

Anuario del Real Observatorio Astronómico de Madrid 2026



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



**ANUARIO
DEL
REAL OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO
DE MADRID**

2026

Título:

Anuario del Real Observatorio Astronómico de Madrid

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es/>

Editado en noviembre de 2025.

Publica:

© De esta edición, O. A. Centro Nacional de Información Geográfica, 2025.

Autoría:

© Instituto Geográfico Nacional.
Observatorio Astronómico Nacional.

Diseño y maquetación:

Observatorio Astronómico Nacional, Instituto Geográfico Nacional.

Cubierta:

El 10 de junio de 2021 se produjo un eclipse anular de Sol que fue visible como parcial en el norte de Norteamérica, Europa y Asia. La franja de anularidad atravesó el norte de Canadá, Groenlandia, el océano Ártico y Rusia. En España fue visible como parcial de muy baja magnitud, con una mayor magnitud en el noreste de la península. Imagen del eclipse parcial en la costa este de Estados Unidos.

Créditos: NASA / Bill Ingalls

ISBN: 978-84-416-9928-1

ISSN: 0373-5125

ISSN-e: 2660-5759

NIPO: 198-24-042-X

NIPO DIGITAL: 198-24-043-5

DEPÓSITO LEGAL: M-7390-1958

DOI: <https://doi.org/10.7419/163.21.2025>

Los derechos de la edición son del O. A. Centro Nacional de Información Geográfica como editorial.

Este Organismo agradece que la difusión electrónica masiva de la edición digital se realice a través de un enlace al apartado correspondiente de la página web oficial.

En esta publicación se ha utilizado papel certificado de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública vigente.

Impreso en los talleres del Instituto Geográfico Nacional.



Calle General Ibáñez de Ibero, 3

28003 - Madrid (España)

ign.es / cnig.es

consulta@cnig.es

**ANUARIO
DEL
REAL OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO
DE MADRID**

2026



Posiciones geográficas

REAL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID
(*Centro del piso de la rotonda del edificio Villanueva*)¹

Latitud	+40°24'30",0	
Longitud ²	-03°41'16",5	-14 ^m 45 ^s ,10
Altitud	655,36 m	

OBSERVATORIO DE YEBES
(*Centro del radomo del radiotelescopio de 14 m*)

Latitud	+40°31'31",2	
Longitud	-03°05'17",3	-12 ^m 21 ^s ,15
Altitud	931 m	

ESTACIÓN DE OBSERVACIÓN DE CALAR ALTO
(*Coordenadas del telescopio de 1,52 m*)

Latitud	+37°13'27",1	
Longitud	-02°32'53",9	-10 ^m 11 ^s ,59
Altitud	2 165 m	

¹ Estas 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 histórica del Real 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.

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

Prólogo

En el Observatorio nos encontramos ya volcados en las actividades de divulgación científica referentes a la excepcional tríada de eclipses que será visible desde España: dos totales de Sol en 2026 y 2027, y uno anular en 2028. El autor de estas líneas preside la Comisión Nacional de los Eclipses (CNE), grupo de trabajo que creó la Comisión Nacional de Astronomía en 2023 para dar difusión a los fenómenos y alertar a las Administraciones públicas y a la sociedad en general acerca de las oportunidades y retos que conllevan estos fenómenos.

A instancias de la CNE, para prepararse, organizar y coordinar las actuaciones relacionadas con este trío de eclipses, el Gobierno aprobó el pasado mes de julio de 2025 la creación de una Comisión Interministerial formada por representantes de 13 ministerios. La reunión constitutiva de dicha Comisión tuvo lugar el 28 de agosto, y qué mejor lugar para celebrarla que el Real Observatorio Astronómico de Madrid.

Entre las actividades del Observatorio de cara al trío 2026-2027-2028, destacan las numerosas conferencias de divulgación, cursos a profesores, la publicación de un libro profusamente ilustrado y la creación de una página web específica que incluye un visualizador que permite anticipar cómo se verá cada eclipse desde cualquier punto de la geografía nacional.

Por supuesto, todas estas actividades no van en menoscabo de la puramente científica que, incrementada por las recientes incorporaciones de jóvenes talentos, continúa con mayor intensidad y entusiasmo que nunca en el Observatorio. La evolución temprana y tardía de las estrellas y la estructura del medio interestelar y de las galaxias siguen siendo los temas en los que nuestros astrónomos y astrónomas realizan contribuciones del más alto nivel científico.

En 2025 se ha celebrado el 50 aniversario del Observatorio de Yeves. El 27 de octubre tuvo lugar un evento presidido por el ministro de Transportes y Movilidad Sostenible que incluyó el descubrimiento de un monolito. Un ciclo de conferencias, la publicación de un libro conmemorativo y jornadas de puertas abiertas, entre otras iniciativas, completarán esta celebración que se extenderá durante todo un año y que encontrará un momento culminante el 12 de agosto de 2026, cuando esperamos observar, por supuesto desde Yeves, el eclipse solar total en óptimas condiciones.

Rafael Bachiller

Director del Observatorio Astronómico Nacional

Noviembre de 2025

Cambios respecto de las ediciones precedentes

En esta edición se ha hecho una revisión completa del texto del Anuario, realizando pequeños cambios y mejoras a lo largo de todos los capítulos. Para esto se ha contado con la colaboración de nuestro compañero Miguel Querejeta Pérez.

En el capítulo 1, sección 1.3, relativa a las ocultaciones de objetos por el Sol y por la Luna, se han incorporado imágenes de las zonas de visibilidad de aquellas ocultaciones visibles desde algún lugar de España, y que se produzcan durante la noche.

En el capítulo 7, sección 7.11, se ha incluido un gráfico que representa la evolución del número de moléculas detectadas en el espacio, donde queda manifiesta la importancia en este ámbito del radiotelescopio de 40 m. del Observatorio de Yebes (Guadalajara).

La maquetación y las ilustraciones han sido confeccionadas por José Antonio Bolonio.

Información relativa al Observatorio Astronómico Nacional (OAN) puede ser obtenida a través de internet en <http://astronomia.ign.es>. En tal dirección electrónica se encuentran breves descripciones de las principales actividades y áreas de investigación científica del OAN, además de información al público relativa a efemérides astronómicas. También están disponibles para descargar gratuitamente las ediciones del Anuario desde el 2009 hasta el año actual y los artículos de divulgación desde el año 1994:

<http://astronomia.ign.es/web/guest/oan/anuario>

La correspondencia sobre este Anuario debe ser enviada a:

*Anuario del Real Observatorio Astronómico de Madrid
Calle Alfonso XII, 3
28014 Madrid*

La correspondencia relativa a los artículos de divulgación debe ser enviada directamente a sus autores.

Pedro Pablo Campo Díaz.

Astrónomo.

María Sánchez Ramos (coordinadora).

Astrónoma.

Observatorio Astronómico Nacional (IGN)

Astrónomos del OAN a fecha de 1 de octubre de 2025

Bachiller García, Rafael, *Director*

Alcolea Jiménez, Javier
Aller Egea, Alba
Alonso Albi, Tomás
Baño Esplugues, Gisela
Campo Díaz, Pedro Pablo
Desmurs, Jean-François
Díaz Luis, José Jairo
Fuente Juan, María Asunción (excedencia temporal)
Gallardo Cava, Iván
García Burillo, Santiago
García Miró, Cristina
Gómez Garrido, Miguel
Jiménez Donaire, María Jesús (excedencia temporal)
Marcelino Lluch, Nuria
Pérez Díez, Víctor
Querejeta Pérez, Miguel
Rioja Capellán, María José (servicios especiales)
Rivière Marichalar, Pablo
Rodríguez Baras, Marina (excedencia temporal)
Sánchez Ramos, María
Santander García, Miguel
Tafalla García, Mario
Tarrío Alonso, Paula
Tercero Martínez, Belén
Usero Villanueva, Antonio
Vidal García, Alba

Direcciones postales

Sede central:

Observatorio Astronómico Nacional (IGN)
Real Observatorio de Madrid
Alfonso XII, 3
28014 Madrid

Instalación Científico-Técnica Singular (ICTS):

Centro de Desarrollos Tecnológicos (IGN)
Observatorio de Yebes
Apartado 148
19080 Guadalajara

Sede en el campus de la Universidad de Alcalá:

Observatorio Astronómico Nacional
Centro de Investigaciones Geográficas y Astronómicas
Apartado 112
28803 Alcalá de Henares

Observatorios con participación del IGN en España:

Estación de Observación 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

1. Fenómenos celestes del año	17
1.1. El cielo de 2026.	19
Convenios	19
Inicio de las estaciones	19
Perihelio y afelio	20
Fases de la Luna	20
Eclipses	21
Órbitas de los planetas	22
Entrada del Sol en los signos del zodiaco.	24
1.2. Visibilidad de los planetas en 2026	24
1.3. Ocultaciones por la Luna o el Sol en 2026	40
Ocultaciones de planetas por la Luna	40
Ocultaciones de planetas por el Sol	41
Ocultaciones de grandes asteroides por la Luna	41
Ocultaciones de estrellas brillantes por la Luna	42
Características de las ocultaciones fuera de Madrid	44
1.4. Fenómenos astronómicos día a día	45
1.5. Eclipses de Sol	70
Magnitud de los eclipses de Sol.	70
Mapas y tablas de los eclipses de Sol	71
Eclipses de Sol en 2026.	72
Eclipses de Sol en los próximos años	78
Eclipses de Sol visibles en España en los próximos años	78
1.6. Eclipses de Luna	80
Magnitud de los eclipses de Luna.	81
Mapas y tablas de los eclipses de Luna	81
Eclipses de Luna en 2026.	81
Eclipses de Luna en los próximos años	86
1.7. Tránsitos	86
2. La medida del tiempo.	89
2.1. Escalas de tiempo	91
Escala atómica: TAI	91
Escalas dinámicas: $TE \simeq TDT \simeq TT, TDB$	91
Escala ligada a la rotación de la Tierra: TU (UT1)	92
Escala de difusión mundial: UTC	93
Tiempo sidéreo: θ_v, θ_m	95
Tiempos solares	97
Emisores de señales de tiempo	98
Relaciones válidas en el año	100
2.2. Tiempo oficial y husos horarios	101
La hora en España	107

2.3. Tablas de tiempos	108
2.4. Los calendarios	120
Escritura numérica de fechas	120
Numeración de las semanas	121
2.5. Día juliano	121
2.6. Calendarios del mundo	124
Calendario gregoriano	124
Calendario católico para 2026	124
Calendario juliano	126
Cronología	127
Calendario musulmán	127
Calendario hebreo	129
Calendario perpetuo	131
3. Tierra	135
3.1. Parámetros físicos de la Tierra	139
Forma y tamaño	139
Luminosidad	141
Masa y momento de inercia	142
Gravedad	142
Campo magnético	143
3.2. Atmósfera	145
Estructura y composición	145
Refracción atmosférica	147
3.3. Rotación terrestre	150
Datos generales	150
Precesión y nutación	150
Variaciones irregulares de la rotación terrestre	156
3.4. Traslación terrestre	157
Parámetros orbitales medios J2000	157
Distancias al Sol	158
Tiempos	158
Velocidades	158
Corrección de las coordenadas por aberración anual	158
3.5. Satélites artificiales	159
3.6. Posiciones geográficas	161
Ciudades españolas	161
Observatorios astronómicos profesionales españoles	163
Observatorios astronómicos profesionales internacionales	164
4. Sol y Luna	167
4.1. Datos solares	171
Elementos medios de la órbita para 2026	171
Longitud verdadera (error < 30'')	171

Duración de los años	171
Distancia media	171
Datos físicos	171
Rotación	172
Luminosidad	172
Fotosfera solar	173
Campo magnético solar	173
Viento solar	173
Movimiento del Sol	173
Elementos químicos en el sistema solar	174
Constantes para la época J2000.0	174
4.2. Efemérides solares diarias para el año 2026	175
Cálculos aproximados	176
4.3. Fórmulas para cálculos aproximados	189
4.4. Ortos, ocasos y pasos del Sol por el meridiano	191
Cálculo de orto y ocaso del Sol	191
Paso del Sol por el meridiano	197
Crepúsculos	197
Tiempo de insolación (o duración del día)	199
4.5. Rotaciones sinódicas y manchas solares	201
Rotaciones sinódicas del Sol	201
Manchas solares	201
4.6. Datos lunares	203
Elementos medios de la órbita para 2026	203
Coordenadas eclípticas verdaderas	203
Distancia	203
Otros datos orbitales	203
Traslación y rotación	204
Datos físicos	204
Datos fotométricos	205
Distancia, semidiámetro y paralaje horizontal de la Luna	205
4.7. Coordenadas topocéntricas de la Luna	207
4.8. Efemérides de la Luna para 2026	208
4.9. Ortos, ocasos y pasos de la Luna por el meridiano	221
Cálculo del orto y ocaso de la Luna	221
Paso de la Luna por el meridiano	224
4.10. Fases de la Luna	225
4.11. Perigeos y apogeos	226
Valores extremos en los siglos XX y XXI	227
5. Planetas y satélites	229
5.1. Datos planetarios	233
Sistema planetario	233
Elementos orbitales	233

Datos físicos	237
Fórmulas	239
5.2. Efemérides planetarias para el año	240
Brillo.	241
Iluminación	241
Orientación	241
5.3. Ortos, ocasos y pasos de los planetas por el meridiano.	256
Cálculo del orto y ocaso de los planetas.	256
Paso de los planetas por el meridiano.	257
5.4. Situación y apariencia de los planetas	258
Posición heliocéntrica de los planetas.	258
Orientaciones y tamaños de los planetas.	259
Trayectorias de los planetas a lo largo del año	260
5.5. Satélites naturales	262
Nombres de los satélites	262
Elementos orbitales y datos físicos de los satélites	265
Posiciones relativas de los satélites galileanos de Júpiter	272
Posiciones relativas de los satélites de Saturno.	278
6. Objetos menores del sistema solar	285
6.1. Estadísticas de objetos menores	289
6.2. Planetas enanos	289
Elementos orbitales y físicos de los planetas enanos	290
Efemérides de los planetas enanos.	293
6.3. Asteroides	298
Asteroides cercanos a la Tierra	301
Efemérides de los asteroides	302
6.4. Cometas	312
Cometas periódicos que pasan por su perihelio	312
Cometas de largo periodo	313
Cometas de corto periodo	314
6.5. Meteoros y lluvias de meteoros.	318
7. Estrellas y galaxias	321
7.1. Constelaciones	325
7.2. Estrellas con nombre propio	334
Estrellas con nombre propio ordenadas por constelación	337
7.3. Estrellas más cercanas	339
7.4. Estrellas con mayor movimiento propio	340
7.5. Estrellas brillantes.	341
7.6. Estrellas dobles.	348
7.7. Estrellas variables	352
Variables eruptivas.	352

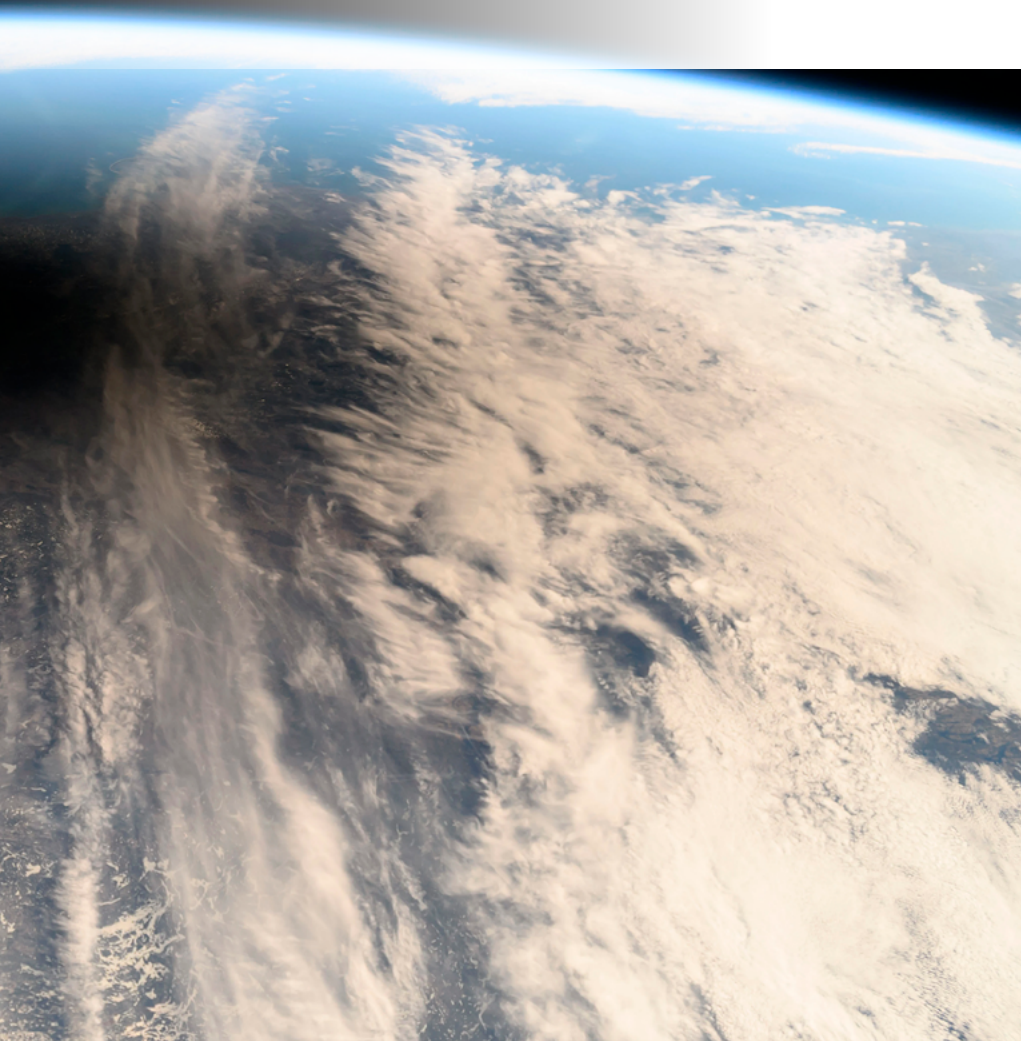
Variables pulsantes	352
Variables rotantes	352
Variables cataclísmicas	353
Variables eclipsantes	353
Variables emisoras de rayos X.	353
Efemérides β Lyrae, β Persei y estrellas Mira	354
7.8. Estrella Polar	359
Consideraciones previas	359
Predicción de las coordenadas horizontales de la Polar	360
Determinación de la latitud	360
Determinación de la meridiana	360
Coordenadas Hipparcos y otros parámetros.	361
Posiciones aparentes de la Polar	361
7.9. La Vía Láctea	364
Características de la Vía Láctea	364
Cúmulos estelares	366
Nebulosas	368
Nubes moleculares.	371
Épocas de observación	372
Catálogo Messier de objetos difusos.	372
7.10. Objetos extragalácticos	376
Galaxias.	376
Cuásares y otros objetos lejanos	383
Cúmulos y supercúmulos de galaxias	384
Tabla comparativa de distancias extragalácticas	386
Los objetos más lejanos.	388
7.11. Moléculas en el espacio	389
8. Artículos de divulgación	397
Eclipses de Sol. La tríada de eclipses solares españoles.	399
El largo camino hacia los mundos habitables	425
Datos astronómicos	457
Constantes físicas y astronómicas	458
Factores de conversión de interés práctico	459
Relación entre diferencia de magnitud y razón de brillo	460
Prefijos del Sistema Internacional de Unidades.	460
Equivalencias de distancias	461
Interpolación	463
Eventos en el Observatorio.	467
Índice alfabético de materias	471

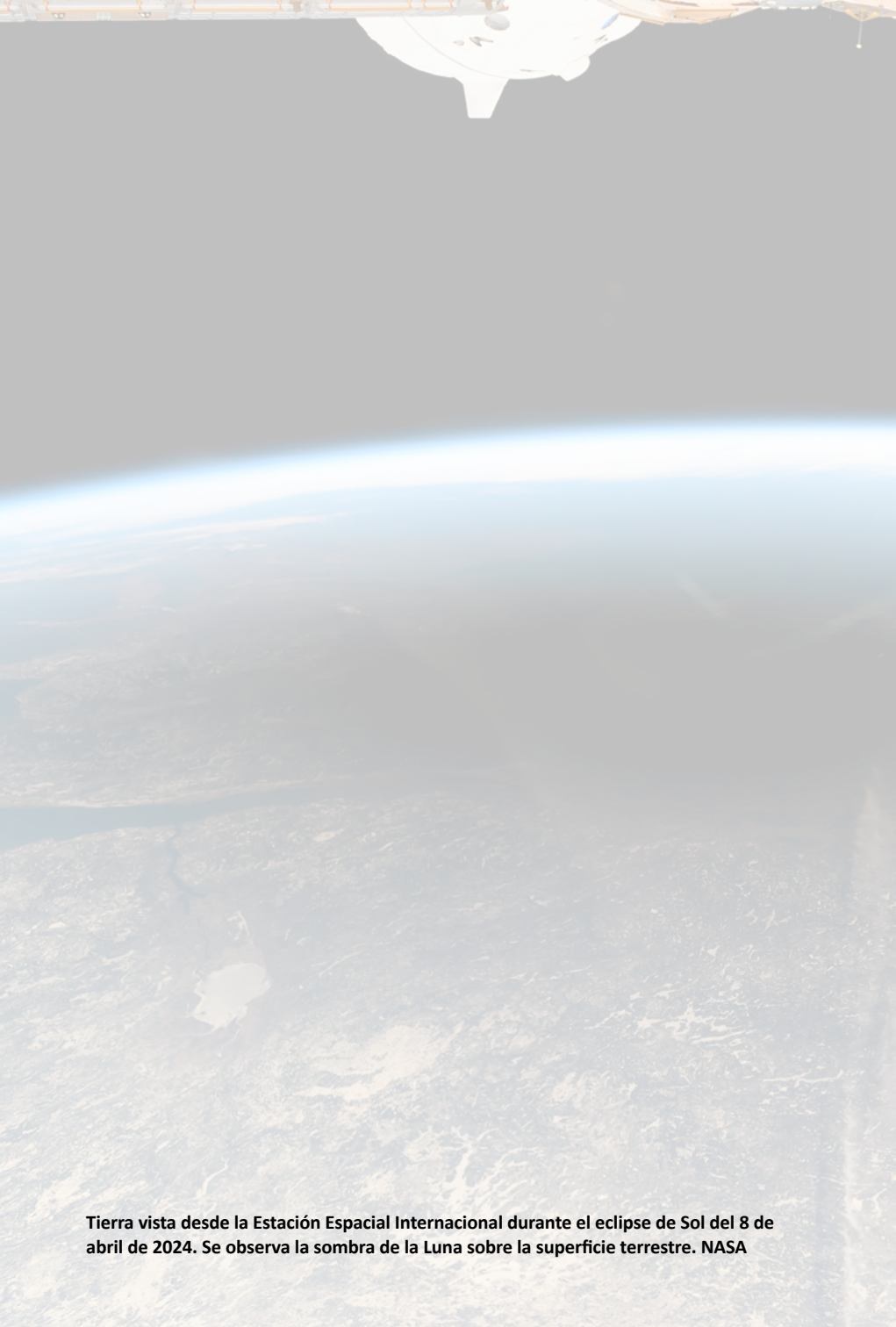




CAPÍTULO 1

Fenómenos celestes del año





Tierra vista desde la Estación Espacial Internacional durante el eclipse de Sol del 8 de abril de 2024. Se observa la sombra de la Luna sobre la superficie terrestre. NASA

1.1. El cielo de 2026

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 que muestra 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:

$$\text{día juliano} = 2\,461\,040,5 + \text{día del año} + \text{TU}/24^h$$

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, respectivamente) 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	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
(1901-2000)	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	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
(2001-2100)	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

Inicio de las estaciones 2026

Hemisferio boreal	Fecha y hora en Tiempo Universal (TU)	Hemisferio austral	duración en días
Primavera	20 de marzo a las 14 ^h 46 ^m	Otoño	92,74
Verano	21 de junio a las 08 ^h 24 ^m	Invierno	93,65
Otoño	23 de setiembre a las 00 ^h 05 ^m	Primavera	89,86
Invierno	21 de diciembre a las 20 ^h 50 ^m	Verano	88,98

La duración de las estaciones apenas varía de un año a otro. En la tabla anterior 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 dio 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 dio el 4 de julio de 2019.

Órbita de la Tierra 2026

Perihelio (distan. mínima)	3 de enero a las 17 ^h TU	0,983302 ua
Afelio (distan. máxima)	6 de julio a las 18 ^h TU	1,016644 ua

ua = unidad astronómica = 149 597 870 km

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.

Fases de la Luna 2026

Luna nueva		Cuarto crec.		Luna llena		Cuarto meng.	
<i>mes</i>	<i>día h m</i>	<i>mes</i>	<i>día h m</i>	<i>mes</i>	<i>día h m</i>	<i>mes</i>	<i>día h m</i>
Ene	18 19 52	Ene	26 04 47	Ene	03 10 03	Ene	10 15 48
Feb	17 12 01	Feb	24 12 28	Feb	01 22 09	Feb	09 12 43
Mar	19 01 24	Mar	25 19 18	Mar	03 11 38	Mar	11 09 39
Abr	17 11 52	Abr	24 02 32	Abr	02 02 12	Abr	10 04 52
May	16 20 01	May	23 11 11	May	01 17 23	May	09 21 10
Jun	15 02 54	May	31 08 45	May	31 08 45	Jun	08 10 01
Jul	14 09 44	Jun	21 21 56	Jun	29 23 57	Jul	07 19 29
Ago	12 17 37	Jul	21 11 06	Jul	29 14 36	Ago	06 02 21
Set	11 03 27	Ago	20 02 46	Ago	28 04 19	Set	04 07 51
Oct	10 15 50	Set	18 20 44	Set	26 16 49	Oct	03 13 25
Nov	09 07 02	Oct	18 16 13	Oct	26 04 12	Nov	01 20 28
Dic	09 00 52	Nov	17 11 48	Nov	24 14 54	Dic	01 06 09
		Dic	17 05 43	Dic	24 01 28	Dic	30 19 00

Eclipses

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 2026

Fecha	Astro	Tipo	Visibilidad
Feb 17	Sol	anular	Antártida, sur de África y sur de América
Mar 3	Luna	total	América, Oceanía, centro y este de Asia
Ago 12	Sol	total	Norte de América, oeste de Europa, noroeste de África
Ago 28	Luna	parcial	América, Europa, África y oeste de Asia

El eclipse total de Sol del 12 de agosto será visible en España. La franja de totalidad cruzará desde el noroeste de la Península hacia el este-noreste, para luego pasar por las Baleares.

Los El eclipse de Luna del 28 de agosto será visible en España, la fase parcial se podrá observar completa desde el oeste de la Península y en Canarias, y la Luna se pondrá antes de finalizar en el resto.

Estos eclipses se describen en detalle en las secciones dedicadas a los eclipses de Sol y de Luna.

Órbitas de los planetas

Mercurio

Máximas elongaciones											
	Este		Oeste		Este		Oeste				
Feb	19	18°1	Abr	3	27°8	Jun	15	24°5	Ago	2	19°5
Oct	12	25°2	Nov	21	19°8						

Órbita			Brillo máximo (magnitud V)		
Conjunción superior	Ene 21, May 14, Ago 27		Ene	22	-1,4
Estacionario	Feb 25, Jun 29, Oct 24		May	14	-2,4
Conjunción inferior	Mar 7, Jul 13, Nov 4		Ago	26	-1,9
Estacionario	Mar 19, Jul 23, Nov 13				

Afelio Ene 6, Abr 4, Jul 1, Set 27, Dic 24

Perihelio Feb 19, May 18, Ago 14, Nov 10

El próximo tránsito de Mercurio por delante del Sol se producirá el 13 de noviembre de 2032.

Venus

Órbita			Brillo máximo (magnitud V)		
Conjunción superior	Ene 6	1,711 ua	Set	24	-4,8
Máxima elongación este	Ago 15	46°2	Nov	25	-4,9
Estacionario	Oct 2				
Conjunción inferior	Oct 24	0,273 ua			
Máximo acercamiento a la Tierra	Oct 25	0,27280 ua			
Estacionario	Nov 11				
Afelio	Ene 22, Set 4				
Perihelio	May 15, Dic 25				

El próximo tránsito de Venus por delante del Sol se producirá el 11 de diciembre de 2117.

Marte

Órbita		Brillo máximo (magnitud V)
Conjunción	Ene 9	
Perihelio	Mar 26	1,381 ua Dic 31 -0,1
En nodo ascendente	Jul 24	
Estaciones en el hemisferio norte:		
Solsticio de invierno	Abr 25	
Equinoccio de primavera	Set 30	

Planetas exteriores

Planeta	Oposición	Estacion.	Conjunción	Estacion.	Oposición	Estacion.
Júpiter	Ene 10 ^d 08 ^h	Mar 11 ^d 03 ^h	Jul 29 ^d 11 ^h	Dic 13 ^d 12 ^h		
Saturno			Mar 25 ^d 09 ^h	Jul 27 ^d 23 ^h	Oct 04 ^d 13 ^h	Dic 11 ^d 23 ^h
Urano		Feb 04 ^d 04 ^h	May 22 ^d 15 ^h	Set 10 ^d 19 ^h	Nov 25 ^d 23 ^h	
Neptuno			Mar 22 ^d 12 ^h	Jul 08 ^d 04 ^h	Set 26 ^d 01 ^h	Dic 13 ^d 11 ^h

Planeta	Distancia media al Sol (ua)	Brillo medio en magnitudes	Constelaciones recorridas
Júpiter	5,3	-2,1	Géminis/Cáncer/Leo
Saturno	9,5	+0,7	Acuario/Piscis/Cetus
Urano	19,5	+5,7	Tauro
Neptuno	29,9	+7,8	Piscis

Mercurio será ocultado por el Sol en una de sus conjunciones, que tendrá lugar el 14 de mayo, y Urano lo será en la suya, el 22 del mismo mes.

El día 9 de enero se producirá el máximo acercamiento anual de Júpiter a la Tierra, alcanzando un diámetro de 46",5. Para Saturno esto tendrá lugar el 4 de octubre, con un diámetro de 19",8.

Entrada del Sol en los signos del zodiaco

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; actualmente existe un desfase de unos 30° con su posición verdadera, que se debe a la precesión de los equinoccios. Más de la mitad de tales constelaciones tiene nombre de animal, de ahí la denominación *zodiaco* dada a tal banda. A pesar del significado que se le atribuyen a estos signos, no existe ninguna evidencia científica de que tengan ningún efecto sobre nosotros.

Entrada del Sol en los signos del zodiaco (TU)

Acuario	Ene	20 ^d	01 ^h	45 ^m	Leo	Jul	22 ^d	19 ^h	13 ^m
Piscis	Feb	18 ^d	15 ^h	52 ^m	Virgo	Ago	23 ^d	02 ^h	19 ^m
Aries	Mar	20 ^d	14 ^h	46 ^m	Libra	Set	23 ^d	00 ^h	05 ^m
Tauro	Abr	20 ^d	01 ^h	39 ^m	Escorpio	Oct	23 ^d	09 ^h	38 ^m
Géminis	May	21 ^d	00 ^h	37 ^m	Sagitario	Nov	22 ^d	07 ^h	23 ^m
Cáncer	Jun	21 ^d	08 ^h	24 ^m	Capricornio	Dic	21 ^d	20 ^h	50 ^m

1.2. Visibilidad de los planetas en 2026

Planeta	En el crepúsculo matutino	En el crepúsculo vespertino
Mercurio	Ene 1 – Ene 6	Feb 3 – Mar 1
	Mar 18 – May 7	May 21 – Jun 30
	Jul 24 – Ago 20	Set 7 – Oct 26
	Nov 10 – Dic 16	
Venus		Feb 17 – Oct 14
	Oct 29 – Dic 31	
Marte	Abr 10 – Dic 31	
Júpiter	Ene 1 – Ene 13	Ene 8 – Jul 16
	Ago 12 – Dic 31	
Saturno		Ene 1 – Mar 8
	Abr 18 – Oct 10	Set 25 – Dic 31
Urano		Ene 1 – Abr 25
	Jun 24 – Dic 19	Oct 19 – 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 aquellas para las cuales el planeta no es suficientemente brillante como para ser visible (a simple vista) 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.

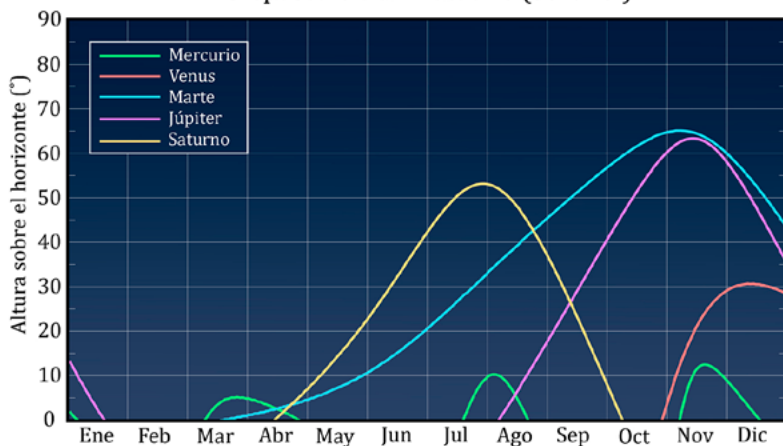
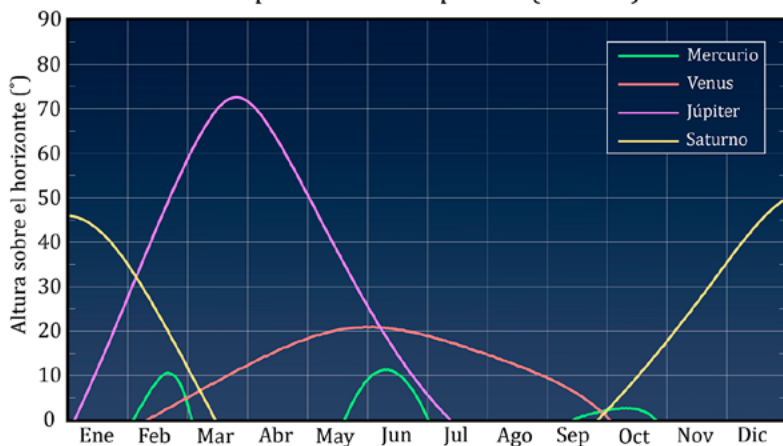
En el año 2026 Mercurio será visible en diversas ocasiones antes de amanecer, como se indica en la tabla y en las ilustraciones siguientes. El brillo es mayor hacia el final de cada uno de los periodos, lo que hace más favorable la observación. Será también visible en varias épocas en el crepúsculo vespertino, siendo su brillo mayor al principio de cada periodo.

Venus se verá como lucero vespertino desde mediados de febrero hasta mediados de octubre, alcanzando brillo máximo el 24 de setiembre (magnitud $-4,8$). Y como lucero matutino desde finales de octubre hasta fin de año, con brillo máximo el 25 de noviembre (magnitud $-4,9$).

Marte será visible al amanecer desde el 10 de abril. Desde finales de octubre se podrá observar durante casi toda la noche, y alcanzará su máximo brillo el último día del año (magnitud $-0,1$).

