	Fárbauti	20377	338	0,240	156,4	
XLI	Fenrir	22454	373	0,136	165,0	
XLII	Fornjót	25146	417	0,207	170,4	
XLIII	Hati	19846	329	0,371	177,6	
XLIV	Hyrokkin	18437	306	0,333	151,5	
XLV	Kári	22089	367	0,477	156,2	
XLVI	Loge	23058	383	0,186	167,9	
XLVII	Skoll	17665	255	0,464	161,2	
XLVIII	Surtur	22704	377	0,451	177,5	
XLIX	Antea	0,20		0,001	0,1	
L	Járnsaxa	18811	312	0,216	163,3	
LI	Greip	18206	302	0,326	179,8	
LII	Tarqeq	18009	299	0,160	46,1	
LIII	Ægeon					
	S/2004 S07	20999	348	0,530	166,2	
	S/2004 S12	19878	330	0,326	165,3	
	S/2004 S13	18404	305	0,259	168,8	
	S/2004 S17	19447	323	0,179	168,2	
	S/2006 S1	18790	312	0,117	156,3	
	S/2006 S3	22096	367	0,398	158,3	
	S/2007 S2	16725	278	0,179	174,0	

Elementos orbitales

planeta	satélite	semieje mayor		excentri- cidad	inclina- ción (°)	máxima elongac.
		(10 ³ km)	(en R _P)			
	S/2007 S3	18975	315	0,185	174,5	
Urano:						
I	Ariel	191,02	7,47	0,0034	0,3	14"
II	Umbriel	266,30	10,42	0,0050	0,4	20"
III	Titania	435,91	17,06	0,0022	0,1	33"
IV	Oberón	583,52	22,83	0,0008	0,1	44"
V	Miranda	129,39	5,06	0,0027	4,2	10"
VI	Cordelia	49,77	1,95	< 0,001	0,1	4"
VII	Ofelia	53,79	2,10	0,010	0,1	4"
VIII	Bianca	59,17	2,32	< 0,001	0,2	4"
IX	Cresida	61,78	2,42	< 0,001	0,0	5"
X	Desdémona	62,68	2,45	< 0,001	0,2	5"
XI	Julietta	64,35	2,52	< 0,001	0,1	5"
XII	Porcia	66,09	2,59	< 0,001	0,1	5"
XIII	Rosalinda	69,94	2,74	< 0,001	0,3	5"
XIV	Belinda	75,26	2,94	< 0,001	0,0	6"
XV	Puck	86,01	3,37	< 0,001	0,3	7"
XVI	Calibán	7230	283	0,159	140,88	9'
XVII	Sícorax	12179	477	0,522	159,40	15'
XVIII	Próspero	16418	642	0,443	151,91	21'
XIX	Setebos	17459	683	0,588	158,17	22'
XX	Esteban	8002	313	0,230	144,06	10'
XXI	Trínculo	8578	336	0,208	167,00	
XXII	Francisco	4280	167,3	0,146	145,2	
XXIII	Margarita	14345	561,3	0,661	56,6	
XXIV	Fernando	21000	821,6	0,426	167,3	
XXV	Perdita	76,4	2,99	0,012	0,47	
XXVI	Mab	97,7	3,82	0,003	0,13	
XXVII	Cupido	74,4	2,91	0,001	0,10	
Neptuno:						
I	Tritón	354,76	14,33	< 0,001	157,34	17"
II	Nereida	5513,4	222,64	0,751	27,6	4,35'
III	Náyade	48,23	1,95	< 0,001	4,74	2"
IV	Talasa	50,07	2,02	< 0,001	0,21	2"
V	Despina	52,53	2,12	< 0,001	0,07	2"
VI	Galatea	61,95	2,50	< 0,001	0,05	3"
VII	Larisa	73,55	2,97	0,0014	0,20	3"
VIII	Proteo	117,65	4,75	< 0,001	0,55	6"
IX	Halimede	15686	633	0,572	134,07	
X	Psámate	46738	1887	0,450	137,34	
XI	Sao	22452	907	0,297	48,39	
XII	Laomedea	22580	912	0,479	34,61	
XIII	Neso	46570	1881	0,527	132,47	

Periodos y descubrimiento

planeta	satélite	periodo orbital (d)	periodo de rotación (d)	descubrimiento
Tierra:	Luna	27,321661	sincr.	
Marte:				
I	Fobos	0,318910	sincr.	1877 A.Hall
II	Deimos	1,262441	sincr.	1877 A.Hall
Júpiter:				
I	Io	1,769138	sincr.	1610 Galileo
II	Europa	3,551181	sincr.	1610 Galileo
III	Ganimedes	7,154523	sincr.	1610 Galileo
IV	Calisto	16,689018	sincr.	1610 Galileo
V	Amaltea	0,498179	sincr.	1892 E.Barnard
VI	Himalia	250,5662	0,4	1904 C.Perrine
VII	Elara	259,6528	0,5	1905 C.Perrine
VIII	Pasífae	R 744		1908 P.Melotte
IX	Sinope	R 759		1914 S.Nicholson
X	Lisitea	259		1938 S.Nicholson
XI	Carme	R 734		1938 S.Nicholson
XII	Ananké	R 630		1951 S.Nicholson
XIII	Leda	241		1974 C.Kowal
XIV	Tebe	0,6745	sincr.	1979 Voyager 1
XV	Adrastea	0,29826		1979 Voyager 1
XVI	Metis	0,294780		1979 Voyager 1
XVII	Calífrroe	R 759		1999 Spacewatch, MPC
XVIII	Temisto	130		1975/2000 SJFM
XIX	Megaclite	R 753		2000 SJFM
XX	Táigete	R 732		2000 SJFM
XXI	Caldona	R 724		2000 SJFM
XXII	Harpálice	R 623		2000 SJFM
XXIII	Cálice	R 742		2000 SJFM
XXIV	Yocasta	R 632		2000 SJFM
XXV	Erínome	R 729		2000 SJFM
XXVI	Isonoe	R 726		2000 SJFM
XXVII	Praxídice	R 625		2000 SJFM
XXVIII	Autónoe	R 761		2001 SJK
XXIX	Tione	R 627		2001 SJK
XXX	Hermipé	R 634		2001 SJK
XXXI	Aitné	R 730		2001 SJK
XXXII	Eurídome	R 717		2001 SJK
XXXIII	Euante	R 620		2001 SJK
XXXIV	Euporia	R 551		2001 SJK
XXXV	Ortosia	R 623		2001 SJK
XXXVI	Sponde	R 748		2001 SJK
XXXVII	Cale	R 729		2001 SJK
XXXVIII	Pasítea	R 719		2001 SJK

Períodos y descubrimiento

planeta	satélite	periodo orbital (d)	periodo de rotación (d)	descubrimiento
XXXIX	Hegémone	R 623		2003 S.S.Sheppard
XL	Mneme	R 613		2003 Sheppard,Glad.
XLI	Aoede	R 714		2003 S.S.Sheppard
XLII	Telxínoe	R 628		2003 Sheppard,Glad.
XLIII	Arque	R 724		2002 S.S.Sheppard
XLIV	Calicore	R 703		2003 S.S.Sheppard
XLV	Hélice	R 617		2003 S.S.Sheppard
XLVI	Carpo	454		2003 S.S.Sheppard
XLVII	Eucelade	R 748		2003 S.S.Sheppard
XLVIII	Cilene	R 743		2003 S.S.Sheppard
XLIX	Core	R 761		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J2	R 889		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J3	R 490		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J4	R 547		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J5	R 781		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J9	R 713		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J10	R 625		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J12	R 536		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J15	R 678		2003 S.S.Sheppard
	S/2003 J16	R 598		2003 B.Gladman
	S/2003 J17	R 709		2003 B.Gladman
	S/2003 J18	R 512		2003 B.Gladman
	S/2003 J19	R 729		2003 B.Gladman
	S/2003 J23	R 732		2003 Sheppard et al
Saturno:				
I	Mimas	0,942422	sincr.	1789 W.Herschel
II	Encélado	1,370218	sincr.	1789 W.Herschel
III	Tetis	1,887802	sincr.	1684 G.Cassini
IV	Dione	2,736915	sincr.	1684 G.Cassini
V	Rea	4,517500	sincr.	1672 G.Cassini
VI	Titán	15,945421	sincr.	1655 C.Huygens
VII	Hiperión	21,276609		1848 Bond et al
VIII	Jápeto	79,330182	sincr.	1671 G.Cassini
IX	Febe	R 548	0,4	1898 W.Pickering
X	Jano	0,6945	sincr.	1966 A.Dollfus
XI	Epimeteo	0,6942	sincr.	1978 Fountain et al
XII	Helena	2,7369		1980 Laques et al
XIII	Telesto	1,8878		1980 Smith et al
XIV	Calipso	1,8878		1980 Pascu et al
XV	Atlas	0,6019		1980 Voyager 1
XVI	Prometeo	0,6130		1980 Voyager 1
XVII	Pandora	0,6285		1980 Voyager 1
XVIII	Pan	0,5750		1990 M.Showalter
XIX	Ymir	R 1315		2000 B.Gladman
XX	Paaliaq	686		2000 B.Gladman

Periodos y descubrimiento				
planeta	satélite	periodo orbital (d)	periodo de rotación (d)	descubrimiento
XXI	Tarvos	926		2000 KG
XXII	Ijiraq	451		2000 KG
XXIII	Suttungr	R 1017		2000 GK
XXIV	Kiviuq	449		2000 B.Gladman
XXV	Mundilfari	R 952		2000 GK
XXVI	Albiorix	783		2000 Holman et al
XXVII	Skadi	R 728		2000 KG
XXVIII	Erriapo	871		2000 KG
XXIX	Siarnaq	896		2000 Gladman et al
XXX	Thrymr	R 1092		2000 GK
XXXI	Narvi	R 956		2003 S.S.Sheppard
XXXII	Metone	1,01		2004 C.C.Porco et al
XXXIII	Palene	1,14		2004 C.C.Porco et al
XXXIV	Pólux	2,74		2004 C.C.Porco et al
XXXV	Dafnis	0,59		2005 C.C.Porco et al
XXXVI	Ægir	R 1118		2005 D.Jewitt et al
XXXVII	Bébhíonn	835		2005 D.Jewitt et al
XXXVIII	Bergelmir	R 1006		2005 D.Jewitt et al
XXXIX	Bestla	R 1089		2005 D.Jewitt et al
XL	Fárbauti	R 1086		2005 D.Jewitt et al
XLI	Fenrir	R 1260		2005 D.Jewitt et al
XLII	Fornjót	R 1494		2005 D.Jewitt et al
XLIII	Hati	R 1039		2005 D.Jewitt et al
XLIV	Hyrokkin	R 932		2006 D.Jewitt et al
XLV	Kári	R 1231		2006 D.Jewitt et al
XLVI	Loge	R 1311		2006 D.Jewitt et al
XLVII	Skoll	R 878		2006 D.Jewitt et al
XLVIII	Surtur	R 1297		2006 D.Jewitt et al
XLIX	Antea	1,04		2007 Cassini Team
L	Járnsaxa	R 965		2006 D.Jewitt et al
LI	Greip	R 921		2006 D.Jewitt et al
LII	Tarqeq	887		2007 D.Jewitt et al
LIII	Ægeon			2008 Cassini Team
	S/2004 S07	R 1140		2005 D.Jewitt et al
	S/2004 S12	R 1046		2005 D.Jewitt et al
	S/2004 S13	R 933		2005 D.Jewitt et al
	S/2004 S17	R 1015		2005 D.Jewitt et al
	S/2006 S1	R 963		2006 D.Jewitt et al
	S/2006 S3	R 1227		2006 D.Jewitt et al
	S/2007 S2	R 808		2007 D.Jewitt et al
	S/2007 S3	R 978		2007 D.Jewitt et al
Urano:				
I	Ariel	2,520379	sincr.	1851 W.Lassell
II	Umbriel	4,144177	sincr.	1851 W.Lassell
III	Titania	8,705872	sincr.	1787 W.Herschel

Periodos y descubrimiento

planeta	satélite	periodo orbital (d)	periodo de rotación (d)	descubrimiento
IV	Oberón	13,463239	sincr.	1787 W.Herschel
V	Miranda	1,413479	sincr.	1948 G.Kuiper
VI	Cordelia	0,335033		1986 Voyager 2
VII	Ofelia	0,376409		1986 Voyager 2
VIII	Bianca	0,434577		1986 Voyager 2
IX	Cresida	0,463570		1986 Voyager 2
X	Desdémona	0,473651		1986 Voyager 2
XI	Julieta	0,493066		1986 Voyager 2
XII	Porcia	0,513196		1986 Voyager 2
XIII	Rosalinda	0,558459		1986 Voyager 2
XIV	Belinda	0,623525		1986 Voyager 2
XV	Puck	0,761832		1985 Voyager 2
XVI	Calibán	R 580		1997 Gladman et al
XVII	Sícorax	R 1288		1997 Gladman et al
XVIII	Próspero	R 1978		1999 Holman et al
XIX	Setebos	R 2225		1999 Kavelaars et al
XX	Esteban	R 677		1999 Gladman et al
XXI	Trínculo	R 749		2001 Holman et al
XXII	Francisco	R 267		2001 HG
XXIII	Margarita	1695		2003 Holman et al
XXIV	Fernando	R 2823		2001 HG
XXV	Perdita	0,638		1999 Voyager 2
XXVI	Mab	0,923		2003 SL
XXVII	Cupido	0,618		2003 SL
Neptuno:				
I	Tritón	R 5,876854	sincr.	1846 W.Lassell
II	Nereida	360,13619		1949 G.Kuiper
III	Náyade	0,294396		1989 Voyager 2
IV	Talasa	0,311485		1989 Voyager 2
V	Despina	0,334655		1989 Voyager 2
VI	Galatea	0,428745		1989 Voyager 2
VII	Larisa	0,554654		1989 Voyager 2
VIII	Proteo	1,122315		1989 Voyager 2
IX	Halimede	R 1874		2002 Holman et al
X	Psámate	R 8863		2003 JKS
XI	Sao	2919		2002 Holman et al
XII	Laomedea	2982		2002 Holman et al
XIII	Neso	R 9136		2002 HG

Datos físicos y fotométricos

planeta	satélite	diámetro (km)	masa (10^{20} kg)	densidad (g cm^{-3})	magn. oposic.	albedo geom.
Tierra:	Luna	3476	735	3,34	-12,74	0,12
Marte:						
I	Fobos	$27 \times 22 \times 19$	10^{-4}	1,7	11,4	0,07
II	Deimos	$15 \times 12 \times 11$	$2 \cdot 10^{-5}$	1,8	12,4	0,07
Júpiter:						
I	Io	3643	893	3,55	5,0	0,63
II	Europa	3122	480	2,95	5,3	0,67
III	Ganimedes	5262	1482	1,94	4,6	0,43
IV	Calisto	4821	1076	1,86	5,6	0,17
V	Amaltea	167	0,028	2,1	14,1	0,09
VI	Himalia	~ 170	0,067	2,6	14,8	0,04
VII	Elara	~ 86	0,009	2,6	16,8	0,04
VIII	Pasífae	~ 60	0,003	2,6	17,0	0,04
IX	Sinope	~ 38	0,001	2,6	18,3	0,04
X	Lisítea	~ 36	0,001	2,6	18,4	0,04
XI	Carme	~ 46	0,001	2,6	18,0	0,04
XII	Ananké	~ 28		2,6	18,9	0,04
XIII	Leda	~ 20		2,6	20,2	0,04
XIV	Tebe	99	0,015		15,7	0,05
XV	Adrastea	$25 \times 20 \times 15$			19,1	$\sim 0,1$
XVI	Metis	43	0,001		17,5	0,06
XVII	Calíroo	~ 9				
XVIII	Temisto	~ 8				
XIX	Megaclite	~ 5				
XX	Táigete	~ 5				
XXI	Caldona	~ 4				
XXII	Harpálice	~ 4				
XXIII	Cálice	~ 5				
XXIV	Yocasta	~ 5				
XXV	Erínome	~ 3				
XXVI	Isonoe	~ 4				
XXVII	Praxídice	~ 7				
XXVIII	Autónoe	~ 4				
XXIX	Tione	~ 4				
XXX	Hermipé	~ 4				
XXXI	Aitné	~ 3				
XXXII	Eurídome	~ 3				
XXXIII	Euante	~ 3				
XXXIV	Euporia	~ 2				
XXXV	Ortosia	~ 2				
XXXVI	Sponde	~ 2				
XXXVII	Cale	~ 2				
XXXVIII	Pasítea	~ 2				

Datos físicos y fotométricos

planeta	satélite	diámetro (km)	masa (10^{20} kg)	densidad (g cm^{-3})	magn. oposic.	albedo geom.
XXXIX	Hegémone	~3				
XL	Mneme	~2				
XLI	Aoede	~4				
XLII	Telxínoe	~2				
XLIII	Arque	~3				
XLIV	Calicore	~2				
XLV	Hélice	~4				
XLVI	Carpo	~3				
XLVII	Eucelade	~4				
XLVIII	Cilene	~2				
XLIX	Core	~2				
	S/2003 J2	~2				
	S/2003 J3	~2				
	S/2003 J4	~2				
	S/2003 J5	~4				
	S/2003 J9	~1				
	S/2003 J10	~2				
	S/2003 J12	~1				
	S/2003 J15	~2				
	S/2003 J16	~2				
	S/2003 J17	~2				
	S/2003 J18	~2				
	S/2003 J19	~2				
	S/2003 J23	~2				
Saturno:						
I	Mimas	397	0,38	1,4	12,9	0,5
II	Encélado	499	0,86	1,1	11,7	1,0
III	Tetis	1060	6,2	1,19	10,2	0,9
IV	Dione	1118	11,0	1,43	10,4	0,7
V	Rea	1528	23	1,33	9,7	0,7
VI	Titán	5150	1346	1,89	8,3	0,2
VII	Hiperión	266	0,11	1,4	14,2	0,3
VIII	Jápeto	1436	19,7	1,17	11,1	0,6
IX	Febe	≈220	0,072		16,5	0,1
X	Jano	178	0,019		14,5	0,8
XI	Epimeteo	119	0,005		15,7	0,8
XII	Helena	≈ 32			18,4	0,7
XIII	Telesto	≈ 24			18,5	0,5
XIV	Calipso	≈ 19			18,7	0,6
XV	Atlas	≈ 32			18,0	0,9
XVI	Prometeo	≈ 100	0,003		15,8	0,6
XVII	Pandora	83	0,002		16,5	0,9
XVIII	Pan	≈ 20			19,0	0,5
XIX	Ymir	~16				
XX	Paaliaq	~19				

Datos físicos y fotométricos

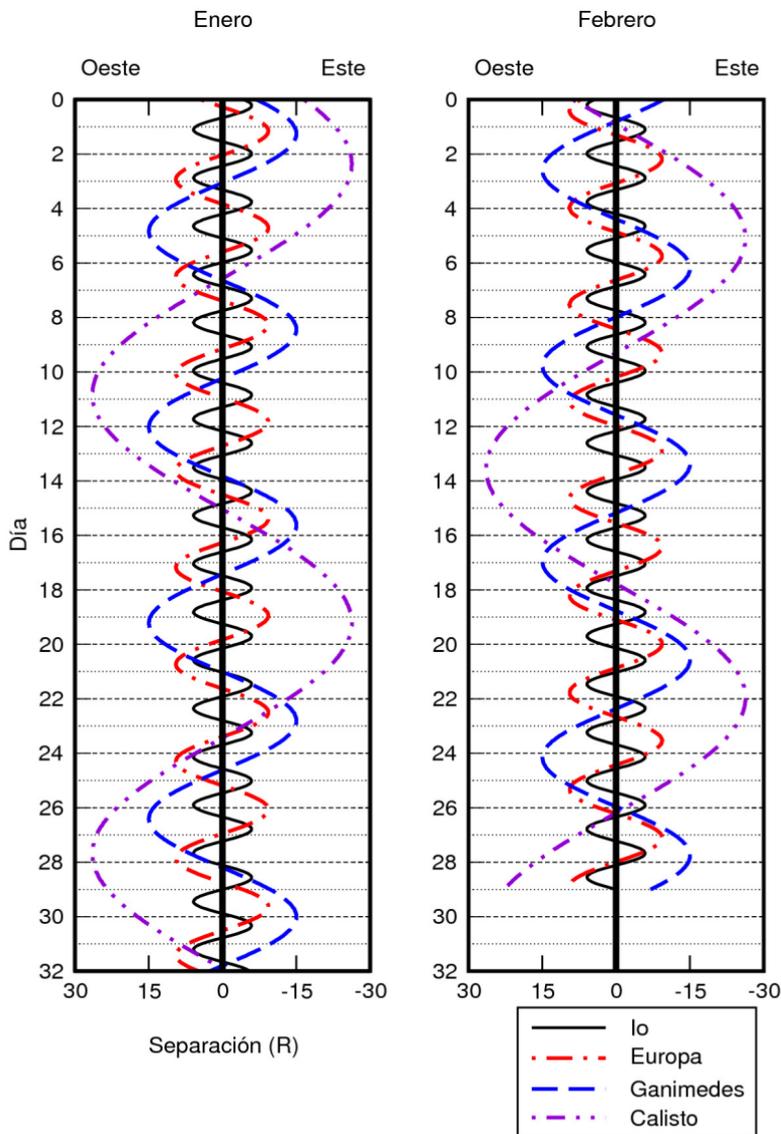
planeta	satélite	diámetro (km)	masa (10^{20} kg)	densidad (g cm^{-3})	magn. oposic.	albedo geom.
XXI	Tarvos	~13				
XXII	Ijiraq	~10				
XXIII	Suttungr	~5				
XXIV	Kiviuq	~14				
XXV	Mundilfari	~5				
XXVI	Albiorix	~26				
XXVII	Skadi	~6				
XXVIII	Erriapo	~9				
XXIX	Siarnaq	~32				
XXX	Thrymr	~5				
XXXI	Narvi	~7				
XXXII	Metone	~6				
XXXIII	Palene	~8				
XXXIV	Pólux	~8				
XXXV	Dafnis	~6				
XXXVI	Ægir	~6				
XXXVII	Bébhíonn	~6				
XXXVIII	Bergelmir	~6				
XXXIX	Bestla	~6				
XL	Fárbauti	~6				
XLI	Fenrir	~4				
XLII	Fornjót	~6				
XLIII	Hati	~6				
XLIV	Hyrokkin					
XLV	Kári					
XLVI	Loge					
XLVII	Skoll					
XLVIII	Surtur					
XLIX	Antea	~2				
L	Járnsaxa					
LI	Greip					
LII	Tarqeð					
LIII	Ægeon					
	S/2004 S07	~6				
	S/2004 S12	~6				
	S/2004 S13	~6				
	S/2004 S17	~4				
	S/2006 S1					
	S/2006 S3					
	S/2007 S2					
	S/2007 S3					
Urano:						
I	Ariel	1158	13,5	1,66	13,7	0,39
II	Umbriel	1169	11,7	1,39	14,5	0,21
III	Titania	1578	35,3	1,70	13,5	0,27

Datos físicos y fotométricos

planeta	satélite	diámetro (km)	masa (10^{20} kg)	densidad (g cm^{-3})	magn. oposic.	albedo geom.
IV	Oberón	1523	30,1	1,62	13,7	0,23
V	Miranda	472	0,7	1,2	15,8	0,32
VI	Cordelia	40				
VII	Ofelia	43				
VIII	Bianca	51				
IX	Cresida	80	0,003			
X	Desdémona	64	0,002			
XI	Julieta	94	0,006			
XII	Porcia	135	0,017			
XIII	Rosalinda	≈ 72	0,003			
XIV	Belinda	≈ 81	0,004			
XV	Puck	162	0,029			
XVI	Calibán	~ 98	0,007			
XVII	Sícorax	~ 190	0,054			
XVIII	Próspero	~ 30				
XIX	Setebos	~ 30				
XX	Esteban	~ 20				
XXI	Trínculo	~ 10				
XXII	Francisco	~ 12				
XXIII	Margarita	~ 12				
XXIV	Fernando	~ 12				
XXV	Perdita	~ 80				
XXVI	Mab	~ 32				
XXVII	Cupido	~ 24				
Neptuno:						
I	Tritón	2707	214	2,07	13,5	0,76
II	Nereida	340	0,3	1	18,7	0,15
III	Náyade	66	0,002			0,07
IV	Talasa	82	0,004			0,09
V	Despina	150	0,021			0,09
VI	Galatea	176	0,037			0,08
VII	Larisa	194	0,049			0,09
VIII	Proteo	420	0,504			0,09
IX	Halimede	~ 48				
X	Psámate	~ 28				
XI	Sao	~ 48				
XII	Laomedea	~ 48				
XIII	Neso	~ 60				

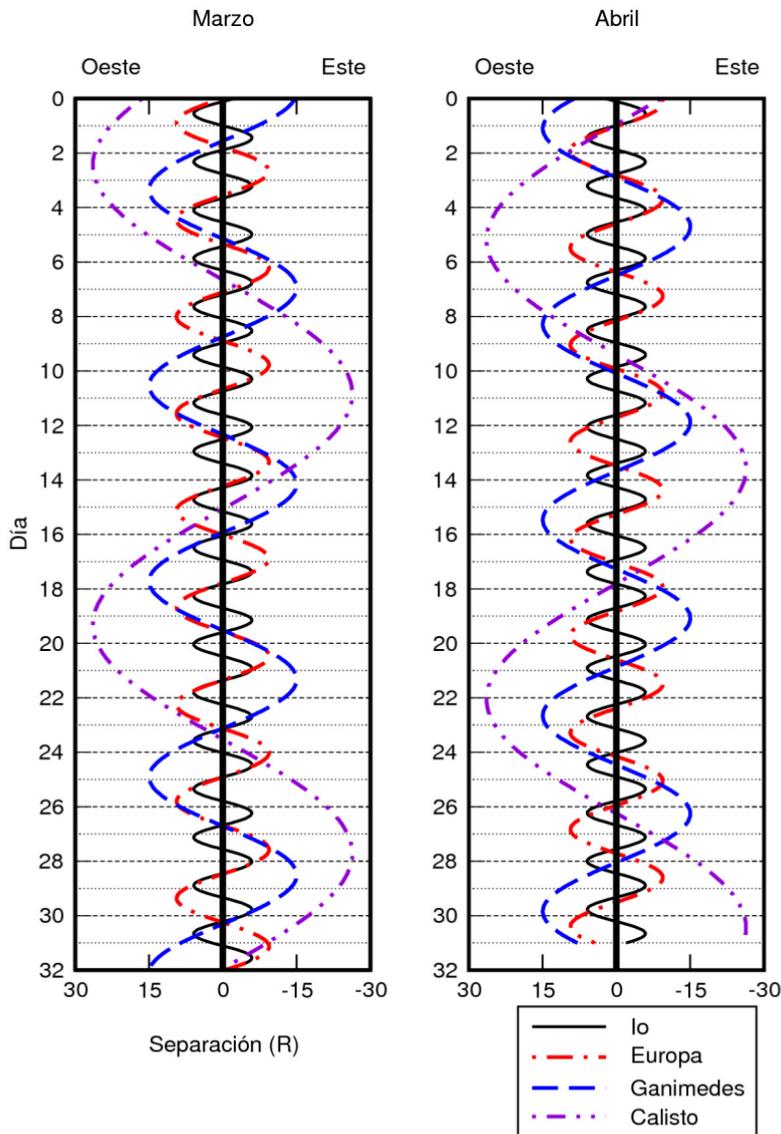
Posiciones relativas de los satélites galileanos de Júpiter

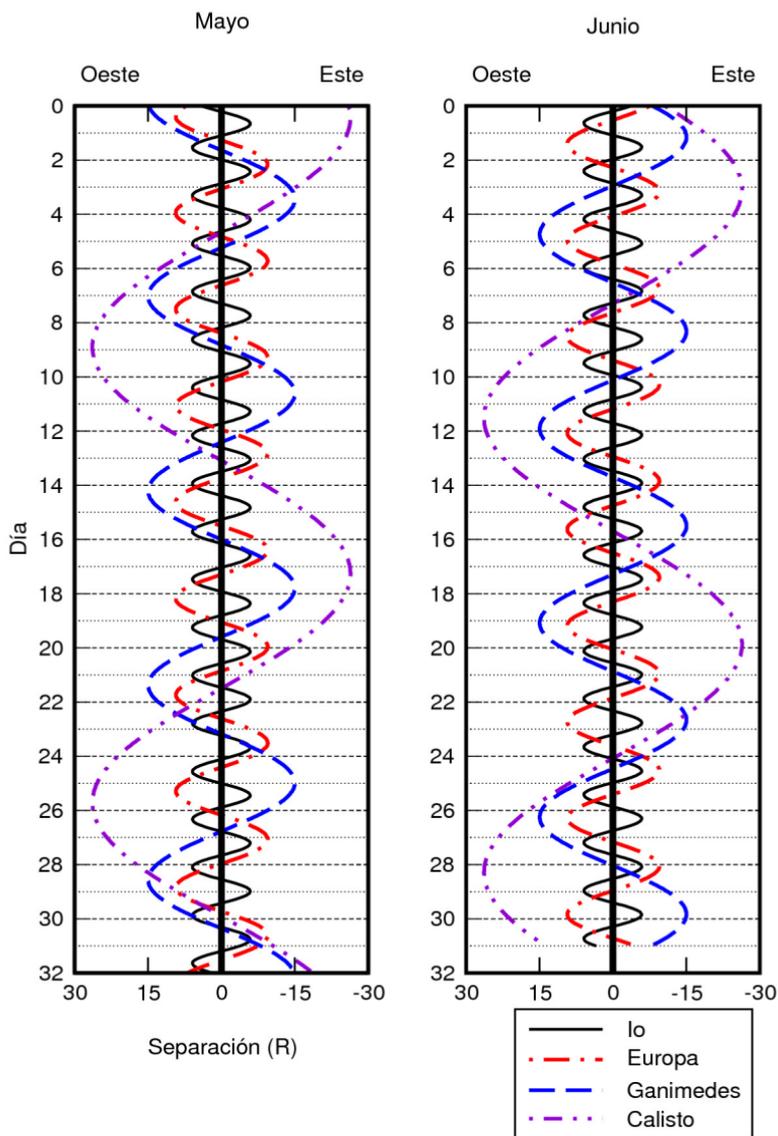
De mayor a menor amplitud, las posiciones dibujadas corresponden a Calisto, Ganimedes, Europa e Io.

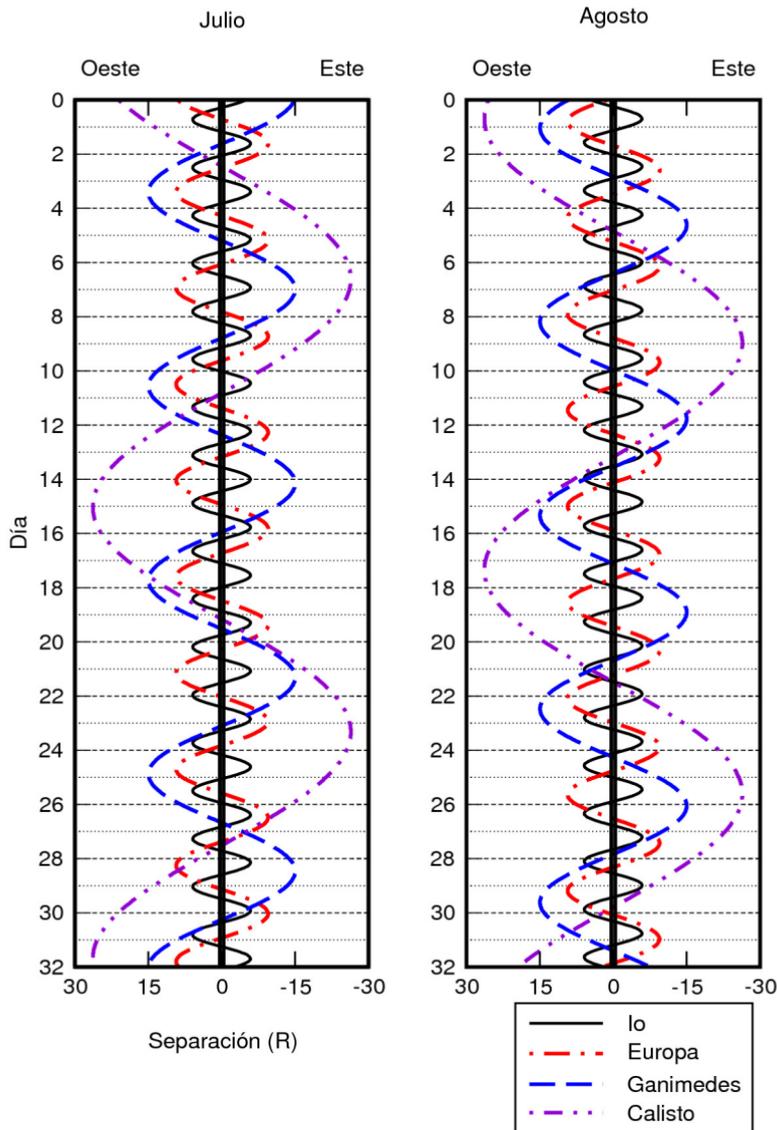


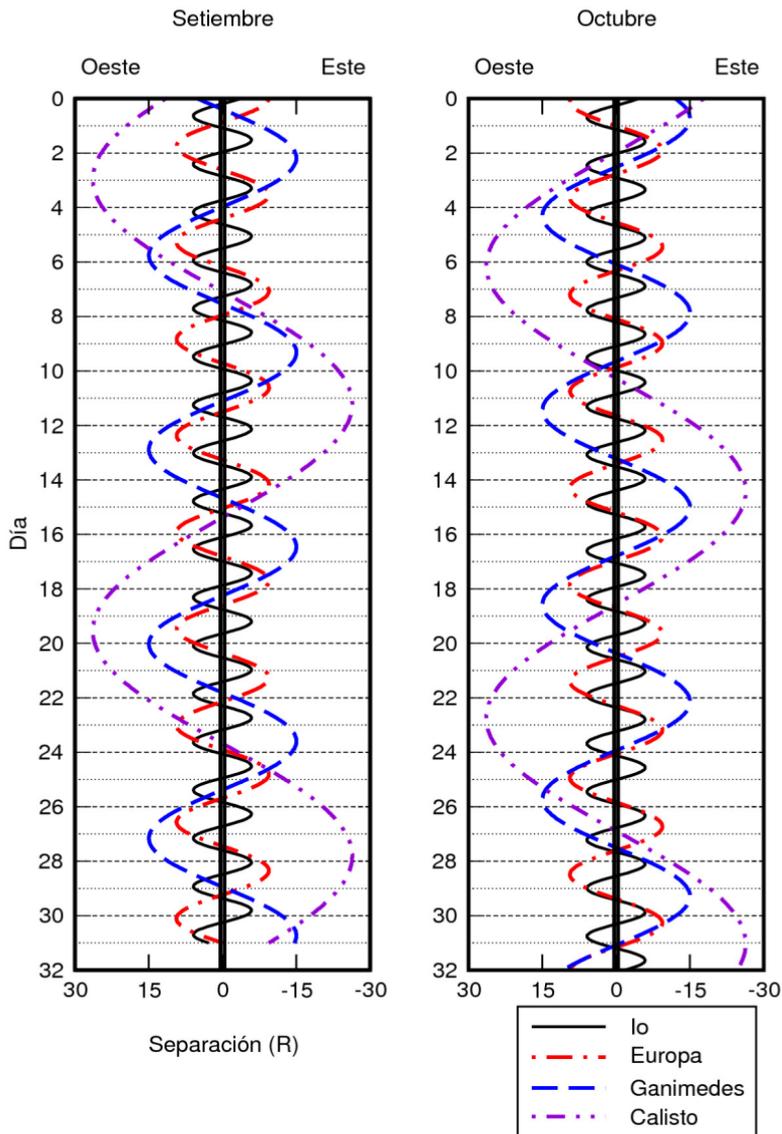
Obsérvese que Oeste y Este están colocados como se ven en un telescopio y al revés de como se ven con unos prismáticos.

Las dos líneas verticales indican el tamaño del planeta. La separación respecto del centro del planeta viene dada en radios planetarios.









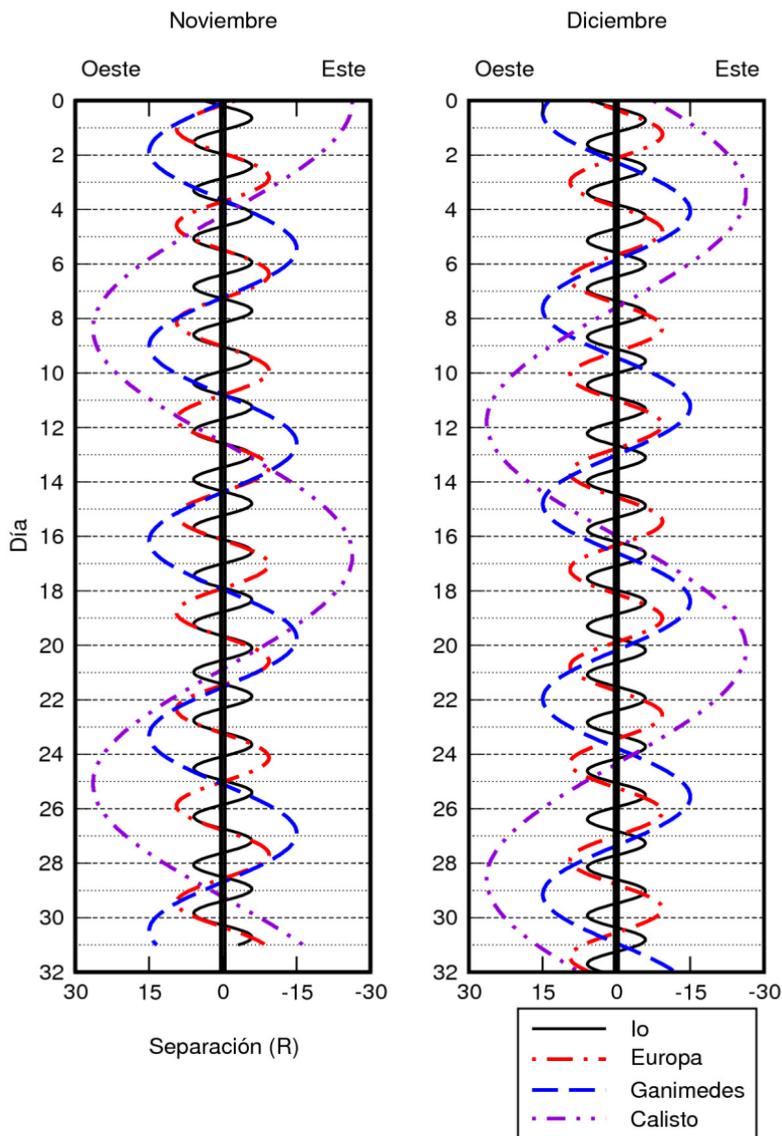


Tabla de equivalencias para distancias en el sistema solar

paralaje ecuatorial	tiempo luz (^h ^m ^s)	distancia		
		en UA	en \mathcal{R}_{\oplus}	en km
1°	1,2	0,0024	57,3	3,65 10 ⁵
50'	1,5	0,0029	68,8	4,39 10 ⁵
40'	1,8	0,0037	85,9	5,48 10 ⁵
30'	2,4	0,0049	114,6	7,31 10 ⁵
20'	3,7	0,0073	171,9	10,96 10 ⁵
10'	7,3	0,0147	343,8	21,93 10 ⁵
9'	8,1	0,0163	382,0	24,36 10 ⁵
8'	9,1	0,0183	429,7	27,41 10 ⁵
7'	10,4	0,0209	491,1	31,32 10 ⁵
6'	12,2	0,0244	573,0	36,54 10 ⁵
5'	14,6	0,0293	687,5	43,85 10 ⁵
4'	18,3	0,0366	859,4	54,82 10 ⁵
3'	24,4	0,0489	1145,9	73,09 10 ⁵
2'	36,6	0,0733	1718,9	109,63 10 ⁵
1'	73,1	0,1466	3438	219,26 10 ⁵
50"	1 27,8	0,176	4125	263 10 ⁵
40"	1 49,7	0,220	5157	329 10 ⁵
30"	2 26,3	0,293	6875	439 10 ⁵
20"	3 39,4	0,440	10313	658 10 ⁵
10"	7 18,8	0,879	20600	1316 10 ⁵
9"	8 07,6	0,977	22900	146 10 ⁶
8"	9 08,5	1,099	25800	164 10 ⁶
7"	10 26,9	1,256	29500	188 10 ⁶
6"	12 11,4	1,466	34400	219 10 ⁶
5"	14 37,7	1,759	41300	263 10 ⁶
4"	18 17,1	2,199	51600	329 10 ⁶
3"	24 22,8	2,931	68800	439 10 ⁶
2"	36 34,2	4,397	103100	658 10 ⁶
1"	73 08,3	8,794	206300	1316 10 ⁶
0"9	1 21 16	9,8	229 10 ³	146 10 ⁷
0"8	1 31 25	11,0	258 10 ³	164 10 ⁷
0"7	1 44 29	12,6	295 10 ³	188 10 ⁷
0"6	2 01 54	14,7	344 10 ³	219 10 ⁷
0"5	2 26 17	17,6	413 10 ³	263 10 ⁷
0"4	3 02 51	22,0	516 10 ³	329 10 ⁷
0"3	4 03 48	29,3	688 10 ³	439 10 ⁷
0"2	6 05 42	44,0	1031 10 ³	658 10 ⁷
0"1	12 11 23	87,9	2063 10 ³	1316 10 ⁷

OBJETOS MENORES DEL SISTEMA SOLAR

Planetas enanos

Elementos orbitales y parámetros físicos

Efemérides

Asteroides

Efemérides de los asteroides principales

Cometas

Lluvias de meteoros

Estadísticas de objetos menores

Número de objetos conocidos de distinto tipo en junio de 2009:

Planetas enanos:	5
Satélites de los planetas enanos:	6
Asteroides numerados:	$\sim 215\,000$
Asteroides nombrados:	$\sim 15\,000$
Ritmo anual de descubrimiento de asteroides:	$\sim 30\,000$
Asteroides potencialmente peligrosos:	1 058
Objetos Atenas ($Q > 0,983$ UA, $a < 1$ UA):	514
Objetos Apolo ($q < 1,017$ UA, $a > 1$ UA):	3 109
Objetos Amor ($1,017 < q < 1,3$ UA):	2 603
Objetos Centauro (entre Júpiter y Neptuno):	106
Objetos transneptunianos:	1 093
Cometas conocidos:	~ 3000
Cometas de corto periodo numerados:	221
Ritmo de descubrimiento de cometas:	~ 200 por año
Masa total de los asteroides:	$1,8 \cdot 10^{21}$ kg = $0,0003 \mathcal{M}_{\oplus}$
Masa de la nube cometaria de Oort:	$\sim 2 \mathcal{M}_{\oplus}$

Donde son:

- a semieje mayor de la órbita.
- q distancia mínima al Sol.
- Q distancia máxima al Sol.

Véase una descripción de distintos tipos de asteroides en la sección dedicada a los asteroides cercanos a la Tierra.

Planetas enanos

En la Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (IAU) celebrada en Praga en agosto de 2006 se resolvió añadir un nuevo término de objeto celeste, el de "planeta enano". Este es un cuerpo celeste que:

- (a) está en órbita alrededor del Sol,

- (b) tiene suficiente masa para que su propia gravedad haya superado la fuerza de cuerpo rígido, de manera que ha adquirido equilibrio hidrostático (forma casi esférica),
- (c) no ha limpiado de otros cuerpos similares la vecindad de su órbita y
- (d) no es un satélite.

Según tal definición, Plutón deja de ser un planeta en el sentido clásico y pasa a ser catalogado como planeta enano. Además, es el prototipo de una nueva categoría de objetos transneptunianos que la IAU, en la reunión de su Comité Ejecutivo celebrada en Oslo en junio de 2008, ha decidido denominar oficialmente *plutoide* y que corresponde a los planetas enanos más alejados del Sol que Neptuno.

También pasan a ser planetas enanos el asteroide Ceres, el plutoide Eris y, desde junio y setiembre del año 2008, los plutoides Makemake y Haumea.

Elementos orbitales y parámetros físicos

En las páginas siguientes figuran los elementos orbitales de los planetas enanos referidos al equinoccio y eclíptica medios J2000.0. Cuando alguna magnitud se expresa en *años* se refiere a años julianos. Para tenerla en días basta multiplicar por 365,25. Un *día* corresponde a exactamente 86400 segundos.

La explicación de las distintas magnitudes de las tablas puede encontrarse en el capítulo dedicado a los planetas.

Elementos orbitales (J2000.0)

Planeta	inclinación i	longitud del nodo, Ω	argumento perihelio, ω	longitud del perihelio, ϖ
Ceres	10°587	80°409	73°213	153°622
Plutón	17°089	110°377	222°974	112°597
Eris	44°179	35°874	151°506	187°380
Makemake	28°998	79°597	298°410	378°007
Haumea	28°225	122°104	239°360	361°464

Argumento del perihelio: $\omega = \varpi - \Omega$.

Distancias orbitales (J2000.0)

Planeta	semieje mayor, a		excentricidad, e	distancias (UA)	
	en UA	10^6 km		q,mínima	Q,máxima
Ceres	2,7655	413,71	0,0800	2,544	2,987
Plutón	39,4451	5900,90	0,2502	29,573	49,316
Eris	67,6960	10127,18	0,4409	37,846	97,546
Makemake	45,4823	6804,06	0,1597	38,218	52,746
Haumea	43,0808	6444,80	0,1963	34,624	51,538

Traslación (J2000.0)

Planeta	periodo orbital P (años)	movimiento medio diario n	velocidad orbital media V (km/s)	periodo sinódico medio (días)
Ceres	4,60	$0^{\circ}214304$	17,882	466,718
Plutón	247,74	$0^{\circ}003978$	4,749	366,723
Eris	557,00	$0^{\circ}001770$	3,436	365,899
Makemake	306,74	$0^{\circ}003213$	4,419	366,437
Haumea	282,77	$0^{\circ}003486$	4,484	366,539

El periodo sinódico medio se refiere al tiempo medio entre repeticiones sucesivas de un mismo fenómeno planetario (por ejemplo, una oposición) visto desde la Tierra. La velocidad para escapar del sistema solar desde una órbita dada se obtiene multiplicando la velocidad orbital por $\sqrt{2}$.

Datos fotométricos

Planeta	albedo geométrico	albedo de Bond	magnitud visual, V , en oposic.	índice de color $B-V$	constante solar (Tierra=1)
Ceres	0,1		6,8	0,71	0,13
Plutón	0,6	$\sim 0,5$	15,2	0,87	0,0006
Eris	0,9		17,1		0,0002
Makemake	0,8		16,0		0,0005
Haumea	0,7		16,5		0,0005

La constante solar de la Tierra es: $1370 \text{ W m}^{-2} = 1,96 \text{ cal min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$. Corresponde a la cantidad de energía que se recibe del Sol por unidad de tiempo y de superficie, en el exterior de la atmósfera.

Tamaño

Planeta	radio ecuat. en \mathcal{R}_{\oplus}	diámetro ecuador. en km	diámetro polar en km	achata- miento, f	tamaño angular a 1 UA	volumen Tierra=1 ($\approx 10^{12}$ km ³)
Ceres	0,076	975	909	0,068	1"3	0,0004
Plutón	0,187	2390	= ecuat.	~ 0	3"3	0,0066
Eris	0,188	2400	= ecuat.	~ 0	3"3	0,0066
Makemake	$\sim 0,118$	~ 1500	= ecuat.	~ 0	$\sim 2"1$	$\sim 0,002$
Haumea	$\sim 0,157$	~ 2000	~ 1000	$\sim 0,5$	$\sim 2"7$	$\sim 0,002$

El achatamiento se define como: $f = 1 - D_{polar}/D_{ecuat}$

Masa

Planeta	masa, M _p (\mathcal{M}_{\oplus})	densidad media (g cm ⁻³)	gravedad superf. ecu. (m s ⁻²)	constante gravit., GM _p (10^{10} m ³ s ⁻²)
Ceres	0,00016	2,2	0,56	6
Plutón	0,00218	1,8	0,61	87
Eris	0,00277	2,3	0,88	110
Makemake	$\sim 0,0007$	~ 2	$\sim 0,5$	~ 27
Haumea	$\sim 0,0007$	2,6	$\sim 0,3$	~ 27

Descubrimiento de los planetas enanos

Ceres:	1 de enero de 1801, por Giuseppe Piazzi (1746–1826) en Palermo.
Plutón:	18 de febrero de 1930, por Clyde William Tombaugh (1906–1997). Descubrimiento hecho a partir de fotografías tomadas con un telescopio de 13 pulgadas de apertura en el observatorio Lowell (EEUU) los días 23 y 29 de enero, y hecho público el 13 de marzo.
Eris:	21 de octubre de 2003, por Michael E. Brown, Chad A. Trujillo y David L. Rabinowitz en el Observatorio de Monte Palomar (EEUU).
Makemake:	31 de marzo de 2005, por Michael E. Brown, Chad A. Trujillo y David L. Rabinowitz en el Observatorio de Monte Palomar (EEUU).
Haumea:	7 de marzo de 2003, en el Observatorio de Sierra Nevada (España).

Satélites de los planetas enanos

planeta	satélite	diámetro (km)	magn. oposic.	periodo orbital (d)	descubrimiento
Plutón:					
I	Caronte	1186	17,3	6,38725	1978 J.W. Christy
II	Nix	48–132	23,9	~26	2005 H.A.Weaver et al.
III	Hidra	60–165	24,4	~38	2005 H.A.Weaver et al.
Eris:					
I	Disnomia	300–400	23,1	~14	2005 M.Brown y AOT
Haumea:					
I	Hi'iaka	~310	20,6	49,46	2005 M.Brown y AOT
I	Namaka	~170	21,9	18,28	2005 M.Brown y AOT

AOT: adaptive-optics team del Observatorio Keck en Mauna Kea

Efemérides

Coordenadas astrométricas, incluyendo perturbaciones planetarias.