Júpiter se podrá observar durante toda o casi toda la noche en el mes de enero. Se verá al amanecer hasta mediados de ese mes, y desde mediados de agosto hasta fin de año. Estará en el cielo vespertino desde mediados de enero hasta mediados de julio.

Saturno será visible al atardecer desde enero hasta la primera semana de marzo. Se verá al amanecer desde mediados de abril hasta finales de setiembre, momento en que se podrá observar durante toda la noche. Pasará a ser visible solo al atardecer desde mediados de octubre hasta finales de año. La inclinación media de sus anillos será de $-6^\circ6$, y el próximo paso de la Tierra por el plano de los anillos ocurrirá el 15 de octubre de 2038.

Crepúsculo civil matutino (Sol a -6°)Crepúsculo civil vespertino (Sol a -6°)

Visibilidad de los planetas mes a mes

Enero	A principios de mes se verán al amanecer Mercurio y Júpiter. Este último será visible toda la noche en la segunda semana, pasando a ser visible sólo al atardecer junto con Saturno y Urano.
Febrero	No habrá visible ningún planeta al amanecer. Mercurio, Júpiter, Saturno y Urano serán visibles al atardecer, al igual que Venus desde mediados de mes.

Visibilidad de los planetas mes a mes

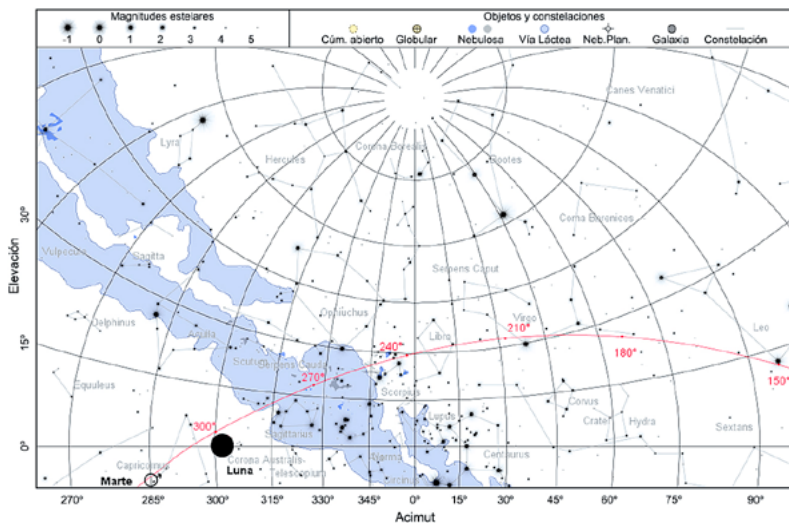
Marzo	Mercurio será visible en el cielo matutino desde mediados de mes. Venus, Júpiter y Urano serán visibles al atardecer, al igual que Saturno durante principios de mes.
Abril	Mercurio, además de Marte y Saturno desde mediados de mes, serán los luceros matutinos. Venus, Júpiter y, hasta finales de mes, Urano serán los vespertinos.
Mayo	Al amanecer serán visibles Marte y Saturno. Al atardecer lo serán Venus, Júpiter, y Mercurio desde finales de mes.
Junio	Marte, Saturno y, desde finales de mes, Urano, se podrán observar al amanecer. En el atardecer se podrán ver Mercurio, Venus y Júpiter.
Julio	En el cielo matutino podremos contemplar a Marte, Saturno, Urano y, desde finales de mes, Mercurio. En el vespertino Venus, y Júpiter hasta mediados de mes.
Agosto	Al amanecer serán visibles Marte, Saturno y Urano, acompañados en la primera mitad del mes por Mercurio, y en la segunda por Júpiter. En el atardecer será visible Venus.
Setiembre	Marte, Júpiter, Saturno y Urano se podrán ver al amanecer. Saturno se podrá observar durante toda la noche desde finales de mes. Venus se podrá contemplar al atardecer, al igual que Mercurio desde la segunda semana.
Octubre	Marte, Júpiter y Urano serán visible al amanecer. Saturno será visible toda la noche a principios de mes pasando a ser visible al atardecer junto con Mercurio.
Noviembre	Venus, Marte y Júpiter se podrán contemplar al amanecer, junto con Mercurio desde mediados de mes. Saturno se verá al atardecer, y Urano será visible toda la noche.
Diciembre	Venus, Marte y Júpiter serán visibles al amanecer, además de Mercurio hasta mediados de mes. Urano será visible toda la noche hasta mediados de mes, pasando a verse sólo al atardecer acompañado de Saturno.

Urano en general solo es visible con ayuda de instrumentos, como unos prismáticos o un pequeño telescopio.

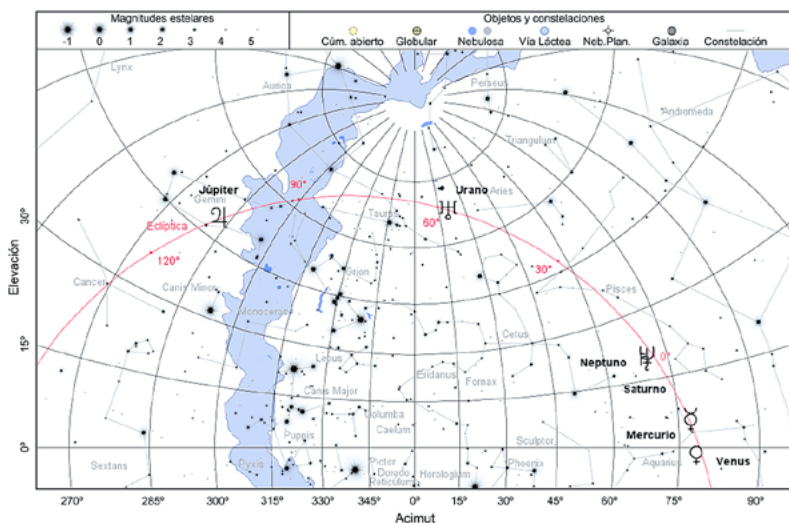
En las páginas siguientes se muestra el aspecto del cielo nocturno meridional en Madrid para el día 15 de cada mes, con indicación de la posición de los planetas visibles a la hora indicada. Esta corresponde a aproximadamente una hora antes de la salida del Sol o una hora después de la puesta del Sol, 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.

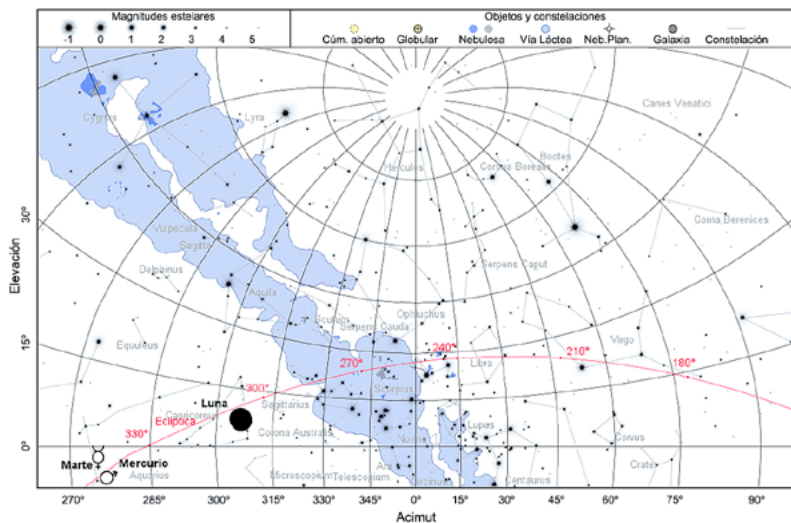
15 de febrero de 2026, a las 6:15 TU



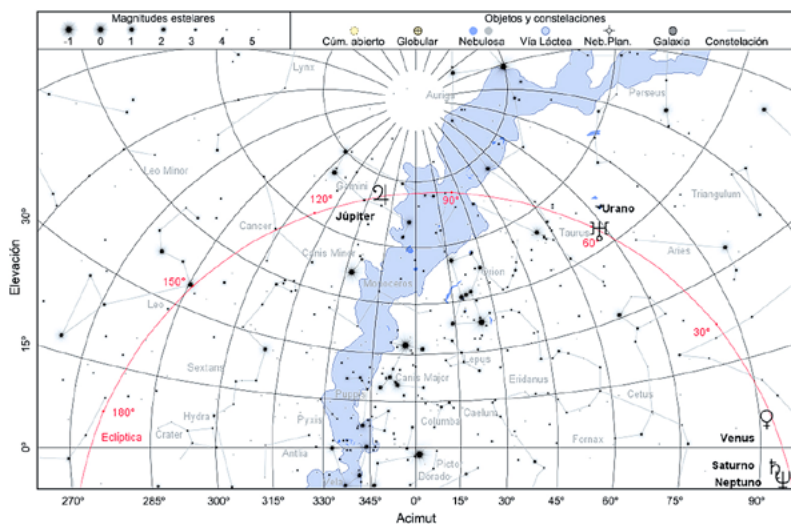
15 de febrero de 2026, a las 18:45 TU



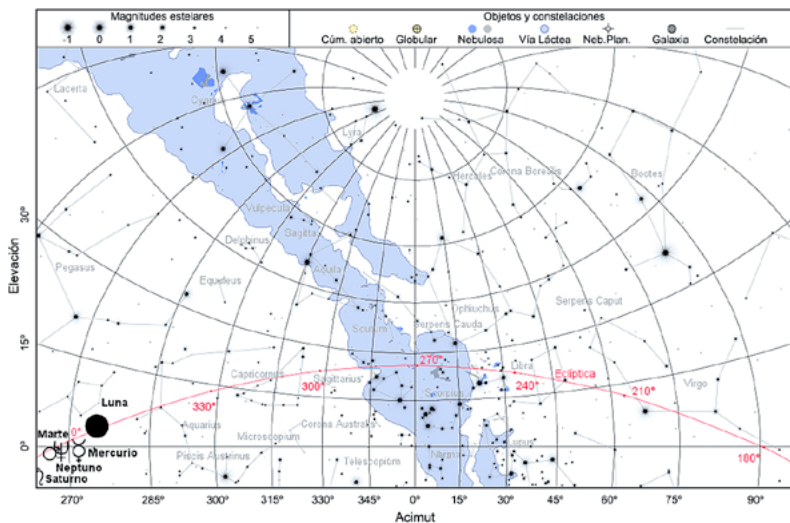
15 de marzo de 2026, a las 5:30 TU



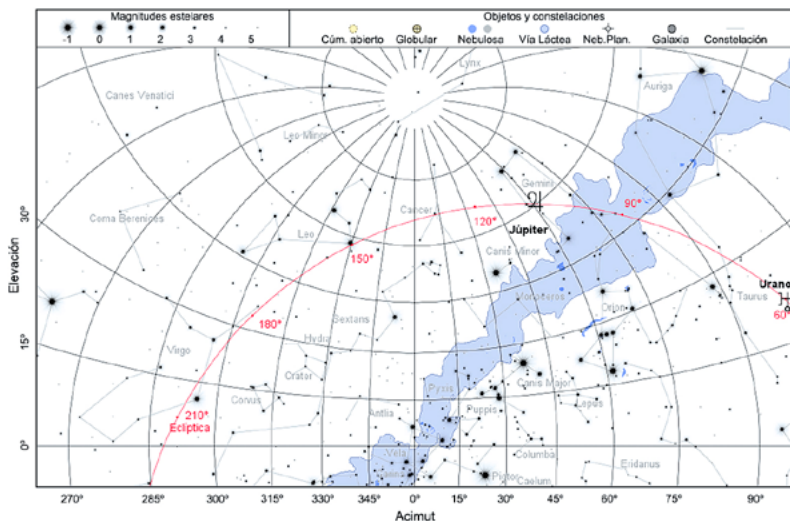
15 de marzo de 2026, a las 19:15 TU



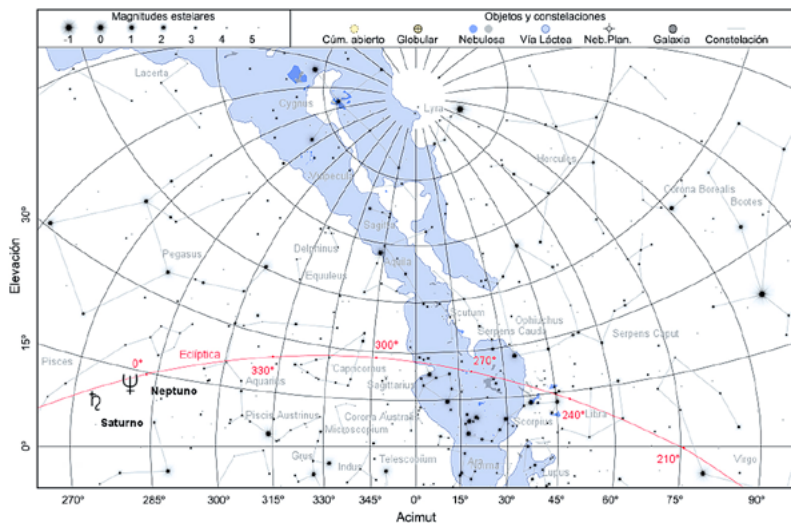
15 de abril de 2026, a las 4:45 TU



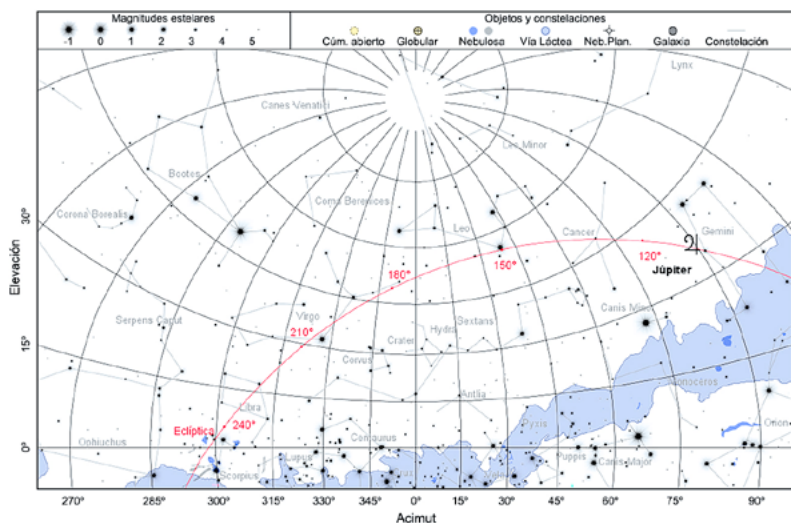
15 de abril de 2026, a las 19:45 TU



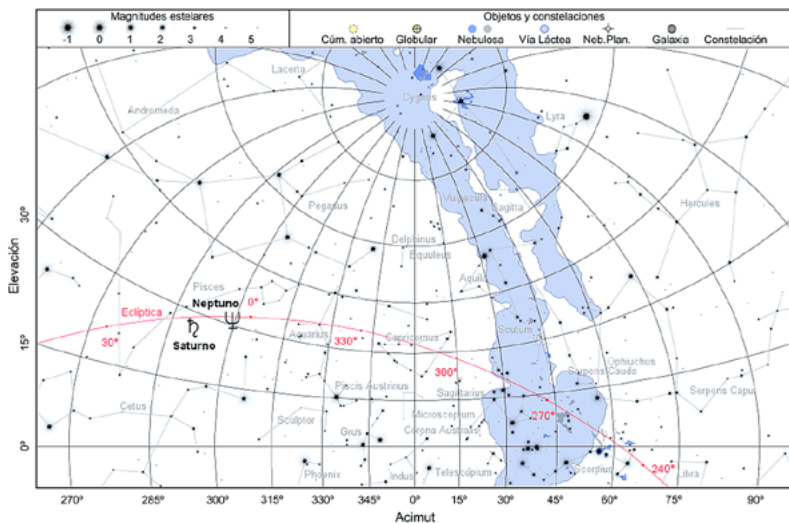
15 de mayo de 2026, a las 4:00 TU



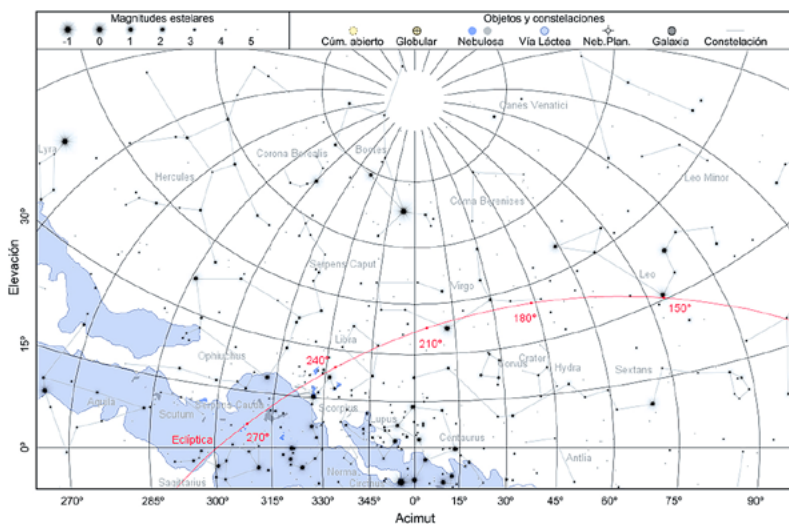
15 de mayo de 2026, a las 20:15 TU



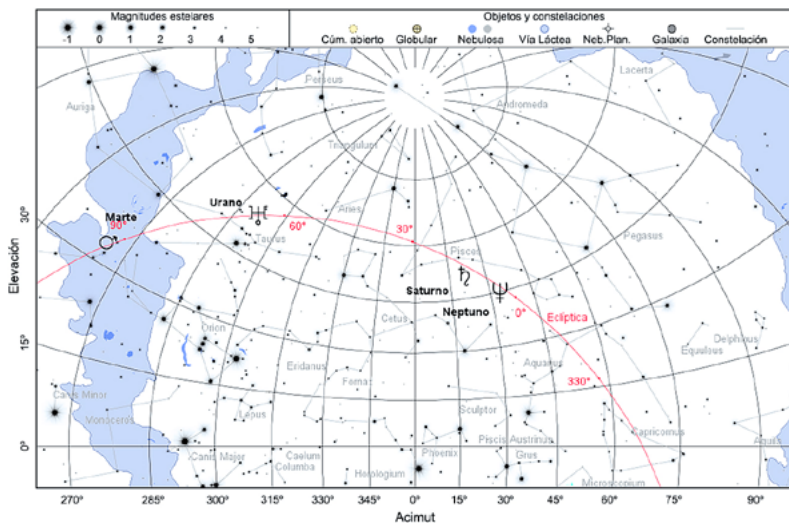
15 de junio de 2026, a las 3:45 TU



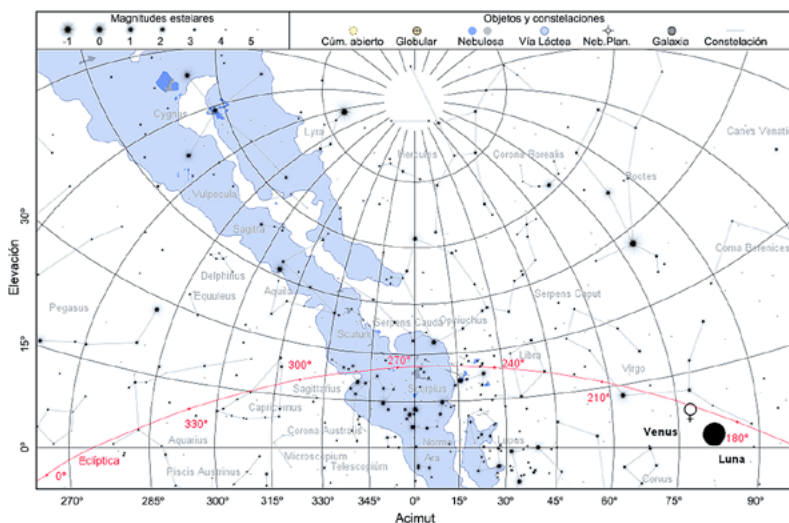
15 de junio de 2026, a las 20:45 TU



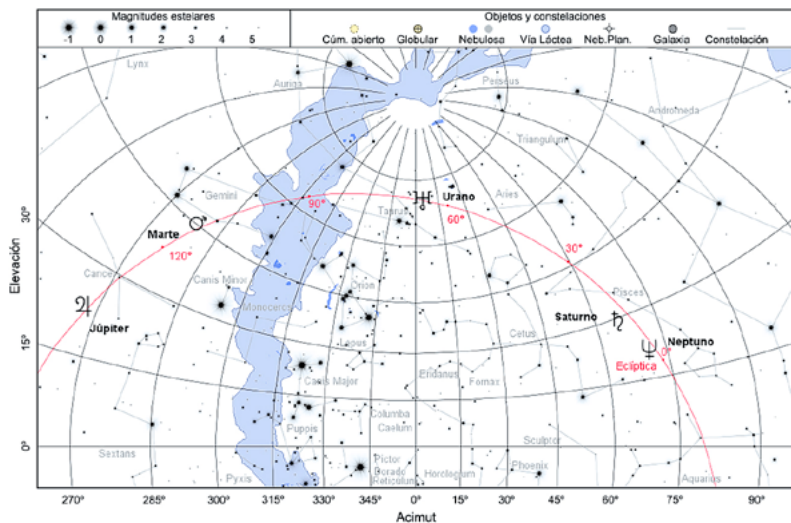
15 de agosto de 2026, a las 4:30 TU



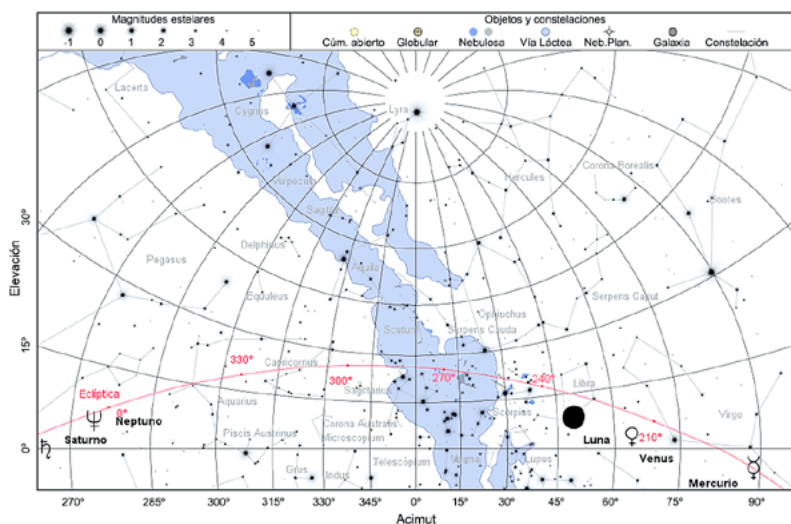
15 de agosto de 2026, a las 20:15 TU



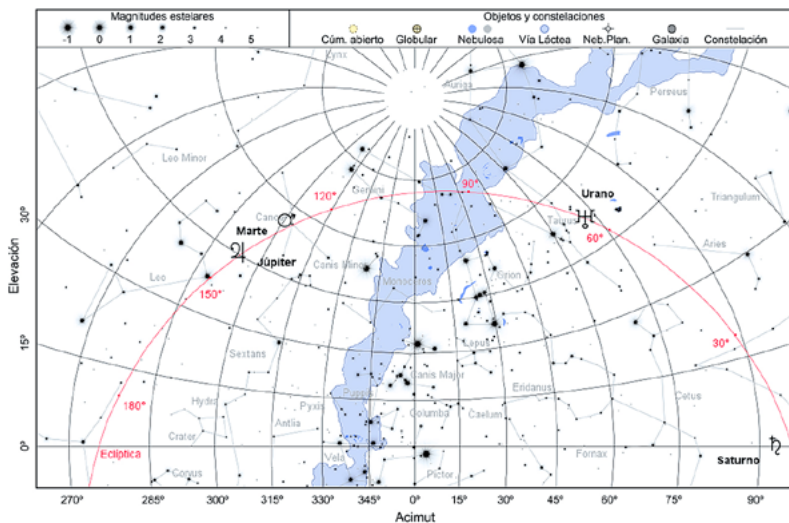
15 de setiembre de 2026, a las 5:00 TU



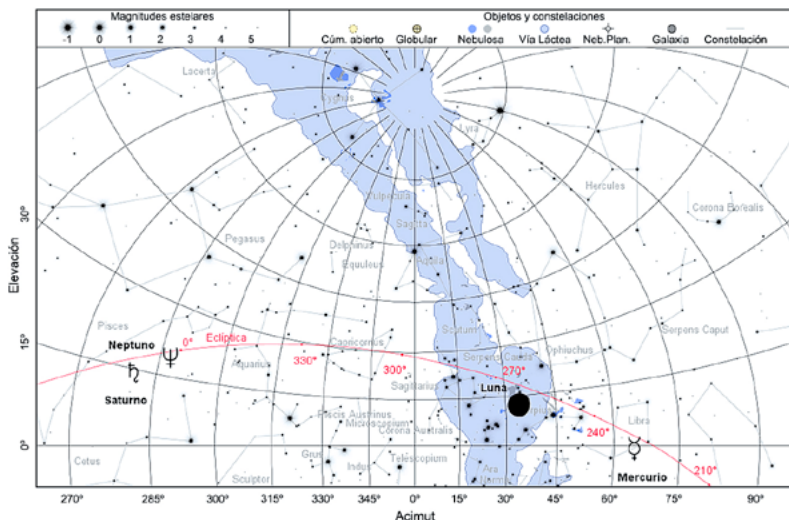
15 de setiembre de 2026, a las 19:15 TU



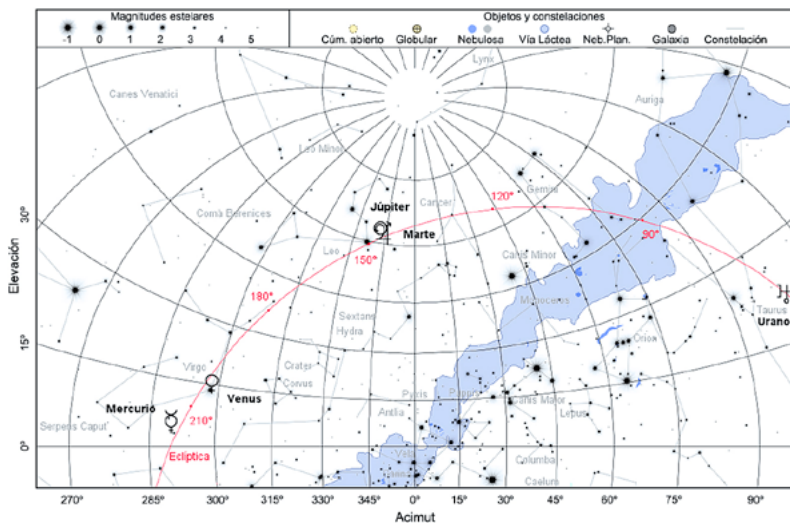
15 de octubre de 2026, a las 5:30 TU



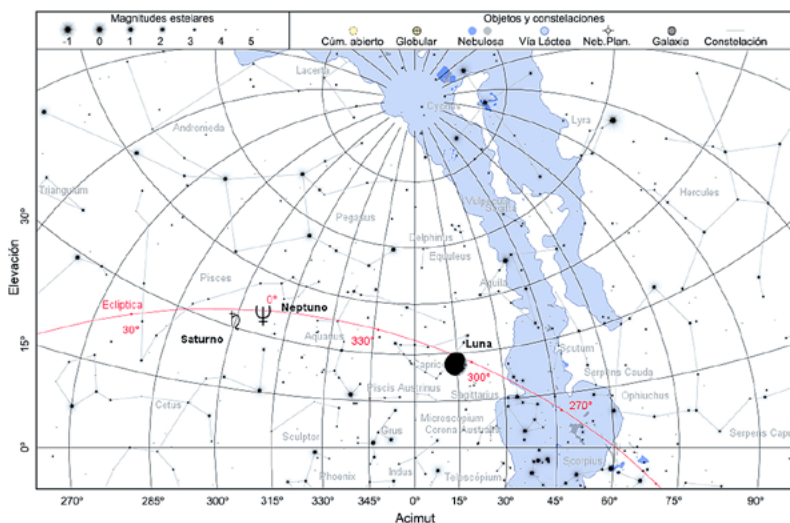
15 de octubre de 2026, a las 18:30 TU



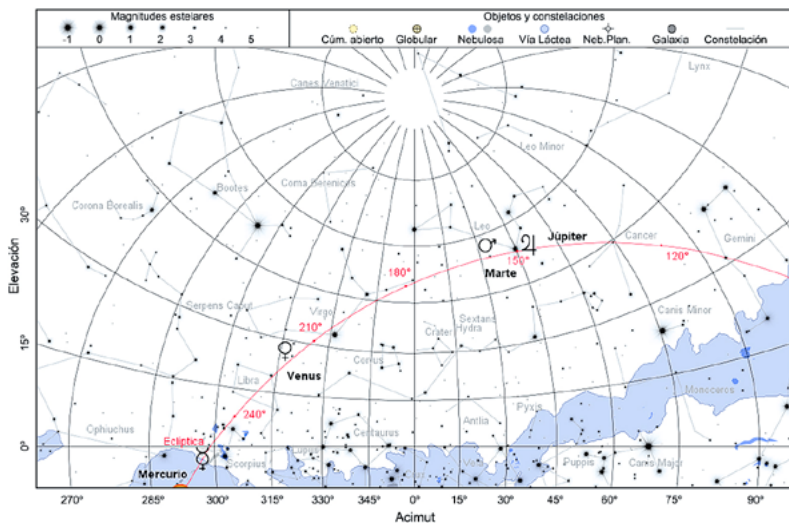
15 de noviembre de 2026, a las 6:00 TU



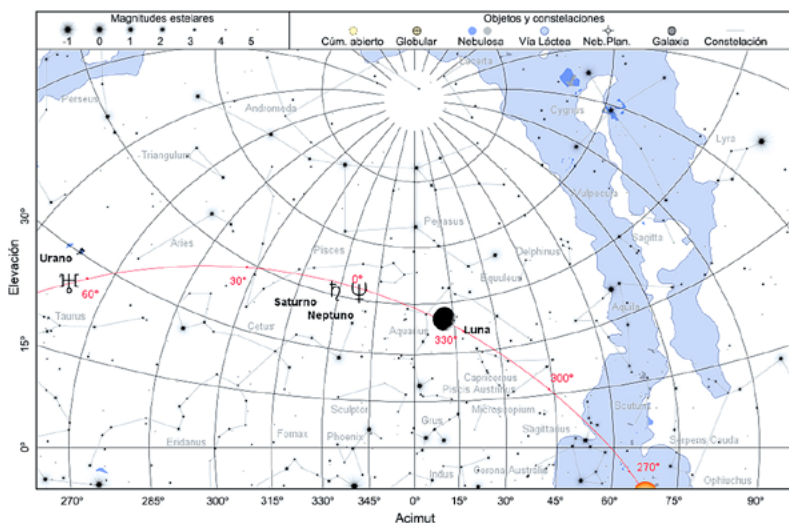
15 de noviembre de 2026, a las 18:00 TU



15 de diciembre de 2026, a las 6:30 TU



15 de diciembre de 2026, a las 17:45 TU



1.3. Ocultaciones por la Luna o el Sol en 2026

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

Ocultaciones de planetas por la Luna

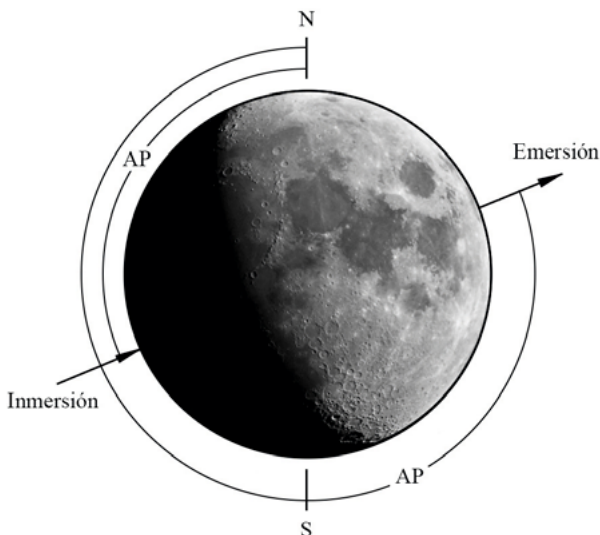
Durante el año 2026 habrá 11 ocultaciones de planetas por la Luna, sus fechas se indican en la siguiente tabla. De ellas, se podrá observar desde Madrid la de Venus, el día 14 de setiembre. El 8 de setiembre comenzará una serie de ocultaciones de Júpiter. La que tendrá lugar el 6 de octubre será visible desde Canarias.

Mercurio es ocultado por la Luna: Feb 18

Venus es ocultado por la Luna: Jun 17, Set 14*, Nov 7

Marte es ocultado por la Luna: Feb 16, Oct 5, Nov 2

Júpiter es ocultado por la Luna: Set 8, Oct 6, Nov 2, Nov 30



El ángulo de posición (A.P.) de la inmersión o la emersión se mide desde el norte en el sentido norte-este-sur-oeste.

La ocultación de Venus del 14 de setiembre se producirá durante el día, por lo que no se podrá observar a simple vista. La Luna estará al principio de su fase creciente, con una iluminación del 12%.

Ocultación de **Venus** en Madrid

Fase	TU	A.P.	borde ☾	altura	A	B
14 de setiembre:						
Inmersión	9 ^h 28 ^m ,2	154°	oscuro	-1°	-0,3 ^m /°	-0,7 ^m /°
Emersión	10 ^h 22 ^m ,4	268°	iluminado	8°	0,9 ^m /°	1,5 ^m /°

La ocultación de Júpiter visible desde Tenerife también tendrá lugar durante el día. La fase de la Luna será menguante, y estará iluminada el 20% de su superficie..

Ocultación de **Júpiter** en Tenerife

Fase	TU	A.P.	borde ☾	altura	A	B
6 de octubre:						
Inmersión	9 ^h 52 ^m ,8	99°	oscuro	76°	2,7 ^m /°	-0,5 ^m /°
Emersión	11 ^h 04 ^m ,2	338°	iluminado	66°	0,6 ^m /°	-2,9 ^m /°

Ocultaciones de planetas por el Sol

Este año se producirá una ocultación de Urano por el Sol.

Urano será ocultado por el Sol el día 22 de mayo. El primer contacto se producirá a las 8^h52^m,3 TU, la distancia mínima de 12',8 se dará a las 14^h25^m,8 y el último contacto a las 19^h59^m,4.

Mercurio será ocultado por el Sol el día 14 de mayo. El primer contacto se producirá a las 9^h41^m,6 TU, la distancia mínima de 8',9 se dará a las 13^h58^m,8 y el último contacto a las 18^h16^m,1.

Ocultaciones de grandes asteroides por la Luna

Astraea es ocultado por la Luna:	May 11, Jun 7
Ceres es ocultado por la Luna:	Oct 31
Flora es ocultado por la Luna:	Oct 18
Hebe es ocultado por la Luna:	Dic 28
Hygiea es ocultado por la Luna:	Dic 1, Dic 29
Iris es ocultado por la Luna:	Set 12
Metis es ocultado por la Luna:	Feb 15, Mar 15

Ninguna de estas ocultaciones de asteroides por la Luna será visible desde Madrid.

Ocultaciones de estrellas brillantes por la Luna

Continúa la serie de ocultaciones de Antares comenzada el 25 de agosto de 2023 y que terminará el 27 de agosto de 2028.

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

Ene 14	Feb 11	Mar 10	Abr 6
May 4	May 31	Jun 27	Jul 24
Ago 21	Set 17	Oct 14	Nov 11

El 26 de julio comenzará una serie de ocultaciones de Régulo que finalizará el 30 de noviembre de 2026.

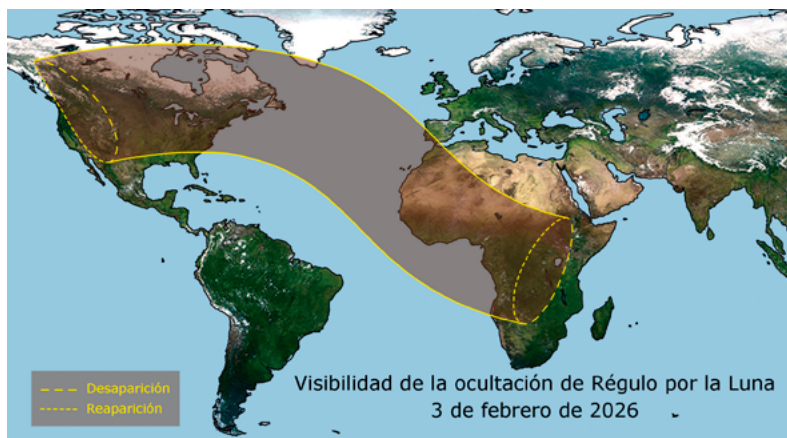
- Serie de ocultaciones de **Régulo** (α Leo, $V=+1,36$), NZC 1487:

Ene 6	Feb 3	Mar 2	Mar 29*
Abr 26	May 23	Jun 19	Jul 17
Set 9	Oct 7	Nov 3	Nov 30

La ocultación del 3 de febrero se podrá observar desde el extremo sur de la Península y desde las islas Canarias. La del 29 de marzo será visible desde Madrid, aunque la inmersión se producirá al atardecer, lo que puede dificultar su observación.

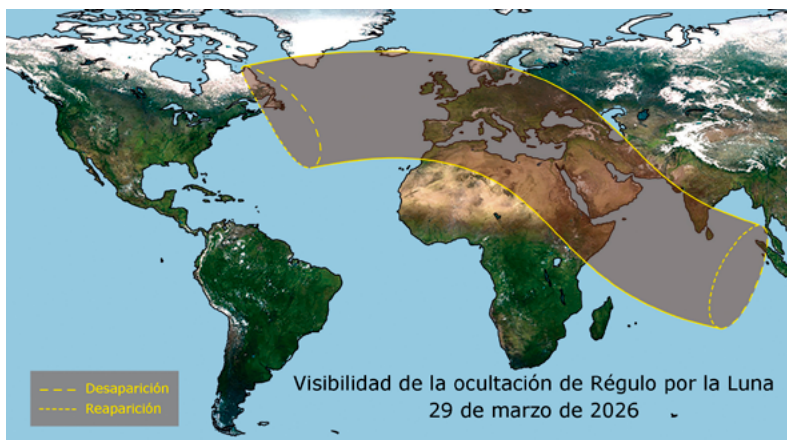
Ocultación de **Régulo** en Tenerife

Fase	TU	A.P.	borde ☾	altura	A	B
3 de febrero:						
Inmersión	3 ^h 27 ^m ,9	111°	iluminado	67°	2,1 ^m /°	-1,2 ^m /°
Emersión	4 ^h 40 ^m ,2	330°	oscuro	54°	0,7 ^m /°	-2,4 ^m /°



Ocultación de **Régulo** en Madrid

Fase	TU	A.P.	borde (altura	A	B
29 de marzo:						
Inmersión	18 ^h 08 ^m ,2	140°	oscuro	33°	0,9 ^m /°	-0,6 ^m /°
Emersión	19 ^h 16 ^m ,6	279°	iluminado	45°	1,6 ^m /°	0,7 ^m /°



- Durante el año 2026 no se producirán ocultaciones de Aldebarán y Espiga. Las próximas series de ocultaciones se producirán el 18 de agosto de 2033 para la primera y el 12 de febrero de 2031 para la segunda.
- Ocultaciones de estrellas de magnitud inferior a 4 visibles desde Madrid:

κ Gem, NZC 1170, (V=+3,6)	Ene 4*, Set 7*
π Sco, NZC 2287, (V=+2,9)	Ene 14*
τ Sco, NZC 2383, (V=+2,8)	Feb 11*
ϕ Sgr, NZC 2721, (V=+3,2)	Nov 13*

Las ocultaciones precedentes son visibles en Madrid. No se han considerado las ocultaciones que tienen lugar de día o muy cerca del horizonte y solo se indica el fenómeno (inmersión o emersión) que tiene lugar por el borde oscuro de la Luna.

Características de la ocultación de otras estrellas brillantes

Fase	TU	A.P.	borde	altura	A	B
Enero 4: κ Gem, (V = +3,6)						
Inmersión	5 ^h 20 ^m ,3	283°	oscuro	35°	0,5 ^m /°	-1,4 ^m /°
Enero 14: π Sco, (V = +2,9)						
Inmersión	5 ^h 11 ^m ,5	332°	oscuro	8°	-0,1 ^m /°	-0,6 ^m /°
Febrero 11: τ Sco, (V = +2,8)						
Inmersión	7 ^h 33 ^m ,4	269°	oscuro	21°	2,4 ^m /°	0,0 ^m /°
Setiembre 7: κ Gem, (V = +3,6)						
Emersión	6 ^h 08 ^m ,5	335°	oscuro	52°	1,7 ^m /°	-2,5 ^m /°
Noviembre 13: ϕ Sgr, (V = +3,2)						
Inmersión	18 ^h 50 ^m ,3	20°	oscuro	8°	-0,3 ^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 Régulo en su ocultación del 29 de marzo para un observador situado en Cáceres se procede como sigue:

$$\Delta\lambda = \lambda_{Cáceres} - \lambda_{Madrid} = (-6^{\circ},4) - (-3^{\circ},7) = -2^{\circ},7$$

$$\Delta\phi = \phi_{Cáceres} - \phi_{Madrid} = 39^{\circ},5 - 40^{\circ},4 = -0^{\circ},9$$

Emersión:

$$\begin{aligned} TU &= 18^h 8^m,2 + (0,9)^{m/\circ} \times (-2,7^{\circ}) + (-0,6)^{m/\circ} \times (-0^{\circ},9) \\ &= 18^h 6^m,3 \end{aligned}$$

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.

1.4. 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),
- 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 Mercurio, 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 este, 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), épocas en que los planetas aparecen estacionarios (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 periodos estacionarios.

Se incluyen también los pasos de la Luna a menos de 8° de los planetas, a menos de 3° de los 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.

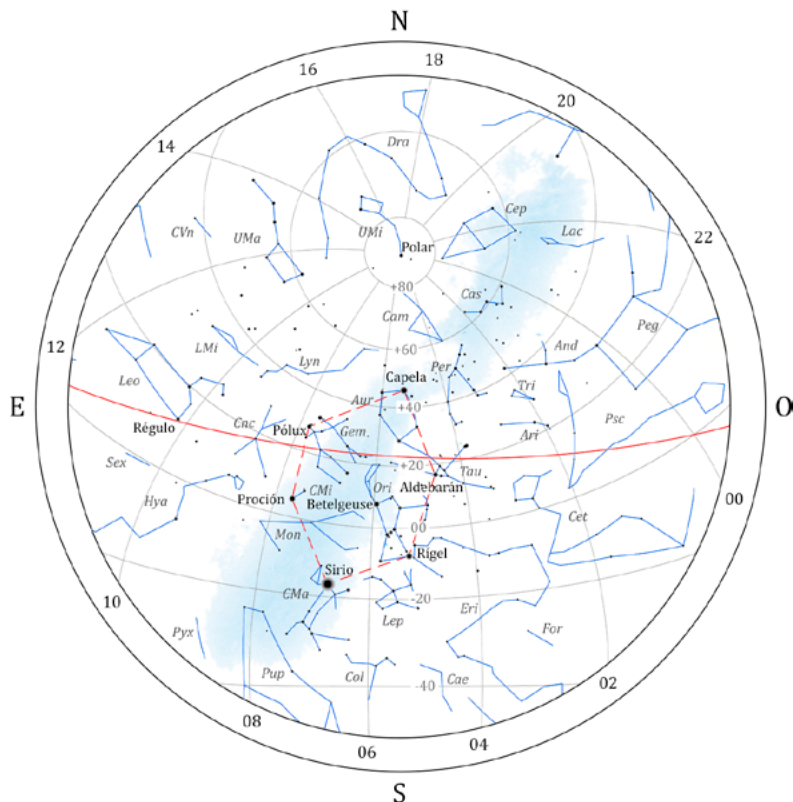
Se incluye para cada mes un mapa celeste que representa el aspecto del cielo, proyectado sobre un plano, tal como lo vería tras anochecer a mediados de mes un observador situado en la Península. En tales mapas se han representado las estrellas más significativas de las constelaciones, así como trazos que ayudan a identificar a estas. 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 2026

- 1 Luna en perigeo
- 2 Harmonia en oposición
- 2 La Luna 0°5 al S de Elnath (ocultación)
- 3 La Luna 4° al N de Júpiter
- 3 Luna llena
- 3 Máximo de las cuadrántidas
- 3 Tierra en el perihelio
- 6 La Luna 0°4 al N de Régulo (ocultación)
- 6 Mercurio en afelio
- 6 Venus en conjunción superior con el Sol
- 9 Marte en conjunción con el Sol
- 10 Cuarto menguante
- 10 Júpiter en oposición
- 13 Luna en apogeo
- 14 La Luna 0°5 al S de Antares (ocultación)
- 17 La Luna 0°7 al S de Nunki (ocultación)
- 17 La Luna 2° al S de Metis
- 18 Astrea en conjunción con el Sol
- 18 Luna nueva
- 21 Mercurio en conjunción superior con el Sol
- 22 Venus en afelio
- 23 La Luna 4° al N de Saturno
- 26 Cuarto creciente
- 27 La Luna 1°0 al N de Alcíone (ocultación)
- 27 La Luna 5° al N de Urano
- 27 Laetitia en oposición
- 28 Vesta en conjunción con el Sol
- 29 La Luna 0°6 al S de Elnath (ocultación)
- 29 Luna en perigeo
- 31 La Luna 4° al N de Júpiter

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	(^o)	(['])	
Mercurio	19	30,4	-23	37	-1,0
Venus	19	56,2	-21	45	-3,8
Marte	19	42,1	-22	21	1,2
Júpiter	7	24,5	22	18	-2,5
Saturno	23	53,0	-3	11	1,2



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

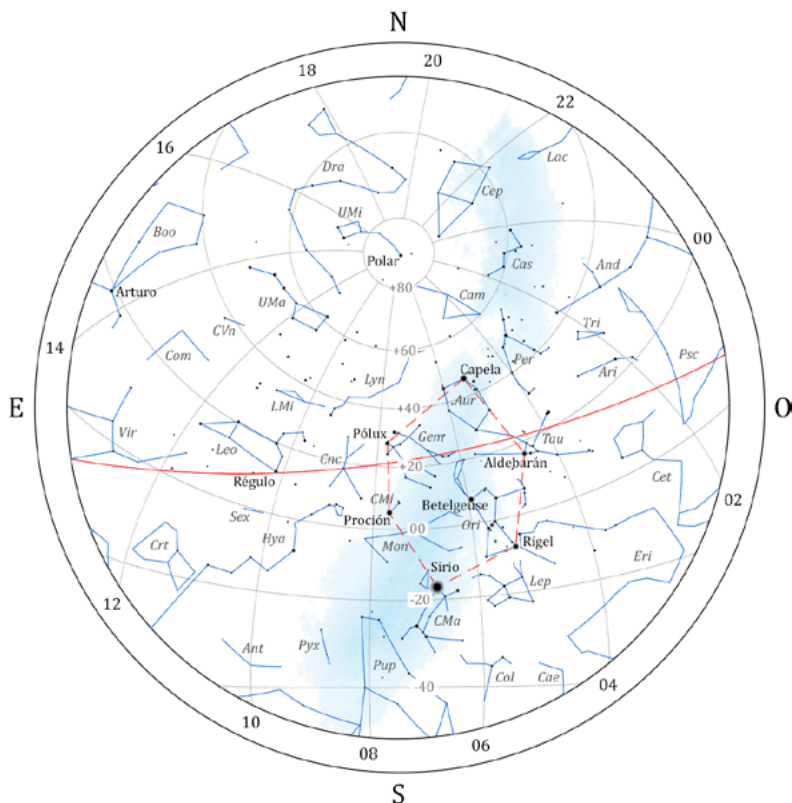
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Hexágono de Invierno. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Febrero 2026

- 1 Luna llena
- 3 La Luna 0°3 al N de Régulo (ocultación)
- 4 Urano estacionario en ascensión recta
- 9 Cuarto menguante
- 10 Luna en apogeo
- 11 La Luna 0°6 al S de Antares (ocultación)
- 13 La Luna 0°9 al S de Nunki (ocultación)
- 15 La Luna 0°7 al S de Metis (ocultación)
- 16 La Luna 0°7 al S de Marte (ocultación)
- 16 Saturno 0°9 al S de Neptuno
- 17 Eclipse anular de Sol
- 17 Luna nueva
- 18 La Luna 0°1 al S de Mercurio (ocultación)
- 18 La Luna 2° al N de Venus
- 19 Mercurio en perihelio
- 19 Máxima elongación este de Mercurio (18°1)
- 20 La Luna 4° al N de Neptuno
- 24 Cuarto creciente
- 24 La Luna 1°1 al N de Alcíone (ocultación)
- 24 La Luna 5° al N de Urano
- 24 Luna en perigeo
- 25 La Luna 0°4 al S de Elnath (ocultación)
- 25 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 26 Mercurio 5° al N de Venus
- 26 Partenope en oposición
- 27 Iris en oposición
- 27 La Luna 4° al N de Júpiter

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	([°])	(['])	
Mercurio	22	58,2	-6	32	-0,8
Venus	22	32,3	-10	47	-3,8
Marte	21	22,0	-16	33	1,2
Júpiter	7	9,7	22	48	-2,4
Saturno	0	3,8	-1	56	1,1



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

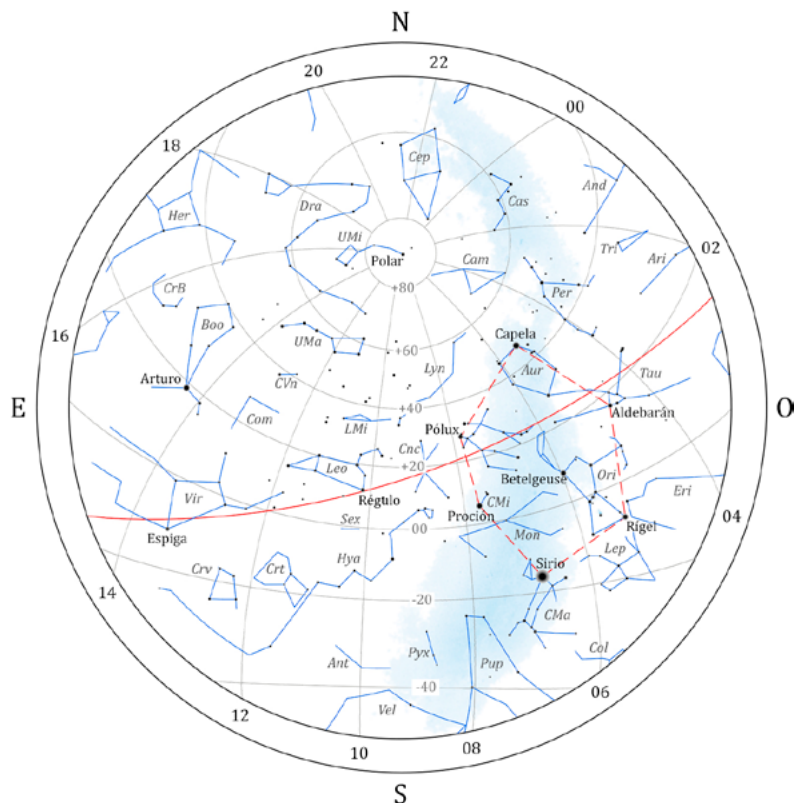
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Hexágono de Invierno. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Marzo 2026

- 2 La Luna 0°3 al N de Régulo (ocultación)
- 2 Palas en conjunción con el Sol
- 3 Luna llena
- 3 Eclipse total de Luna
- 7 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 8 Venus 1°0 al N de Saturno
- 10 La Luna 0°5 al S de Antares (ocultación)
- 10 Luna en apogeo
- 10 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 11 Cuarto menguante
- 11 Júpiter estacionario en ascensión recta
- 13 Fortuna en oposición
- 13 La Luna 0°8 al S de Nunki (ocultación)
- 15 La Luna 0°9 al N de Metis (ocultación)
- 17 La Luna 2° al S de Mercurio
- 19 Luna nueva
- 19 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 20 Inicio de la primavera en el hemisferio boreal
- 20 La Luna 5° al N de Venus
- 21 Masalia en oposición
- 22 Luna en perigeo
- 22 Neptuno en conjunción con el Sol
- 23 La Luna 0°9 al N de Alcíone (ocultación)
- 23 La Luna 5° al N de Urano
- 24 La Luna 0°4 al S de Elnath (ocultación)
- 25 Cuarto creciente
- 25 Eunomia en oposición
- 25 Saturno en conjunción con el Sol
- 26 Marte en perihelio
- 26 La Luna 4° al N de Júpiter
- 29 La Luna 0°3 al N de Régulo (ocultación)

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	^h	^m	(°	')	
Mercurio	22	43,4	-5	30	2,3
Venus	0	40,7	3	15	-3,8
Marte	22	46,9	-8	55	1,2
Júpiter	7	5,8	22	56	-2,2
Saturno	0	16,0	-0	35	0,9



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

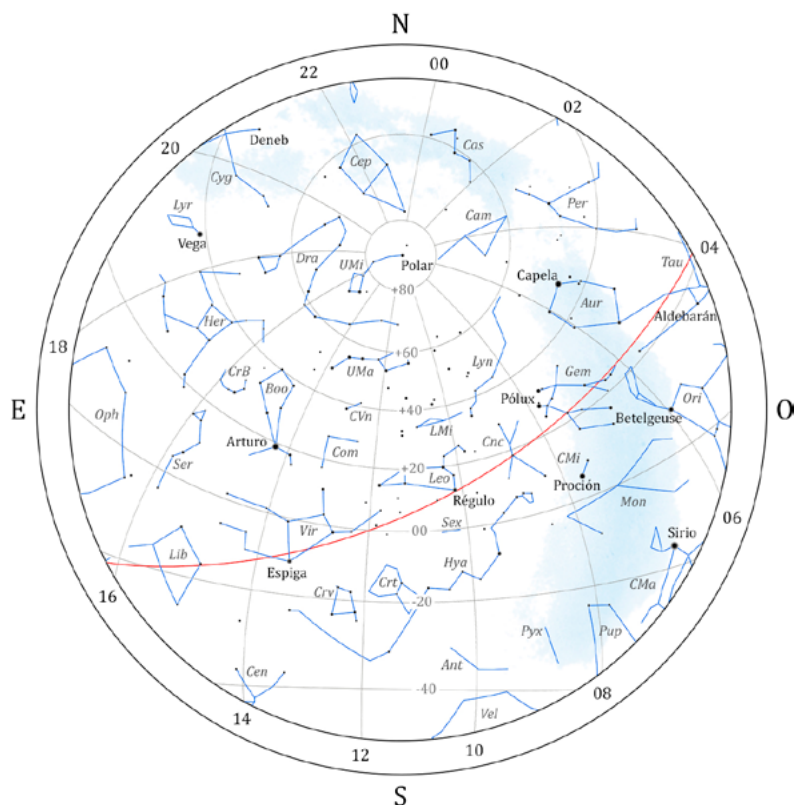
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Hexágono de Invierno. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Abril 2026

- 2 Luna llena
- 3 Máxima elongación oeste de Mercurio (27°8)
- 4 Mercurio en afelio
- 6 La Luna 0°5 al S de Antares (ocultación)
- 7 Luna en apogeo
- 9 La Luna 0°6 al S de Nunki (ocultación)
- 10 Cuarto menguante
- 12 La Luna 3°al N de Metis
- 13 La Luna 2° al S de Astrea
- 13 Marte 0°3 al N de Neptuno
- 15 La Luna 2° al S de Palas
- 15 Urano 4° al S de Alcíone
- 16 La Luna 5° al N de Saturno
- 16 Mercurio 1°4 al S de Neptuno
- 17 Luna nueva
- 19 Egeria en oposición
- 19 Euterpe en conjunción con el Sol
- 19 La Luna 0°8 al N de Alcíone (ocultación)
- 19 La Luna 5° al N de Urano
- 19 La Luna 5° al N de Venus
- 19 Luna en perigeo
- 20 Marte 1°3 al N de Saturno
- 20 Mercurio 0°5 al S de Saturno
- 20 Mercurio 2° al S de Marte
- 21 La Luna 0°6 al S de Elnath (ocultación)
- 22 La Luna 3° al N de Júpiter
- 22 Máximo de las líridas
- 23 Venus 4° al S de Alcíone
- 24 Cuarto creciente
- 24 Venus 0°8 al N de Urano
- 26 La Luna 0°2 al N de Régulo (ocultación)

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	(^o)	(['])	
Mercurio	0	3,4	-2	27	0,1
Venus	3	5,3	17	35	-3,8
Marte	0	16,4	0	42	1,2
Júpiter	7	13,8	22	44	-2,0
Saturno	0	30,1	0	55	0,9



Aspecto del cielo tras anochecer, 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, en color rojo, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Mayo 2026

- 1 Luna llena
- 3 Venus 7° al N de Aldebarán
- 4 La Luna 0°;4 al S de Antares (ocultación)
- 4 Luna en apogeo
- 6 La Luna 0°;5 al S de Nunki (ocultación)
- 6 Máximo de las η acuáridas
- 9 Cuarto menguante
- 11 La Luna 0°;4 al S de Astrea (ocultación)
- 12 Neptuno 3° al S de Palas
- 12 Venus 4° al S de Elnath
- 14 El Sol 0°;2 al S de Mercurio (ocultación)
- 14 Mercurio en conjunción superior con el Sol (ocultación)
- 15 Venus en perihelio
- 15 Ceres en conjunción con el Sol
- 15 La Luna 5° al N de Marte
- 16 Luna nueva
- 17 Luna en perigeo
- 18 Mercurio en perihelio
- 18 La Luna 0°;9 al S de Elnath (ocultación)
- 19 La Luna 3° al N de Venus
- 20 La Luna 3° al N de Júpiter
- 22 El Sol 0°;2 al N de Urano (ocultación)
- 22 Mercurio 7° al N de Aldebarán
- 22 Urano en conjunción con el Sol (ocultación)
- 23 Cuarto creciente
- 23 La Luna 0°;1 al S de Régulo (ocultación)
- 28 Mercurio 3° al S de Elnath
- 29 Amphitrite en oposición
- 31 La Luna 0°;2 al S de Antares (ocultación)
- 31 Luna llena
- 31 Venus 3° al N de Hygiea

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	(^h)	(^m)	([°])	(['])	
Mercurio	3	29,1	19	9	-2,1
Venus	5	38,7	24	49	-3,8
Marte	1	41,5	9	41	1,3
Júpiter	7	31,3	22	11	-1,8
Saturno	0	42,6	2	11	0,9



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

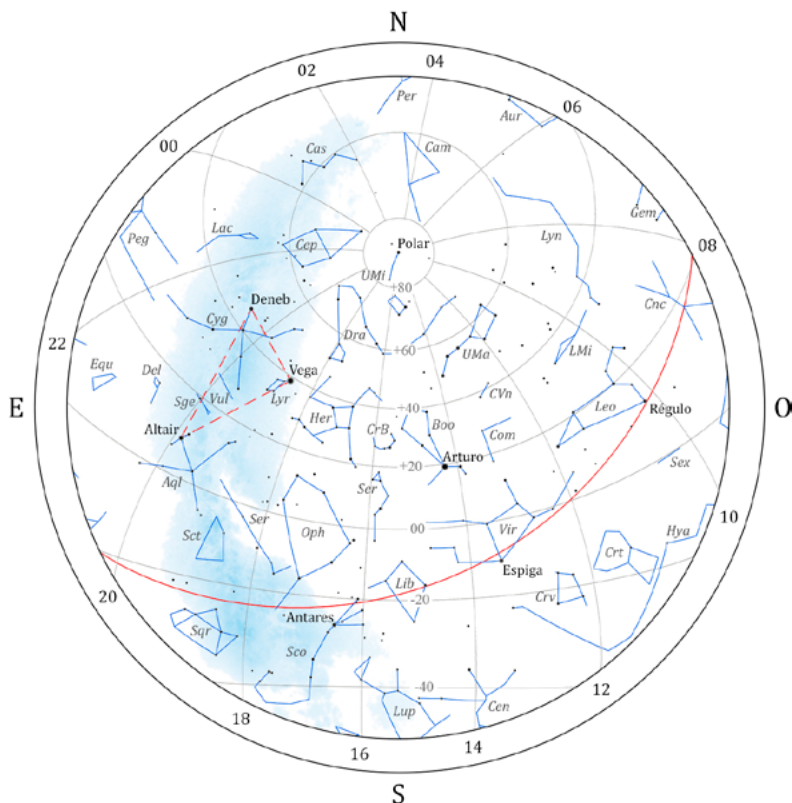
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Junio 2026

- 1 Luna en apogeo
- 2 Juno estacionario en ascensión recta
- 3 La Luna 0°;4 al S de Nunki (ocultación)
- 4 Júpiter 6° al S de Pólux
- 7 La Luna 0°;8 al N de Astrea (ocultación)
- 8 Cuarto menguante
- 8 Venus 5° al S de Pólux
- 9 Venus 2° al N de Júpiter
- 10 La Luna 6° al N de Saturno
- 12 La Luna 6° al N de Marte
- 13 La Luna 0°;8 al N de Alcíone (ocultación)
- 13 La Luna 5° al N de Urano
- 13 Saturno 0°;7 al S de Palas
- 14 Luna en perigeo
- 15 Irene en oposición
- 15 Luna nueva
- 15 Máxima elongación este de Mercurio (24°;5)
- 16 La Luna 2° al N de Mercurio
- 16 Mercurio 2° al N de Hygiea
- 17 Hebe en conjunción con el Sol
- 17 La Luna 0°;2 al N de Venus (ocultación)
- 17 La Luna 2° al N de Júpiter
- 19 La Luna 0°;4 al S de Régulo (ocultación)
- 21 Cuarto creciente
- 21 Inicio del verano en el hemisferio boreal
- 23 Mercurio 7° al S de Pólux
- 27 La Luna 0°;3 al S de Antares (ocultación)
- 27 Marte 4° al S de Alcíone
- 28 Luna en apogeo
- 28 Victoria en conjunción con el Sol
- 29 Luna llena (día 30 hora oficial)
- 29 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 30 La Luna 0°;2 al S de Nunki (ocultación)

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	^h	^m	[°]	[']	
Mercurio	7	20,4	23	18	0,6
Venus	8	18,2	21	44	-3,9
Marte	3	10,9	17	17	1,3
Júpiter	7	55,8	21	12	-1,7
Saturno	0	52,6	3	7	0,8



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

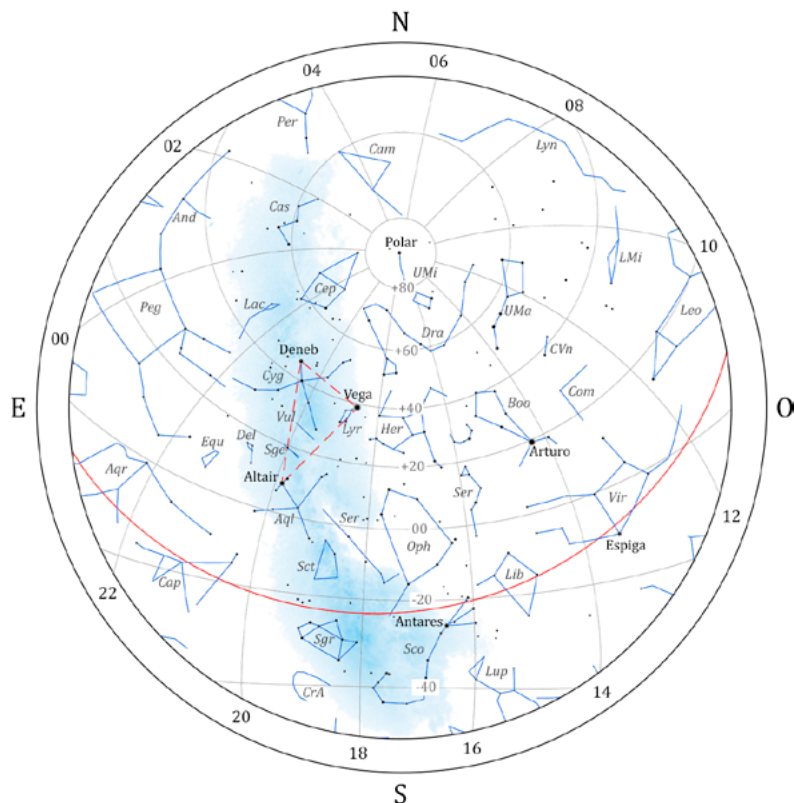
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Triángulo de Verano. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Julio 2026

- 1 Mercurio en afelio
- 2 Mercurio 2° al S de Hygiea
- 4 Marte 0°1 al S de Urano
- 5 La Luna 2° al N de Astrea
- 6 Tierra en el afelio
- 7 Cuarto menguante
- 7 La Luna 5° al N de Neptuno
- 7 La Luna 7° al N de Saturno
- 8 Neptuno estacionario en ascensión recta
- 9 Venus 1°1 al N de Régulo
- 10 La Luna 1°1 al N de Alcíone (ocultación)
- 10 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 11 La Luna 5° al N de Marte
- 11 La Luna 5° al N de Urano
- 12 La Luna 0°9 al S de Elnath (ocultación)
- 13 Luna en perigeo
- 13 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 14 Luna nueva
- 14 Marte 5° al N de Aldebarán
- 15 La Luna 2° al N de Júpiter
- 17 La Luna 0°5 al S de Régulo (ocultación)
- 17 La Luna 2° al S de Venus
- 18 La Luna 3° al N de Iris
- 21 Cuarto creciente
- 23 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 24 La Luna 0°5 al S de Antares (ocultación)
- 24 Marte en nodo ascendente
- 25 Luna en apogeo
- 27 La Luna 0°2 al S de Nunki (ocultación)
- 27 Saturno estacionario en ascensión recta
- 29 Júpiter en conjunción con el Sol
- 29 Luna llena
- 31 Marte 5° al S de Elnath
- 31 Máximo de las δ acuáridas

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta (^h ^m)		Declin. (^o ['])		Magnitud
Mercurio	7	21,4	17	9	4,5
Venus	10	32,3	10	28	-4,0
Marte	4	39,5	22	1	1,3
Júpiter	8	22,5	19	53	-1,6
Saturno	0	57,7	3	31	0,7



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

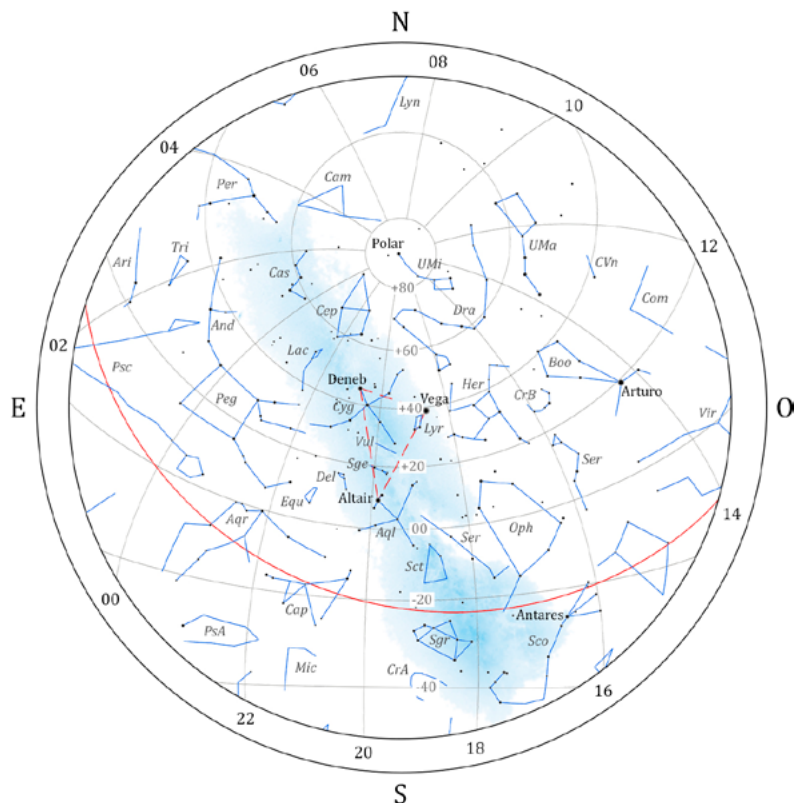
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Triángulo de Verano. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Agosto 2026

- 1 La Luna 3° al N de Astrea
- 2 Máxima elongación oeste de Mercurio (19°5)
- 3 La Luna 5° al N de Neptuno
- 4 La Luna 7° al N de Saturno
- 6 Cuarto menguante
- 6 Mercurio 8° al S de Pólux
- 7 La Luna 1°1 al N de Alcíone (ocultación)
- 7 La Luna 5° al N de Urano
- 8 La Luna 0°7 al S de Elnath (ocultación)
- 8 Marte 1°4 al N de Ceres
- 9 La Luna 4° al N de Marte
- 10 Luna en perigeo
- 11 La Luna 2° al N de Mercurio
- 12 Eclipse total de Sol (visible en España)
- 12 Luna nueva
- 13 Máximo de las perséidas
- 14 Mercurio en perihelio
- 15 La Luna 1°4 al N de Iris
- 15 Mercurio 0°6 al N de Júpiter
- 15 Mercurio 2° al N de Hygiea
- 15 Máxima elongación este de Venus
- 16 La Luna 2° al S de Venus
- 20 Cuarto creciente
- 21 La Luna 0°5 al S de Antares (ocultación)
- 22 Luna en apogeo
- 23 La Luna 0°4 al S de Nunki (ocultación)
- 23 La Luna 2° al S de Flora
- 27 Mercurio en conjunción superior con el Sol
- 28 Astrea en oposición
- 28 La Luna 3° al N de Astrea
- 28 Luna llena
- 28 Eclipse parcial de Luna (visible en España)
- 31 La Luna 7° al N de Saturno

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta (^h ^m)	Declin. Magnitud (° ')
Mercurio	8 47,9	18 53 -1,2
Venus	12 27,5	-4 28 -4,2
Marte	6 10,5	23 42 1,3
Júpiter	8 50,5	18 12 -1,6
Saturno	0 57,2	3 18 0,6