1 CERES 2010							
(coordenadas J2000 a 0 ^h de TU)							
Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo	mag.	
			a Tierra	al Sol	de fase	V	
	α_{2000}	δ_{2000}	Δ	r	β (°)		
	(h m s)	(° ' ")					
Ene 1	16 12 51,7	-17 06 21	3,438	2,706	12	8,9	
Ene 11	16 29 05,9	-17 57 09	3,360	2,714	14	9,0	
Ene 21	16 44 54,3	-18 40 50	3,271	2,722	16	9,0	
Ene 31	17 00 08,0	-19 17 51	3,172	2,730	17	9,0	
Feb 10	17 14 38,3	-19 48 51	3,065	2,738	19	8,9	
Feb 20	17 28 14,3	-20 14 42	2,949	2,747	20	8,9	
Mar 2	17 40 43,9	-20 36 28	2,827	2,755	20	8,8	
Mar 12	17 51 55,2	-20 55 25	2,701	2,763	21	8,8	
Mar 22	18 01 33,1	-21 12 59	2,573	2,771	21	8,7	
Abr 1	18 09 22,6	-21 30 44	2,445	2,779	21	8,6	
Abr 11	18 15 08,2	-21 50 10	2,320	2,788	20	8,4	
Abr 21	18 18 32,9	-22 12 40	2,201	2,796	19	8,3	
May 1	18 19 23,6	-22 39 12	2,091	2,804	17	8,1	
May 11	18 17 32,1	-23 10 02	1,996	2,812	14	7,9	
May 21	18 12 58,6	-23 44 34	1,918	2,819	11	7,7	
May 31	18 06 01,2	-24 21 06	1,862	2,827	8	7,5	
Jun 10	17 57 14,2	-24 57 14	1,831	2,835	4	7,3	
Jun 20	17 47 30,0	-25 30 31	1,827	2,842	1	7,1	
Jun 30	17 37 53,0	-25 59 14	1,850	2,850	5	7,4	
Jul 10	17 29 23,4	-26 22 58	1,901	2,857	9	7,6	
Jul 20	17 22 51,4	-26 42 26	1,975	2,864	12	7,8	
Jul 30	17 18 48,4	-26 59 00	2,071	2,871	15	8,1	
Ago 9	17 17 26,0	-27 13 56	2,183	2,878	17	8,3	
Ago 19	17 18 44,7	-27 28 07	2,307	2,885	19	8,4	
Ago 29	17 22 34,3	-27 41 51	2,441	2,891	20	8,6	
Set 8	17 28 40,2	-27 54 57	2,581	2,897	20	8,8	
Set 18	17 36 47,9	-28 06 49	2,724	2,903	20	8,9	
Set 28	17 46 40,9	-28 16 45	2,866	2,909	20	9,0	
Oct 8	17 58 04,7	-28 23 51	3,006	2,915	19	9,1	
Oct 18	18 10 46,5	-28 27 18	3,142	2,921	18	9,1	
Oct 28	18 24 33,1	-28 26 18	3,272	2,926	17	9,2	
Nov 7	18 39 13,7	-28 20 10	3,393	2,931	16	9,2	
Nov 17	18 54 38,2	-28 08 23	3,506	2,936	14	9,3	
Nov 27	19 10 36,5	-27 50 34	3,607	2,941	13	9,3	
Dic 7	19 27 00,6	-27 26 29	3,697	2,945	11	9,2	
Dic 17	19 43 42,4	-26 56 07	3,774	2,950	9	9,2	
Dic 27	20 00 34,4	-26 19 35	3,837	2,954	7	9,2	

134340 PLUTON 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 1	18 13 18,3	-18 18 08	32,734	31,763	0	14,1
Ene 11	18 14 48,0	-18 18 15	32,703	31,768	1	14,1
Ene 21	18 16 13,9	-18 18 04	32,645	31,773	1	14,1
Ene 31	18 17 34,1	-18 17 39	32,560	31,778	1	14,1
Feb 10	18 18 46,6	-18 17 01	32,452	31,784	1	14,1
Feb 20	18 19 49,8	-18 16 14	32,324	31,789	1	14,1
Mar 2	18 20 42,1	-18 15 22	32,179	31,794	2	14,1
Mar 12	18 21 22,6	-18 14 28	32,023	31,799	2	14,1
Mar 22	18 21 50,2	-18 13 36	31,860	31,805	2	14,1
Abr 1	18 22 04,5	-18 12 49	31,694	31,810	2	14,1
Abr 11	18 22 05,5	-18 12 11	31,532	31,815	2	14,1
Abr 21	18 21 53,5	-18 11 44	31,377	31,820	2	14,1
May 1	18 21 29,1	-18 11 31	31,235	31,825	1	14,1
May 11	18 20 53,6	-18 11 34	31,110	31,831	1	14,0
May 21	18 20 08,2	-18 11 53	31,006	31,836	1	14,0
May 31	18 19 14,9	-18 12 29	30,925	31,841	1	14,0
Jun 10	18 18 15,6	-18 13 23	30,871	31,846	1	14,0
Jun 20	18 17 12,6	-18 14 34	30,844	31,852	0	14,0
Jun 30	18 16 08,2	-18 16 01	30,847	31,857	0	14,0
Jul 10	18 15 04,9	-18 17 44	30,878	31,862	1	14,0
Jul 20	18 14 05,0	-18 19 40	30,938	31,867	1	14,0
Jul 30	18 13 10,8	-18 21 48	31,024	31,873	1	14,0
Ago 9	18 12 24,2	-18 24 06	31,134	31,878	1	14,0
Ago 19	18 11 47,1	-18 26 31	31,266	31,883	1	14,1
Ago 29	18 11 21,0	-18 29 02	31,415	31,889	2	14,1
Set 8	18 11 06,9	-18 31 35	31,577	31,894	2	14,1
Set 18	18 11 05,6	-18 34 08	31,748	31,899	2	14,1
Set 28	18 11 17,6	-18 36 37	31,923	31,905	2	14,1
Oct 8	18 11 42,6	-18 39 01	32,096	31,910	2	14,1
Oct 18	18 12 20,5	-18 41 16	32,264	31,915	2	14,1
Oct 28	18 13 10,3	-18 43 19	32,422	31,921	2	14,1
Nov 7	18 14 11,1	-18 45 09	32,565	31,926	1	14,1
Nov 17	18 15 21,5	-18 46 42	32,688	31,931	1	14,1
Nov 27	18 16 39,8	-18 47 59	32,789	31,937	1	14,1
Dic 7	18 18 04,3	-18 48 56	32,865	31,942	1	14,1
Dic 17	18 19 33,0	-18 49 35	32,913	31,947	0	14,1
Dic 27	18 21 03,8	-18 49 55	32,933	31,953	0	14,1

136108 HAUMEA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 1	13 46 24,3	+18 19 53	51,125	51,027	1	17,4
Ene 11	13 46 40,9	+18 24 14	50,968	51,026	1	17,4
Ene 21	13 46 49,5	+18 29 24	50,814	51,024	1	17,4
Ene 31	13 46 50,0	+18 35 11	50,666	51,023	1	17,4
Feb 10	13 46 42,6	+18 41 25	50,528	51,021	1	17,4
Feb 20	13 46 27,5	+18 47 54	50,406	51,020	1	17,4
Mar 2	13 46 05,5	+18 54 23	50,303	51,018	1	17,4
Mar 12	13 45 37,4	+19 00 40	50,221	51,017	1	17,3
Mar 22	13 45 04,3	+19 06 31	50,164	51,015	1	17,3
Abr 1	13 44 27,3	+19 11 46	50,132	51,014	1	17,3
Abr 11	13 43 48,0	+19 16 14	50,127	51,012	1	17,3
Abr 21	13 43 07,6	+19 19 45	50,148	51,011	1	17,3
May 1	13 42 27,7	+19 22 14	50,195	51,009	1	17,3
May 11	13 41 49,6	+19 23 36	50,265	51,008	1	17,4
May 21	13 41 14,6	+19 23 47	50,357	51,006	1	17,4
May 31	13 40 44,0	+19 22 50	50,468	51,005	1	17,4
Jun 10	13 40 18,6	+19 20 44	50,593	51,003	1	17,4
Jun 20	13 39 59,5	+19 17 35	50,731	51,002	1	17,4
Jun 30	13 39 47,1	+19 13 27	50,875	51,000	1	17,4
Jul 10	13 39 42,1	+19 08 28	51,023	50,999	1	17,4
Jul 20	13 39 44,5	+19 02 46	51,170	50,997	1	17,4
Jul 30	13 39 54,5	+18 56 30	51,312	50,996	1	17,4
Ago 9	13 40 11,9	+18 49 50	51,446	50,994	1	17,4
Ago 19	13 40 36,3	+18 42 55	51,566	50,993	1	17,4
Ago 29	13 41 07,1	+18 35 58	51,670	50,991	1	17,4
Set 8	13 41 43,8	+18 29 08	51,756	50,990	1	17,4
Set 18	13 42 25,4	+18 22 35	51,819	50,988	1	17,4
Set 28	13 43 11,0	+18 16 31	51,859	50,987	1	17,4
Oct 8	13 43 59,5	+18 11 03	51,874	50,985	1	17,4
Oct 18	13 44 49,8	+18 06 22	51,863	50,984	1	17,4
Oct 28	13 45 40,5	+18 02 34	51,827	50,982	1	17,4
Nov 7	13 46 30,6	+17 59 46	51,766	50,981	1	17,4
Nov 17	13 47 18,6	+17 58 03	51,681	50,979	1	17,4
Nov 27	13 48 03,4	+17 57 28	51,576	50,978	1	17,4
Dic 7	13 48 43,8	+17 58 02	51,452	50,976	1	17,4
Dic 17	13 49 18,7	+17 59 45	51,314	50,975	1	17,4
Dic 27	13 49 47,1	+18 02 33	51,166	50,973	1	17,4

136199 ERIS 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 1	01 37 16,4	-04 36 25	96,503	96,681	1	18,8
Ene 11	01 37 12,9	-04 34 51	96,670	96,680	1	18,8
Ene 21	01 37 13,4	-04 32 53	96,838	96,678	1	18,8
Ene 31	01 37 17,9	-04 30 34	97,000	96,677	1	18,8
Feb 10	01 37 26,3	-04 27 58	97,153	96,675	1	18,8
Feb 20	01 37 38,3	-04 25 09	97,290	96,674	1	18,8
Mar 2	01 37 53,6	-04 22 11	97,409	96,672	0	18,8
Mar 12	01 38 11,6	-04 19 08	97,506	96,671	0	18,8
Mar 22	01 38 31,9	-04 16 06	97,578	96,669	0	18,8
Abr 1	01 38 53,8	-04 13 10	97,623	96,668	0	18,8
Abr 11	01 39 16,8	-04 10 22	97,640	96,666	0	18,7
Abr 21	01 39 40,1	-04 07 47	97,629	96,664	0	18,8
May 1	01 40 03,2	-04 05 29	97,590	96,663	0	18,8
May 11	01 40 25,5	-04 03 31	97,524	96,661	0	18,8
May 21	01 40 46,3	-04 01 56	97,434	96,660	0	18,8
May 31	01 41 05,0	-04 00 44	97,322	96,658	1	18,8
Jun 10	01 41 21,3	-03 59 57	97,192	96,657	1	18,8
Jun 20	01 41 34,7	-03 59 37	97,046	96,655	1	18,8
Jun 30	01 41 44,7	-03 59 42	96,889	96,653	1	18,8
Jul 10	01 41 51,3	-04 00 13	96,726	96,652	1	18,8
Jul 20	01 41 54,0	-04 01 07	96,560	96,650	1	18,8
Jul 30	01 41 53,0	-04 02 23	96,397	96,649	1	18,8
Ago 9	01 41 48,2	-04 03 57	96,240	96,647	1	18,8
Ago 19	01 41 39,8	-04 05 47	96,095	96,646	1	18,8
Ago 29	01 41 27,9	-04 07 49	95,966	96,644	1	18,8
Set 8	01 41 12,9	-04 09 59	95,856	96,642	0	18,7
Set 18	01 40 55,3	-04 12 11	95,769	96,641	0	18,7
Set 28	01 40 35,5	-04 14 22	95,708	96,639	0	18,7
Oct 8	01 40 14,3	-04 16 27	95,674	96,638	0	18,7
Oct 18	01 39 52,1	-04 18 21	95,669	96,636	0	18,7
Oct 28	01 39 29,8	-04 19 59	95,693	96,635	0	18,7
Nov 7	01 39 08,0	-04 21 18	95,745	96,633	0	18,7
Nov 17	01 38 47,5	-04 22 15	95,825	96,631	0	18,7
Nov 27	01 38 28,8	-04 22 46	95,929	96,630	0	18,8
Dic 7	01 38 12,8	-04 22 51	96,055	96,628	1	18,8
Dic 17	01 37 59,8	-04 22 27	96,199	96,627	1	18,8
Dic 27	01 37 50,3	-04 21 36	96,356	96,625	1	18,8

136472 MAKEMAKE 2010(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 1	12 37 57,2	+27 43 10	51,930	52,142	1	16,8
Ene 11	12 37 58,7	+27 48 52	51,788	52,144	1	16,8
Ene 21	12 37 51,8	+27 55 04	51,656	52,145	1	16,8
Ene 31	12 37 36,9	+28 01 34	51,539	52,147	1	16,8
Feb 10	12 37 14,7	+28 08 07	51,441	52,148	1	16,8
Feb 20	12 36 45,9	+28 14 29	51,365	52,150	1	16,8
Mar 2	12 36 11,7	+28 20 27	51,313	52,151	1	16,8
Mar 12	12 35 33,3	+28 25 47	51,287	52,153	1	16,8
Mar 22	12 34 52,2	+28 30 19	51,288	52,154	1	16,8
Abr 1	12 34 09,8	+28 33 52	51,314	52,155	1	16,8
Abr 11	12 33 27,7	+28 36 20	51,366	52,157	1	16,8
Abr 21	12 32 47,4	+28 37 37	51,441	52,158	1	16,8
May 1	12 32 10,2	+28 37 41	51,538	52,160	1	16,8
May 11	12 31 37,4	+28 36 31	51,652	52,161	1	16,8
May 21	12 31 10,1	+28 34 10	51,781	52,163	1	16,8
May 31	12 30 49,2	+28 30 42	51,920	52,164	1	16,8
Jun 10	12 30 35,4	+28 26 12	52,067	52,166	1	16,9
Jun 20	12 30 29,1	+28 20 48	52,216	52,167	1	16,9
Jun 30	12 30 30,6	+28 14 38	52,364	52,168	1	16,9
Jul 10	12 30 39,8	+28 07 53	52,506	52,170	1	16,9
Jul 20	12 30 56,7	+28 00 41	52,638	52,171	1	16,9
Jul 30	12 31 20,8	+27 53 15	52,758	52,173	1	16,9
Ago 9	12 31 51,5	+27 45 44	52,861	52,174	1	16,9
Ago 19	12 32 28,2	+27 38 19	52,945	52,176	1	16,9
Ago 29	12 33 10,0	+27 31 12	53,008	52,177	1	16,8
Set 8	12 33 56,0	+27 24 32	53,047	52,178	1	16,8
Set 18	12 34 45,0	+27 18 29	53,062	52,180	1	16,8
Set 28	12 35 35,8	+27 13 12	53,052	52,181	1	16,8
Oct 8	12 36 27,4	+27 08 49	53,017	52,183	1	16,8
Oct 18	12 37 18,4	+27 05 27	52,958	52,184	1	16,9
Oct 28	12 38 07,4	+27 03 11	52,876	52,186	1	16,9
Nov 7	12 38 53,4	+27 02 04	52,774	52,187	1	16,9
Nov 17	12 39 35,0	+27 02 09	52,654	52,188	1	16,9
Nov 27	12 40 11,2	+27 03 25	52,520	52,190	1	16,9
Dic 7	12 40 41,1	+27 05 50	52,376	52,191	1	16,9
Dic 17	12 41 03,7	+27 09 20	52,227	52,193	1	16,9
Dic 27	12 41 18,4	+27 13 47	52,076	52,194	1	16,9

Asteroides

En junio de 2009 se han numerado unos 215 000 asteroides, de los cuales unos 15 000 han recibido un nombre. Por su órbita y su tamaño, unos 1 058 son considerados potencialmente peligrosos.

En este apartado se dan los datos orbitales, físicos y fotométricos de 25 asteroides, de entre los más brillantes, la fecha de la oposición de los primeros asteroides a lo largo de este año, si tal oposición tiene lugar, y, por último, se incluyen tablas con las efemérides de tales asteroides.

En la tabla siguiente se incluyen los primeros 30 asteroides cuya magnitud visual en la oposición media es $V < 10$.

Elementos orbitales							
nombre	T	a	e	ω	Ω	i	
		(UA)		($^{\circ}$)	($^{\circ}$)	($^{\circ}$)	
1 Ceres	2004,58	2,7668	0,0795	72,896	80,404	10,586	
2 Palas	2004,75	2,7726	0,2309	310,257	173,132	34,838	
3 Juno	2005,84	2,6722	0,2559	247,934	169,961	12,968	
4 Vesta	2007,50	2,3613	0,0891	149,855	103,915	7,135	
5 Astrea	2007,84	2,5735	0,1923	357,557	141,673	5,369	
6 Hebe	2007,09	2,4248	0,2022	239,497	138,739	14,754	
7 Iris	2006,84	2,3849	0,2314	145,296	259,719	5,527	
8 Flora	2007,83	2,2012	0,1566	285,427	110,960	5,889	
9 Metis	2005,50	2,3862	0,1220	6,318	68,961	5,575	
10 Hygiea	2005,92	3,1386	0,1173	313,192	283,451	3,842	
11 Partenope	2008,67	2,4525	0,0997	194,796	125,610	4,626	
12 Victoria	2007,34	2,3347	0,2203	69,677	235,531	8,362	
13 Egeria	2008,92	2,5764	0,0859	80,782	43,284	16,542	
14 Irene	2005,00	2,5855	0,1676	96,306	86,455	9,107	
15 Eunomia	2007,42	2,6434	0,1876	97,833	293,266	11,738	
16 Psyche	2005,34	2,9210	0,1393	227,493	150,325	3,096	
18 Melpomene	2006,34	2,2956	0,2187	227,846	150,523	10,127	
19 Fortuna	2005,84	2,4432	0,1579	181,883	211,282	1,572	
20 Masalia	2006,92	2,4111	0,1418	255,956	206,392	0,706	
27 Euterpe	2008,84	2,3467	0,1729	356,806	94,806	1,584	
29 Amphitrite	2008,00	2,5547	0,0730	63,208	356,485	6,096	
39 Laetitia	2006,33	2,7671	0,1148	209,439	157,163	10,386	
40 Harmonia	2008,09	2,2675	0,0463	269,737	94,286	4,257	
44 Nysa	2007,17	2,4253	0,1477	342,751	131,579	3,704	
51 Nemausa	2007,50	2,3659	0,0672	3,224	176,100	9,975	
89 Julia	2005,59	2,5508	0,1839	44,767	311,642	16,143	
192 Nausikaa	2008,17	2,4034	0,2457	30,115	343,304	6,816	
230 Atamantis	2008,09	2,3826	0,0612	140,048	239,957	9,437	
349 Dembowska	2007,42	2,9255	0,0884	347,487	32,485	8,255	
354 Eleonora	2005,67	2,7978	0,1143	6,754	140,408	18,394	

Los elementos de la órbita se refieren al equinoccio y eclíptica medios J2000.0:

- T** = instante de paso por el perihelio,
- a** = semieje mayor de la órbita,
- e** = excentricidad,
- ω = argumento del perihelio,
- Ω = longitud del nodo ascendente y
- i** = inclinación de la órbita respecto de la eclíptica.

Las distancias al Sol mínima (distancia perihélica, q) y máxima (distancia afélica, Q) vienen dadas por:

$$q = a(1 - e) \text{ y } Q = a(1 + e)$$

El periodo de revolución, expresado en años, se determina mediante:

$$P = a^{3/2}$$

El movimiento medio es: $n = 0,98561/P$ (°/día).

Datos físicos y fotométricos

nombre	tamaño (km)	tipo esp.	P_{rotac} (h)	$V(a,0)$ (magn.)	coef. mag.	
					H	G
1 Ceres	975×909	C	9,074	6,79	3,34	0,12
2 Palas	570×525×500	V	7,813	7,59	4,13	0,11
3 Juno	290×240×190	S	7,210	8,58	5,33	0,32
4 Vesta	578×560×458	V	5,342	5,74	3,20	0,32
5 Astrea	167×123×82	S	16,801	9,89	6,85	0,15
6 Hebe	205×185×170	S	7,274	8,41	5,71	0,24
7 Iris	225×190×190	S	7,139	8,11	5,51	0,15
8 Flora	145×145×120	S	12,87	8,60	6,49	0,28
9 Metis	235×195×140	S	5,078	8,88	6,28	0,17
10 Hygiea	500×385×350	C	27,624	9,56	5,43	0,15
11 Partenope	153,3	S	9,43	9,31	6,55	0,15
12 Victoria	112,8	S	8,662	9,71	7,24	0,22
13 Egeria	217×196	C	7,044	9,78	6,74	0,15
14 Irene	181,8	S	15,06	9,37	6,30	0,15
15 Eunomia	330×245×205	S	6,084	8,47	5,28	0,23
16 Psyche	~280×230×190	M	4,196	9,65	5,90	0,20
18 Melpomene	150×125	S	11,573	8,88	6,51	0,25
19 Fortuna	225,0	C	7,443	9,87	7,13	0,10
20 Masalia	160×145×130	S	8,098	9,15	6,50	0,25
27 Euterpe	124×75	S	10,41	9,5	7,0	0,15
29 Amphitrite	212,2	S	5,390	8,84	5,85	0,20
39 Laetitia	149,5	S	5,138	9,5	6,1	0,15
40 Harmonia	107,6	S	8,91	9,3	7,0	0,15
44 Nysa	70,6	E	6,422	9,72	7,03	0,46
51 Nemausa	147,8	C	7,783	9,91	7,35	0,06

Los diez mayores asteroides, de acuerdo con el diámetro de una esfera de volumen equivalente y ordenados de mayor a menor, son: 1 Ceres, 2 Pallas, 4 Vesta, 10 Hygiea, 15 Eunomia, 511 Davida, 704 Interamnia, 52 Europa, 87 Sylvia y 16 Psyche, todos ellos mayores de 225 km

El tipo espectral se refiere a la composición del asteroide o a algún parámetro relacionado con su reflectividad. En la tabla figuran los siguientes casos:

- C** = tipo carbonáceo, con albedo bajo ($\sim 0,07$),
- M** = tipo metálico, con albedo medio ($\sim 0,15$),
- S** = tipo pétreo, con albedo medio ($\sim 0,15$),
- V** = tipo Vesta, con albedo alto ($\sim 0,25$) y
- E** = con albedo muy alto ($\sim 0,33$).

La columna indicada por V(a,0) da la magnitud media del asteroide cuando se halla en oposición (distancia al Sol igual al semieje de la órbita, distancia a la Tierra igual al semieje menos una UA) y con fase nula.

El cálculo de la magnitud para cualquier instante se puede efectuar mediante los coeficientes H y G dados en las dos últimas columnas de la tabla. Para ello es necesario conocer la distancia del asteroide al Sol, r , y a la Tierra, Δ , así como el ángulo de fase β (ver tablas en las páginas siguientes). La magnitud aparente predicha (para $0^\circ < \beta < 120^\circ$) será:

$$V = H + 5 \log(r\Delta) - 2,5 \log[(1 - G)\Phi_1 + G\Phi_2]$$

donde r y Δ se expresan en UA y siendo:

$$\log_e \Phi_1 = -3,33 \left[\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \right]^{0,63}$$

$$\log_e \Phi_2 = -1,87 \left[\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \right]^{1,22}$$

Cuando no está tabulado, el ángulo de fase β se puede calcular conocidas las distancias entre Sol, Tierra y asteroide, mediante la fórmula:

$$\cos \beta = \frac{\Delta^2 + r^2 - R^2}{2r\Delta}$$

donde R es la distancia Tierra-Sol (ver sección SOL o, en primera aprox., $R = 1$).

Fechas de la oposición en 2010 de los primeros asteroides

	nombre	oposición en longitud	magnitud V	oposición en asc. recta
1	Ceres	Jun 18, 22 ^h	7,0	Jun 18, 22 ^h
2	Palas	May 4, 5 ^h	8,8	May 14, 24 ^h
4	Vesta	Feb 18, 5 ^h	6,1	Feb 20, 21 ^h
5	Astrea	Oct 11, 23 ^h	10,6	Oct 14, 8 ^h
6	Hebe	Set 21, 3 ^h	7,7	Set 28, 14 ^h
8	Flora	Set 11, 0 ^h	8,2	Set 14, 17 ^h
9	Metis	Abr 11, 12 ^h	9,5	Abr 13, 17 ^h
10	Hygiea	Feb 7, 2 ^h	9,8	Feb 6, 7 ^h
12	Victoria	May 11, 20 ^h	9,1	May 11, 12 ^h
13	Egeria	Jun 16, 17 ^h	10,7	Jun 16, 2 ^h
14	Irene	Ago 23, 1 ^h	10,5	Ago 27, 4 ^h
15	Eunomia	Jun 27, 2 ^h	9,0	Jun 27, 6 ^h
16	Psyche	Dic 9, 11 ^h	9,4	Dic 9, 19 ^h
27	Euterpe	Jun 13, 9 ^h	10,4	Jun 13, 10 ^h
29	Amphitrite	Jul 3, 11 ^h	9,4	Jul 4, 4 ^h
39	Lactitia	Set 14, 9 ^h	9,1	Set 15, 24 ^h
40	Harmonia	May 28, 12 ^h	9,6	May 28, 23 ^h

La oposición en longitud corresponde al instante de fase mínima.

Asteroides cercanos a la Tierra

Se conoce un número cada vez mayor de asteroides que se acercan a la órbita de la Tierra. A aquellos cuyo perihelio q llega a ser menor de 1,3 UA se los denomina NEA, acrónimo de la expresión inglesa Near Earth Asteroids. Incluyen varios grupos especiales, que reciben el nombre del primer asteroide descubierto con unas determinadas características:

PHA Son los NEA potencialmente peligrosos, dado que pueden llegar a estar a una distancia de la Tierra menor de 0,05 UA (7,5 millones de km) y cuya magnitud absoluta es $H < 22$, lo que se traduce en un tamaño mayor de unos 150 m.

Atenas Son aquellos NEA que cruzan la órbita de la Tierra ($Q > 1 - e_{\oplus}$ UA) y cuyo semieje orbital es menor que el de ésta ($a < 1$ UA).

Apolo Son aquellos NEA que cruzan la órbita de la Tierra ($q < 1 + e_{\oplus}$ UA) y cuyo semieje orbital es mayor que el de ésta ($a > 1$ UA).

Amor Son aquellos NEA que no llegan a cruzar la órbita terrestre pero cuyo perihelio es $1 + e_{\oplus} < q < 1,3$ UA ($e_{\oplus} = 0,017$).

Efemérides

A continuación figuran las efemérides de los primeros asteroides para cada diez días en el intervalo en que su elongación solar es mayor de 90° . No se han considerado las perturbaciones planetarias. Las coordenadas ecuatoriales se refieren al equinoccio y ecuador medios de la época J2000. Se trata de coordenadas *astrométricas*, es decir, coordenadas geocéntricas corregidas únicamente de tiempo-luz pero no de aberración ánu.

1 CERES 2010

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Consultar efemérides en la página 237, apartado de planetas enanos

2 PALAS 2010

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} ([°] ' ")	distancia (UA)		ángulo de fase β ([°])	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
Feb 10	15 30 58,1	+04 02 02	2,373	2,596	22	9,2
Feb 20	15 40 07,8	+06 05 22	2,276	2,620	22	9,1
Mar 2	15 47 13,0	+08 26 42	2,185	2,645	21	9,0
Mar 12	15 51 58,5	+11 03 14	2,105	2,669	20	8,9
Mar 22	15 54 09,9	+13 50 07	2,038	2,694	18	8,8
Abr 1	15 53 40,7	+16 40 02	1,988	2,718	17	8,7
Abr 11	15 50 33,9	+19 24 00	1,957	2,742	15	8,7
Abr 21	15 45 05,4	+21 51 41	1,947	2,766	14	8,6
May 1	15 37 50,1	+23 53 12	1,959	2,790	14	8,7
May 11	15 29 35,0	+25 21 25	1,993	2,814	14	8,7
May 21	15 21 15,3	+26 12 25	2,047	2,837	15	8,8
May 31	15 13 45,2	+26 26 40	2,119	2,860	16	9,0
Jun 10	15 07 45,8	+26 07 54	2,208	2,883	17	9,1
Jun 20	15 03 44,6	+25 21 28	2,309	2,905	18	9,3
Jun 30	15 01 53,8	+24 13 41	2,421	2,927	19	9,4
Jul 10	15 02 12,8	+22 50 24	2,540	2,949	20	9,5
Jul 20	15 04 35,6	+21 16 34	2,665	2,970	20	9,7
Jul 30	15 08 51,0	+19 36 32	2,793	2,991	20	9,8

4 VESTA 2010

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 1	10 41 11,4	+14 10 07	1,754	2,440	20	7,1
Ene 11	10 41 43,7	+14 54 11	1,644	2,431	17	6,9
Ene 21	10 39 17,7	+15 56 46	1,551	2,422	14	6,7
Ene 31	10 33 57,7	+17 14 02	1,479	2,412	10	6,5
Feb 10	10 26 09,6	+18 39 04	1,432	2,403	5	6,2
Feb 20	10 16 45,6	+20 02 17	1,412	2,393	4	6,1
Mar 2	10 07 02,9	+21 13 38	1,419	2,384	7	6,3
Mar 12	09 58 21,4	+22 05 50	1,453	2,374	12	6,5
Mar 22	09 51 49,4	+22 35 17	1,509	2,364	16	6,6
Abr 1	09 48 10,3	+22 41 58	1,584	2,354	19	6,8
Abr 11	09 47 37,4	+22 28 15	1,673	2,344	22	7,0
Abr 21	09 50 06,2	+21 56 50	1,772	2,334	24	7,2
May 1	09 55 18,9	+21 10 26	1,877	2,324	25	7,3
May 11	10 02 52,0	+20 11 21	1,986	2,314	26	7,5
May 21	10 12 23,5	+19 01 10	2,096	2,304	26	7,6

5 ASTREA 2010

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Jul 20	01 29 13,5	+05 13 34	2,622	2,885	21	12,3
Jul 30	01 35 24,7	+05 26 42	2,474	2,870	20	12,1
Ago 9	01 39 54,2	+05 27 31	2,331	2,855	19	11,9
Ago 19	01 42 25,4	+05 14 56	2,195	2,840	18	11,8
Ago 29	01 42 45,1	+04 48 27	2,070	2,824	16	11,6
Set 8	01 40 43,7	+04 08 08	1,961	2,807	13	11,3
Set 18	01 36 21,6	+03 15 23	1,870	2,791	10	11,1
Set 28	01 29 55,5	+02 13 27	1,804	2,773	6	10,8
Oct 8	01 21 57,6	+01 07 17	1,763	2,756	3	10,6
Oct 18	01 13 18,3	+00 03 30	1,751	2,737	4	10,6
Oct 28	01 04 56,9	-00 51 08	1,767	2,719	7	10,8
Nov 7	00 57 48,3	-01 31 08	1,810	2,700	11	11,0
Nov 17	00 52 37,4	-01 52 59	1,876	2,681	15	11,2
Nov 27	00 49 49,8	-01 55 40	1,960	2,661	17	11,4
Dic 7	00 49 34,1	-01 39 57	2,058	2,642	20	11,5
Dic 17	00 51 48,2	-01 07 31	2,165	2,622	21	11,7
Dic 27	00 56 20,6	-00 20 45	2,278	2,601	22	11,8

6 HEBE 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Jun 10	23 22 14,5	-04 39 38	1,847	2,098	29	9,8
Jun 20	23 36 55,7	-04 16 46	1,721	2,079	29	9,6
Jun 30	23 50 34,5	-04 10 32	1,598	2,061	29	9,4
Jul 10	00 02 55,9	-04 24 33	1,479	2,044	28	9,2
Jul 20	00 13 39,6	-05 02 41	1,368	2,028	27	9,0
Jul 30	00 22 24,6	-06 08 07	1,265	2,013	25	8,8
Ago 9	00 28 46,1	-07 43 04	1,174	1,999	22	8,5
Ago 19	00 32 20,3	-09 47 05	1,097	1,986	19	8,3
Ago 29	00 32 54,5	-12 15 04	1,037	1,975	15	8,0
Set 8	00 30 30,8	-14 56 31	0,996	1,964	11	7,8
Set 18	00 25 39,6	-17 35 02	0,978	1,956	10	7,7
Set 28	00 19 24,6	-19 52 03	0,982	1,948	11	7,7
Oct 8	00 13 06,3	-21 32 23	1,007	1,942	14	7,9
Oct 18	00 08 09,8	-22 27 27	1,052	1,938	18	8,1
Oct 28	00 05 39,2	-22 36 58	1,113	1,936	22	8,3
Nov 7	00 06 05,5	-22 05 48	1,187	1,934	25	8,5
Nov 17	00 09 36,3	-21 00 47	1,272	1,935	27	8,7
Nov 27	00 15 57,9	-19 29 26	1,365	1,937	29	8,9
Dic 7	00 24 48,4	-17 37 56	1,464	1,941	30	9,1
Dic 17	00 35 46,1	-15 31 28	1,567	1,946	30	9,3
Dic 27	00 48 28,1	-13 14 30	1,674	1,953	30	9,5

8 FLORA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
May 31	22 51 17,8	-09 51 13	1,876	2,116	29	10,6
Jun 10	23 05 01,0	-09 00 45	1,749	2,097	29	10,4
Jun 20	23 17 27,5	-08 21 07	1,623	2,079	29	10,2
Jun 30	23 28 22,5	-07 55 05	1,502	2,061	28	10,0
Jul 10	23 37 27,0	-07 45 37	1,387	2,044	27	9,8
Jul 20	23 44 16,7	-07 55 47	1,279	2,027	25	9,5
Jul 30	23 48 28,6	-08 27 41	1,181	2,010	22	9,3
Ago 9	23 49 40,0	-09 22 13	1,097	1,994	18	9,0
Ago 19	23 47 37,0	-10 37 26	1,028	1,978	14	8,7
Ago 29	23 42 30,4	-12 06 55	0,978	1,963	9	8,4

8 FLORA (cont.) 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Set 8	23 34 58,0	-13 40 14	0,949	1,949	6	8,2
Set 18	23 26 14,0	-15 03 40	0,944	1,935	7	8,2
Set 28	23 17 55,4	-16 04 43	0,960	1,922	12	8,4
Oct 8	23 11 30,9	-16 35 46	0,997	1,911	17	8,6
Oct 18	23 08 07,1	-16 34 25	1,051	1,900	21	8,9
Oct 28	23 08 13,0	-16 02 57	1,119	1,890	25	9,1
Nov 7	23 11 46,5	-15 05 32	1,197	1,882	28	9,3
Nov 17	23 18 31,1	-13 46 24	1,284	1,874	30	9,5
Nov 27	23 27 59,1	-12 09 44	1,376	1,868	31	9,7
Dic 7	23 39 43,4	-10 18 54	1,473	1,863	32	9,8
Dic 17	23 53 21,1	-08 16 41	1,571	1,860	32	10,0

9 METIS 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 21	13 42 53,3	-04 22 30	2,138	2,434	24	10,9
Ene 31	13 50 05,3	-04 47 32	2,021	2,447	23	10,8
Feb 10	13 55 01,7	-04 58 58	1,909	2,460	22	10,7
Feb 20	13 57 22,3	-04 56 14	1,804	2,472	20	10,5
Mar 2	13 56 53,3	-04 39 40	1,710	2,485	17	10,3
Mar 12	13 53 30,5	-04 10 28	1,632	2,497	14	10,1
Mar 22	13 47 24,2	-03 31 16	1,575	2,509	10	9,9
Abr 1	13 39 08,8	-02 46 38	1,541	2,520	6	9,7
Abr 11	13 29 37,8	-02 02 20	1,534	2,531	3	9,5
Abr 21	13 19 58,3	-01 24 38	1,554	2,542	5	9,7
May 1	13 11 18,4	-00 59 00	1,601	2,553	9	9,9
May 11	13 04 29,3	-00 48 37	1,672	2,563	13	10,2
May 21	13 00 03,3	-00 54 43	1,763	2,573	16	10,4
May 31	12 58 12,3	-01 16 45	1,870	2,582	19	10,6
Jun 10	12 58 51,8	-01 52 57	1,989	2,592	21	10,8
Jun 20	13 01 50,8	-02 41 25	2,118	2,600	22	11,0
Jun 30	13 06 53,7	-03 39 59	2,251	2,608	23	11,2
Jul 10	13 13 43,8	-04 46 37	2,388	2,616	23	11,3

10 HYGIEA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Ene 1	09 41 44,5	+11 16 01	2,408	3,192	12	10,6
Ene 11	09 37 28,1	+11 22 48	2,307	3,181	10	10,4
Ene 21	09 31 18,1	+11 39 24	2,231	3,170	6	10,2
Ene 31	09 23 45,4	+12 03 36	2,182	3,158	3	9,9
Feb 10	09 15 32,5	+12 32 14	2,163	3,147	2	9,8
Feb 20	09 07 29,7	+13 01 43	2,173	3,136	5	10,0
Mar 2	09 00 28,1	+13 28 33	2,213	3,124	8	10,2
Mar 12	08 55 06,8	+13 50 06	2,277	3,113	12	10,4
Mar 22	08 51 51,9	+14 04 37	2,363	3,101	14	10,6
Abr 1	08 50 55,0	+14 11 05	2,465	3,090	16	10,7
Abr 11	08 52 14,3	+14 09 13	2,579	3,078	18	10,9
Abr 21	08 55 41,8	+13 58 54	2,701	3,067	19	11,0
May 1	09 01 04,3	+13 40 15	2,826	3,055	19	11,1

12 VICTORIA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Feb 10	14 59 51,2	-22 13 14	2,070	2,326	25	11,7
Feb 20	15 11 11,6	-22 53 02	1,921	2,301	25	11,5
Mar 2	15 20 49,4	-23 21 37	1,776	2,276	25	11,3
Mar 12	15 28 20,4	-23 37 44	1,637	2,250	23	11,1
Mar 22	15 33 16,5	-23 39 43	1,506	2,225	22	10,8
Abr 1	15 35 14,4	-23 25 41	1,387	2,199	19	10,5
Abr 11	15 33 57,8	-22 53 35	1,282	2,174	16	10,2
Abr 21	15 29 25,4	-22 01 41	1,196	2,149	11	9,9
May 1	15 22 06,9	-20 50 12	1,131	2,124	6	9,6
May 11	15 13 00,5	-19 22 27	1,089	2,099	1	9,2

12 VICTORIA (cont.) 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
May 21	15 03 30,8	-17 45 45	1,073	2,075	5	9,4
May 31	14 55 11,5	-16 10 31	1,080	2,051	11	9,6
Jun 10	14 49 16,0	-14 46 50	1,108	2,028	17	9,8
Jun 20	14 46 31,9	-13 42 09	1,154	2,005	21	10,0
Jun 30	14 47 16,8	-12 59 47	1,214	1,984	25	10,2
Jul 10	14 51 24,8	-12 39 23	1,284	1,963	28	10,4
Jul 20	14 58 42,1	-12 38 41	1,360	1,943	30	10,5
Jul 30	15 08 48,2	-12 53 59	1,441	1,924	31	10,7
Ago 9	15 21 22,4	-13 21 17	1,525	1,907	32	10,8
Ago 19	15 36 08,3	-13 56 47	1,609	1,890	32	10,9

13 EGERIA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Mar 22	17 55 21,6	-30 54 13	2,458	2,686	22	11,9
Abr 1	18 03 42,5	-31 59 05	2,332	2,694	21	11,8
Abr 11	18 09 48,6	-33 08 40	2,210	2,701	21	11,6
Abr 21	18 13 16,5	-34 23 34	2,096	2,708	19	11,5
May 1	18 13 45,7	-35 43 10	1,992	2,715	17	11,3
May 11	18 11 00,3	-37 05 15	1,903	2,722	15	11,1
May 21	18 04 55,4	-38 25 26	1,832	2,728	12	11,0
May 31	17 55 50,3	-39 37 35	1,784	2,734	9	10,8
Jun 10	17 44 29,8	-40 35 12	1,760	2,740	7	10,7
Jun 20	17 32 06,9	-41 13 09	1,763	2,746	7	10,7
Jun 30	17 20 11,5	-41 29 55	1,792	2,751	9	10,8
Jul 10	17 10 03,8	-41 27 49	1,845	2,757	11	11,0
Jul 20	17 02 44,5	-41 11 48	1,920	2,761	14	11,2
Jul 30	16 58 44,1	-40 47 44	2,014	2,766	17	11,4
Ago 9	16 58 06,7	-40 20 25	2,122	2,770	19	11,5
Ago 19	17 00 43,0	-39 53 09	2,241	2,774	20	11,7
Ago 29	17 06 13,5	-39 27 40	2,367	2,778	21	11,9
Set 8	17 14 16,1	-39 04 17	2,498	2,781	21	12,0
Set 18	17 24 30,9	-38 42 36	2,631	2,784	21	12,1

14 IRENE 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
May 31	22 38 07,6	-16 37 05	2,561	2,826	21	11,6
Jun 10	22 44 35,0	-16 40 48	2,441	2,839	20	11,5
Jun 20	22 49 07,2	-16 58 13	2,326	2,852	19	11,4
Jun 30	22 51 31,9	-17 30 03	2,218	2,865	18	11,2
Jul 10	22 51 37,7	-18 16 11	2,121	2,877	16	11,1
Jul 20	22 49 17,7	-19 15 03	2,040	2,889	13	10,9
Jul 30	22 44 36,3	-20 23 03	1,978	2,900	10	10,7
Ago 9	22 37 50,2	-21 34 51	1,939	2,911	7	10,6
Ago 19	22 29 33,2	-22 43 38	1,926	2,921	5	10,4
Ago 29	22 20 36,0	-23 42 27	1,941	2,931	5	10,5
Set 8	22 11 54,5	-24 26 01	1,984	2,940	8	10,7
Set 18	22 04 24,1	-24 51 14	2,052	2,949	11	10,9
Set 28	21 58 47,1	-24 57 44	2,143	2,957	13	11,1
Oct 8	21 55 27,3	-24 46 59	2,253	2,965	16	11,3
Oct 18	21 54 34,3	-24 21 09	2,378	2,972	17	11,5
Oct 28	21 56 03,5	-23 42 46	2,513	2,979	18	11,6
Nov 7	21 59 42,7	-22 53 57	2,656	2,985	19	11,8
Nov 17	22 05 17,1	-21 56 25	2,802	2,991	19	11,9

15 EUNOMIA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Abr 1	18 39 57,8	-30 25 23	2,709	2,925	20	10,7
Abr 11	18 47 33,2	-30 20 21	2,557	2,910	20	10,5
Abr 21	18 53 01,0	-30 15 40	2,408	2,895	19	10,4
May 1	18 56 04,7	-30 11 41	2,266	2,879	18	10,2
May 11	18 56 28,9	-30 08 10	2,134	2,863	16	10,0

15 EUNOMIA (cont.) 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
May 21	18 54 02,2	-30 04 10	2,017	2,846	14	9,8
May 31	18 48 45,9	-29 57 43	1,918	2,829	11	9,6
Jun 10	18 40 56,0	-29 46 20	1,841	2,812	7	9,3
Jun 20	18 31 09,7	-29 27 25	1,789	2,794	4	9,1
Jun 30	18 20 26,6	-28 59 26	1,764	2,776	2	9,0
Jul 10	18 09 55,4	-28 22 40	1,766	2,758	6	9,1
Jul 20	18 00 44,6	-27 39 20	1,796	2,739	10	9,3
Jul 30	17 53 48,5	-26 52 51	1,848	2,720	13	9,5
Ago 9	17 49 37,4	-26 06 36	1,921	2,701	16	9,6
Ago 19	17 48 24,2	-25 23 00	2,009	2,682	19	9,8
Ago 29	17 50 05,2	-24 43 12	2,109	2,662	21	9,9
Set 8	17 54 27,3	-24 07 09	2,217	2,642	22	10,1
Set 18	18 01 15,1	-23 34 00	2,328	2,622	22	10,2

16 PSYCHE 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Set 18	05 17 26,3	+19 35 26	2,299	2,586	23	10,8
Set 28	05 25 12,8	+19 30 28	2,182	2,595	22	10,7
Oct 8	05 30 40,6	+19 21 55	2,069	2,605	21	10,5
Oct 18	05 33 30,8	+19 10 53	1,964	2,615	19	10,4
Oct 28	05 33 31,4	+18 58 26	1,869	2,625	17	10,2
Nov 7	05 30 37,4	+18 45 26	1,791	2,636	14	10,0
Nov 17	05 25 00,0	+18 32 40	1,732	2,647	10	9,8
Nov 27	05 17 12,8	+18 20 49	1,697	2,659	6	9,6
Dic 7	05 08 07,4	+18 10 42	1,689	2,671	2	9,4
Dic 17	04 58 52,5	+18 03 31	1,709	2,683	4	9,5
Dic 27	04 50 37,1	+18 00 36	1,758	2,696	8	9,8

27 EUTERPE 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Mar 22	17 47 11,6	-22 32 38	2,434	2,694	22	12,1
Abr 1	17 53 57,0	-22 34 38	2,306	2,703	21	12,0
Abr 11	17 58 22,8	-22 35 44	2,182	2,711	20	11,9
Abr 21	18 00 11,2	-22 36 47	2,065	2,718	19	11,7
May 1	17 59 10,6	-22 38 16	1,959	2,724	16	11,5
May 11	17 55 16,6	-22 40 08	1,869	2,730	13	11,3
May 21	17 48 37,9	-22 41 43	1,798	2,735	10	11,1
May 31	17 39 44,6	-22 42 04	1,751	2,740	6	10,9
Jun 10	17 29 25,1	-22 40 17	1,730	2,743	2	10,6
Jun 20	17 18 43,9	-22 36 14	1,737	2,747	3	10,7
Jun 30	17 08 50,5	-22 30 50	1,771	2,749	7	11,0
Jul 10	17 00 41,7	-22 25 43	1,830	2,751	11	11,2
Jul 20	16 54 58,2	-22 22 40	1,912	2,752	14	11,4
Jul 30	16 51 59,9	-22 23 03	2,012	2,752	17	11,6
Ago 9	16 51 48,2	-22 27 24	2,125	2,752	19	11,8
Ago 19	16 54 16,6	-22 35 33	2,249	2,751	20	12,0
Ago 29	16 59 10,7	-22 46 41	2,379	2,750	21	12,1
Set 8	17 06 14,4	-22 59 40	2,512	2,747	21	12,2

29 AMPHITRITE 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Abr 1	18 58 16,1	-29 14 36	2,567	2,726	21	11,1
Abr 11	19 07 59,9	-29 23 19	2,430	2,723	21	10,9
Abr 21	19 15 43,7	-29 35 07	2,296	2,720	21	10,8
May 1	19 21 10,3	-29 51 11	2,166	2,716	20	10,6
May 11	19 24 02,1	-30 12 15	2,045	2,713	19	10,5
May 21	19 24 02,0	-30 38 06	1,935	2,708	16	10,3
May 31	19 21 02,5	-31 07 14	1,840	2,704	14	10,1
Jun 10	19 15 07,2	-31 36 43	1,764	2,700	10	9,9
Jun 20	19 06 38,9	-32 02 23	1,711	2,695	7	9,6
Jun 30	18 56 27,4	-32 19 42	1,683	2,690	4	9,5

29 AMPHITRITE (cont.) 2010

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Jul 10	18 45 39,2	-32 25 26	1,682	2,685	5	9,5
Jul 20	18 35 31,4	-32 18 29	1,707	2,679	8	9,7
Jul 30	18 27 13,7	-32 00 24	1,757	2,673	12	9,9
Ago 9	18 21 32,4	-31 34 15	1,828	2,668	15	10,1
Ago 19	18 18 52,9	-31 03 18	1,917	2,661	17	10,2
Ago 29	18 19 18,7	-30 30 11	2,020	2,655	20	10,4
Set 8	18 22 38,7	-29 56 19	2,133	2,649	21	10,6
Set 18	18 28 37,1	-29 22 07	2,253	2,642	22	10,7
Set 28	18 36 53,4	-28 47 15	2,377	2,635	22	10,8

39 LAETITIA 2010

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")				
Jun 10	23 20 03,6	-01 56 59	2,318	2,512	24	11,0
Jun 20	23 29 56,6	-01 19 59	2,187	2,504	24	10,9
Jun 30	23 38 21,5	-00 55 46	2,059	2,497	23	10,8
Jul 10	23 45 03,7	-00 46 45	1,934	2,490	22	10,6
Jul 20	23 49 46,6	-00 55 26	1,818	2,484	21	10,4
Jul 30	23 52 16,5	-01 23 43	1,711	2,478	19	10,2
Ago 9	23 52 22,8	-02 12 41	1,618	2,473	16	10,0
Ago 19	23 50 03,1	-03 21 44	1,543	2,468	12	9,7
Ago 29	23 45 32,6	-04 47 23	1,489	2,464	8	9,5
Set 8	23 39 22,2	-06 23 22	1,459	2,460	3	9,2
Set 18	23 32 22,4	-08 00 45	1,456	2,457	3	9,1
Set 28	23 25 35,5	-09 29 45	1,479	2,454	7	9,4
Oct 8	23 19 59,6	-10 42 27	1,527	2,452	11	9,7
Oct 18	23 16 22,3	-11 33 33	1,597	2,451	15	9,9
Oct 28	23 15 10,7	-12 01 20	1,687	2,450	18	10,1
Nov 7	23 16 32,4	-12 06 30	1,790	2,449	20	10,3
Nov 17	23 20 23,4	-11 50 57	1,905	2,450	22	10,5
Nov 27	23 26 29,4	-11 17 26	2,028	2,450	23	10,7
Dic 7	23 34 33,3	-10 28 36	2,155	2,452	24	10,8

40 HARMONIA 2010
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (UA)		ángulo de fase β (°)	mag. V	
			a Tierra Δ	al Sol r			
	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")					
Mar	2	16 27 31,0	-17 55 50	2,074	2,347	25	11,6
Mar	12	16 37 24,5	-18 11 41	1,945	2,344	25	11,4
Mar	22	16 45 07,6	-18 21 30	1,820	2,340	24	11,3
Abr	1	16 50 18,0	-18 26 19	1,701	2,336	22	11,1
Abr	11	16 52 34,5	-18 27 09	1,590	2,332	20	10,9
Abr	21	16 51 38,7	-18 24 51	1,492	2,328	17	10,6
May	1	16 47 27,6	-18 20 14	1,411	2,324	14	10,4
May	11	16 40 15,7	-18 13 53	1,350	2,320	9	10,1
May	21	16 30 44,0	-18 06 36	1,311	2,315	4	9,8
May	31	16 20 02,8	-17 59 48	1,298	2,310	2	9,6
Jun	10	16 09 33,8	-17 55 26	1,311	2,306	7	9,9
Jun	20	16 00 37,0	-17 56 01	1,348	2,301	12	10,2
Jun	30	15 54 13,5	-18 03 45	1,406	2,296	16	10,4
Jul	10	15 50 54,0	-18 19 44	1,482	2,291	19	10,6
Jul	20	15 50 49,0	-18 44 05	1,572	2,285	22	10,8
Jul	30	15 53 51,4	-19 15 52	1,673	2,280	24	11,0
Ago	9	15 59 44,4	-19 53 24	1,780	2,275	25	11,2
Ago	19	16 08 11,3	-20 34 49	1,893	2,270	26	11,4
Ago	29	16 18 53,0	-21 17 58	2,007	2,264	26	11,5

Cometas

En esta sección se dan datos relativos a algunos cometas de largo periodo y los elementos orbitales de todos los cometas de corto periodo cuyo regreso ha sido observado al menos una vez. En primer lugar figura una lista de los cometas cuyo paso por el perihelio está previsto para este año, de acuerdo con los parámetros de que se dispone para su órbita. Hay que indicar, sin embargo, que algunos de ellos han aparecido sólo ocasionalmente.

Cometas periódicos que pasan por su perihelio en 2010

Nombre del cometa	mes	día	distancia a		elongación (°)
			Sol (UA)	Tierra(UA)	
118P/Shoemaker-Levy 4	Ene	22	2.02	1.25	129
82P/Gehrels 3	Feb	1	3.63	2.76	147
203P/Korlevic	Feb	4	3.17	2.65	113
149P/Mueller 4	Feb	11	2.65	2.09	114
126P/IRAS	Feb	14	1.70	2.60	19
81P/Wild 2	Feb	15	1.58	0.90	114
65P/Gunn	Mar	1	2.44	2.85	56
157P/Tritton	Mar	7	1.42	1.57	63
162P/Siding Spring	Mar	8	1.23	2.09	22
94P/Russell 4	Abr	2	2.23	1.44	132
30P/Reinmuth 1	Abr	18	1.88	1.89	74
141P-A/Machholz 2	May	18	0.75	1.73	10
215P/NEAT	Jun	11	3.23	2.50	128
104P/Kowal 2	Jul	12	1.40	2.32	19
2P/Encke	Ago	1	0.34	1.31	8
10P/Tempel 2	Ago	18	1.48	0.54	143
142P/Ge-Wang	Ago	26	2.50	1.60	145
43P/Wolf-Harrington	Set	1	1.58	2.05	49
103P/Hartley 2	Oct	2	1.03	0.54	78

UA = Unidad Astronómica = 149597870 km

Cometas de largo periodo

Aquellos cometas cuyo periodo de revolución alrededor del Sol es mayor que 400 años se suelen denominar cometas de largo periodo. A continuación se muestra una tabla que contiene una lista de cometas de largo periodo que han resultado relevantes por su brillo u otras circunstancias. Por ejemplo, el de 1680 fue observado por Newton. Los últimos cometas incluidos en la lista tienen órbitas hiperbólicas, al ser la excentricidad de su órbita mayor que la unidad. En la tabla figuran los siguientes elementos: el periodo en años (**P**), las distancias mínima y máxima al Sol (**q** y **Q**, respectivamente) y la excentricidad e inclinación de la órbita (**e** y **i**, respectivamente). Obsérvese que la mayoría de estas

órbitas están muy inclinadas respecto del plano del sistema solar y que su excentricidad es muy próxima a la unidad ($e = 1$ indica que la órbita es parabólica). El código indica el año de su aparición y su orden de aparición en tal año.

Cometas de largo periodo relevantes

Nombre	P (años)	q (UA)	Q (UA)	e	i (°)	Código
Gran cometa de 1861 (Tebbutt)	409	0,822	109	0,9851	85	C/1861 J1
Gran cometa de 1843	513	0,006	128	0,9999	144	C/1843 D1
Gran cometa de setiembre 1882	759	0,008	166	0,9999	142	C/1882 R1
Ikeya-Seki	880	0,008	184	0,9999	142	C/1965 S1
IRAS-Araki-Alcock	963	0,991	185	0,9898	73	C/1983 H1
Bennett	1680	0,538	282	0,9962	90	C/1969 Y1
Donati	1950	0,578	312	0,9963	117	C/1858 L1
Brooks	2090	0,489	326	0,9970	34	C/1911 O1
Gran cometa de 1881	2440	0,735	362	0,9959	63	C/1881 K1
Hale-Bopp	2570	0,914	374	0,9951	89	C/1995 O1
Humason	2930	2,133	407	0,9896	153	C/1961 R1
Gran cometa de 1811 (Flaugergues)	3100	1,035	424	0,9951	107	C/1811 F1
Cometa meridional de 1947	3800	0,110	487	0,9995	139	C/1947 X1
Tempel	3950	0,909	497	0,9964	178	C/1864 N1
Gran cometa de 1844	6800	0,251	718	0,9993	46	C/1844 Y1
Daniel	8750	0,512	849	0,9988	9	C/1907 L2
Gran cometa de 1680 (Kirch)	9400	0,006	870	0,9999	61	C/1680 V1
Coggia	13700	0,676	1144	0,9988	66	C/1874 H1
Mrkos	$\sim 10^4$	0,355	1120	0,9994	94	C/1957 P1
Skjellerup-Maristany	$> 10^4$	0,176	2200	0,9998	85	C/1927 X1
Cometa del eclipse	$\sim 10^5$	0,135	4200	0,9999	23	C/1948 V1
Hyakutake	$\sim 10^5$	0,230	4400	0,9999	125	C/1996 B2
West	$\sim 10^6$	0,197	14000	1,0000	43	C/1975 V1
Perrine	$\sim 10^6$	0,401	25000	1,0000	156	C/1902 R1
Gran cometa de enero 1910	$> 10^6$	0,129	52000	1,0000	139	C/1910 A1
Finsler	$\sim 10^7$	0,863	$> 10^5$	1,0000	146	C/1937 N1
Gran cometa de 1577 (Tycho)		0,177		1,0	105	C/1577 V1
Cometa de 1744 (De Chéseaux)		0,222		1,0	47	C/1743 X1
Cometa Sarabat		4,051		1,0	77	C/1729 P1
Gran cometa de 1819		0,342		1,0	81	C/1819 N1
Winnecke		0,579		1,0	132	C/1868 L1
Gran cometa meridional de 1887		0,005		1,0	144	C/1887 B1
Gran cometa de 1901		0,245		1,0	131	C/1901 G1
Sugano-Saigusa-Fujikawa		0,471		1,0	97	C/1983 J1
Kohoutek		0,142		> 1	14	C/1973 E1
Arend-Roland		0,316		> 1	120	C/1956 R1
Morehouse		0,945		> 1	140	C/1908 R1
Cunningham		0,368		> 1	50	C/1940 R2
Bowell		3,364		> 1	2	C/1980 E1
Cernis		3,329		> 1	135	C/1983 O1
Wilson		1,200		> 1	147	C/1986 P1
Austin		0,350		> 1	59	C/1989 X1
Levy		0,939		> 1	132	C/1990 K1

Cometas de corto periodo

En la tabla que ocupa las páginas siguientes figuran todos los cometas de corto periodo ($P < 200$ años) que han aparecido al menos en dos ocasiones y aquellos descubiertos recientemente cuya órbita esté bien determinada. Están ordenados según el nuevo sistema de designación de cometas adoptada por la Unión Astronómica Internacional (UAI/IAU) en agosto de 1994. El periodo, P , viene dado en la segunda columna. El año de su primera aparición conocida viene dado en la última columna.

Cometas de corto periodo								
Nombre	P (años)	T	q (UA)	e	ω (°)	Ω (°)	i (°)	Prim. apar.
1P/Halley	75,3	1986,10	0,586	0,967	111,3	58,4	162,3	-239
2P/Encke	3,30	1997,40	0,335	0,849	186,4	334,7	11,9	1786
3D/Biela	6,65	1832,91	0,879	0,751	221,7	250,7	13,2	1772
4P/Faye	7,52	1999,35	1,657	0,568	205,0	199,3	9,0	1843
5D/Brorsen	5,46	1879,25	0,590	0,810	14,9	103,0	29,4	1846
6P/d'Arrest	6,53	2002,10	1,353	0,613	178,1	138,9	19,5	1678
7P/Pons-Winnecke	6,37	2002,37	1,257	0,634	172,3	93,4	22,3	1819
8P/Tuttle	13,5	1994,48	0,997	0,824	206,7	270,6	54,7	1790
9P/Tempel 1	5,52	2005,51	1,506	0,518	178,8	68,9	10,5	1867
10P/Tempel 2	5,38	2005,13	1,427	0,535	195,6	117,8	12,0	1873
11P/Tempel-Swift-LINEAR	6,37	2002,00	1,584	0,539	163,6	240,7	13,5	1869
12P/Pons-Brooks	70,8	1954,39	0,774	0,955	199,0	255,9	74,2	1812
13P/Olbers	69,5	1956,47	1,178	0,930	64,6	86,1	44,6	1815
14P/Wolf	8,20	2000,89	2,406	0,408	162,6	203,5	27,7	1884
15P/Finlay	6,75	2002,11	1,034	0,711	323,6	42,0	3,7	1886
16P/Brooks 2	6,87	2001,55	1,835	0,492	198,1	176,9	5,5	1889
17P/Holmes	6,88	2007,34	2,053	0,432	24,3	326,9	19,1	1892
18D/Perrine-Mrkos	6,72	1968,84	1,272	0,624	166,1	240,9	17,8	1896
19P/Borrelly	6,86	2001,71	1,358	0,624	353,4	75,4	30,3	1904
20D/Westphal	61,9	1913,91	1,254	0,920	57,1	348,0	40,9	1852
21P/Giacobini-Zinner	6,62	2005,51	1,038	0,706	172,5	195,4	31,8	1900
22P/Kopff	6,46	2002,95	1,583	0,543	162,7	120,9	4,7	1906
23P/Brorsen-Metcalf	70,5	1989,70	0,479	0,972	129,6	311,6	19,3	1847
24P/Schaumasse	8,25	2001,34	1,205	0,705	57,9	79,8	11,8	1911
25D/Neujmin 2	5,43	1927,05	1,338	0,567	193,7	328,7	10,6	1916
26P/Grigg-Skjellerup	5,11	1997,67	0,997	0,664	359,3	213,3	21,1	1808
27P/Crommelin	27,4	1984,14	0,735	0,919	195,8	250,9	29,1	1818
28P/Neujmin 1	18,2	2002,99	1,552	0,775	346,9	347,0	14,2	1913
29P/Schwassmann-Wachmann 1	14,6	2004,50	5,722	0,044	48,2	312,7	9,4	1902
30P/Reinmuth 1	7,32	2002,98	1,877	0,502	13,3	119,8	8,1	1928
31P/Schwassmann-Wachmann 2	8,70	2002,05	3,409	0,194	18,3	114,2	4,6	1929
32P/Comas Sola	8,80	2005,25	1,834	0,570	45,9	60,8	12,9	1926

Cometas de corto periodo								
Nombre	P (años)	T	q (UA)	e	ω ($^{\circ}$)	Ω ($^{\circ}$)	i ($^{\circ}$)	Prim. apar.
33P/Daniel	8,06	2000,48	2,157	0,463	19,0	66,6	22,4	1909
34D/Gale	11,0	1938,47	1,183	0,761	209,2	67,9	11,7	1927
35P/Herschel-Rigollet	~ 155	1939,61	0,748	0,974	29,3	356,0	64,2	1788
36P/Whipple	8,51	2003,51	3,088	0,259	202,2	182,4	9,9	1925
37P/Forbes	6,35	2005,59	1,572	0,541	329,3	315,1	9,0	1929
38P/Stephan-Oterma	37,7	1980,93	1,574	0,860	358,2	79,2	18,0	1867
39P/Oterma	19,5	2002,97	5,471	0,246	56,3	331,6	1,9	1943
40P/Vaisala 1	10,8	2004,06	1,796	0,633	47,2	134,7	11,5	1939
41P/Tuttle-Giacobini-Kresak	5,42	2006,45	1,048	0,660	62,2	141,1	9,2	1858
42P/Neujmin 3	10,7	2004,54	2,015	0,585	147,2	150,4	4,0	1929
43P/Wolf-Harrington	6,46	1997,75	1,582	0,544	187,1	254,7	18,5	1924
44P/Reinmuth 2	6,73	2001,15	1,903	0,466	47,3	296,0	6,9	1947
45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	5,26	1995,99	0,532	0,824	326,0	89,1	4,2	1948
46P/Wirtanen	5,45	1997,20	1,062	0,657	356,3	82,2	11,7	1948
47P/Ashbrook-Jackson	7,48	2001,02	2,307	0,397	349,2	2,5	12,5	1948
48P/Johnson	6,96	2004,78	2,310	0,367	207,7	117,3	13,7	1949
49P/Arend-Rigaux	6,63	2005,15	1,369	0,612	330,8	121,5	18,3	1951
50P/Arend	8,24	1999,59	1,917	0,530	49,0	355,4	19,2	1951
51P/Harrington	6,78	1994,65	1,572	0,561	233,5	119,3	8,7	1953
52P/Harrington-Abell	7,54	2006,62	1,757	0,543	139,1	337,2	10,2	1955
53P/Van Biesbroeck	12,5	2003,77	2,415	0,552	134,1	149,0	6,6	1954
54P/de Vico-Swift-NEAT	7,31	2002,58	2,145	0,431	2,1	359,0	6,1	1844
55P/Tempel-Tuttle	33,2	1998,16	0,976	0,906	172,5	235,3	162,5	1366
56P/Slaughter-Burnham	11,5	2005,04	2,535	0,504	44,1	346,3	8,2	1959
57P/du Toit-Neujmin-Delporte	6,37	1983,42	1,708	0,503	115,2	189,2	2,8	1941
58P/Jackson-Neujmin	8,24	1995,77	1,381	0,662	200,4	160,7	13,5	1936
59P/Kearns-Kwee	9,44	1999,71	2,339	0,476	127,5	313,0	9,4	1963
60P/Tsuchinshan 2	6,78	2005,98	1,766	0,507	203,4	288,1	6,7	1965
61P/Shajn-Schaldach	7,47	2001,36	2,330	0,390	216,7	166,8	6,1	1949
62P/Tsuchinshan 1	6,63	2004,94	1,489	0,578	22,9	96,7	10,5	1965
63P/Wild 1	13,3	1999,99	1,961	0,650	168,0	358,5	19,9	1960
64P/Swift-Gehrels	9,17	2000,31	1,339	0,694	92,4	306,1	8,4	1889
65P/Gunn	6,80	2003,36	2,444	0,319	196,4	68,4	10,4	1954
66P/du Toit	14,7	2003,66	1,274	0,788	257,2	22,2	18,7	1944
67P/Churyumov-Gerasimenko	6,56	2002,63	1,289	0,632	11,4	50,9	7,1	1969
68P/Klemola	10,8	1998,33	1,754	0,641	154,5	175,5	11,1	1965
69P/Taylor	6,97	1997,95	1,948	0,466	355,4	108,9	20,5	1915
70P/Kojima	7,06	2007,76	2,012	0,453	2,1	119,3	6,6	1970
71P/Clark	5,51	1995,41	1,555	0,501	208,9	59,7	9,5	1973
72P/Denning-Fujikawa	9,01	1978,75	0,780	0,820	334,3	41,5	8,6	1881
73P/Schwassmann-Wachmann 3	5,34	1995,73	0,933	0,695	198,8	69,9	11,4	1930

Cometas de corto periodo

Nombre	P (años)	T	q (UA)	e	ω ($^{\circ}$)	Ω ($^{\circ}$)	i ($^{\circ}$)	Prim. apar.
74P/Smirnova-Chernykh	8,52	2009,58	3,553	0,149	87,4	77,1	6,6	1967
75P/Kohoutek	6,67	1994,50	1,785	0,496	175,8	269,7	5,9	1975
76P/West-Kohoutek-Ikemura	6,48	2006,89	1,603	0,538	0,1	84,1	30,5	1975
77P/Longmore	6,83	2002,68	2,310	0,358	196,4	15,0	24,4	1975
78P/Gehrels 2	7,22	2004,82	2,009	0,462	193,0	210,5	6,3	1973
79P/du Toit-Hartley	5,28	2003,13	1,230	0,594	253,1	308,0	2,9	1945
80P/Peters-Hartley	8,12	1998,61	1,624	0,598	338,4	260,0	29,9	1846
81P/Wild 2	6,39	1997,35	1,585	0,540	41,8	136,2	3,2	1978
82P/Gehrels 3	8,42	2001,67	3,626	0,124	227,7	239,6	1,1	1975
83P/Russell 1	6,10	1985,51	1,612	0,517	0,4	230,8	22,7	1979
84P/Giclas	6,97	2006,60	1,852	0,492	276,3	112,5	7,3	1931
85P/Boethin	11,2	1986,05	1,114	0,778	11,7	26,5	5,8	1975
86P/Wild 3	6,93	2001,47	2,310	0,364	179,2	72,6	15,4	1980
87P/Bus	6,51	2007,52	2,173	0,376	24,2	182,2	2,6	1981
88P/Howell	5,50	2004,28	1,367	0,561	235,8	56,8	4,4	1981
89P/Russell 2	7,41	2002,23	2,290	0,398	249,2	42,5	12,0	1980
90P/Gehrels 1	14,9	2002,48	2,966	0,509	28,2	13,5	9,6	1972
91P/Russell 3	7,66	2005,49	2,602	0,331	354,7	247,9	14,1	1983
92P/Sanguin	12,4	2002,73	1,808	0,663	163,1	182,3	18,8	1977
93P/Lovas 1	9,16	1998,79	1,693	0,613	74,6	340,0	12,2	1980
94P/Russell 4	6,58	2003,66	2,231	0,364	92,9	70,9	6,2	1984
95P/Chiron	50,6	1996,13	8,461	0,382	339,8	209,2	6,9	1977
96P/Machholz 1	5,24	2007,26	0,125	0,959	14,6	94,6	60,0	1986
97P/Metcalf-Brewington	10,5	2001,29	2,611	0,456	229,7	186,4	18,0	1906
98P/Takamizawa	7,40	2006,18	1,663	0,562	157,9	114,8	10,6	1984
99P/Kowal 1	15,1	2007,04	4,719	0,226	172,8	28,4	4,3	1977
100P/Hartley 1	6,29	2003,63	1,980	0,419	181,5	37,9	25,7	1985
101P/Chernykh	13,9	2005,99	2,350	0,594	263,2	130,3	5,1	1977
102P/Shoemaker 1	7,23	2006,43	1,974	0,472	18,5	339,9	26,3	1984
103P/Hartley 2	6,41	2004,38	1,037	0,700	180,9	219,9	13,6	1986
104P/Kowal 2	6,18	1998,17	1,397	0,585	191,9	246,1	15,5	1979
105P/Singer Brewster	6,45	2005,70	2,041	0,411	46,7	192,5	9,2	1986
106P/Schuster	7,31	2007,25	1,556	0,587	355,8	50,6	20,1	1977
107P/Wilson-Harrington	4,29	2005,53	0,993	0,624	91,3	270,6	2,8	1949
108P/Ciffreo	7,24	2000,30	1,713	0,542	358,0	53,7	13,1	1985
109P/Swift-Tuttle	~ 133	1992,95	0,960	0,963	153,0	139,4	113,5	-68
110P/Hartley 3	6,88	2008,10	2,488	0,312	167,9	287,8	11,7	1988
111P/Helin-Roman-Crockett	8,14	2004,98	3,478	0,140	10,0	92,0	4,2	1989
112P/Urata-Niijima	6,67	2006,83	1,465	0,586	21,4	31,9	24,2	1986
113P/Spitaler	7,09	2001,16	2,127	0,424	50,1	14,5	5,8	1890
114P/Wiseman-Skiff	6,68	2006,70	1,578	0,555	172,9	271,0	18,3	1986
115P/Maury	8,79	2002,98	2,041	0,521	119,9	176,8	11,7	1985
116P/Wild 4	6,49	2009,55	2,173	0,375	173,6	21,1	3,6	1990
117P/Helin-Roman-Alu 1	9,52	1997,24	3,714	0,173	215,4	73,5	9,8	1989

Cometas de corto periodo

Nombre	P (años)	T	q (UA)	e	ω ($^{\circ}$)	Ω ($^{\circ}$)	i ($^{\circ}$)	Prim. apar.
118P/Shoemaker-Levy 4	6,50	2003,54	2,010	0,423	302,0	152,0	8,5	1991
119P/Parker-Hartley	8,89	2005,40	3,044	0,290	181,4	244,1	5,2	1986
120P/Mueller 1	8,43	2004,75	2,747	0,337	30,2	4,5	8,8	1987
121P/Shoemaker-Holt 2	8,02	2004,67	2,648	0,339	6,3	99,7	17,7	1989
122P/de Vico	74,3	1995,76	0,659	0,963	13,0	79,6	85,4	1846
123P/West-Hartley	7,58	2003,94	2,128	0,448	102,9	46,6	15,4	1989
124P/Mrkos	5,75	2008,32	1,468	0,543	181,3	1,4	31,3	1991
125P/Spacewatch	5,53	2007,61	1,524	0,513	87,3	153,2	10,0	1991
126P/IRAS	13,3	1996,83	1,703	0,697	356,9	357,7	46,0	1983
127P/Holt-Olmstead	6,34	2003,45	2,159	0,369	6,5	14,0	14,4	1990
128P-A/Shoemaker-Holt 1	9,51	1997,89	3,047	0,321	210,2	214,5	4,4	1987
129P/Shoemaker-Levy 3	7,24	2005,43	2,807	0,250	181,8	303,6	5,0	1991
130P/McNaught-Hughes	6,67	2004,81	2,104	0,406	224,1	89,9	7,3	1991
131P/Mueller 2	7,07	2004,97	2,424	0,342	179,8	214,2	7,3	1990
132P/Helin-Roman-Alu 2	8,28	2006,13	1,924	0,530	221,1	178,4	5,8	1989
133P/Elst-Pizarro	5,61	1996,30	2,628	0,167	133,3	160,3	1,4	1979
134P/Kowal-Vavrova	15,6	1998,89	2,575	0,587	18,7	202,3	4,3	1983
135P/Shoemaker-Levy 8	7,50	1999,94	2,721	0,290	22,6	213,3	6,1	1992
136P/Mueller 3	8,69	1999,21	3,008	0,288	225,1	137,8	9,4	1990
137P/Shoemaker-Levy 2	9,36	2000,10	1,867	0,580	141,9	234,8	4,7	1990
138P/Shoemaker-Levy 7	6,91	2005,55	1,707	0,529	95,6	309,4	10,1	1991
139P/Vaisala-Oterma	9,54	1998,75	3,382	0,248	165,6	242,5	2,3	1939
140P/Bowell-Skiff	16,2	1999,37	1,972	0,692	173,1	343,5	3,8	1983
141P-A/Machholz 2	5,23	2005,16	0,753	0,750	149,3	246,2	12,8	1994
142P/Ge-Wang	11,2	1999,47	2,497	0,501	177,4	177,1	12,2	1988
143P/Kowal-Mrkos	8,93	2009,45	2,538	0,411	320,7	245,4	4,7	1984
144P/Kushida	7,57	2001,49	1,431	0,629	216,0	245,6	4,1	1994
145P/Shoemaker-Levy 5	8,68	2000,63	1,988	0,529	6,2	29,7	11,8	1991
146P/Shoemaker-LINEAR	7,88	2000,54	1,319	0,667	317,7	55,4	21,6	1984
147P/Kushida-Muramatsu	7,42	2001,33	2,751	0,277	347,3	93,7	2,4	1994
148P/Anderson-LINEAR	7,05	2001,34	1,694	0,540	6,7	89,8	3,7	1963
149P/Mueller 4	9,01	2001,11	2,647	0,389	43,6	145,4	29,7	2001
150P/LONEOS	7,66	2001,23	1,762	0,547	245,5	272,6	18,5	1978
151P/Helin	14,1	2001,73	2,531	0,566	215,4	143,5	4,7	1987
152P/Helin-Lawrence	9,49	2002,98	3,106	0,307	164,0	92,0	9,9	1993
153P/Ikeya-Zhang	~ 367	2002,21	0,507	0,990	34,7	93,4	28,1	1661
154P/Brewington	10,7	2003,14	1,590	0,672	48,0	343,6	18,1	1992
155P/Shoemaker 3	17,1	2002,96	1,813	0,727	14,9	97,3	6,4	1986
156P/Russell-LINEAR	6,84	2000,63	1,597	0,557	357,7	39,0	20,7	1986
157P/Tritton	6,45	2003,73	1,421	0,590	147,4	300,7	7,1	1978
158P/Kowal-LINEAR	10,3	2002,56	4,595	0,028	235,5	137,3	7,9	1979
159P/LONEOS	14,3	2004,17	3,651	0,381	5,0	55,2	23,4	1989
160P/LINEAR	7,94	2004,79	2,083	0,477	18,0	337,1	17,3	1996

Cometas de corto periodo

Nombre	P (años)	T	q (UA)	e	ω ($^{\circ}$)	Ω ($^{\circ}$)	i ($^{\circ}$)	Prim. apar.
161P/Hartley-IRAS	21,4	2005,47	1,275	0,835	47,2	1,6	95,8	1983
162P/Siding Spring	5,32	2004,86	1,228	0,597	356,4	31,3	27,8	1990
163P/NEAT	7,01	2005,09	1,920	0,476	347,2	103,7	12,5	2004
164P/Christensen	6,91	2004,48	1,646	0,546	325,5	88,7	16,2	1998
165P/LINEAR	76,5	2000,46	6,830	0,621	126,2	0,6	15,9	2000
166P/NEAT	51,7	2002,39	8,564	0,383	321,9	64,5	15,4	2001
167P/CINEOS	3,82	2001,28	1,784	0,270	343,7	295,8	19,1	2002
168P/Hergenrother	6,92	2005,84	1,426	0,607	13,9	356,5	21,9	1998
169P/NEAT	4,20	2005,72	0,605	0,767	217,9	176,3	11,3	1989
170P/Christensen	8,63	2006,08	2,930	0,304	225,5	143,0	10,1	1997
171P/Spahr	6,62	1999,05	1,726	0,510	346,7	102,0	22,0	1998
172P/Yeung	6,59	2002,19	2,244	0,361	178,8	40,1	11,5	1995
173P/Mueller 5	13,6	2008,38	4,213	0,262	29,7	100,6	16,5	1992
174P/Echeclus	35,3	1980,18	5,866	0,455	162,5	173,3	4,3	1979
175P/Hergenrother	6,63	2000,22	2,095	0,407	51,2	127,0	6,1	2000
176P/LINEAR	5,71	2005,81	2,581	0,192	36,1	346,6	0,2	1999
177P/Barnard 2	~ 119	2006,66	1,108	0,954	60,3	272,3	31,2	1889
178P/Hug-Bell	7,05	2006,52	1,946	0,471	296,9	103,7	11,0	1999
179P/Jedicke	14,3	1993,63	4,076	0,308	295,6	116,0	19,9	1993
180P/NEAT	7,53	2000,85	2,471	0,357	94,6	84,8	16,9	1954
181P/Shoemaker-Levy 6	7,53	2006,90	1,127	0,707	333,6	37,9	16,9	1991
182P/LONEOS	5,02	2002,08	0,977	0,667	51,4	75,1	16,9	2002
183P/Korlevic-Juric	9,60	1998,75	3,907	0,135	161,1	6,0	18,7	1955
184P/Lovas 2	6,78	2000,23	1,459	0,593	71,4	283,7	1,5	1986
185P/Petrier	5,49	2001,67	0,945	0,696	181,9	214,1	13,9	2001
186P/Garradd	10,6	2008,22	4,266	0,117	278,6	327,9	28,9	1975
187P/LINEAR	9,43	1999,36	3,711	0,169	132,0	112,0	13,7	1999
188P/LINEAR-Mueller	9,13	2007,96	2,557	0,415	26,3	359,2	10,5	1998
189P/NEAT	4,98	2007,57	1,174	0,597	15,3	282,2	20,4	2002
190P/Mueller	8,72	2007,52	2,035	0,520	49,7	336,2	2,2	1998
191P/McNaught	6,63	2007,70	2,048	0,420	274,2	106,5	8,8	2000
192P/Shoemaker-Levy 1	17,2	2007,97	1,524	0,772	311,0	51,7	24,4	1990
193P/LINEAR-NEAT	6,55	2001,45	2,043	0,417	6,4	336,3	10,9	2001
194P/LINEAR	8,03	2000,12	1,702	0,575	130,7	352,1	11,1	2000
195P/Hill	16,5	2009,06	4,437	0,315	249,7	243,3	36,4	1993
196P/Tichy	7,37	2000,76	2,154	0,431	11,8	24,4	19,4	2000
197P/LINEAR	4,86	2003,53	1,062	0,630	188,7	66,4	25,5	2003
198P/ODAS	6,77	1998,55	1,975	0,448	68,9	358,8	1,4	1998
199P/Shoemaker 4	14,5	2009,28	2,946	0,506	191,8	92,9	24,8	1994
200P/Larsen	11,0	2008,66	3,307	0,330	132,9	234,8	12,1	1997
201P/LONEOS	6,47	2002,13	1,359	0,609	24,7	35,5	7,0	2001
202P/Scotti	7,32	2001,78	2,525	0,330	255,7	194,6	2,2	1929
203P/Korlevic	9,97	2000,13	3,169	0,316	154,6	290,5	3,0	1999

Cometas de corto periodo								
Nombre	P (años)	T	q (UA)	e	ω ($^{\circ}$)	Ω ($^{\circ}$)	i ($^{\circ}$)	Prim. apar.
204P/LINEAR-NEAT	7,00	2001,94	1,936	0,471	355,2	109,1	6,6	2001
205P/Giacobini	6,66	2008,70	1,526	0,569	154,2	179,6	15,3	1896
206P/Barnard-Boattini	5,83	2008,82	1,145	0,646	181,4	204,2	32,9	1892
207P/NEAT	7,65	2001,20	0,940	0,758	271,2	200,7	10,2	2000
208P/McMillan	8,11	2008,37	2,525	0,375	310,4	36,4	4,4	2000
209P/LINEAR	5,03	2004,26	0,912	0,689	149,7	66,5	19,2	2004
210P/Christensen	5,71	2003,27	0,549	0,828	345,5	93,9	10,1	2003
211P/Hill	6,73	2009,35	2,362	0,338	4,4	117,3	18,9	2003
212P/NEAT	7,78	2008,93	1,654	0,579	15,1	98,9	22,4	2000
213P/Van Ness	6,34	2005,11	2,128	0,379	3,1	312,7	10,2	2005
214P/LINEAR	6,84	2002,17	1,840	0,489	190,1	348,3	15,2	2002
215P/NEAT	8,10	2002,35	3,229	0,199	222,2	75,5	12,8	2001
216P/LINEAR	7,64	2001,12	2,152	0,445	151,5	360,0	9,0	2001

Los elementos de la órbita, referidos a la época J2000, son:

- T** = instante del último paso por el perihelio,
- q** = mínima distancia al Sol (distancia perihélica),
- e** = excentricidad de la órbita ($e > 1$ para órbitas hiperbólicas),
- ω** = argumento del perihelio,
- Ω** = longitud del nodo ascendente,
- i** = inclinación de la órbita respecto de la eclíptica.

La distancia máxima al Sol (distancia afélica), usualmente designada por la letra Q, puede ser calculada para órbitas elípticas mediante la fórmula:

$$Q = q \frac{1+e}{1-e} \quad (\text{en UA}).$$

El semieje mayor de la órbita y su periodo vienen dados por:

$$a = \frac{q}{1-e} \quad (\text{en UA}), \quad P = a^{3/2} \quad (\text{en años}).$$

Para facilitar la búsqueda de los parámetros de un determinado cometa conocido su nombre, a continuación se encuentra la lista ordenada alfabéticamente de los cometas de la tabla anterior, con indicación de su número de orden y su periodo.

Cometas de corto periodo ordenados alfabéticamente
con indicación de su periodo en años

P	Nombre	P	Nombre
7,05	148P/Anderson-LINEAR	5,11	26P/Grigg-Skjellerup
8,24	50P/Arend	6,80	65P/Gunn
6,61	49P/Arend-Rigaux	75,31	1P/Halley
7,46	47P/Ashbrook-Jackson	7,13	51P/Harrington
118,83	177P/Barnard	7,53	52P/Harrington-Abell
5,83	206P/Barnard-Boattini	6,29	100P/Hartley 1
6,65	3D/Biela	6,39	103P/Hartley 2
11,81	85P/Boethin	6,88	110P/Hartley 3
6,86	19P/Borrelly	21,43	161P/Hartley-IRAS
16,18	140P/Bowell-Skiff	14,06	151P/Helin
10,66	154P/Brewington	9,49	152P/Helin-Lawrence
6,87	16P/Brooks 2	9,52	117P/Helin-Roman-Alu 1
5,46	5D/Brorsen	8,28	132P/Helin-Roman-Alu 2
70,52	23P/Brorsen-Metcalf	8,14	111P/Helin-Roman-Crockett
6,52	87P/Bus	6,63	175P/Hergenrother
13,94	101P/Chernykh	6,92	168P/Hergenrother
50,76	95P/Chiron	154,91	35P/Herschel-Rigollet
5,71	210P/Christensen	16,49	195P/Hill
6,91	164P/Christensen	6,73	211P/Hill
8,63	170P/Christensen	7,07	17P/Holmes
6,57	67P/Churyumov-Gerasimenko	6,34	127P/Holt-Olmstead
7,25	108P/Ciffreo	5,26	45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova
3,83	167P/CINEOS	5,58	88P/Howell
5,51	71P/Clark	7,05	178P/Hug-Bell
8,80	32P/Comas Sola	366,50	153P/Ikeya-Zhang
27,39	27P/Crommelin	13,29	126P/IRAS
8,10	33P/Daniel	8,24	58P/Jackson-Neujmin
6,53	6P/d'Arrest	14,29	179P/Jedicke
9,01	72P/Denning-Fujikawa	6,97	48P/Johnson
74,35	122P/de Vico	9,50	59P/Kearns-Kwee
7,31	54P/de Vico-Swift-NEAT	10,82	68P/Klemola
14,71	66P/du Toit	6,67	75P/Kohoutek
5,28	79P/du Toit-Hartley	7,04	70P/Kojima
6,42	57P/duToit-Neujmin-Delporte	6,46	22P/Kopff
35,30	174P/Echeclus	9,97	203P/Korlevic
5,61	133P/Elst-Pizarro	9,59	183P/Korlevic-Juric
3,30	2P/Encke	15,16	99P/Kowal 1
7,52	4P/Faye	6,18	104P/Kowal 2
6,76	15P/Finlay	10,28	158P/Kowal-LINEAR
6,35	37P/Forbes	8,92	143P/Kowal-Mrkos
10,99	34D/Gale	15,56	134P/Kowal-Vavrova
10,61	186P/Garradd	7,60	144P/Kushida
14,85	90P/Gehrels 1	7,40	147P/Kushida-Muramatsu
7,22	78P/Gehrels 2	10,96	200P/Larsen
8,42	82P/Gehrels 3	4,86	197P/LINEAR
11,18	142P/Ge-Wang	5,03	209P/LINEAR
6,66	205P/Giacobini	5,71	176P/LINEAR
6,61	21P/Giacobini-Zinner	6,84	214P/LINEAR
6,96	84P/Giclas	7,64	216P/LINEAR

Cometas de corto periodo ordenados alfabéticamente
con indicación de su periodo en años

P	Nombre	P	Nombre
76,54	165P/LINEAR	6,63	44P/Reinmuth 2
7,94	160P/LINEAR	6,10	83P/Russell 1
8,03	194P/LINEAR	7,41	89P/Russell 2
9,41	187P/LINEAR	7,49	91P/Russell 3
9,13	188P/LINEAR-Mueller	6,58	94P/Russell 4
6,56	193P/LINEAR-NEAT	6,83	156P/Russell-LINEAR
7,00	204P/LINEAR-NEAT	12,43	92P/Sanguin
14,31	159P/LONEOS	8,25	24P/Schaumasse
5,02	182P/LONEOS	7,29	106P/Schuster
6,47	201P/LONEOS	14,65	29P/Schwassmann-Wachmann 1
7,68	150P/LONEOS	6,39	31P/Schwassmann-Wachmann 2
6,83	77P/Longmore	5,34	73P/Schwassmann-Wachmann 3
9,14	93P/Lovas 1	7,32	202P/Scotti
6,78	184P/Lovas 2	7,46	61P/Shajn-Schaldach
5,23	96P/Machholz 1	7,23	102P/Shoemaker 1
5,22	141P-A/Machholz 2	17,09	155P/Shoemaker 3
8,79	115P/Maury	14,55	199P/Shoemaker 4
8,11	208P/McMillan	9,51	128P-A/Shoemaker-Holt 1
6,63	191P/McNaught	8,02	121P/Shoemaker-Holt 2
6,69	130P/McNaught-Hughes	17,25	192P/Shoemaker-Levy 1
10,52	97P/Metcalf-Brewington	9,36	137P/Shoemaker-Levy 2
5,75	124P/Mrkos	7,25	129P/Shoemaker-Levy 3
8,72	190P/Mueller	6,51	118P/Shoemaker-Levy 4
8,43	120P/Mueller 1	8,40	145P/Shoemaker-Levy 5
7,05	131P/Mueller 2	7,53	181P/Shoemaker-Levy 6
8,58	136P/Mueller 3	6,89	138P/Shoemaker-Levy 7
9,01	149P/Mueller 4	7,50	135P/Shoemaker-Levy 8
13,64	173P/Mueller 5	8,08	146P/Shoemaker-LINEAR
4,20	169P/NEAT	5,32	162P/Siding Spring
4,98	189P/NEAT	6,44	105P/Singer Brewster
51,67	166P/NEAT	11,54	56P/Slaughter-Burnham
7,01	163P/NEAT	8,53	74P/Smirnova-Chernykh
7,54	180P/NEAT	5,54	125P/Spacewatch
7,65	207P/NEAT	6,62	171P/Spahr
7,78	212P/NEAT	7,09	113P/Spitaler
8,10	215P/NEAT	37,72	38P/Stephan-Oterma
18,17	28P/Neujmin 1	9,17	64P/Swift-Gehrels
5,43	25D/Neujmin 2	133,28	109P/Swift-Tuttle
10,70	42P/Neujmin 3	7,21	98P/Takamizawa
6,77	198P/ODAS	6,97	69P/Taylor
69,52	13P/Olbers	5,52	9P/Tempel 1
19,53	39P/Oterma	5,47	10P/Tempel 2
8,89	119P/Parker-Hartley	6,37	11P/Tempel-Swift-LINEAR
6,72	18D/Perrine-Mrkos	33,24	55P/Tempel-Tuttle
8,12	80P/Peters-Hartley	7,37	196P/Tichy
5,49	185P/Petrew	6,45	157P/Tritton
70,84	12P/Pons-Brooks	6,63	62P/Tsuchinshan 1
6,38	7P/Pons-Winnecke	6,79	60P/Tsuchinshan 2
7,32	30P/Reinmuth 1	13,51	8P/Tuttle

Cometas de corto periodo ordenados alfabéticamente
con indicación de su periodo en años

P	Nombre	P	Nombre
5,43	41P/Tuttle-Giacobini-Kresak	13,25	63P/Wild 1
6,65	112P/Urata-Nijima	6,39	81P/Wild 2
10,82	40P/Vaisala 1	6,91	86P/Wild 3
9,60	139P/Vaisala-Oterma	6,48	116P/Wild 4
12,53	53P/Van Biesbroeck	4,28	107P/Wilson-Harrington
6,34	213P/Van Ness	5,45	46P/Wirtanen
7,58	123P/West-Hartley	6,66	114P/Wiseman-Skiff
6,48	76P/West-Kohoutek-Ikemura	8,21	14P/Wolf
61,86	20D/Westphal	6,46	43P/Wolf-Harrington
8,51	36P/Whipple	6,59	172P/Yeung

Meteoros y lluvias de meteoros

Se llama **meteor** al fenómeno resultante de la penetración de una partícula de materia (*meteorioide*) en la atmósfera a gran velocidad (mayor que 11 km s^{-1}). La vaporización de la partícula por su colisión con las moléculas del aire produce una luminosidad que hace observable este fenómeno. Su duración suele ser de una fracción de segundo. La altura a la que el meteor se hace visible es del orden de 100 km, aunque depende un poco de la velocidad de penetración, evaporándose a mayor altura las partículas que inciden a mayor velocidad. Las partículas de tamaño entre una décima de milímetro y algunos centímetros se consumen totalmente por encima de los 50 km, aunque el gran brillo y velocidad transversal de alguno de ellos los haga aparecer próximos al observador. Sólo algunos meteoroides, de masa inicial suficientemente grande ($> 1 \text{ kg}$) y de consistencia muy sólida (rocosa, metálica), llegan al suelo cada día, pasando a denominarse *meteoritos*.

Lluvias de meteoros

nombre	máximo	visibilidad	radiante		velocidad (km s^{-1})	ritmo (h^{-1})
			α	δ		
Cuadrántidas	3 Ene	28 Dic - 7 Ene	229°	49°	43	145
Virgínidas	18 Mar	13 Feb - 8 Abr	183°	3°	31	20
Líridas	20 Abr	16 Abr - 25 Abr	272°	33°	47	45
η Acuáridas	5 May	21 Abr - 12 May	336°	-1°	64	120
Ariétidas (diurnas)	8 Jun	22 May - 2 Jul	45°	24°	39	66 (rad.)
ζ Perséidas (diurnas)	13 Jun	20 May - 5 Jul	63°	26°	29	42 (rad.)
Escorpiónidas -Sagitáridas	18 Jun	1 Jun - 15 Jul	278°	-25°		20
β Táuridas (diurnas)	30 Jun	5 Jun - 18 Jul	79°	21°	32	27 (rad.)
δ Acuáridas	30 Jul	20 Jul - 14 Ago	339°	-10°	41	65
Perséidas	12 Ago	23 Jul - 22 Ago	48°	57°	60	200
Dracónidas	9 Oct	6 Oct - 10 Oct	262°	54°	24	
Oriónidas	21 Oct	15 Oct - 29 Oct	95°	16°	66	75
Táuridas	4 Nov	20 Oct - 25 Nov	55°	17°	30	35
Androméidas	14 Nov	25 Sep - 6 Dic	26°	37°	20	5
Leónidas	17 Nov	14 Nov - 20 Nov	153°	22°	72	45
Gemínidas	13 Dic	6 Dic - 19 Dic	112°	33°	36	150
Úrsidas	22 Dic	17 Dic - 24 Dic	217°	76°	36	45

En ciertas épocas del año se aprecia un ritmo de aparición de meteoros mayor que la media procedentes de una región dada del cielo (*radiante*), lo que indica un origen común. Se habla de *lluvia de meteoros* y se las asocia a los restos que cometas que cruzan la órbita terrestre van dejando en sus sucesivos pasos cerca del Sol.

Máximo indica la fecha aproximada en que se da el máximo ritmo de lluvia de meteoros. Puede variar en un día de un año a otro.

Visibilidad es el periodo en que se suele observar la lluvia de meteoros con un ritmo significativamente superior al ritmo medio habitual.

Radiante es la dirección de la cual parece provenir la lluvia de meteoros en el instante del máximo.

Velocidad es la velocidad de choque de los meteoros con la parte alta de la atmósfera.

Ritmo es el ritmo máximo de caída de meteoros (expresado en meteoros por hora) que se observaría a simple vista en un lugar en el que el radiante se encontrara en el cénit y las condiciones de visibilidad fuesen óptimas.

Las lluvias de meteoros diurnas sólo son observables con radar. Dicha observación se basa en que la onda radio emitida es reflejada por los gases que ioniza el meteoro en la atmósfera superior.

EFEMÉRIDES ESTELARES

Estrella Polar

Se denomina Estrella Polar a la más brillante de la constelación de la Osa Menor (α UMi). Se trata de una estrella de magnitud $V=2,0$ que se encuentra a $\sim 1^\circ$ de la dirección del Polo Norte. Al ser visible a lo largo de todo el año (en el hemisferio Norte) resulta adecuada para algunas aplicaciones en topografía y navegación. Su proximidad al polo permite determinar la latitud del lugar: en primera aproximación (error $< 1^\circ$), es la altura de la Polar. Su dirección sobre el horizonte da, en primera aproximación, la del meridiano.

α UMi	
α_{2000}	$2^{\text{h}}31^{\text{m}}48^{\text{s}}.70$
δ_{2000}	$89^\circ 15' 50''.7$
$\mu_\alpha \cos \delta$	$0,0383''$ por año
μ_δ	$-0,0152''$ por año
π	$0,003''$
V	$2,02$
$B - V$	$0,60$
tipo espectral	F8

Consideraciones previas

Para realizar o reducir observaciones de la Polar conviene determinar los siguientes valores:

tiempo sidéreo local = tiempo sidéreo en Greenwich a 0^h TU (*TIEMPOS*)
 + 1,0027379 * Tiempo Universal
 + longitud λ del lugar (positiva al Este)

ángulo horario de la Polar:

$$H = \text{tiempo sidéreo local} - \text{asc. recta de la Polar } (\alpha, \text{ ver tabla})$$

distancia polar de la Polar: p (ver tabla)

declinación de la Polar: $\delta = 90^\circ - p$

El instante de culminación superior de la Polar por el meridiano de Greenwich en una fecha dada puede calcularse a partir del valor de la ascensión recta α dada en la tabla de la Polar, mediante:

$$TU = 0,99727 (\alpha - TSG0 + 24^h)$$

donde TSG0 es el tiempo sidéreo en Greenwich a 0^h de TU (v. tabla en *TIEMPOS*) y el tiempo TU resultante debe darse entre 0^h y 24^h.

Predicción de las coordenadas horizontales de la Polar

La altura h y el acimut a de la Polar en el día y hora considerados y en un lugar de latitud ϕ vienen dados por:

$$\begin{aligned} \text{altura: } h &= \phi + p \cos H - 0,00873 (p \operatorname{sen} H)^2 \tan \phi \\ \text{acimut: } a &= -p \operatorname{sen} H / \operatorname{cosh} \end{aligned}$$

donde todos los ángulos (ϕ, p, H, h, a) deben ser expresados en grados y el acimut a se mide desde el Norte positivamente hacia el Este.

Determinación de la latitud

La medida de la altura h de la Polar sobre el horizonte permite determinar la latitud ϕ de un lugar, suponiendo que se conoce la longitud λ de éste con suficiente precisión. Se calculan, como se ha indicado antes, el ángulo horario H de la Polar y su distancia polar p para el instante TU en que se ha realizado la medida de la altura h . Tras corregir ésta de refracción,

errores instrumentales y, si fuera necesario, de la depresión del horizonte, la latitud se determina mediante:

$$\phi = h - p \cos H + 0,00873 (p \operatorname{sen} H)^2 \tan h$$

donde todos los ángulos (ϕ, p, H, h) deben ser expresados en grados. Para nuestras latitudes, el último sumando es $< 20''$.

Determinación de la meridiana

La medida, sobre el horizonte, de la dirección de la Polar respecto del Norte permite determinar la dirección de la meridiana. Procediendo como antes calculamos los ángulos H y p . Medimos la altura h de la Polar o la predecimos mediante la fórmula dada en **Predicción...** . El acimut de la Polar vendrá dado por:

$$a = -p \operatorname{sen} H / \cos h$$

midiéndose el acimut a desde el Norte y positivo hacia el Este. Si se desea referir el acimut al Sur, súmese 180° al valor antes obtenido.

Coordenadas en el catálogo del satélite Hipparcos

α UMi	HIP 11767
α_{2000}	$2^{\text{h}}31^{\text{m}}47^{\text{s}}.0753$
δ_{2000}	$89^\circ 15' 50''.090$
$\mu_\alpha \cos \delta$	$0,04422''$ por año
μ_δ	$-0,01175''$ por año
π	$0,00756''$
V	1,97
$B - V$	0,64
tipo espectral (HIC)	F7 Ib-IIv SB

**Posición aparente de la Polar en 2010
en su culminación superior en Greenwich**

día	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p
	2 ^h 44 ^m	41'	2 ^h 43 ^m	41'	2 ^h 42 ^m	41'	2 ^h 42 ^m	41'	2 ^h 42 ^m	41'	2 ^h 42 ^m	41'
1	54:18	9"9	63:86	5"9	76:35	7"7	39:88	14"9	32:81	24"0	55:59	32"6
2	52:69	9"6	61:95	5"9	74:72	7"9	39:40	15"2	33:21	24"3	56:58	32"8
3	51:07	9"4	60:17	6"0	73:26	8"1	38:95	15"5	33:55	24"6	57:55	33"1
4	49:41	9"2	58:52	6"0	71:93	8"3	38:46	15"7	33:82	24"9	58:53	33"3
5	47:78	9"0	56:96	6"0	70:70	8"5	37:91	16"0	34:02	25"1	59:57	33"5
6	46:24	8"8	55:43	6"0	69:49	8"7	37:29	16"2	34:20	25"4	60:69	33"8
7	44:80	8"7	53:91	6"0	68:27	8"9	36:61	16"5	34:38	25"7	61:93	34"1
8	43:44	8"5	52:33	6"0	67:00	9"0	35:88	16"8	34:59	26"0	63:29	34"3
9	42:15	8"4	50:69	6"0	65:65	9"2	35:13	17"1	34:88	26"4	64:78	34"6
10	40:86	8"3	48:95	6"0	64:23	9"4	34:40	17"4	35:28	26"7	66:39	34"8
11	39:54	8"1	47:13	6"0	62:74	9"5	33:72	17"7	35:80	27"0	68:07	35"0
12	38:15	7"9	45:22	6"0	61:20	9"7	33:13	18"0	36:47	27"4	69:76	35"2
13	36:66	7"7	43:26	6"1	59:65	9"9	32:65	18"4	37:27	27"7	71:40	35"3
14	35:06	7"5	41:27	6"1	58:12	10"2	32:32	18"7	38:18	28"0	72:93	35"5
15	33:35	7"3	39:30	6"2	56:64	10"4	32:13	19"1	39:14	28"3	74:34	35"6
16	31:56	7"2	37:38	6"3	55:25	10"7	32:06	19"4	40:08	28"6	75:65	35"7
17	29:69	7"0	35:54	6"4	53:99	10"9	32:08	19"7	40:97	28"8	76:93	35"9
18	27:79	6"9	33:82	6"5	52:85	11"2	32:13	20"0	41:75	29"0	78:23	36"1
19	25:90	6"8	32:21	6"7	51:85	11"5	32:15	20"3	42:43	29"3	79:63	36"3
20	24:05	6"8	30:71	6"8	50:95	11"8	32:11	20"6	43:05	29"5	81:17	36"5
21	22:28	6"7	29:30	6"9	50:12	12"0	31:97	20"8	43:66	29"8	82:84	36"7
22	20:60	6"7	27:93	7"0	49:30	12"2	31:74	21"1	44:33	30"1	84:63	36"9
23	19:03	6"6	26:54	7"1	48:44	12"5	31:47	21"4	45:12	30"4	86:50	37"0
24	17:55	6"6	25:07	7"2	47:49	12"7	31:21	21"7	46:06	30"7	88:39	37"2
25	16:13	6"5	23:48	7"3	46:44	12"9	31:04	22"0	47:16	31"0	90:26	37"3
26	14:71	6"4	21:76	7"3	45:30	13"1	31:02	22"4	48:38	31"3	92:06	37"4
27	13:23	6"3	19:94	7"4	44:12	13"3	31:17	22"8	49:66	31"5	93:77	37"5
28	11:60	6"2	18:11	7"6	42:98	13"6	31:47	23"1	50:96	31"8	95:40	37"6
29	9:81	6"1			41:96	13"9	31:88	23"4	52:23	32"0	96:95	37"7
30	7:88	6"0			41:11	14"2	32:35	23"8	53:43	32"2	98:46	37"8
31	5:86	5"9			40:42	14"6			54:54	32"4		

Distancia polar: $p = 90^\circ - \delta$, siendo δ la declinación.

El valor mínimo de la distancia polar p se dará alrededor del año 2100, en que tendrá un valor de unos 27'.

El hecho de usar un valor de la ascensión recta α para una fecha dada, sin interpolar a la hora de observación introduce un error esperado en la latitud ϕ que se determine de 0"1 (3 m), siendo el error máximo posible menor de 0"4 (12 m).

**Posición aparente de la Polar en 2010
en su culminación superior en Greenwich**

día	Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	α	p										
	2 ^h 43 ^m	41'	2 ^h 44 ^m	41'	2 ^h 45 ^m	41'	2 ^h 46 ^m	41'	2 ^h 46 ^m	41'	2 ^h 46 ^m	40'
1	39:97	37:9	38:21	38:8	37:92	34:9	25:51	27:1	53:67	16:4	54:00	65:4
2	41:49	38:0	40:21	38:8	39:95	34:7	26:83	26:7	53:91	16:0	53:66	65:1
3	43:08	38:1	42:31	38:8	41:93	34:5	28:02	26:4	54:54	15:3	53:38	64:8
4	44:75	38:2	44:49	38:7	43:81	34:2	29:07	26:0	55:01	15:0	53:12	64:5
5	46:53	38:4	46:71	38:7	45:56	33:9	30:04	25:7	55:58	14:7	52:80	64:1
6	48:43	38:5	48:93	38:5	47:16	33:7	31:01	25:4	56:20	14:3	52:37	63:8
7	50:44	38:6	51:08	38:4	48:65	33:4	32:04	25:1	56:79	14:0	51:81	63:4
8	52:53	38:7	53:12	38:3	50:11	33:2	33:19	24:8	57:30	13:6	51:09	63:0
9	54:66	38:8	55:00	38:1	51:61	33:0	34:47	24:5	57:67	13:2	50:24	62:7
10	56:75	38:8	56:76	38:0	53:22	32:8	35:83	24:2	57:90	12:8	49:29	62:3
11	58:76	38:8	58:46	37:9	54:97	32:6	37:20	23:9	57:98	12:4	48:29	62:0
12	60:63	38:8	60:18	37:8	56:82	32:4	38:51	23:5	57:95	12:0	47:25	61:7
13	62:37	38:8	61:98	37:7	58:72	32:2	39:71	23:2	57:84	11:6	46:23	61:5
14	64:03	38:8	63:92	37:7	60:61	31:9	40:79	22:8	57:68	11:3	45:25	61:2
15	65:68	38:8	65:99	37:6	62:42	31:6	41:73	22:4	57:51	10:9	44:33	60:9
16	67:39	38:9	68:14	37:5	64:13	31:3	42:55	22:0	57:36	10:6	43:47	60:7
17	69:22	39:0	70:31	37:4	65:72	31:0	43:27	21:7	57:26	10:3	42:68	60:4
18	71:18	39:0	72:46	37:2	67:20	30:7	43:93	21:3	57:22	9:9	41:94	60:2
19	73:26	39:1	74:54	37:0	68:57	30:4	44:56	21:0	57:25	9:6	41:19	59:9
20	75:42	39:1	76:53	36:9	69:87	30:1	45:20	20:7	57:33	9:3	40:40	59:6
21	77:60	39:1	78:41	36:7	71:12	29:9	45:88	20:3	57:44	9:0	39:51	59:3
22	79:75	39:1	80:19	36:5	72:37	29:6	46:61	20:0	57:51	8:6	38:47	59:0
23	81:84	39:1	81:88	36:3	73:64	29:3	47:42	19:7	57:51	8:2	37:28	58:7
24	83:84	39:0	83:52	36:1	74:96	29:1	48:29	19:4	57:39	7:8	35:96	58:3
25	85:74	39:0	85:14	36:0	76:36	28:9	49:20	19:1	57:12	7:4	34:56	58:1
26	87:56	38:9	86:76	35:8	77:83	28:6	50:12	18:7	56:70	7:0	33:15	57:8
27	89:31	38:9	88:44	35:7	79:36	28:3	51:00	18:4	56:17	6:7	31:79	57:6
28	91:02	38:8	90:18	35:5	80:94	28:1	51:80	18:0	55:57	6:3	30:52	57:4
29	92:74	38:8	92:01	35:4	82:52	27:8	52:47	17:6	54:97	6:0	29:36	57:3
30	94:49	38:8	93:92	35:3	84:06	27:4	52:99	17:2	54:43	5:7	28:28	57:0
31	96:31	38:8	95:90	35:1			53:38	16:8			27:23	56:8

El día 2 de noviembre la Polar culmina dos veces en Greenwich, siendo las coordenadas en su segundo paso: $\alpha = 2^{\text{h}}46^{\text{m}}54^{\text{s}}.19$ y $p = 41^{\circ}15'7''$.