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

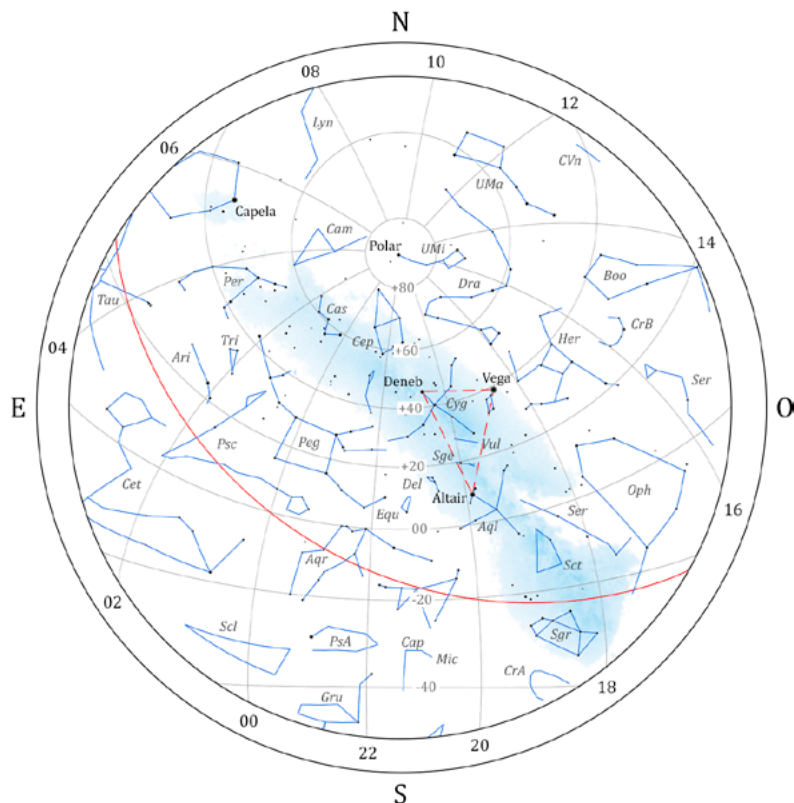
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Triángulo de Verano. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Setiembre 2026

- 3 La Luna 1°0 al N de Alcóne (ocultación)
- 3 La Luna 5° al N de Urano
- 3 Venus 2° al S de Espiga
- 4 Venus en afelio
- 4 Cuarto menguante
- 5 La Luna 0°6 al S de Elnath (ocultación)
- 6 La Luna 3° al N de Marte
- 6 Luna en perigeo
- 8 La Luna 0°7 al N de Júpiter (ocultación)
- 9 La Luna 0°6 al S de Régulo (ocultación)
- 9 La Luna 3° al N de Hygiea
- 10 Urano estacionario en ascensión recta
- 11 Laetitia en conjunción con el Sol
- 11 Luna nueva
- 12 La Luna 0°2 al N de Iris (ocultación)
- 12 La Luna 4° al S de Mercurio
- 13 Juno estacionario en ascensión recta
- 14 Harmonia en conjunción con el Sol
- 14 La Luna 0°6 al N de Venus (ocultación)
- 17 La Luna 0°4 al S de Antares (ocultación)
- 18 Cuarto creciente
- 19 Luna en apogeo
- 19 Marte 6° al S de Pólux
- 20 La Luna 0°2 al S de Nunki (ocultación)
- 20 La Luna 1°4 al S de Flora
- 23 Inicio del otoño en el hemisferio boreal
- 24 La Luna 3° al N de Astrea
- 26 Luna llena
- 26 Mercurio 1°0 al N de Espiga
- 26 Neptuno en oposición
- 27 Mercurio en afelio
- 27 La Luna 7° al N de Saturno
- 30 La Luna 1°0 al N de Alcóne (ocultación)

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	^h	^m	(°	')	
Mercurio	12	26,6	-2	37	-0,4
Venus	13	55,1	-17	21	-4,4
Marte	7	36,1	22	22	1,2
Júpiter	9	16,8	16	24	-1,7
Saturno	0	51,2	2	34	0,4



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

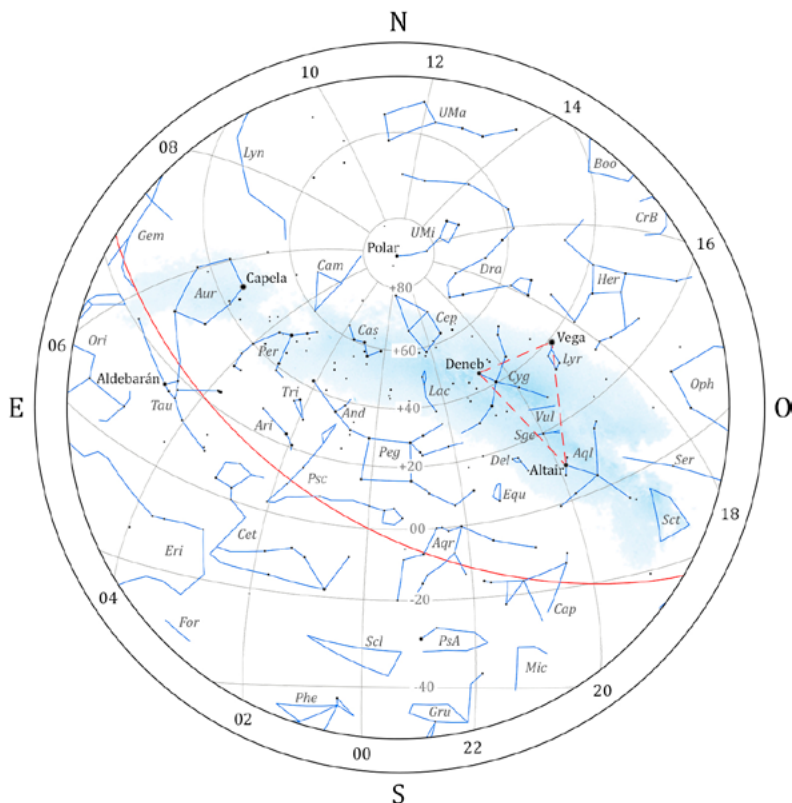
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Triángulo de Verano. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Octubre 2026

- 1 Luna en perigeo 5° al N de Urano
- 2 La Luna 0°₉ al S de Elnath (ocultación)
- 2 Venus estacionario en ascensión recta
- 3 Cuarto menguante
- 3 La Luna 3° al N de Ceres
- 4 Saturno en oposición
- 5 La Luna 1°₀ al N de Marte (ocultación)
- 5 Mercurio 5° al N de Venus
- 6 La Luna 0°₀ al N de Júpiter (ocultación)
- 7 La Luna 0°₇ al S de Régulo (ocultación)
- 7 La Luna 2° al N de Hygiea
- 9 Máximo de las dracónidas
- 10 Luna nueva
- 12 La Luna 2° al S de Mercurio y 3° al N de Venus
- 12 Máxima elongación este de Mercurio (25°₂)
- 14 La Luna 0°₄ al S de Antares (ocultación)
- 15 Mercurio 4° al S de Zuben el Genubi
- 16 Luna en apogeo
- 17 La Luna 0°₀ al S de Nunki (ocultación)
- 18 Cuarto creciente
- 18 La Luna 0°₂ al S de Flora (ocultación)
- 21 La Luna 3° al N de Astrea
- 21 Máximo de las oriónidas
- 24 La Luna 5° al N de Neptuno y 7° al N de Saturno
- 24 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 24 Venus en conjunción inferior con el Sol
- 25 Máximo acercamiento de Venus a la Tierra
- 26 Luna llena
- 28 La Luna 0°₉ al N de Alcíone (ocultación)
- 28 La Luna 5° al N de Urano
- 28 Luna en perigeo
- 29 La Luna 1°₁ al S de Elnath (ocultación)
- 31 La Luna 0°₃ al N de Ceres (ocultación)

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	^h	^m	[°]	[']	
Mercurio	14	52,3	-19	42	0,1
Venus	14	3,4	-20	31	-4,1
Marte	8	49,7	19	3	1,0
Júpiter	9	38,1	14	48	-1,8
Saturno	0	42,8	1	39	0,4



Aspecto del cielo tras anochecer, 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

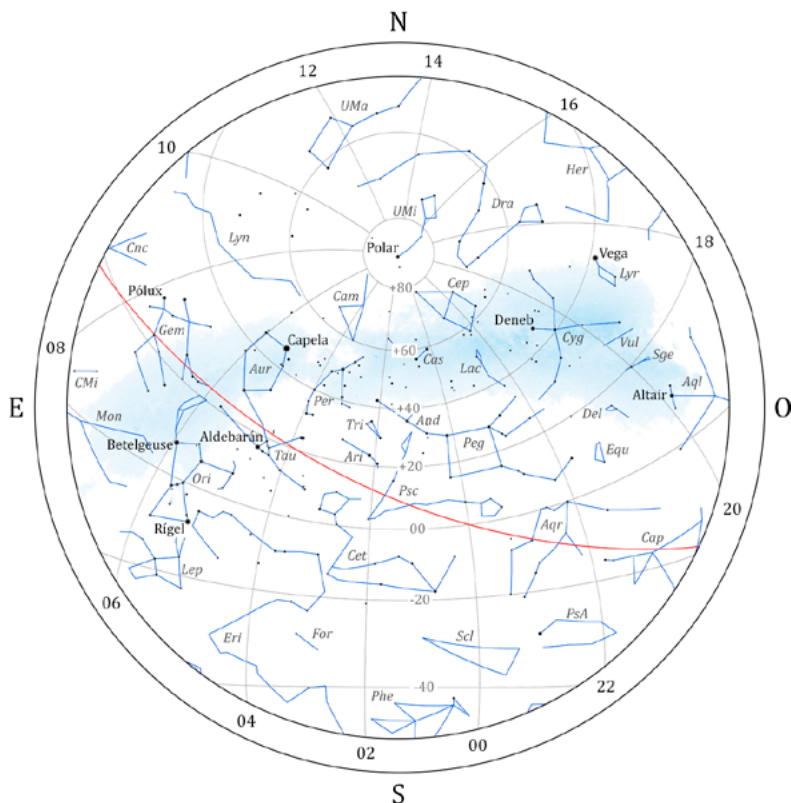
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Triángulo de Verano. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Noviembre 2026

- 1 Cuarto menguante
- 2 La Luna 0°6 al S de Júpiter (ocultación)
- 2 La Luna 1°2 al S de Marte (ocultación)
- 3 La Luna 0°9 al S de Régulo (ocultación)
- 3 La Luna 1°3 al N de Hygiea
- 3 Máximo acercamiento de Mercurio a la Tierra
- 3 Venus 2° al S de Espiga
- 4 Mercurio en conjunción inferior con el Sol
- 7 La Luna 1°0 al S de Venus (ocultación)
- 8 La Luna 1°4 al S de Iris
- 9 Luna nueva
- 10 Mercurio en perihelio
- 11 La Luna 0°2 al S de Antares (ocultación)
- 11 Venus estacionario en ascensión recta
- 13 La Luna 0°1 al N de Nunki (ocultación)
- 13 Luna en apogeo
- 13 Mercurio estacionario en ascensión recta
- 15 Marte 1°2 al N de Júpiter
- 17 Cuarto creciente
- 17 Máximo de las leónidas
- 19 Venus 2° al N de Espiga
- 21 La Luna 7° al N de Saturno
- 21 Máxima elongación oeste de Mercurio (19°8)
- 24 La Luna 0°7 al N de Alcíone (ocultación)
- 24 La Luna 5° al N de Urano
- 24 Luna llena
- 24 Marte 2° al N de Régulo
- 25 La Luna 1°0 al S de Elnath (ocultación)
- 25 Luna en perigeo
- 25 Mercurio 2° al N de Zuben el Genubi
- 25 Urano en oposición
- 30 La Luna 1°2 al S de Régulo (ocultación)
- 30 La Luna 1°3 al S de Júpiter (ocultación)
- 30 La Luna 3° al S de Marte

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	^h	^m	(°)	
Mercurio	14	14,6	-11	10	0,2
Venus	13	22,5	-10	14	-4,5
Marte	9	53,0	14	53	0,7
Júpiter	9	53,2	13	37	-2,0
Saturno	0	35,5	0	57	0,6



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

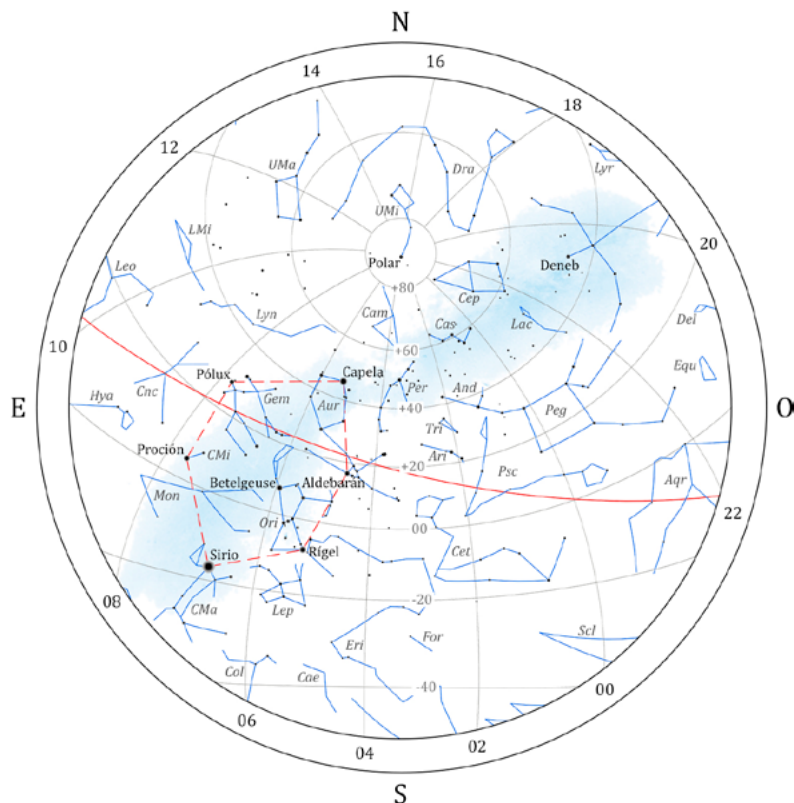
En la figura se representan paralelos de declinación y, en color rojo, la eclíptica. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

Diciembre 2026

- 1 Cuarto menguante
- 1 La Luna 0^o,9 al N de Hygiea (ocultación)
- 1 Vesta estacionario en ascensión recta
- 5 La Luna 7^o al S de Venus
- 6 La Luna 2^o al S de Iris
- 7 La Luna 6^o al S de Mercurio
- 8 Mercurio 0^o,4 al S de Graffias
- 9 Luna nueva
- 11 La Luna 0^o,3 al N de Nunki (ocultación)
- 11 Luna en apogeo
- 11 Saturno estacionario en ascensión recta
- 12 Mercurio 5^o al N de Antares
- 13 Egeria en conjunción con el Sol
- 13 Júpiter estacionario en ascensión recta
- 13 Neptuno estacionario en ascensión recta
- 14 Máximo de las gemínidas
- 17 Cuarto creciente
- 18 La Luna 7^o al N de Saturno
- 21 Inicio del invierno en el hemisferio boreal
- 21 La Luna 1^o,0 al N de Alcíone (ocultación)
- 22 La Luna 5^o al N de Urano
- 22 Máximo de las úrsidas
- 22 Venus 3^o al N de Zuben el Genubi
- 23 La Luna 1^o,3 al S de Elnath (ocultación)
- 24 Luna en perigeo
- 24 Luna llena
- 24 Mercurio en afelio
- 25 Venus en perihelio
- 27 La Luna 2^o al S de Júpiter
- 28 La Luna 1^o,2 al S de Hebe (ocultación)
- 28 La Luna 5^o al S de Marte
- 29 La Luna 1^o,1 al N de Hygiea (ocultación)
- 30 Cuarto menguante

Coordenadas para el día 15

Planeta	Asc. Recta		Declin.		Magnitud
	^h	^m	^o	[']	
Mercurio	16	47,2	-22	30	-0,7
Venus	14	25,7	-11	27	-4,5
Marte	10	37,1	11	39	0,2
Júpiter	9	58,1	13	19	-2,1
Saturno	0	33,2	0	50	0,8



Aspecto del cielo tras anochecer, 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, en color rojo, la eclíptica. En línea discontinua roja se muestra el asterismo del Hexágono de Invierno. En el borde de la figura se indica el valor, en horas, de diversos meridianos de ascensión recta.

1.5. Eclipses de Sol

Denominamos eclipse de Sol al fenómeno por el cual la luz de nuestra estrella es total o parcialmente ocultada al interponerse la Luna entre el observador y el Sol.

Desde el punto de vista del observador, los eclipses de Sol se clasifican en: totales, anulares y parciales. Dicho observador dirá que ha visto un eclipse total cuando ve la Luna cubrir enteramente el disco del Sol. Sin embargo, otro observador situado centenas de kilómetros más al norte o más al sur que el primero verá la Luna cubrir solo una parte del Sol, de manera que para él el eclipse será parcial. Hay ocasiones en las que la Luna no llega a cubrir enteramente el Sol desde ningún punto de la Tierra, por lo que para todos los observadores el eclipse es parcial.

Otro tipo común de eclipses es el eclipse anular. Estos se dan cuando el observador ve que la Luna no llega a cubrir al Sol, aunque su disco esté completamente por delante del solar. Esto es debido a que nuestro satélite se encuentra ese día más lejos de la Tierra que en el caso de un eclipse total, de modo que su tamaño aparente es menor que el del Sol. En tal caso se observa un anillo brillante rodeando el disco lunar.



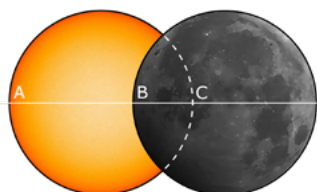
Magnitud de los eclipses de Sol

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.

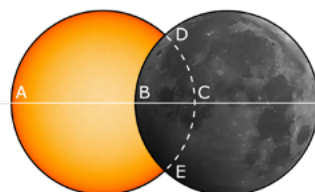
No debe confundirse la magnitud con el *oscurecimiento* del disco solar, o sea con la fracción de superficie ocultada por la luna. El oscurecimiento es siempre una cantidad numérica menor que la magnitud. Se relacionan, de una manera orientativa, según:

Magnitud	Oscurecimiento
0,1	0,04
0,2	0,10
0,3	0,19
0,4	0,28
0,5	0,39

Magnitud	Oscurecimiento
0,6	0,50
0,7	0,62
0,8	0,75
0,9	0,87
1,0	1,00



$$\text{Magnitud} = BC/AC$$



$$\text{Oscurecimiento} = \text{Área BDCE} / \text{Área SOL}$$

Mapas y tablas 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 1000 km (eclipse del 22 de agosto de 1979).

En las tablas de características generales para los eclipses totales y anulares de Sol, las coordenadas geográficas 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.

Eclipses de Sol en 2026

Se producirán dos eclipses de Sol, uno anular el 17 de febrero y otro total el 12 de agosto. El segundo será visible en España justo antes de la puesta de Sol.

Se describen en detalle en las páginas siguientes.

Eclipse anular de Sol del día 17 de febrero (saros 121)

Este eclipse anular, no visible desde España, es el número 61 de los 71 que componen la serie saros 121.

El eclipse será visible desde la Antártida, los extremos sur de África y América, y los océanos Antártico, Atlántico sur e Índico. El eclipse comenzará a las 9^h56^m TU (Tiempo Universal) en un punto del océano Antártico con latitud 62° sur y longitud 79° oeste, y finalizará en un punto del océano Índico de latitud 12° sur y longitud 59° este a las 14^h27^m.

La fase anular comenzará a las 11^h42^m, y se desplazará por ese continente hasta finalizar en el océano Índico a las 12^h41^m. El máximo del eclipse se producirá a las 12^h11^m en un lugar de latitud 65° sur y longitud 87° este, en el océano Antártico, cerca de la costa de la Antártida, donde alcanzará una magnitud máxima de 0,96.

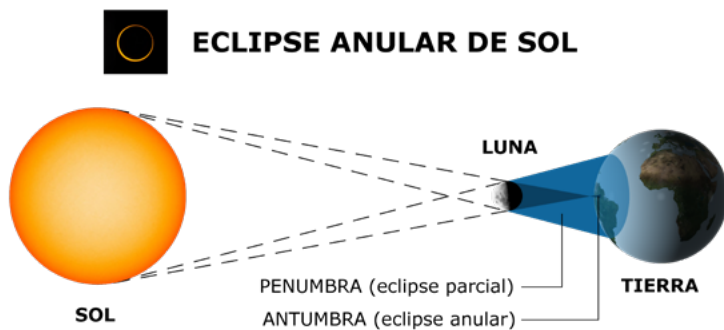
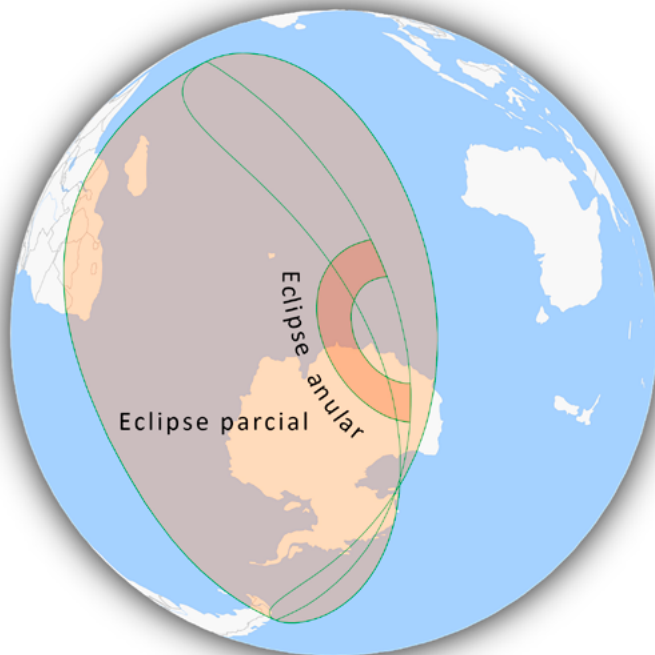
Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Longitud
Inicio del eclipse general	9 ^h 56 ^m	-62° 24'	-79° 25'
Inicio del eclipse anular	11 ^h 42 ^m	-71° 36'	-136° 36'
Conjunción en Asc. Recta	11 ^h 18 ^m		
Máximo del eclipse	12 ^h 11 ^m	-64° 43'	86° 48'
Fin del eclipse anular	12 ^h 41 ^m	-51° 33'	99° 01'
Fin del eclipse general	14 ^h 27 ^m	-12° 29'	59° 13'

Características del eclipse en el máximo

Duración de la fase anular	2 ^m 20 ^s
Anchura de la sombra	600 km
Razón entre el radio topocéntrico de la Luna y el del Sol	96,4%
Distancia mínima entre el eje de sombra de la Luna y el centro de la Tierra (en radios terrestres)	0,974
Altura del Sol	12°

Eclipse anular de 17 de febrero de 2026



Eclipse total de Sol del día 12 de agosto (Saros 126)

Este eclipse total, de número 48 dentro de los 72 del ciclo saros 126, será visible desde España.

El eclipse se podrá observar en el norte de Norteamérica, el oeste de Europa, el noroeste de África, y los océanos Ártico y Atlántico norte. El comienzo del eclipse se producirá a las 15^h34^m TU en un lugar cerca de la costa de Alaska con latitud 57° norte y longitud 166° oeste, y se moverá por el norte del continente americano para adentrarse en los océanos Ártico y Atlántico norte. Finalizará a las 19^h58^m en un punto del océano Atlántico de latitud 11° norte y longitud 25° oeste.

El máximo del eclipse tendrá lugar a las 17^h46^m en el océano Atlántico, cerca de la costa de Islandia, con una latitud de 65° norte y longitud 25° oeste, donde se alcanzará una magnitud máxima de 1,039.

En España, la franja de totalidad entrará en la Península por el noroeste, y cruzará Asturias, Cantabria, y partes de Galicia, Castilla y León, Euskadi, Navarra, Madrid, Castilla-La Mancha, Aragón, Cataluña y Comunidad Valenciana, para luego pasar por encima de las islas Baleares. En el resto de España se verá como parcial de magnitud alta. El eclipse se producirá cerca del anochecer, por lo que el Sol estará muy bajo en el cielo.

Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Longitud
Inicio del eclipse general	15 ^h 34 ^m	56° 40'	-166° 02'
Inicio del eclipse total	16 ^h 58 ^m	75° 05'	113° 26'
Conjunción en Asc. Recta	17 ^h 03 ^m		
Máximo del eclipse	17 ^h 46 ^m	65° 13'	-25° 13'
Fin del eclipse total	18 ^h 34 ^m	38° 41'	5° 24'
Fin del eclipse general	19 ^h 58 ^m	11° 26'	-25° 11'

Características del eclipse en el máximo

Duración de la fase total	2 ^m 18 ^s
Anchura de la sombra	293 km
Razón entre el radio topocéntrico de la Luna y el del Sol	103,9%
Distancia mínima entre el eje de sombra de la Luna y el centro de la Tierra (en radios terrestres)	0,898
Altura del Sol	26°

Eclipse total de 12 de agosto de 2026



Eclipse total de Sol el 12 de agosto de 2026

Vitoria-Gasteiz (Araba/Álava)

Longitud:	-2° 40' 21.92"
Latitud:	42° 51' 02.12"
Altitud:	539 m

FASES DEL ECLIPSE	
Inicio del eclipse:	19:32.6
Inicio totalidad:	20:27.8
Máximo:	20:28.3
Final totalidad:	20:28.8
Ocaso:	21:17.2
Final del eclipse:	21:20.6

DURACIÓN	
Eclipse:	1h 48.0m
Totalidad:	1m 2s

VALORES EN EL MÁXIMO	
Oscurecimiento:	100.0%
Altura del Sol:	7.7°
Acimut del Sol:	283.0°

Tiempos en hora oficial	
Detalles sobre la precisión en https://eclipses.ign.es	

Las fases mostradas en rojo no son observables, al suceder con el centro del Sol bajo el horizonte

Cálculos realizados por el Observatorio Astronómico Nacional

Se incluyen dos tablas, en la primera se indican, para las capitales en las que el eclipse se observará como total, los momentos de inicio y fin del eclipse, inicio y fin de la totalidad, y la posición del Sol en el máximo (altura y azimut). En la segunda tabla, para aquellas capitales en las que el eclipse se observará como parcial, los momentos de inicio, máximo y final del eclipse y la posición del Sol en el máximo (altura y azimut). En la columna "fin eclipse" los tiempos corresponden, o bien al final del eclipse, o al ocaso en caso de que se produzca antes.

Las horas vienen dadas en hora oficial peninsular, salvo para las islas Canarias, donde se expresan en hora oficial de Canarias.

Eclipse en capitales de provincia con eclipse total

ciudad	inicio eclipse (^h ^m)	inicio totalidad (^h ^m ^s)	fin totalidad (^h ^m ^s)	fin eclipse (^h ^m)	Alt Sol (°)	Az Sol (°)
A Coruña	19 ^h 31 ^m	20 ^h 27 ^m 35 ^s	20 ^h 28 ^m 51 ^s	21 ^h 22 ^m	12	279
Bilbao	19 ^h 32 ^m	20 ^h 27 ^m 18 ^s	20 ^h 27 ^m 48 ^s	ocaso 21 ^h 19 ^m	8	283
Burgos	19 ^h 33 ^m	20 ^h 28 ^m 20 ^s	20 ^h 30 ^m 04 ^s	ocaso 21 ^h 20 ^m	8	283
Castelló	19 ^h 37 ^m	20 ^h 31 ^m 14 ^s	20 ^h 32 ^m 47 ^s	ocaso 21 ^h 01 ^m	4	286
Cuenca	19 ^h 37 ^m	20 ^h 31 ^m 59 ^s	20 ^h 32 ^m 55 ^s	ocaso 21 ^h 09 ^m	6	284
Guadalajara	19 ^h 36 ^m	20 ^h 31 ^m 15 ^s	20 ^h 32 ^m 23 ^s	ocaso 21 ^h 15 ^m	7	284
León	19 ^h 33 ^m	20 ^h 28 ^m 15 ^s	20 ^h 30 ^m 00 ^s	21 ^h 22 ^m	10	281
Lleida	19 ^h 35 ^m	20 ^h 29 ^m 05 ^s	20 ^h 29 ^m 32 ^s	ocaso 21 ^h 01 ^m	5	285
Logroño	19 ^h 33 ^m	20 ^h 28 ^m 03 ^s	20 ^h 29 ^m 24 ^s	ocaso 21 ^h 15 ^m	7	283
Lugo	19 ^h 32 ^m	20 ^h 28 ^m 02 ^s	20 ^h 29 ^m 26 ^s	21 ^h 22 ^m	11	280
Oviedo	19 ^h 31 ^m	20 ^h 27 ^m 00 ^s	20 ^h 28 ^m 48 ^s	21 ^h 21 ^m	10	281
Palencia	19 ^h 34 ^m	20 ^h 29 ^m 03 ^s	20 ^h 30 ^m 45 ^s	21 ^h 22 ^m	9	282
Palma	19 ^h 38 ^m	20 ^h 31 ^m 00 ^s	20 ^h 32 ^m 36 ^s	ocaso 20 ^h 49 ^m	2	287
Santander	19 ^h 31 ^m	20 ^h 26 ^m 52 ^s	20 ^h 27 ^m 55 ^s	21 ^h 20 ^m	9	282
Segovia	19 ^h 36 ^m	20 ^h 31 ^m 03 ^s	20 ^h 32 ^m 01 ^s	ocaso 21 ^h 19 ^m	8	283
Soria	19 ^h 34 ^m	20 ^h 29 ^m 01 ^s	20 ^h 30 ^m 42 ^s	ocaso 21 ^h 14 ^m	7	284
Tarragona	19 ^h 35 ^m	20 ^h 29 ^m 24 ^s	20 ^h 30 ^m 23 ^s	ocaso 20 ^h 58 ^m	4	286
Teruel	19 ^h 37 ^m	20 ^h 30 ^m 59 ^s	20 ^h 32 ^m 33 ^s	ocaso 21 ^h 06 ^m	5	285
València	19 ^h 38 ^m	20 ^h 32 ^m 24 ^s	20 ^h 33 ^m 24 ^s	ocaso 21 ^h 01 ^m	4	286
Valladolid	19 ^h 34 ^m	20 ^h 29 ^m 47 ^s	20 ^h 31 ^m 15 ^s	ocaso 21 ^h 23 ^m	9	282
Vitoria-Gasteiz	19 ^h 32 ^m	20 ^h 27 ^m 38 ^s	20 ^h 28 ^m 41 ^s	ocaso 21 ^h 17 ^m	8	283
Zamora	19 ^h 35 ^m	20 ^h 30 ^m 48 ^s	20 ^h 31 ^m 07 ^s	21 ^h 24 ^m	9	282
Zaragoza	19 ^h 35 ^m	20 ^h 28 ^m 57 ^s	20 ^h 30 ^m 20 ^s	ocaso 21 ^h 08 ^m	6	285

Eclipse en capitales de provincia, Ceuta y Melilla con eclipse parcial

ciudad	inicio eclipse (^{h m})	máximo eclipse (^{h m})	final eclipse (^{h m})	Alt Sol ([°])	Az Sol ([°])
Alacant/Alicante	19 ^h 40 ^m	20 ^h 35 ^m	ocaso 21 ^h 00 ^m	4	286
Albacete	19 ^h 39 ^m	20 ^h 34 ^m	ocaso 21 ^h 06 ^m	5	285
Almería	19 ^h 43 ^m	20 ^h 38 ^m	ocaso 21 ^h 05 ^m	4	285
Ávila	19 ^h 36 ^m	20 ^h 32 ^m	ocaso 21 ^h 21 ^m	8	283
Badajoz	19 ^h 39 ^m	20 ^h 35 ^m	ocaso 21 ^h 27 ^m	9	282
Barcelona	19 ^h 35 ^m	20 ^h 29 ^m	ocaso 20 ^h 55 ^m	4	286
Cáceres	19 ^h 38 ^m	20 ^h 34 ^m	ocaso 21 ^h 25 ^m	9	282
Cádiz	19 ^h 43 ^m	20 ^h 39 ^m	ocaso 21 ^h 20 ^m	7	283
Ceuta	19 ^h 45 ^m	20 ^h 40 ^m	ocaso 21 ^h 15 ^m	6	284
Ciudad Real	19 ^h 39 ^m	20 ^h 35 ^m	ocaso 21 ^h 15 ^m	7	284
Córdoba	19 ^h 41 ^m	20 ^h 37 ^m	ocaso 21 ^h 16 ^m	7	284
Donostia-San Sebastián	19 ^h 32 ^m	20 ^h 27 ^m	ocaso 21 ^h 15 ^m	8	283
Girona	19 ^h 34 ^m	20 ^h 28 ^m	ocaso 20 ^h 53 ^m	4	287
Granada	19 ^h 42 ^m	20 ^h 37 ^m	ocaso 21 ^h 10 ^m	5	284
Huelva	19 ^h 42 ^m	20 ^h 38 ^m	ocaso 21 ^h 24 ^m	8	283
Huesca	19 ^h 34 ^m	20 ^h 29 ^m	ocaso 21 ^h 07 ^m	6	285
Jaén	19 ^h 41 ^m	20 ^h 36 ^m	ocaso 21 ^h 12 ^m	6	284
Las Palmas de G. Canaria	18 ^h 58 ^m	19 ^h 54 ^m	ocaso 20 ^h 43 ^m	10	282
Madrid	19 ^h 37 ^m	20 ^h 32 ^m	ocaso 21 ^h 16 ^m	7	283
Málaga	19 ^h 43 ^m	20 ^h 38 ^m	ocaso 21 ^h 12 ^m	6	284
Melilla	19 ^h 45 ^m	20 ^h 40 ^m	ocaso 21 ^h 04 ^m	4	285
Murcia	19 ^h 41 ^m	20 ^h 35 ^m	ocaso 21 ^h 02 ^m	4	286
Ourense	19 ^h 33 ^m	20 ^h 30 ^m	21 ^h 23 ^m	11	280
Pamplona/Iruña	19 ^h 33 ^m	20 ^h 28 ^m	ocaso 21 ^h 13 ^m	7	284
Pontevedra	19 ^h 33 ^m	20 ^h 30 ^m	21 ^h 23 ^m	12	279
Salamanca	19 ^h 36 ^m	20 ^h 32 ^m	21 ^h 24 ^m	9	282
Santa Cruz de Tenerife	18 ^h 58 ^m	19 ^h 53 ^m	20 ^h 45 ^m	11	281
Sevilla	19 ^h 42 ^m	20 ^h 38 ^m	ocaso 21 ^h 20 ^m	7	283
Toledo	19 ^h 38 ^m	20 ^h 33 ^m	ocaso 21 ^h 17 ^m	7	283

Eclipses de Sol en los próximos años

Fecha	Tipo	Duración (^{m s})	Magnitud	Visibilidad
2026 febrero 17	anular	2 20	0,93	Sudamérica, África y Antártida
2026 agosto 12	total	2 18	1,04	Norteamérica, África y Europa
2027 febrero 6	anular	7 51	0,93	Sudamérica, África y Antártida
2027 agosto 2	total	6 23	1,08	África, Europa y Asia
2028 enero 26	anular	10 27	0,92	América, O Europa, O África
2028 julio 22	total	5 10	1,06	SE Asia y Oceanía
2029 enero 14	parcial		0,87	Norteamérica y Centroamérica
2029 junio 12	parcial		0,46	Ártico
2029 julio 11	parcial		0,23	S Sudamérica
2029 diciembre 05	parcial		0,89	S Sudamérica y Antártida
2030 junio 1	anular	5 21	0,94	Europa, África, Asia y Antártida
2030 noviembre 25	total	3 44	1,05	Asia, Oceanía y Antártida
2031 mayo 21	anular	5 26	0,96	África, Asia y Australia
2031 noviembre 14	mixto	1 08	1,01	Pacífico y América
2032 mayo 9	anular	0 22	0,99	S Sudamérica y S África
2032 noviembre 3	parcial		0,86	Asia
2033 marzo 30	total	2 37	1,05	Norteamérica y NE Rusia
2033 setiembre 23	parcial		0,69	S Sudamérica y Antártida
2034 marzo 20	total	4 09	1,05	África, Europa y O Asia
2034 setiembre 12	anular	2 58	0,97	Centroamérica y Sudamérica
2035 marzo 09	anular	0 48	0,99	Oceanía, Antártida y México
2035 setiembre 02	total	2 54	1,03	E Asia y Pacífico
2036 febrero 27	parcial		0,63	Antártida, E Oceanía
2036 julio 23	parcial		0,20	S Atlántico y Antártico
2036 agosto 21	parcial		0,86	N América, O Europa y NO África

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.