Distancia polar:

$$p = 90^{\circ} - \delta$$

Declinación de la Polar:

$$\delta = 90^{\circ} - p$$

Mínimos de β Persei (Algol)

fecha y hora							
Ene 1	19 ^h 15 ^m	Abr 3	13 ^h 32 ^m	Jul 4	07 ^h 38 ^m	Oct 4	01 ^h 33 ^m
Ene 4	16 ^h 04 ^m	Abr 6	10 ^h 21 ^m	Jul 7	04 ^h 27 ^m	Oct 6	22 ^h 22 ^m
Ene 7	12 ^h 53 ^m	Abr 9	07 ^h 10 ^m	Jul 10	01 ^h 15 ^m	Oct 9	19 ^h 11 ^m
Ene 10	09 ^h 43 ^m	Abr 12	04 ^h 00 ^m	Jul 12	22 ^h 04 ^m	Oct 12	15 ^h 59 ^m
Ene 13	06 ^h 32 ^m	Abr 15	00 ^h 49 ^m	Jul 15	18 ^h 53 ^m	Oct 15	12 ^h 48 ^m
Ene 16	03 ^h 21 ^m	Abr 17	21 ^h 38 ^m	Jul 18	15 ^h 41 ^m	Oct 18	09 ^h 37 ^m
Ene 19	00 ^h 10 ^m	Abr 20	18 ^h 27 ^m	Jul 21	12 ^h 30 ^m	Oct 21	06 ^h 26 ^m
Ene 21	21 ^h 00 ^m	Abr 23	15 ^h 16 ^m	Jul 24	09 ^h 18 ^m	Oct 24	03 ^h 14 ^m
Ene 24	17 ^h 49 ^m	Abr 26	12 ^h 05 ^m	Jul 27	06 ^h 07 ^m	Oct 27	00 ^h 03 ^m
Ene 27	14 ^h 38 ^m	Abr 29	08 ^h 54 ^m	Jul 30	02 ^h 56 ^m	Oct 29	20 ^h 52 ^m
Ene 30	11 ^h 28 ^m	May 2	05 ^h 43 ^m	Ago 1	23 ^h 44 ^m	Nov 1	17 ^h 41 ^m
Feb 2	08 ^h 17 ^m	May 5	02 ^h 32 ^m	Ago 4	20 ^h 33 ^m	Nov 4	14 ^h 30 ^m
Feb 5	05 ^h 06 ^m	May 7	23 ^h 21 ^m	Ago 7	17 ^h 21 ^m	Nov 7	11 ^h 18 ^m
Feb 8	01 ^h 55 ^m	May 10	20 ^h 10 ^m	Ago 10	14 ^h 10 ^m	Nov 10	08 ^h 07 ^m
Feb 10	22 ^h 45 ^m	May 13	16 ^h 59 ^m	Ago 13	10 ^h 58 ^m	Nov 13	04 ^h 56 ^m
Feb 13	19 ^h 34 ^m	May 16	13 ^h 48 ^m	Ago 16	07 ^h 47 ^m	Nov 16	01 ^h 45 ^m
Feb 16	16 ^h 23 ^m	May 19	10 ^h 37 ^m	Ago 19	04 ^h 36 ^m	Nov 18	22 ^h 34 ^m
Feb 19	13 ^h 13 ^m	May 22	07 ^h 26 ^m	Ago 22	01 ^h 24 ^m	Nov 21	19 ^h 23 ^m
Feb 22	10 ^h 02 ^m	May 25	04 ^h 15 ^m	Ago 24	22 ^h 13 ^m	Nov 24	16 ^h 12 ^m
Feb 25	06 ^h 51 ^m	May 28	01 ^h 04 ^m	Ago 27	19 ^h 01 ^m	Nov 27	13 ^h 01 ^m
Feb 28	03 ^h 41 ^m	May 30	21 ^h 53 ^m	Ago 30	15 ^h 50 ^m	Nov 30	09 ^h 50 ^m
Mar 3	00 ^h 30 ^m	Jun 2	18 ^h 42 ^m	Set 2	12 ^h 38 ^m	Dic 3	06 ^h 39 ^m
Mar 5	21 ^h 19 ^m	Jun 5	15 ^h 30 ^m	Set 5	09 ^h 27 ^m	Dic 6	03 ^h 28 ^m
Mar 8	18 ^h 09 ^m	Jun 8	12 ^h 19 ^m	Set 8	06 ^h 16 ^m	Dic 9	00 ^h 17 ^m
Mar 11	14 ^h 58 ^m	Jun 11	09 ^h 08 ^m	Set 11	03 ^h 04 ^m	Dic 11	21 ^h 06 ^m
Mar 14	11 ^h 47 ^m	Jun 14	05 ^h 57 ^m	Set 13	23 ^h 53 ^m	Dic 14	17 ^h 55 ^m
Mar 17	08 ^h 37 ^m	Jun 17	02 ^h 46 ^m	Set 16	20 ^h 41 ^m	Dic 17	14 ^h 45 ^m
Mar 20	05 ^h 26 ^m	Jun 19	23 ^h 34 ^m	Set 19	17 ^h 30 ^m	Dic 20	11 ^h 34 ^m
Mar 23	02 ^h 15 ^m	Jun 22	20 ^h 23 ^m	Set 22	14 ^h 19 ^m	Dic 23	08 ^h 23 ^m
Mar 25	23 ^h 04 ^m	Jun 25	17 ^h 12 ^m	Set 25	11 ^h 07 ^m	Dic 26	05 ^h 12 ^m
Mar 28	19 ^h 54 ^m	Jun 28	14 ^h 01 ^m	Set 28	07 ^h 56 ^m	Dic 29	02 ^h 01 ^m
Mar 31	16 ^h 43 ^m	Jul 1	10 ^h 49 ^m	Oct 1	04 ^h 45 ^m	Dic 31	22 ^h 50 ^m

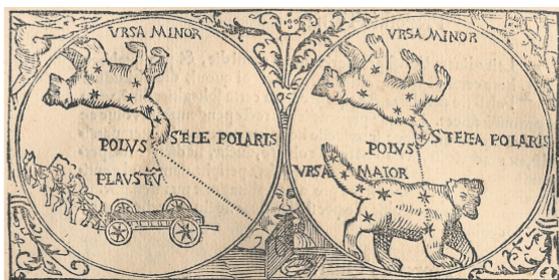
Mínimos de β Lyrae

fecha y hora							
Ene 2	22 ^h 59 ^m	Abr 3	12 ^h 07 ^m	Jul 3	01 ^h 15 ^m	Oct 1	14 ^h 31 ^m
Ene 15	21 ^h 26 ^m	Abr 16	10 ^h 34 ^m	Jul 15	23 ^h 42 ^m	Oct 14	13 ^h 00 ^m
Ene 28	19 ^h 54 ^m	Abr 29	09 ^h 00 ^m	Jul 28	22 ^h 10 ^m	Oct 27	11 ^h 29 ^m
Feb 10	18 ^h 21 ^m	May 12	07 ^h 27 ^m	Ago 10	20 ^h 38 ^m	Nov 9	09 ^h 57 ^m
Feb 23	16 ^h 48 ^m	May 25	05 ^h 54 ^m	Ago 23	19 ^h 06 ^m	Nov 22	08 ^h 25 ^m
Mar 8	15 ^h 14 ^m	Jun 7	04 ^h 21 ^m	Set 5	17 ^h 34 ^m	Dic 5	06 ^h 54 ^m
Mar 21	13 ^h 41 ^m	Jun 20	02 ^h 48 ^m	Set 18	16 ^h 03 ^m	Dic 18	05 ^h 22 ^m
						Dic 31	03 ^h 49 ^m

Estrellas variables de largo periodo tipo Mira

nombre	α_{2000}		δ_{2000}		magnitud		periodo (días)	fecha del máximo
	(^h ^m)	([°] ['])	máx.	mín.				
R Aqr	23	44	-15	17	5,8	12,4	386	Ene 04
R Lep	05	00	-14	48	5,5	11,7	432	Ene 14
V CrB	15	50	+39	34	6,9	12,6	357	Ene 14
R LMi	09	46	+34	31	6,3	13,2	371	Ene 16
T Cep	21	10	+68	29	5,2	11,3	388	Ene 24
T Cas	00	23	+55	48	6,9	13,0	444	Ene 25
U Cyg	20	20	+47	54	5,9	12,1	462	Ene 25
RT Cyg	19	44	+48	47	6,4	12,7	190	Ene 29
R UMa	10	45	+68	47	6,7	13,4	301	Feb 01
R Peg	23	07	+10	33	6,9	13,8	378	Feb 02
T Hya	08	56	-09	08	6,7	13,2	289	Feb 03
V Oph	16	27	-12	26	7,3	11,6	297	Feb 08
R Cyg	19	37	+50	12	6,1	14,2	426	Feb 11
S Vir	13	33	-07	12	6,3	13,2	377	Feb 14
S UMa	12	44	+61	06	7,0	12,4	226	Feb 15
U Ori	05	56	+20	10	4,8	12,6	372	Feb 23
R Boo	14	37	+26	44	6,2	12,1	223	Mar 09
U Cet	02	34	-13	09	6,8	13,4	234	Mar 16
R Cas	23	58	+51	24	4,7	13,5	430	Mar 21
R Vul	21	04	+23	49	7,0	14,3	136	Abr 15
V Mon	06	23	-02	12	6,0	13,7	333	Abr 23
T Her	18	09	+31	01	6,8	13,9	165	May 15
R Vir	12	39	+06	59	6,0	12,1	145	May 25
R Tri	02	37	+34	16	5,4	12,6	266	May 31
V Cas	23	12	+59	42	6,9	13,4	228	May 31
R Aql	19	06	+08	14	5,5	12,0	284	Jun 04
R Dra	16	33	+66	45	6,7	13,0	245	Jun 19
T UMa	12	36	+59	29	6,6	13,4	256	Jun 20
W Cet	00	02	-14	41	7,1	14,8	351	Jun 28
SS Vir	12	25	+00	48	6,0	9,6	354	Jun 30
R Leo	09	48	+11	26	4,4	11,3	312	Jul 24
R Aur	05	17	+53	35	6,7	13,9	457	Jul 26
W And	02	18	+44	18	6,7	14,6	395	Ago 05
R Cnc	08	17	+11	44	6,1	11,8	361	Ago 25
R Sgr	19	17	-19	18	6,7	12,8	268	Ago 31
R Ser	15	51	+15	08	5,2	14,4	356	Set 23
S CrB	15	21	+31	22	5,8	14,1	360	Set 29
R And	00	24	+38	35	5,8	14,9	409	Oct 02
S Her	16	52	+14	56	6,4	13,8	307	Oct 05
S Peg	23	21	+08	55	7,1	13,8	319	Oct 16
o Cet	02	19	-02	59	2,0	10,0	331	Oct 17
R Crv	12	20	-19	15	6,7	14,4	317	Oct 28
S CMi	07	33	+08	19	6,6	13,2	332	Oct 31
X Oph	18	38	+08	50	5,9	9,2	334	Oct 31
R Hya	13	30	-23	17	3,0	11,0	389	Nov 29

CATALOGOS



ESTRELLAS

Constelaciones

Estrellas con nombre propio

Estrellas más cercanas

Estrellas con mayor movimiento propio

Las 20 estrellas más brillantes

Estrellas más brillantes que $V = 3$

Estrellas dobles

Estrellas variables

Tabla de equivalencias entre brillo y magnitud

Tabla de equivalencias para distancias en la Vía Láctea

Constelaciones

Las constelaciones son áreas en que se divide la esfera celeste para localizar las estrellas y demás astros. A fin de evitar confusiones, la Unión Astronómica Internacional recomendó en 1928 utilizar 88 constelaciones definidas por unos límites bien establecidos. Estas son las que figuran en la tabla siguiente, en la que se indica su nombre latino, su abreviatura, su posición aproximada dada en ascensión recta (α) y declinación (δ), su área expresada en grados cuadrados, el número aproximado de estrellas más brillantes que la magnitud 6^a (en total unas cinco mil) y la traducción más habitual del nombre.

Las cuatro constelaciones más extensas son: Hidra Hembra, Virgen, Osa Mayor y Ballena. Las cuatro constelaciones más pequeñas son: Cruz del Sur, Caballo Menor, Flecha y Compás.

Estrellas con nombre propio

Algunas de las estrellas más brillantes han recibido un nombre propio por el que a menudo son citadas. Se desaconseja el uso de tales nombres, dado que no hay unanimidad en la asignación de nombres, hay diferentes ortografías para un mismo nombre y nombres iguales o muy parecidos son asignados a estrellas en distintas constelaciones. En una tabla indicamos, para algo más de cien estrellas, la equivalencia entre el nombre propio y la estrella a que se suele referir (dada en notación de Bayer o Flamsteed), cuyas coordenadas ecuatoriales y brillo se indican.

En una pequeña tabla aparte se dan los nombres y posiciones de las nueve estrellas más brillantes del cúmulo abierto de las Pléyades.

En otra tabla se dan nombres propios para las estrellas más brillantes o más conocidas de algunas constelaciones. En alguno de los casos se da más de un nombre; por ejemplo: β Centauri figura como *Hadar* y *Agna*.

Estrellas más cercanas

La estrella más cercana al Sol es Próxima Centauri, que se encuentra a 1,31 parsecs (4,3 años luz) de distancia. En la tabla figuran las estrellas conocidas más cercanas de 5 pc (unos 16 años luz). Cuando se trata de una estrella doble o múltiple sólo se ha hecho constar la estrella más brillante.

Entre las estrellas más cercanas se encuentran algunas de las más brillantes, como Sirio (α CMa), Rígil Kentaurus (α Cen), Prócion (α CMi) y Altair (α Aql), que se encuentra a 5,2 pc. También pueden encontrarse en esta tabla algunas de las estrellas con mayor movimiento propio; entre ellas las conocidas como la estrella de Barnard y la estrella de Kapteyn.

Estrellas con mayor movimiento propio

Algunas estrellas cercanas presentan un movimiento apreciable respecto del sistema de referencia que definen aquellas tan alejadas que podemos suponer “fijas” en largos intervalos de tiempo. En la tabla figuran todas las estrellas conocidas cuyo movimiento propio anual supera los $3''$ y cuya magnitud es $V < 10$. Como excepción, se ha incluido Próxima Centauri por tratarse de la estrella más cercana conocida.

Estrellas brillantes

En una primera tabla figuran las 20 estrellas que aparecen como más brillantes en el cielo para un observador situado en el Sistema Solar. Este brillo se expresa en magnitudes y viene dado en la columna V , indicándose con un asterisco aquellas estrellas que son variables. En el caso de tratarse de una estrella doble, la letra A tras su nombre indica que se refiere a la componente más brillante, mientras que A+B indica que se refiere a la luminosidad conjunta. En la siguiente columna de la tabla figura la *magnitud absoluta*, lo que da idea del brillo intrínseco de la estrella independientemente de su cercanía o lejanía al observador. La magnitud absoluta se define como la magnitud aparente de la estrella si se encontrara a una distancia de 10 pc (32,6 años luz). Comparando las dos columnas vemos que la estrella que nos parece la más brillante (Sirio) tiene un brillo intrínseco unas 12000 veces menor que una estrella aparentemente menos brillante, como es Deneb.

Para pasar de diferencia de magnitudes a razón de brillos se puede utilizar la tabla que figura al final de esta sección.

En una segunda tabla figuran las 177 estrellas conocidas más brillantes que $V = 3$, en la que se indica su posición para la época J2000, su movimiento propio, paralaje, magnitud y tipo espectral.

Efemérides

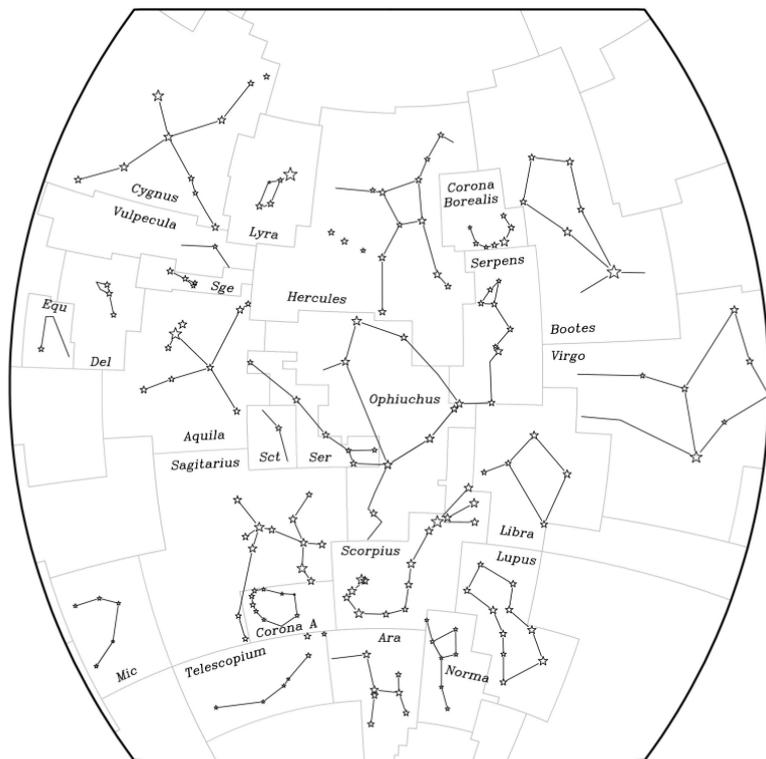
Algunas efemérides relativas a estrellas figuran en la primera parte del ANUARIO. En páginas anteriores se encuentran las efemérides de la Polar, los instantes de mínimo de β Persei (Algol) y β Lyrae y los instantes de máximo de las variables de largo periodo tipo Mira.

Constelaciones						
nombre latino	abr.	α (h)	δ ($^{\circ}$)	área ($^{\circ}2$)	N_*	traducción
Andromeda	And	1	40	722	100	Andrómeda
Antlia	Ant	10	-35	239	20	Máquina Neumática
Apus	Aps	16	-75	206	20	Ave del Paraíso
Aquarius	Aqr	23	-15	980	90	Acuario
Aquila	Aql	20	5	652	70	Aguila
Ara	Ara	17	-55	237	30	Altar
Aries	Ari	3	20	441	50	Carnero
Auriga	Aur	6	40	657	90	Cochero
Bootes	Boo	15	30	907	90	Boyero
Caelum	Cae	5	-40	125	10	Buril
Camelopardalis	Cam	6	70	757	50	Jirafa
Cancer	Cnc	9	20	506	60	Cangrejo
Canes Venatici	CVn	13	40	465	30	Perros de Caza
Canis Major	CMa	7	-20	380	80	Can Mayor
Canis Minor	CMi	8	5	183	20	Can Menor
Capricornus	Cap	21	-20	414	50	Capricornio
Carina	Car	9	-60	494	110	Quilla
Cassiopeia	Cas	1	60	598	90	Casiopea
Centaurus	Cen	13	-50	1060	150	Centauro
Cepheus	Cep	22	70	588	60	Cefeo
Cetus	Cet	2	-10	1231	100	Ballena
Chamaeleon	Cha	11	-80	132	20	Camaleón
Circinus	Cir	15	-60	93	20	Compás
Columba	Col	6	-35	270	40	Paloma
Coma Berenices	Com	13	20	386	50	Cabellera de Berenice
Corona Australis	CrA	19	-40	128	25	Corona Austral
Corona Borealis	CrB	16	30	179	20	Corona Boreal
Corvus	Crv	12	-20	184	15	Cuervo
Crater	Crt	11	-15	282	20	Copa
Crux	Cru	12	-60	68	30	Cruz del Sur
Cygnus	Cyg	21	40	804	150	Cisne (Cruz del Norte)
Delphinus	Del	21	10	189	30	Delfín
Dorado	Dor	5	-65	179	20	Dorada
Draco	Dra	17	65	1083	80	Dragón
Equuleus	Equ	21	10	72	10	Caballo Menor
Eridanus	Eri	3	-20	1138	100	Erídano
Fornax	For	3	-30	398	35	Horno químico
Gemini	Gem	7	20	514	70	Gemelos
Grus	Gru	22	-45	366	30	Grulla
Hercules	Her	17	30	1225	140	Hércules
Horologium	Hor	3	-60	249	20	Reloj
Hydra	Hya	10	-20	1303	130	Hidra Hembra
Hydrus	Hyi	2	-75	243	20	Hidra Macho
Indus	Ind	21	-55	294	20	Indio
Lacerta	Lac	22	45	201	35	Lagarto

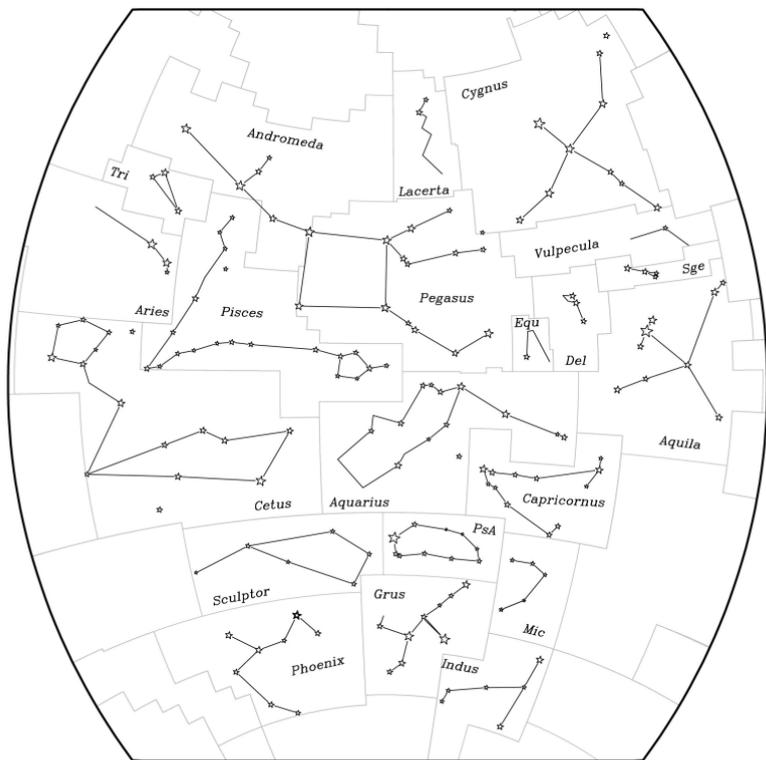
Constelaciones (cont.)

nombre latino	abr.	α (h)	δ ($^{\circ}$)	área ($^{\circ}2$)	N_*	traducción
Leo	Leo	11	15	947	70	León
Leo Minor	LMi	10	35	232	20	León Menor
Lepus	Lep	6	-20	290	40	Liebre
Libra	Lib	15	-15	538	50	Balanza
Lupus	Lup	15	-45	334	70	Lobo
Lynx	Lyn	8	45	545	60	Lince
Lyra	Lyr	19	40	286	45	Lira
Mensa	Men	5	-80	153	15	Mesa
Microscopium	Mic	21	-35	210	20	Microscopio
Monoceros	Mon	7	-5	482	85	Unicornio
Musca	Mus	12	-70	138	30	Mosca
Norma	Nor	16	-50	165	20	Escuadra
Octans	Oct	22	-85	291	35	Octante
Ophiuchus	Oph	17	0	948	100	Ofiuco
Orion	Ori	5	5	594	120	Orión
Pavo	Pav	20	-65	378	45	Pavo
Pegasus	Peg	22	20	1121	100	Pegaso
Perseus	Per	3	45	615	90	Perseo
Phoenix	Phe	1	-50	469	40	Fénix
Pictor	Pic	6	-55	247	30	Caballote del Pintor
Pisces	Psc	1	15	889	75	Peces
Piscis Austrinus	PsA	22	-30	245	25	Pez Austral
Puppis	Pup	8	-40	673	140	Popa
Pyxis	Pyx	9	-30	221	25	Brújula
Reticulum	Ret	4	-60	114	15	Retículo
Sagitta	Sge	20	10	80	20	Flecha
Sagittarius	Sgr	19	-25	867	115	Sagitario
Scorpius	Sco	17	-40	497	100	Escorpión
Sculptor	Scl	0	-30	475	30	[Taller del] Escultor
Scutum	Sct	19	-10	109	20	Escudo
Serpens	Ser	17	0	637	60	Serpiente
Sextans	Sex	10	0	314	25	Sextante
Taurus	Tau	4	15	797	125	Toro
Telescopium	Tel	19	-50	252	30	Telescopio
Triangulum	Tri	2	30	132	15	Triángulo
Triangulum Australe	TrA	16	-65	110	20	Triángulo Austral
Tucana	Tuc	0	-65	295	25	Tucán
Ursa Major	UMa	11	50	1280	125	Osa Mayor
Ursa Minor	UMi	15	70	256	20	Osa Menor
Vela	Vel	9	-50	500	110	Vela
Virgo	Vir	13	0	1294	95	Virgen
Volans	Vol	8	-70	141	20	Pez Volador
Vulpecula	Vul	20	25	268	45	Raposilla

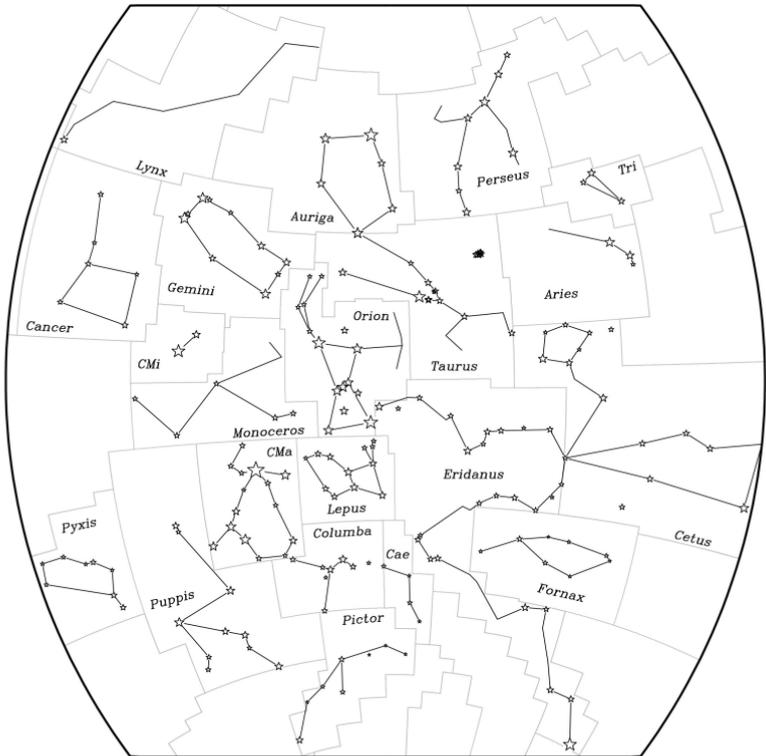
N_* es el número aproximado de estrellas más brillantes que la magnitud 6.



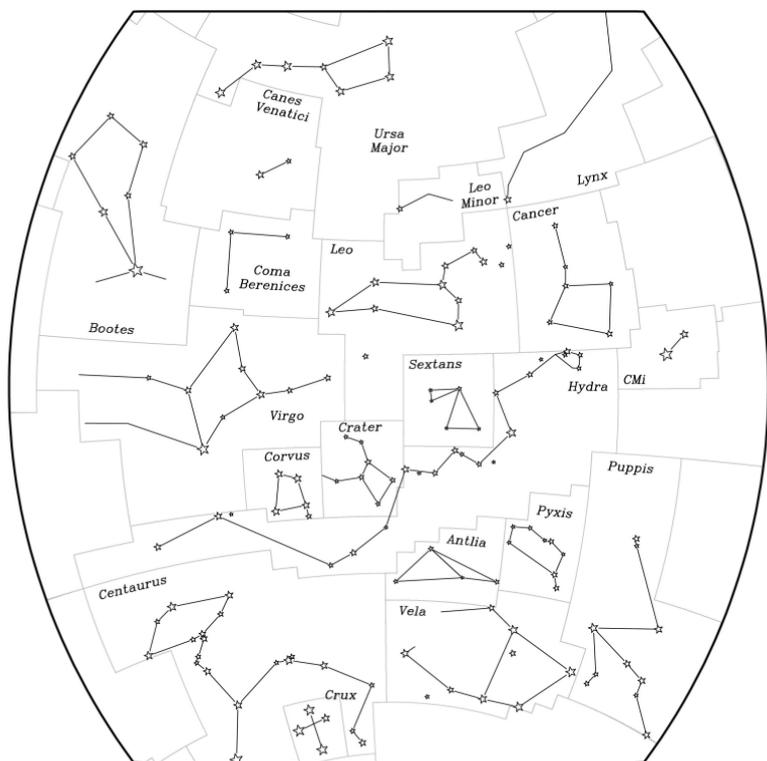
Esta proyección cubre las constelaciones que se encuentran entre las declinaciones de -65° y $+65^\circ$, y con ascensiones rectas desde 13 a 21 horas, que corresponden a los bordes derecho e izquierdo de la figura, respectivamente.



Esta proyección cubre las constelaciones que se encuentran entre las declinaciones de -65° y $+65^\circ$, y con ascensiones rectas desde 19 a 3 horas, que corresponden a los bordes derecho e izquierdo de la figura, respectivamente.



Esta proyección cubre las constelaciones que se encuentran entre las declinaciones de -65° y $+65^\circ$, y con ascensiones rectas desde 1 a 9 horas, que corresponden a los bordes derecho e izquierdo de la figura, respectivamente.



Esta proyección cubre las constelaciones que se encuentran entre las declinaciones de -65° y $+65^{\circ}$, y con ascensiones rectas desde 7 a 15 horas, que corresponden a los bordes derecho e izquierdo de la figura, respectivamente.



Esta proyección cubre las constelaciones con declinación superior a $+25^\circ$, que corresponde al borde externo de la figura. El origen de ascensión recta se encuentra en la parte superior de la figura.

Estrellas con nombre propio

nombre	en constelación (Bayer)	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ')	magn. V
Acamar	θ^1 Eridani	02 58 16	-40 18	3,24
Achernar	α Eridani	01 37 43	-57 14	0,45
Acrux	α^1 Crucis	12 26 36	-63 06	1,33
Adara	ϵ Canis Majoris	06 58 38	-28 58	1,50
Al Na'ir	α Gruis	22 08 14	-46 58	1,73
Albireo	β^1 Cygni	19 30 43	+27 58	3,05
Alcaid	η Ursae Majoris	13 47 32	+49 19	1,85
Alchiba	α Corvi	12 08 25	-24 44	4,02
Alcor	80 Ursae Majoris	13 25 14	+54 59	3,99
Alción	η Tauri	03 47 29	+24 06	2,85
Aldebarán	α Tauri	04 35 55	+16 31	0,87
Alderamín	α Cephei	21 18 35	+62 35	2,45
Alfard	α Hydrae	09 27 35	-08 40	1,97
Alfeca	α Coronae Borealis	15 34 41	+26 43	2,22
Alferatz	α Andromedae	00 08 23	+29 05	2,07
Algedi	α^2 Capricorni	20 18 03	-12 33	3,58
Algenib	γ Pegasi	00 13 14	+15 11	2,83
Algieba	γ^1 Leonis	10 19 58	+19 50	2,28
Algol	β Persei	03 08 10	+40 57	2,09
Alhena	γ Geminorum	06 37 43	+16 24	1,93
Alioth	ϵ Ursae Majoris	12 54 02	+55 58	1,76
Almac	γ^1 Andromedae	02 03 54	+42 20	2,10
Alnilam	ϵ Orionis	05 36 13	-01 12	1,69
Altair	α Aquilae	19 50 47	+08 52	0,76
Ancaa	α Phoenicis	00 26 17	-42 18	2,40
Antares	α Scorpii	16 29 24	-26 26	1,06
Arneb	α Leporis	05 32 44	-17 49	2,58
Arturo	α Bootis	14 15 40	+19 11	-0,05
Atria	α Trianguli Australis	16 48 40	-69 02	1,91
Avior	ϵ Carinae	08 22 31	-59 31	1,86
Belátrix	γ Orionis	05 25 08	+06 21	1,64
Betelgeuse	α Orionis	05 55 10	+07 24	0,45
Canopo	α Carinae	06 23 57	-52 42	-0,62
Capela	α Aurigae	05 16 41	+46 00	0,08
Caf	β Cassiopeiae	00 09 11	+59 09	2,28
Cástor	α Geminorum	07 34 36	+31 53	1,58
Cor Caroli	α^2 Canum Venaticorum	12 56 02	+38 19	2,89
Cursa	β Eridani	05 07 51	-05 05	2,78
Deneb	α Cygni	20 41 26	+45 17	1,25
Denébola	β Leonis	11 49 04	+14 34	2,14
Difda	β Ceti	00 43 35	-17 59	2,04
Dubhe	α Ursae Majoris	11 03 44	+61 45	1,81
Elnath	β Tauri	05 26 18	+28 36	1,65
Etamín	γ Draconis	17 56 36	+51 29	2,24
Enif	ϵ Pegasi	21 44 11	+09 53	2,38

Estrellas con nombre propio

nombre	en constelación (Bayer)	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ')	magn. V
Espiga	α Virginis	13 25 12	-11 10	0,98
Fact	α Columbae	05 39 39	-34 04	2,65
Fecda	γ Ursae Majoris	11 53 50	+53 42	2,41
Fomalhaut	α Piscis Austrini	22 57 39	-29 37	1,17
Gacrux	γ Crucis	12 31 10	-57 07	1,59
Gienah	γ Corvi	12 15 48	-17 33	2,58
Graffias	β^1 Scorpii	16 05 26	-19 48	2,56
Hadar	β Centauri	14 03 49	-60 22	0,61
Hamal	α Arietis	02 07 10	+23 28	2,01
Izar	ϵ Bootis	14 44 59	+27 04	2,35
Kaus Australis	ϵ Sagittarii	18 24 10	-34 23	1,79
Kocab	β Ursae Minoris	14 50 42	+74 09	2,07
Markab	α Pegasi	23 04 46	+15 12	2,49
Megrez	δ Ursae Majoris	12 15 26	+57 02	3,32
Menkalinan	β Aurigae	05 59 32	+44 57	1,90
Menkar	α Ceti	03 02 17	+04 05	2,54
Menkent	θ Centauri	14 06 41	-36 22	2,06
Merak	β Ursae Majoris	11 01 51	+56 23	2,34
Miaplacidus	β Carinae	09 13 12	-69 43	1,67
Mimosa	β Crucis	12 47 43	-59 41	1,25
Mintaka	δ Orionis	05 32 00	-00 18	2,25
Mira	\omicron Ceti	02 19 21	-02 59	6,47
Mirach	β Andromedae	01 09 44	+35 37	2,07
Mirfak	α Persei	03 24 19	+49 52	1,79
Mirzam	β Canis Majoris	06 22 42	-17 57	1,98
Mizar	ζ Ursae Majoris	13 23 56	+54 56	2,23
Nunki	σ Sagittarii	18 55 16	-26 18	2,05
Pavo Real	α Pavonis	20 25 39	-56 44	1,94
Polar	α Ursae Minoris	02 31 49	+89 16	1,97
Pólux	β Geminorum	07 45 19	+28 02	1,16
Proción	α Canis Minoris	07 39 18	+05 14	0,40
Ras Algethi	α^1 Herculis	17 14 39	+14 23	3,48
Ras Alhague	α Ophiuchi	17 34 56	+12 34	2,08
Rastaban	β Draconis	17 30 26	+52 18	2,79
Régulo	α Leonis	10 08 22	+11 58	1,36
Rígel	β Orionis	05 14 32	-08 12	0,18
Rígil Kentaurus	α^1 Centauri	14 39 37	-60 50	-0,01
Rucbat	α Sagittarii	19 23 53	-40 37	3,96
Sabik	η Ophiuchi	17 10 23	-15 43	2,43
Sadalmelik	α Aquarii	22 05 47	-00 19	2,95
Sadalsuud	β Aquarii	21 31 34	-05 34	2,90
Scheat	β Pegasi	23 03 47	+28 05	2,44
Schedar	α Cassiopeiae	00 40 31	+56 32	2,24
Shaula	λ Scorpii	17 33 37	-37 06	1,62
Sheratan	β Arietis	01 54 38	+20 48	2,64

Estrellas con nombre propio

nombre	en constelación (Bayer)	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ')	magn. V
Sirio	α Canis Majoris	06 45 09	-16 43	-1,44
Suhail	λ Velorum	09 08 00	-43 26	2,23
Thuban	α Draconis	14 04 23	+64 23	3,67
Unukalhai	α Serpentis	15 44 16	+06 26	2,63
Vega	α Lyrae	18 36 56	+38 47	0,03
Vindemiatrix	ϵ Virginis	13 02 11	+10 58	2,85
Wezen	δ Canis Majoris	07 08 23	-26 24	1,83
Zavijava	β Virginis	11 50 42	+01 46	3,59
Zuben el Chamali	β Librae	15 17 00	-09 23	2,61
Zuben el Genubi	α^2 Librae	14 50 53	-16 03	2,75

Los nombres comunes que se dan para algunas estrellas permiten su identificación con el nombre en la constelación según Bayer. Hay que tener muy presente que, en obras antiguas, una misma estrella puede recibir nombres muy distintos y que un mismo nombre puede ser usado para diferentes estrellas. Además, una misma estrella puede recibir nombres muy similares; es común encontrar sustituciones de 'k' por 'c', 'ph' por 'f', 'a' por 'e', etc. La ortografía usada aquí es una de tantas, pues no existe una transcripción que pueda considerarse "correcta", habiendo adaptado algunos nombres a la fonética castellana.

En conclusión, no se recomienda el uso de estos nombres más o menos populares salvo en aquellos pocos casos en que no hay confusión posible y el nombre popular es realmente muy conocido (ej., Sirio). En todos los demás casos se recomienda usar las designaciones de Bayer, Flamsteed o un número de catálogo.

Las Pléyades

nombre	designación Flamsteed	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")	magn. V
Alción	25 η Tauri	3 47 29	24 06 18	2,85
Estéropo	21 Tauri	3 45 54	24 33 16	5,76
Atlas	27 Tauri	3 49 10	24 03 12	3,63
Celeno	16 Tauri	3 44 48	24 17 21	5,45
Electra	17 Tauri	3 44 53	24 06 48	3,70
Maya	20 Tauri	3 45 50	24 22 03	3,88
Méropo	23 Tauri	3 46 20	23 56 54	4,18
Pléyone	28 Tauri	3 49 11	24 08 12	5,06
Táigete	19 Tauri	3 45 13	24 28 02	4,30

La estrella Atlas es una binaria con un periodo de 291 días.

Estrellas con nombre propio ordenadas por constelación

- Andromeda: α Alferatz β Mirach γ^1 Almac
- Aquarius: α Sadalmelik β Sadalsuud γ Sadachbia δ Skat
- Aquila: α Altair β Alshain γ Tarazed
- Aries: α Hamal β Sheratan γ^2 Mesartim
- Auriga: α Capela, Cabra β Menkalinan
- Bootes: α Arturo β Nekkar γ Seginus ϵ Izar η Mufrid μ^1 Alkalurops
- Canes Venatici: α^2 Cor Caroli β Chara
- Canis Major: α Sirio β Mirzam δ Wezen ϵ Adara η Aludra
- Canis Minor: α Proción β Gomeisa
- Capricornus: α^2 Algiedi, Algedi β Dabih γ Nashira
- Carina: α Canopo β Miaplacidus ϵ Avior ι Aspidiske
- Cassiopeia: α Schedar β Caf δ Rucba
- Centaurus: α^1 Rigil Kentaurus β Hadar, Agena θ Menkent
- Cepheus: α Alderamín β Alfirc γ Errai
- Cetus: α Menkar β Difda, Deneb Kaitos \omicron Mira
- Columba: α Fact β Wazn
- Corona Borealis: α Alfeca, Gemma β Nusakan
- Corvus: α Alchiba γ Gienah δ Algorab
- Crux: α^1 Acrux β Becrux, Mimosas γ Gacrux
- Cygnus: α Deneb β^1 Albireo γ Sadr
- Draco: α Thuban β Rastaban γ Etamín δ Altais
- Eridanus: α Achernar β Cursa γ Zaurak η Azha θ^1 Acamar
- Gemini: α Cástor β Pólux γ Alhena δ Wasat ϵ Meksuta
- Grus: α Al Na'ir
- Hercules: α^1 Ras Algethi β Kornephoros
- Hydra: α Alfard, Cor Hydrae
- Leo: α Régulo β Denébola γ^1 Algieba δ Zosma ζ Adhafera
- Lepus: α Arneb β Nihal
- Libra: α^2 Zuben el Genubi β Zuben el Chamali γ Zuben el Hakrabi
- Lyra: α Vega β Sheilak γ Sulafat
- Ophiucus: α Ras Alhague β Cebalrai δ Yed Prior η Sabik
- Orion: α Betelgeuse β Rigel γ Belátrix δ Mintaka ϵ Alnilam
 ζ Alnitak κ Saif λ Meissa
- Pegasus: α Markab β Scheat γ Algenib ϵ Enif ζ Homam
- Perseus: α Mirfak β Algol ζ Atik
- Phoenix: α Anca
- Piscis Austrinus: α Fomalhaut
- Sagittarius: α Rucbat β Arkab γ^2 Alnasl δ Kaus Media ϵ Kaus Australis
 ζ Ascella λ Kaus Borealis σ Nunki
- Scorpious: α Antares β^1 Graffias λ Shaula ν Lesath
- Serpens: α Unukalhai θ^1 Alya
- Taurus: α Aldebarán β Elnath η Alcóne 17 Electra 19 Táigete
20 Maya 21 Estélope 23 Mérope 27 Atlas 28 Pléyone
- Triangulum Australe: α Atria
- Ursa Major: α Dubhe β Merak γ Fecda, Phad δ Megrez ϵ Alioth
 ζ Mizar η Alcaid ι Talita 80 Alcor
- Ursa Minor: α Polar β Kocab γ Fercad δ Yildun
- Vela: λ Suhail
- Virgo: α Espiga β Zavijava γ Porrima ϵ Vindemiatrix

Estrellas más cercanas

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn. V	magn. absol.	tipo espec.	dist. (pc)
Sol			-26,75	4,85	G2V	
Proxima Centau.	14 29,7	-62 41	11,01	15,49	M5.5Ve	1,3
α Cen A (Rigil K.)	14 39,6	-60 50	-0,01	4,38	G2V	1,3
e. de Barnard	17 57,8	+04 42	9,54	13,22	M3.8V	1,8
Wolf 359	10 56,5	+07 01	13,53	16,64	M5.8Ve	2,4
Lalande 21185	11 03,3	+35 58	7,50	10,46	M2.1Ve	2,5
L726-8	01 39,0	-17 57	12,52	15,40	M5.6Ve	2,7
α CMa (Sirio)	06 45,1	-16 43	-1,44	1,47	A1Vm	2,7
Ross 154	18 49,8	-23 50	10,45	13,11	M3.6Ve	2,9
Ross 248	23 41,9	+44 10	12,29	14,81	M4.9Ve	3,1
ϵ Eri	03 32,9	-09 28	3,73	6,14	K2Ve	3,3
Ross 128	11 47,7	+00 48	11,10	13,47	M4.1V	3,4
L789-6	22 38,6	-15 17	12,18	14,52	M5 ⁺ Ve	3,4
61 Cyg	21 06,9	+38 45	5,22	7,56	K3.5Ve	3,4
ϵ Ind	22 03,4	-56 47	4,68	6,95	K3Ve	3,5
α CMi (Proción)	07 39,3	+05 14	0,40	2,66	F5IV-V	3,5
BD+43°44	00 18,4	+44 01	8,08	10,30	M1.3Ve	3,6
BD+59°1915	18 42,8	+59 38	8,90	11,11	M3.0V	3,6
G51-15	08 29,8	+26 47	14,81	17,01	M6.6V	3,6
τ Cet	01 44,1	-15 56	3,50	5,69	G8V	3,6
CD-36°15693	23 05,9	-35 51	7,35	9,53	M1.3Ve	3,7
BD+5°1668	07 27,4	+05 14	9,82	11,94	M3.7V	3,8
L725-32	01 12,6	-17 00	12,04	14,16	M4.5Ve	3,8
CD-39°14192	21 17,3	-38 52	6,66	8,69	K5.5Ve	3,9
e. de Kapteyn	05 11,7	-45 01	8,84	10,84	M0.0V	4,0
Krüger 60	22 28,0	+57 42	9,85	11,82	M3.3Ve	4,0
Ross 614	06 29,4	-02 49	11,10	13,04	M4.5Ve	4,1
BD-12°4253	16 30,3	-12 40	10,11	12,05	M3.5V	4,1
e. de van Maanen	00 49,2	+05 23	12,37	14,22	DG	4,3
Wolf 424	12 33,3	+09 01	13,16	15,00	M5.3Ve	4,3
BD+50°1725	10 11,4	+49 27	6,59	8,32	K5.0Ve	4,5
L1159-16	02 00,2	+13 03	12,26	14,0	M4.5Ve	4,5
L143-23	10 44,5	-62 13	13,92	15,64	dM	4,5
LP731-58	10 48,2	-11 20	15,60	17,31	M7V	4,5
CD-37°15492	00 05,4	-37 21	8,56	10,26	M2.0V	4,6
G158-27	00 06,7	-07 33	13,74	15,39	M5.5	4,7
CD-46°11540	17 28,7	-46 54	9,37	11,01	M2.7V	4,7
G208-44	19 53,9	+44 25	13,41	15,04	M6Ve	4,7
CD-49°13515	21 33,6	-49 01	8,67	10,27	M1.8V	4,8
CD-44°11909	17 37,1	-44 19	10,96	12,56	M3.9V	4,8
BD-15°6290	22 53,3	-14 16	10,17	11,74	M3.9V	4,9
BD+20°2465	10 19,6	+19 52	9,43	10,99	M3.3Ve	4,9
BD+68°946	17 36,4	+68 20	9,15	10,70	M3.3V	4,9
L145-141	11 45,7	-64 51	11,50	13,04	DC	4,9
BD+15°2620	13 45,7	+14 53	8,49	10,02	M1.7Ve	5,0

Estrellas con mayor movimiento propio

nombre	const.	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ' ")	mag. V	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ (" / año)
estrella de Barnard	Oph	17 57 48,5	+4 41 36	9,54	-0,80 10,33
estrella de Kapteyn	Pic	5 11 40,6	-45 01 08	8,86	6,51 -5,73
Groombridge 1830	UMa	11 52 58,8	+37 43 07	6,42	4,00 -5,81
Lacaille 9352	PsA	23 05 52,0	-35 51 12	7,35	6,77 1,33
CD-37° 15492	Scl	0 05 24,4	-37 21 26	8,56	5,63 -2,34
61 Cygni A	Cyg	21 06 54,6	+38 44 45	5,20	4,16 3,26
61 Cygni B	Cyg	21 06 55,3	+38 44 31	6,05	4,11 3,14
Lalande 21185	UMa	11 03 20,2	+35 58 11	7,49	-0,58 -4,77
ϵ Indi	Ind	22 03 21,6	-56 47 10	4,69	3,96 -2,54
BD+44° 2051	UMa	11 05 28,6	+43 31 36	8,82	-4,41 0,94
σ^2 Eridani A	Eri	4 15 16,3	-7 39 10	4,43	-2,24 -3,42
Proxima Centauri	Cen	14 29 42,9	-62 40 46	11,01	-3,78 0,77
μ Cassiopeiae	Cas	1 08 16,4	+54 55 13	5,17	3,42 -1,60
BD+5° 1668	CMi	7 27 24,5	+5 13 32	9,84	0,57 -3,69
α Centauri B	Cen	14 39 35,1	-60 50 14	1,35	-3,60 0,95
α Centauri A	Cen	14 39 36,5	-60 50 02	-0,01	-3,68 0,48
Gliese 579.2B	Lib	15 10 12,9	-16 27 46	9,44	-1,00 -3,54
Gliese 579.2A	Lib	15 10 13,0	-16 22 44	9,07	-1,00 -3,54
Lacaille 8760	Mic	21 17 15,3	-38 52 03	6,69	-3,26 -1,15
86 G Eridani	Eri	3 19 55,7	-43 04 11	4,26	3,04 0,73

Las 20 estrellas más brillantes

nombre	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} (° ')	magn. V	magn. absol.	tipo espec.	dist. (pc)
Sirio (α CMA)	06 45 09	-16 43	-1,44	1,5	A0	2,6
Canopo (α Car)	06 23 57	-52 42	-0,62	-5,5	F0	96
Arturo (α Boo)	14 15 40	+19 11	-0,05	-0,3	K0	11
Rígil Kent. (α Cen A)	14 39 37	-60 50	-0,01	4,4	G0	1,3
Vega (α Lyr)	18 36 56	+38 47	0,03	0,6	A0	7,8
Capela (α Aur A+B)	05 16 41	+46 00	0,08	-0,5	G0	12,9
Rígel (β Ori)	05 14 32	-08 12	0,18	*	B8p	237
Proción (α CMi)	07 39 18	+05 14	0,40	2,7	F5	3,5
Achernar (α Eri)	01 37 43	-57 14	0,45	-2,8	B5	44
Betelgeuse (α Ori)	05 55 10	+07 24	0,45	*	M0	131
Hadar (β Cen)	14 03 49	-60 22	0,61	*	B1	161
Altair (α Aql)	19 50 47	+08 52	0,76	2,2	A5	5,1
α Cru A+B	12 26 36	-63 06	0,77	-4,2	B1,B3	98
Aldebarán (α Tau)	04 35 55	+16 31	0,87	*	K5	20
Espiga (α Vir)	13 25 12	-11 10	0,98	*	B2	80
Antares (α Sco A+B)	16 29 24	-26 26	1,06	*	M1,B3	185
Pólux (β Gem)	07 45 19	+28 02	1,16	1,1	K0	10
Fomalhaut (α PsA)	22 57 39	-29 37	1,17	1,7	A3	7,7
Deneb (α Cyg)	20 41 26	+45 17	1,25	*	A2p	990
Mimosa (β Cru)	12 47 43	-59 41	1,25	*	B1	108

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ' ")	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ ("/milenio)		π (")	V	$B-V$	tipo esp.
α And	00 08 23,3	+29 05 26	136	-163	0,034	2,07	-0,04	A0p
β Cas	00 09 10,7	+59 08 59	523	-180	0,060	2,28	0,38	F5
γ Peg	00 13 14,2	+15 11 01	5	-8	0,010	2,83	-0,19	B2
β Hya	00 25 45,1	-77 15 15	2220	324	0,134	2,82	0,62	G0
α Phe	00 26 17,0	-42 18 22	233	-354	0,042	2,40	1,08	K0
α Cas	00 40 30,5	+56 32 14	50	-32	0,014	2,24	1,17	K0
β Cet	00 43 35,4	-17 59 12	233	33	0,034	2,04	1,02	K0
γ Cas	00 56 42,5	+60 43 00	26	-4	0,005	2,15	-0,05	B0p
β And	01 09 43,9	+35 37 14	176	-112	0,016	2,07	1,58	M0
δ Cas	01 25 49,0	+60 14 07	297	-49	0,033	2,66	0,16	A5
α Eri	01 37 42,9	-57 14 12	88	-40	0,023	0,45	-0,16	B5
β Ari	01 54 38,4	+20 48 29	96	-109	0,055	2,64	0,17	A5
α Hya	01 58 46,2	-61 34 11	263	27	0,046	2,86	0,29	F0
γ^1 And	02 03 54,0	+42 19 47	43	-51	0,009	2,10	1,37	K0
α Ari	02 07 10,4	+23 27 45	191	-146	0,049	2,01	1,15	K2
β Tri	02 09 32,6	+34 59 14	149	-39	0,026	3,00	0,14	A5
α UMi	02 31 49,1	+89 15 51	44	-12	0,008	1,97	0,64	F8
θ Eri	02 58 15,7	-40 18 17	-54	26	0,020	2,88	0,13	A2
α Cet	03 02 16,8	+04 05 23	-12	-79	0,015	2,54	1,63	M0
γ Per	03 04 47,8	+53 30 23	1	-4	0,013	2,91	0,72	F5,A3
β Per	03 08 10,1	+40 57 20	2	-1	0,035	2,09	0,00	B8
α Per	03 24 19,4	+49 51 40	24	-26	0,006	1,79	0,48	F5
η Tau	03 47 29,1	+24 06 18	19	-43	0,009	2,85	-0,09	B5p
ζ Per	03 54 07,9	+31 53 01	4	-9	0,003	2,84	0,27	B1
ε Per	03 57 51,2	+40 00 37	13	-24	0,006	2,90	-0,20	B1
γ Eri	03 58 01,8	-13 30 31	61	-111	0,015	2,97	1,59	K5
α Tau	04 35 55,2	+16 30 33	63	-189	0,050	0,87	1,54	K5
ι Aur	04 56 59,6	+33 09 58	4	-19	0,006	2,69	1,49	K2
β Eri	05 07 51,0	-05 05 11	-83	-75	0,037	2,78	0,16	A3
β Ori	05 14 32,3	-08 12 06	2	-1	0,004	0,18	-0,03	B8p
α Aur	05 16 41,4	+45 59 53	76	-427	0,077	0,08	0,80	G0
γ Ori	05 25 07,9	+06 20 59	-9	-13	0,013	1,64	-0,22	B2
β Tau	05 26 17,5	+28 36 27	23	-174	0,025	1,65	-0,13	B8
β Lep	05 28 14,7	-20 45 34	-5	-86	0,020	2,81	0,81	G0
δ Ori	05 32 00,4	-00 17 57	2	1	0,004	2,25	-0,17	B0
α Lep	05 32 43,8	-17 49 20	3	2	0,003	2,58	0,21	F0
ι Ori	05 35 26,0	-05 54 36	2	-1	0,002	2,75	-0,21	Oe5
ε Ori	05 36 12,8	-01 12 07	1	-1	0,002	1,69	-0,18	B0
ζ Tau	05 37 38,7	+21 08 33	2	-18	0,008	2,97	-0,15	B3p
α Col	05 39 38,9	-34 04 27	0	-24	0,012	2,65	-0,12	B5p
ζ Ori	05 40 45,5	-01 56 33	4	3	0,004	1,74	-0,20	B0
κ Ori	05 47 45,4	-09 40 11	2	-1	0,005	2,07	-0,17	B0

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ' ")	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ (" / milenio)	π (")	V	$B-V$	tipo esp.	
α Ori	05 55 10,3	+07 24 25	27	11	0,008	0,45	1,50	M0
β Aur	05 59 31,7	+44 56 51	-56	-1	0,040	1,90	0,08	A0p
θ Aur	05 59 43,3	+37 12 45	42	-74	0,019	2,65	-0,08	A0
β CMa	06 22 42,0	-17 57 21	-3	0	0,007	1,98	-0,24	B1
μ Gem	06 22 57,6	+22 30 49	57	-109	0,014	2,87	1,62	M0
α Car	06 23 57,1	-52 41 44	20	24	0,010	-0,62	0,16	F0
γ Gem	06 37 42,7	+16 23 57	-2	-67	0,031	1,93	0,00	A0
α CMa	06 45 08,9	-16 42 58	-546	-1223	0,379	-1,44	0,01	A0
τ Pup	06 49 56,2	-50 36 52	34	-66	0,018	2,94	1,21	K0
ϵ CMa	06 58 37,5	-28 58 20	3	2	0,008	1,50	-0,21	B1
δ CMa	07 08 23,5	-26 23 36	-3	3	0,002	1,83	0,67	F8p
π Pup	07 17 08,6	-37 05 51	-11	7	0,003	2,71	1,62	K5
η CMa	07 24 05,7	-29 18 11	-4	7	0,001	2,45	-0,08	B5p
β CMi	07 27 09,0	+08 17 22	-50	-38	0,019	2,89	-0,10	B8
α Gem	07 34 35,9	+31 53 18	-206	-148	0,063	1,58	0,03	A0,A0
α CMi	07 39 18,1	+05 13 30	-717	-1035	0,286	0,40	0,43	F5
β Gem	07 45 19,0	+28 01 34	-626	-46	0,097	1,16	0,99	K0
ζ Pup	08 03 35,1	-40 00 12	-31	17	0,002	2,21	-0,27	O3
ρ Pup	08 07 32,6	-24 18 15	-83	46	0,052	2,83	0,46	F5
γ Vel	08 09 32,0	-47 20 12	-6	10	0,004	1,75	-0,14	Oap
ϵ Car	08 22 30,8	-59 30 34	-25	23	0,005	1,86	1,20	K0,B
δ Vel	08 44 42,2	-54 42 32	29	-104	0,041	1,93	0,04	A0
λ Vel	09 07 59,8	-43 25 57	-23	14	0,006	2,23	1,66	K5
β Car	09 13 12,0	-69 43 02	-158	109	0,029	1,67	0,07	A0
ι Car	09 17 05,4	-59 16 31	-19	13	0,005	2,21	0,19	F0
κ Vel	09 22 06,8	-55 00 39	-11	11	0,006	2,47	-0,14	B3
α Hya	09 27 35,2	-08 39 31	-14	33	0,018	1,99	1,44	K2
ϵ Leo	09 45 51,1	+23 46 27	-46	-10	0,013	2,97	0,81	G0p
ν Car	09 47 06,1	-65 04 19	-12	5	0,002	2,92	0,27	F0
α Leo	10 08 22,3	+11 58 02	-249	5	0,042	1,36	-0,09	B8
γ Leo	10 19 58,4	+19 50 29	311	-153	0,026	2,01	1,13	K0,K0
θ Car	10 42 57,4	-64 23 40	-19	12	0,007	2,74	-0,22	B0
μ Vel	10 46 46,2	-49 25 13	63	-54	0,028	2,69	0,90	G5
β UMa	11 01 50,5	+56 22 57	82	34	0,041	2,34	0,03	A0
α UMa	11 03 43,7	+61 45 04	-136	-35	0,026	1,81	1,06	K0
ψ UMa	11 09 39,8	+44 29 55	-62	-27	0,022	3,00	1,14	K0
δ Leo	11 14 06,5	+20 31 25	143	-130	0,057	2,56	0,13	A3
β Leo	11 49 03,6	+14 34 19	-499	-114	0,090	2,14	0,09	A2
γ UMa	11 53 49,8	+53 41 41	108	11	0,039	2,41	0,04	A0
δ Cen	12 08 21,5	-50 43 21	-48	-6	0,008	2,58	-0,13	B3p
δ Cru	12 15 08,7	-58 44 56	-37	-11	0,009	2,79	-0,19	B3
γ Crv	12 15 48,4	-17 32 31	-160	22	0,020	2,58	-0,11	B8

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ' ")	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ (" / milenio)	π (")	V	$B-V$	tipo esp.
α Cru	12 26 35,9	-63 05 57	-35 -15	0,010	0,77	-0,24	B1,B3
δ Crv	12 29 51,9	-16 30 56	-210 -139	0,037	2,94	-0,01	A0
γ Cru	12 31 09,9	-57 06 48	28 -264	0,037	1,59	1,60	M3
β Crv	12 34 23,2	-23 23 48	1 -56	0,023	2,65	0,89	G5
α Mus	12 37 11,0	-69 08 08	-40 -12	0,011	2,69	-0,18	B3
γ Cen	12 41 31,0	-48 57 36	-187 -1	0,025	2,20	-0,02	A0
γ Vir	12 41 39,6	-01 26 58	-617 61	0,085	2,74	0,37	F0
β Cru	12 47 43,2	-59 41 19	-48 -13	0,009	1,25	-0,24	B1
ϵ UMa	12 54 01,7	+55 57 35	112 -9	0,040	1,76	-0,02	A0p
α^2 CVn	12 56 01,7	+38 19 06	-233 55	0,030	2,89	-0,12	A0p
ϵ Vir	13 02 10,6	+10 57 33	-275 20	0,032	2,85	0,93	K0
γ Hya	13 18 55,3	-23 10 18	68 -41	0,025	2,99	0,92	G5
ι Cen	13 20 35,8	-36 42 44	-341 -88	0,056	2,75	0,07	A2
ζ UMa	13 23 55,5	+54 55 31	121 -22	0,042	2,23	0,06	A2p
α Vir	13 25 11,6	-11 09 41	-43 -32	0,012	0,98	-0,23	B2
ϵ Cen	13 39 53,2	-53 27 59	-15 -13	0,009	2,29	-0,17	B1
η UMa	13 47 32,4	+49 18 48	-121 -16	0,032	1,85	-0,10	B3
η Boo	13 54 41,1	+18 23 52	-61 -358	0,088	2,68	0,58	G0
ζ Cen	13 55 32,4	-47 17 18	-57 -45	0,008	2,55	-0,18	B2p
β Cen	14 03 49,4	-60 22 23	-34 -25	0,006	0,61	-0,23	B1
θ Cen	14 06 41,0	-36 22 12	-519 -518	0,054	2,06	1,01	K0
α Boo	14 15 39,7	+19 10 57	-1093 -1999	0,089	-0,05	1,24	K0
η Cen	14 35 30,4	-42 09 28	-35 -32	0,011	2,33	-0,16	B3p
α^2 Cen	14 39 35,1	-60 50 14	-3600 952	0,742	1,35	0,90	K5
α^1 Cen	14 39 36,5	-60 50 02	-3678 482	0,742	-0,01	0,71	G0
α Lup	14 41 55,8	-47 23 18	-21 -24	0,006	2,30	-0,15	B2
ϵ Boo	14 44 59,2	+27 04 27	-51 20	0,016	2,35	0,97	K0
β UMi	14 50 42,3	+74 09 20	-32 12	0,026	2,07	1,47	K5
α^2 Lib	14 50 52,7	-16 02 30	-106 -69	0,042	2,75	0,15	A3
β Lup	14 58 31,9	-43 08 02	-34 -38	0,006	2,68	-0,18	B2p
β Lib	15 17 00,4	-09 22 59	-96 -21	0,020	2,61	-0,07	B8
γ TrA	15 18 54,6	-68 40 46	-66 -32	0,018	2,87	0,01	A0
γ UMi	15 20 43,7	+71 50 02	-18 18	0,007	3,00	0,06	A2
α CrB	15 34 41,3	+26 42 53	120 -89	0,044	2,22	0,03	A0
γ Lup	15 35 08,4	-41 10 00	-16 -26	0,006	2,80	-0,22	B3
α Ser	15 44 16,1	+06 25 32	135 44	0,045	2,63	1,17	K0
β TrA	15 55 08,5	-63 25 50	-188 -402	0,081	2,83	0,31	F0
π Sco	15 58 51,1	-26 06 51	-12 -26	0,007	2,89	-0,18	B2
δ Sco	16 00 20,0	-22 37 18	-9 -37	0,008	2,29	-0,12	B0
β^1 Sco	16 05 26,2	-19 48 20	-7 -25	0,006	2,56	-0,06	B1
δ Oph	16 14 20,7	-03 41 40	-46 -143	0,019	2,73	1,58	M0
σ Sco	16 21 11,3	-25 35 34	-10 -18	0,004	2,90	0,30	B1

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ' ")	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ (" / milenio)	π (")	V	$B-V$	tipo esp.
η Dra	16 23 59,5	+61 30 51	-17 57	0,037	2,73	0,91	G5
α Sco	16 29 24,4	-26 25 55	-10 -23	0,005	1,06	1,87	M1,B3
β Her	16 30 13,2	+21 29 23	-98 -14	0,022	2,78	0,95	K0
τ Sco	16 35 53,0	-28 12 58	-9 -23	0,008	2,82	-0,21	B0
ζ Oph	16 37 09,5	-10 34 02	13 25	0,007	2,54	0,04	B0
ζ Her	16 41 17,2	+31 36 10	-463 345	0,093	2,81	0,65	G0
α TrA	16 48 39,9	-69 01 40	18 -33	0,008	1,91	1,45	K2
ϵ Sco	16 50 09,8	-34 17 36	-612 -256	0,050	2,29	1,14	K0
μ^1 Sco	16 51 52,2	-38 02 51	-9 -22	0,004	3,00	-0,20	B3p
η Oph	17 10 22,7	-15 43 30	41 98	0,039	2,43	0,06	A2
α Her	17 14 38,9	+14 23 25	-7 33	0,009	2,78	1,16	M2,M2
β Ara	17 25 18,0	-55 31 48	-8 -25	0,005	2,84	1,48	K2
β Dra	17 30 26,0	+52 18 05	-16 12	0,009	2,79	0,95	G0
ν Sco	17 30 45,8	-37 17 45	-4 -29	0,006	2,70	-0,18	B3
α Ara	17 31 50,5	-49 52 34	-31 -67	0,013	2,84	-0,14	B3p
λ Sco	17 33 36,5	-37 06 14	-9 -30	0,005	1,62	-0,23	B2
α Oph	17 34 56,1	+12 33 36	110 -223	0,070	2,08	0,16	A5
θ Sco	17 37 19,2	-42 59 52	6 -1	0,012	1,86	0,41	F0
κ Sco	17 42 29,3	-39 01 48	-6 -26	0,007	2,39	-0,17	B2
β Oph	17 43 28,4	+04 34 02	-41 159	0,040	2,76	1,17	K0
ι^1 Sco	17 47 35,1	-40 07 37	0 -6	0,002	2,99	0,51	F6
γ Dra	17 56 36,4	+51 29 20	-9 -23	0,022	2,24	1,52	K5
γ Sgr	18 05 48,5	-30 25 27	-56 -182	0,034	2,98	0,98	K0
δ Sgr	18 20 59,7	-29 49 41	30 -26	0,011	2,72	1,38	K0
ϵ Sgr	18 24 10,3	-34 23 05	-40 -124	0,023	1,79	-0,03	A0
λ Sgr	18 27 58,2	-25 25 18	-45 -186	0,042	2,82	1,02	K0
α Lyr	18 36 56,3	+38 47 01	201 287	0,129	0,03	0,00	A0
σ Sgr	18 55 15,9	-26 17 48	14 -53	0,015	2,05	-0,13	B3
ζ Sgr	19 02 36,7	-29 52 48	-14 4	0,037	2,60	0,06	A4
ζ Aql	19 05 24,6	+13 51 49	-7 -95	0,039	2,99	0,01	A0
π Sgr	19 09 45,8	-21 01 25	-1 -37	0,007	2,88	0,38	F2
δ Cyg	19 44 58,5	+45 07 51	43 48	0,019	2,86	0,00	A0
γ Aql	19 46 15,6	+10 36 48	16 -3	0,007	2,72	1,51	K2
α Aql	19 50 47,0	+08 52 06	537 386	0,194	0,76	0,22	A5
γ Cyg	20 22 13,7	+40 15 24	2 -1	0,002	2,23	0,67	F8p
α Pav	20 25 38,9	-56 44 06	8 -86	0,018	1,94	-0,12	B3
α Cyg	20 41 25,9	+45 16 49	2 2	0,001	1,25	0,09	A2p
ϵ Cyg	20 46 12,7	+33 58 13	356 330	0,045	2,48	1,02	K0
α Cep	21 18 34,8	+62 35 08	150 48	0,067	2,45	0,26	A5
β Aqr	21 31 33,5	-05 34 16	23 -7	0,005	2,90	0,83	G0
ϵ Peg	21 44 11,2	+09 52 30	30 1	0,005	2,38	1,52	K0
δ Cap	21 47 02,4	-16 07 38	263 -296	0,085	2,85	0,18	A5

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ' ")	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ (" / milenio)	π (")	V	$B-V$	tipo esp.
γ Cru	21 53 55,7	-37 21 54	96 -12	0,016	3,00	-0,08	B8
α Aqr	22 05 47,0	-00 19 11	18 -10	0,004	2,95	0,97	G0
α Gru	22 08 14,0	-46 57 40	128 -148	0,032	1,73	-0,07	B5
α Tuc	22 18 30,1	-60 15 35	-71 -38	0,016	2,87	1,39	K2
β Gru	22 42 40,1	-46 53 05	136 -5	0,019	2,07	1,61	M3
η Peg	22 43 00,1	+30 13 17	13 -26	0,015	2,93	0,85	G0
α PsA	22 57 39,0	-29 37 20	329 -164	0,130	1,17	0,14	A3
β Peg	23 03 46,5	+28 04 58	188 138	0,016	2,44	1,65	M0
α Peg	23 04 45,7	+15 12 19	61 -43	0,023	2,49	0,00	A0

En esta tabla figuran las estrellas más brillantes de magnitud visual $V = 3$ extraídas del Catálogo de Estrellas Hipparcos ordenadas por ascensión recta creciente. En la primera columna figura el nombre según Bayer seguido de la abreviatura del nombre de la constelación (ver tabla correspondiente). A continuación figuran las coordenadas ecuatoriales (ascensión recta y declinación) para la época J2000, seguidos de los movimientos propios expresados en segundos de arco por milenio. El movimiento propio en ascensión recta viene multiplicado por el coseno de la declinación pues ello facilita el cálculo riguroso; el producto ($\mu_{\alpha} \cos \delta$) da la corrección en arco de cielo y no en la coordenada.

En primera aproximación, la corrección por movimiento propio viene dada por

$$\alpha = \alpha_{2000} + t \mu_{\alpha} = \alpha_{2000} + \frac{t}{\cos \delta} (\mu_{\alpha} \cos \delta)$$

$$\delta = \delta_{2000} + t \mu_{\delta}$$

siendo $t = (\text{dia juliano} - 2451545) / 365250$.

La columna etiquetada π corresponde a la paralaje ecuatorial. El inverso de este número da la distancia expresada en parsecs. Las dos columnas siguientes indican la magnitud visual V (según el catálogo Hipparcos) y el índice de color $B - V$ (o sea, la diferencia entre la magnitud azul B y la visual V). El tipo espectral, extraído del catálogo FK5, se halla en la última columna.

Estrellas dobles o múltiples

nombre	α_{2000} (h m)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ')	componentes	magnitudes prim. sec.	separ. (")	A.P. ($^{\circ}$)
η Cas	00 49	+57 49	AB	3,5 7,2	13,0	319
γ And	02 04	+42 20	A-BC	2,3 5,0	9,6	63
γ Cet	02 43	+03 14	AB	3,5 6,2	2,3	299
α For	03 12	-28 59	AB	3,8 6,9	5,0	299
η Tau	03 47	+24 06	AB	2,8 6,3	117,4	290

Estrellas dobles o múltiples

nombre	α_{2000}		δ_{2000}		componentes	magnitudes		separ.	A.P.
	(h m)	(° ')	(° ')	(° ')		prim.	sec.		
32 Eri	03	54	-02	57	AB	4,8	5,9	6,9	349
κ Tau	04	25	+22	18	AB	4,2	5,3	339,7	174
β Lep	05	28	-20	46	AB	3,0	7,5	2,3	346
δ Ori	05	32	-00	18	Aa-C	2,4	6,8	52,8	0
ι Ori	05	35	-05	55	AB	2,9	7,0	11,3	141
λ Ori	05	35	+09	56	AB	3,5	5,4	4,3	44
σ Ori	05	39	-02	36	AB-E	3,8	6,3	41,8	62
ς Ori	05	39	-02	36	AB-D	3,8	6,6	12,7	84
ζ Ori	05	41	-01	57	Aa-B	1,7	3,9	2,3	165
γ Lep	05	44	-22	27	AB	3,6	6,3	97,0	350
θ Aur	06	00	+37	13	AB	2,7	7,2	3,8	309
ζ CMa	06	20	-30	04	AB	3,0	7,8	174,3	338
ε CMa	06	59	-28	58	AB	1,5	7,5	7,0	161
γ Vol	07	09	-70	30	AB	3,9	5,4	14,1	298
π Pup	07	17	-37	06	AB	2,9	7,9	69,0	213
η CMa	07	24	-29	18	AB	2,5	6,8	179,0	286
α Gem	07	35	+31	53	AB	1,6	2,6	4,2	61
γ Vel	08	10	-47	20	AB	1,8	4,1	41,4	221
γ Vel	08	10	-47	20	AC	1,8	7,3	62,5	152
ι Cnc	08	47	+28	46	AB	4,1	6,0	30,7	307
ε Hya	08	47	+06	25	AB-C	3,4	6,5	2,9	301
38 Lyn	09	19	+36	48	A-Bb	3,9	6,1	2,7	225
ν Car	09	47	-65	04	AB	3,0	6,0	5,0	129
ζ Leo	10	17	+23	25	AB	3,5	6,0	333,8	338
γ Leo	10	20	+19	50	AB	2,0	3,2	4,4	125
x Vel	10	39	-55	36	AB	4,4	6,1	51,8	106
μ Vel	10	47	-49	25	AB	2,7	5,7	2,5	54
u Car	10	53	-58	51	AB	3,9	6,2	158,7	204
54 Leo	10	56	+24	45	AB	4,5	6,3	6,6	112
α UMa	11	04	+61	45	AC	2,0	7,0	381,1	204
δ Cen	12	08	-50	43	AB	2,5	4,4	269,1	325
δ Cen	12	08	-50	43	AC	2,5	6,3	216,7	227
α Cru	12	27	-63	06	AC	1,2	4,8	90,0	202
α Cru	12	27	-63	06	BC	2,3	6,0	90,6	205
γ Cru	12	31	-57	07	AB	1,8	6,4	125,4	26
β Cru	12	48	-59	41	AC	1,3	7,2	373,0	23
μ Cru	12	55	-57	11	AB	3,9	4,9	34,6	17
α CVn	12	56	+38	19	AB	2,8	5,5	19,3	229
J Cen	13	23	-60	59	AB-C	4,5	6,2	60,8	345
ζ UMa	13	24	+54	56	AB	2,2	3,9	14,6	152
ζ UMa	13	24	+54	56	AC	2,2	4,0	708,5	71
3 Cen	13	52	-33	00	AB	4,5	6,0	7,9	106
α Cen	14	40	-60	50	AB	0,0	1,4	11,3	228

Estrellas dobles o múltiples

nombre	α_{2000}		δ_{2000}		componentes	magnitudes		separ. (")	A.P. (°)
	(h m)	(° ')	(° ')	prim.		sec.			
ϵ Boo	14 45	+27 04			AB	2,6	4,8	2,8	344
α Lib	14 51	-16 02			AB	2,7	5,2	231,1	315
κ Lup	15 12	-48 44			AB	3,8	5,5	26,5	143
ζ Lup	15 12	-52 06			AB	3,5	6,7	71,7	249
δ Ser	15 35	+10 32			AB	3,8	4,8	4,3	176
η Lup	16 00	-38 24			AB	3,4	7,5	14,9	20
β Sco	16 05	-19 48			AC	2,6	4,5	13,8	20
ν Sco	16 12	-19 28			Aa-C	4,2	6,6	41,5	336
ϵ Nor	16 27	-47 33			AB	4,5	6,1	22,8	334
α Sco	16 29	-26 26			AB	1,0	5,4	2,2	277
μ Dra	17 05	+54 28			AB	4,9	5,0	2,3	13
36 Oph	17 15	-26 36			AB	4,3	4,3	4,9	145
α Her	17 15	+14 23			Aa-B	2,8	5,1	4,6	104
θ Sco	17 37	-43 00			AB	1,9	5,2	6,5	315
ψ Dra	17 42	+72 09			AB	4,6	5,6	29,8	15
70 Oph	18 05	+02 30			AB	4,0	5,9	4,7	140
η Sgr	18 18	-36 46			AB	3,1	7,8	3,6	107
ϵ Lyr	18 44	+39 40			AB	4,7	5,8	2,5	349
ϵ Lyr	18 44	+39 40			Cc-D	4,6	4,8	2,4	81
ζ Lyr	18 45	+37 36			AD	4,3	5,6	44,0	150
β Lyr	18 50	+33 22			AB	3,6	6,7	46,0	149
α Vul	19 29	+24 40			AB	4,6	5,9	427,9	29
β Cyg	19 31	+27 58			Aa-B	3,4	4,7	34,6	54
16 Cyg	19 42	+50 31			AB	4,0	6,0	39,6	133
δ Cyg	19 45	+45 08			AB	2,9	6,6	2,6	223
ϵ Dra	19 48	+70 16			AB	4,0	6,9	3,2	20
\circ Cyg	20 14	+46 44			Aa-C	3,9	7,0	105,8	174
β Cap	20 21	-14 47			Aa-Ba	3,2	6,1	207,0	267
γ Cyg	20 22	+40 15			A-BC	2,2	5,4	141,4	196
γ Del	20 47	+16 07			AB	4,3	5,2	9,2	266
γ Equ	21 10	+10 08			AD	4,7	6,1	337,7	152
μ Cyg	21 44	+28 45			AB	4,8	6,2	2,0	312
ξ Cep	22 04	+64 38			Aa-B	4,3	6,3	8,3	274
δ Cep	22 29	+58 25			AC	4,2	6,1	40,9	191
ζ Aqr	22 29	-00 01			AB	3,7	3,8	2,0	179

Estrellas variables

La idea de *estrella variable* como toda aquella cuya luminosidad no es constante resulta demasiado general pues incluiría todas las estrellas, dado que todas varían algo su luminosidad a lo largo de su vida. De manera más

restrictiva, se considera que una estrella es variable cuando su brillo en luz visible cambia apreciablemente (varias décimas de magnitud) en escalas de tiempo “humanas” (de segundos a décadas). Se trata de una definición puramente observacional, que restringe las estrellas variables a aquellas en las que sus cambios de luminosidad son fácilmente apreciables para un ser humano equipado con un telescopio. Estos cambios se deben a procesos físicos muy diferentes, de acuerdo a los cuales las estrellas variables se suelen agrupar en los distintos tipos que a continuación se enumeran.

Variables eruptivas

Están constituidas por aquellas estrellas en las que los cambios de luminosidad se producen debido a la presencia de procesos violentos en sus atmósferas. Estos cambios suelen venir acompañados de eyecciones de material en forma de vientos estelares. De entre estas estrellas citaremos las de tipo Wolf-Rayet, FU Orionis, T Orionis, T Tauri, R Coronae Borealis, S Doradus, UV Ceti (“flare” o fulgurantes) y γ Cassiopeiae.

Variables pulsantes

En estas estrellas la variabilidad se debe a que el objeto está pulsando, es decir se contrae y se expande de un modo más o menos regular. Esas pulsaciones, que tienen lugar en las capas más exteriores de la estrella, cambian su tamaño y temperatura superficial, lo que da lugar a las variaciones de luz observadas. Existen numerosos tipos de variables pulsantes, dependiendo del estado evolutivo del objeto y de la variabilidad mostrada. Las hay de periodo corto (β Cephei = β Canis Majoris, δ Scuti, RR Lyrae), de periodo medio (Cefeidas, W Virginis), de periodo largo (Miras, estrellas OH/IR, RV Tauri) y las de tipo Semirregular e Irregular.

Variables rotantes

Se trata de estrellas en las que el brillo de su superficie no es uniforme, por lo que su variabilidad se aprecia al rotar el objeto. La no uniformidad de su superficie está ocasionada por la existencia de inhomogeneidades en su composición química o en su temperatura, producidas por intensos campos magnéticos o por la presencia de una compañera muy cercana. De entre estos objetos merecen ser destacados los “púlsares”, estrellas de neutrones en rápida rotación. También se incluyen los tipos α Canum Venaticorum y DY Draconis.

Variables cataclísmicas

Estrellas variables en las que tienen lugar enormes y rápidos aumentos de su luminosidad. Estos se producen por la aparición de repentinos

procesos de combustión nuclear en su interior o por intercambio de material entre las estrellas de sistemas binarios próximos. Los primeros engloban las novae, supernovae y novae recurrentes; de entre los segundos destacaremos las de tipo U Geminorum, Z Andromedae y Z Camelopardalis.

Variables eclipsantes

Son sistemas binarios en los que las estrellas se eclipsan mutuamente de un modo alternativo, lo que produce las variaciones de luz observadas. Dependiendo de la proximidad de los objetos, de sus luminosidades y tamaños relativos, y de la orientación de la órbita, se obtienen distintos tipos de curvas de variación de luz. Atendiendo a este criterio, tradicionalmente se distinguen tres tipos fundamentales de estrellas variables eclipsantes: Algol, β Lyrae y W Ursae Majoris.

Variables emisoras de rayos X

Están constituidas por estrellas variables con intensa emisión de rayos X no incluidas en los tipos anteriores. En general se trata de sistemas binarios en los que una de las estrellas, que es muy compacta (una enana blanca o incluso un agujero negro), atrapa el material que la estrella compañera pierde. En su caída sobre la estrella compacta, este material emite rayos X. Los que son capturados por la otra estrella dan lugar a la emisión de radiación de muy alta temperatura de forma más o menos episódica. Entre las variables de rayos X se encuentra Vela X-1, cuya contrapartida óptica es HD 77581.

Finalmente, podemos encontrar en los catálogos otros tipos de estrellas variables. Se utilizan para clasificar estrellas mal estudiadas o muy peculiares, y objetos erróneamente considerados estrellas variables: estrellas consideradas variables que en realidad no lo son y objetos variables que en realidad no son estrellas. Estos últimos incluyen los “cuásares” y los “blázares”, que no son más que dos manifestaciones de un mismo fenómeno: la variabilidad de los núcleos activos de galaxias.

Efemérides

La observación de estrellas variables se puede iniciar con las más brillantes de los distintos tipos. Entre las de corto periodo: Algol (β Per), β Lyr y RR Lyr. Los instantes de mínimo de las variables eclipsantes prototipo β Per y β Lyr pueden encontrarse en la página 276. Entre las de largo periodo se puede empezar por algunas de las estrellas Mira más brillantes, como son Mira (*o* Cet), R Leo y χ Cyg, cuyos instantes de máximo para este año vienen dados en la tabla de la página 277.

Estrellas variables de otros tipos

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magnitud máx. mín.		periodo (días)	tipo
TV Psc	00 28	+17 24	4,7	5,4	70	Semirregular
γ Cas	00 57	+60 43	1,6	3,0		γ Cassiopeiae
RX And	01 05	+41 18	10,3	13,6	14,1	Z Camelopardalis
ζ Phe	01 08	-55 15	3,9	4,4	1,670	Algol
UV Cet	01 39	-17 58	6,8	13,0		UV Ceti, "flare"
ρ Per	03 05	+38 50	3,3	4,4	50	Semirregular
β Per	03 08	+40 57	2,1	3,4	2,867	Algol
GK Per	03 31	+43 54	0,2	14,0		Nova
BU Tau	03 49	+24 08	4,8	5,0		γ Cassiopeiae
λ Tau	04 01	+12 29	3,3	3,8	3,953	Algol
VW Hyi	04 09	-71 18	8,4	14,4	28	U Geminorum
T Tau	04 22	+19 32	8,4	13,5		T Tauri
RY Tau	04 22	+28 27	9,3	13,0		T Tauri
RV Tau	04 47	+26 11	9,8	13,3	78,7	RV Tauri
SU Aur	04 56	+30 34	9,3	11,8		T Tauri
ε Aur	05 02	+43 49	2,9	3,8	9890	Algol
ζ Aur	05 02	+41 05	3,7	4,0	972	Algol
UX Ori	05 05	-03 47	8,7	12,8		T Orionis
RX Lep	05 11	-11 51	5,0	7,0		Irregular
β Dor	05 34	-62 29	3,5	4,1	9,84	δ Cephei
T Ori	05 36	-05 29	9,5	12,6		T Orionis
α Ori	05 55	+07 24	0,4	1,3	2110	Semirregular
δ Pic	06 10	-54 58	4,7	4,9	1,673	β Lyrae
η Gem	06 15	+22 30	3,2	3,9	233	Semirregular
RT Aur	06 29	+30 30	5,0	5,8	3,728	δ Cephei
ζ Gem	07 04	+20 34	3,7	4,2	10,15	δ Cephei
EW CMa	07 14	-26 21	4,4	4,8		γ Cassiopeiae
L ₂ Pup	07 14	-44 39	2,6	6,2	140	Semirregular
UW CMa	07 19	-24 34	4,8	5,3	4,393	β Lyrae
FW CMa	07 25	-16 12	5,0	5,5		γ Cassiopeiae
U Mon	07 31	-09 47	6,1	8,1	92,3	RV Tauri
U Gem	07 55	+22 00	8,2	14,9	103	U Geminorum
V Pup	07 58	-49 15	4,7	5,2	1,454	β Lyrae
MX Pup	08 14	-35 54	4,6	4,9		γ Cassiopeiae
Z Cam	08 26	+76 02	10,2	13,4	20,0	Z Camelopardalis
W UMa	09 44	+57 57	7,9	8,3	0,334	W Ursae Majoris
ZZ Car	09 45	-62 30	3,3	4,2	35,5	δ Cephei
AD Leo	10 20	+19 52	9,4	10,4		UV Ceti
η Car	10 45	-59 41	-0,8	7,9		S Doradus
W Vir	13 26	-03 23	9,5	10,8	17,3	W Virginis
μ Cen	13 50	-42 28	2,9	3,5		γ Cassiopeiae
δ Lib	15 01	-08 31	4,9	5,9	2,327	Algol
R CrB	15 49	+28 09	5,7	14,8		R Coronae Borealis

Estrellas variables de otros tipos

nombre	α_{2000} (h m)	δ_{2000} (° ')	magnitud máx. mín.		periodo (días)	tipo
χ Oph	16 27	-18 27	4,2	5,0		γ Cassiopeiae
α Sco	16 29	-26 26	0,9	1,8	1730	Semirregular
AH Her	16 44	+25 15	10,6	13,9	19,6	Z Camelopardalis
μ^1 Sco	16 52	-38 03	2,8	3,1	1,44	β Lyrae
α Her	17 15	+14 23	3,0	4,0		Semirregular
u Her	17 17	+33 06	4,6	5,3	2,051	β Lyrae
X Sgr	17 48	-27 50	4,2	4,8	7,01	δ Cephei
W Sgr	18 05	-29 35	4,3	5,1	7,60	δ Cephei
δ Sct	18 42	-09 03	5,0	5,2	0,194	δ Scuti
R Sct	18 48	-05 42	4,5	8,2	140	RV Tauri
β Lyr	18 50	+33 22	3,3	4,3	12,936	β Lyrae
λ Pav	18 52	-62 11	3,4	4,3		γ Cassiopeiae
R Lyr	18 55	+43 57	3,9	5,0	46,0	Semirregular
κ Pav	18 57	-67 14	3,9	4,8	9,09	W Virginis
ϵ CrA	18 59	-37 06	4,7	5,0	0,591	W Ursae Majoris
TY CrA	19 02	-36 53	8,7	12,4		T Orionis
RY Sgr	19 17	-33 31	6,0	>15		R Coronae Borealis
RR Lyr	19 26	+42 47	7,1	8,1	0,567	RR Lyrae
η Aql	19 53	+01 00	3,5	4,4	7,177	δ Cephei
V695 Cyg	20 14	+46 44	3,8	3,9	3780	Algol
P Cyg	20 18	+38 02	3,0	6,0		S Doradus
δ Del	20 43	+15 04	4,4	4,5	0,158	δ Scuti
T Cyg	20 47	+34 22	5,0	5,5		Irregular
V832 Cyg	21 00	+47 31	4,5	4,9		γ Cassiopeiae
V Ind	21 12	-45 04	9,1	10,5	0,480	RR Lyrae
SS Cyg	21 43	+43 35	8,2	12,4	50,1	U Geminorum
μ Cep	21 44	+58 47	3,4	5,1	730	Semirregular
ϵ Oct	22 20	-80 26	5,0	5,4	55	Semirregular
δ Cep	22 29	+58 25	3,5	4,4	5,366	δ Cephei
RZ Cep	22 39	+64 51	9,2	9,8	0,309	RR Lyrae
β Gru	22 43	-46 53	2,0	2,3		Irregular
EW Lac	22 57	+48 41	5,0	5,3		γ Cassiopeiae
β Peg	23 04	+28 05	2,3	2,7		Irregular
λ And	23 38	+46 28	3,7	4,0	54,2	Semirregular
ρ Cas	23 54	+57 30	4,1	6,2	320	R Coronae Borealis

Magnitud de un astro

El brillo de un astro (estrella, planeta, nebulosa, etc) produce una impresión más o menos intensa, sobre un ojo o un detector, que se mide mediante la *magnitud*. Esta se relaciona con el brillo de manera logarítmica, pues aproximadamente así responde el ojo humano. Por razones históricas,

la magnitud es menor a mayor brillo. El origen de la escala de magnitudes se ha fijado a partir de unas estrellas de referencia situadas en la dirección del polo norte celeste. En esta escala, la brillante estrella β Lyr (Vega) tiene una magnitud (visual) de 0,03. Astros más brillantes (como Sirio, el Sol, la Luna o Júpiter) tienen magnitud negativa.

Relación entre diferencia de magnitud y razón de brillo

Una diferencia de magnitud aparente entre la luminosidad de dos astros (1 y 2) o entre la magnitud de un astro variable en dos instantes distintos (1 y 2), expresa una razón entre los brillos dada por las fórmulas:

$$\frac{B_1}{B_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$$

$$m_1 - m_2 = 2,5 \log \left(\frac{B_2}{B_1} \right)$$

Nótese la inversión en el orden de los subíndices a un lado y otro de las fórmulas, lo que refleja el hecho que, por definición, a una mayor magnitud le corresponde un menor brillo. Una diferencia de 1 magnitud corresponde a una razón de brillos de un factor 2,512 (o su inverso, 0,398). Una diferencia de 5 magnitudes corresponde a una razón de brillos de un factor 100 (o su inverso, 0,01).

diferencia de magnitudes $m_1 - m_2$	razón de brillos B_2/B_1	razón de brillos B_2/B_1	diferencia de magnitudes $m_1 - m_2$
0,1	1,10	2	0,75
0,2	1,20	3	1,19
0,3	1,32	4	1,51
0,4	1,45	5	1,75
0,5	1,58	10	2,50
0,6	1,74	15	2,94
0,7	1,91	20	3,25
0,8	2,09	25	3,49
0,9	2,29	30	3,69
1,0	2,51	35	3,86
2,0	6,31	40	4,01
3,0	15,85	50	4,25
4,0	39,81	60	4,45
5,0	100,00	70	4,61
6,0	251,19	80	4,76
7,0	631	90	4,89
8,0	1585	100	5,00

**Tabla de equivalencias
para distancias en la Vía Láctea**

paralaje anual	tiempo luz (años)	distancia		
		en parsecs	en UA	en km
1"0	3,26	1,00	21 10 ⁴	309 10 ¹¹
0"9	3,62	1,11	23 10 ⁴	343 10 ¹¹
0"8	4,08	1,25	26 10 ⁴	386 10 ¹¹
0"7	4,66	1,43	29 10 ⁴	441 10 ¹¹
0"6	5,44	1,67	34 10 ⁴	514 10 ¹¹
0"5	6,52	2,00	41 10 ⁴	617 10 ¹¹
0"4	8,15	2,50	52 10 ⁴	771 10 ¹¹
0"3	10,87	3,33	69 10 ⁴	1029 10 ¹¹
0"2	16,31	5,00	103 10 ⁴	1543 10 ¹¹
0"1	32,62	10,00	206 10 ⁴	3086 10 ¹¹
0"09	36,24	11,11	23 10 ⁵	343 10 ¹²
0"08	40,77	12,50	26 10 ⁵	386 10 ¹²
0"07	46,59	14,29	29 10 ⁵	441 10 ¹²
0"06	54,36	16,67	34 10 ⁵	514 10 ¹²
0"05	65,23	20,00	41 10 ⁵	617 10 ¹²
0"04	81,54	25,00	52 10 ⁵	771 10 ¹²
0"03	108,72	33,33	69 10 ⁵	1029 10 ¹²
0"02	163,08	50,00	103 10 ⁵	1543 10 ¹²
0"01	326,16	100,00	206 10 ⁵	3086 10 ¹²
0"009	362,4	111,1	23 10 ⁶	343 10 ¹³
0"008	407,7	125,0	26 10 ⁶	386 10 ¹³
0"007	465,9	142,9	29 10 ⁶	441 10 ¹³
0"006	543,6	166,7	34 10 ⁶	514 10 ¹³
0"005	652,3	200,0	41 10 ⁶	617 10 ¹³
0"004	815,4	250,0	52 10 ⁶	771 10 ¹³
0"003	1087,2	333,3	69 10 ⁶	1029 10 ¹³
0"002	1630,8	500,0	103 10 ⁶	1543 10 ¹³
0"001	3261,6	1000,0	206 10 ⁶	3086 10 ¹³

Equivalencias:

$$1 \text{ parsec (pc)} = 3,2615 6378 \text{ años luz} = 206 265 \text{ UA} \\ = 3,085 678 10^{13} \text{ km} = 3,085 678 10^{16} \text{ m}$$

$$1 \text{ año luz} = 0,3066 0139 \text{ parsecs} = 63 241 \text{ UA} \\ = 9,4607 3047 10^{12} \text{ km} = 9,4607 3047 10^{15} \text{ m}$$

$$1 \text{ UA} = 4,8481 3681 10^{-6} \text{ pc} = 1,5812 5074 10^{-5} \text{ años luz} \\ = 1,4959 7871 10^8 \text{ km} = 1,4959 7871 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ km} = 3,2407 7929 10^{-14} \text{ pc} = 1,0570 0083 10^{-13} \text{ años luz} \\ = 6,6845 8712 10^{-9} \text{ UA}$$

OTROS OBJETOS DE LA VÍA LÁCTEA

La Vía Láctea
Cúmulos estelares
Nebulosas
Objetos difusos de Messier

Unidades:

1 \mathcal{M}_{\odot}	1,9891 10^{30} kg
1 \mathcal{L}_{\odot}	3,826 10^{26} W
1 pc	3,0856 10^{16} m
1 kpc	3,0856 10^{19} m

La Vía Láctea

Características globales de la galaxia:

tipo morfológico	Sbc, Sbl-II
masa incluyendo el halo invisible	$\sim 10^{12} \mathcal{M}_{\odot}$
masa excluyendo el halo invisible	$2 \cdot 10^{11} \mathcal{M}_{\odot}$
diámetro del halo	40–50 kpc
dirección del polo norte galáctico	$\alpha = 12^{\text{h}}51^{\text{m}}26^{\text{s}}$, $\delta = +27^{\circ}07'42''$
velocidad respecto del fondo de microondas	$\sim 600 \text{ km s}^{-1}$
luminosidad en banda V	$1,4 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$
luminosidad en banda B	$2,3 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$
luminosidad infrarroja (4 – 100 μm)	$1,2 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$
luminosidad bolométrica	$3,6 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$

Núcleo:

masa interior a 1 pc (3,26 años luz)	$3 \cdot 10^6 \mathcal{M}_{\odot}$
--------------------------------------	------------------------------------

Bulbo:

masa	$10^{10} \mathcal{M}_{\odot}$
diámetro	2 kpc
luminosidad en banda B	$0,2 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$

Disco:

masa	$6 \cdot 10^{10} \mathcal{M}_{\odot}$
diámetro	23–30 kpc
longitud de escala	3,5 kpc
luminosidad en banda V	$1,2 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$
ritmo de formación de estrellas	$\sim 3 \mathcal{M}_{\odot}$ por año
masa de gas molecular	$2,5 \cdot 10^9 \mathcal{M}_{\odot}$
masa de gas atómico	$3,0 \cdot 10^9 \mathcal{M}_{\odot}$

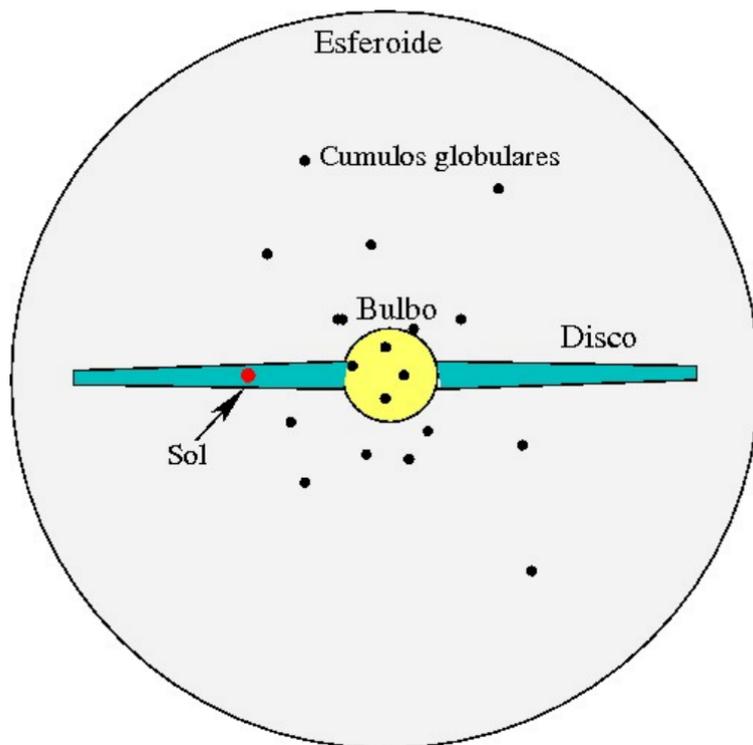
Esferoide:

masa	$2\text{--}10 \cdot 10^9 \mathcal{M}_{\odot}$
diámetro	80 kpc
longitud de escala	2,9 kpc
luminosidad en banda V	$0,2 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$
luminosidad en banda B	$0,2 \cdot 10^{10} \mathcal{L}_{\odot}$

Características de la galaxia en las proximidades del Sol:

velocidad de traslación	220 km s^{-1}
tiempo necesario para dar una vuelta	240 millones de años
dirección del centro galáctico (J2000)	$\alpha = 17^{\text{h}}45^{\text{m}}37^{\text{s}}$, $\delta = -28^{\circ}56'10''$

distancia del Sol al centro galáctico	8,5 kpc
distancia del Sol al plano galáctico	8–14 pc
periodo vertical	62 millones de años
densidad de materia estelar	$0,044 \mathcal{M}_{\odot} \text{pc}^{-3}$
densidad total de materia	$0,15\text{--}0,18 \mathcal{M}_{\odot} \text{pc}^{-3}$
brillo superficial	$15 \mathcal{L}_{\odot} \text{pc}^{-1}$
metalicidad, Z	0,02
velocidad de escape	$\sim 550 \text{ km s}^{-1}$



Esquema de perfil de la galaxia, donde se identifican sus principales componentes.

Cúmulos estelares

Nuestra galaxia contiene numerosos grupos de estrellas que se denominan *cúmulos estelares* y se suelen dividir en dos grupos:

- *cúmulos abiertos o galácticos*: se encuentran en el disco galáctico, contienen algunos centenares de estrellas en una distribución a menudo irregular, suelen ser jóvenes ($< 10^8$ años) y se estima que hay decenas de miles de ellos en la Vía Láctea.
- *cúmulos globulares*: se encuentran en el halo galáctico, contienen entre 10^5 y 10^7 estrellas en una distribución esférica, suelen ser muy viejos ($\sim 10^{10}$ años) y se estima que hay más de 150 en la Vía Láctea.

Propiedades medias de los cúmulos estelares

	abiertos	globulares
diámetro (en parsecs)	4	20
masa (en \mathcal{M}_{\odot})	250	$6 \cdot 10^5$
densidad central (en $\mathcal{M}_{\odot} \text{pc}^{-3}$)	$\sim 10^2$	$\sim 10^4$
velocidad de dispersión (en km s^{-1})	1	7
tiempo de vida (en años)	$2 \cdot 10^8$	10^{10}

Cúmulos globulares

M	NGC	const.	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn. V_{total}	tamaño (['])	dist. (kpc)
	104	Tuc	00 24,0	-72 04	4,0	30	4,3
	5139	Cen	13 26,8	-47 28	3,7	36	5,1
3	5272	CVn	13 42,2	+28 23	6,2	16	10,0
5	5904	Ser	15 18,5	+02 05	5,7	17	7,3
4	6121	Sco	16 23,6	-26 31	5,6	26	2,2
13	6205	Her	16 41,7	+36 28	5,8	17	7,0
12	6218	Oph	16 47,1	-01 57	6,7	15	4,7
10	6254	Oph	16 57,1	-04 06	6,6	15	4,3
62	6266	Oph	17 01,2	-30 07	6,5	14	6,7
19	6273	Oph	17 02,6	-26 16	6,8	13	8,5
92	6341	Her	17 17,1	+43 08	6,4	11	8,1
	6388	Sco	17 36,3	-44 44	6,7	9	11,5
	6397	Ara	17 40,8	-53 41	5,7	26	2,2
	6541	CrA	18 08,0	-43 42	6,3	13	7,4
22	6656	Sgr	18 36,3	-23 54	5,1	24	3,2
	6752	Pav	19 10,9	-59 59	5,4	20	3,9
55	6809	Sgr	19 40,0	-30 58	6,3	19	5,3
15	7078	Peg	21 30,0	+12 10	6,2	12	10,2
2	7089	Aqr	21 33,4	-00 50	6,5	13	11,4

M: catálogo de Messier; NGC: New General Catalogue

Cúmulos abiertos

M	NGC	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn. <i>V</i> _{total}	tama. (['])	comentarios
	869	02 ^h 19 ^m 0	+57 10	5,3	30	h Per, junto a NGC884
34	1039	02 ^h 42 ^m 0	+42 47	5,2	35	en Perseus
	Perseo	03 ^h 22 ^m 0	+48 36	1,2	190	α Per, Melotte 20
45	Pléyades	03 ^h 47 ^m 1	+24 08	1,2	110	el mejor conocido
	Híades	04 ^h 20 ^m 0	+15 38	0,5	330	en Taurus
38	1912	05 ^h 28 ^m 6	+35 50	6,4	21	en Auriga
	1976/80	05 ^h 35 ^m 4	-05 23	2,5	50	<i>El Trapecio</i> , joven
36	1960	05 ^h 36 ^m 1	+34 08	6,0	12	en Auriga
	Berk 21	05 ^h 51 ^m 7	+21 47	1,1	6	en Taurus
37	2099	05 ^h 52 ^m 4	+32 32	5,6	23	en Auriga
35	2168	06 ^h 08 ^m 8	+24 21	5,1	28	en Gemini
	2232	06 ^h 26 ^m 5	-04 45	3,9	30	en Monoceros
	2244	06 ^h 32 ^m 4	+04 52	4,8	23	en neb. <i>Roseta</i> , joven
	2264	06 ^h 41 ^m 0	+09 53	3,9	20	S Mon
41	2287	06 ^h 47 ^m 1	-20 44	4,5	38	en Canis Major
50	2323	07 ^h 03 ^m 0	-08 21	5,9	16	en Monoceros
	2362	07 ^h 18 ^m 8	-24 56	4,1	8	τ CMa
47	2422	07 ^h 36 ^m 6	-14 30	4,4	30	en Puppis
46	2437	07 ^h 41 ^m 8	-14 49	6,1	27	en Puppis
	2451	07 ^h 45 ^m 4	-37 58	2,8	45	en Puppis
44	2632	08 ^h 40 ^m 1	+20 00	3,1	95	Praesepe, en Cancer
	IC2395	08 ^h 41 ^m 0	-48 11	4,6	7	en Vela
67	2682	08 ^h 50 ^m 5	+11 42	6,9	30	en Cancer
	Tr 16	10 ^h 45 ^m 2	-59 42	5,0	10	η Car y nebulosa
	Coma	12 ^h 25 ^m 1	+26 06	1,8	300	disperso, Melotte 111
	4755	12 ^h 53 ^m 6	-60 20	4,2	10	κ Cru, <i>El Joyero</i>
	6231	16 ^h 54 ^m 0	-41 48	2,6	14	supergig. O, WR; en Sco
6	6405	17 ^h 40 ^m 1	-32 13	4,2	14	en Scorpius
	IC4665	17 ^h 46 ^m 7	+05 44	4,2	40	en Ophiuchus
7	6475	17 ^h 53 ^m 9	-34 48	3,3	80	en Scorpius
23	6494	17 ^h 56 ^m 9	-19 01	5,5	27	en Scorpius
16	6611	18 ^h 18 ^m 9	-13 47	6,0	6	en Serpens, +nebulosa
	6633	18 ^h 27 ^m 6	+06 34	4,6	27	en Ophiuchus
25	IC4725	18 ^h 31 ^m 7	-19 15	4,6	32	cefeida U Sgr
	IC4756	18 ^h 39 ^m 3	+05 27	4,6	50	en Serpens
11	6705	18 ^h 51 ^m 1	-06 17	5,8	13	muy rico, en Scutum
	Steph 1	18 ^h 53 ^m 5	+36 55	3,8	20	en Lyra
	Col 399	19 ^h 25 ^m 4	+20 11	3,6	60	en Vulpecula
	6819	19 ^h 41 ^m 3	+40 11	7,3	5	en Cygnus
	IC1396	21 ^h 38 ^m 9	+57 30	3,5	50	en Cepheus

IC: Index Catalogue, Col: Collinder, Tr: Trumpler, Berk: Berkeley, Steph: Stephenson. WR: estrella de tipo Wolf-Rayet.

Nebulosas

El espacio que se encuentra entre las estrellas no está vacío sino que está ocupado por gas en diversas fases (frío, caliente; difuso, denso; neutro, ionizado) constituyendo el denominado **medio interestelar**. En él destacan una serie de objetos, que se distinguen por representar diversas fases del intercambio de materia y energía que tiene lugar entre las estrellas y el medio circundante. Las estrellas nacen en nubes moleculares, objetos densos y fríos. Las estrellas de mayor masa producen nebulosas difusas, brillantes en óptico y en el continuo radio. Dependiendo del tipo de estrella de que se trate y de la etapa de su vida (inicial, final) puede dar lugar a varios tipos de nebulosas: nebulosas de emisión (o regiones HII), nebulosas de reflexión, nebulosas planetarias y remanentes de supernova.

Nebulosas de emisión

Son nebulosas de hidrógeno, que es ionizado (y se designa por H⁺ o HII) por el intenso flujo de radiación ultravioleta procedente de estrellas de tipo O (muy calientes). Estas estrellas, muy masivas, evolucionan muy rápidamente actuando sobre la nube molecular en la que nacen, en el inicio de sus “cortas” vidas. El gas en estas nebulosas tiene una temperatura de 10⁴ K y una densidad típica de 1000 partículas por cm³. Se caracterizan por su color rojo cuando se observan en el óptico, debido a la intensa radiación de la línea H α que domina la emisión en este rango. Además de otras líneas de recombinación del hidrógeno, se detectan líneas de emisión prohibidas de especies ionizadas, emisión de radio continuo del plasma de electrones y emisión de continuo en el infrarrojo debida a los granos de polvo calentados por la radiación ultravioleta de la estrella.

Nebulosas por reflexión

Son nebulosas en que los granos de polvo dispersan la radiación procedente de estrellas de tipo A o B, cuya temperatura no permite tener un flujo de fotones ultravioleta suficiente como para ionizar el gas de la nube circundante. Estas nebulosas se caracterizan por su color azul, debido a que la dispersión de la radiación de la estrella por los granos de polvo es mayor a cortas longitudes de onda. La luz dispersada está parcialmente polarizada.

Nebulosas planetarias

Se denominan así por su apariencia (redondas, con un cierto parecido a un disco planetario). Sus características son muy similares a las regiones

HII: se trata de nubes de gas de hidrógeno ionizado. Son el resultado de la expulsión por parte de una estrella vieja (más concretamente una estrella gigante roja de masa intermedia) de sus capas externas, que se verán sometidas a la ionización por el núcleo interno restante. La estrella evolucionará hacia la fase de enana blanca. Estas nebulosas se estudian con las mismas técnicas utilizadas en el análisis de las regiones HII.

Remanentes de supernova

Son el resultado de la explosión violenta de una estrella vieja (una gigante roja de gran masa) y su acción sobre el medio interestelar circundante, a través de la eyección de las capas externas. No obstante su denominación es equívoca, porque lo que se considera como remanente de supernova engloba a todo el medio circundante, incluso material originalmente no expulsado por la estrella pero que es arrastrado por la expansión violenta y la onda de choque generada en la explosión. Las elevadas temperaturas (del orden de un millón de grados) del gas sometido a las ondas de choque hacen que los remanentes sean visibles en un amplio rango del espectro electromagnético (desde radioondas a rayos gamma).

En el catálogo de objetos de apariencia difusa compilado por Messier a finales del siglo XVIII se encuentran nebulosas de cada uno de estos tipos, junto con cúmulos estelares y galaxias.

- *Nebulosas de emisión:* neb. del Lago (M8), neb. Omega (M17), neb. Trífida (M20), complejo de neb. de Orión (M42, M43).
- *Nebulosas por reflexión:* neb. asociada a las Pléyades (M45), neb. azulada situada al norte de la Trífida (M20).
- *Nebulosas planetarias:* neb. plan. de Vulpécua (M27), neb. anular de Lira (M57), neb. plan. de Perseo (M76), neb. plan. de la Osa Mayor (M97).
- *Remanentes (restos) de supernova:* nebulosa del Cangrejo (M1).

Además de estos objetos, también presentan nebulosidades objetos tales como nebulosas preplanetarias y estrellas Wolf-Rayet (NGC 2359 es un bello ejemplo).

Nubes moleculares

Tanto las nebulosas que emiten luz como las que la reflejan son manifestaciones visibles de otros objetos que no emiten luz a longitudes de onda ópticas: las nubes moleculares. Éstas son agregados más o

menos amorfos (como lo son las nubes en la atmósfera terrestre) de gas compuesto predominantemente por moléculas, siendo la más abundante la de hidrógeno. Contienen además pequeñas partículas sólidas, llamadas *granos de polvo*, que absorben la luz visible. Aunque sus características irregulares no permiten una clasificación sencilla, pueden distinguirse los siguientes tipos:

- *Nubes moleculares gigantes*: alcanzan un tamaño de decenas de parsecs y una masa de hasta $10^6 \mathcal{M}_{\odot}$, por lo que constituyen los objetos de mayor masa de nuestra galaxia. En su interior se forman tanto estrellas muy masivas como poco masivas, normalmente en cúmulos, los cuales pueden llegar a tener varios miles de estrellas. Cuando éstas ionizan el gas molecular dan lugar a nebulosas de emisión. Un ejemplo cercano es la nube molecular asociada a la nebulosa de Orión.
- *Nubes oscuras*: Son menos masivas que las gigantes ($\sim 10^4 \mathcal{M}_{\odot}$) y sólo forman estrellas de baja masa. Normalmente son filamentosas y su nombre se debe a que las más cercanas, al bloquear la luz de las estrellas lejanas, aparecen en las imágenes ópticas como “huecos” o regiones oscuras del cielo. La nebulosa de la cabeza de Caballo, situada en Orión, es un ejemplo de un fragmento de nube oscura.
- *Glóbulos*: Son menores que las nubes oscuras (su masa típica es de decenas de \mathcal{M}_{\odot}) y suelen tener formas más regulares, siendo en algunos casos casi esféricos. Dan lugar a estrellas individuales o pequeños grupos de estrellas de baja masa.

Nebulosas de emisión brillantes

M	NGC	nombre propio	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	comentario
42/43	1976/82	gran complejo de nebulosas en Orión	5 35	-5 20	brillantes, una nebulosa rodea θ Ori, incluye el joven cúmulo del <i>Trapezio</i>
	IC 434		5 41	-2 24	débil neb., se extiende 1° al sur de θ Ori, incluye peq. neb. oscura de Cabeza de Caballo
	2237-9/46	<i>Roseta</i>	6 32	4 52	en Monoceros, débil pero extensa (úse pocos aumentos)
20	6514	<i>Trífida</i>	18 03	-23 02	a 1,5 de la nebulosa <i>Laguna</i> , pueden usarse bastantes aumentos
8	6523	<i>Laguna</i>	18 04	-24 23	visible con pequeños telescopios, cúm. ab. NGC 6530 al este
17	6618	<i>Omega</i>	18 21	-16 11	parcialmente visible con buenos prismáticos, úsense pocos aumentos
16	6611	<i>Aguila</i>	18 19	-13 47	a unos 2° de la neb. Omega, débil, incluye un cúmulo abierto

También son conocidas como *regiones III*.

Nebulosas por reflexión brillantes

M	NGC	situación	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	comentario
45	1432/35	nebulosas que rodean las Pléyades	3 47	24 08	las más visibles son las que rodean las estrellas Mérope, Maya y Electra
	1788	en Orión, 2° al norte de β Eri	5 07	-3 21	alargada (8'), tiene unas diez estrellas embebidas
78	2068	en Orión	5 47	0 03	a 2,5 de ζ Ori, hacia Betelgeuse
	7023	en Cepheus	21 01	68 10	6° al NNO de α Cep
	7129	en Cepheus	21 41	66 06	4° al NNE de α Cep, incluye un pequeño cúmulo estelar

Restos de supernova brillantes

NGC	situación	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	comentario
1952 (M1)	neb. del <i>Cangrejo</i> , en Taurus	5 34	22 01	1 ^o 3 al NO de ζ Tau, de 7'x5', visible incluso con pequeños telescopios
IC 443	en Gemini	6 17	22 47	1 ^o 5 al oeste de μ Gem
6992/60/79	neb. del <i>Velo</i> , en Cygnus	20 50	31 30	gran arco de unos 3 ^o de diámetro, entre ϵ y ζ Cyg

Nebulosas planetarias brillantes

M	NGC	nombre popular	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	situación, tamaño y magnitud visual total
76	650-1		1 42	51 34	en Perseus, 1',1, muy débil
	2392	<i>Cara de Payaso</i>	7 29	20 54	2 ^o al E de δ Gem, 0',3, V=8,3
97	3587	<i>Buho, Esquimal</i>	11 15	55 01	2 ^o al E de β UMa, 3',3, débil
	6543	<i>Ojos de Gato</i>	17 59	66 37	5 ^o al E de δ Dra, 0',3, V=8,8
57	6720	<i>Anillo</i>	18 54	33 02	entre β y γ Lyr, 1',2, V=9,0
27	6853	<i>Pesas (Dumbbell)</i>	19 59	22 43	en Vulpecula, \sim 7', V=7,6, la mejor
	7009	<i>Saturno</i>	21 04	-11 23	en Aquarius, oval \sim 0',5, V=8,3
	7027		21 07	42 14	en Cygnus, 9 ^o al SE de neb. Norteamérica, 0',2, débil
	7293	<i>Hélice</i>	22 30	-20 48	en Aquarius, entre α PsA y δ Cap, 16', V=6,5, la mayor

Épocas de observación

La selección de los objetos a observar en una noche dada se puede realizar a partir de la ascensión recta (α) de estrellas, cúmulos, nebulosas o galaxias. A continuación se indican los rangos aproximados de ascensión recta adecuados en distintas épocas del año.