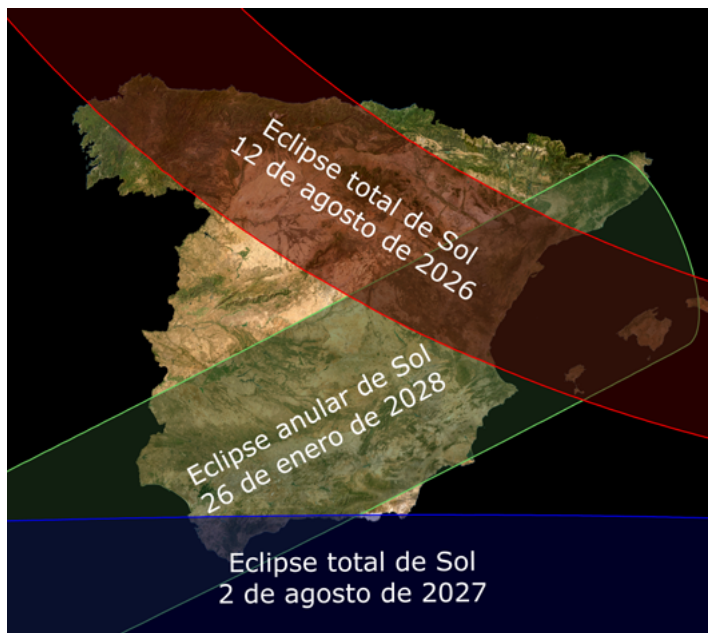
Eclipses de Sol visibles en España en los próximos años

Aunque es común poder observar un eclipse parcial de Sol cada varios años desde el mismo lugar, no es lo mismo poder ser testigo de un eclipse total o anular. En España, el último eclipse anular visible sucedió en 2005, y el último total se pudo ver en 1959, y solo desde las islas Canarias; la península Ibérica no ha visto un eclipse total de Sol desde 1912. Esta sequía de eclipses va a terminar próximamente, pues entre los años 2026 y 2028 habrá dos eclipses totales y uno anular que se podrán ver desde algún punto de nuestra geografía.

El primer eclipse total de Sol visible en la Península en más de un siglo tendrá lugar el 12 de agosto de 2026. La franja de totalidad cruzará España de oeste a este y pasará por numerosas capitales de provincia desde A Coruña hasta Palma de Mallorca, incluyendo León, Bilbao, Zaragoza y Valencia. Nuestro país está situada al final de la franja de totalidad, por lo que esta sucederá cuando el Sol se esté poniendo muy cerca del horizonte, siendo conveniente observar el eclipse desde un lugar con buena visibilidad hacia el oeste.

Casi un año después, el 2 de agosto de 2027, otro eclipse total cruzará España. La franja de totalidad atravesará el estrecho de Gibraltar de oeste a este y cubrirá el extremo sur de la península y el norte de África, incluyendo ciudades como Cádiz, Málaga, Ceuta y Melilla. El eclipse tendrá lugar durante la mañana, y la máxima duración de la totalidad corresponderá a Ceuta con 4 minutos y 48 segundos.

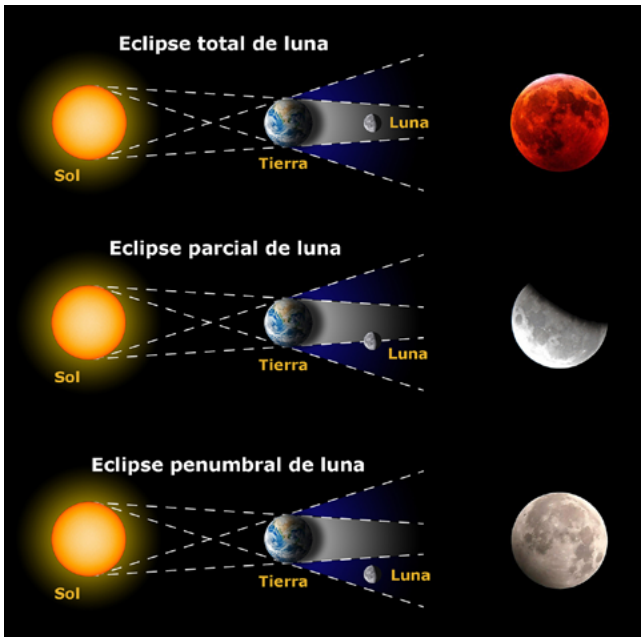
Por último, 26 de enero de 2028, se producirá un eclipse anular cuya franja de anularidad cruzará la península de sudoeste a noreste justo antes de la puesta de Sol, incluyendo ciudades como Sevilla, Málaga, Murcia y Valencia, donde la fase anular se verá completa. En Palma de Mallorca y Barcelona solo se verá el principio de la fase anular pues el Sol se pondrá antes de que esta termine. Debido a la baja elevación del Sol sobre el horizonte, la observación de este eclipse requerirá una excelente visibilidad en la dirección de la puesta de Sol.



1.6. Eclipses de Luna

Denominamos eclipse de Luna al fenómeno por el cual la Tierra impide que la luz del Sol llegue hasta la Luna, generando un cono de sombra que oscurece a la Luna. La Luna totalmente eclipsada adquiere un color rojizo característico debido a la dispersión de la luz refractada por la atmósfera de la Tierra.

Debido al tamaño angular del Sol, la sombra que proyecta la Tierra consta de dos zonas: la umbra y la penumbra. En la umbra no existe radiación solar directa, mientras que en la penumbra la radiación solar es bloqueada solo parcialmente. Por ello los eclipses se clasifican en totales, parciales y penumbrales. Un observador dirá que ha visto un eclipse total cuando la Luna se haya situado completamente en la zona umbral. Cuando solo una parte de la Luna se sitúe en la umbra, el eclipse será parcial. Si la Luna se sitúa en la penumbra, el eclipse será penumbral, y solo se producirá un sutil oscurecimiento en la superficie lunar.



A diferencia de los eclipses solares, que pueden ser vistos solo desde una parte relativamente pequeña de la Tierra y duran unos pocos minutos, un eclipse lunar puede ser visto desde cualquier parte de la Tierra en la que sea de noche y se prolongan durante varias horas.

Magnitud de los eclipses de Luna

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.

Mapas y tablas 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 la curva etiquetada como **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 la curva etiquetada como **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 la curva etiquetada como **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.

En las tablas de características generales de 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 Luna en 2026

Se producirán dos eclipses de Luna, uno total el 3 de marzo y otro parcial de magnitud muy alta el 28 de agosto. El segundo será visible en España.

Se describen en detalle en las páginas siguientes.

Eclipse total de Luna del día 3 de marzo (saros 133)

Este eclipse total es el número 21 de los 71 que componen el ciclo saros 133 y no será visible desde España.

El inicio del eclipse de penumbra tendrá lugar a las 8^h47^m de Tiempo Universal (TU). La zona en que será visible viene delimitada por la curva etiquetada con **iP** en la figura adjunta; corresponde a América y los extremos orientales de Asia y Oceanía. El eclipse parcial, (**iS**) es visible a partir de las 9^h52^m y finaliza (**fS**) a las 13^h18^m, se podrá observar desde gran parte de América y Asia, y desde Oceanía. La fase de totalidad comenzará a las 11^h06^m (**iT**), y terminará a las 12^h04^m (**fT**), y la franja de visibilidad incluye Norte y Centroamérica, y la mitad oriental de Asia. El eclipse terminará a las 14^h23^m TU. La fase final de penumbra, delimitada por la curva **fP**, podrá verse desde el extremo oeste de América, Oceanía, y casi toda Asia.

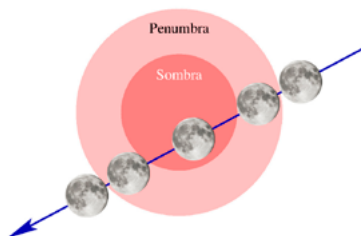
Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Long.(+E)	A.P.
Primer contacto con la penumbra	8 ^h 47 ^m	7° 07'	-130° 16'	104°
Primer contacto con la sombra	9 ^h 52 ^m	6° 50'	-146° 05'	96°
Inicio de la totalidad	11 ^h 06 ^m	6° 31'	-164° 00'	62°
Máximo del eclipse	11 ^h 35 ^m	6° 24'	-170° 58'	28°
Fin de la totalidad	12 ^h 04 ^m	6° 16'	-177° 55'	354°
Último contacto con la sombra	13 ^h 18 ^m	5° 57'	164° 09'	320°
Último contacto con la penumbra	14 ^h 23 ^m	5° 40'	148° 21'	312°
Duración del eclipse penumbral	5 ^h 36 ^m			
Duración del eclipse parcial	3 ^h 25 ^m			
Duración del eclipse total	0 ^h 57 ^m			
Magnitud del eclipse de penumbra	2,18			
Magnitud del eclipse de sombra	1,15			

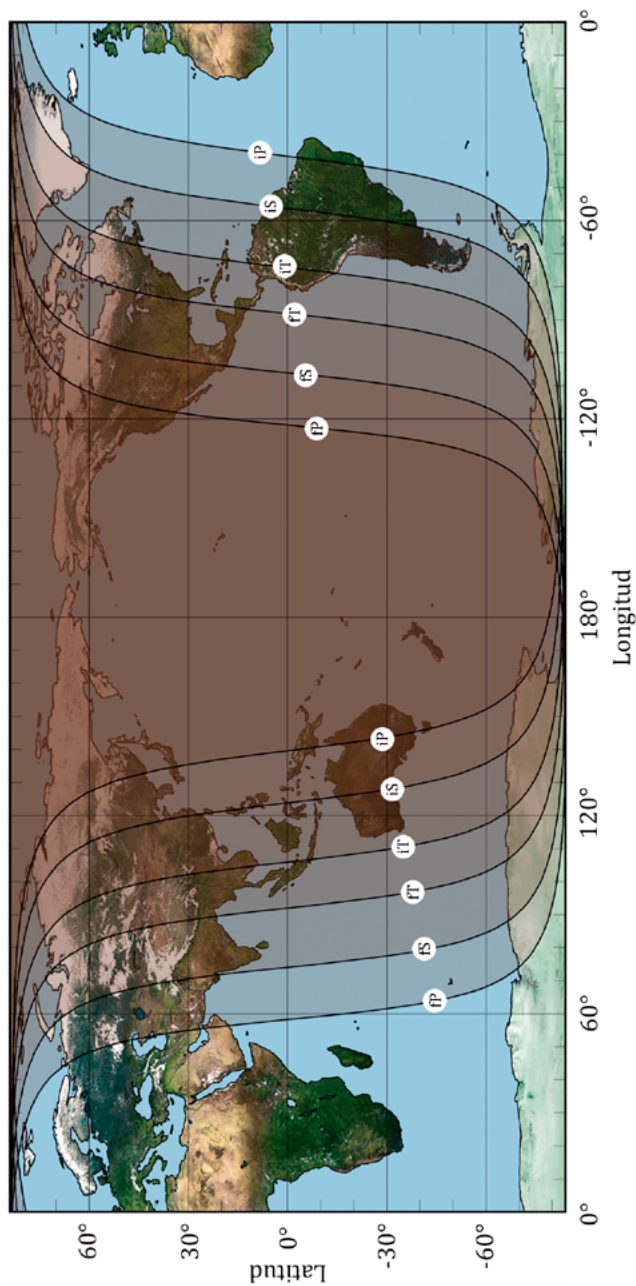
A.P. es el ángulo de posición medido en el sentido NESO.

Características del eclipse en el máximo

Fracción de diámetro lunar inmersa en la penumbra	218%
Fracción de diámetro lunar inmersa en la sombra	115%
Distancia mínima entre el eje de la sombra de la Tierra y el centro de la Luna (en radios terrestres)	0,38



Eclipse total de Luna del día 3 de marzo de 2026



Eclipse parcial de Luna del día 28 de agosto (saros 138)

Este es un eclipse parcial con una magnitud muy alta, el número 30 de 83 en el ciclo saros 138. La fase parcial será visible desde toda España antes de la puesta de la Luna, aunque en el centro y este de la Península y Baleares nuestro satélite se ocultará antes de finalizar esta fase.

El eclipse penumbral comenzará a las 1^h25^m (TU). La zona de visibilidad está marcada por la curva etiquetada con **iP** en la figura adjunta; corresponde al oeste de Asia, África, Europa y buena parte del continente americano. La fase parcial, (**iS**) será visible en el oeste de Asia, África, América y Europa desde las 2^h34^m hasta las 5^h51^m (**fS**). El final del eclipse ocurrirá a las 7^h01^m TU. La fase final de penumbra, delimitada por la curva **fP**, será visible desde América, Nueva Zelanda y las islas del Pacífico.

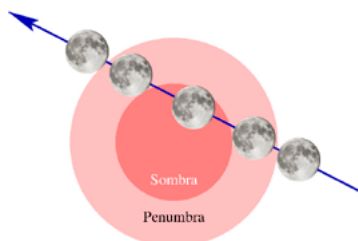
Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Long.(+E)	A.P.
Primer contacto con la penumbra	1 ^h 25 ^m	-9° 58'	-22° 19'	82°
Primer contacto con la sombra	2 ^h 34 ^m	-9° 42'	-39° 10'	93°
Máximo del eclipse	4 ^h 13 ^m	-9° 18'	-63° 03'	151°
Último contacto con la sombra	5 ^h 51 ^m	-8° 54'	-86° 56'	213°
Último contacto con la penumbra	7 ^h 01 ^m	-8° 38'	-103° 48'	224°
Duración del eclipse penumbral	5 ^h 36 ^m			
Duración del eclipse parcial	3 ^h 17 ^m			
Magnitud del eclipse de penumbra	1,96			
Magnitud del eclipse de sombra	0,93			

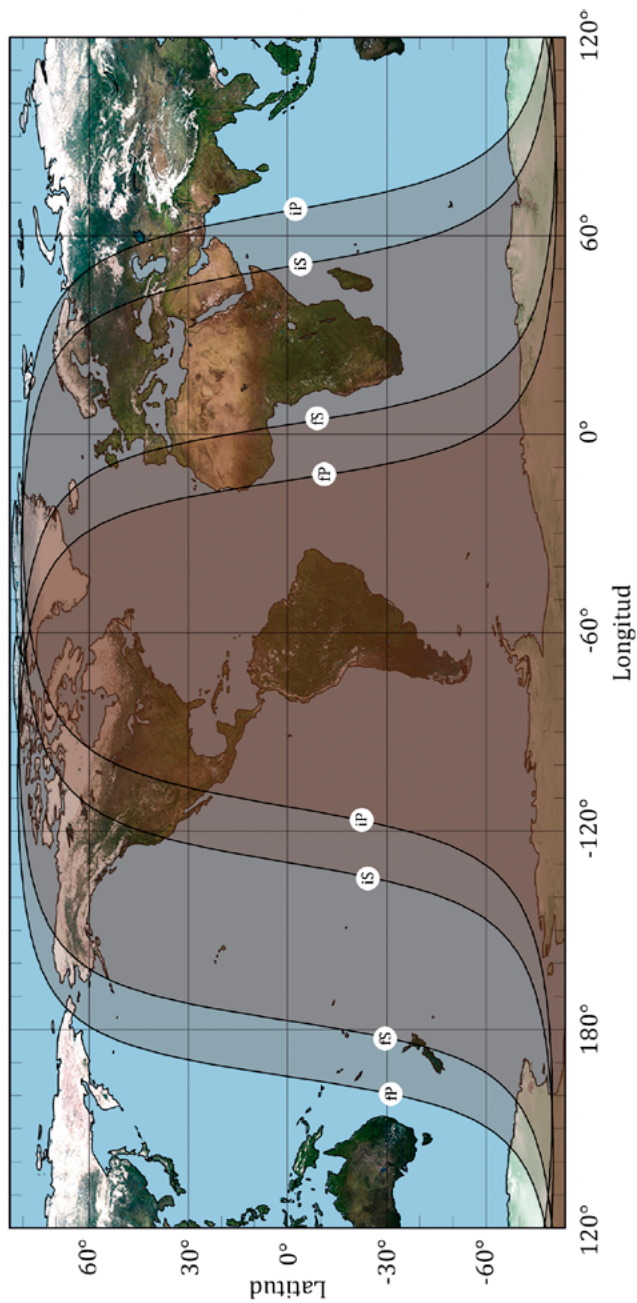
A.P. es el ángulo de posición medido en el sentido NESO.

Características del eclipse en el máximo

Fracción de diámetro lunar inmersa en la penumbra	196%
Fracción de diámetro lunar inmersa en la sombra	93%
Distancia mínima entre el eje de la sombra de la Tierra y el centro de la Luna (en radios terrestres)	0,50



Eclipse parcial de Luna del día 28 de agosto de 2026



Eclipses de Luna en los próximos años

Fecha	Tipo	Duración (en min)	Dur. totalidad (en min)	Magnitud
2026 marzo 3	total	207	58	1,15
2026 agosto 28	parcial	198		0,93
2027 febrero 20	penumbral			
2027 julio 18	penumbral			
2027 agosto 17	penumbral			
2028 enero 12	parcial	56		0,07
2028 julio 6	parcial	141		0,40
2028 diciembre 31	total	209	71	1,25
2029 junio 26	total	220	73	1,84
2029 diciembre 20	total	213	66	1,12
2030 junio 15	parcial	144		0,50
2030 diciembre 9	penumbral			
2031 mayo 7	penumbral			
2031 junio 5	penumbral			
2031 octubre 30	penumbral			
2032 abril 25	total	211	66	1,19
2032 octubre 18	total	196	47	1,10
2033 abril 14	total	215	49	1,09
2033 octubre 8	total	202	78	1,35
2034 abril 3	penumbral			
2034 setiembre 28	parcial	147		0,01
2035 febrero 22	penumbral			
2035 agosto 19	parcial	77		0,10
2036 febrero 11	total	202	74	1,30
2036 agosto 7	total	231	95	1,45

Duración se refiere a la de contacto con la sombra.

El próximo eclipse **total** de Luna visible en España será el 31 de diciembre de 2028.

1.7. Tránsitos

Se denomina *tránsito* al paso aparente de un planeta por delante de la superficie del Sol. Desde un planeta dado solo se pueden ver los tránsitos de los planetas más interiores a él en el sistema solar. Los observadores terrestres podemos ver los tránsitos de Mercurio, a razón de trece por siglo, y de Venus, a razón de trece por milenio.

La rareza de estos fenómenos viene dada por la ligera inclinación que tiene la órbita de cada uno de los planetas con respecto de la de los demás, suficiente para que en la mayoría de ocasiones el planeta no sea visto pasar por delante del disco solar. En el caso particular de un observador en la Tierra, una dificultad añadida proviene de la gran inclinación de las órbitas de Mercurio y Venus, las mayores entre los planetas del sistema solar. La inclinación es de $7^{\circ}0'$ en el caso de Mercurio y de $3^{\circ}4'$ en el caso de Venus. En este último caso, la mayor distancia media del planeta al Sol produce una mayor amplitud en sus cruces con el Sol (conjunciones inferiores), siendo de $17^{\circ}5'$ en el caso de Venus y de $8^{\circ}8'$ para Mercurio, en promedio.

Para que se produzca un tránsito debe ocurrir que la conjunción inferior del planeta interior (es decir, cuando dicho planeta pasa entre la Tierra y el Sol) ocurra cuando se encuentra en uno de sus nodos orbitales, aquellos puntos de su órbita en que cruza el plano de la órbita de la Tierra. Solo en este caso Sol, planeta y Tierra estarán prácticamente en línea recta y se podrá ver pasar el planeta por delante del disco del Sol. Conviene recordar que el Sol tiene solo medio grado de diámetro. El número de conjunciones inferiores por siglo de estos planetas es de 315 en el caso de Mercurio y de 62 o 63 para Venus. Con solo considerar estos dos factores, amplitud del movimiento en latitud eclíptica y conjunciones inferiores, deducimos que la posibilidad de tránsito de Mercurio es diez veces mayor que para Venus.

Tránsitos en los próximos años

Fecha	Planeta	Inmersión (^h ^m)	Emersión (^h ^m)	Mínima dist. "
2032 noviembre 13	Mercurio	6 41	11 07	572
2039 noviembre 7	Mercurio	7 17	10 15	822
2049 mayo 7	Mercurio	11 03	17 44	512
2052 noviembre 9/10	Mercurio	23 53	5 06	319
2062 mayo 10/11	Mercurio	18 16	0 57	520
2065 noviembre 11	Mercurio	17 24	22 48	181
2078 noviembre 14	Mercurio	11 42	15 39	674
2085 noviembre 07	Mercurio	11 42	15 26	718
2095 mayo 8/9	Mercurio	17 20	0 50	310
2098 noviembre 10	Mercurio	4 35	9 57	215
2108 mayo 12	Mercurio	1 40	6 52	725
2111 noviembre 14/15	Mercurio	22 15	3 30	283
2117 diciembre 11/12	Venus	23 58	5 38	724

La última columna corresponde a la mínima distancia entre el planeta y el centro del disco solar.



MENSIS
 IANUAR
 DIES·XXXI
 NONQVINT
 DIESHOR·VIII
 NOX·HOR·XIII
 SOL
 CAPRICORNO
 TVTELA
 IVNONIS
 PALVS
 AQVIVS



MENSIS
 FEBRAR
 DIES·XXVIII
 NONQVINT
 DIESHOR·XS
 NOX·HOR·XIII
 SOLAQVARIO
 IVTELNEPTVNI
 SEGITES
 SARIVNIVR
 VINELT



MENSIS
 MARTIVS
 DIES·XXXI
 NONSEPTIMAN
 DIESHOR·XXII
 NOX·HOR·XII
 AEQVINOCTIVM
 VIII·KAL·APR
 SOLPISCIBVS
 IVTELMINERIVS

La medida del tiempo



MENSIS APRILIS
DIES XXX
NONAE
QVINTANA
DIES
HOR XIIIS
NOX
HOR XS
SOL ARIETE

MENSIS MARIVS
DIES XXXI
NON SEPTIM
DIES HOR XIIIIS
NOX HOR VIIIIS
SOL TAVRO
IVTE LAPOLLIN
SECE TRVNCANT
OVES TVNDVNT
LXVATIVE

IVNIVS
DIES XXX
NON QVINT
DIES HOR XV
NOX HOR VIII
SOL SISTIVM
VIIRKALIVL
SOL GEMINIS
IVTELA
MERCVRT



MENSIS
IANUAR
DIES·XXXI
NONQVINT·
DIESHOR·VIII·
NOX·HOR·XIII·
SOL
CAPRICORNO
TVTELA
IVNONIS
PALVS
AQUARI



MENSIS
FEBRAR
DIES·XXVIII
NONQVINT
DIESHOR·XS·
NOX·HOR·XIII·
SOLAQVARIO
IVTELNEPTVNI
SEGETES
SOLIS
VINETA



MENSIS
MARTIVS
DIES·XXXI
NONSEPTIMAN
DIESHOR·XXII
NOX·HOR·XII
AEQVINOCTIV
VIII·KAL·APR
SOLIS
IVTELMINER

Calendario romano de agricultores. Para cada mes podemos ver el número de días, la duración del día y la noche, el signo del zodiaco, las labores del campo, etc.

2.1. 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* (del Sistema Internacional de Unidades, 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 la fracción $31\,556\,925,9747$ de la duración del año trópico a las 12 TE del día 0 de enero de 1900).

El **día**, como unidad de tiempo en astronomía, se define como exactamente 86 400 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 esta. El TAI se obtiene como un promedio ponderado de los tiempos indicados por más de doscientos relojes atómicos (de cesio y máseres de hidrógeno) distribuidos en unos 50 laboratorios 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 solo 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 S. Newcomb que data de 1898 y que se adoptó en 1952. Por razones históricas (TE \approx TU en \sim 1900, TAI \approx TU en 1958), los orígenes de las escalas de TE y TAI son ligeramente distintos. TE y TAI difieren en un valor constante:

$$TE = TAI + 32^s184.$$

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 estos 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:

$$TDB \approx TDT + 0^s00166 \text{ sen } (0^{\circ}9856 d - 4^{\circ}).$$

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 Hora o 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 86 400ava 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 atómicos.

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 púlsares 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 del 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, en promedio, aumenta casi un segundo por año.

De una manera aproximada, para el año (incluyendo fracción) A se puede calcular:

$$TT-UT1 = 69^s3 + 0^s08 (A-2020) - 0^s038 (A-2020)^2,$$

expresión válida entre 2015 y 2026.

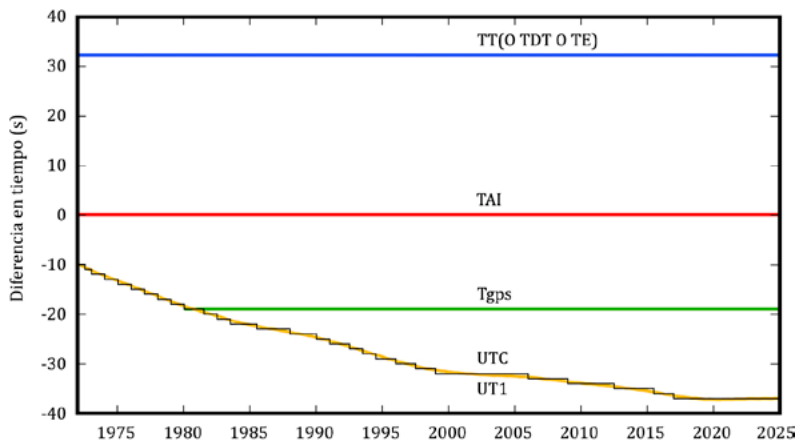
El Servicio Internacional de la Rotación Terrestre y de los Sistemas de Referencia (IERS) proporciona periódicamente los valores medidos y las predicciones de la diferencia $TT-UT1$.

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 solar medio 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 una

fracción de segundo por año, ocasionalmente resulta necesario retocar la escala del UTC en exactamente 1^s ; ello suele hacerse “repiteando” el último segundo (*intercalar*) del 30 de junio o, más comúnmente, 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 varios 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 $T_{GPS} = TAI - 19^s$, pero incorpora correcciones para suministrar también UTC a los usuarios.



Fecha	TT-UT1	Fecha	TAI-UTC
2018 Ene 1	68 ^s 97	2017 Ene 1	37 ^s
2019 Ene 1	68 ^s 22		
2020 Ene 1	69 ^s 36		
2021 Ene 1	69 ^s 36		
2022 Ene 1	69 ^s 29		
2023 Ene 1	69 ^s 20		
2024 Ene 1	69 ^s 18		
2025 Ene 1	69 ^s 14		
2026 Ene 1 (pred.)	69 ^s 08		
2027 Ene 1 (pred.)	69 ^s 03		

En las tablas anteriores se indican la diferencia TT-UT1 para el primer día del año y las fechas en que se ha anunciado un salto de 1^s en la diferencia DTA=TAI-UTC, desde 2017 hasta 2027.

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 pues es de más 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 efectuadas con láser de la distancia a la Luna y a satélites artificiales (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 este 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 solo 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 1,52 y se denomina *ecuación de los equinoccios*:

$$EcEq = \theta_v - \theta_m$$

$$EcEq \simeq -1,05 \text{ sen}(344^\circ - 0,052954 DJ) - 0,08 \text{ sen}(123^\circ + 1,9713 DJ)$$

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 (positiva hacia el este) λ_E en el día juliano DJ se obtiene mediante:

$$\theta_v = 6^h 69737211 + 0^h 06570982486 (DJ_{0h} - 2\,451\,545) + EcEq + 1,0027379093 UT1 + \lambda_E$$

donde los dos primeros sumandos dan el tiempo sidéreo medio en Greenwich a 0h 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 2025 y el 2036. 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

$$\theta_v - EcEq - 6^h 745117 - 0^h 065709824 (DJ_{0h} - 2\,450\,450) - \lambda_E$$

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

La duración de un día sidéreo medio es de $23^h56^m04^s0905$. El periodo de rotación de la Tierra respecto de las estrellas, en que se prescinde del efecto de la precesión del equinoccio, es de $23^h56^m04^s0989$.

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 (86 400 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 XIX, siendo sustituido por el *tiempo solar medio*.

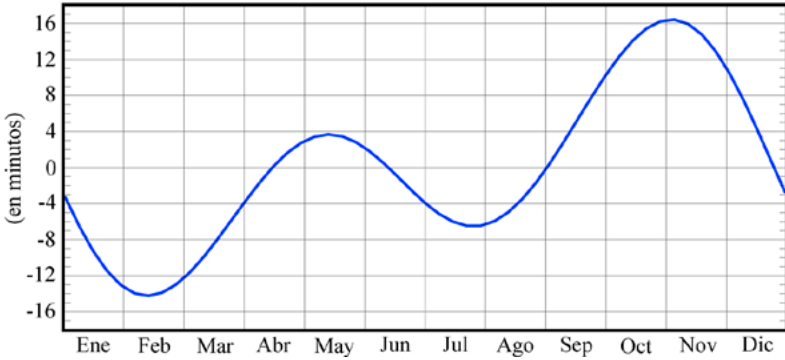
Se denomina *tiempo solar (local) medio* al que se obtiene considerando un Sol "ficticio" que se mueve en el plano del ecuador de manera que su ángulo horario varíe de manera uniforme, coincidiendo con el movimiento medio del Sol verdadero. La diferencia entre el tiempo solar verdadero y el medio se 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:

Ec.Tiempo = tiempo solar verdadero – tiempo solar medio

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

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.

Ecuación de tiempo



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:

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

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

Los sistemas de navegación vía satélite (como GPS, GLONASS) 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 en onda corta (modo A₃J) desde las 10^h00^m a las 10^h25^m TUC a la frecuencia de 15,006 MHz y desde las 10^h30^m a las 10^h55^m TUC a 4,998 MHz.

Las señales que se transmiten están codificadas de distinta manera, según cuál 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 interno. En España hay varios servidores públicos NTP de nivel 1, como son **hora.roa.es** y **hora.rediris.es**.

Relaciones válidas en el año

Días desde el inicio de siglo = 9131 + día del año

Días hasta el fin de siglo = 27 393 – día del año

Día juliano = 2 461 040,5 + día del año + $TU/24^h$

Día juliano modificado = 61 040 + día del año + $TU/24^h$

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

$$T = (J2026.5 - J2000.0)/36 525 = 0,265$$

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

$$\theta_{med} = 6^h 645 014 + 0^h 065709825 d + 1,00273791 TU + \lambda_E$$

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

Ecuación de los equinoccios = $0^s 36 + 0^s 00061 d$ (error < $0^s 1$)

2.2. Tiempo oficial y husos horarios

En lugar del *tiempo solar medio*, 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 un país o en grandes regiones de él se utilice la misma hora y que esta sea fácilmente convertible en la de otro país. Para facilitar el establecimiento de los tiempos oficiales, progresivamente se ha adoptado un sistema por el cual solo se retiene el tiempo solar medio 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 complementa con una *línea internacional de cambio de fecha*, que zigzaguea alrededor del meridiano 180° . Al cruzarla viajando 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, Kazajstán, México, Mongolia, 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 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 del mundo adoptan un horario adelantado durante parte del año en algunos de sus territorios.

En las 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 indicado en 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 y 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. Por ejemplo, en octubre de 2022 Fiji anuló el cambio horario que se iba a producir el 13 de noviembre del mismo año.

Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
EUROPA	
- 1 ^h	I. Azores* (Portugal)
+ 0 ^h	Irlanda*; Islandia; Portugal*; Reino Unido*; I. Canarias* (España); I. Feroe* (Dinamarca); I. Madeira* (Portugal)

Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
+ 1 ^h	Albania*; Alemania*; Andorra*; Austria*; Bélgica*; Bosnia y Herzegovina*; Ciudad del Vaticano*; Croacia*; Dinamarca*; Eslovaquia*; Eslovenia*; España* (península y Baleares); Francia*; Hungría*; Italia*; Kosovo*; Liechtenstein*; Luxemburgo*; Macedonia del Norte*; Malta*; Mónaco*; Montenegro*; Noruega*; Países Bajos*; Polonia*; R. Checa*; San Marino*; Serbia*; Suecia*; Suiza*; I. Jan Mayen*, Spitzberg* y Svalbarad* (Noruega); Gibraltar* (RU)
+ 2 ^h	Bulgaria*; Chipre*; Estonia*; Finlandia*; Grecia*; Letonia*; Lituania*; Moldavia*; Rumania*; Rusia (hora de Kaliningrado); Ucrania* (excepto Crimea, Donetsk y Lugansk)
+ 3 ^h	Bielorrusia; Rusia (hora de Moscú); Ucrania (Crimea, Donetsk y Lugansk)

ÁFRICA

- 1 ^h	Cabo Verde
+ 0 ^h	Burkina Faso; Costa de Marfil; Gambia; Ghana; Guinea; Guinea Bissau; Liberia; Mali; Mauritania; Santo Tomé y Príncipe; Senegal; Sierra Leona; Togo; I. Ascensión, Santa Elena y Tristán de Acuña (RU)
+ 1 ^h	Angola; Argelia; Benin; Camerún; Congo; Chad; Gabón; Guinea Ecuatorial; Marruecos*; Níger; Nigeria; R. Centroafricana; R.D. Congo (hora de África Occidental); Sahara Occidental*; Túnez
+ 2 ^h	Botswana; Burundi; Egipto*; Eswatini; Lesotho; Libia; Malawi; Mozambique; Namibia; R.D. Congo (hora de África Central); Rwanda; Sudáfrica; Sudán; Sudán del Sur; Zambia; Zimbabwe
+ 3 ^h	Comoras; Djibouti; Eritrea; Etiopía; Kenia; Madagascar; Somalia; Tanzania; Uganda; I. Mayotte (Fr.)
+ 4 ^h	Mauricio; Seychelles; I. Reunión (Fr.)