Primavera	α entre 9 ^h y 15 ^h
Verano	α entre 15 ^h y 21 ^h
Otoño	α entre 21 ^h y 3 ^h
Invierno	α entre 3 ^h y 9 ^h

Catálogo de Messier de objetos difusos

M	NGC	α_{2000} (h m)	δ_{2000} (° ')	magn.	tama. (')	tipo	constelación
1	1952	5 34,5	+22 01	8,4	5	n.d.	Tau
2	7089	21 33,5	-00 49	6,5	13	c.g.	Aqr
3	5272	13 42,2	+28 23	6,4	16	c.g.	CVn
4	6121	16 23,6	-26 32	5,9	26	c.g.	Sco
5	5904	15 18,6	+02 05	5,8	17	c.g.	Ser
6	6405	17 40,1	-32 13	4,2	15	c.a.	Sco
7	6475	17 53,9	-34 49	3,3	80	c.a.	Sco
8	6523	18 03,8	-24 23	5,8	60	n.d.	Sgr
9	6333	17 19,2	-18 31	7,9	9	c.g.	Oph
10	6254	16 57,1	-04 06	6,6	15	c.g.	Oph
11	6705	18 51,1	-06 16	5,8	14	c.a.	Sct
12	6218	16 47,2	-01 57	6,6	14	c.g.	Oph
13	6205	16 41,7	+36 28	5,9	17	c.g.	Her
14	6402	17 37,6	-03 15	7,6	12	c.g.	Oph
15	7078	21 30,0	+12 10	6,4	12	c.g.	Peg
16	6611	18 18,8	-13 47	6,0	7	c.a.	Ser
17	6618	18 20,8	-16 11	7	41	n.d.	Sgr
18	6613	18 19,9	-17 08	6,9	9	c.a.	Sgr
19	6273	17 02,6	-26 16	7,2	14	c.g.	Oph
20	6514	18 02,6	-23 02	8,5	28	n.d.	Sgr
21	6531	18 04,6	-22 30	5,9	13	c.a.	Sgr
22	6656	18 36,4	-23 54	5,1	24	c.g.	Sgr
23	6494	17 56,8	-19 01	5,5	27	c.a.	Sgr
24		18 16,9	-18 29	4,5	90		Sgr
25	IC4725	18 31,6	-19 15	4,6	32	c.a.	Sgr
26	6694	18 45,2	-09 24	8,0	15	c.a.	Sct
27	6853	19 59,6	+22 43	8,1	6	n.p.	Vul
28	6626	18 24,5	-24 52	6,9	11	c.g.	Sgr
29	6913	20 23,9	+38 32	6,6	7	c.a.	Cyg
30	7099	21 40,4	-23 11	7,5	11	c.g.	Cap
31	224	0 42,7	+41 16	3,4	106	g.s.	And
32	221	0 42,7	+40 52	8,2	7	g.e.	And
33	598	1 33,9	+30 39	5,7	49	g.s.	Tri
34	1039	2 42,0	+42 47	5,2	35	c.a.	Per
35	2168	6 08,9	+24 20	5,1	28	c.a.	Gem
36	1960	5 36,1	+34 08	6,0	12	c.a.	Aur
37	2099	5 52,4	+32 33	5,6	24	c.a.	Aur
38	1912	5 28,7	+35 50	6,4	21	c.a.	Aur

Tipo: c.a.: cúmulo abierto, c.g.: cúmulo globular, g.e.: galaxia elíptica, g.s.: galaxia espiral, n.d.: nebulosa difusa, n.p.: nebulosa planetaria.

Catálogo de Messier de objetos difusos

M	NGC	α_{2000} (h m)	δ_{2000} (° ')	magn.	tama. (')	tipo	constelación
39	7092	21 32,2	+48 26	4,6	32	c.a.	Cyg
40		12 22,4	+58 05	8			UMa
41	2287	6 46,9	-20 44	4,5	38	c.a.	CMa
42	1976	5 35,4	-05 27	4	63	n.d.	Ori
43	1982	5 35,6	-05 16	9	17	n.d.	Ori
44	2632	8 40,1	+19 59	3,1	95	c.a.	Cnc
45		3 47,0	+24 07	1,2	110	c.a.	Tau
46	2437	7 41,8	-14 49	6,1	27	c.a.	Pup
47	2422	7 36,6	-14 30	4,4	30	c.a.	Pup
48	2548	8 13,8	-05 48	5,8	54	c.a.	Hya
49	4472	12 29,8	+08 00	8,4	8	g.e.	Vir
50	2323	7 03,2	-08 20	5,9	16	c.a.	Mon
51	5194-5	13 29,9	+47 12	8,1	9	g.s.	CVn
52	7654	23 24,2	+61 35	6,9	13	c.a.	Cas
53	5024	13 12,9	+18 10	7,7	13	c.g.	Com
54	6715	18 55,1	-30 29	7,7	9	c.g.	Sgr
55	6809	19 40,0	-30 58	7,0	19	c.g.	Sgr
56	6779	19 16,6	+30 11	8,2	7	c.g.	Lyr
57	6720	18 53,6	+33 02	9,0	1	n.p.	Lyr
58	4579	12 37,7	+11 49	9,8	5	g.s.	Vir
59	4621	12 42,0	+11 39	9,8	4	g.e.	Vir
60	4649	12 43,7	+11 33	8,8	6	g.e.	Vir
61	4303	12 21,9	+04 28	9,7	5	g.s.	Vir
62	6266	17 01,2	-30 07	6,6	14	c.g.	Oph
63	5055	13 15,8	+42 02	8,6	10	g.s.	CVn
64	4826	12 56,7	+21 41	8,5	7	g.s.	Com
65	3623	11 18,9	+13 05	9,3	5	g.s.	Leo
66	3627	11 20,2	+12 59	9,0	6	g.s.	Leo
67	2682	8 50,4	+11 49	6,9	30	c.a.	Cnc
68	4590	12 39,5	-26 45	8,2	12	c.g.	Hya
69	6637	18 31,4	-32 21	7,7	7	c.g.	Sgr
70	6681	18 43,2	-32 18	8,1	8	c.g.	Sgr
71	6838	19 53,8	+18 47	8,3	7	c.g.	Sge
72	6981	20 53,5	-12 32	9,4	6	c.g.	Aqr
73	6994	20 58,9	-12 38	9,0	3	c.a.	Aqr
74	628	1 36,7	+15 47	9,2	9	g.s.	Psc
75	6864	20 06,1	-21 55	8,6	6	c.g.	Sgr
76	650-1	1 42,4	+51 34	11,5	1	n.p.	Per

Tipo: c.a.: cúmulo abierto, c.g.: cúmulo globular, g.e.: galaxia elíptica,
g.s.: galaxia espiral, n.d.: nebulosa difusa, n.p.: nebulosa planetaria.

Catálogo de Messier de objetos difusos

M	NGC	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn.	tama. (['])	tipo	constelación
77	1068	2 42,7	-00 01	8,8	6	g.s.	Cet
78	2068	5 46,7	+00 03	8	7	n.d.	Ori
79	1904	5 24,5	-24 33	8,0	9	c.g.	Lep
80	6093	16 17,0	-22 59	7,2	9	c.g.	Sco
81	3031	9 55,6	+69 04	6,8	19	g.s.	UMa
82	3034	9 55,8	+69 41	8,4	7	g.i.	UMa
83	5236	13 37,0	-29 52	7,6	10	g.s.	Hya
84	4374	12 25,1	+12 53	9,3	4	g.e.	Vir
85	4382	12 25,4	+18 11	9,2	6	g.e.	Com
86	4406	12 26,2	+12 57	9,2	6	g.e.	Vir
87	4486	12 30,8	+12 24	8,6	7	g.e.	Vir
88	4501	12 32,0	+14 25	9,5	5	g.s.	Com
89	4552	12 35,7	+12 33	9,8	4	g.e.	Vir
90	4569	12 36,8	+13 10	9,5	7	g.s.	Vir
91	4548	12 35,4	+14 30	10,2	4	g.s.	Com
92	6341	17 17,1	+43 08	6,5	11	c.g.	Her
93	2447	7 44,6	-23 52	6,2	22	c.a.	Pup
94	4736	12 50,9	+41 07	8,1	10	g.s.	CVn
95	3351	10 44,0	+11 42	9,7	6	g.s.	Leo
96	3368	10 46,8	+11 49	9,2	6	g.s.	Leo
97	3587	11 14,8	+55 01	11,2	3	n.p.	UMa
98	4192	12 13,8	+14 54	10,1	5	g.s.	Com
99	4254	12 18,8	+14 25	9,8	5	g.s.	Com
100	4321	12 22,9	+15 49	9,4	6	g.s.	Com
101	5457	14 03,2	+54 21	7,7	26	g.s.	UMa
102							
103	581	1 33,2	+60 42	7,4	6	c.a.	Cas
104	4594	12 40,0	-11 37	8,3	6	g.s.	Vir
105	3379	10 47,8	+12 35	9,3	4	g.e.	Leo
106	4258	12 19,0	+47 18	8,3	12	g.s.	CVn
107	6171	16 32,5	-13 03	8,1	10	c.g.	Oph
108	3556	11 11,5	+55 40	10,0	4	g.s.	UMa
109	3992	11 57,6	+53 23	9,8	6	g.s.	UMa
110	205	0 40,4	+41 41	8,0	13	g.e.	And

Tipo: c.a.: cúmulo abierto, c.g.: cúmulo globular, g.e.: galaxia elíptica, g.s.: galaxia espiral, n.d.: nebulosa difusa, n.p.: nebulosa planetaria.

M40 corresponde a la estrella doble HD 238107/8.

M102 puede corresponder a la galaxia espiral NGC 5866 (cuyas coordenadas son $\alpha_{2000} = 15^{\text{h}}06^{\text{m}}5$, $\delta_{2000} = +55^{\circ}46'$) o a una observación duplicada de M101.

OBJETOS EXTRAGALÁCTICOS

Galaxias del Grupo Local
Galaxias con nombre propio
Galaxias más brillantes
Cuásares y otros objetos lejanos
Cúmulos de galaxias
Tabla comparativa de distancias extragalácticas

Galaxias del Grupo Local

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	mag. B_T	tamaño (['] [×] ['])	tipo	dist. (kpc)
Andrómeda, M31	00 42,7	41 16	3,4	178×63	Sb	730
Vía Láctea	17 45,6	-28 56			Sb+	(8,5)
Triángulo, M33	01 33,9	30 39	5,7	62×39	Sc	900
Gran N. Magallanes	05 23,6	-69 45	0,1	650×550	SBm	50
IC 10	00 20,4	59 18	10,3	5×4	Ir+	1300
Peq. N. Magallanes	00 52,7	-72 50	2,3	280×160	SBmp	60
NGC 205, M110	00 40,4	41 41	8,0	17×10	E6	730
NGC 221, M32	00 42,7	40 52	8,2	8×6	E2	730
NGC 6822	19 44,9	-14 48	9	10×10	Ir+	520
NGC 185	00 39,0	48 20	9,2	12×10	dE0	730
NGC 147	00 33,2	48 30	9,3	13×8	dE4	730
IC 1613	01 04,8	02 07	9,3	12×11	Ir+	740
Sistema WLM	00 02,0	-15 28	10,9	12×4	Ir+	1600
Leo A	09 59,4	30 45	12,6	5×3	Ir+	2300
Enana de Fornax	02 39,9	-34 32	8	20×14	dE3	130
IC 5152	22 02,9	-51 17	11	5×3	Ir+	1500
Enana de Pegaso	23 28,6	14 45	12,0	5×3	Ir+	1300
Enana del Escultor	00 59,9	-33 42	10		dE3	85
Leo I	10 08,4	12 18	9,8	11×8	dE3	230
Andrómeda I	00 45,7	38 00	13,2		dE0	730
Andrómeda II	01 16,6	33 27	13		dE0	730
Andrómeda III	00 35,4	36 31	13		dE2	730
Enana de Acuario	20 46,9	-12 51			Ir	1500
Enana de Sagitario	19 30,0	-17 41	15		Ir-	1100
Leo II	11 13,5	22 10	11,5	15×13	dE0	230
En. de Osa Menor	15 08,8	67 12	12	27×16	dE6	75
Enana de Draco	17 20,2	57 55	11	34×19	dE3	80
LGS 3	01 03,8	21 53	15	2	Ir	900
Enana de Carina	06 41,6	-50 58			dE	170
Sextante	10 13,0	-01 36			dE	85

1 kpc = 1000 parsecs = 3,0856 10¹⁹ m

1 Mpc = 1000 kpc = 3,0856 10²² m

Los tipos morfológicos principales son:

E	elíptica
Ir	irregular
S	espiral
SB	espiral barrada
d	prefijo indicativo de galaxia enana

Galaxias con nombre propio

nombre	otros nombres	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])
Acuario, Enana de		20 46,9	-12 51
Ambartsumian, Nudo de	NGC3561, Arp 105	11 11,2	28 42
Andrómeda	M31, NGC224	00 42,7	41 16
Andrómeda I		00 45,7	38 00
Andrómeda II		01 16,3	33 25
Andrómeda III		00 35,3	36 31
Andrómeda IV		00 42,5	40 34
Antenas	NGC4038/39, Arp 244	12 01,9	-18 52
Araña		10 42,6	34 27
Arp, Galaxia de		11 19,6	51 30
Atomos para la Paz	NGC7252, Arp 226	22 20,8	-24 41
Baade, Galaxias de		00 49,9	42 35
Barbon, Galaxia de	Mkr 328, ZWG497.042	23 37,7	30 08
Barnard, Galaxia de	NGC 6822, IC 4895	19 44,9	-14 48
BL Lacertae		22 02,7	42 17
Bode, Galaxia de	M81/82, NGC 3031/4	09 55,7	69 23
Burbidge, Cadena de		00 47,5	-20 26
BW Tauri		04 33,2	05 21
Capricornio, Enana de		21 46,5	-21 14
Caracola	Comp. de NGC 5291	13 47,4	-30 23
Carina, Enana de		06 41,6	-50 58
Centauro A	NGC 5128, Arp 153	13 25,5	-43 01
Coddington, Nebulosa de	IC 2574	10 28,4	68 25
Compás, Galaxia del		14 13,2	-65 20
Copeland, Septeto de	NGC 3745-54, Arp 320	11 37,8	21 59
Cygnus A		19 59,4	40 43
Draco, Enana de		17 20,2	57 55
Escultor, Enana del		01 00,2	-33 42
Escultor, Enana Irr. del		00 08,1	-34 34
Fénix, Galaxia del		01 51,1	-44 26
Fath 703	NGC 5892	15 13,7	-15 29
Fornax A	NGC 1316, Arp 154	03 22,7	-37 12
Fornax, Enana de		02 39,9	-34 32
Fourcade-Figueroa		13 34,8	-45 33
Garra de Oso	NGC 2537, Arp 6	08 13,2	46 00
Garrafa		04 28,0	-47 54
Gemelos, Los		12 36,5	11 15
Gibson Reaves 8 (GR 8)		12 58,7	14 13
Girasol	M63, NGC5055	13 15,8	42 02
Gran Nube Magallanes		05 23,6	-69 45

Galaxias con nombre propio

nombre	otros nombres	α_{2000} (h m)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ')
Grulla, Cuarteto de la	NGC7552/82/90/99	23 17,8	-42 26
Guirnalda, La		10 04,2	68 40
Hardcastle, Galaxia de		13 13,0	-32 41
Hélice	NGC 2685, Arp 336	08 55,6	58 44
Hércules A		16 51,2	04 59
Hidra A		09 18,1	-12 06
Hoag, Objeto de		15 17,2	21 35
Holmberg I		09 40,5	71 11
Holmberg II	Arp 268	08 19,3	70 43
Holmberg III		09 14,6	74 14
Holmberg IV		13 54,7	53 54
Holmberg V		13 40,6	54 20
Holmberg VI	NGC 1325a	03 24,9	-21 20
Holmberg VII		12 34,7	06 17
Holmberg VIII		13 13,3	36 12
Holmberg IX		09 57,6	69 03
Huso	NGC 3115	10 05,2	-07 42
Keenan, Sistema de	NGC5216/18, Arp 104	13 32,2	62 43
Kowal, Galaxia de		19 29,9	-17 41
Leo I	Enana de Régulo	10 08,5	12 18
Leo II	Leo B	11 13,4	22 10
Leo III	Leo A	09 59,3	30 45
Lindsay-Shapley, Anillo de	Graham A	06 42,8	-74 15
Maffei I		02 36,3	59 39
Maffei II		02 42,0	59 37
Malin 1		12 37,0	14 20
Mariposa	IC708	11 33,9	49 03
Mayall, Objeto de	Arp 148	11 03,9	40 50
McLeish, Objeto de		20 09,7	-66 13
Minkowski, Objeto de	Arp 133	01 25,8	-01 21
Molinete	M99, NGC4254	12 18,8	14 25
Molinete	M101,NGC5457,Arp 26	14 03,3	54 22
Moneda de Plata	NGC253, Escultor	00 47,6	-25 18
Ojo Negro	M64, NGC 4826	12 56,7	21 41
Ojos, Los	NGC4435/8, Arp 120	12 27,7	13 03
Osa Menor, Enana de La		15 08,8	67 12
Pancake	NGC 2685, Arp 336	08 55,6	58 44
Pegaso, Enana de		23 28,5	14 44
Pequ. Nube Magallanes		00 52,7	-72 50
Perdida, Galaxia	NGC4535	12 34,3	08 11

Galaxias con nombre propio

nombre	otros nombres	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])
Perros de Caza (Remolino)	M51, NGC 5194, Arp 85	13 29,9	47 12
Perseo A	NGC1275/6	03 19,8	41 31
Piscis, Enana de	LGS 3	00 03,8	21 54
Piscis, Nube de	NGC379/80/82-85, Arp 331	01 07,5	32 25
Polarissima Australis	NGC 2573	01 42,0	-89 20
Polarissima Borealis	NGC 3172, ZWG 370.002	11 50,3	89 07
Ratones	NGC4676,IC819/20,Arp242	12 46,1	30 44
Reloj, Enana del	Espiral de Schuster	03 59,2	-45 52
Reinmuth 80	NGC 4517a	12 32,5	00 23
Reticulo, Enana del	Sersic 040.03	04 36,2	-58 50
Rueda de Carro	Rueda de Zwicky	00 37,4	-33 44
Sagitario, Enana de		19 30,0	-17 41
Serpens, Enana de	Palomar 5	15 16,1	-00 08
Sextante A		10 11,0	-04 41
Sextante B		10 00,0	05 19
Sextante C		10 05,6	00 04
Seyfert, Sexteto de	NGC6027, Sext. Serpens	15 59,2	20 46
Shapley-Ames 1		01 05,1	-06 13
Shapley-Ames 2	NGC 4507	12 35,1	-39 55
Shapley-Ames 3		12 49,4	-10 07
Shapley-Ames 4		12 55,2	00 07
Shapley-Ames 5		20 24,0	-44 00
Shapley-Ames 6		21 23,2	45 46
Signo de Exclamación		00 39,3	-43 06
Signo de Integral		07 11,4	71 50
Sombrero	M104, NGC 4594	12 39,9	-11 37
Stephan, Quinteto de	NGC 7317-20, Arp 319	22 36,0	33 58
Triángulo	Molinete, M33, NGC 598	01 33,9	30 39
Virgo A	M87, NGC 4486, Arp 152	12 30,8	12 23
Wild, Triplete de	Arp 248	11 46,8	-03 49
Wolf-Lundmark-Melotte		00 02,0	-15 28
Zwicky 2		11 58,4	38 03
Zwicky, Triplete de	Arp 103	11 58,4	38 03

Galaxias más brillantes

nombre NGC, otros	α_{2000} ($^{\text{h}} \text{ m} \text{ s}$)	δ_{2000} ($^{\circ} \text{ '}$)	mag. B_T	tamaño ($' \times \text{'}$)	tipo	dist. (Mpc)
55	00 15 08	-39 13,2	8,2	25×3	Sc	3,1
205, M110	00 40 23	41 41,3	8,8	8×3	S0/E5	0,7
221, M32	00 42 41	40 51,9	9,0	3×3	E2	0,7
224, M31	00 42 45	41 16,5	3,4	160×40	SbI,II	0,7
247	00 47 10	-20 45,6	9,5	18×5	ScIII-IV	3,1
253	00 47 36	-25 17,4	8,1	22×6	Sc	4,2
PNMagall.	00 52 38	-72 48,0	2,8	216×216	ImIV-V	0,06
300	00 54 53	-37 41,2	8,7	20×10	ScIII	2,4
598, M33	01 33 53	30 39,2	6,3	60×40	ScII-III	0,7
628, M74	01 36 42	15 47,2	9,8	8×8	ScI	17
1068, M77	02 42 41	-00 00,9	9,6	3×2	SbII	25
1291	03 17 19	-41 06,5	9,4	5×2	SBa	15
1313	03 18 16	-66 29,9	9,4	5×3	SBCIII-IV	5,2
1316	03 22 42	-37 12,5	9,6	4×3	Sa(p)	30
GNMagall.	05 23 36	-69 45,4	0,6	432×432	SBmIII	0,05
2403	07 36 54	65 35,9	8,9	16×10	ScIII	3,6
2903	09 32 10	21 29,9	9,5	11×5	ScI-III	9,4
3031, M81	09 55 34	69 04,1	7,9	16×10	SbI-II	3,6
3034, M82	09 55 54	69 40,7	9,3	7×2	Amorfa	3,6
3521	11 05 49	-00 02,0	9,6	7×2	SbII-III	13
3627, M66	11 20 15	12 59,1	9,7	8×3	SbII	12
4258, M106	12 18 57	47 18,4	8,9	20×6	SbII	10
4449	12 28 12	44 05,8	9,8	5×3	SmIV	5
4472, M49	12 29 47	07 59,8	9,3	5×4	E1/S0	22
4486, M87	12 30 50	12 23,6	9,6	3×3	E0	22
4594, M104	12 40 00	-11 37,4	9,3	7×2	Sa/b	17
4631	12 42 05	32 32,4	9,8	12×1	Sc	12
4649, M60	12 43 40	11 33,1	9,8	4×3	S0	22
4736, M94	12 50 54	41 07,1	8,9	5×4	Sab	6,9
4826, M64	12 56 45	21 41,0	9,4	8×4	SabII	7
4945	13 05 26	-49 28,0	9,6	12×2	Sc	7
5055, M63	13 15 50	42 01,7	9,3	8×3	SbcII-III	11
5128, CenA	13 25 29	-43 01,0	7,9	10×3	S0(p)	6,9
5194, M51	13 29 53	47 11,9	8,6	12×6	SbcI-II	11
5236, M83	13 37 00	-29 52,0	8,5	10×8	SBCII	6,9
5457, M101	14 03 13	54 21,0	8,2	22×22	ScI	7,6
6744	19 09 46	-63 51,3	9,2	9×9	SbcII	13
6822	19 44 57	-14 47,7	9,3	20×10	ImIV-V	0,7
6946	20 34 51	60 09,4	9,7	13×9	ScII	6,7
7793	23 57 49	-32 35,4	9,6	6×4	SdIV	4,2

1 Mpc = 10^6 pc = $3,26 \cdot 10^6$ años luz = $3,0856 \cdot 10^{19}$ km = $3,0856 \cdot 10^{22}$ m

Cuásares y otros objetos lejanos relevantes

Radiogalaxias

Galaxias con emisión radio muy intensa. Suelen ser galaxias elípticas gigantes o supergigantes en que el núcleo y una estructura en forma de dos extensos lóbulos contrapuestos son detectables en radio. Se trata de un tipo de *galaxias con núcleo activo*, llamadas así porque en ellas se libera una gran cantidad de energía (en radio, óptico y rayos X) en o cerca de su núcleo.

Virgo A	12 ^h 30 ^m 8	12°23'	asociada a la galaxia M 87, la más brillante del cúmulo de Virgo, fue la 1 ^a radiofuente extragaláctica identificada.
Cygnus A	19 ^h 59 ^m 5	40°44'	es la más intensa, considerada como prototipo.
3C236	10 ^h 06 ^m 0	34°54'	la más extensa, con 5 Mpc de longitud.
Cent A	13 ^h 25 ^m 4	-43°02'	la más cercana, NGC 5128, Arp 135.

Cuásares

Son objetos extragalácticos de gran luminosidad ($M_B < -23$) y de apariencia estelar cuyo corrimiento al rojo es muy elevado, lo que los convierte en los objetos más alejados observados. Los primeros fueron descubiertos como radiofuentes intensas. Son considerados los objetos más luminosos entre las galaxias con núcleo activo. Exploraciones en curso han permitido detectar decenas de miles de cuásares.

3C48	1 ^h 37 ^m 7	33°10'	históricamente ligado al descubrimiento de los cuásares.
3C273	12 ^h 29 ^m 1	2°03'	el más intenso en radio, históricamente ligado al descubrimiento de los cuásares.
0957+561	10 ^h 01 ^m 3	55°54'	primer cuásar en que se vió el fenómeno de lente gravitatoria.

Galaxias infrarrojas luminosas

Descubiertas como tales con el satélite *IRAS*, algunas de ellas (llamadas *ultraluminosas*) emiten casi tanta energía como los cuásares pero concentrada en el infrarrojo. Ello es debido a la presencia de mucho polvo interestelar y un elevado ritmo de formación estelar, a menudo causado por una fuerte interacción o un proceso de unión de un par de galaxias.

Mrk 231	12 ^h 56 ^m 2	56°52'	una de las más luminosas en IR.
Arp 220	15 ^h 34 ^m 9	23°30'	prototipo de galaxia IR ultraluminosa.
NGC 6240	16 ^h 53 ^m 0	2°24'	prototipo de galaxia IR luminosa.

Cúmulos de galaxias

núm. Abell	nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	diámetro ([°])	z
151	Haufen A	1 08,9	-15 25		0,0527
194		1 25,6	-01 30	0,3	0,0177
400		2 57,6	+06 02		0,0240
426	Perseo	3 18,6	+41 32	4	0,0182
	Fornax II	3 28,0	-20 45	7	0,0052
	Fornax I	3 32,0	-35 20	7	0,0050
568	Gemini	7 07,6	+35 03	0,5	0,0780
	Cancer	8 21,0	+20 56	3	0,0160
	Hydra II	8 58,0	+03 09		0,2030
1020	Leo	10 27,8	+10 25	0,6	0,0650
1060	Hydra I	10 36,9	-27 32		0,0100
	Ursa Major II	10 58,0	+56 46	0,2	0,1367
1185	Leo A	11 10,9	+28 41		0,0350
1367		11 44,5	+19 50		0,0205
1377	Ursa Major I	11 47,1	+55 44	0,7	0,0510
	Virgo	12 30,0	+12 23	12	0,0040
	Centauro	12 50,0	-41 18	2	0,0107
1656	Coma	12 59,8	+27 59	4	0,0222
1930	Bootes	14 33,0	+31 33	0,3	0,1310
2065	Corona Borealis	15 22,7	+27 43	0,5	0,0720
2151	Hércules	16 05,2	+17 45	1,7	0,0373
2152		16 05,4	+16 27		0,0383
2197		16 28,2	+40 54		0,0303
2199		16 28,6	+39 31	0,2	0,0307
	Pegaso II	23 10,0	+07 36	2	0,0423
	Pegaso I	23 22,0	+09 02	1	0,0133

La última columna contiene el corrimiento hacia el rojo, z , definido como: $z = \Delta\lambda/\lambda$ siendo λ la longitud de onda. Según este convenio, usado en astronomía óptica, la velocidad de recesión viene dada por:

$$V_{opt} = 3 \cdot 10^5 z \quad (\text{en km s}^{-1})$$

para valores de z pequeños ($z \ll 1$).

En radioastronomía el convenio para definir la velocidad de recesión es distinto, pues se da en términos de la frecuencia ν . Por ello la velocidad de recesión se relaciona con el corrimiento al rojo, z , mediante:

$$V_{rad} = \frac{V_{opt}}{1+z}$$

Tabla comparativa de distancias
a algunas galaxias, cuásares y cúmulos seleccionados

nombre (comentario)	distancia (Mpc)		z
	propia	luminosa	
Nube Grande de Magallanes (galaxia "satélite" de la Vía Láctea)	0,055		
Galaxia de Andrómeda (galaxia espiral más próxima a la Vía Láctea)	0,73		
borde del Grupo Local	~ 2		
Centaurio A (galaxia elíptica, radiofuente intensa)	7		
Galaxia de los Perros de Caza, M51 (galaxia espiral, interacciona con NGC 5195)	11		
Cúmulo de Virgo (cúmulo de galaxias hacia el que se desplaza el Grupo Local)	~ 20		0,004
Cúmulo de Coma	93	95	0,022
Cúmulo de Hydra II	820	990	0,203
3C48 (cuásar muy intenso en radio)	1 400	2 000	0,370
SDSS J1148 (el cuásar más lejano conocido)	8 600	64 000	6,42
IOK-1 (la galaxia más lejana conocida)	8 800	70 000	6,96

1 Mpc = 10^6 parsec = 3,086 10^{22} m

Para valores del corrimiento al rojo z pequeños ($z < 0,1$) la distancia a galaxias o cúmulos de galaxias se obtiene aplicando la *ley de Hubble*, que relaciona la velocidad de alejamiento (recesión) con la distancia según la expresión:

$$\text{distancia (en Mpc)} = \frac{V}{H_0}$$

donde H_0 es la *constante de Hubble*, que tiene un valor entre 50 y 100 cuando la distancia se expresa en Mpc (megaparsecs) y la velocidad V en km s^{-1} . Las últimas determinaciones dan un valor $H_0 = 71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

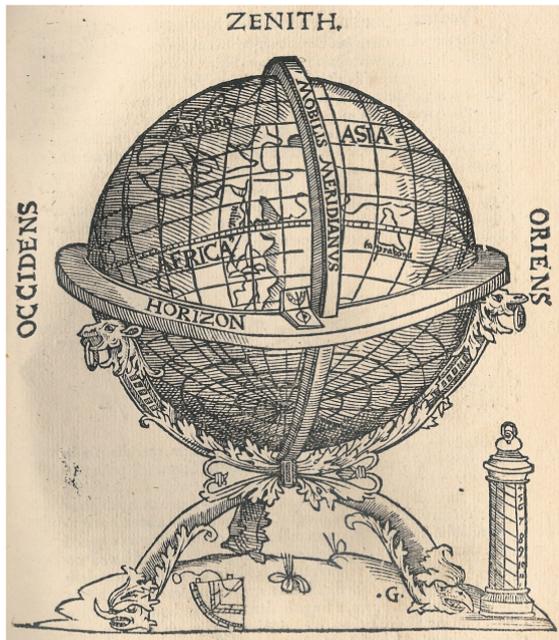
Para valores de z mayores la estimación de la distancia se hace más dependiente de la densidad media del Universo, parámetro desconocido. Para asignar distancias a los objetos en la tabla anterior se ha utilizado un valor para la constante de Hubble $H_0 = 71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ y se ha supuesto un universo plano con un cociente entre la densidad de materia y la densidad crítica de $\Omega_m = 0,27$. La distancia así determinada se denomina "distancia propia" o "distancia métrica". En ocasiones se utiliza la denominada "distancia luminosa", que se relaciona con la anterior mediante:

$$\text{distancia luminosa} = (1 + z) \text{ distancia propia}$$

Record de distancia

El objeto más lejano descubierto hasta la fecha tiene un corrimiento al rojo de $z \sim 6,96$. Se trata de la galaxia IOK-1 descubierta en 2006 por Masanori Iye y sus colaboradores del NAOJ.

LA TIERRA



LA TIERRA

Datos terrestres

Elipsoide de referencia

Posición geográfica de capitales de provincia

Posición geográfica de observatorios

Unidades:

$$\mathcal{R}_{\oplus} = 6378,14 \text{ km}$$

$$\mathcal{M}_{\oplus} = 5,9742 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$G \mathcal{M}_{\oplus} = 398\,600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$$

Datos terrestres

Tamaño (IAU 1976)

Radio ecuatorial	$\mathcal{R}_{\oplus} = 6378,14 \text{ km}$
Radio polar	$(1 - f)\mathcal{R}_{\oplus} = 6356,75 \text{ km}$
Radio medio	6371,00 km
Achatamiento	$f = 0,00335281 = 1/298,257$
Excentricidad del elipsoide	$e = 0,0818192$
	$e^2 = 0,00669439$
Superficie	$510 \cdot 10^6 \text{ km}^2$
cubierta por agua	$361 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ (71 %)
cubierta por tierra	$134 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ (26 %)
cubierta por hielo	$15 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ (3 %)
Volumen	$1,0832 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$
Distancia al centro de la Tierra a una latitud ϕ y una altura $h = 0$:	

$$r = (0,9983271 + 0,0016764 \cos(2\phi) - 0,0000035 \cos(4\phi)) \mathcal{R}_{\oplus}$$

Masa

Masa	$\mathcal{M}_{\oplus} = 5,9742 \cdot 10^{24} \text{ kg} = \mathcal{M}_{\odot}/332946$
	masa de los océanos: $\sim 2 \cdot 10^{-4} \mathcal{M}_{\oplus}$
	masa del hielo: $\sim 5 \cdot 10^{-6} \mathcal{M}_{\oplus}$
	masa de la atmósfera: $\sim 10^{-6} \mathcal{M}_{\oplus}$
Densidad media	$5,515 \text{ g cm}^{-3}$
Momento de inercia	$0,3299765 \mathcal{M}_{\oplus} \mathcal{R}_{\oplus}^2$
Constante gravitatoria	$G \mathcal{M}_{\oplus} = 398600 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$
Velocidad de escape	$11,19 \text{ km s}^{-1}$
Gravedad superficial ($\phi = 45^\circ$)	$9,8062 \text{ m s}^{-2}$
Gravedad en Madrid	$9,8000 \text{ m s}^{-2}$

Variación de la gravedad g con la latitud ϕ al nivel del mar ($h = 0$):

$$g_{(h=0)} = 9,806228 - 0,025930 \cos(2\phi) + 0,000028 \cos(4\phi)$$

Variación de la gravedad con la altura h (en metros):

$$g = g_{(h=0)} - 3,1 \cdot 10^{-6} h$$

Momentos del campo gravitatorio:

$$\begin{aligned} J_1 &= 0 \\ J_2 &= 0,00108263 \\ J_3 &= -2,54 \cdot 10^{-6} \\ J_4 &= -1,61 \cdot 10^{-6} \\ J_5 &= -0,21 \cdot 10^{-6} \\ J_6 &= 0,65 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

Atmósfera

Presión en la superficie	1 013 bar
Temperatura efectiva	255 K
Temperatura en la superficie	288 K
Altura de escala	8,5 km
Gases más abundantes (%):	N_2 (78,08), O_2 (20,95), Ar (0,9), H_2O (variable < 3%)
Gases menos abundantes (ppm):	CO_2 (383), Ne (18), O_3 (10), He (5), CH_4 (3), Kr (1), H_2 (0,5), N_2O (0,35), CO (0,2), Xe (0,09), NO (< 0,01), C_3H_8 (0,0187), C_2H_6 (0,0136), C_2H_4 (0,0112), C_2H_2 (0,0087), SO_2 (0,0002)

Rotación

Periodo sidéreo	$86\,164,098\,904\text{ s} = 23^h\,56^m\,4^s,098\,904$
Velocidad angular	$7,292\,115\,10\,10^{-5}\text{ rad s}^{-1} = 15,041\,0672\text{ ''/s}$
Velocidad de rotación en el ecuador	$465,12\text{ m s}^{-1} = 1674\text{ km h}^{-1}$
Aceleración centrífuga en el ecuador	$-0,034\text{ m s}^{-2}$
Parámetro de rotación	$q_r = 0,00345$

Otros parámetros

Información sobre la traslación de la Tierra en su órbita, parámetros fotométricos, etc, puede encontrarse en la lista de *datos solares* en el apartado *SOL* y en las tablas de datos planetarios en el capítulo *PLANETAS*.

Elipsoide de referencia

Para muchos efectos prácticos, muy especialmente en la Geodesia, la forma de la Tierra se ha aproximado por un elipsoide. Esta figura geométrica viene definida por dos valores (aparte de su orientación): el radio ecuatorial, R_e , y el achatamiento, f , calculándose el radio polar mediante: $R_p = (1 - f)R_e$. En la tabla siguiente se indican los parámetros de una serie de elipsoides que han sido propuestos y que, en algunos casos, su uso ha sido recomendado por distintas autoridades: Unión Astronómica Internacional (UAI/IAU), Sistema Geodésico de Referencia (GRS), Sistema Geodésico Mundial (WGS), Servicio Internacional de la Rotación Terrestre (IERS) y otros.

año	nombre	radio ecuat. R_e (m)	radio polar R_p (m)	inverso del achat., $1/f$
1783	Bouguer, Maupertuis	6397300	6367800	216,8
1800	Delambre	6375653	6356564	334,0
1841	Bessel	6377397,155	6356078,963	299,152813
1860	Struve	6378298,3	6357018,2	299,73
1866	Clarke	6378206,4	6356583,8	294,978698
1880	Clarke	6378249,145	6356514,966	293,4663
1907	Helmert	6378200	6356818	298,3
1909	Internacional (Hayford)	6378388	6356912	297,00
1942	Krassovsky	6378245	6356863	298,3
1964	IAU (Kaula)	6378160	6356775	298,25
1967	GRS	6378160	6356774,516	298,24716743
1972	WGS	6378135	6356751	298,26
1976	IAU	6378140	6356755	298,257
1980	GRS	6378137	6356752	298,25722210
1983	Estándares MERIT	6378137	6356752	298,257
1984	WGS	6378137	6356752	298,25722356
1989	IERS	6378136	6356751	298,257
2000	IERS	6378136,6	6356751,9	298,25642

La excentricidad del elipsoide viene dada por:

$$e = \sqrt{f(2-f)}$$

El radio R de una esfera de igual volumen que un elipsoide definido por su radio ecuatorial R_e y un achatamiento f viene dado por:

$$R = R_e \sqrt[3]{1-f}$$

La relación entre la latitud geodésica ϕ_{gd} y la geocéntrica ϕ_{gc} en un elipsoide de achatamiento f viene dada por:

$$\tan\phi_{gc} = (1-f)^2 \tan\phi_{gd}$$

La discrepancia máxima entre ellas, para el caso de la Tierra, no supera los 12'. Las coordenadas geodésicas (referidas a un elipsoide) y las astronómicas (referidas a la vertical en cada lugar) pueden diferir en algunos segundos de arco.

Tomando como referencia el elipsoide IERS 2000 se deduce:

circunferencia ecuatorial	40075014 m
circunferencia polar	40007832 m
valor medio del grado de meridiano	111 133 m
radio de la esfera equivolumen	6371000 m

Longitud en metros de 1° de paralelo
para las latitudes de España considerando el elipsoide IERS 2000

latitud, ϕ	0'	10'	20'	30'	40'	50'
35°	91288	91102	90916	90729	90541	90353
36°	90163	89973	89782	89591	89398	89205
37°	89011	88817	88621	88425	88228	88030
38°	87832	87633	87433	87232	87031	86829
39°	86626	86422	86218	86013	85807	85601
40°	85393	85185	84977	84767	84557	84346
41°	84135	83922	83709	83496	83281	83066
42°	82850	82634	82416	82199	81980	81761
43°	81540	81320	81098	80876	80653	80430
44°	80206	79981	79755	79529	79302	79075
45°	78846	78617	78388	78158	77927	77695

Longitud en metros de arcos de meridiano y de paralelo
para las latitudes de España considerando el elipsoide IERS 2000

latitud ϕ (°)	sobre el paralelo			sobre el meridiano		
	1'	1''	1 ^s	1°	1'	1''
35°	1521	25,4	380,4	110941	1849	30,8
36°	1503	25,0	375,7	110959	1849	30,8
37°	1484	24,7	370,9	110978	1850	30,8
38°	1464	24,4	366,0	110996	1850	30,8
39°	1444	24,1	360,9	111015	1850	30,8
40°	1423	23,7	355,8	111035	1851	30,8
41°	1402	23,4	350,6	111054	1851	30,8
42°	1381	23,0	345,2	111073	1851	30,9
43°	1359	22,7	339,8	111093	1852	30,9
44°	1337	22,3	334,2	111112	1852	30,9
45°	1314	21,9	328,5	111132	1852	30,9

Se obtienen los siguientes valores a la latitud de Madrid:

1° sobre el meridiano	111042 m
1' sobre el meridiano	1850,7 m
1'' sobre el meridiano	30,845 m
1° sobre el paralelo	84883 m
1' sobre el paralelo	1414,7 m
1 ^s sobre el paralelo	353,68 m
1'' sobre el paralelo	23,579 m

**Posición geográfica de las capitales de provincia,
ciudades de más de 150 000 habitantes, Ceuta y Melilla**

ciudad	latitud ϕ ($^{\circ}$ ' ")	longitud (+E,-O) ($^{\circ}$ ' ")	($^{\text{h}}$ $^{\text{m}}$ $^{\text{s}}$)	altitud (m)
Albacete	38 59 49	01 51 17 O	-07 ^m 25 ^s	686
Alcalá de Henares	40 28 53	03 22 05 O	-13 ^m 28 ^s	588
Alcorcón	40 21 10	03 49 38 O	-15 ^m 18 ^s	718
Alicante / Alacant	38 20 48	00 28 53 O	-01 ^m 56 ^s	7
Almería	36 50 23	02 27 59 O	-09 ^m 52 ^s	17
Avila	40 39 26	04 41 47 O	-18 ^m 47 ^s	1131
Badajoz	38 53 00	06 57 59 O	-27 ^m 52 ^s	209
Badalona	41 27 13	02 14 51 E	+08 ^m 59 ^s	24
Barcelona	41 23 07	02 10 40 E	+08 ^m 43 ^s	12
Bilbao	43 15 30	02 55 21 O	-11 ^m 41 ^s	6
Burgos	42 20 29	03 42 12 O	-14 ^m 49 ^s	861
Cáceres	39 28 28	06 22 11 O	-25 ^m 29 ^s	459
Cádiz	36 32 00	06 17 50 O	-25 ^m 11 ^s	14
Cartagena	37 36 05	00 58 51 O	-03 ^m 55 ^s	69
Castellón de la Plana	39 59 14	00 02 11 O	-9 ^s	29
Ceuta	35 53 22	05 18 20 O	-21 ^m 15 ^s	40
Ciudad Real	38 59 17	03 55 48 O	-15 ^m 43 ^s	626
Córdoba	37 52 51	04 46 45 O	-19 ^m 07 ^s	106
Coruña, A (La Coruña)	43 22 16	08 23 22 O	-33 ^m 33 ^s	26
Cuenca	40 04 40	02 07 49 O	-08 ^m 31 ^s	1001
Donostia-San Sebastián	43 19 05	01 58 49 O	-07 ^m 55 ^s	8
Elche / Elx	38 16 06	00 41 48 O	-02 ^m 47 ^s	86
Fuenlabrada	40 17 00	03 47 22 O	-15 ^m 09 ^s	664
Getafe	40 18 19	03 43 41 O	-14 ^m 54 ^s	559
Gijón	43 32 25	05 39 29 O	-22 ^m 38 ^s	4
Girona (Gerona)	41 59 18	02 49 37 E	+11 ^m 18 ^s	98
Granada	37 10 40	03 35 55 O	-14 ^m 24 ^s	685
Guadalajara	40 38 08	03 09 41 O	-12 ^m 39 ^s	685
Hospitalet de Llobregat, L'	41 21 39	02 06 00 E	+08 ^m 24 ^s	4
Huelva	37 15 41	06 56 56 O	-27 ^m 48 ^s	26
Huesca	42 08 30	00 24 26 O	-01 ^m 38 ^s	488
Jaén	37 45 59	03 47 21 O	-15 ^m 09 ^s	574
Jerez de la Frontera	36 40 52	06 08 10 O	-24 ^m 33 ^s	87
León	42 36 01	05 33 56 O	-22 ^m 16 ^s	838
Leganés	40 19 59	03 45 55 O	-15 ^m 04 ^s	668
Logroño	42 28 04	02 26 39 O	-09 ^m 47 ^s	384
Lugo	43 00 38	07 33 23 O	-30 ^m 14 ^s	454
Lleida (Lérida)	41 37 07	00 37 40 E	+02 ^m 31 ^s	222

**Posición geográfica de las capitales de provincia,
ciudades de más de 150 000 habitantes, Ceuta y Melilla**

ciudad	latitud ϕ ($^{\circ}$ ' ")	longitud (+E,-O) ($^{\circ}$ ' ")	(h m s)	altitud (m)
Madrid	40 24 35	03 41 11 O	-14 ^m 45 ^s	655
Málaga	36 43 18	04 25 07 O	-17 ^m 40 ^s	8
Melilla	35 17 46	02 56 28 O	-11 ^m 45 ^s	15
Móstoles	40 19 29	03 51 49 O	-15 ^m 27 ^s	661
Murcia	37 59 09	01 07 38 O	-04 ^m 31 ^s	42
Ourense (Orense)	42 20 15	07 51 43 O	-31 ^m 27 ^s	139
Oviedo	43 21 48	05 50 32 O	-23 ^m 22 ^s	232
Palencia	42 00 32	04 31 59 O	-18 ^m 08 ^s	734
Palma de Mallorca	39 34 36	02 39 11 E	+10 ^m 37 ^s	33
Palmas de G. C., Las	28 06 04	15 24 45 O	-1 ^h 1 ^m 39 ^s	13
Pamplona / Iruña	42 49 15	01 38 25 O	-06 ^m 34 ^s	449
Pontevedra	42 26 05	08 38 46 O	-34 ^m 35 ^s	20
Sabadell	41 32 53	02 06 33 E	+08 ^m 26 ^s	190
Salamanca	40 57 43	05 39 56 O	-22 ^m 40 ^s	803
Sta. Cruz de Tenerife	28 27 53	16 16 48 O	-1 ^h 5 ^m 07 ^s	5
Santander	43 27 51	03 48 14 O	-15 ^m 13 ^s	15
Segovia	40 57 05	04 07 29 O	-16 ^m 30 ^s	1002
Sevilla	37 23 15	05 59 29 O	-23 ^m 58 ^s	10
Soria	41 46 10	02 27 56 O	-09 ^m 52 ^s	1064
Terrassa (Tarrasa)	41 33 48	02 00 48 E	+08 ^m 03 ^s	286
Tarragona	41 07 13	01 15 34 E	+05 ^m 02 ^s	69
Teruel	40 20 43	01 06 29 O	-04 ^m 26 ^s	913
Toledo	39 51 31	04 01 23 O	-16 ^m 06 ^s	512
Valencia	39 28 35	00 22 29 O	-01 ^m 30 ^s	16
Valladolid	41 39 12	04 43 19 O	-18 ^m 53 ^s	692
Vigo	42 14 26	08 43 29 O	-34 ^m 54 ^s	28
Vitoria-Gasteiz	42 51 05	02 40 17 O	-10 ^m 41 ^s	550
Zamora	41 30 00	05 45 13 O	-23 ^m 01 ^s	649
Zaragoza	41 39 28	00 52 43 O	-03 ^m 31 ^s	200

Las coordenadas geográficas que figuran en esta tabla están referidas al Elipsoide Internacional de Hayford, con *datum* en Potsdam (Alemania). La longitud se da con respecto al meridiano de Greenwich; a efectos de cálculo es positiva al Este de dicho meridiano y negativa al Oeste de él. En el caso de las capitales de provincia, el lugar exacto a que se refiere la posición indicada suele ser una torre de la catedral o de una iglesia muy representativa de la ciudad. En el caso de Madrid se refieren a las coordenadas del edificio Villanueva en el Observatorio Astronómico de Madrid.

Posiciones geográficas de observatorios astronómicos

Observatorios situados en España

observatorio	latitud	longitud	altura
R.M. Aller de Santiago de Compostela	+42°52'5	-00 ^h 34 ^m 14 ^s	240
Ametlla de Mar (Tarragona)	+40°55'8	+00 ^h 47 ^m 35 ^s	
Calar Alto (Almería)	+37°13'8	-00 ^h 10 ^m 09 ^s	2168
La Cañada (Avila)	+40°36'3	-00 ^h 17 ^m 58 ^s	1400
Consell (Mallorca)	+39°39'2	+00 ^h 11 ^m 70 ^s	130
Ebro (Tarragona)	+40°49'2	+00 ^h 01 ^m 58 ^s	50
Fabra (Barcelona)	+41°25'0	+00 ^h 08 ^m 30 ^s	420
Izaña (I. Tenerife)	+28°17'5	-01 ^h 05 ^m 59 ^s	2038
Madrid	+40°24'5	-00 ^h 14 ^m 45 ^s	655
Mallorca	+39°38'6	+00 ^h 11 ^m 48 ^s	160
Pico de Veleta (Granada)	+37°04'1	-00 ^h 13 ^m 36 ^s	2870
Piera (Barcelona)	+41°32'4	+00 ^h 07 ^m 04 ^s	390
Robledo de Chavela (Madrid)	+40°25'6	-00 ^h 16 ^m 60 ^s	815
Roque de los Muchachos (I. La Palma)	+28°45'5	-01 ^h 11 ^m 30 ^s	2327
La Sagra (Granada)	+37°58'9	-00 ^h 10 ^m 16 ^s	1530
San Fernando (Cádiz)	+36°28'0	-00 ^h 24 ^m 49 ^s	30
Sierra Nevada (Granada)	+37°03'8	-00 ^h 13 ^m 32 ^s	2896
Universidad de Barcelona	+41°23'2	+00 ^h 08 ^m 28 ^s	97
Universidad Complutense (Madrid)	+40°27'1	-00 ^h 14 ^m 54 ^s	640
Yebes (Guadalajara)	+40°31'4	-00 ^h 12 ^m 21 ^s	931

La anterior lista de observatorios incluye aquellos que están dotados de telescopios profesionales nacionales o extranjeros situados en el país, los observatorios incluidos en la lista de códigos de la Unión Astronómica Internacional (UAI) y observatorios universitarios con fines educativos.

La larga lista de observatorios antiguos y modernos que se ha incluido en los Anuarios anteriores, hasta la edición de 2007, ha sido sustituida por una lista parcial que incluye los principales observatorios del mundo (actuales e históricos) situados en la superficie terrestre. El número de observatorios en el mundo crece constantemente, por lo que una lista con pretensiones de completitud necesita una actualización continua, que es más fácil de mantener por medios electrónicos. Al generalizarse el acceso a internet, la consulta de listas actualizadas y ordenadas por distintos criterios es cada vez más fácil. A continuación indicamos enlaces a listas especialmente útiles y completas, que incluyen más de 2 000 observatorios situados en más de 50 países. Búsqueda de las coordenadas de observatorios:

http://www.eso.org/~ndelmott/obs_sites.html

Listas de códigos de observatorios atribuidos por la UAI/IAU:

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_observatory_codes

<http://www.cfa.harvard.edu/iau/lists/ObsCodes.html>

En esta última página web, la latitud geodésica ϕ_{gd} de los observatorios se obtiene a partir de los valores tabulados del seno y coseno de la latitud geocéntrica ϕ_{gc} y del achatamiento f del elipsoide:

$$\tan \phi_{gd} = \frac{\tan \phi_{gc}}{(1-f)^2} = 1,0067395 \frac{\text{sen } \phi_{gc}}{\text{cos } \phi_{gc}}$$

Observatorios en el resto del mundo

observatorio	latitud	longitud	altura
ALMA, Atacama (Chile)	-23°00'3	-04 ^h 31 ^m 02 ^s	5080
Arecibo (Puerto Rico)	+18°20'8	-04 ^h 27 ^m 01 ^s	496
ATCA, Narrabri (Australia)	-30°18'9	+09 ^h 58 ^m 12 ^s	208
Cerro Pachón (Chile)	-30°14'3	-04 ^h 42 ^m 56 ^s	2738
Cerro Paranal (Chile)	-24°37'6	-04 ^h 41 ^m 37 ^s	2635
Effelsberg (Alemania)	+50°31'6	+00 ^h 27 ^m 32 ^s	369
Green Bank (EE.UU.)	+38°25'8	-05 ^h 19 ^m 22 ^s	836
Greenwich (R.U.)	+51°28'6	00 ^h 00 ^m 00 ^s	47
HET, McDonald O. (EE.UU.)	+30°40'9	-06 ^h 56 ^m 04 ^s	2026
Jodrell Bank (R.U.)	+53°14'2	-00 ^h 09 ^m 14 ^s	78
Kitt Peak (EE.UU.)	+31°42'5	-07 ^h 26 ^m 23 ^s	2120
La Silla (Chile)	-29°15'4	-04 ^h 42 ^m 55 ^s	2347
Las Campanas (Chile)	-29°00'5	-04 ^h 42 ^m 48 ^s	2282
Lick (EE.UU.)	+37°20'6	-08 ^h 06 ^m 33 ^s	1283
LOFAR (Holanda)	+52°54'5	+00 ^h 27 ^m 29 ^s	
Mauna Kea (EE.UU.)	+19°49'7	-10 ^h 21 ^m 53 ^s	4200
MERLIN (R.U.)	+53°14'2	-00 ^h 09 ^m 14 ^s	78
Meudon (Francia)	+48°48'3	+00 ^h 08 ^m 56 ^s	162
Monte Graham (EE.UU.)	+32°42'1	-07 ^h 19 ^m 34 ^s	3182
Monte Hopkins, F.L. Whipple O. (EEUU)	+31°41'3	-07 ^h 23 ^m 32 ^s	2606
Monte Palomar (EE.UU.)	+33°21'4	-07 ^h 47 ^m 27 ^s	1706
Monte Pastukhov (Rusia)	+43°39'2	+02 ^h 45 ^m 46 ^s	2070
Monte Wilson (EE.UU.)	+34°13'3	-07 ^h 52 ^m 15 ^s	1742
Nançay (Francia)	+47°22'8	+00 ^h 08 ^m 56 ^s	162
Narayangaon, Pune (India)	+19°05'5	+04 ^h 56 ^m 12 ^s	650
París (Francia)	+48°50'0	+00 ^h 09 ^m 21 ^s	67
Parkes (Australia)	-33°00'0	+09 ^h 53 ^m 03 ^s	392
Pico Sacramento y Punto Apache (EEUU)	+32°46'8	-07 ^h 03 ^m 17 ^s	2788
Plateau de Bure (Francia)	+44°38'0	+00 ^h 23 ^m 38 ^s	2552
Potsdam (Alemania)	+52°25'4	+00 ^h 52 ^m 03 ^s	46
Sierra Negra (Méjico)	+18°59'1	-06 ^h 29 ^m 16 ^s	4580
Sutherland (Sudáfrica)	-32°22'8	+01 ^h 23 ^m 47 ^s	1771
VLA, Socorro (EEUU)	+34°04'7	-07 ^h 10 ^m 28 ^s	2124
Yerkes (EEUU)	+42°34'2	-05 ^h 54 ^m 14 ^s	334

TABLAS COMPLEMENTARIAS

Corrección (aproximada y exacta) de la precesión
Corrección de la nutación y la aberración
Corrección de la refracción atmosférica
Constantes físicas y astronómicas
Método de interpolación
Moléculas detectadas en el medio interestelar
Prefijos del Sistema Internacional de Unidades

Corrección de las coordenadas por precesión

La lenta precesión del eje de rotación de la Tierra hace que las coordenadas celestes que se dan para un astro (tal como las coordenadas ecuatoriales α y δ) se refieran siempre a una posición dada de tal eje, por ejemplo la que tenía en la época J2000.0. Para conocer las coordenadas en otro instante es necesario aplicar una corrección. En el caso de las coordenadas ecuatoriales, la corrección anual viene dada, en primera aproximación, por:

$$P_{\alpha} = 3,0750 + 1,3362 \operatorname{sen} \alpha \tan \delta$$

$$P_{\delta} = 20,043 \cos \alpha$$

expresiones en las que la ascensión recta, α , debe ser expresada en grados. Dadas unas coordenadas α_0, δ_0 referidas a una época t_0 , las coordenadas α_1, δ_1 referidas a una época t_1 se obtienen mediante:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + (t_1 - t_0) P_{\alpha}$$

$$\delta_1 = \delta_0 + (t_1 - t_0) P_{\delta}$$

donde típicamente $t_0 = 2000$.