ASIA

+ 2 ^h	Israel*; Líbano*; Palestina*
+ 3 ^h	Arabia Saudí; Bahrein; Iraq; Jordania; Kuwait; Qatar; Siria; Turquía; Yemen
+ 3 ^h 30 ^m	Irán*
+ 4 ^h	Armenia; Azerbaiyán; Emiratos Árabes Unidos; Georgia; Omán; Rusia (hora de Samara)
+ 4 ^h 30 ^m	Afganistán
+ 5 ^h	Kazajistán; Maldivas; Pakistán; Rusia (hora de Ekaterimburgo); Tayikistán; Turkmenistán; Uzbekistán
+ 5 ^h 30 ^m	India; Sri Lanka; I. Andamán y Nicobar (India)
+ 5 ^h 45 ^m	Nepal

Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
+ 6 ^h	Bangladesh; Bhután; Kirguistán; Rusia (hora de Omsk)
+ 6 ^h 30 ^m	Myanmar; I. Cocos (Australia)
+ 7 ^h	Camboya; Indonesia (zona horaria occidental); Laos; Mongolia (Hovd); Rusia (hora de Krasnoyarsk y Novosibirsk); Tailandia; Vietnam
+ 8 ^h	Brunei Darussalam; China; Filipinas; Hong Kong (China); Indonesia (zona horaria central); Macao (China); Malasia; Mongolia (Choibalsan, Ulaanbaatar); Rusia (hora de Irkutsk); Singapur; Taiwán
+ 9 ^h	R. de Corea; R. Popular Democrática de Corea; Indonesia (zona horaria oriental); Japón; Rusia (hora de Yakutsk); Timor Oriental
+ 10 ^h	Rusia (hora de Vladivostok); I. Bonin (Japón)
+ 11 ^h	Rusia (hora de Magadán y Srednekolimsk)
+ 12 ^h	Rusia (hora de Kamchatka)

OCEANÍA

+ 7 ^h	I. Christmas (Australia)
+ 8 ^h	Australia (Occidental)
+ 8 ^h 45 ^m	Australia (Eucla)
+ 9 ^h	Palaos
+ 9 ^h 30 ^m	Australia (Meridional* y Territorio del Norte)
+ 10 ^h	Australia (Queensland, Territorio de la Capital Australiana*, N. Gales del Sur*, Tasmania*, Victoria*); Micronesia (Yap, Chuuk); Papúa Nueva Guinea; Guam (EEUU); Marianas del Norte (EEUU)
+ 10 ^h 30 ^m	I. Lord Howe* (Australia)
+ 11 ^h	Islas Salomón; Micronesia (Pohnpei, Kosrae); Vanuatu; I. Norfolk* (Australia); Nueva Caledonia (Fr.)
+ 12 ^h	Fiji; Islas Marshall; Kiribati (I. Gilbert); Nauru; Nueva Zelanda*; Tuvalu; I. Wallis y Futuna (Fr.)
+ 12 ^h 45 ^m	I. Chatham* (Nueva Zelanda)
+ 13 ^h	Kiribati (I. Fenix); Samoa; Tonga
+ 14 ^h	Kiribati (I. Línea)
- 11 ^h	Niue (Nueva Zelanda); Samoa americana (EEUU)
- 10 ^h	Cook (Nueva Zelanda); Hawaii (EEUU); I. Sociedad, Tuamotu y Australes (Fr.)
- 9 ^h 30 ^m	I. Marquesas (Fr.)
- 9 ^h	I. Gambier (Fr.)
- 8 ^h	I. Pitcairn (RU)

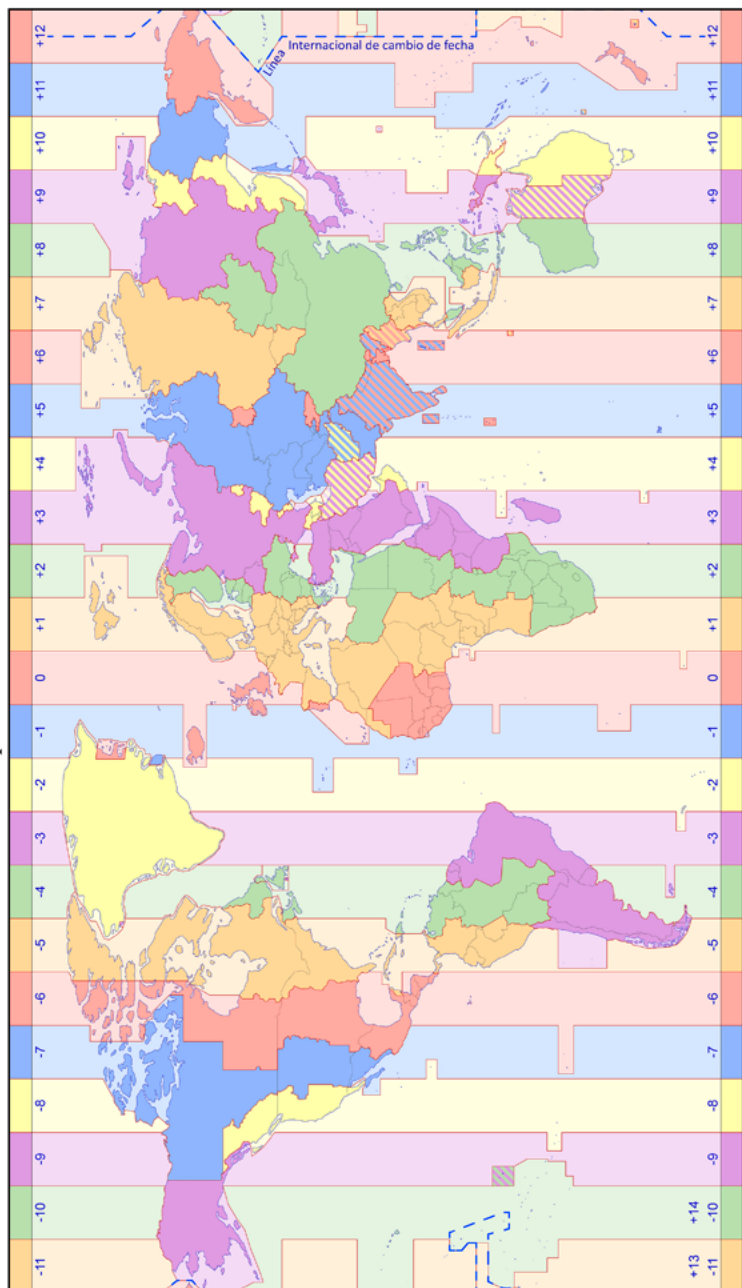
Tiempo oficial referido al Tiempo Universal

TO-TU	Países o regiones
AMÉRICA	
- 10 ^h	EEUU (I. Aleutianas* al oeste de -169°5)
- 9 ^h	EEUU (Alaska* e I. Aleutianas* al este de -169°5)
- 8 ^h	Canadá (zona horaria Pacífico*); EEUU (zona horaria Pacífico*); México (zona horaria Noroeste*)
- 7 ^h	Canadá (zona horaria Montaña*); EEUU (zona horaria Montaña*); México (zona horaria Pacífico* y Montaña)
- 6 ^h	Belice; Canadá (zona horaria Central*); Costa Rica; El Salvador; EEUU (zona horaria Central*); Guatemala; Honduras; México (zona horaria Centro); Nicaragua; I. Galápagos (Ecuador); I. de Pascua* (Chile); I. Salas y Gómez* (Chile)
- 5 ^h	Bahamas*; Brasil (Acre); Canadá (zona horaria Este*); Colombia; Cuba*; Ecuador; EEUU (zona horaria Este*); Haití*; Jamaica; México (zona horaria Sureste); Panamá; Perú; I. Caimán (RU); I. Turcas y Caicos* (RU)
- 4 ^h	Antigua y Barbuda; Barbados; Bolivia; Brasil (Mato Grosso y Noroeste); Canadá (zona horaria Atlántico*); Chile*; Dominica; R. Dominicana; Granada; Guyana; San Cristóbal y Nieves; San Vicente y las Granadinas; Santa Lucía; Trinidad y Tobago; Venezuela; Anguila (RU); Antillas Francesas (Fr.); Antillas Holandesas (Países Bajos); Bermudas* (RU); I. Desventuradas (Chile)*; I. Juan Fernández (Chile)*; Montserrat (RU); Puerto Rico (EEUU); I. Vírgenes Británicas (RU); I. Vírgenes de los Estados Unidos (EEUU)
- 3 ^h 30 ^m	Canadá (zona horaria Terranova*)
- 3 ^h	Argentina; Brasil (Noreste y Sureste); Surinam; Uruguay; Guayana francesa (Fr.); I. Malvinas (RU); Paraguay; Región de Magallanes (Chile); I. de San Pedro y Miquelón* (Fr.); Pituffik (Groenlandia, Dinamarca)
- 2 ^h	I. Fernando do Noronha (Brasil); I. Georgias del Sur y Sandwich del Sur (RU); Groenlandia* (Dinamarca)
- 1 ^h	Scorebysund* (Groenlandia, Dinamarca)
+ 0 ^h	Danmarkshavn (Groenlandia, Dinamarca)

La mayor parte de esta información se refiere al tiempo oficial en vigor el día 1 de marzo de 2025.

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

Mapa de husos horarios



La hora en España

Todos los tiempos en el ANUARIO vienen 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.

El día 12 de septiembre de 2018, la Comisión Europea presentó el proyecto de Directiva sobre el cambio de hora estacional, sin embargo, no se ha adoptado ninguna decisión definitiva sobre este asunto y no se ha establecido ningún plazo para tomar dicha decisión: sigue vigente el sistema actual, que prolonga las horas diurnas en verano mediante cambios de una hora en el reloj.

Los próximos cambios de horario deberían tener lugar en las siguientes fechas:

2026 Domingos 29 de marzo y 25 de octubre.

2.3. Tablas de tiempos

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

Enero 2026

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	J	1	2461041,5	06	42	38,937	+0,331	-03	19	
2	V	2	2461042,5	06	46	35,506	+0,344	-03	48	
3	S	3	2461043,5	06	50	32,075	+0,358	-04	15	
4	D	4	2461044,5	06	54	28,643	+0,371	-04	43	
5	L	5	2461045,5	06	58	25,207	+0,380	-05	10	
6	M	6	2461046,5	07	02	21,767	+0,384	-05	36	
7	M	7	2461047,5	07	06	18,323	+0,385	-06	02	
8	J	8	2461048,5	07	10	14,876	+0,382	-06	28	
9	V	9	2461049,5	07	14	11,427	+0,378	-06	53	
10	S	10	2461050,5	07	18	07,979	+0,375	-07	18	
11	D	11	2461051,5	07	22	04,532	+0,372	-07	42	
12	L	12	2461052,5	07	26	01,087	+0,371	-08	06	
13	M	13	2461053,5	07	29	57,644	+0,373	-08	29	
14	M	14	2461054,5	07	33	54,203	+0,378	-08	51	
15	J	15	2461055,5	07	37	50,765	+0,384	-09	13	
16	V	16	2461056,5	07	41	47,328	+0,392	-09	34	
17	S	17	2461057,5	07	45	43,892	+0,400	-09	54	
18	D	18	2461058,5	07	49	40,455	+0,408	-10	14	
19	L	19	2461059,5	07	53	37,017	+0,414	-10	33	
20	M	20	2461060,5	07	57	33,576	+0,418	-10	51	
21	M	21	2461061,5	08	01	30,132	+0,418	-11	09	
22	J	22	2461062,5	08	05	26,685	+0,416	-11	25	
23	V	23	2461063,5	08	09	23,236	+0,412	-11	41	
24	S	24	2461064,5	08	13	19,786	+0,406	-11	56	
25	D	25	2461065,5	08	17	16,337	+0,402	-12	11	
26	L	26	2461066,5	08	21	12,890	+0,400	-12	24	
27	M	27	2461067,5	08	25	09,447	+0,402	-12	37	
28	M	28	2461068,5	08	29	06,008	+0,407	-12	49	
29	J	29	2461069,5	08	33	02,573	+0,417	-13	00	
30	V	30	2461070,5	08	36	59,140	+0,428	-13	10	
31	S	31	2461071,5	08	40	55,706	+0,439	-13	20	

Febrero 2026

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	D	32	2461072,5	08	44	52,269	+0,447	-13	28
2	L	33	2461073,5	08	48	48,828	+0,451	-13	36
3	M	34	2461074,5	08	52	45,383	+0,450	-13	43
4	M	35	2461075,5	08	56	41,935	+0,446	-13	49
5	J	36	2461076,5	09	00	38,484	+0,440	-13	55
6	V	37	2461077,5	09	04	35,033	+0,434	-13	59
7	S	38	2461078,5	09	08	31,583	+0,428	-14	03
8	D	39	2461079,5	09	12	28,135	+0,424	-14	06
9	L	40	2461080,5	09	16	24,688	+0,423	-14	08
10	M	41	2461081,5	09	20	21,245	+0,424	-14	09
11	M	42	2461082,5	09	24	17,803	+0,427	-14	10
12	J	43	2461083,5	09	28	14,363	+0,432	-14	10
13	V	44	2461084,5	09	32	10,924	+0,437	-14	09
14	S	45	2461085,5	09	36	07,485	+0,443	-14	08
15	D	46	2461086,5	09	40	04,045	+0,447	-14	05
16	L	47	2461087,5	09	44	00,602	+0,449	-14	02
17	M	48	2461088,5	09	47	57,157	+0,448	-13	59
18	M	49	2461089,5	09	51	53,708	+0,444	-13	54
19	J	50	2461090,5	09	55	50,257	+0,437	-13	49
20	V	51	2461091,5	09	59	46,804	+0,430	-13	44
21	S	52	2461092,5	10	03	43,352	+0,422	-13	37
22	D	53	2461093,5	10	07	39,902	+0,417	-13	30
23	L	54	2461094,5	10	11	36,456	+0,415	-13	22
24	M	55	2461095,5	10	15	33,013	+0,417	-13	14
25	M	56	2461096,5	10	19	29,574	+0,423	-13	05
26	J	57	2461097,5	10	23	26,137	+0,431	-12	55
27	V	58	2461098,5	10	27	22,700	+0,438	-12	45
28	S	59	2461099,5	10	31	19,262	+0,444	-12	34

Algunas fechas julianas notables son:

B1850	= 2 396 758,203	= 0,703 de enero de 1850
J1900	= 2 415 020,0	= 0,500 de enero de 1900
B1900	= 2 415 020,313	= 0,813 de enero de 1900
J1950	= 2 433 282,5	= 1,000 de enero de 1950
B1950	= 2 433 282,423	= 0,923 de enero de 1950
J1991.25	= 2 448 349,0625	= 2,5625 de abril de 1991
J2000	= 2 451 545,0	= 1,500 de enero de 2000
B2000	= 2 451 544,533	= 1,033 de enero de 2000
J2050	= 2 469 807,5	= 1,000 de enero de 2050

Marzo 2026

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	D	60	2461100,5	10	35	15,820	+0,447	-12	23
2	L	61	2461101,5	10	39	12,374	+0,445	-12	11
3	M	62	2461102,5	10	43	08,924	+0,440	-11	59
4	M	63	2461103,5	10	47	05,471	+0,433	-11	46
5	J	64	2461104,5	10	51	02,018	+0,424	-11	33
6	V	65	2461105,5	10	54	58,565	+0,415	-11	19
7	S	66	2461106,5	10	58	55,114	+0,409	-11	05
8	D	67	2461107,5	11	02	51,665	+0,404	-10	51
9	L	68	2461108,5	11	06	48,218	+0,402	-10	36
10	M	69	2461109,5	11	10	44,774	+0,403	-10	21
11	M	70	2461110,5	11	14	41,332	+0,405	-10	05
12	J	71	2461111,5	11	18	37,890	+0,408	-09	50
13	V	72	2461112,5	11	22	34,449	+0,412	-09	34
14	S	73	2461113,5	11	26	31,008	+0,415	-09	17
15	D	74	2461114,5	11	30	27,564	+0,416	-09	01
16	L	75	2461115,5	11	34	24,118	+0,415	-08	44
17	M	76	2461116,5	11	38	20,669	+0,410	-08	27
18	M	77	2461117,5	11	42	17,217	+0,403	-08	10
19	J	78	2461118,5	11	46	13,764	+0,394	-07	52
20	V	79	2461119,5	11	50	10,310	+0,385	-07	35
21	S	80	2461120,5	11	54	06,858	+0,378	-07	17
22	D	81	2461121,5	11	58	03,409	+0,374	-06	59
23	L	82	2461122,5	12	01	59,965	+0,374	-06	41
24	M	83	2461123,5	12	05	56,525	+0,378	-06	23
25	M	84	2461124,5	12	09	53,087	+0,385	-06	05
26	J	85	2461125,5	12	13	49,649	+0,392	-05	47
27	V	86	2461126,5	12	17	46,210	+0,398	-05	29
28	S	87	2461127,5	12	21	42,768	+0,401	-05	11
29	D	88	2461128,5	12	25	39,323	+0,399	-04	53
30	L	89	2461129,5	12	29	35,873	+0,395	-04	35
31	M	90	2461130,5	12	33	32,421	+0,387	-04	17

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 2 400 000,5 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 o, por sus siglas en inglés, MJD.

Abril 2026

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	M	91	2461131,5	12	37	28,968	+0,378	-03	59
2	J	92	2461132,5	12	41	25,514	+0,370	-03	41
3	V	93	2461133,5	12	45	22,062	+0,362	-03	23
4	S	94	2461134,5	12	49	18,612	+0,357	-03	06
5	D	95	2461135,5	12	53	15,165	+0,354	-02	48
6	L	96	2461136,5	12	57	11,720	+0,354	-02	31
7	M	97	2461137,5	13	01	08,277	+0,356	-02	14
8	M	98	2461138,5	13	05	04,836	+0,359	-01	57
9	J	99	2461139,5	13	09	01,396	+0,363	-01	41
10	V	100	2461140,5	13	12	57,954	+0,367	-01	24
11	S	101	2461141,5	13	16	54,512	+0,369	-01	08
12	D	102	2461142,5	13	20	51,067	+0,369	-00	52
13	L	103	2461143,5	13	24	47,620	+0,367	-00	37
14	M	104	2461144,5	13	28	44,170	+0,361	-00	22
15	M	105	2461145,5	13	32	40,718	+0,354	-00	07
16	J	106	2461146,5	13	36	37,265	+0,345	+00	07
17	V	107	2461147,5	13	40	33,813	+0,338	+00	21
18	S	108	2461148,5	13	44	30,365	+0,334	+00	35
19	D	109	2461149,5	13	48	26,920	+0,334	+00	48
20	L	110	2461150,5	13	52	23,481	+0,339	+01	01
21	M	111	2461151,5	13	56	20,044	+0,348	+01	13
22	M	112	2461152,5	14	00	16,609	+0,357	+01	25
23	J	113	2461153,5	14	04	13,172	+0,365	+01	36
24	V	114	2461154,5	14	08	09,733	+0,370	+01	48
25	S	115	2461155,5	14	12	06,290	+0,372	+01	58
26	D	116	2461156,5	14	16	02,843	+0,369	+02	08
27	L	117	2461157,5	14	19	59,393	+0,364	+02	18
28	M	118	2461158,5	14	23	55,941	+0,357	+02	27
29	M	119	2461159,5	14	27	52,490	+0,350	+02	36
30	J	120	2461160,5	14	31	49,039	+0,344	+02	44

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.

$$\text{tiempo solar medio} + 12^{\text{h}} = \text{TU} + \text{longitud}_{\text{este}}$$

$$\text{tiempo solar verdadero} = \text{tiempo solar medio} + \text{ecuación de tiempo}$$

Mayo 2026

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	121	2461161,5	14	35	45,590	+0,340	+02	52
2	S	122	2461162,5	14	39	42,144	+0,338	+02	59
3	D	123	2461163,5	14	43	38,700	+0,339	+03	06
4	L	124	2461164,5	14	47	35,259	+0,343	+03	12
5	M	125	2461165,5	14	51	31,820	+0,348	+03	17
6	M	126	2461166,5	14	55	28,381	+0,354	+03	22
7	J	127	2461167,5	14	59	24,942	+0,360	+03	27
8	V	128	2461168,5	15	03	21,502	+0,364	+03	30
9	S	129	2461169,5	15	07	18,060	+0,367	+03	34
10	D	130	2461170,5	15	11	14,616	+0,367	+03	36
11	L	131	2461171,5	15	15	11,169	+0,365	+03	38
12	M	132	2461172,5	15	19	07,720	+0,361	+03	40
13	M	133	2461173,5	15	23	04,270	+0,355	+03	40
14	J	134	2461174,5	15	27	00,819	+0,349	+03	41
15	V	135	2461175,5	15	30	57,371	+0,346	+03	40
16	S	136	2461176,5	15	34	53,927	+0,346	+03	39
17	D	137	2461177,5	15	38	50,488	+0,352	+03	38
18	L	138	2461178,5	15	42	47,054	+0,362	+03	36
19	M	139	2461179,5	15	46	43,621	+0,374	+03	33
20	M	140	2461180,5	15	50	40,188	+0,386	+03	30
21	J	141	2461181,5	15	54	36,753	+0,395	+03	27
22	V	142	2461182,5	15	58	33,313	+0,400	+03	22
23	S	143	2461183,5	16	02	29,870	+0,401	+03	18
24	D	144	2461184,5	16	06	26,423	+0,399	+03	13
25	L	145	2461185,5	16	10	22,974	+0,395	+03	07
26	M	146	2461186,5	16	14	19,524	+0,390	+03	01
27	M	147	2461187,5	16	18	16,076	+0,386	+02	54
28	J	148	2461188,5	16	22	12,628	+0,383	+02	47
29	V	149	2461189,5	16	26	09,184	+0,383	+02	40
30	S	150	2461190,5	16	30	05,742	+0,386	+02	32
31	D	151	2461191,5	16	34	02,302	+0,391	+02	23

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 2026

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	152	2461192,5	16	37	58,864	+0,398	+02	14
2	M	153	2461193,5	16	41	55,427	+0,405	+02	05
3	M	154	2461194,5	16	45	51,991	+0,413	+01	56
4	J	155	2461195,5	16	49	48,553	+0,420	+01	46
5	V	156	2461196,5	16	53	45,113	+0,425	+01	35
6	S	157	2461197,5	16	57	41,671	+0,428	+01	25
7	D	158	2461198,5	17	01	38,227	+0,428	+01	14
8	L	159	2461199,5	17	05	34,780	+0,426	+01	02
9	M	160	2461200,5	17	09	31,332	+0,422	+00	51
10	M	161	2461201,5	17	13	27,883	+0,418	+00	39
11	J	162	2461202,5	17	17	24,435	+0,415	+00	27
12	V	163	2461203,5	17	21	20,991	+0,415	+00	15
13	S	164	2461204,5	17	25	17,551	+0,420	+00	02
14	D	165	2461205,5	17	29	14,116	+0,430	-00	11
15	L	166	2461206,5	17	33	10,685	+0,443	-00	24
16	M	167	2461207,5	17	37	07,254	+0,457	-00	37
17	M	168	2461208,5	17	41	03,822	+0,469	-00	50
18	J	169	2461209,5	17	45	00,386	+0,478	-01	03
19	V	170	2461210,5	17	48	56,945	+0,481	-01	16
20	S	171	2461211,5	17	52	53,500	+0,481	-01	29
21	D	172	2461212,5	17	56	50,053	+0,478	-01	42
22	L	173	2461213,5	18	00	46,604	+0,474	-01	55
23	M	174	2461214,5	18	04	43,156	+0,471	-02	08
24	M	175	2461215,5	18	08	39,709	+0,469	-02	21
25	J	176	2461216,5	18	12	36,265	+0,469	-02	34
26	V	177	2461217,5	18	16	32,823	+0,472	-02	47
27	S	178	2461218,5	18	20	29,383	+0,477	-02	59
28	D	179	2461219,5	18	24	25,946	+0,484	-03	12
29	L	180	2461220,5	18	28	22,509	+0,492	-03	24
30	M	181	2461221,5	18	32	19,073	+0,500	-03	36

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:

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

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

Julio 2026

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	M	182	2461222,5	18	36	15,636	+0,508	-03	48
2	J	183	2461223,5	18	40	12,197	+0,513	-03	59
3	V	184	2461224,5	18	44	08,756	+0,517	-04	10
4	S	185	2461225,5	18	48	05,312	+0,518	-04	21
5	D	186	2461226,5	18	52	01,865	+0,516	-04	32
6	L	187	2461227,5	18	55	58,417	+0,512	-04	42
7	M	188	2461228,5	18	59	54,968	+0,508	-04	52
8	M	189	2461229,5	19	03	51,520	+0,504	-05	02
9	J	190	2461230,5	19	07	48,074	+0,503	-05	11
10	V	191	2461231,5	19	11	44,632	+0,506	-05	20
11	S	192	2461232,5	19	15	41,194	+0,512	-05	28
12	D	193	2461233,5	19	19	37,760	+0,523	-05	36
13	L	194	2461234,5	19	23	34,329	+0,536	-05	44
14	M	195	2461235,5	19	27	30,897	+0,549	-05	51
15	M	196	2461236,5	19	31	27,462	+0,559	-05	57
16	J	197	2461237,5	19	35	24,022	+0,564	-06	04
17	V	198	2461238,5	19	39	20,578	+0,565	-06	09
18	S	199	2461239,5	19	43	17,131	+0,562	-06	14
19	D	200	2461240,5	19	47	13,681	+0,557	-06	19
20	L	201	2461241,5	19	51	10,232	+0,552	-06	23
21	M	202	2461242,5	19	55	06,783	+0,548	-06	26
22	M	203	2461243,5	19	59	03,337	+0,547	-06	29
23	J	204	2461244,5	20	02	59,893	+0,547	-06	31
24	V	205	2461245,5	20	06	56,452	+0,551	-06	32
25	S	206	2461246,5	20	10	53,013	+0,556	-06	33
26	D	207	2461247,5	20	14	49,575	+0,562	-06	34
27	L	208	2461248,5	20	18	46,137	+0,569	-06	33
28	M	209	2461249,5	20	22	42,699	+0,576	-06	33
29	M	210	2461250,5	20	26	39,259	+0,581	-06	31
30	J	211	2461251,5	20	30	35,817	+0,583	-06	29
31	V	212	2461252,5	20	34	32,372	+0,583	-06	26

Día de tiempo solar medio:

$$1^d = 24^h = 1440^m = 86\,400^s$$

Día de tiempo sidéreo medio:

$$1^d \text{ TSM} = 23^h 56^m 04^s,09053 =$$

$$= 86\,164^s,09053 = 0^d,99726956633$$

$$\frac{1 \text{ día solar medio}}{1 \text{ día sidéreo medio}} = 1,00273790935$$

Periodo de rotación de la Tierra: $23^h 56^m 04^s,09890 = 86\,164^s,098\,90$

Agosto 2026

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	S	213	2461253,5	20	38	28,924	+0,580	-06	23
2	D	214	2461254,5	20	42	25,474	+0,575	-06	19
3	L	215	2461255,5	20	46	22,024	+0,569	-06	15
4	M	216	2461256,5	20	50	18,573	+0,563	-06	10
5	M	217	2461257,5	20	54	15,125	+0,559	-06	04
6	J	218	2461258,5	20	58	11,679	+0,558	-05	58
7	V	219	2461259,5	21	02	08,238	+0,561	-05	51
8	S	220	2461260,5	21	06	04,800	+0,568	-05	44
9	D	221	2461261,5	21	10	01,365	+0,578	-05	36
10	L	222	2461262,5	21	13	57,931	+0,588	-05	27
11	M	223	2461263,5	21	17	54,495	+0,597	-05	18
12	M	224	2461264,5	21	21	51,055	+0,602	-05	08
13	J	225	2461265,5	21	25	47,611	+0,602	-04	58
14	V	226	2461266,5	21	29	44,162	+0,598	-04	47
15	S	227	2461267,5	21	33	40,711	+0,592	-04	36
16	D	228	2461268,5	21	37	37,259	+0,584	-04	24
17	L	229	2461269,5	21	41	33,808	+0,578	-04	12
18	M	230	2461270,5	21	45	30,359	+0,573	-03	59
19	M	231	2461271,5	21	49	26,912	+0,571	-03	45
20	J	232	2461272,5	21	53	23,468	+0,571	-03	31
21	V	233	2461273,5	21	57	20,026	+0,574	-03	17
22	S	234	2461274,5	22	01	16,585	+0,578	-03	02
23	D	235	2461275,5	22	05	13,145	+0,583	-02	47
24	L	236	2461276,5	22	09	09,705	+0,587	-02	31
25	M	237	2461277,5	22	13	06,263	+0,590	-02	15
26	M	238	2461278,5	22	17	02,820	+0,591	-01	58
27	J	239	2461279,5	22	20	59,374	+0,590	-01	41
28	V	240	2461280,5	22	24	55,924	+0,585	-01	23
29	S	241	2461281,5	22	28	52,473	+0,578	-01	05
30	D	242	2461282,5	22	32	49,020	+0,570	-00	47
31	L	243	2461283,5	22	36	45,567	+0,562	-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:	346 ^d 62005

Setiembre 2026

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	M	244	2461284,5	22	40	42,116	+0,555	-00	10
2	M	245	2461285,5	22	44	38,668	+0,551	+00	09
3	J	246	2461286,5	22	48	35,223	+0,551	+00	29
4	V	247	2461287,5	22	52	31,782	+0,555	+00	48
5	S	248	2461288,5	22	56	28,344	+0,562	+01	08
6	D	249	2461289,5	23	00	24,907	+0,570	+01	28
7	L	250	2461290,5	23	04	21,469	+0,576	+01	49
8	M	251	2461291,5	23	08	18,029	+0,580	+02	09
9	M	252	2461292,5	23	12	14,584	+0,580	+02	30
10	J	253	2461293,5	23	16	11,135	+0,576	+02	51
11	V	254	2461294,5	23	20	07,683	+0,568	+03	12
12	S	255	2461295,5	23	24	04,229	+0,559	+03	33
13	D	256	2461296,5	23	28	00,775	+0,550	+03	54
14	L	257	2461297,5	23	31	57,324	+0,543	+04	15
15	M	258	2461298,5	23	35	53,875	+0,539	+04	36
16	M	259	2461299,5	23	39	50,428	+0,537	+04	58
17	J	260	2461300,5	23	43	46,984	+0,537	+05	19
18	V	261	2461301,5	23	47	43,541	+0,539	+05	41
19	S	262	2461302,5	23	51	40,100	+0,543	+06	02
20	D	263	2461303,5	23	55	36,659	+0,546	+06	23
21	L	264	2461304,5	23	59	33,216	+0,548	+06	45
22	M	265	2461305,5	00	03	29,772	+0,549	+07	06
23	M	266	2461306,5	00	07	26,326	+0,547	+07	27
24	J	267	2461307,5	00	11	22,877	+0,543	+07	48
25	V	268	2461308,5	00	15	19,425	+0,536	+08	09
26	S	269	2461309,5	00	19	15,972	+0,527	+08	30
27	D	270	2461310,5	00	23	12,518	+0,518	+08	51
28	L	271	2461311,5	00	27	09,065	+0,509	+09	11
29	M	272	2461312,5	00	31	05,615	+0,504	+09	32
30	M	273	2461313,5	00	35	02,169	+0,503	+09	52

Año juliano:

$$1 \text{ año} = 365^{\text{d}}25 = 8766^{\text{h}} = 525\,960^{\text{m}} = 31\,557\,600^{\text{s}}$$

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

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

Octubre 2026

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	J	274	2461314,5	00	38	58,728	+0,506	+10	11
2	V	275	2461315,5	00	42	55,289	+0,512	+10	31
3	S	276	2461316,5	00	46	51,851	+0,519	+10	50
4	D	277	2461317,5	00	50	48,413	+0,525	+11	08
5	L	278	2461318,5	00	54	44,973	+0,530	+11	27
6	M	279	2461319,5	00	58	41,529	+0,530	+11	45
7	M	280	2461320,5	01	02	38,081	+0,527	+12	02
8	J	281	2461321,5	01	06	34,629	+0,520	+12	19
9	V	282	2461322,5	01	10	31,176	+0,511	+12	36
10	S	283	2461323,5	01	14	27,723	+0,503	+12	52
11	D	284	2461324,5	01	18	24,271	+0,495	+13	08
12	L	285	2461325,5	01	22	20,821	+0,490	+13	24
13	M	286	2461326,5	01	26	17,374	+0,488	+13	38
14	M	287	2461327,5	01	30	13,930	+0,488	+13	53
15	J	288	2461328,5	01	34	10,487	+0,490	+14	07
16	V	289	2461329,5	01	38	07,046	+0,494	+14	20
17	S	290	2461330,5	01	42	03,606	+0,498	+14	33
18	D	291	2461331,5	01	46	00,165	+0,502	+14	45
19	L	292	2461332,5	01	49	56,722	+0,504	+14	56
20	M	293	2461333,5	01	53	53,278	+0,504	+15	07
21	M	294	2461334,5	01	57	49,831	+0,501	+15	17
22	J	295	2461335,5	02	01	46,381	+0,497	+15	27
23	V	296	2461336,5	02	05	42,930	+0,490	+15	36
24	S	297	2461337,5	02	09	39,477	+0,482	+15	44
25	D	298	2461338,5	02	13	36,025	+0,475	+15	52
26	L	299	2461339,5	02	17	32,576	+0,470	+15	59
27	M	300	2461340,5	02	21	29,130	+0,469	+16	05
28	M	301	2461341,5	02	25	25,689	+0,472	+16	11
29	J	302	2461342,5	02	29	22,252	+0,480	+16	15
30	V	303	2461343,5	02	33	18,817	+0,489	+16	19
31	S	304	2461344,5	02	37	15,381	+0,498	+16	23

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 2026

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	D	305	2461345,5	02	41	11,944	+0,505	+16	25
2	L	306	2461346,5	02	45	08,502	+0,509	+16	26
3	M	307	2461347,5	02	49	05,057	+0,508	+16	27
4	M	308	2461348,5	02	53	01,609	+0,504	+16	27
5	J	309	2461349,5	02	56	58,158	+0,498	+16	26
6	V	310	2461350,5	03	00	54,707	+0,491	+16	24
7	S	311	2461351,5	03	04	51,256	+0,486	+16	21
8	D	312	2461352,5	03	08	47,808	+0,482	+16	18
9	L	313	2461353,5	03	12	44,362	+0,481	+16	14
10	M	314	2461354,5	03	16	40,920	+0,483	+16	08
11	M	315	2461355,5	03	20	37,479	+0,487	+16	02
12	J	316	2461356,5	03	24	34,040	+0,493	+15	55
13	V	317	2461357,5	03	28	30,602	+0,500	+15	48
14	S	318	2461358,5	03	32	27,164	+0,506	+15	39
15	D	319	2461359,5	03	36	23,724	+0,511	+15	30
16	L	320	2461360,5	03	40	20,283	+0,514	+15	19
17	M	321	2461361,5	03	44	16,839	+0,515	+15	08
18	M	322	2461362,5	03	48	13,393	+0,513	+14	57
19	J	323	2461363,5	03	52	09,945	+0,510	+14	44
20	V	324	2461364,5	03	56	06,495	+0,505	+14	30
21	S	325	2461365,5	04	00	03,046	+0,500	+14	16
22	D	326	2461366,5	04	03	59,597	+0,496	+14	01
23	L	327	2461367,5	04	07	56,153	+0,496	+13	45
24	M	328	2461368,5	04	11	52,712	+0,501	+13	28
25	M	329	2461369,5	04	15	49,277	+0,510	+13	11
26	J	330	2461370,5	04	19	45,844	+0,522	+12	53
27	V	331	2461371,5	04	23	42,413	+0,535	+12	34
28	S	332	2461372,5	04	27	38,979	+0,546	+12	14
29	D	333	2461373,5	04	31	35,542	+0,554	+11	54
30	L	334	2461374,5	04	35	32,101	+0,557	+11	33

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:

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

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

Diciembre 2026

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	M	335	2461375,5	04	39	28,656	+0,556	+11	11
2	M	336	2461376,5	04	43	25,208	+0,553	+10	49
3	J	337	2461377,5	04	47	21,759	+0,549	+10	25
4	V	338	2461378,5	04	51	18,311	+0,545	+10	02
5	S	339	2461379,5	04	55	14,864	+0,544	+09	37
6	D	340	2461380,5	04	59	11,420	+0,544	+09	12
7	L	341	2461381,5	05	03	07,979	+0,548	+08	47
8	M	342	2461382,5	05	07	04,540	+0,553	+08	21
9	M	343	2461383,5	05	11	01,103	+0,561	+07	55
10	J	344	2461384,5	05	14	57,667	+0,570	+07	28
11	V	345	2461385,5	05	18	54,231	+0,578	+07	00
12	S	346	2461386,5	05	22	50,794	+0,586	+06	33
13	D	347	2461387,5	05	26	47,355	+0,591	+06	04
14	L	348	2461388,5	05	30	43,914	+0,594	+05	36
15	M	349	2461389,5	05	34	40,470	+0,595	+05	07
16	M	350	2461390,5	05	38	37,024	+0,594	+04	38
17	J	351	2461391,5	05	42	33,576	+0,591	+04	09
18	V	352	2461392,5	05	46	30,128	+0,588	+03	40
19	S	353	2461393,5	05	50	26,681	+0,585	+03	11
20	D	354	2461394,5	05	54	23,236	+0,585	+02	41
21	L	355	2461395,5	05	58	19,795	+0,588	+02	11
22	M	356	2461396,5	06	02	16,359	+0,596	+01	42
23	M	357	2461397,5	06	06	12,926	+0,609	+01	12
24	J	358	2461398,5	06	10	09,496	+0,623	+00	42
25	V	359	2461399,5	06	14	06,065	+0,637	+00	12
26	S	360	2461400,5	06	18	02,631	+0,648	-00	17
27	D	361	2461401,5	06	21	59,193	+0,654	-00	47
28	L	362	2461402,5	06	25	55,750	+0,656	-01	16
29	M	363	2461403,5	06	29	52,303	+0,654	-01	45
30	M	364	2461404,5	06	33	48,855	+0,650	-02	14
31	J	365	2461405,5	06	37	45,407	+0,647	-02	43

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 13 de mayo.