Precesión anual en declinación

ascensión recta, α		P_{δ}	ascensión recta, α		P_{δ}
00 00	24 00	20 ^o 04	12 00	12 00	-20 ^o 04
00 20	23 40	19 ^o 96	12 20	11 40	-19 ^o 96
00 40	23 20	19 ^o 73	12 40	11 20	-19 ^o 73
01 00	23 00	19 ^o 36	13 00	11 00	-19 ^o 36
01 20	22 40	18 ^o 83	13 20	10 40	-18 ^o 83
01 40	22 20	18 ^o 16	13 40	10 20	-18 ^o 16
02 00	22 00	17 ^o 35	14 00	10 00	-17 ^o 35
02 20	21 40	16 ^o 41	14 20	09 40	-16 ^o 41
02 40	21 20	15 ^o 35	14 40	09 20	-15 ^o 35
03 00	21 00	14 ^o 17	15 00	09 00	-14 ^o 17
03 20	20 40	12 ^o 88	15 20	08 40	-12 ^o 88
03 40	20 20	11 ^o 49	15 40	08 20	-11 ^o 49
04 00	20 00	10 ^o 02	16 00	08 00	-10 ^o 02
04 20	19 40	08 ^o 47	16 20	07 40	-08 ^o 47
04 40	19 20	06 ^o 85	16 40	07 20	-06 ^o 85
05 00	19 00	05 ^o 18	17 00	07 00	-05 ^o 18
05 20	18 40	03 ^o 48	17 20	06 40	-03 ^o 48
05 40	18 20	01 ^o 74	17 40	06 20	-01 ^o 74
06 00	18 00	00 ^o 00	18 00	06 00	00 ^o 00

Precisión anual en ascensión recta

si $\delta \geq 0$		P_{α}								si $\delta \leq 0$	
α		declinación, δ								α	
h m	h m	0°	10°	20°	30°	40°	50°	55°	60°	h m	h m
1800	1800	3:07	2:83	2:58	2:30	1:95	1:48	1:16	0:76	0600	0600
1820	1740	3:07	2:84	2:59	2:30	1:95	1:48	1:17	0:76	0620	0540
1840	1720	3:07	2:84	2:59	2:31	1:97	1:50	1:19	0:79	0640	0520
1900	1700	3:07	2:84	2:60	2:32	1:99	1:53	1:23	0:83	0700	0500
1920	1640	3:07	2:85	2:61	2:35	2:02	1:57	1:28	0:90	0720	0440
1940	1620	3:07	2:86	2:63	2:37	2:05	1:63	1:34	0:97	0740	0420
2000	1600	3:07	2:87	2:65	2:40	2:10	1:69	1:42	1:07	0800	0400
2020	1540	3:07	2:88	2:67	2:44	2:15	1:77	1:51	1:17	0820	0340
2040	1520	3:07	2:89	2:70	2:48	2:21	1:85	1:61	1:30	0840	0320
2100	1500	3:07	2:90	2:73	2:52	2:28	1:94	1:72	1:43	0900	0300
2120	1440	3:07	2:92	2:76	2:57	2:35	2:05	1:84	1:58	0920	0240
2140	1420	3:07	2:93	2:79	2:63	2:43	2:16	1:98	1:74	0940	0220
2200	1400	3:07	2:95	2:83	2:68	2:51	2:27	2:12	1:91	1000	0200
2220	1340	3:07	2:97	2:86	2:74	2:60	2:40	2:26	2:09	1020	0140
2240	1320	3:07	2:99	2:90	2:81	2:69	2:53	2:42	2:28	1040	0120
2300	1300	3:07	3:01	2:94	2:87	2:78	2:66	2:58	2:47	1100	0100
2320	1240	3:07	3:03	2:99	2:94	2:88	2:79	2:74	2:67	1120	0040
2340	1220	3:07	3:05	3:03	3:00	2:97	2:93	2:90	2:87	1140	0020
0000	1200	3:07	3:07	3:07	3:07	3:07	3:07	3:07	3:07	1200	2400
0020	1140	3:07	3:09	3:11	3:14	3:17	3:21	3:24	3:27	1220	2340
0040	1120	3:07	3:11	3:15	3:20	3:26	3:35	3:40	3:47	1240	2320
0100	1100	3:07	3:13	3:20	3:27	3:36	3:48	3:56	3:67	1300	2300
0120	1040	3:07	3:15	3:24	3:33	3:45	3:61	3:72	3:86	1320	2240
0140	1020	3:07	3:17	3:28	3:40	3:54	3:74	3:88	4:05	1340	2220
0200	1000	3:07	3:19	3:31	3:46	3:63	3:87	4:02	4:23	1400	2200
0220	0940	3:07	3:21	3:35	3:51	3:71	3:98	4:16	4:40	1420	2140
0240	0920	3:07	3:22	3:38	3:57	3:79	4:09	4:30	4:56	1440	2120
0300	0900	3:07	3:24	3:41	3:62	3:86	4:20	4:42	4:71	1500	2100
0320	0840	3:07	3:25	3:44	3:66	3:93	4:29	4:53	4:84	1520	2040
0340	0820	3:07	3:26	3:47	3:70	3:99	4:37	4:63	4:97	1540	2020
0400	0800	3:07	3:27	3:49	3:74	4:04	4:45	4:72	5:07	1600	2000
0420	0740	3:07	3:28	3:51	3:77	4:09	4:51	4:80	5:17	1620	1940
0440	0720	3:07	3:29	3:53	3:79	4:12	4:57	4:86	5:24	1640	1920
0500	0700	3:07	3:30	3:54	3:82	4:15	4:61	4:91	5:31	1700	1900
0520	0640	3:07	3:30	3:55	3:83	4:17	4:64	4:95	5:35	1720	1840
0540	0620	3:07	3:30	3:55	3:84	4:19	4:66	4:97	5:38	1740	1820
0600	0600	3:07	3:31	3:56	3:84	4:19	4:66	4:98	5:38	1800	1800

Cálculo riguroso de la precesión

En este apartado se describe el método general de cálculo riguroso de los efectos de la precesión a las coordenadas de un astro entre una cierta época origen (dada por DJ_{origen}) y una cierta fecha o época final (dada por DJ_{fecha}). Es decir, este método es aplicable a aquellos casos en que la época a que se refieren las coordenadas originales no es la época J2000, sino otra cualquiera (J1990.5, B1950, B1900, etc). Algunas épocas típicas vienen dadas en el apartado **Día Juliano** en *CALENDARIOS*.

1) Cálculo de los argumentos temporales T y t , dados en siglos julianos:

$$T = (\text{época origen} - 2000,0) / 100 = (DJ_{origen} - 2451\,545,0) / 36525$$

$$t = (DJ_{fecha} - DJ_{origen}) / 36525$$

2) Cálculo de los coeficientes para la época origen:

$$\zeta_1 = 2\,306''.2181 + 1''.39656 T - 0''.000139 T^2$$

$$\zeta_2 = 0''.30188 - 0''.000344 T$$

$$\zeta_3 = 0''.017998$$

$$z_1 = \zeta_1$$

$$z_2 = 1''.09468 + 0''.000066 T$$

$$z_3 = 0''.018203$$

$$\theta_1 = 2\,004''.3109 - 0''.85330 T - 0''.000217 T^2$$

$$\theta_2 = -0''.42665 - 0''.000217 T$$

$$\theta_3 = -0''.041833$$

3) Cálculo de los ángulos auxiliares para la fecha:

$$\zeta = \zeta_1 t + \zeta_2 t^2 + \zeta_3 t^3$$

$$z = z_1 t + z_2 t^2 + z_3 t^3$$

$$\theta = \theta_1 t + \theta_2 t^2 + \theta_3 t^3$$

4) Transformación de las coordenadas ecuatoriales de la época origen (α_0, δ_0) a la fecha (α, δ) por efecto de la precesión. Es necesario expresar todos los ángulos en grados (o en radianes). La declinación δ se determina a partir de la ecuación:

$$\text{sen } \delta = \cos(\alpha_0 + \zeta) \text{sen } \theta \cos \delta_0 + \cos \theta \text{sen } \delta_0$$

y la ascensión recta α se determina, en el cuadrante adecuado, a partir de

$$\text{sen}(\alpha - z) = \text{sen}(\alpha_0 + \zeta) \cos \delta_0 / \cos \delta$$

$$\cos(\alpha - z) = \frac{\cos(\alpha_0 + \zeta) \cos \theta \cos \delta_0 - \text{sen } \theta \text{sen } \delta_0}{\cos \delta}$$

Corrección de las coordenadas por nutación

La corrección por precesión da como resultado las coordenadas referidas al ecuador y equinoccio medios de la fecha considerada. Si se desea obtener las coordenadas referidas al ecuador y equinoccio *verdaderos* de la fecha es necesaria una corrección adicional, de pequeña magnitud, que recibe el nombre de *corrección por nutación*. Tal corrección involucra una gran cantidad de términos de corto periodo. Si se considera solamente el más significativo (ligado a la longitud media del nodo lunar, Ω_{\uparrow}), podemos expresar la corrección por nutación a aplicar a las coordenadas ecuatoriales (α, δ) con las siguientes fórmulas:

$$\Delta\alpha = Ec.Eq. - (0^{\circ}46 \text{ sen } \Omega_{\uparrow} \text{ sen } \alpha + 0^{\circ}61 \text{ cos } \Omega_{\uparrow} \text{ cos } \alpha) \tan \delta$$

$$\Delta\delta = 9^{\circ}2 \text{ cos } \Omega_{\uparrow} \text{ sen } \alpha - 6^{\circ}8 \text{ sen } \Omega_{\uparrow} \text{ cos } \alpha$$

donde *Ec.Eq.* es el valor de la ecuación de los equinoccios para la fecha (ver las tablas en *TIEMPOS*), y Ω_{\uparrow} viene dada para este año en la primera página de **Datos lunares** o bien se puede calcular a partir del día juliano *DJ* mediante:

$$\Omega_{\uparrow} = 125^{\circ}045 - 0^{\circ}05295376 (DJ - 2451545)$$

Corrección de las coordenadas por aberración ánu

Una corrección adicional debe ser tenida en cuenta si se requiere una precisión en las coordenadas del orden del segundo de arco. El fenómeno que hace que la posición geométrica y la observada de un astro no coincidan se denomina *aberración* y es debido al movimiento de la Tierra y a la finitud de la velocidad de la luz. Cuando se tiene en cuenta exclusivamente el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, el fenómeno se denomina *aberración ánu*. En primera aproximación, prescindiendo de la pequeña excentricidad de la órbita terrestre, la corrección a las coordenadas ecuatoriales (α, δ) viene dada por:

$$\Delta\alpha = - (1^{\circ}366 \text{ sen } L_{\odot} \text{ sen } \alpha + 1^{\circ}253 \text{ cos } L_{\odot} \text{ cos } \alpha) / \text{cos } \delta$$

$$\Delta\delta = 18^{\circ}80 \text{ sen } \delta \text{ sen } \alpha \text{ cos } L_{\odot} - 20^{\circ}49 \text{ sen } \delta \text{ cos } \alpha \text{ sen } L_{\odot} \\ - 8^{\circ}15 \text{ cos } \delta \text{ cos } L_{\odot}$$

donde la longitud media del Sol L_{\odot} viene dada para este año en la primera página de **Datos solares** (ver *SOL*) o bien de modo general, en función del día juliano *DJ*, mediante:

$$L_{\odot} = 280^{\circ}466 + 0^{\circ}98564736 (DJ - 2451545)$$

Corrección de refracción atmosférica

El índice de refracción no unidad de la atmósfera combinado con su geometría no planoparalela hace que la altura sobre el horizonte a la que se observa un astro no coincida con su altura "verdadera" (que se deduce de las efemérides o que se observaría si no existiese atmósfera). El efecto de la refracción depende fuertemente de la altura observada y, en mucho menor grado, de la temperatura y presión ambiente y de la longitud de onda de la observación.

En la página siguiente se encuentra el valor de la corrección por refracción, R , a aplicar en función de la altura observada, siguiendo el criterio:

$$\text{altura verdadera} = \text{altura observada} - \text{Refracción}$$

$$\text{distancia cenital verdadera} = \text{distancia cenital observada} + \text{Refracción}$$

En la primera tabla la altura observada figura grado a grado. En la segunda tabla la altura observada se da cada diez minutos de arco. Estas tablas han sido calculadas con los siguientes parámetros:

$$\begin{aligned} \text{longitud de onda, } \lambda_0 &= 0,575 \mu\text{m} \\ \text{presión atmosférica, } P_0 &= 1000 \text{ mbar} \\ \text{temperatura ambiente, } T_0 &= 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Los factores de corrección a emplear en caso de que tales condiciones de contorno sean distintas son, respectivamente y en primera aproximación:

$$\text{corrección en } \lambda : \text{multiplicar por : } \left[0,983 + \left(\frac{0,075}{\lambda} \right)^2 \right]$$

$$\text{corrección en la presión : multiplicar por : } \frac{P}{1000}$$

$$\text{corrección en la temperatura : multiplicar por : } \frac{283}{273 + T}$$

Fórmula aproximada para determinar la corrección por refracción

La sencilla fórmula siguiente (de Bennett) da valores adecuados de la corrección R salvo en trabajos que requieran una elevada precisión:

$$R = \frac{60''}{\tan\left(h + \frac{7,31}{h+4,4}\right)} \frac{0,28P}{273 + T}$$

siendo h la altura observada. Esta fórmula lleva incluidos los parámetros atmosféricos (P en milibares y T en grados centígrados). Si éstos son próximos a los normales antes indicados o no se conocen, la última fracción se puede sustituir por la unidad.

Corrección de la refracción atmosférica media, R_0
 con entradas cada grado para alturas entre 20° y 90°
 ($\lambda = 0,575 \mu\text{m}$, $P=1000 \text{ mbar}$, $T=10^\circ\text{C}$)

alt. obs.	0° (")	1° (")	2° (")	3° (")	4° (")	5° (")	6° (")	7° (")	8° (")	9° (")
80°	10,1	9,1	8,1	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
70°	20,9	19,8	18,6	17,5	16,5	15,4	14,3	13,3	12,2	11,2
60°	33,1	31,8	30,5	29,2	28,0	26,8	25,5	24,4	23,2	22,0
50°	48,1	46,4	44,8	43,2	41,7	40,2	38,7	37,3	35,8	34,5
40°	68,3	65,9	63,7	61,5	59,4	57,3	55,4	53,5	51,6	49,9
30°	99,1	95,2	91,6	88,1	84,9	81,8	78,8	76,0	73,3	70,8
20°	156,3	148,4	141,1	134,4	128,2	122,4	117,1	112,2	107,5	103,2

Corrección de la refracción atmosférica media, R_0
 con entradas cada 10' para alturas entre 0° y 20°
 ($\lambda = 0,575 \mu\text{m}$, $P=1000 \text{ mbar}$, $T=10^\circ\text{C}$)

altura observada	0' (' ")	10' (' ")	20' (' ")	30' (' ")	40' (' ")	50' (' ")
19°	2 45	2 44	2 42	2 41	2 39	2 38
18°	2 55	2 53	2 51	2 50	2 48	2 47
17°	3 05	3 04	3 02	3 00	2 58	2 56
16°	3 17	3 15	3 13	3 11	3 09	3 07
15°	3 31	3 29	3 26	3 24	3 22	3 20
14°	3 46	3 43	3 41	3 38	3 36	3 33
13°	4 03	4 00	3 57	3 54	3 51	3 48
12°	4 23	4 19	4 16	4 12	4 09	4 06
11°	4 46	4 42	4 38	4 34	4 30	4 26
10°	5 13	5 08	5 04	4 59	4 54	4 50
9°	5 46	5 40	5 35	5 29	5 24	5 18
8°	6 26	6 19	6 12	6 05	5 59	5 52
7°	7 16	7 07	6 58	6 50	6 42	6 34
6°	8 19	8 08	7 57	7 46	7 36	7 26
5°	9 42	9 26	9 12	8 58	8 44	8 32
4°	11 33	11 12	10 52	10 33	10 15	9 58
3°	14 08	13 38	13 10	12 44	12 19	11 55
2°	17 56	17 11	16 30	15 51	15 14	14 40
1°	23 53	22 41	21 35	20 34	19 37	18 45
0°	33 48	31 45	29 52	28 10	26 37	25 11

Las lentes de los telescopios refractores suelen ser acromáticas a la longitud de onda de $0,575 \mu\text{m}$. La banda *visual* de magnitudes está centrada a una longitud de onda muy próxima, $0,55 \mu\text{m}$.

Constantes fundamentales		
cantidad	símbolo	valor
velocidad de la luz	c	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
permeabilidad del vacío	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
permitividad del vacío	ϵ_0	$1/\mu_0 c^2 \text{ F m}^{-1}$
constante gravitacional de Newton	G	$6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
constante de Planck	h	$6,6260688 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
constante de Boltzmann	k	$1,380650 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Constantes electromagnéticas y radiativas		
cantidad	símbolo	valor
carga elemental	e	$1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
constante de Faraday	F	$9,6485309 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5,67051 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
primera constante de radiación	$2\pi hc^2$	$3,7417749 \cdot 10^{-16} \text{ W m}^2$
segunda constante de radiación	hc/k	$1,438769 \cdot 10^{-2} \text{ m K}$
Constantes atómicas y espectroscópicas		
cantidad	símbolo	valor
número de Avogadro	N_A	$6,0221367 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
constante de los gases perfectos	R	$8,314510 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
masa del electrón en reposo	m_e	$5,48579903 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
masa del protón en reposo	m_p	$1,007276470 \text{ u}$
masa del neutrón en reposo	m_n	$1,008665012 \text{ u}$
masa del muón en reposo	m_μ	$0,113428913 \text{ u}$
momento magnético del electrón	μ_e	$9,284832 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
momento magnético del protón	μ_p	$1,41060761 \cdot 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
momento magnético del muón	μ_μ	$4,4904514 \cdot 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
magnetón de Bohr	μ_B	$9,2740154 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
magnetón nuclear	μ_N	$5,0507866 \cdot 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
constante de estructura fina	α	$7,29735308 \cdot 10^{-3}$
constante de Rydberg	R_∞	$1,0973731534 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
radio de Bohr	a_0	$0,529177249 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
longitud de onda Compton del electrón	λ_c	$2,4263089 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
(unidad de masa atómica)	u	$1,6605387 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

La última cifra significativa dada en las tablas anteriores suele corresponder al orden de la incertidumbre de tal magnitud. Por ejemplo, si el valor recomendado según las últimas medidas de laboratorio para la constante de Planck es de $6,62606876 \cdot 10^{-34}$, con una incertidumbre de $0,00000052 \cdot 10^{-34}$, el valor que figurará en la tabla será $6,6260688 \cdot 10^{-34}$, siendo incierta la última cifra dada.

Constantes cosmológicas

cantidad	símbolo	valor
constante de Hubble	H_0	$71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
distancia de Hubble	c/H_0	4200 Mpc
edad del Universo	t_0	$1,37 \cdot 10^{10} \text{ años}$
edad del desacoplamiento	t_{dec}	$380\,000 \text{ años}$
densidad crítica	ρ_c	$9,5 \cdot 10^{-30} \text{ g cm}^{-3}$
temperatura del fondo cósmico de microondas (CBR)	T_0	$2,725 \text{ K}$
velocidad del Sol respecto del CBR		370 km s^{-1}

($1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pc} = 3,085678 \cdot 10^{22} \text{ m}$)

Constantes astronómicas

cantidad	símbolo	valor
unidad astronómica	UA	$1,495\,978\,71 \cdot 10^{11} \text{ m}$
masa de la Tierra	\mathcal{M}_{\oplus}	$5,9742 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
radio ecuatorial de la Tierra	\mathcal{R}_{\oplus}	$6,378140 \cdot 10^6 \text{ m}$
masa solar	\mathcal{M}_{\odot}	$1,9891 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
radio solar	\mathcal{R}_{\odot}	$6,960 \cdot 10^8 \text{ m}$
luminosidad solar absoluta	L_{\odot}	$3,846 \cdot 10^{26} \text{ W}$
constantes gravitacionales:		
Sol	$G\mathcal{M}_{\odot}$	$1,3271244 \cdot 10^{20} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
Tierra	$G\mathcal{M}_{\oplus}$	$3,9860045 \cdot 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
Luna	$G\mathcal{M}_{\text{L}}$	$4,9027991 \cdot 10^{12} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
de Gauss	k	$0,01720209895$
razón de masa lunar a terrestre	μ_{L}	$0,012300034$

Algunos factores de conversión de interés práctico

1 año luz	$\simeq 10^{16} \text{ m} = 10^{13} \text{ km}$
1 año luz	$\simeq 0,3 \text{ pc}$ (parsecs)
1 día luz	$= 173,145 \text{ UA}$
1 hora luz	$\simeq 7,21 \text{ UA}$
c	$= 300 \text{ MHz m} = 300 \text{ GHz mm} = 300 \text{ THz } \mu\text{m}$
1 km s ⁻¹	$\simeq 1 \text{ pc} / \text{millón de años}$
1 UA / año	$= 4,740470 \text{ km s}^{-1}$
1 UA / día	$= 1731,457 \text{ km s}^{-1}$
$\mathcal{M}_{\odot} / L_{\odot}$	$\simeq 0,52 \text{ s}^3 \text{ cm}^{-2}$ (unidades cgs)
	$\simeq 5200 \text{ kg W}^{-1}$ (unidades SI)
1 $\mathcal{M}_{\odot} \text{ pc}^{-3}$	$\simeq 20 \text{ moléculas de } H_2 \text{ por cm}^3$
	$\simeq 40 \text{ átomos de } H \text{ por cm}^3$
1 Jy (Jansky)	$= 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1} = 10^{-23} \text{ erg cm}^{-2}$

Prefijos del Sistema Internacional de Unidades

Prefijos para la expresión de factores decimales					
factor	prefijo	símbolo	factor	prefijo	símbolo
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Interpolación

Muchas de las tablas del ANUARIO contienen listas de valores correspondientes a distintas magnitudes físicas (posición, brillo, ...) dados para instantes de tiempo sucesivos, siendo *constante el intervalo entre instantes sucesivos* en una misma tabla (1 o 10 días). Por medio de la **interpolación** es posible determinar los valores de tales magnitudes para instantes intermedios a los que aparecen en la tabla. La complejidad con que hay que llevar a cabo la interpolación depende de la precisión que se desee alcanzar, la cual también viene limitada por la precisión de los valores que figuran en la tabla. Posiblemente el caso más difícil de tratar sea el del movimiento de la Luna, dado que la magnitud y la complejidad de dicho movimiento impiden su representación de una manera sencilla.

Consideremos el problema de determinar el valor de una magnitud física V para un instante T a partir de los que figuran en una tabla. Llamemos T_0 al instante de tiempo más próximo a T ; el valor de la magnitud en T_0 viene dado en la tabla y lo llamaremos V_0 . A los instantes anteriores que figuran en la tabla los llamaremos T_{-1}, T_{-2}, \dots y a los posteriores T_1, T_2, \dots . Es decir, en la tabla tenemos una distribución como:

$$\begin{array}{c}
 T_{-2} \quad V_{-2} \\
 T_{-1} \quad V_{-1} \\
 T_0 \quad V_0 \\
 T_1 \quad V_1 \\
 T_2 \quad V_2
 \end{array}$$

Denominemos p a la cantidad:

$$p = \frac{T - T_0}{T_1 - T_0}$$

Si hemos escogido T_0 como el valor, en la tabla, más próximo al que nos interesa, T , entonces el valor de p estará entre: $-0,5 < p < 0,5$.

Una primera aproximación al valor de la magnitud V para el instante T viene dada por (1^{er} grado):

$$V = V_0 + \frac{p}{2}(V_1 - V_{-1})$$

Si el valor de: $V_1 - 2V_0 + V_{-1}$ es aproximadamente nulo, para la precisión requerida por nosotros o para la precisión suministrada por la tabla, podemos dar la interpolación por terminada. En caso contrario, hay que añadir otro término a la expresión anterior (2^{do} grado):

$$V = V_0 + \frac{p}{2}(V_1 - V_{-1}) + \frac{p^2}{2}(V_1 - 2V_0 + V_{-1})$$

Si el valor de: $(V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2})/30$ es aproximadamente nulo, para la precisión requerida o suministrada, la interpolación ha acabado. En la mayor parte de casos, la interpolación se podrá dar por terminada en este punto.

En caso contrario, hay que añadir otro término más (3^{er} grado):

$$V = V_0 + \frac{p}{2}(V_1 - V_{-1}) + \frac{p^2}{2}(V_1 - 2V_0 + V_{-1}) + \frac{p(p^2 - 1)}{12}(V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2})$$

Si el valor de: $(V_2 - 4V_1 + 6V_0 - 4V_{-1} + V_{-2})/100$ es aproximadamente nulo, para la precisión requerida o suministrada, la interpolación ha acabado. En caso contrario, hay que añadir al menos otro término más (4^{to} grado):

$$V = V_0 + \frac{p}{2}(V_1 - V_{-1}) + \frac{p^2}{2}(V_1 - 2V_0 + V_{-1}) + \frac{p(p^2 - 1)}{12}(V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2}) + \frac{p^2(p^2 - 1)}{24}(V_2 - 4V_1 + 6V_0 - 4V_{-1} + V_{-2})$$

Ejemplo: Deseamos determinar la ascensión recta de la Luna a las 10^h TU del día 3 de julio de 2010. De la tabla correspondiente al mes obtenemos los valores:

T_{-2} :	1 de julio	$V_{-2} = 22^{\text{h}}01100$
T_{-1} :	2 de julio	$V_{-1} = 22^{\text{h}}73292$
T_0 :	3 de julio	$V_0 = 23^{\text{h}}44919$
T_1 :	4 de julio	$V_1 = 24^{\text{h}}17536$
T_2 :	5 de julio	$V_2 = 24^{\text{h}}92753$

Obsérvese que en la tabla anterior hemos transformado los valores de la ascensión recta de la notación sexagesimal a la decimal, limitando el número de decimales al dado por la precisión en que viene dada la tabla ($0,1 = 0^{\text{h}}00003$). Esta es la precisión con que podemos obtener la ascensión recta deseada, en el mejor de los casos. Obsérvese, además, que para evitar una discontinuidad al pasar de 24^{h} a 0^{h} hemos mantenido el sentido creciente de los valores de la ascensión recta añadiendo 24^{h} cuando ha sido necesario. En este ejemplo: $p = 10^{\text{h}0^{\text{m}}}/24^{\text{h}} = 0,41667$. Siguiendo los pasos anteriores, obtenemos los siguientes valores:

$$V = V_0 + \frac{p}{2}(V_1 - V_{-1}) = 23,74970$$

Dado que $|V_1 - 2V_0 + V_{-1}| = 0,00990 \geq 0,00003$, añadimos otro término:

$$V = 23,74970 + \frac{p^2}{2}(V_1 - 2V_0 + V_{-1}) = 23,75056$$

Dado que $|V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2}|/30 = 0,00106 \geq 0,00003$, añadimos otro término:

$$V = 23,75056 + \frac{p(p^2 - 1)}{12}(V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2}) = 23,74965$$

Dado que $|V_2 - 4V_1 + 6V_0 - 4V_{-1} + V_{-2}|/100 = 0,00001 \leq 0,00003$, no hace falta añadir ningún término más, resultando:

$$V = 23^{\text{h}}44^{\text{m}}58,72$$

El valor que se obtiene a partir de las efemérides del JPL es: $23^{\text{h}}44^{\text{m}}58,72$, valor que concuerda con el antes calculado.

Interpolación inversa

Es posible determinar de manera parecida el instante T para el que se da un cierto valor V a partir de los valores que figuran en una tabla de valores equiespaciados. Sea V_0 el valor más cercano a V , correspondiente a un tiempo T_0 . Una primera aproximación a la cantidad p que corresponderá al valor V viene dada por:

$$p = 2 \frac{V - V_0}{V_1 - V_{-1}}$$

Utilizando este valor en la fórmula de interpolación calculamos un valor V_{calc} próximo a V :

$$V_{calc} = V_0 + \frac{p}{2}(V_1 - V_{-1}) + \frac{p^2}{2}(V_1 - 2V_0 + V_{-1}) \\ + \frac{p(p^2 - 1)}{12}(V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2})$$

Si este valor no coincide con el valor buscado V deberemos aplicar una corrección Δp al valor usado de p , que se calcula mediante:

$$\Delta p = 2 \frac{V - V_{calc}}{V_1 - V_{-1}}$$

Con el nuevo valor de $p = p_{anterior} + \Delta p$ calculamos un nuevo valor V_{calc} , que debe ser más aproximado al V deseado. Si aún no coinciden, hay que repetir el proceso tantas veces como sea necesario para la precisión que se desee.

Cuando se dispone del valor de p , el instante de tiempo T se obtiene mediante:

$$T = T_0 + p(T_1 - T_0)$$

Ejemplo: Deseamos determinar a qué hora del 3 de julio de 2010 la ascensión recta de la Luna es exactamente $0^h00^m00^s$. Ello corresponde a determinar el instante T para el que, en la notación anterior, $V = 24,0000$.

Primera iteración:

$$p = 2 \frac{V - V_0}{V_1 - V_{-1}} = 0,7637$$

instante al que le corresponde un valor calculado: $V_{calc} = 24,00203$. La corrección a aplicar a p es:

$$\Delta p = 2 \frac{V - V_{calc}}{V_1 - V_{-1}} = -0,0028$$

Al nuevo valor $p = 0,7609$ le corresponde $V_{calc} = 23,99999$, valor que consideramos suficientemente aproximado, pues su discrepancia con el valor buscado es menor o similar a $0,1 = 0^h00003$. El instante de tiempo buscado es:

$$T = T_0 + p(T_1 - T_0) = 0^h + 0,7609 \times 24^h = 18^h262$$

o sea, las 18^h15^m7 del día 3 de julio de 2010. El instante calculado a partir de las efemérides es: $18^h15^m45^s$.

Moléculas detectadas en el medio interestelar y circumestelar

Moléculas con Hidrógeno

H ₂	H ₃ ⁺	HD	H ₂ D ⁺
HD ₂ ⁺			

Moléculas con Hidrógeno y Carbono

C ₂	C ₃	C ₅	CH ⁺
CH	C ₂ H	C ₃ H	C ₄ H
C ₅ H	C ₆ H	C ₇ H	C ₈ H
CH ₃ C ₂ H	CH ₃ C ₄ H	CH ₂	CH ₄
C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	[C ₃ H ₂]	H ₂ C ₃
H ₂ C ₄	[C ₃ H]	H ₂ C ₆	CH ₂ D ⁺ ?
[C ₆ H ₆] ?	CH ₃	HC ₄ H ?	HC ₆ H ?
CH ₃ C ₆ H	C ₆ H ⁻	C ₄ H ⁻	C ₈ H ⁻
C ₃ H ₆			

Moléculas con Hidrógeno, Carbono y Oxígeno

CO	CO ⁺	C ₃ O	CCO
O ₂	OH	H ₂ O	H ₃ O ⁺
HCO	HCO ⁺	HOC ⁺	HOCO ⁺
H ₂ CO	CH ₃ OH	CH ₃ CHO	CH ₃ COOH
CH ₃ OCH ₃	HCOOCH ₃	HC ₂ CHO	CH ₃ CH ₂ OH
HCOOH	(CH ₃) ₂ CO	C ₂ H ₂ O	CO ₂
H ₂ COH ⁺	[C ₂ H ₄ O]	CH ₂ OHCHO	CH ₂ CHOH
CH ₃ CH ₂ CHO	CH ₂ CHCHO ?	(CH ₂ OH) ₂	[H ₂ C ₃ O]
C ₂ H ₅ OCH ₃ ?			

Moléculas con Hidrógeno, Carbono y Nitrógeno

CN	C ₃ N	HC ₃ NH ⁺	HCCN
HCN	HC ₃ N	HCCNC	HNCCC
HC ₅ N	HC ₇ N	HC ₉ N	HC ₁₁ N
HNC	H ₂ CN	NH	NH ₃
N ₂ H ⁺	CH ₃ CN	CH ₃ NC	CH ₃ C ₅ N
HCNH ⁺	NH ₂ CN	CH ₂ CN	CH ₂ NH
CH ₃ NH ₂	CH ₃ CH ₂ CN	CH ₂ CHCN	CH ₃ C ₃ N
NH ₂	C ₅ N	HC ₄ N	CH ₂ CCHCN
H ₂ CCNH ?	H ₂ CCN	H ₂ NCH ₂ CN	

Moléculas con Hidrógeno, Nitrógeno, Carbono y Oxígeno

NO	N ₂ O	HNO	HNCO
NH ₂ CHO	NH ₂ CH ₂ COOH ?	CH ₃ CONH ₂	

Moléculas con Azufre, Silicio o Fósforo

SO	SO ₂	NS	H ₂ S
OCS	HCS ⁺	CS	C ₂ S
C ₃ S	SO ⁺	H ₂ CS	HNCS
CH ₃ SH	PN	CP	SiC
SiO	[SiC ₂]	SiS	SiN
SiH ₄	SiC ₄	SH	SiCN
[SiC ₃]	SiH ?	PO	HCP

Moléculas "metálicas"

HCl	NaCl	KCl	AlCl
AlF	NaCN	MgNC	MgCN
HF	FeO ?	CF ⁺	AlNC
SiNC			

Tabla actualizada a febrero de 2008. En ella hay 154 moléculas. Las moléculas entre corchetes son cíclicas.

ARTICULOS DE DIVULGACION

DEMOSTRACION DEL ECLYPSE de la Luna.



El eclipse del Sol se haze quando el Sol, y la Luna se juntan en la cabeza, o cola del dragon, y entóces como la Luna es cuerpo opaco, se pone entre el Sol, y la tierra, y con su cuerpo le cubre de manera, que priva al mundo de su luz, y lo dexa en sombra: y tanto es mayor el eclipse, y de mas cantidad, quanto mas llegados se hallan los luminares a la cabeza, o cola del dragon: y assi, que no puede ser eclipse de Luna, sin ser oposicion, o Luna llena, ni eclipse de Sol, sin ser conjuncion de Luna: empero como dicho es, ha de ser estando en la cabeza, o cola del dragon, porque muchas vezes sucederá conjuncion, y oposicion, y no aver eclipse, porque ni la Luna, ni el Sol estará en la cabeza, o cola del dragon; porque se ha de notar, que ay oposicion que se dize perfecta, y imperfecta, y lo mismo en la conjuncion perfecta, y imperfecta. Perfecta oposicion es, quando se hallan el Sol, y la Luna opuestos, estando el vno en la cabeza, y el otro en la cola del dragon, porque entonces estan opuestos el Sol, y la Luna linealmente en tanto grado, que facada una linea del vno al otro, passaria por el centro del mundo, y en esta oposicion de necesidad ha de aver eclipse de Luna.

Oposicion imperfecta se dize, quando la Luna dista del Sol la mitad de la esfera, que son ciento y ochenta grados, mas no que esté la Luna en la ecliptica, cabeza, o cola del dragon, sino en latitud Septentrional, o Meridional del Zodiaco en el cuerpo del dragon, la qual se haze cada mes lunar, sin que ay eclipse en ella.

Eclipse del Sol.
Luna cubre la luz del Sol.



*Demost-
racion
del eclip-
se del Sol.*

*Oposicion
perfecta.*

*Oposicion
imperfecta.*

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

Arte y Astronomía

por *Montserrat Villar Martín*

El lado oscuro de la luz

por *Francisco Colomer Sanmartín*



Detalle de la bóveda celeste en los frescos de la cúpula del Casón del Buen Retiro. Luca Giordano (1697). Museo del Prado (Madrid)

ARTE Y ASTRONOMÍA

Montserrat Villar Martín

*Coordinadora del Año Internacional de la Astronomía en España
Instituto de Astrofísica de Andalucía-CSIC*

Introducción

Desde hace miles de años el ser humano ha mirado hacia las estrellas por razones muy diversas. Allí ha colocado el hogar de sus dioses y plasmado sus mitos. En ellas ha buscado señales de augurios sobre lo que va a acontecer y ha encontrado un método para orientarse en sus viajes. La creencia de que todo lo que sucede en la Tierra está escrito en el cielo y el hecho de que fenómenos astronómicos como el día, la noche y las estaciones hayan marcado siempre nuestra forma de vida, han hecho que el ser humano haya querido comprender el Universo desde tiempos inmemoriales. La Astronomía, por tanto, ha sido parte intrínseca de todas las culturas y ello ha quedado patente en las expresiones artísticas de diferentes épocas y lugares. La forma en que los fenómenos astronómicos han sido plasmados en el arte es a menudo un fiel reflejo de las creencias religiosas, la cultura y la forma de vida de aquellas sociedades. Dependiendo de todo ello, así ha sido su manera de apreciar el Universo. De este modo se explica que en diferentes culturas el mismo fenómeno (por ejemplo, un eclipse de Sol) se haya representado de maneras muy distintas. En particular, en los últimos siglos el avance del conocimiento científico y de nuestra comprensión del Universo ha cambiado radicalmente la forma en que lo concebimos y en que valoramos nuestro lugar en él. Todo ello ha quedado patente en el arte, como se muestra aquí con algunos ejemplos.

La Tierra en la distancia

El día y la noche en un gran cuadro (2.90m x 3.10m) de Ángeles Santos, que puede verse en el Museo Reina Sofía (Madrid). Puede imaginarse como rota este extraño planeta Tierra, de forma que el día y la noche van transcurriendo en las caras de este gran cubo distorsionado.



Figura 1: Un mundo. Ángeles Santos (1929). Museo Reina Sofía (Madrid).

“Yo había escuchado entonces que el hombre llegaría al planeta Marte y eso me impresionó. Pinté ese cuadro para que lo enviaran allá y que los marcianos supieran cómo era nuestro planeta Tierra” relataba Ángeles Santos en 2003, riéndose un poco de su ingenuidad¹.

Nacida en 1911 en Port Bou (Gerona), Ángeles Santos se dio a conocer en plena adolescencia. Éste, uno de sus cuadros más famosos, lo pintó en Valladolid cuando tan sólo contaba con diecisiete años. Lo presentó en

¹ELPAIS.com, 20 de setiembre de 2003.

1929 en Madrid en el IX Salón de Otoño, donde logró un éxito inmediato. Un año más tarde, el salón dedicó a la jovencísima artista su primera exposición individual en la que mostró 34 obras.

Hoy en día la imaginación de los artistas vuela muy lejos a menudo inspirados por los avances científicos. Así lo demuestra la obra “Un cierto eclipse lunar. Proyecto para la Humanidad número 2” de Cai Guo Qiang (1997), uno de los artistas chinos más influyentes de la actualidad.



Figura 2: Un cierto eclipse lunar. Proyecto para la Humanidad número 2. Cai Guo Qiang (1991). Colección de Sardjana Sumichan.

El uso de la pólvora es característico en su obra, tanto en dibujos como en espectáculos explosivos de gran escala. Ha realizado también grandes eventos de pirotecnia. Diseñó, por ejemplo, los efectos especiales de las ceremonias de apertura y clausura de los Juegos Olímpicos de Pekín 2008.

En ella la Luna aparece en primer plano y la Tierra se aprecia en la distancia. El artista se inspiró en imágenes de nuestro planeta tomadas desde la Luna. Con esta obra, Cai Guo Qiang propone un proyecto consistente en detonar en la Luna una línea de fusibles y pólvora que adopta la forma de la Gran Muralla china, para que sea contemplado por los seres humanos en nuestro planeta.

Los astros en el cielo nocturno

Alphonse Mucha (1860-1939), pintor y artista decorativo de origen checo, fue uno de los máximos representantes del “Art Nouveau”. En el siguiente conjunto de cuatro paneles (Serie de la Luna y las Estrellas) Mucha representa varios objetos celestes. Como en muchas de sus obras, la figura femenina, sensual y delicada, ocupa el papel central.

El planeta Venus es el astro aparentemente más brillante en el cielo, después del Sol y de la Luna. Se le llama lucero de la mañana (primer panel) cuando aparece en el Este, al amanecer, y lucero de la tarde (segundo panel), cuando aparece en el Oeste al atardecer.



Figura 3: Serie de la luna y las estrellas. Alphonse Mucha (1900-1902). Fundación Mucha (Praga).

En el tercer panel, La Luna casi nueva aparece como un delgado arco. Da la impresión de que el artista ha representado la luz cenicienta. Se trata de esa luz débil que vemos en la parte del disco lunar no bañada por la luz solar, cuando la parte iluminada por el Sol es muy pequeña. La Tierra refleja la luz del Sol hacia la Luna, que de esta manera aparece ligeramente iluminada.

La Estrella Polar (cuarto panel), en el extremo de la cola de la constelación Osa Menor, es la estrella más cercana al punto de la bóveda celeste al que apunta el eje terrestre, es decir, el norte.

Mucha alcanzó fama mundial a partir de los trabajos que realizó en París. Son de destacar los carteles que diseñó para anunciar las obras de teatro representadas por la gran actriz Sarah Bernhardt. Fue pionero en aplicar el arte a la publicidad. Diseñó vistosos carteles publicitarios para muchas empresas, algunas de ellas españolas. Marcó con su arte multitud de objetos cotidianos como sellos, cajas de galletas, joyas, jabones, etc.

El Sol y la Luna

Inicialmente atribuída a Bramante, la autoría de esta obra corresponde probablemente a su discípulo Bramantino (llamado Bartolomeo Suardi, h.1465-1530). Fue adquirida para la colección Thyssen-Bornemisza en 1936. Viendo este maravilloso cuadro, ha de hacerse un esfuerzo para

apartar la mirada de la pálida, trágica expresión de Cristo cargada de tristeza. No es un Cristo triunfante, vencedor de la muerte característico de otras obras que representan a Cristo resucitado.

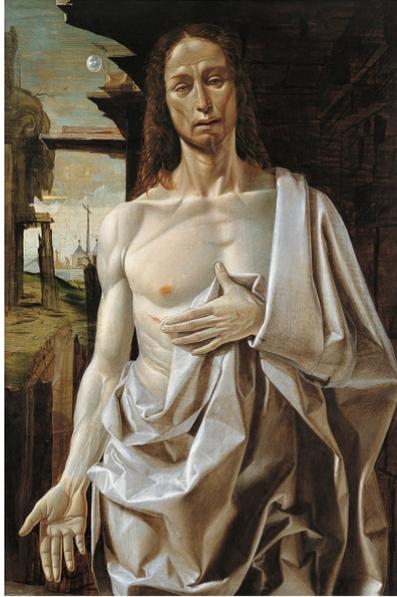


Figura 4: Cristo resucitado. Bramantino (1490). Museo Thyssen-Bornemisza (Madrid).

La representación de la Luna es interesante, pues se aprecia el contraste de claros y oscuros visible a simple vista en nuestro satélite debido a los llamados “mares”. Los “mares” lunares son grandes planicies oscuras que reflejan menos luz del Sol que zonas más elevadas. Se originaron en las etapas tempranas de la Luna, como consecuencia de afloraciones basálticas generadas como consecuencia de impactos y/o erupciones volcánicas. Aunque su nombre sugiere lo contrario, no contienen agua.

El Sol y la Luna han sido representados a menudo simultáneamente en escenas de la Crucifixión de Cristo, el primero a su derecha y la segunda a su izquierda. La obra de la siguiente página es un ejemplo. Se trata de un cuadro de gran belleza, muy rico en símbolos y con un cuidado exquisito del detalle. Junto a Cristo aparecen María, San Juan y la Magdalena, además de varios personajes secundarios.

En la narración bíblica, mientras Cristo agoniza en la cruz el cielo se oscurece durante tres horas.

⁴⁴*Era ya como la hora de sexta, y las tinieblas cubrieron toda la tierra hasta la hora de nona,* ⁴⁵*oscureciéndose el sol y el velo del templo se rasgó por medio (San Lucas 23,44).*



Figura 5: Crucifixión. Juan de Flandes (1509-1518). Museo del Prado (Madrid).

En el cuadro, la gran nube que oscurece el cielo parece representar esa oscuridad que lo cubre todo.

Frecuentemente se ha interpretado que este oscurecimiento fue consecuencia de un eclipse de Sol, es decir, la Luna se interpuso entre el Sol y la Tierra ocultándolo. Sin embargo, si la muerte de Cristo se produjo en Luna llena, un eclipse solar hubiera sido imposible.

Juan de Flandes (h.1465-1519) era de origen flamenco. En 1496 vino a Castilla para convertirse en pintor de Corte de la reina Isabel la Católica. Tras la muerte de la reina en 1504 se instaló en Palencia. Allí realizó este cuadro para el retablo mayor de la catedral por encargo del obispo de Palencia. Llamen la atención el cuidado del artista por los detalles (los ropajes de los personajes, las manos de Cristo y su larga melena, la armadura del caballero), los símbolos (por ejemplo, los objetos a los pies de Cristo) y la expresión de los personajes.

Los Planetas

En 1711 el Conde Luigi Massili quiso convencer al Papa de la importancia de contar con un observatorio astronómico para la Santa Iglesia. Para ello, encargó al artista Donato Creti (1671-1749) una serie de pinturas

que presentó al pontífice. En ellas Creti representó los objetos del Sistema Solar conocidos entonces: el Sol, la Luna, los planetas (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) y un cometa. El astrónomo Eustachio Manfredi supervisó el trabajo. El plan tuvo éxito, pues gracias al apoyo del Papa Clemente XI (pontífice de 1700 a 1721) se inauguró poco después en Bolonia el primer observatorio astronómico público de Italia².

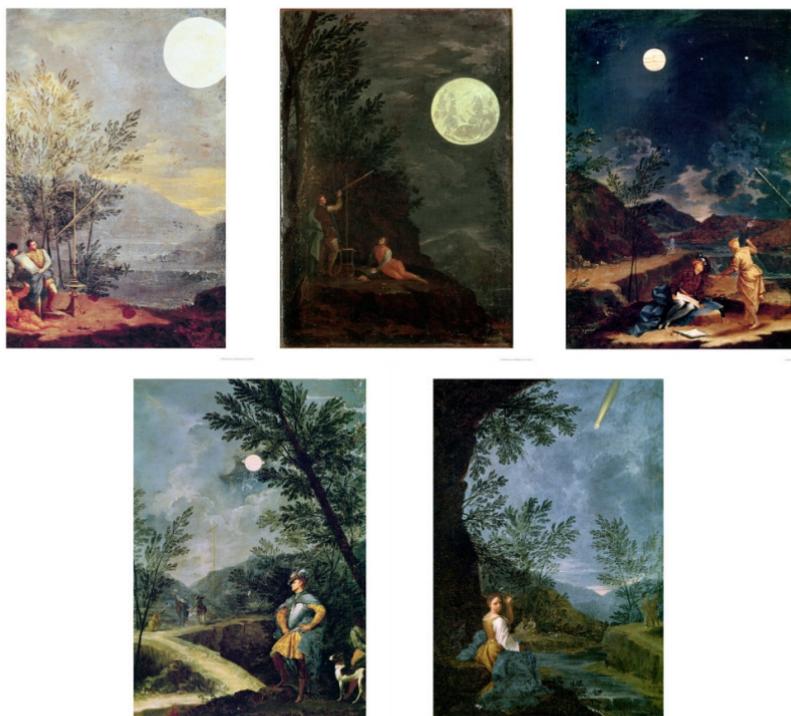


Figura 6: Observaciones Astronómicas. Donato Creti (1711). Museos Vaticanos (Roma).

Es una serie de ocho pinturas (aquí se muestran cinco) cada una con dimensiones de 51cm x 35cm. En todas se muestran escenas rurales y algún objeto astronómico. El artista representó los planetas y la Luna como se ven a través de un telescopio: las imágenes están invertidas, muy magnificadas y con detalles invisibles a simple vista. En el primer cuadro un joven

²Se recomienda visitar la página web de los Museos Vaticanos para apreciar los cuadros en alta resolución, http://mv.vatican.va/4_ES/pages/x-Schede/PINs/PINs_Sala15_08_059.html.

proyecta la imagen del Sol tomada a través de un telescopio en un objeto plano que sostiene en sus manos. En el segundo, la superficie de la Luna, con cráteres claramente visibles, es representada con exquisito detalle. Se aprecian las bandas y la famosa Mancha Roja en la superficie de Júpiter (tercer cuadro) y tres de sus satélites. En el cuarto, Saturno aparece rodeado por un anillo. En el quinto cuadro, se ve un cometa con cabeza y cola. En los tres cuadros que faltan, aparecen Mercurio, Venus y Marte. En varios de los cuadros aparecen el telescopio y otros instrumentos, que son utilizados por algunos personajes mientras otros toman notas y realizan dibujos.

Los Cometas

El poeta, pintor y grabador inglés William Blake (Londres, 1757-1827) defendió la imaginación frente a la razón. Su obra gráfica, poderosa y simbólica, desafió las convenciones artísticas del siglo XVIII.

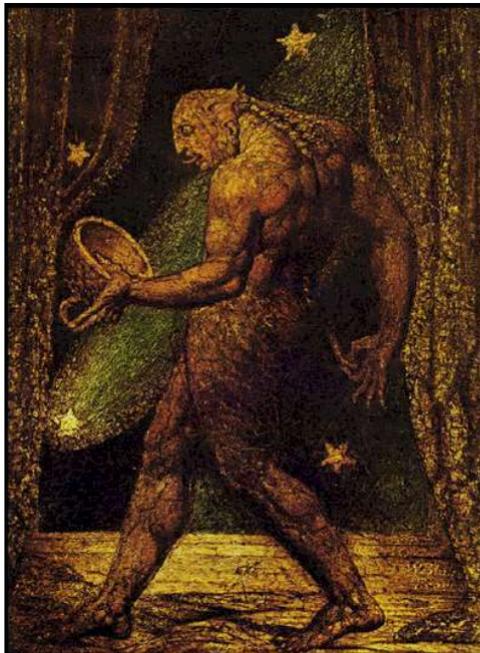


Figura 7: El Fantasma de una pulga. William Blake (1819-1820). Tate Gallery (Londres).

En esta obra representa un fantasma grotesco, medio animal, medio humano, caminando entre unas cortinas que recuerdan el escenario de un

teatro. Su monstruosidad contrasta con el pequeño tamaño de la pulga que se aprecia entre sus pies y que representa la encarnación física del coloso. Blake tenía visiones fantásticas que inspiraron su obra artística, durante las cuales hablaba con ángeles y personas fallecidas. “El Fantasma de la Pulga” es resultado de una de esas visiones. Según Blake, en ella una pulga le dijo que “las pulgas están habitadas por el alma de seres humanos sedientos de sangre, que son confinados en el cuerpo de pequeños insectos porque si tuviesen el tamaño de un caballo, beberían tanta sangre que gran parte del país estaría despoblada”³.

En el cuadro llama la atención la estrella con larga cola. El deterioro provocado por el paso del tiempo ha hecho que el brillante azul original de la cola haya sido reemplazado por un color marrón oscuro. William Blake ha representado un bólido o quizás un cometa⁴.

Un meteoro es un fenómeno luminoso popularmente conocido como estrella fugaz. Se produce cuando partículas presentes en el medio interplanetario originadas en la degradación de superficies de asteroides, cometas o incluso planetas, son interceptadas por la órbita de la Tierra y entran en la atmósfera. Los meteoros más brillantes que el planeta Venus se denominan bólidos y están asociados con partículas con tamaños desde varios centímetros hasta varios metros. Un cometa, por el contrario, es un cuerpo celeste constituido por hielo y roca que orbita el Sol siguiendo una órbita muy elongada. El núcleo del cometa suele tener un diámetro de varios kilómetros. A medida que se acerca al Sol, la sublimación de los hielos hace que desarrolle una cola en dirección opuesta a éste que puede llegar a medir muchos millones de kilómetros.