2.4. Los calendarios

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 desvíe excesivamente, a medio plazo, del tipo de ajuste astronómico en que se basa (año solar, mes lunar o ambos); 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 litúrgico de católicos y protestantes. La unidad de este calendario es el **día**, definido como 86 400 segundos de Tiempo Atómico Internacional (TAI).

Para facilitar los intercambios 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, que podrán estar separadas por guiones, 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.

El año solía expresarse solo con dos cifras pero dada la ambigüedad que se presentó con la llegada del año 2000, se recomienda expresar el año con sus cuatro cifras.

Ejemplo: el 11 de febrero de 2026 se escribe como 2026-02-11 o bien 20260211.

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.

De manera análoga pueden numerarse los **milenios**, periodos de mil años. El segundo milenio de la era cristiana se inició el 1 de enero del año 1001 y terminó el 31 de diciembre del año 2000. El día 1 de enero del 2001 se inició el tercer milenio.

2.5. Día juliano

Una manera conveniente de expresar el instante en que un determinado fenómeno astronómico se produce consiste en dar el *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 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 adelante.

Se habla de *número de día juliano* cuando se prescinde de la parte fraccionaria. Facilita la realización de transformaciones entre fechas expresadas en distintos calendarios, así como la determinación del tiempo transcurrido entre dos fechas determinadas o el cálculo del día de la semana.

En su forma actual, el día juliano se refiere al meridiano cero o de Greenwich y en la escala de Hora o Tiempo Universal (TU). Se considera que el día juliano cero se inició a las 12 horas del día 1 de enero del año -4712 del calendario juliano proléptico o del 24 de noviembre del -4713 del calendario gregoriano proléptico. 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 23 de octubre de 2026 es 2 461 336,5.

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
2026 Ene 0	2461040,5	2026 Jul 0	2461221,5
2026 Feb 0	2461071,5	2026 Ago 0	2461252,5
2026 Mar 0	2461099,5	2026 Set 0	2461283,5
2026 Abr 0	2461130,5	2026 Oct 0	2461313,5
2026 May 0	2461160,5	2026 Nov 0	2461344,5
2026 Jun 0	2461191,5	2026 Dic 0	2461374,5

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

2016	2457387,5	2021	2459214,5	2026	2461040,5
2017	2457753,5	2022	2459579,5	2027	2461405,5
2018	2458118,5	2023	2459944,5	2028	2461770,5
2019	2458483,5	2024	2460309,5	2029	2462136,5
2020	2458848,5	2025	2460675,5	2030	2462501,5

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

B1850	=	2396758,203	=	1850 Ene 0,703
J1900	=	2415020	=	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
J2000	=	2451545	=	2000 Ene 1,500
J2050	=	2469807,5	=	2050 Ene 1,000

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 $DJF = 365 * F + \text{int}[F/4]$, 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 este (TU/24) si no son las 0^h de TU. La función $\text{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

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

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

Ejemplo: para el 23 de octubre de 2026 a las 0^h TU son:

$$DJC(2000) = 2\ 451\ 544,5$$

$$DJF(26) = 365 * 26 + \text{int}[26/4] = 9496$$

$$DJM(\text{octubre}) = 273$$

Por consiguiente, el día juliano es: $DJC + DJF + DJM + \text{día} =$

$$2\ 451\ 544,5 + 9496 + 273 + 23 = 2\ 461\ 336,5.$$

Tal día será viernes.

En ocasiones se usa el *día juliano modificado* establecido en 1957, que se obtiene restando al día juliano la cantidad 2 400 000,5. 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 23 de octubre de 2026 a las 0^h TU es 2 461 336,5; el día juliano **modificado** correspondiente es 61 336.

2.6. Calendarios del mundo

Calendario gregoriano

Es un calendario solar, que trata de ajustar su duración media a la del ciclo estacional (año trópico). 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 146 097 días (20 871 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 solo 27 segundos.

El calendario gregoriano (introducido por el Papa Gregorio XIII) constituye una modificación al calendario *juliano* descrito más adelante, 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 2026

Cómputo eclesiástico

Número áureo	13	(ciclo lunar de 19 años)
Epacta	11	(edad de la Luna al 1 de enero)
Ciclo solar	19	(ciclo de 28 años)
Letra dominical	D	(ciclo de 28 años)
Indicción romana	4	(ciclo de 15 años)

Principales fiestas movibles

Septuagésima	Feb	1
Miércoles de Ceniza	Feb	18
Primer domingo de Cuaresma	Feb	22
Viernes Santo	Abr	3
Pascua	Abr	5
Ascensión	May	14
Pentecostés	May	24
La Santísima Trinidad	May	31
Corpus Christi	Jun	4
El Sagrado Corazón de Jesús	Jun	12
Primer domingo de Adviento	Nov	29

Témporas

I	Feb 25, 27, 28
II	May 27, 29, 30
III	Set 16, 18, 19
IV	Dic 16, 18, 19

Velaciones

Se cierran:
Feb 17 y Nov 28
Se abren:
Abr 7 y Dic 26

La mayor parte de fiestas movibles 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*

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

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 movibles 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

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” en latín, 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.

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 2026

Pascua	30 de marzo (juliano) 12 de abril (gregoriano)
Epacta	20
Letra dominical	E

Cronología

La designación del año aproximado del nacimiento de Cristo como año 1 en el cómputo del calendario juliano se realizó en el siglo IV. Otro instante inicial distinto para contabilizar años julianos se debe a J.J. Scaliger (siglo XIV), quien propuso partir de una fecha anterior a cualquier dato histórico a fin de evitar el uso de años negativos o la expresión a. C., designando como año 1 del *periodo juliano* al año 4713 a. 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*.

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 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 2026 ($G = 2026,00$) corresponde a $M = 1447,54$, o sea a mediados del año musulmán 1447. Este es un año abundante pues es el año 7 del ciclo 49.

En la siguiente tabla se indican las fechas gregorianas correspondientes al inicio de los meses del calendario musulmán establecido según las reglas anteriores. El mes se inicia a la puesta de sol del día anterior al que figura en la tabla.

Inicio del mes musulmán		Fecha gregoriana	
1447	Ša'bān 1	2026	Ene 20
1447	Ramaḍān 1	2026	Feb 18
1447	Šawwāl 1	2026	Mar 20
1447	Ḍū-l-qa'da 1	2026	Abr 18
1447	Ḍū-l-ḥiŷŷa 1	2026	May 18
1448	Muḥarram 1	2026	Jun 17
1448	Šafar 1	2026	Jul 17
1448	Rabī' al-awwal 1	2026	Ago 15
1448	Rabī' al-tānī 1	2026	Set 14
1448	Ŷumādà al-ūlā 1	2026	Oct 13
1448	Ŷumādà al-ājira 1	2026	Nov 12
1448	Raŷab 1	2026	Dic 11

Las fechas gregorianas correspondientes a las principales festividades del calendario musulmán se muestran en la siguiente tabla.

Ascensión del Profeta	2026	Ene	16
Primer día del ramadán	2026	Feb	18
Conquista de la Meca	2026	Mar	9
Revelación del Corán	2026	Mar	16
Último día del ramadán	2026	Mar	19
Pascua postayuno	2026	Mar	20
Pascua de Inmolación	2026	May	27
Primer día del año	2026	Jun	17
‘Āshūrā’	2026	Jun	26
Huida del Profeta (<i>Hégira</i>)	2026	Ago	15
Nacimiento del Profeta	2026	Ago	26

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 uno 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 de sol del día que figura en ella.

Visibilidad del creciente lunar en Madrid

Mes musulmán	Fecha gregoriana
1447 Ša'bān	2026 Ene 20
1447 Ramaḍān	2026 Feb 18
1447 Šawwāl	2026 Mar 20
1447 Ḍū-l-qa'da	2026 Abr 18
1447 Ḍū-l-ḥiŷya	2026 May 17
1448 Muḥarram	2026 Jun 15
1448 Šafar	2026 Jul 15
1448 Rabi' al-awwal	2026 Ago 14
1448 Rabi' al-tānī	2026 Set 13
1448 Ŷumādà al-ūlā	2026 Oct 12
1448 Ŷumādà al-ājira	2026 Nov 11
1448 Raŷab	2026 Dic 10

Calendario hebreo

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 (ḥešwān) 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 (365,246822 días = 365^d 5^h 55^m 25^s) que difiere del año trópico en menos de 7 minutos. El primer día del año hebreo 1 corresponde al 7 de octubre de -3760 (3761 a. C.) del calendario juliano proléptico.

Primer día del año	Fecha gregoriana	Duración (días)
5781	2020 Set 19	353
5782	2021 Set 7	384
5783	2022 Set 26	355
5784	2023 Set 16	383
5785	2024 Oct 3	355
5786	2025 Set 23	354
5787	2026 Set 12	385
5788	2027 Oct 2	355
5789	2028 Set 21	354
5790	2029 Set 10	383
5791	2030 Set 28	355

En la siguiente tabla se indican las fechas gregorianas correspondientes al inicio de cada uno de los meses del calendario hebreo. El mes se inicia a la puesta de sol del día anterior al que figura en la tabla.

Inicio del mes	Fecha gregoriana		
5786 Šebāṭ 1	2026	Ene	19
5786 Adār 1	2026	Feb	18
5786 Nisan 1	2026	Mar	19
5786 Iyyār 1	2026	Abr	18
5786 Siwān 1	2026	May	17
5786 Tammūz 1	2026	Jun	16
5786 Ab 1	2026	Jul	15
5786 Elūl 1	2026	Ago	14
5787 Tišrī 1	2026	Set	12
5787 Ḥešwān 1	2026	Oct	12
5787 Kislew 1	2026	Nov	11
5787 Tebēt 1	2026	Dic	11

Esta forma del calendario fue establecida a partir del siglo IV de la era cristiana (año 358/359), sustituyendo progresivamente un calendario lunar anterior en que los meses se iniciaban con la visibilidad del creciente lunar. En su forma actual, es el calendario religioso de los judíos y el oficial de Israel. El primer día de la semana se inicia a la puesta de 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. El sábado es el último día de la semana.

Las fechas gregorianas correspondientes a las principales festividades del calendario hebreo se muestran en la siguiente tabla (los ayunos se inician al amanecer del día indicado, las demás festividades se inician a la puesta de sol del día anterior).

Año nuevo de los árboles	2026	Feb	2
Ayuno de Ester	2026	Mar	2
Suertes (<i>Purim</i>)	2026	Mar	3
Pascua (<i>Pesah</i>)	2026	Abr	2
<i>Lag B'Omer</i>	2026	May	5
Pentecostés (<i>Shavuot</i>)	2026	May	22
Ayuno del mes de tammūz	2026	Jul	2
Ayuno. Destrucción de Jerusalén	2026	Jul	23
Año nuevo (<i>Rosh-hashana</i>)	2026	Set	12
Ayuno de Guedaliah	2026	Set	14
Expiación (<i>Yom Kippur</i>)	2026	Set	21
Tabernáculos (<i>Sukkot</i>)	2026	Set	26
Alegría de la Ley	2026	Oct	4
Dedicación del Templo (<i>Hanukka</i>)	2026	Dic	5
Ayuno. Sitio de Jerusalén	2026	Dic	20

Calendario perpetuo

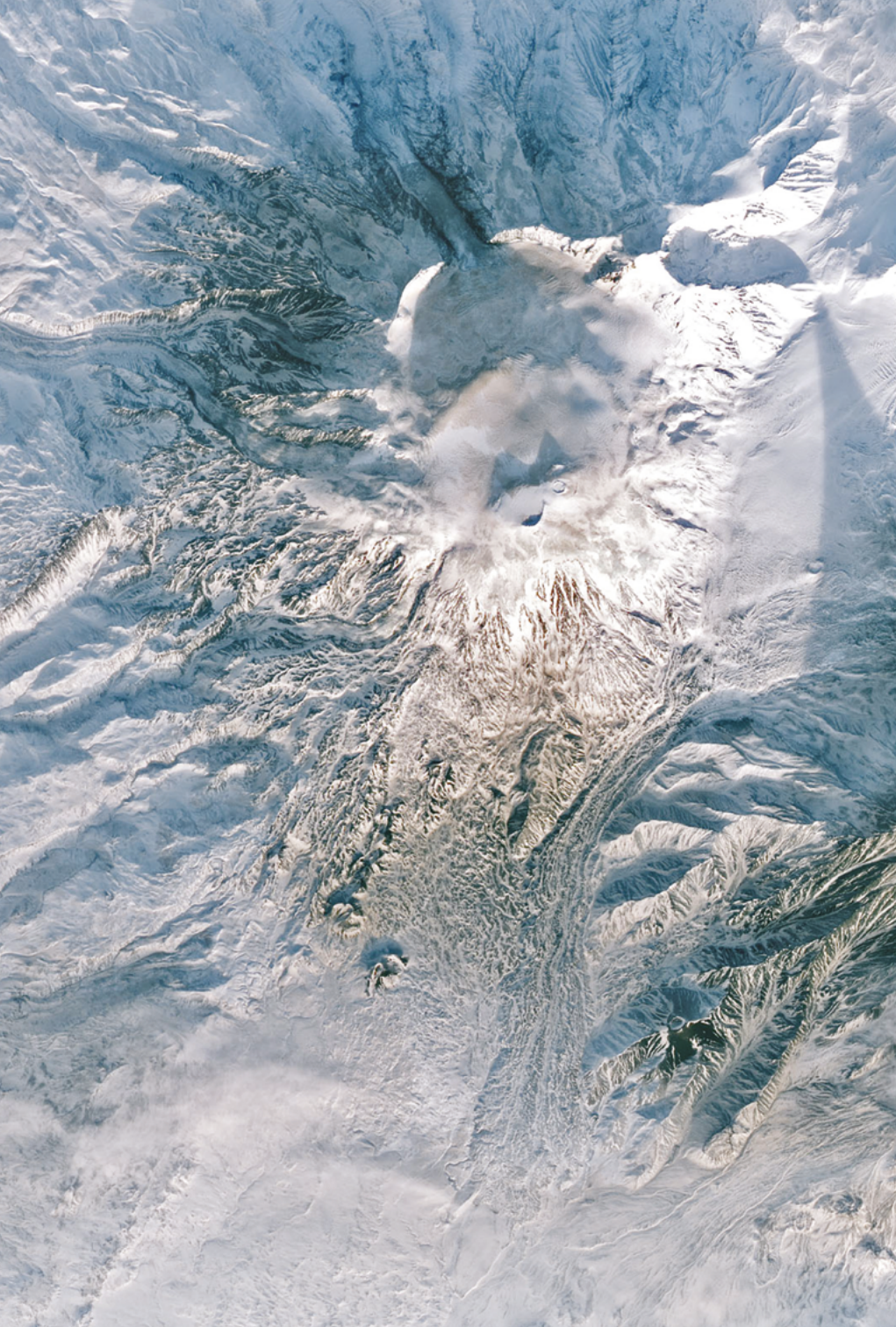
En la sección dedicada al día juliano se ha descrito un procedimiento para calcular el día de la semana que corresponde a una fecha dada válido para el calendario gregoriano. En esta sección se dan unas tablas que permiten dicho cálculo entre los años 0 y 3000, incluyendo el calendario juliano hasta 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 un *calendario perpetuo*.

Índice	1	2	3	4	5	6	7
Millar y centena del año	4__ 11__ G 15__	3__ 10__	2__ 9__	1__ 8__ J 15__	0__ 7__ 14__	6__ 13__	5__ 12__
	19__ 23__ 27__	18__ 22__ 26__	17__ 21__ 25__	16__ 20__ 24__	30__	29__	28__
(G = Gregoriano, J = Juliano)							
Decena y unidad del año	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
	Ago	Nov	Set	Abr	Jul	Oct	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
Índice	1	2	3	4	5	6	7

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

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: 23 de octubre de 2026: a 20₀₀ le corresponde el índice 7; a ₀₀26, el índice 3; a octubre, el índice 7; y al día 23, el índice 2. La suma es: $7 + 3 + 7 + 2 = 19$. Restándole dos veces 7 se obtiene 5, índice que corresponde a viernes.



An aerial photograph of a volcanic eruption. A large, billowing plume of white ash and smoke rises from a mountain peak, partially obscuring the surrounding landscape. The terrain below is rugged and appears to be covered in ash or volcanic material. The sky is a pale, hazy blue. The image is split horizontally, with the top half showing the eruption and the bottom half showing the surrounding landscape.

CAPÍTULO 3

Tierra



El satélite Landsat 8 captó esta columna de ceniza y humo que emanaba del volcán Klyuchevskaya en la península de Kamchatka, el 10 de enero de 2018. NASA's Earth Observatory

La Tierra es el planeta en el que habitamos, el único en todo el universo conocido en el que hasta el momento está confirmada la existencia de vida. Está situado en tercer lugar en cuanto a la distancia al Sol, con una órbita situada entre las de Venus y Marte. Es el quinto en tamaño, el más grande y masivo entre los cuatro planetas rocosos, y el más denso de todos los planetas del sistema solar. La Tierra, como la mayoría de los cuerpos del sistema solar, se formó hace alrededor de 4500 millones de años a partir del disco de gas y polvo que rodeaba a nuestro Sol en formación. Describe dos movimientos: el de traslación, siguiendo una órbita con una ligera elipticidad alrededor del Sol y en el mismo plano de la eclíptica, y el de rotación sobre su propio eje, que se encuentra inclinado unos 23° con respecto a la eclíptica, lo que genera la existencia de diferentes estaciones a lo largo del año.

La Tierra tiene un único satélite natural, la Luna. El sistema Tierra-Luna constituye una excepcionalidad debido a la relación de tamaños: la Luna tiene un tamaño del orden de un cuarto del tamaño de la Tierra, por lo que es el satélite natural más grande del sistema solar con respecto al tamaño de su planeta anfitrión. La Luna ejerce un papel decisivo en las condiciones existentes en la Tierra: es la principal causa de las mareas, estabiliza el eje de rotación de la Tierra y con ello evita bruscos cambios estacionales, y produce una lenta ralentización del ritmo de rotación terrestre.

El interior de la Tierra está compuesto por cuatro capas diferenciadas. En primer lugar la zona central está compuesta por un núcleo interno, una esfera sólida de hierro y níquel de 1221 kilómetros de ancho, y un núcleo externo, una banda de fluidos de hierro y níquel de 2253 km de espesor. Sobre esta zona se encuentra el manto, una capa de roca viscosa fundida de 2897 km sobre la que descansa la capa más externa, la corteza, con un grosor de entre 5 y 30 kilómetros. La corteza terrestre está dividida en placas tectónicas que se deslizan sobre el magma del manto. Esta actividad geológica produce la renovación de la superficie terrestre, con la consiguiente modificación de su geografía a lo largo de millones de años, y fenómenos como los terremotos y maremotos o los volcanes.

La superficie de la Tierra es accidentada, con montañas, valles y demás accidentes, al igual que podemos observar en las superficies de Venus o Marte. Pero una característica esencial de la Tierra es el hecho de que es el único cuerpo astronómico conocido donde se ha hallado agua líquida en superficie. De hecho casi el 70% de la superficie terrestre está cubierta por océanos de agua líquida, con una profundidad media de 4 kilómetros.

El nuestro es uno de los planetas que cuenta con campo magnético (no lo tienen Venus ni Marte, aunque podrían haberlo tenido en el pasado). Se genera por la rotación de su núcleo interno de hierro y

níquel. Tiene un efecto de protección sobre la Tierra, ya que canaliza las partículas cargadas procedentes del Sol hacia los polos magnéticos, situados cerca de los polos geográficos terrestres.

La Tierra cuenta con una atmósfera dinámica compuesta principalmente por nitrógeno y oxígeno, con una cantidad de vapor de agua que da lugar a la existencia de nubes. La atmósfera produce un efecto invernadero en todo el planeta que hace que la temperatura media en superficie sea de unos 15°C, mientras que sin ella sería de unos -18°C y por tanto no podría haber agua líquida en superficie. Las diferencias entre la cantidad de energía recibida del Sol en diferentes regiones del planeta (siendo mayor la que se recibe en el ecuador y menor en los polos) genera la existencia de corrientes atmosféricas y oceánicas, lo que produce un sistema climático global, con diferentes zonas climáticas y un amplio abanico de fenómenos meteorológicos.

Nuestro planeta es, como se ha mencionado, el único cuerpo astronómico en el que a día de hoy hemos confirmado la existencia de vida. E incluso aunque hay otros cuerpos actualmente en investigación por la posible presencia en la actualidad o en el pasado de bacterias o microorganismos, en ningún otro cuerpo hemos encontrado ningún indicio de vida tan compleja y evolucionada como la que se encuentra en nuestro planeta. Esto ha sido posible por la ocurrencia simultánea de una serie de circunstancias esenciales: la existencia de agua líquida en superficie; la atmósfera, que no solo sostiene la vida proporcionando los elementos para la respiración o la fotosíntesis sino que además nos protege de la gran mayoría de los meteoritos y de la radiación ultravioleta; la tectónica de placas, que también contribuye a la regulación de la temperatura del planeta; el campo magnético terrestre, que nos protege de la radiación solar; la presencia de la Luna y su moderación de los cambios bruscos estacionales... Todas estos factores producen unas condiciones que se hallan en un delicado equilibrio y que puede alterarse con cualquier variación. De hecho, se perderá con el tiempo, en cientos de millones de años, cuando la evolución del Sol cause un aumento de la temperatura terrestre e imposibilite la existencia de agua líquida en superficie. Pero mucho antes de eso están teniendo lugar otros cambios: la actividad humana está causando un impacto creciente en el clima y la biosfera de la Tierra, generando un cambio climático extremadamente acelerado que ya está produciendo extinciones masivas y que, si no se remedia, supondrá una amenaza para las condiciones de vida de los seres humanos y de otras muchas formas de vida de nuestro planeta.

3.1. Parámetros físicos de la Tierra

Forma y tamaño

Si consideramos negligibles las irregularidades de la superficie terrestre, la forma del planeta Tierra puede aproximarse a efectos prácticos por un elipsoide de revolución, achatado por los polos. Esta figura geométrica viene definida por dos valores: la longitud de su semieje mayor, es decir, en este caso el radio ecuatorial, R_e , y su achatamiento, f , que se obtiene mediante la expresión $(R_e - R_p)/R_e$, donde R_p es el semieje menor, en este caso el radio polar. La excentricidad del elipsoide viene dada por:

$$e = \sqrt{f(2 - f)}$$

El radio medio volumétrico, es decir, el radio de una esfera de igual volumen que un elipsoide definido por su radio ecuatorial R_e y un achatamiento f viene dado por:

$$R_m = R_e \sqrt[3]{1 - f}$$

Según las convenciones del Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (International Earth Rotation and Reference Systems Service, IERS) de 2010, los valores actualizados de estos parámetros son los siguientes:

Radio ecuatorial	$R_e = 6378,1366 \text{ km}$
Achatamiento	$f = 1/298,25642 = 0,00335282$
Radio polar	$R_p = 6356,7519 \text{ km}$
Radio medio volumétrico	$R_m = 6371,0004 \text{ km}$
Excentricidad del elipsoide	$e = 0,08181930$
Volumen de la Tierra	$1,0832 \cdot 10^{12} \text{ km}^3$
Rango topográfico	$20,4 \text{ km}$

Elipsoides de referencia

A lo largo de la historia se han propuesto y utilizado diferentes elipsoides como marco de referencia en términos geodésicos. En la tabla siguiente se indican los parámetros de estos elipsoides de referencia, así como los nombres que han recibido y/o las autoridades que han propuesto o recomendado su uso.

año	nombre	radio ecuat. R_e (m)	radio polar R_p (m)	inverso del achat., $1/f$
1738	Maupertuis	6397300	6363806,283	191
1830	Airy	6377563,396	6356256,909	299,3249646
1841	Bessel	6377397,155	6356078,963	299,1528128
1860	Struve	6378298,3	6357018,2	299,73
1866	Clarke (Norteamérica)	6378206,4	6356583,8	294,9787
1880	Clarke (Africa)	6378249,145	6356514,966	293,4663
1906	Helmert	6378200	6356818	298,3
1909	Internacional (Hayford)	6378388	6356912	297
1942	Krassovsky	6378245	6356863	298,3
1964	IAU	6378160	6356775	298,25
1967	Internacional nuevo	6378157,5	6356772,2	298,2496
1967	GRS	6378160	6356774,516	298,247167427
1969	Sudamericano	6378160	6356775,719	298,25
1972	WGS	6378135	6356750,52	298,26
1976	IAU	6378140	6356755,29	298,257
1980	GRS	6378137	6356752,3141	298,257222101
1983	MERIT	6378137	6356752	298,257
1984	WGS	6378137	6356752,3	298,257223563
1989	IERS	6378136	6356751	298,257
2010	IERS	6378136,6	6356751,9	298,25642

Las siglas corresponden a: Unión Astronómica Internacional (UAI/IAU), Sistema Geodésico de Referencia (GRS), Sistema Geodésico Mundial (WGS), y el ya mencionado Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS).

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 del lugar de observación) pueden diferir en algunos segundos de arco.

Considerando un elipsoide de referencia dado se pueden obtener las equivalencias en metros de las unidades de medida usadas en las coordenadas angulares de latitud y longitud, teniendo en cuenta para ello que, al tratarse de un elipsoide y no de una esfera, existe una dependencia con la latitud.

En concreto, para el rango de latitudes de España, los grados, minutos y segundos de arco medidos respectivamente sobre el paralelo o sobre el meridiano tienen las siguientes longitudes lineales en metros:

Longitud en metros de arcos de meridiano y de paralelo
para las latitudes de España considerando el elipsoide GRS 1980

latitud ϕ (°)	sobre el paralelo			sobre el meridiano		
	1°	1'	1"	1°	1'	1"
35°	91288	1521	25,4	110941	1849	30,8
36°	90163	1503	25,0	110959	1849	30,8
37°	89011	1484	24,7	110978	1850	30,8
38°	87832	1464	24,4	110996	1850	30,8
39°	86626	1444	24,1	111015	1850	30,8
40°	85393	1423	23,7	111035	1851	30,8
41°	84135	1402	23,4	111054	1851	30,8
42°	82850	1381	23,0	111073	1851	30,9
43°	81540	1359	22,7	111093	1852	30,9
44°	80206	1337	22,3	111112	1852	30,9
45°	78846	1314	21,9	111132	1852	30,9

Para la latitud de Madrid (en concreto la del Real Observatorio Astronómico de Madrid) se obtienen los siguientes valores:

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" sobre el paralelo	23,579 m

Luminosidad

Las siguientes magnitudes nos proporcionan información sobre la energía que la Tierra recibe desde el espacio, principalmente desde el Sol, y la que ella misma irradia al exterior y que percibiría un observador externo.

- *Irradiancia solar.* Energía solar que recibe el cuerpo: 1361,0 W/m²
- *Magnitud en banda V. V(1,0).* Magnitud en banda V del cuerpo si estuviera a una distancia de 1 ua del observador, y con un ángulo de fase de cero: -3,99
- *Temperatura equivalente de cuerpo negro.* Temperatura superficial que tendría el cuerpo si estuviera en equilibrio radiativo y no tuviera atmósfera, pero tuviera el mismo albedo: 255 K

- *Albedo de Bond, o albedo planetario.* Fracción de radiación solar incidente que se refleja de nuevo al espacio: 0,294
- *Albedo geométrico.* Cociente entre el brillo del cuerpo con un ángulo de fase de cero y el de un disco con una difusión total que estuviera en la misma posición y con el mismo tamaño aparente: 0,434

Masa y momento de inercia

La masa de la Tierra se usa como unidad de referencia en astronomía, particularmente para elementos de tamaño comparable, como planetas y exoplanetas. A partir de la masa y el volumen del planeta podemos estimar también la densidad media del planeta, aunque hay que tener en cuenta que la estructura interna del planeta implica fuertes variaciones de densidad entre diversas zonas. El momento de inercia proporciona información sobre la inercia rotacional del cuerpo, necesaria para el estudio de la dinámica global del planeta y de su geofísica. Los valores más precisos obtenidos en la actualidad para estas magnitudes son los siguientes:

Masa	$\mathcal{M}_{\oplus} = 5,9722 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Densidad media	5513 kg/m^3
Momento de inercia	$0,3308 \mathcal{M}_{\oplus} R_e^2$
J_2	0,0010826359

Gravedad

El valor de la gravedad en la superficie terrestre, denotado como g , es la aceleración neta que sufre un cuerpo en la superficie como resultado de la combinación de la fuerza gravitatoria que ejerce el planeta sobre el cuerpo y de la aceleración centrífuga que sufre el cuerpo debido a la rotación de la Tierra. Puesto que la atracción gravitatoria depende de la distancia entre el cuerpo y el centro de masas de la Tierra, el valor de la gravedad terrestre varía ligeramente en función de la latitud y la altitud de la posición del objeto. Algunos valores relevantes, y la fórmula de dependencia de la gravedad terrestre en función de la latitud y la altitud, son los siguientes:

Gravedad superficial media	$9,820 \text{ m/s}^2$
Gravedad superficial ecuatorial	$9,780 \text{ m/s}^2$
Gravedad superficial polar	$9,832 \text{ m/s}^2$
Gravedad superficial ($\phi = 45^\circ$)	$9,8062 \text{ m/s}^2$
Gravedad superficial en Madrid	$9,8000 \text{ m/s}^2$

Dependencia de la gravedad normal g con la latitud ϕ a un altura $h = 0$:

$$g_{(h=0)} = 9,806201 - 0,025930 \cos(2\phi) + 0,000028 \cos(4\phi)$$

Variación de la gravedad con la altura h (en metros):

$$g = g_{(h=0)} - 3,086 \cdot 10^{-6} h$$

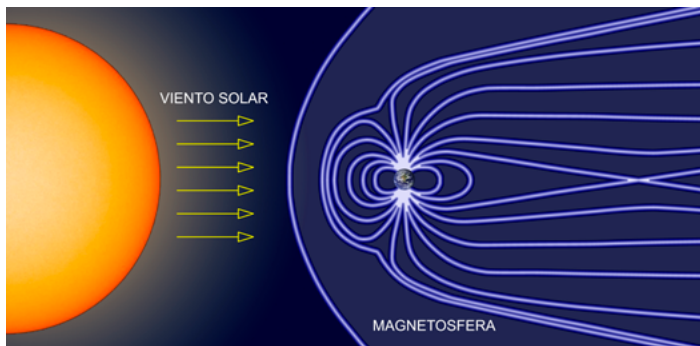
Velocidad de escape 11,186 km/s

Constante gravitatoria $GM_{\oplus} = 398\,600,4418 \text{ km}^3/\text{s}^2$

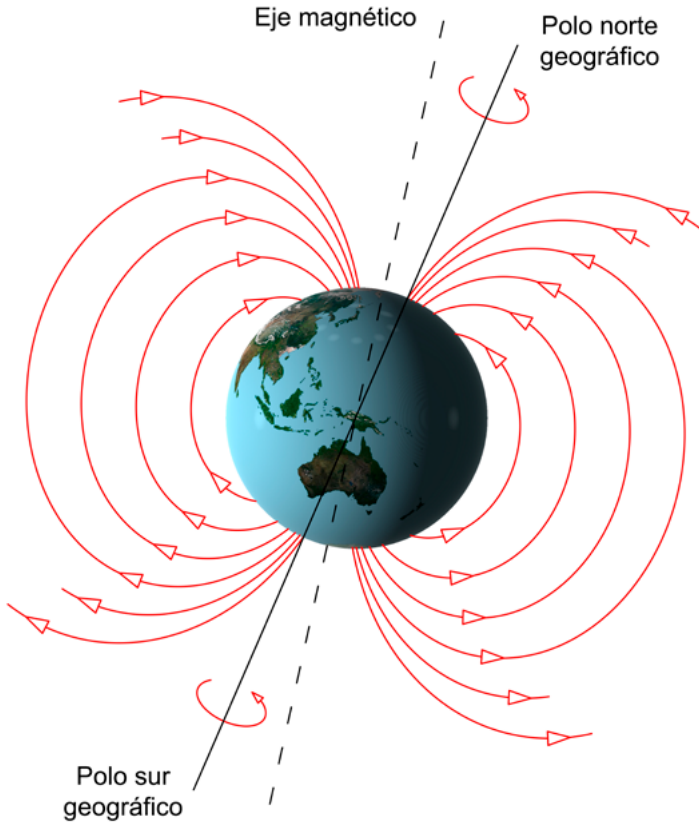
Campo magnético

La Tierra, al igual que otros planetas del sistema solar (aunque no todos), posee un campo magnético propio que se extiende desde el interior del planeta hasta el espacio. El campo magnético terrestre se puede representar de forma aproximada como el de un dipolo magnético, descrito por las siguientes magnitudes:

- *Intensidad del campo magnético.* Intensidad del campo generado por el dipolo fuera del planeta en Gauss- r^3 , donde la distancia r está en unidades de radio planetario, en este caso radio ecuatorial de la Tierra (dividir por la distancia r^3 proporciona el campo en Gauss). 0,306 Gauss- r^3
- *Inclinación del eje del dipolo* (respecto al eje de rotación): $\sim 11^\circ$
- *Desplazamiento del dipolo respecto al centro de la Tierra.* 0,076 R_e
- *Intensidad del campo magnético en la superficie terrestre.* Rango total de valores. 0,24-0,66 Gauss
- *Posición del Polo Norte Magnético* (WMM2020). 86°50 N, 164°04 E
- *Distancia del centro terrestre a la magnetopausa* (límite exterior de la magnetosfera). $\sim 10 R_e$



El campo magnético terrestre tiene un papel fundamental en las condiciones actuales y en la existencia de vida en la Tierra, ya que interacciona con la radiación procedente del Sol, generando un efecto pantalla ante los efectos nocivos de dicha radiación y ante la llegada de la mayoría de rayos cósmicos procedentes del espacio. La interacción del campo magnético con la radiación solar se produce en una capa de la atmósfera denominada magnetosfera. El campo magnético terrestre desvía las partículas cargadas procedentes del exterior hacia los polos magnéticos, lo que genera los fenómenos de las auroras boreales y australes que se ven a altas latitudes.