Los cometas, como los eclipses de Sol, han inspirado terror durante milenios en numerosas culturas, pues se consideraban portadores o mensajeros de grandes desgracias. Cuando el cuadro de la página siguiente se realizó en el siglo XIX, la ciencia había desvelado ya muchos misterios sobre la naturaleza de los cometas y gracias a ello ese aura de terror se había mitigado considerablemente. En la obra de Dyce aquí mostrada, el cometa Donati se percibe muy débilmente en el cielo de la tarde, mientras varios miembros de la familia del artista recogen conchas tranquilamente en la playa.

Dyce (Escocia, 1806-1864) pintó este cuadro tras un viaje a Pegwell Bay, un popular lugar de vacaciones inglés, en el otoño de 1858. Llama la atención la cuidadosa representación de las paredes del acantilado con estratos bien definidos, lo cual deja patente el interés del artista por la geología.

³The Guardian, 19 de abril de 2003.

⁴Se recomienda visitar la página web de la Tate Gallery de Londres, <http://www.tate.org.uk>.

El cometa Donati fue descubierto por el astrónomo italiano Giovanni Battista Donati el 2 de junio de 1858. Fue el primer cometa fotografiado (1858). Fue el propio Donati el primero en obtener un espectro de un cometa (cometa 1864 II) en 1864.



Figura 8: Pegwell Bay, Kent. Recuerdo del 5 de Octubre de 1858. William Dyce (1858-1860). Tate Gallery (Londres).

El trazo apenas perceptible de la cola del cometa hace que el cuadro provoque una sensación muy diferente a la que transmitiría de no estar el cometa: la existencia del ser humano parece así efímera, instantánea.

La Vía Láctea

En una noche despejada y oscura, lejos de la ciudad, el disco de nuestra galaxia, la Vía Láctea, se aprecia como una banda difusa de luz blanquecina que cruza la bóveda celeste. En 1609, hace 401 años, Galileo Galilei apuntó su telescopio por primera vez al cielo estrellado. Como resultado de estas observaciones, entre el otoño de 1609 y los dos primeros meses de 1610 descubrió entre otras cosas que la Vía Láctea está formada por incontables estrellas.

La primera representación realista de la Vía Láctea en una obra de arte aparece en el cuadro “Huída a Egipto” de Adam Elsheimer (1578-1610), pintor alemán que ilustró en sus obras historias tomadas de la

literatura clásica y de la Biblia. En este cuadro, que pintó en Roma en 1609, representa la huída a Egipto de la Sagrada Familia.

El artista logra representar el cielo estrellado con gran maestría. No sólo se aprecian multitud de estrellas y varias constelaciones, si no que por primera vez aparece en una obra de arte la Vía Láctea, resuelta en innumerables estrellas individuales. Esto ha despertado un interesante debate sobre si Adam Elsheimer conocía o no los trabajos de Galileo. Recordemos que este cuadro se realizó el mismo año en que Galileo apuntó su telescopio por primera vez al cielo.



Figura 9: Huída a Egipto. Adam Elsheimer (1609). Alte Pinakothek, (Munich).

Hoy sabemos que la Vía Láctea tiene una estructura de forma espiral. Contiene más de cien mil millones de estrellas y el Sol es una de ellas. Nuestro Sistema Solar se halla en uno de los brazos espirales lejos del centro, en la “periferia”.

En la figura de la siguiente página vemos la Vía Láctea en una obra más reciente. Además de numerosas estrellas, se aprecia claramente la banda de la Vía Láctea.

Henri Edmond Cross (1856-1910) fue un pintor francés puntillista. Esta técnica consiste en pintar a base de puntos de color puro. Desde mediados de los años noventa del siglo XIX, el artista abandonó los puntos diminutos por pinceladas más amplias y ordenadas, semejantes a teselas de mosaico, como se aprecia en esta obra.



Figura 10: Paisaje con estrellas. Henri-Edmond Cross (1905-1906). Metropolitan Museum of Art (Nueva York).

La instrumentación astronómica

A partir de 1580 escolares jesuitas visitaron China como misioneros y comenzó así un fructífero período de intercambio cultural entre el Este y el Oeste. Algunos de ellos, como Ferdinand Verbiest (1623-1688), de origen flamenco, prestaron una atención especial a la Astronomía. Verbiest viajó a China para trabajar como astrónomo en la corte del emperador Kangxi. Los jesuitas mantenían una dura competición con los astrónomos chinos y musulmanes por la supremacía religiosa y científica. La tensión llegó a ser máxima y Verbiest fue encarcelado bajo sentencia de muerte. En 1699 venció a su oponente chino en una prueba en la que debía demostrar la exactitud de su ciencia y así salvó la vida⁵.

Su logro más importante fue el diseño de una colección de seis instrumentos astronómicos que incluía la esfera armilar, el sextante y el globo estelar entre otros. Para ello se inspiró en diseños de instrumentos de Tycho Brahe. Fueron instalados en la torre del Observatorio de Beijing junto con otros instrumentos tradicionales chinos donde continúan actualmente. Verbiest publicó más de 100 trabajos dedicados a los instrumentos del Observatorio.

En el grabado de la figura Verbiest aparece vestido con atuendo oficial chino y dos instrumentos astronómicos: un sextante y un globo celeste. El

⁵Martin Kemp, "China: A shared view of the heavens". Nature 2008 (454, 405).

sexante se utilizaba para medir la elevación de un objeto celeste sobre el horizonte y para medir el ángulo entre dos objetos celestes, aunque este está limitado a un máximo de 60 grados. En navegación se utiliza para determinar la latitud del lugar. El globo celeste es una representación de la bóveda celeste. Se utilizaba para identificar objetos celestes. En el grabado se aprecian varias constelaciones.



Figura 11: Ferdinand Verbiest con atuendo chino. Utagawa Kuniyoshi (1827). Museo Británico (Londres).

La figura del astrónomo

Para terminar, un cuadro en el que Vermeer representó a un astrónomo, con la característica maestría del artista para jugar con la luz y el intimismo de las escenas cotidianas. Como frecuentemente en sus obras, la escena es iluminada por la luz que entra a través de una ventana situada en la izquierda de la escena.

El astrónomo se vale para sus estudios de un globo de Jodocus Hondius, con complejas representaciones de varias constelaciones. En la parte superior izquierda se aprecia la Osa Mayor. El Dragón y Hércules aparecen en el centro y la Lira en la derecha. Se conservan tres copias de este

globo celeste. Solía venderse en pareja con un globo terrestre. Uno de éstos aparece representado en el cuadro “El Geógrafo”, también de Vermeer⁶.



Figura 12: El Astrónomo. Johannes Vermeer (1668). Museo del Louvre (París).

El manual que utiliza el astrónomo ha sido identificado con el libro titulado “Sobre la Investigación y la Observación de las Estrellas” de Adriaan Metius. Era una guía práctica para estudiar Astronomía y Geografía, que en el siglo XVII estaban mucho más relacionadas que en la actualidad. Contenía, además, instrucciones detalladas sobre el arte de la navegación. Metius estudió con el gran astrónomo Tycho Brahe.

Se sabe poco sobre la vida de Vermeer. Nació en Delft (Holanda) en 1632 y murió en 1675. A pesar de su escasa producción (se le atribuyen 35 cuadros conocidos) y de gozar de un éxito moderado durante su vida, Vermeer es hoy uno de los pintores más famosos del siglo XVII, la llamada Edad de Oro holandesa, por ser época de florecimiento cultural y económico tras la independencia de España.

⁶Essential Vermeer. The complete interactive Vermeer catalogue. Jonathan Jason (2009), <http://www.essentialvermeer.com>.

EL LADO OSCURO DE LA LUZ

Francisco Colomer Sanmartín

*Jefe de Servicio de Efemérides y Hora
Observatorio Astronómico Nacional
Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento*

La contemplación del cielo estrellado es probablemente uno de los mayores placeres que existen. Complejo y grandioso, nos envuelve y maravilla en sus detalles. Nos conmueve su belleza, y encogemos ante su visión, mientras imaginamos otros mundos, otras civilizaciones lejanas. O quizás no. Pues el cielo estrellado ya casi nadie lo ve.

Introducción

En los albores de la humanidad, los primeros seres humanos disfrutaban de la contemplación del cielo nocturno. Los cuerpos celestes formaron parte de sus vidas, y comprobaban posiblemente asombrados la aparición diaria del Sol, y los cambios en el cielo de la Luna, los planetas, cometas, etc. Tratando de comprender la existencia de los astros, y la suya propia, idearon teorías del mundo, dioses, mitos, héroes, ángeles y demonios. En todo el planeta, la visión del cielo estrellado ha intervenido en el establecimiento de las civilizaciones y de sus religiones. Había mucho que explicar, y pocos medios.

Durante siglos, el hombre ha continuado pudiendo contemplar el cielo. Ello ha sido fuente de inspiración cultural, en pintura, poesía, música... Su magnífica complejidad no ha pasado inadvertida a las mentes más brillantes. El desarrollo científico está íntimamente ligado a la constatación de que somos parte del Universo. Basta imaginar cómo sería nuestro mundo y nuestra civilización si viviésemos en un planeta cuya atmósfera no permitiese mirar más allá, quedando nuestra percepción del Universo acotada a nuestra pequeña Tierra.

Para millones de personas, en la actualidad, el mundo no es muy diferente de lo que acabamos de describir. Privados habitualmente de la contemplación del cielo nocturno por la contaminación lumínica que existe en las ciudades que habitamos, hemos perdido la consciencia de ser parte del Universo. Restringimos nuestros pensamientos a lo que es local e inmediato. La sociedad ha perdido una gran herramienta para mantener un estado de curiosidad que es básico para el progreso ordenado y sostenible.



Figura 1: “La noche estrellada”, por Vincent Van Gogh (1889), Museo de Arte Moderno de Nueva York. Muestra en la parte central del lienzo el pueblo de Saint-Rémy bajo un cielo arremolinado. El Museo de Orsay (París) alberga otro famoso cuadro, “Noche estrellada sobre el Ródano”, pintado por Van Gogh en 1888 durante su estancia en Arlés, en el que se aprecia la constelación de la Osa Mayor y otras estrellas, así como la incipiente contaminación lumínica producida por las lámparas del puerto.

¿Qué es la contaminación lumínica?

Se puede definir la contaminación lumínica como “la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, horarios o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces” ¹.

¹Asociación contra la Contaminación Lumínica “Cel Fosc”, <http://www.cel-fosc.org/>.



Figura 2: Distribución de la contaminación lumínica en la Tierra vista por los satélites del Defense Meteorological Satellites Program (DMSP) de EE.UU. (Cortesía NASA/GSFC y NOAA/NGDC).

Siendo obvio que la iluminación es imprescindible para la actividad humana, lo cierto es que por ahora, y principalmente en el mundo desarrollado, se ha identificado erróneamente el progreso con una mayor iluminación. Europa, Estados Unidos, o Japón son fácilmente reconocibles en fotos nocturnas del planeta, como lo son grandes ciudades como Sídney, Johannesburgo, Río de Janeiro... África, el oeste de China, los bosques canadienses, Siberia, la amazonia y las grandes llanuras australianas están a oscuras.

¿Pero realmente el progreso necesita de tanta iluminación? Sin duda, el hecho mismo de que veamos tanta luz desde el satélite implica que muchísimas luminarias iluminan el cielo, escapando por tanto su luz de los objetos que se pretende iluminar. Querer hacerlo a propósito sería un proyecto descomunal. Un exceso desmesurado e insostenible. Un derroche irracional y absurdo.

Nuestra preocupación, como profesionales de la Astronomía, es conseguir suficiente oscuridad en el cielo sobre nuestros instrumentos para permitir realizar estudios de gran calidad. Puede parecer una obsesión de unos pocos, un problema menor, resoluble por la instalación de dicha instrumentación en territorios “oscuros”. Dicha solución no siempre es realizable, no obstante, por la necesidad de compaginar la oscuridad del cielo con otros factores (como la altura para evitar la humedad de la atmósfera, o la necesaria cercanía a las infraestructuras de apoyo a la investigación).

La realidad de la iluminación de las ciudades europeas hace imposible compaginar la instalación de grandes infraestructuras de investigación astronómica en casi cualquier lado. En España, sin ir más lejos, la sobreiluminación de Madrid capital se aprecia a simple vista a más de 200 km de distancia, y produce un resplandor detectable por telescopios de mediano tamaño instalados incluso en Santander. Ni que decir tiene que ninguna zona de la península es completamente apta para la instalación de instrumentación astronómica avanzada.



Figura 3: Visión nocturna de Madrid y las poblaciones del Corredor...



Figura 4: Fotos tomadas por Todd Carlson el 14 de agosto de 2003, durante un apagón en la costa este de EE.UU. (izquierda). La visión directa de los astros desaparece en cuanto se repara la avería (derecha).

¿Pero cuál es la ventaja de iluminar inadecuadamente? Se considera que una mayor iluminación aumenta la seguridad. Sin embargo, en realidad aumenta sólo la sensación de seguridad. Los inconvenientes son numerosos: un consumo mayor e innecesario, un impacto negativo en el medioambiente (flora y fauna), y por supuesto, la pérdida de la visión del cielo nocturno para la mayoría de la población occidental.



... del Henares. Fotografía cortesía de Pedro-Luís Cuadrado Revuelta (pcuadrado@recol.es).

El proyecto StarLight y otras iniciativas

El 20 de Abril de 2007 se celebró en la isla de La Palma la “Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas”². Considerando que el cielo nocturno es un recurso patrimonio de toda la humanidad, y que su observación ha representado una inspiración y elemento esencial en el desarrollo cultural y científico de todas las civilizaciones, se insta a las autoridades a promover acciones de protección del medio ambiente nocturno a nivel local, nacional e internacional, y a informar y sensibilizar a todos los agentes implicados y a la población general sobre la necesidad de dicha protección.

Desde entonces, cada 20 de abril se celebra la “Noche Mundial en Defensa de la Luz de las Estrellas”.

Como ésta, otras iniciativas se van proponiendo para aumentar la concienciación social sobre la realidad de la contaminación lumínica y la importancia de preservar la oscuridad del cielo. Durante 2009, Año Internacional de la Astronomía, se ha desarrollado en España un proyecto pilar denominado “Descubre el cielo oscuro”³, para tratar aspectos como el desarrollo de nuevas técnicas de iluminación y actividades diversas (como fiestas de estrellas, cuentacuentos, etc.). Los aficionados y la población general pueden también participar activamente y contribuir a diseminar la concienciación sobre la problemática de la contaminación lumínica realizando sencillas observaciones del cielo nocturno, en campañas como “Globe at Night”⁴ o el proyecto IACO⁵ de la Asociación Malagueña de Astronomía.

La contaminación lumínica también ha sido estudiada en congresos monográficos, como el celebrado en Eslovenia en 2007⁶, o el grupo de trabajo formado durante el Noveno Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) celebrado en 2008⁷ en el que se discuten los aspectos científicos y legislativos relevantes a su prevención.

El mayor avance en este sentido ha sido la promulgación de la “Ley de Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias” (Ley del Cielo) en 1988. Su principal impacto está en el control de la contaminación lumínica en el Observatorio del Roque de los Muchachos (isla de La Palma), la contaminación radioeléctrica,

²Proyecto StarLight, <http://www.starlight2007.net/>.

³http://www.astronomia2009.es/Proyectos_pilares/Descubre_el_Cielo_Oscuro.html, <http://www.darkskiesawareness.org/>.

⁴<http://www.globe.gov/GaN/>, http://www.globe.gov/fsl/pdf/GaN/GaN2009ActivityPacket_Family_ES_web.pdf.

⁵“Investigación y Acción sobre el Cielo Oscuro”, <http://www.iaco.es/>.

⁶7th European Symposium for the protection of the night sky (Eslovenia, 5-6 Octubre 2007), <http://www.darksky2007.si/index.html>.

⁷<http://www.conama9.org/conama9/>, http://www.conama9.org/-conama9/download/files/GTs/GT_LUZ//LUZ_final.pdf.

atmosférica, y ecológica (control de rutas aéreas). La adaptación de luminarias con carácter retroactivo ha permitido disminuir al menos un 50 % los efectos de la contaminación lumínica en los alrededores del observatorio. En el proceso, los fabricantes certificaron más de un centenar de tipos de luminarias. En la actualidad, cualquier instalación precisa de un informe del IAC. La difusión de esta iniciativa ha permitido que otras comunidades autónomas regulen asimismo en el sentido de disminuir la contaminación lumínica; Cataluña fue pionera (2001), y posteriormente Baleares, Navarra, Cantabria y Andalucía. Algunos ayuntamientos han desarrollado ordenanzas municipales al respecto (Burgos, Santander, Sevilla, Córdoba, Tárrega, Castro-Urdiales, o sobre el entorno de la albufera de Valencia). Algunas de las normas publicadas no contemplan, desafortunadamente, la adaptación de instalaciones preexistentes.



Figura 5: Cielos anaranjados sobre Valencia, vistos desde L'Oceanografic. Fotografía de Francisco Colomer Sanmartín.

Este escenario contrasta, sobre todo, con la realidad de algunas grandes capitales como Valencia. Mientras el Plan de Eficiencia Energética del Ministerio de Fomento 2004-2012 propone un consumo medio de 75 kilovatios-hora por habitante y año⁸, en Valencia se consumen anualmente más de 127 kWh por habitante (a comparar con los 61,5 de Madrid

⁸http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/normativa_cc/pdf/plan_accion_2008_2012.pdf.

o los 57,4 de Barcelona). Ello tiene un impacto evidente también en los bolsillos de sus ciudadanos, que en 2007 gastaron 13 millones de euros en electricidad. Conviene recordar, no obstante, que si bien toda la contaminación lumínica implica gasto innecesario, el ahorro energético no es siempre síntoma de estar consiguiendo cielos más oscuros.

Impacto de la contaminación lumínica en Astronomía

La astronomía, profesional y aficionada, es la primera víctima de la contaminación lumínica. Los cuerpos celestes, incluso los más brillantes en origen, son detectados como relativamente débiles (a excepción del Sol) y su luz debe competir con la emitida por las actividades humanas, relativamente más intensas por estar mucho más cercanas. El cielo nocturno brilla principalmente por la luz de los astros, la luz zodiacal (polvo en el sistema solar) y el resplandor celeste (causado por átomos y moléculas en las capas altas de la atmósfera terrestre, que descargan radiación absorbida previamente). Sólo este último ya tiene un impacto sobre las observaciones; por ejemplo, una fuente de magnitud $V = 28$ se detecta con un telescopio de 8 metros (como un VLT) en 40 horas de observación, mientras que el HST (2,4 metros, en el espacio y por ello libre del impacto de la atmósfera) sólo precisa 4 horas. La contaminación lumínica, incluso si es pequeña, contribuye también a romper el delicado equilibrio que permita la observación de los objetos celestes desde la superficie de la Tierra.

Existen pocos estudios científicos que permitan estimar con precisión la cantidad de contaminación lumínica producida en cada lugar del planeta. Los trabajos de Cinzano, Elvidge⁹, o Falchi¹⁰ utilizan medidas de satélite para determinar el brillo del cielo nocturno, y desarrollan técnicas para prever la distribución y evolución de dicho brillo a cualquier longitud de onda y para diferentes condiciones atmosféricas. Según estos autores, dos tercios de la población mundial viven en zonas contaminadas (el 99 % en EE.UU.). Nuestra galaxia, la Vía Láctea, ya no es visible sobre los hogares del 50 % de los ciudadanos de la Unión Europea (el 67 % en EE.UU.), mientras que una sexta parte de los europeos (y el 40 % de los norteamericanos) no ven el cielo nocturno en absoluto. Este tipo de estudios, permitiendo cartografiar áreas muy extensas, deben realizar un modelado cuidadoso de la atmósfera para distinguir entre la luz que sale de ella (y es detectada por los satélites) y la que queda atrapada (y genera contaminación lumínica). Las medidas fotométricas realizadas desde tierra son el complemento ideal para dar exactitud a los estudios globales.

⁹P. Cinzano y C. D. Elvidge, "Night sky brightness at sites from satellite data", <http://sait.oat.ts.astro.it/MSAIt740203/PDF/2003MmSAI..74..456-C.pdf>.

¹⁰P. Cinzano, F. Falchi, y C. D. Elvidge, "The first World Atlas of the artificial night sky brightness", *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 328, 689-707 (2001).

El brillo del cielo nocturno puede medirse de forma cualitativa y sencilla, por ejemplo mediante la estimación visual de la magnitud límite. Es el caso del proyecto IACO, o del “Globe at night”, en que los participantes comunican si llevan a ver o no estrellas de fácil identificación (como los asterismos de ciertas constelaciones) o cuentan el número de estrellas visibles en las áreas que dichos asterismos delimitan. Este proceso es útil cuando se recogen medidas de muchas personas distintas.

Para obtener medidas más precisas se requiere instrumentación adecuada. Se podría definir una magnitud asociada al brillo del cielo, con la dificultad de que es una fuente extensa mientras que las estrellas se ven puntuales: se considera por ello el brillo por unidad de arcosegundo cuadrado ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$). Como la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda se parece bastante a uno de los filtros comúnmente usados en astronomía óptica (el filtro V), se define¹¹:

$$b = 10^{(12,60-m)/2,5}$$

$$m = 12,60 - 2,5 \log_{10} b$$

Así, un brillo de m magnitudes medido en el filtro V equivale de manera muy aproximada a b candelas por metro cuadrado¹².

Una fuente luminosa astronómica con un brillo aparente total de m magnitudes en la banda V, si se sitúa en el cenit, ilumina el terreno con una iluminancia horizontal (o densidad luminosa) i , medida en luxes, dada por: $i = 10^{(-13,97-m)/2,5}$

Por ello, la Luna llena en posición cenital ($m = -12$) y en una noche muy clara puede llegar a inducir una iluminancia en torno a 0,16 lux. Comparativamente, la densidad luminosa de las estrellas es de 0,0003 lux, y de un día nublado, 10 000 lux.

Para controlar el impacto de la contaminación lumínica sobre los estudios astronómicos, en primer lugar deben utilizarse luminarias que eviten por completo la emisión de luz sobre el horizonte. El límite adoptado en las mejores normativas de estados y regiones europeas es de 0 ($\pm 0,5$) cd/klm (candela por kilolúmen) sobre el plano horizontal. En España, sin embargo, las condiciones de brillo de las luminarias están recogidas en el “Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior”,¹³ en el que se acepta un valor diferente de cero del Flujo Hemisférico Superior (FHS) de las luminarias (en áreas o parajes que se suponen oscuros, zonas E1, como los observatorios astronómicos internacionales o los parques naturales, se acepta un FHS de hasta un 1 %).

¹¹Noveno Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)

¹²Equivalencias: 1 lúmen (flujo luminoso) = 1 cd x sr (cd = candela = intensidad luminosa); 1 lux (densidad luminosa) = 1 lúmen/ m^2 .

¹³R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre.



Figura 6: Ejemplos de luminarias adecuadas (izquierda) e inadecuadas (derecha) para combatir el problema de la contaminación lumínica. Cortesía de la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC-IAC), <http://www.iac.es/otpc/OTPC-IAC>.

Hay que tener en cuenta que, contrariamente a lo que podría parecer, la luz emitida en ángulos pequeños y cercanos a la horizontal produce mucha contaminación lumínica. Dicha luz perniciosa es precisamente producida por las luminarias, y no por las superficies iluminadas. Debido al pequeño espesor de la atmósfera, la emisión de luz cerca de la horizontal se propaga más lejos y produce un efecto mucho mayor que la emisión a ángulos elevados, que se escapa al espacio. Es por ello que un valor pequeño del FHS no permite, en sí mismo, terminar con la contaminación lumínica.

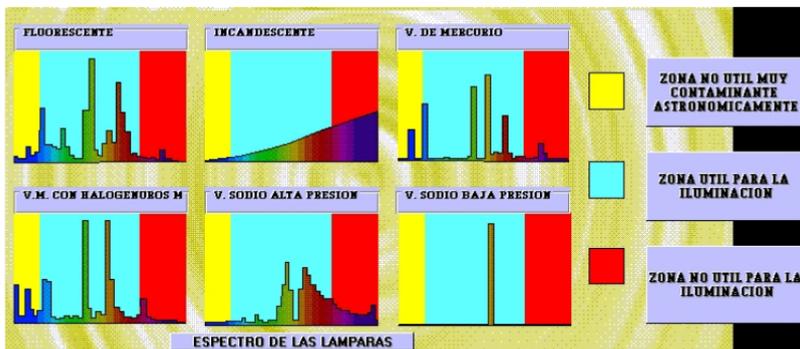


Figura 7: Espectro de varios tipos de lámparas. Cortesía: Oficina (OTPC-IAC).

Respecto a las lámparas que montan las luminarias, las menos perjudiciales son las de vapor de sodio de baja presión, que emiten toda su luz en una estrecha línea del espectro (a la longitud de onda de 589 nm), dejando limpio el resto del mismo. Estas lámparas son las más eficaces pues consumen, para un mismo paquete luminoso, 5 veces menos que las incandescentes, 2,2 menos que las de mercurio y 1,5 veces menos que las de vapor de sodio de alta presión y fluorescentes¹⁴. La concentración de la emisión en longitudes de onda determinadas permite construir dispositivos que filtren dicha emisión, recuperando la oscuridad del cielo.

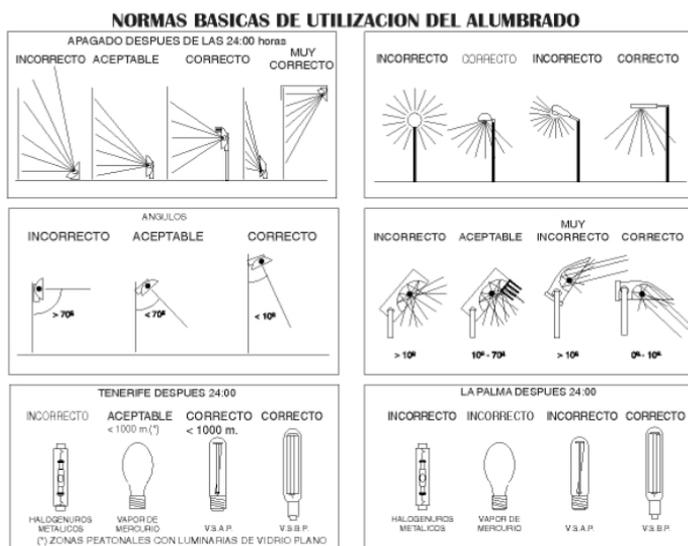


Figura 8: Orientación de las luminarias y tipos de lámparas, y su correspondiente producción de contaminación lumínica. Cortesía: Oficina (OTPC-IAC).

Impacto de la contaminación lumínica en otras áreas

Los seres vivos de nuestro entorno, y nosotros mismos, adaptamos nuestro ciclo vital a la disponibilidad o no de luz solar. La humanidad en su conjunto aprovecha la noche para descansar. La oscuridad, no obstante, tiene ventajas para numerosas especies que se sirven de ella para escapar de sus depredadores. Han evolucionado gracias a ella.

¹⁴Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC-IAC)

Recientemente, la luz artificial ha permitido ampliar la duración de los periodos de tiempo en que nuestras sociedades desarrollan su actividad. Ello también ha cambiado las condiciones físicas de los entornos en que viven muchas especies, demasiado rápido para que éstas puedan adaptarse. En muchos casos, este efecto no se ha contemplado como un problema sino como una oportunidad para realizar control de plagas, etc. Una grave simplificación que no es sino la punta del iceberg.

Algunas iniciativas dirigidas a reducir la contaminación lumínica para alcanzar beneficios medioambientales han estado ligadas a algún tipo de aprovechamiento como el ahorro energético o el turismo ecológico, no siendo capaces aún de comprender la necesidad de controlar la agresión que significa el uso de iluminación inadecuada, en cualquier entorno. Dos mensajes (el ahorro y la protección medioambiental) que deben llegar con igual fuerza al ciudadano.

La contaminación lumínica es un grave problema para los ecosistemas. La Unión Europea quizás comienza a darse cuenta, por lo que ha financiado proyectos bajo el paraguas del programa LIFE, como el proyecto Ecolight para proteger el entorno de la albufera de Valencia, capital de la excesiva e inadecuada iluminación en España, y probablemente en Europa. Con Ecolight se investigaron procedimientos de medida del impacto de la contaminación lumínica en flora y fauna (bioindicadores), y una metodología exportable a otros entornos a proteger.

La exposición a la luz durante la noche también tiene consecuencias en la salud de las personas, alterando la función del reloj biológico por su impacto en la producción nocturna de melatonina. Niveles menores a los habituales pueden provocar la aparición de tumores. Es fácil suponer que el aumento incesante de la iluminación nocturna tendrá también impacto, a largo plazo, en los demás seres vivos.

Es de señalar que la inhibición de producción de melatonina, por parte de la glándula pineal (conectada con los ojos), se produce por exposición incluso a periodos cortos de luz, fundamentalmente en la longitud de onda del color azul. Por ello debe evitarse salir de la oscuridad durante las últimas fases de la noche, cuando los niveles de melatonina no pueden ya restablecerse. La iluminación exterior que entra intrusa a las viviendas es especialmente dañina cuando incluye dichas longitudes de onda. Siendo también un antioxidante, la melatonina ayuda a envejecer mejor. Todo un cúmulo de ventajas a las que accedemos cuando no estamos expuestos a la contaminación lumínica.

Contaminación radioeléctrica

La emisión de ondas electromagnéticas a longitudes de onda distintas del visible también puede significar contaminación. En particular, las

interferencias de ondas radio son conocidas y sufridas por la población, significando una peor calidad de las telecomunicaciones, y por ello están reconocidas y reguladas.

La Ley General de Telecomunicaciones¹⁵ establece un marco de coordinación del uso del dominio radioeléctrico, así como la protección de los diversos servicios que precisan utilizarlo. En lo que compete a los observatorios astronómicos, la ley sigue lo dispuesto en la Recomendación ITU-R RA-769-2 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que proporciona los “Criterios de protección para las mediciones radioastronómicas”. Esta recomendación fija los umbrales de radiación interferente en los observatorios a partir de los cuales se produce una degradación de la calidad de las observaciones radioastronómicas. Por ello, la Disposición adicional primera de la LGT establece las limitaciones aplicables a las construcciones, tendidos eléctricos, líneas férreas, y transmisores radioeléctricos (distancia y potencia) situados en las cercanías de los mismos. El espíritu de la Ley queda patente en la expresión “no podrán establecerse, por vía reglamentaria, limitaciones a la propiedad ni servidumbres que contengan condiciones más gravosas” que las indicadas.

Límites máximos de la emisión radioeléctrica interferente en las bandas de frecuencia protegidas para investigación radioastronómica

Banda de frecuencias	Densidad de flujo de potencia $dB (W/m^2)$	Intensidad de campo eléctrico equivalente $dB (V/m)$
1400 - 1427 MHz	-180	-34,2
1610,6 - 1613,8 MHz	-181	-35,2
1660 - 1670 MHz	-181	-35,2
2690 - 2700 MHz	-177	-31,2
4990 - 5000 MHz	-171	-25,2
10,6 - 10,7 GHz	-160	-14,2
15,35 - 15,4 GHz	-156	-10,2
22,21 - 22,5 GHz	-148	-2,2
23,6 - 24 GHz	-147	-1,2
31,3 - 31,8 GHz	-141	4,8
42,5 - 43,5 GHz	-137	8,8
86 - 92 GHz	-125	20,8

Para todas las demás frecuencias de la banda, se establece una limitación de la intensidad del campo eléctrico de +88.8dB (mV/m), medida en la ubicación de la Estación de Radioastronomía.

Como consecuencia, la protección radioeléctrica que disfruta el Centro Astronómico de Yebes (centro nacional de Radioastronomía, en Guadalajara), reflejada en la ORDEN CTE/1444/2003, de 22 de mayo (BOE del 4

¹⁵LGT, Ley 32/2003, de 3 de noviembre; BOE del 4 de noviembre de 2003.

de Junio de 2003)¹⁶ se limita principalmente a aquellas bandas de frecuencia en las que la Radioastronomía está asignada como servicio primario (definidas en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias, CNAF; actualizado en la orden ITC/3391/2007 de 15 de noviembre)¹⁷. En dichas bandas, la emisión de ondas radio no puede superar las intensidades reflejadas en la Tabla 1, con independencia de la ubicación del transmisor. A nivel práctico, no obstante, se establece una zona de coordinación de 20 km de diámetro alrededor del observatorio, en la que cualquier instalación emisora deberá demostrar que no interferirá. La Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, debe velar por su cumplimiento.



Figura 9: Radiotelescopio de 40 metros de diámetro. Centro de Desarrollos Tecnológicos y Observatorio Astronómico Nacional. Instituto Geográfico Nacional, Yeves (Guadalajara).

La protección de los observatorios de radioastronomía conseguida a través de la legislación mencionada es claramente insuficiente. No sólo por-

¹⁶por la que se establecen limitaciones a la propiedad y servidumbres para la protección radioeléctrica del Centro Astronómico de Yeves.

¹⁷<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/Paginas/CN-AF.aspx>.

que la investigación del Universo precise en ocasiones observar a frecuencias distintas de las indicadas, sino principalmente porque cualquier emisión intensa fuera de esas bandas (típica de los demás servicios de telecomunicaciones) puede ser detectada por la instrumentación ultrasensible del observatorio (grandes radiotelescopios, y receptores de muy bajo ruido y gran ganancia; Figs. 9 y 10). Dispositivos como los UWB (“Ultra Wide Band”, como son los radares anticolidión de los automóviles de alta gama) llenan todo el espectro con radiación de baja potencia que, en las cercanías de un radiotelescopio, genera importantes interferencias. Mejoras imprescindibles en la ley nacional serán por ejemplo el establecimiento de “Zonas de Silencio Radioeléctrico” (como ya existen en otros países) alrededor de los observatorios, y la coordinación internacional con los operadores de transmisiones vía satélite para evitar la iluminación de los parajes donde se asientan los observatorios de radioastronomía más importantes.

La Fundación Europea para la Ciencia (ESF), mediante su Comité de expertos sobre Frecuencias para Radioastronomía¹⁸, vigila para que se legisle atendiendo las necesidades del estudio científico del cosmos, de manera que las frecuencias de interés se mantengan libres de interferencias.

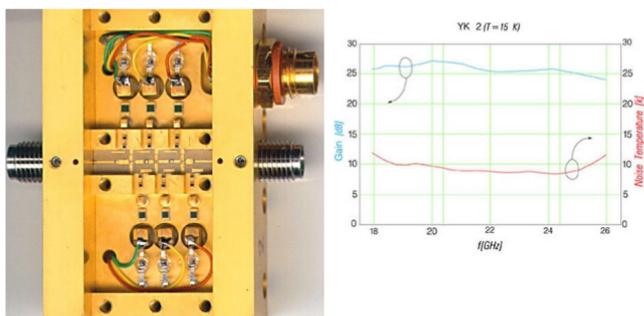


Figura 10: Amplificador criogénico ultrasensible de banda K, optimizado para cubrir la banda de 20,5 a 24,5 GHz para observaciones de las líneas del agua (22,3 GHz) y HC3N (23,7-24,1 GHz), que puede ser usado en la banda extendida de 18 a 26 GHz sin mucha degradación en los resultados de ruido y ganancia. El amplificador tiene tres etapas con dispositivos de fosforo de Indio (InP) hechos por TRW para CHOP (Cryogenic HEMT Optimization Program, JPL, EE.UU.). El diseño se realizó originalmente para el receptor de 22 GHz del radiotelescopio de 40 m del IGN en Yebes.

¹⁸CRAF, <http://www.astron.nl/craf/>

Asociaciones en defensa del cielo nocturno

La Asociación contra la Contaminación Lumínica Cel Fosc, es una organización española de ámbito nacional, dedicada expresamente al estudio, divulgación, asesoramiento y denuncia en materia de contaminación lumínica. Está integrada por científicos, ingenieros, educadores, periodistas y otros profesionales, y cuenta con una amplia participación de astrónomos aficionados, además de tener la adhesión expresa de algunas de las asociaciones astronómicas de más solera de nuestro país. La defensa de las condiciones naturales de oscuridad por medio del control del alumbrado nocturno, es uno de los principales objetivos de esta asociación. En particular, la defensa del cielo oscuro como patrimonio y derecho de todos, constituye uno de sus principales objetivos. Mantiene un grupo de discusión en internet¹⁹ al que pueden suscribirse gratuitamente todas las personas interesadas en el problema de la contaminación lumínica.

Objetivos similares se desarrollan en varias provincias. En Murcia, la “Campaña Cielo Oscuro”²⁰ pretende específicamente lograr que los ayuntamientos de dicha comunidad autónoma garanticen una adecuada iluminación y dispongan de ordenanzas municipales donde se establezcan las condiciones que deben cumplir las instalaciones de alumbrado exterior, y también conseguir la promulgación de una ley de ámbito autonómico contra la contaminación lumínica. Está adherida a la campaña “Energía Sostenible para Europa” (Sustainable Energy Europe Campaign), una iniciativa de la Comisión Europea para sensibilizar a la ciudadanía sobre la necesidad de cambiar el panorama energético en Europa.

En estrecha colaboración con la Asociación de Astrónomos Aficionados de la Universidad Complutense de Madrid (ASAAF-UCM), el Grupo de Cielo Oscuro de la Universidad Complutense de Madrid²¹ elabora mapas de iluminación de la UCM, realizando medidas de brillo del fondo de cielo, e informa acerca de los efectos de la contaminación lumínica, tratando de reducir su impacto y promoviendo una iluminación más eficiente y económica en general (y en la Ciudad Universitaria en particular).

A nivel internacional, la “International Dark-Sky Association” (Asociación Internacional para el Cielo Oscuro)²² promueve cambios en las legislaciones de los países que permitan la protección de los observatorios astronómicos, y la percepción que los ciudadanos pueden alcanzar del Universo, además del ahorro energético, financiero, y el uso racional de los recursos. Está respaldada por la Unión Astronómica Internacional (grupo de trabajo

¹⁹Grupo de discusión de Cel Fosc en internet, <http://es.dir.groups.yahoo.com/group/celfosc/>.

²⁰<http://www.um.es/cielosucuro/>.

²¹<http://www.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/CL/index.html>.

²²<http://www.darksky.org/>.

“Controlando la contaminación lumínica” de la Comisión 50²³. Objetivos similares a los que persigue la activa asociación “CieloBuido” en Italia²⁴.

Epílogo

En las últimas décadas se ha comprobado que la cantidad de iluminación producida por la sociedad, consecuencia del progreso deseado por todos, ha aumentado alarmantemente. Si bien dicha consecuencia es explicable, no es sin embargo inevitable. El progreso no necesita de más sino de mejor iluminación. El uso racional de los recursos, en este aspecto, tiene numerosos beneficios medioambientales, económicos, culturales, y para la investigación. La defensa del cielo nocturno tiene ventajas indudables. Permite admirar la belleza e inmensidad del cosmos, que debe estar accesible para todos los habitantes del planeta. No hacerlo sólo presenta desventajas. No esperemos más a plantear una solución consensuada, valiente, y eficaz.

²³http://www.iau.org/public_press/themes/light_pollution/.

²⁴Coordinamento per la protezione del cielo notturno, <http://www.cielobuido.org/>.

ÍNDICE ALFABÉTICO DE MATERIAS

Índice alfabético

- Año
 - duración, 126
- Aberración
 - ánua, 353
- Achatamiento
 - de la Tierra, 339
 - de los planetas, 186
- Acimut
 - de la estrella Polar, 274–275
- Albedo
 - de satélites naturales, 220–223
 - geométrico y de Bond, 185
- Año
 - duración del año juliano, 118
 - duración media de distintos tipos de año, 117
- Asteroides
 - datos físicos, 243
 - datos fotométricos, 243
 - efemérides, 246–256
 - elementos orbitales, 242
 - magnitud, V, 244
 - número de conocidos, 242
 - oposición, 245
 - rotación, 243
- Calendario
 - católico, 86–87
 - domingo de Pascua, 86
 - escritura numérica de fechas, 82
 - explicación general, 82
 - gregoriano, 85
 - israelita, 90–92
 - juliano, 87–88
 - musulmán, 88
 - perpetuo, 92–93
 - reforma gregoriana, 85
- Ceres
 - datos fotométricos, 234
 - descubrimiento, 235
 - efemérides, 237
 - elementos orbitales, 233
 - masa, tamaño, 235
 - traslación, 234
- Cometas
 - de corto periodo, 259–267
 - de largo periodo, 259
 - elementos orbitales, 259–264
 - que pasan por el perihelio este año, 37, 257
- Composición
 - abundancia solar de elementos químicos, 129
 - moléculas en el medio interestelar, 362
- Constantes
 - astronómicas, 357
 - astronómicas para J2000, 129
 - atómicas y espectroscópicas, 356
 - cosmológicas, 357
 - electromagnéticas, 356
 - equivalencias útiles, 182, 311, 357
 - factores de conversión, 357
 - fundamentales, 356

- prefijos del SI, 358
- Constelaciones
 - del cielo mes a mes, 40–63
 - esquemas, 286–291
 - posición y tamaño, 283–285
- Coordenadas
 - aparentes (aberración), 353
 - geográficas, véase Posiciones geográficas
 - medias (precesión), 350–352
 - verdaderas (nutación), 353
- Corrección de las coordenadas
 - por aberración ánuca, 353
 - por nutación, 353
 - por precesión, 350–352
 - por refracción atmosférica, 354–355
- Crepúsculo
 - civil, náutico y astron., 152
 - visibilidad de los planetas, 18–20
- Cúmulos estelares
 - abiertos o galácticos, 316
 - cerrados o globulares, 314
- Día juliano, *DJ*
 - fórmula para este año, 13
- Día
 - día de la semana, 85, 92–93
 - de la semana, 110–121
 - definición, 82, 96
 - del año, 110–121
 - durac. media del día sidéreo, 116
 - durac. media del día solar, 116
 - duración del día, 154
 - solar medio en los planetas, 185
- Día juliano, *DJ*
 - DJ* y día de la semana, 85
 - día a día, 110–121
 - día juliano modificado, 112
 - días julianos notables, 84, 111
- descripción, 83, 112
- durante una década, 84
- mes a mes, 83
- modificado, 85
- para diversas épocas, 84
- para una fecha gregoriana, 84
- Distancia
 - en el sistema solar, 230
 - en la Vía Láctea, 311
 - ley de Hubble, 334
 - propia y por luminosidad, 334
- Eclipses
 - de Luna durante el año, 72–75
 - de Luna futuros, 78
 - de Sol durante este año, 68–71
 - de Sol futuros, 77
 - durante el año próximo, 66, 67
 - durante este año, 15, 65
 - durante este siglo, 66
 - interpretación de las tablas, 76
- Ecuación de los equinoccios
 - día a día, 110–121
 - definición, 100, 115
 - fórmula aproximada, 95, 100, 115
- Ecuación de tiempo
 - día a día, 110–121
 - definición, 101, 119
 - fórmula aproximada, 102, 120
 - figura, 102
 - valores extremos y nulos, 121
- Elipsoide terrestre, véase Tierra
- Enanos, planetas
 - datos fotométricos, 234
 - descubrimiento, 235
 - efemérides, 237
 - elementos orbitales, 233

- masa, tamaño, 235
satélites, 236
traslación, 234
- Equinoccios
de primavera y de otoño, 14
ecuación de los equinoccios,
véase id. id.
para este año, 15
- Eris
datos fotométricos, 234
descubrimiento, 235
efemérides, 240
elementos orbitales, 233
masa, tamaño, 235
satélites, 236
traslación, 234
- Escalas de tiempos, véase Tiempo
convenio para el ANUARIO,
13
- Estaciones
duración, 14, 15
fechas extremas de inicio, 14
inicio para este año, 15
- Estrellas
brillantes, 297–302
cálculo de coordenadas apa-
rentes, 350–355
cercanas, 297
constelaciones, véase Conste-
laciones
de gran mov. propio, 297
dobles, 302–304
equivalencias en distancias,
311
magnitud y brillo, 308
nombres usuales, 292–294
ocultación por la Luna, 34–
35
Pléyades, 294
Polar, véase Polar
variables, 304–308
variables tipo Mira, 278
- Fases de la Luna, 14
Fecha
escritura normalizada, 82
juliana, 83
- Fenómenos astronómicos
día a día, 39–63
resumen anual, 14–37
- Galaxias
brillantes, 331
cúmulos de galaxias, 332
cuásares, 331
del Grupo Local, 326
en catálogo de Messier, 321–
323
infrarrojas, 332
ley de Hubble, 334
nombres usuales, 327–329
radiogalaxias, 331
tabla de distancias, 334
- Haumea
datos fotométricos, 234
descubrimiento, 235
efemérides, 239
elementos orbitales, 233
masa, tamaño, 235
satélites, 236
traslación, 234
- Interpolación
directa, 358–360
inversa, 360
- Júpiter
conjunción y oposición, 17
constelaciones recorridas, 17
datos orbitales, físicos y foto-
métricos, 183–187
efemérides, 196
efemérides orbitales, 17
efemérides para observacio-
nes físicas, 197
posición de los satélites gali-
leanos, 224–229
satélites, 212–223
visibilidad (en 2010), 18–20

Luna

- apogeo y perigeo, 180
- comparación con otros satélites, 212–223
- coord. topocéntricas, 160
- datos físicos, 159
- distancia a la Tierra, 158, 179
- eclipses, *véase* Eclipses
- edad, 179
- elementos medios de la órbita, 158
- fases
 - definición, 14, 179
 - en este año, 15, 179
- libraciones, 159
- meses, 159
- ocultaciones, 33–36
- órbita, 158
- orto y ocaso en cualquier lugar, 175–177
- paralaje, 178–179
- paso por el meridiano, 177
- semidiámetro, 177–179
- unidades lunares, 157

Magnitud

- de asteroides brillantes, 243
- de cúmulos estelares, 314–316
- de estrellas, 292–310
- de galaxias brillantes, 331
- de galaxias del Grupo Local, 326
- de los planetas cada 20 días, 191–203
- de objetos Messier, 321–323
- de planetas en oposición, 185
- de satélites en oposición, 220–223
- definición, 308
- del Sol: absolutas, aparentes, 127
- diferencia de magnitudes y razón de brillos, 308

- máxima de Mercurio, Venus y Marte, 16
- media de Júpiter... Neptuno, 17

Makemake

- datos fotométricos, 234
- descubrimiento, 235
- efemérides, 241
- elementos orbitales, 233
- masa, tamaño, 235
- traslación, 234

Marte

- datos orbitales, físicos y fotométricos, 183–187
- efemérides, 194
- efemérides orbitales, 16
- efemérides para observaciones físicas, 195
- fenómenos en este año, 16
- satélites, 212–223
- visibilidad (en 2010), 18–20

Mercurio

- datos orbitales, físicos y fotométricos, 183–187
- efemérides, 190
- efemérides orbitales, 16
- efemérides para observaciones físicas, 191
- fenómenos para este año, 16
- tránsito, 16
- visibilidad (en 2010), 18–20

Meteoroides

- lluvias de meteoros, 268–269
- meteoros, 268

Nebulosas, *véase* Vía Láctea

- de emisión, 319
- de reflexión, 319
- en catálogo de Messier, 321–323
- observación, 318–320
- planetarias, 320
- restos de supernova, 320
- tipos, 316–318

Neptuno

- conjunción y oposición, 17
- constelaciones recorridas, 17
- datos orbitales, físicos y fotométricos, 183–187
- descubrimiento, 188
- efemérides, 202
- efemérides orbitales, 17
- efemérides para observaciones físicas, 203
- satélites, 212–223

Nutación

- paso de coordenadas medias a verdaderas, 353

Oblicuidad de la eclíptica

- durante el año, 126

Observaciones físicas

- de los planetas, 191–203
- del Sol, 132–143

Observatorios

- en el mundo, 345
- en España, 344

Ocultaciones

- de asteroides por la Luna, 34
- de estrellas por la Luna, 34–35
- de planetas por el Sol, 33
- de planetas por la Luna, 33

Orbita de la Tierra

- afelio y perihelio extremos, 14
- afelio y perihelio para este año, 15
- datos orbitales, 183–185, 205

Ortos y ocasos

- de la Luna, 175–177
- de los planetas, 204
- del Sol, 132–143, 146–149

Parsec, año luz, Unidad Astronómica

- equival., múltiplos, 311, 357

Planetas

- órbita, 182–184, 205

atmósfera, 187

- datos físicos, 186
- declinación durante el año, 188
- descubrimiento, 188
- efemérides, 190–204
- elementos orbitales, 184, 205
- fórmulas, 205
- fenómenos en este año, 16–17
- fotometría, albedo, 185
- masa, tamaño, 186
- ocultación por la Luna, 33
- ortos y ocasos en cualquier lugar, 204
- posiciones geocéntricas y heliocéntricas, 205–206
- rotación, 185
- satélites, *véase* Satélites
- sistema planetario, *véase* Sistema solar
- traslación, 184
- visibilidad en este año, 18–20

Plutón

- datos fotométricos, 234
- descubrimiento, 235
- efemérides, 238
- elementos orbitales, 233
- masa, tamaño, 235
- satélites, 236
- traslación, 234

Polar (estrella)

- coord. ecuat. aparentes, 274–275
- coord. ecuatoriales J2000, 271, 273
- coord. horizontales, 272
- determinación de la latitud, 272

Polo Norte

- de la Vía Láctea, 312
- del sistema solar, 182
- del Sol, 127

Posiciones geográficas

- ciudades españolas, 342–343
- convenios, 13
- observatorios españoles, 344
- observatorios mundiales, 345
- Precesión
 - cálculo aproximado, 350
 - cálculo exacto, 352
 - efecto sobre las coordenadas ecuatoriales, 350–352
- Refracción
 - corrección de la altura observada, 354–355
 - fórmula aproximada, 354
- Satélites
 - datos físicos, 220–223
 - descubrimiento, 216–219
 - elementos orbitales, 212–216
 - fotometría, 220–223
 - nombres, 212–216
 - periodos, 216–219
 - posición de los satélites galileanos, 224–229
- Saturno
 - conjunción y oposición, 17
 - constelaciones recorridas, 17
 - datos orbitales, físicos y fotométricos, 183–187
 - efemérides, 198
 - efemérides orbitales, 17
 - efemérides para observaciones físicas, 199
 - inclinación de los anillos, 17
 - satélites, 212–223
 - visibilidad (en 2010), 18–20
- Semana
 - día de la semana corresp. a un día juliano, 85
 - día de la semana corresp. a una fecha, 92–93
 - numeración, 82
- Sistema solar
 - asteroides, *véase* Asteroides, *véase* Asteroides
 - cometas, *véase* Cometas
 - equivalencia en distancias, 230
 - meteoroides, *véase* Meteoroides
 - sistema planetario, 182, 232
 - unidades, 182
- Sol
 - abundancia de elementos químicos, 129
 - afelio y perihelio, 15
 - azimut de orto y ocaso, 150
 - cálculos aproximados, 144
 - coord. ecuatoriales, 132–143
 - coord. ecuatoriales aprox., 145
 - coord. heliográficas, 132–143
 - crepúsculos, 152–153
 - culminación, orto y ocaso en Madrid, 132–143
 - datos físicos, 126
 - distancia a la Tierra, 144–145
 - duración del día, 153–154
 - eclipses, *véase* Eclipses
 - eje de rotación, *P*, 132–143
 - entrada en signos del zodiaco, 17
 - luminosidad, 127
 - movimiento diario, 144–145
 - movimiento en el espacio, 128
 - ocultaciones, 33
 - órbita, 126
 - orto y ocaso en otro lugar, 146–148
 - ortos y ocasos extremos en Madrid, 154
 - paralaje horizontal, 144–145
 - paso por el meridiano, 155
 - paso por el primer vertical, 151
 - rotación, 127
 - rotaciones sinódicas, 155
 - semidiámetro, 144–145

tiempo de paso del semidiámetro, 144–145
 unidades solares, 125
 viento solar, 128

Solsticios

de verano y de invierno, 14
 para este año, 15

Tiempo

DUTI, 99
 civil, 102
 de efemérides, *TE*, 96
 ecuación de los equinoccios, véase id. id.
 ecuación de tiempo, véase id. id.
 emisores de señales de tiempo, 102–104, 109
 escala atómica, *TAI*, 96
 escalas de tiempo, 96–102
 horario adelantado, 105–106, 109
 husos horarios, 104
 meses (calendario), 110–121
 meses (Luna), 159
 oficial
 en los países del mundo, 104–108
 explicación, 104
 oficial en España, 109
 sidéreo, 99–101, 114
 sidéreo local, fórmula, 95, 101
 sidéreo verdadero en Greenwich día a día, 110–121
 siglo, milenio, 83
 solar medio y verdadero, 101–102, 113
 Tiempo Atómico Internacional, 96
 tiempos dinámicos, 96–97
 Universal Coordinado, *UTC*, 98–99, 102–104
 Universal, *TU*, *UTI*, 97

Tierra

comparación con otros planetas, véase Planetas
 distancia al Sol, 144–145
 elipsoides de referencia, 339–341
 masa, tamaño, 338
 órbita, véase Órbita de la Tierra
 periodo de rotación, 116
 rotación, 339
 satélites, 212–223
 unidades terrestres, 337

Unidades

astronómicas, 311, 357
 día, 96
 equivalencias útiles, 182, 311
 factores de conversión, 357
 segundo, 96

Urano

conjunción y oposición, 17
 constelaciones recorridas, 17
 datos orbitales, físicos y fotométricos, 183–187
 descubrimiento, 188
 efemérides, 200
 efemérides orbitales, 17
 efemérides para observaciones físicas, 201
 satélites, 212–223
 visibilidad (en 2010), 18

Vía Láctea

cúmulos, véase Cúmulos estelares
 características cerca del Sol, 312
 características globales, 312
 nebulosas, véase Nebulosas
 nubes moleculares, 317

Venus

datos orbitales, físicos y fotométricos, 183–187
 efemérides, 192
 efemérides orbitales, 16

efemérides para observaciones físicas, 193
fenómenos en este año, 16
tránsitos, 16
visibilidad (en 2010), 18–20

Zodíaco

definición, 17
entrada del Sol en signos, 17