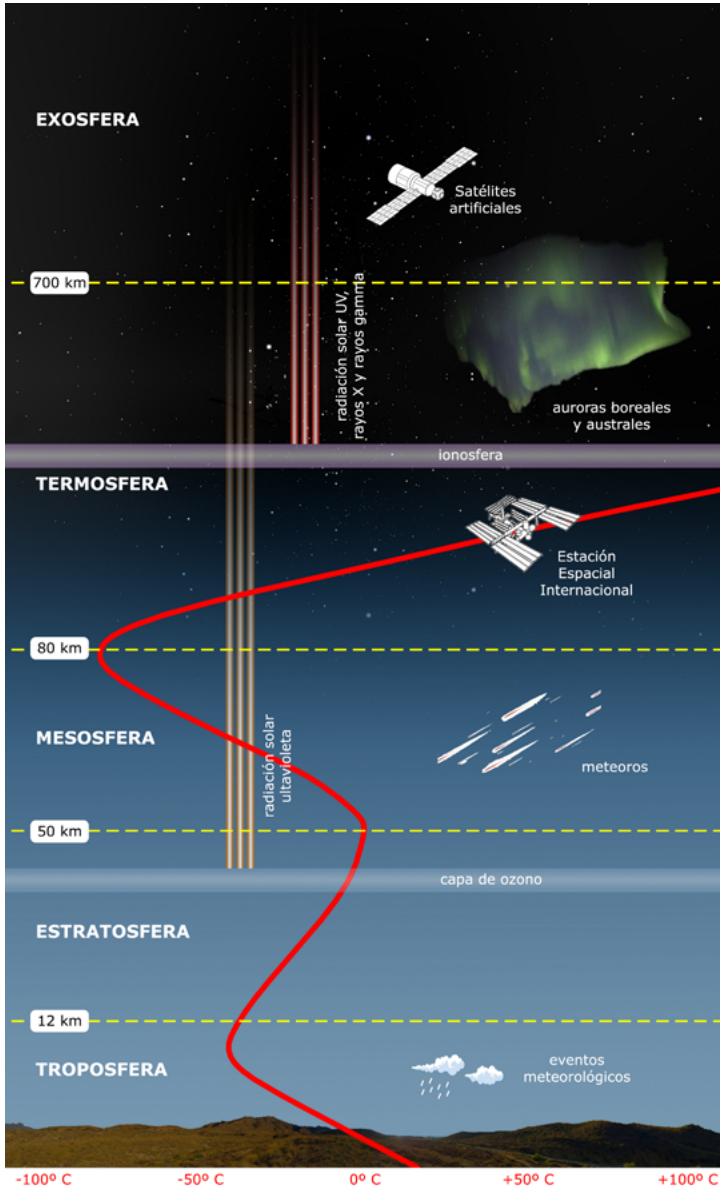
3.2. Atmósfera

Estructura y composición.

La atmósfera es la capa de gases que rodea la Tierra, retenida por la fuerza de la gravedad. Desempeña un papel esencial en la existencia de vida tal como la conocemos en la Tierra, ya que contiene los gases necesarios para procesos como la respiración o la fotosíntesis, protege de impactos de meteoritos, absorbe parte de la radiación ultravioleta del Sol, retiene parte del calor recibido del Sol por efecto invernadero y actúa como colchón térmico suavizando los contrastes de temperatura. Está compuesta por cinco capas principales, con varias capas secundarias. Las capas principales son:

- *Troposfera*. Desde la superficie hasta ~12 km de altitud. Es la capa más densa, y contiene casi todo el vapor de agua y los aerosoles. La mayor parte de los eventos meteorológicos tienen lugar en ella. La temperatura decrece con la altitud.
- *Estratosfera*. Entre 12 y 50 km de altitud. Contiene la capa de ozono que protege a la Tierra de la radiación solar ultravioleta. La temperatura aumenta con la altitud, debido principalmente a la absorción de radiación UV por parte del ozono.
- *Mesosfera*. Entre 50 y 80 km de altitud. La temperatura decrece con la altitud, hasta alcanzar las temperaturas más bajas que se encuentran en el sistema terrestre: hasta -85°C . La mayoría de los meteoros se queman en esta capa.
- *Termosfera*. Entre 80 y 700 km de altitud. Contiene la ionosfera. La absorción de radiación UV, rayos X y rayos gamma procedentes del Sol provoca la ionización de átomos y moléculas, lo que produce un progresivo aumento de la temperatura con la altitud. Aquí tienen lugar parte de las auroras boreales y australes, y en esta capa orbita la Estación Espacial Internacional.
- *Exosfera*. Entre 700 y 10 000 km de altitud. Es la capa más externa, en la que los gases se dispersan progresivamente hasta que la composición es similar al espacio exterior. Su límite superior colinda y se mezcla con el viento solar (en la magnetosfera). La densidad es tan baja que el material de esta capa no se comporta como un gas, y las partículas escapan al espacio fácilmente. Parte de las auroras boreales y australes tienen lugar en la parte más baja de la exosfera, y la mayor parte de los satélites artificiales terrestres orbitan en ella.

En el siguiente esquema se muestran las capas descritas, indicando los principales fenómenos o características mencionadas. La línea roja muestra la evolución de la temperatura con la altitud.



Algunos parámetros físicos atmosféricos de relevancia:

Presión en la superficie	1014 mb
Densidad en la superficie	1,217 kg/m ³
Temperatura efectiva	255 K (-18° C)
Temperatura media en la superficie	288 K (15° C)
Altura de escala	8,5 km
Masa total de la atmósfera	5,1 10 ¹⁸ kg

La altura de escala es la altura a la que hay que elevarse en una atmósfera para que la presión disminuya en un factor $e = 2,718282$.

La composición de la atmósfera en volumen, considerando el aire seco, es la siguiente (los componentes más abundantes se expresan en porcentaje, los menos abundantes en partes por millón):

Nitrógeno (N ₂)	78,08%
Oxígeno (O ₂)	20,95%
Argón (Ar)	0,934%, 9340 ppm
Dióxido de carbono (CO ₂)	426 ppm (variable)
Neon (Ne)	18,18 ppm
Helio (He)	5,24 ppm
Metano (CH ₄)	1,7 ppm
Kriptón (Kr)	1,14 ppm
Hidrógeno (H ₂)	0,55 ppm

La cantidad de vapor de agua es variable, pero es típicamente del orden del 1%. Los números totales no suman exactamente 100%, debido a los redondeos y a las incertidumbres asociadas a las medidas.

Refracción atmosférica

La refracción es el cambio de dirección y velocidad que experimenta una onda al pasar de un medio a otro con distinto índice refractivo. La refracción atmosférica es el fenómeno de refracción de la luz estudiado en un medio atmosférico. En las observaciones astronómicas, la refracción que sufre la luz de los astros observados al atravesar la atmósfera terrestre produce que la altura aparente de los astros sea superior a la altura real (la que se deduce de las efemérides, o la que se observaría si no existiese atmósfera). El efecto de la refracción depende fuertemente de la altura observada (es máxima en el horizonte y nula en el cénit) y, en menor medida, de la temperatura y presión ambientes y de la longitud de onda de la observación.

En las siguientes tablas se encuentra el valor de la corrección por refracción, R , a aplicar en función de la altura observada, siguiendo el criterio:

altura verdadera = altura observada - Refracción

distancia cenital verdadera = distancia cenital observada + 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:

longitud de onda, $\lambda_0 = 0,575 \mu\text{m}$

presión atmosférica, $P_0 = 1000 \text{ mbar}$

temperatura ambiente, $T_0 = 10^\circ\text{C}$

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, $0,55 \mu\text{m}$.

Los factores de corrección a emplear en caso de que tales condiciones de contorno sean distintas son, respectivamente y en primera aproximación:

corrección en λ : multiplicar por $\left[0,93 + \left(\frac{0,075}{\lambda}\right)^2\right]$

corrección en la presión : multiplicar por $\frac{P}{1000}$

corrección en la temperatura : multiplicar por $\frac{283}{273 + T}$

Fórmula aproximada para 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:

$$R = \frac{60''}{\tan\left(h + \frac{7,31}{h+4,4}\right)} \frac{0,28 P}{273 + T}$$

siendo h la altura observada. Esta fórmula lleva incluidos los parámetros atmosféricos (P en milibares y T en grados centígrados). Si estos 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

3.3. Rotación terrestre

Datos generales

La Tierra rota sobre sí misma, de oeste a este (o en sentido anti-horario si se toma el polo norte como punto de observación). Datos generales de rotación:

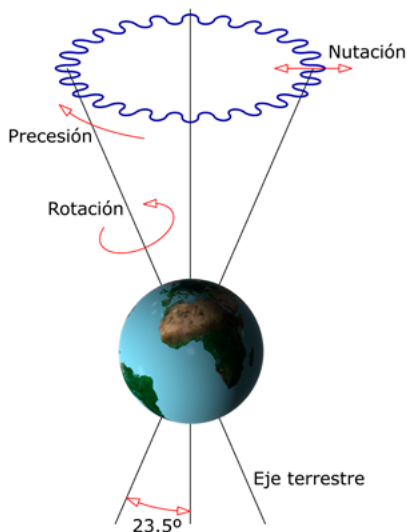
Oblicuidad de la eclíptica	23°44'
Inclinación respecto al plano orbital	23°44'
Velocidad angular media de rotación	$7,2921150 \cdot 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$ = 15,0410672 "/s
Velocidad lineal de rotación en el ecuador	465,12 m s ⁻¹ = 1674 km h ⁻¹
Aceleración centrífuga en el ecuador	- 0,034 m s ⁻²

La oblicuidad de la eclíptica es el ángulo entre el eje de rotación y la perpendicular de la eclíptica y la inclinación respecto al plano orbital es el ángulo entre el eje de rotación y la perpendicular del plano de la órbita celeste.

- *Día sidéreo.* Intervalo de tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta completa, 360° sobre sí misma, o dicho de otra manera en volver a orientarse de la misma manera respecto al sistema de referencia de las estrellas fijas. Duración: 23,9345 h = 23^h 56^m 4^s,2
- *Día solar medio.* Intervalo de tiempo que tarda la Tierra en rotar sobre sí misma y volver a orientarse de la misma manera respecto al Sol. Si empleamos como referencia el meridiano local, tiempo entre dos cruces consecutivos del Sol. Debido a la traslación de la Tierra, es más largo que el día sidéreo. Se proporciona el día solar medio porque debido a la excentricidad de la órbita de la Tierra y a la oblicuidad de la eclíptica, la Tierra varía su velocidad de traslación a lo largo de su órbita. En la Tierra se usa para definir el día de 24 horas. Duración: 24h.

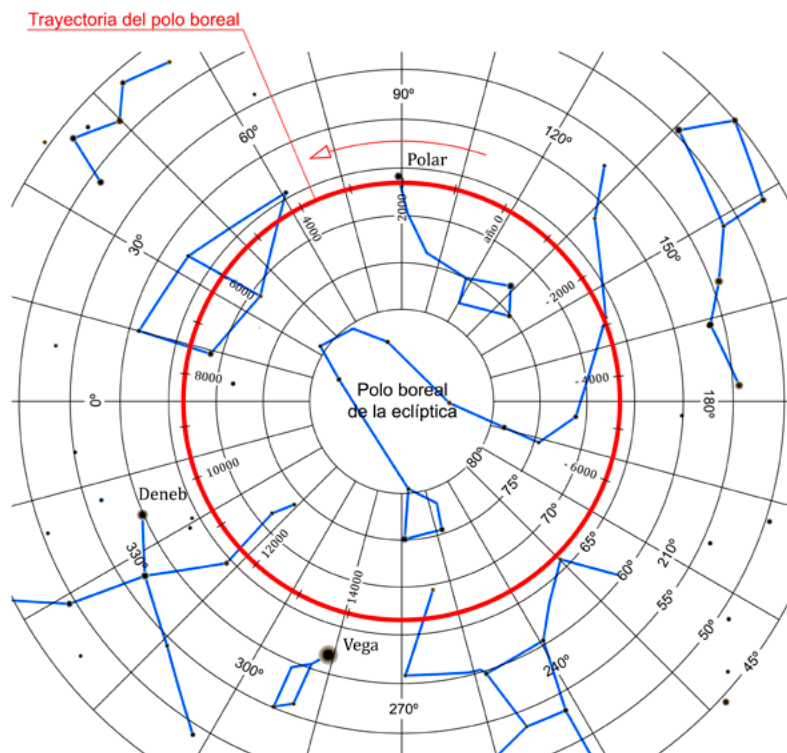
Precesión y nutación

El eje de rotación de la Tierra no mantiene una dirección fija en el tiempo, sino que sufre variaciones que deben ser tenidas en cuenta en el estudio de la rotación terrestre y en la definición de parámetros y magnitudes relacionadas, como las coordenadas geográficas terrestres o las escalas de tiempo basadas en la rotación.



La **precesión de los equinoccios** es el fenómeno por el cual el eje de rotación de la Tierra describe un movimiento circular alrededor de la vertical de la eclíptica en sentido retrógrado (horario), trazando un cono con vértice en el centro de la Tierra y abertura de 47° (ya que la inclinación del eje de la Tierra respecto a la vertical de la Tierra es de unos $23;5$). Este movimiento está causado por la forma de esferoide achatado por los polos de nuestro planeta, y la influencia de la atracción gravitatoria del Sol, la Luna y el resto de los planetas. La Tierra tarda un total de 25 776 años en trazar el círculo completo.

La variación de la dirección del eje de rotación produce una modificación de la orientación del plano del ecuador celeste, y con ello de la línea de intersección entre este y la eclíptica. Como consecuencia, el punto Aries, punto de esa línea de intersección en el que la Tierra en su órbita pasa del hemisferio sur celeste al norte, sufre una precesión retrógrada sobre la eclíptica, con una variación de 50,29 segundos de arco por año. La precesión también origina que el polo norte celeste se mueva en el marco de referencia de las estrellas fijas, lo que genera variaciones en la o las estrellas que puedan considerarse como referentes geográficos (actualmente la estrella Polar para el norte). Si consideramos solo el efecto de la precesión, la siguiente figura muestra la variación de la posición del polo norte celeste en el planisferio a lo largo del movimiento completo de precesión (línea roja), indicando también las fechas (en años, estando ahora sobrepasando los 2000) en las que irá realizando este recorrido.



La **nutación** es un movimiento del eje de la tierra que se superpone al de precesión, y que produce que el eje sufra una oscilación en su oblicuidad, es decir, una variación periódica del ángulo que forma con la vertical de la eclíptica. Cada 18,6 años el eje oscila en torno a 9,2 segundos de arco respecto a su posición media. La causa principal de la nutación es la influencia gravitatoria de la Luna, y particularmente el torque de fuerzas generado por la inclinación de la órbita lunar.

La precesión y la nutación varían la posición del eje de rotación y, consecuentemente, la del plano ecuatorial de la Tierra, que es plano de referencia para las coordenadas celestes de los astros (tales como las coordenadas ecuatoriales α y δ). Por ello, al dar las coordenadas de un astro hay que indicar que se refieren a una posición dada del eje de rotación, por ejemplo la que tenía en la época J2000.0. Para conocer las coordenadas en otro instante es necesario aplicar unas correcciones que se describen en los siguientes subapartados y tablas.

Corrección de las coordenadas por precesión, cálculo aproximado

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:

$$P_{\alpha} = 3^{\circ}0750 + 1^{\circ}3362 \operatorname{sen} \alpha \tan \delta$$

$$P_{\delta} = 20^{\prime}043 \cos \alpha$$

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 ^h 00 ^m	24 ^h 00 ^m	20",04	12 ^h 00 ^m	12 ^h 00 ^m	-20",04
00 ^h 20 ^m	23 ^h 40 ^m	19",96	12 ^h 20 ^m	11 ^h 40 ^m	-19",96
00 ^h 40 ^m	23 ^h 20 ^m	19",73	12 ^h 40 ^m	11 ^h 20 ^m	-19",73
01 ^h 00 ^m	23 ^h 00 ^m	19",36	13 ^h 00 ^m	11 ^h 00 ^m	-19",36
01 ^h 20 ^m	22 ^h 40 ^m	18",83	13 ^h 20 ^m	10 ^h 40 ^m	-18",83
01 ^h 40 ^m	22 ^h 20 ^m	18",16	13 ^h 40 ^m	10 ^h 20 ^m	-18",16
02 ^h 00 ^m	22 ^h 00 ^m	17",35	14 ^h 00 ^m	10 ^h 00 ^m	-17",35
02 ^h 20 ^m	21 ^h 40 ^m	16",41	14 ^h 20 ^m	09 ^h 40 ^m	-16",41
02 ^h 40 ^m	21 ^h 20 ^m	15",35	14 ^h 40 ^m	09 ^h 20 ^m	-15",35
03 ^h 00 ^m	21 ^h 00 ^m	14",17	15 ^h 00 ^m	09 ^h 00 ^m	-14",17
03 ^h 20 ^m	20 ^h 40 ^m	12",88	15 ^h 20 ^m	08 ^h 40 ^m	-12",88
03 ^h 40 ^m	20 ^h 20 ^m	11",49	15 ^h 40 ^m	08 ^h 20 ^m	-11",49
04 ^h 00 ^m	20 ^h 00 ^m	10",02	16 ^h 00 ^m	08 ^h 00 ^m	-10",02
04 ^h 20 ^m	19 ^h 40 ^m	08",47	16 ^h 20 ^m	07 ^h 40 ^m	-08",47
04 ^h 40 ^m	19 ^h 20 ^m	06",85	16 ^h 40 ^m	07 ^h 20 ^m	-06",85
05 ^h 00 ^m	19 ^h 00 ^m	05",18	17 ^h 00 ^m	07 ^h 00 ^m	-05",18
05 ^h 20 ^m	18 ^h 40 ^m	03",48	17 ^h 20 ^m	06 ^h 40 ^m	-03",48
05 ^h 40 ^m	18 ^h 20 ^m	01",74	17 ^h 40 ^m	06 ^h 20 ^m	-01",74
06 ^h 00 ^m	18 ^h 00 ^m	00",00	18 ^h 00 ^m	06 ^h 00 ^m	00",00

Precesión anual en ascensión recta

si $\delta \geq 0$		$P\alpha$									si $\delta \leq 0$	
α		declinación, δ									α	
h m	h m	0°	10°	20°	30°	40°	50°	55°	60°	h m	h m	
18 00	18 00	3 ^s 07	2 ^s 83	2 ^s 58	2 ^s 30	1 ^s 95	1 ^s 48	1 ^s 16	0 ^s 76	06 00	06 00	
18 20	17 40	3 ^s 07	2 ^s 84	2 ^s 59	2 ^s 30	1 ^s 95	1 ^s 48	1 ^s 17	0 ^s 76	06 20	05 40	
18 40	17 20	3 ^s 07	2 ^s 84	2 ^s 59	2 ^s 31	1 ^s 97	1 ^s 50	1 ^s 19	0 ^s 79	06 40	05 20	
19 00	17 00	3 ^s 07	2 ^s 84	2 ^s 60	2 ^s 32	1 ^s 99	1 ^s 53	1 ^s 23	0 ^s 83	07 00	05 00	
19 20	16 40	3 ^s 07	2 ^s 85	2 ^s 61	2 ^s 35	2 ^s 02	1 ^s 57	1 ^s 28	0 ^s 90	07 20	04 40	
19 40	16 20	3 ^s 07	2 ^s 86	2 ^s 63	2 ^s 37	2 ^s 05	1 ^s 63	1 ^s 34	0 ^s 97	07 40	04 20	
20 00	16 00	3 ^s 07	2 ^s 87	2 ^s 65	2 ^s 40	2 ^s 10	1 ^s 69	1 ^s 42	1 ^s 07	08 00	04 00	
20 20	15 40	3 ^s 07	2 ^s 88	2 ^s 67	2 ^s 44	2 ^s 15	1 ^s 77	1 ^s 51	1 ^s 17	08 20	03 40	
20 40	15 20	3 ^s 07	2 ^s 89	2 ^s 70	2 ^s 48	2 ^s 21	1 ^s 85	1 ^s 61	1 ^s 30	08 40	03 20	
21 00	15 00	3 ^s 07	2 ^s 90	2 ^s 73	2 ^s 52	2 ^s 28	1 ^s 94	1 ^s 72	1 ^s 43	09 00	03 00	
21 20	14 40	3 ^s 07	2 ^s 92	2 ^s 76	2 ^s 57	2 ^s 35	2 ^s 05	1 ^s 84	1 ^s 58	09 20	02 40	
21 40	14 20	3 ^s 07	2 ^s 93	2 ^s 79	2 ^s 63	2 ^s 43	2 ^s 16	1 ^s 98	1 ^s 74	09 40	02 20	
22 00	14 00	3 ^s 07	2 ^s 95	2 ^s 83	2 ^s 68	2 ^s 51	2 ^s 27	2 ^s 12	1 ^s 91	10 00	02 00	
22 20	13 40	3 ^s 07	2 ^s 97	2 ^s 86	2 ^s 74	2 ^s 60	2 ^s 40	2 ^s 26	2 ^s 09	10 20	01 40	
22 40	13 20	3 ^s 07	2 ^s 99	2 ^s 90	2 ^s 81	2 ^s 69	2 ^s 53	2 ^s 42	2 ^s 28	10 40	01 20	
23 00	13 00	3 ^s 07	3 ^s 01	2 ^s 94	2 ^s 87	2 ^s 78	2 ^s 66	2 ^s 58	2 ^s 47	11 00	01 00	
23 20	12 40	3 ^s 07	3 ^s 03	2 ^s 99	2 ^s 94	2 ^s 88	2 ^s 79	2 ^s 74	2 ^s 67	11 20	00 40	
23 40	12 20	3 ^s 07	3 ^s 05	3 ^s 03	3 ^s 00	2 ^s 97	2 ^s 93	2 ^s 90	2 ^s 87	11 40	00 20	
00 00	12 00	3 ^s 07	3 ^s 07	3 ^s 07	3 ^s 07	3 ^s 07	3 ^s 07	3 ^s 07	3 ^s 07	12 00	24 00	
00 20	11 40	3 ^s 07	3 ^s 09	3 ^s 11	3 ^s 14	3 ^s 17	3 ^s 21	3 ^s 24	3 ^s 27	12 20	23 40	
00 40	11 20	3 ^s 07	3 ^s 11	3 ^s 15	3 ^s 20	3 ^s 26	3 ^s 35	3 ^s 40	3 ^s 47	12 40	23 20	
01 00	11 00	3 ^s 07	3 ^s 13	3 ^s 20	3 ^s 27	3 ^s 36	3 ^s 48	3 ^s 56	3 ^s 67	13 00	23 00	
01 20	10 40	3 ^s 07	3 ^s 15	3 ^s 24	3 ^s 33	3 ^s 45	3 ^s 61	3 ^s 72	3 ^s 86	13 20	22 40	
01 40	10 20	3 ^s 07	3 ^s 17	3 ^s 28	3 ^s 40	3 ^s 54	3 ^s 74	3 ^s 88	4 ^s 05	13 40	22 20	
02 00	10 00	3 ^s 07	3 ^s 19	3 ^s 31	3 ^s 46	3 ^s 63	3 ^s 87	4 ^s 02	4 ^s 23	14 00	22 00	
02 20	09 40	3 ^s 07	3 ^s 21	3 ^s 35	3 ^s 51	3 ^s 71	3 ^s 98	4 ^s 16	4 ^s 40	14 20	21 40	
02 40	09 20	3 ^s 07	3 ^s 22	3 ^s 38	3 ^s 57	3 ^s 79	4 ^s 09	4 ^s 30	4 ^s 56	14 40	21 20	
03 00	09 00	3 ^s 07	3 ^s 24	3 ^s 41	3 ^s 62	3 ^s 86	4 ^s 20	4 ^s 42	4 ^s 71	15 00	21 00	
03 20	08 40	3 ^s 07	3 ^s 25	3 ^s 44	3 ^s 66	3 ^s 93	4 ^s 29	4 ^s 53	4 ^s 84	15 20	20 40	
03 40	08 20	3 ^s 07	3 ^s 26	3 ^s 47	3 ^s 70	3 ^s 99	4 ^s 37	4 ^s 63	4 ^s 97	15 40	20 20	
04 00	08 00	3 ^s 07	3 ^s 27	3 ^s 49	3 ^s 74	4 ^s 04	4 ^s 45	4 ^s 72	5 ^s 07	16 00	20 00	
04 20	07 40	3 ^s 07	3 ^s 28	3 ^s 51	3 ^s 77	4 ^s 09	4 ^s 51	4 ^s 80	5 ^s 17	16 20	19 40	
04 40	07 20	3 ^s 07	3 ^s 29	3 ^s 53	3 ^s 79	4 ^s 12	4 ^s 57	4 ^s 86	5 ^s 24	16 40	19 20	
05 00	07 00	3 ^s 07	3 ^s 30	3 ^s 54	3 ^s 82	4 ^s 15	4 ^s 61	4 ^s 91	5 ^s 31	17 00	19 00	
05 20	06 40	3 ^s 07	3 ^s 30	3 ^s 55	3 ^s 83	4 ^s 17	4 ^s 64	4 ^s 95	5 ^s 35	17 20	18 40	
05 40	06 20	3 ^s 07	3 ^s 30	3 ^s 55	3 ^s 84	4 ^s 19	4 ^s 66	4 ^s 97	5 ^s 38	17 40	18 20	
06 00	06 00	3 ^s 07	3 ^s 31	3 ^s 56	3 ^s 84	4 ^s 19	4 ^s 66	4 ^s 98	5 ^s 38	18 00	18 00	

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 incluso en aquellos casos en que la época a que se refieren las coordenadas originales no es la época J2000, sino otra cualquiera (J1900, B1950, etc). Algunas épocas típicas vienen dadas en el apartado *Día Juliano* en la página 121.

- 1) Cálculo de los argumentos temporales T y t , dados en siglos julianos:

$$T = (\text{época origen} - 2000.0) / 100 = (DJ_{origen} - 2\,451\,545.0) / 36\,525$$

$$t = (DJ_{fecha} - DJ_{origen}) / 36\,525$$

- 2) Cálculo de los coeficientes para la época origen:

$$\zeta_1 = 2306''.2181 + 1''.39656 T - 0''.000139 T^2$$

$$\zeta_2 = 0''.30188 - 0''.000344 T$$

$$\zeta_3 = 0''.017998$$

$$z_1 = \zeta_1$$

$$z_2 = 1''.09468 + 0''.000066 T$$

$$z_3 = 0''.018203$$

$$\theta_1 = 2004''.3109 - 0''.85330 T - 0''.000217 T^2$$

$$\theta_2 = -0''.42665 - 0''.000217 T$$

$$\theta_3 = -0''.041833$$

- 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_0), podemos expresar la corrección por nutación a aplicar a las coordenadas ecuatoriales (α , δ) con las siguientes fórmulas:

$$\Delta\alpha = Ec.Eq. - (0^s,46 \text{ sen } \Omega_0 \text{ sen } \alpha + 0^s,61 \text{ cos } \Omega_0 \text{ cos } \alpha) \tan \delta$$

$$\Delta\delta = 9",2 \text{ cos } \Omega_0 \text{ sen } \alpha - 6",8 \text{ sen } \Omega_0 \text{ cos } \alpha$$

donde *Ec.Eq.* es el valor de la ecuación de los equinoccios para la fecha (ver *Tablas de tiempos* en la página 108), y Ω_0 viene dada para este año en el apartado de *Datos lunares* en la página 203 o bien se puede calcular a partir del día juliano *DJ* mediante:

$$\Omega_0 = 125^{\circ}045 - 0^{\circ}05295376 (DJ - 2\,451\,545)$$

Variaciones irregulares de la rotación terrestre

Los movimientos de precesión y nutación se producen por influencias externas (particularmente Sol y Luna) en el movimiento como sólido rígido que tiene la Tierra. Sin embargo, también hay factores internos del planeta, como las redistribuciones de masas en su interior o su superficie (por ejemplo, grandes corrientes oceánicas, o cambios en la acumulación estacional de nieve), que generan variaciones irregulares en la posición del eje, o pequeñas aceleraciones o desaceleraciones en la rotación. Estos cambios se miden mediante los Parámetros de Orientación Terrestres (EOP en sus siglas en inglés), que además proporcionan la transformación dependiente del tiempo entre sistemas de referencia que se ven afectados por estas variaciones (particularmente entre el Sistema de Referencia Terrestre Internacional y el Sistema de Referencia Celeste Internacional). Los EOP son cinco, y son los siguientes:

- *El tiempo universal*. Es el tiempo empleado en la rotación, y en concreto es UT1, que mide el tiempo de rotación terrestre corrigiendo por el movimiento del polo.
- *Coordenadas del polo*. Son dos parámetros que miden la posición sobre la superficie de la Tierra del polo celeste (punto

por el que pasa el eje de rotación) con respecto a la posición de un punto estático, el polo celeste de referencia. El polo celeste describe movimientos que implican variaciones del orden de metros con respecto al polo de referencia a lo largo del año.

- *Desviaciones del polo.* Son dos parámetros que en este caso miden las desviaciones de la posición del polo celeste respecto a la posición definida por los modelos de precesión y nutación de la IAU.

Los EOP se determinan mediante diversas técnicas geodésicas. La única que permite la determinación directa de todos los EOP es la interferometría de muy larga línea de base (VLBI). En la actualidad, las observaciones de VLBI geodésico son coordinadas por el Servicio Internacional de VLBI para Geodesia y Astronomía (IVS), compuesto por unas 45 antenas pertenecientes a unas 40 organizaciones localizadas en 20 países. Una de ellas es la antena de 13,2 m del Observatorio de Yebes (Guadalajara), dependiente del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

3.4. Traslación terrestre

La Tierra orbita en torno a nuestra estrella, el Sol, como el resto de planetas del sistema solar. Las leyes de Kepler, que describen las órbitas heliocéntricas, y las definiciones y fórmulas de cálculo de los elementos orbitales que se recogen a continuación se encuentran en la página 171. En este anuario se dan los elementos orbitales referidos al equinoccio y eclíptica medios J2000.0. Cuando una 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 parámetros orbitales de la Tierra:

Parámetros orbitales medios J2000

Semieje mayor de la órbita	149 598 000 km
Excentricidad	0,01671022
Inclinación del plano orbital	0°00
Longitud del nodo ascendente	-11°26064
Longitud del perihelio	102°94719
Longitud media	100°46435

La inclinación del plano orbital es el ángulo entre el plano orbital de la Tierra y la eclíptica.

Distancias al Sol

En astronomía se usa frecuentemente como unidad de medida de longitud la Unidad Astronómica (UA o AU), que es igual por definición a 149 597 870,700 km, un valor que equivale aproximadamente a la distancia media entre la Tierra y el Sol.

Distancia media	149 598 000 km (1,000001018 ua)
Distancia perihélica	147 095 000 km
Distancia afélica	152 100 000 km

Tiempos

- *Periodo (año) sidéreo.* Intervalo de tiempo que transcurre para que la Tierra complete una vuelta en torno al Sol, usando como referencia el sistema de las estrellas fijas. Duración: 365,256 días.
- *Periodo (año) solar o tropical.* Intervalo de tiempo que transcurre entre dos equinoccios iguales, o también se puede definir como el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos de la Tierra por el punto Aries. Tiene una duración aceptada de 365,242 días, pero debido a la influencia de la precesión del eje de rotación terrestre, que varía la posición del punto Aries, y a perturbaciones en el movimiento orbital de la Tierra, no se puede considerar que tenga una duración constante.

Velocidades

Velocidad orbital máxima	29,29 km/s
Velocidad orbital mínima	30,29 km/s
Velocidad orbital media	29,78 km/s
Movimiento medio diario	0,985647

Corrección de las coordenadas por aberración anual

El fenómeno de la aberración de la luz, o aberración de Bradley, produce una diferencia entre la posición geométrica y la posición observada de un astro, debido a la combinación de la velocidad que tiene la Tierra, y por tanto el observador, y la velocidad de la luz proveniente del astro. Cuando se tiene en cuenta exclusivamente el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, el fenómeno se denomina aberración anual. Para alcanzar una precisión en las coordenadas del astro del orden del segundo de arco debe tenerse en cuenta la corrección correspondiente a este fenómeno. En primera aproximación,

prescindiendo de la pequeña excentricidad de la órbita terrestre, la corrección a las coordenadas ecuatoriales (α, δ) viene dada por:

$$\begin{aligned}\Delta\alpha &= -(1^{\circ}366 \operatorname{sen} L_{\odot} \operatorname{sen}\alpha + 1^{\circ}253 \operatorname{cos} L_{\odot} \operatorname{cos}\alpha) / \operatorname{cos}\delta \\ \Delta\delta &= 18''80 \operatorname{sen}\delta \operatorname{sen}\alpha \operatorname{cos} L_{\odot} - 20''49 \operatorname{sen}\delta \operatorname{cos}\alpha \operatorname{sen} L_{\odot} \\ &\quad - 8''15 \operatorname{cos}\delta \operatorname{cos} L_{\odot}\end{aligned}$$

donde la longitud media L_{\odot} viene dada para este año en el apartado de *Datos solares* en la página 171, o se puede considerar de modo general en función del día juliano DJ mediante:

$$L_{\odot} = 280^{\circ}466 + 0^{\circ}98564736 (DJ - 2\,451\,545)$$

3.5. Satélites artificiales

Desde los años 50 del pasado siglo el número de satélites artificiales en torno a la Tierra ha ido en aumento, contribuyendo al desarrollo de campos como la investigación espacial, la observación de la propia Tierra, la meteorología o las telecomunicaciones. Su proliferación ha producido que, según la Oficina de Basura Espacial de la Agencia Espacial Europea, actualmente haya más de 20 000 objetos en órbita alrededor de nuestro planeta, aunque solo una fracción de ellos son satélites actualmente operativos. El número de satélites en órbita está sufriendo un fuerte incremento en los últimos años debido al lanzamiento de constelaciones de satélites, grupos de satélites artificiales con un mismo diseño y que trabajan como un único sistema. Algunos ejemplos son las constelaciones de satélites para geoposicionamiento (GPS, Galileo o GLONASS), todas con un número relativamente pequeño de satélites, siempre por debajo del centenar. Sin embargo otro ejemplo reciente, y que parece ser precursor de otros proyectos de similares características, es el de los satélites Starlink para telecomunicaciones. La empresa responsable, SpaceX, ha lanzado hasta ahora (2024) más de 6000 satélites y prevé lanzar hasta 42 000 en los próximos años. Por lo tanto, el número de satélites en órbita en los próximos años puede multiplicarse por un importante factor, y su injerencia en las observaciones profesionales en óptico y radio debe ser considerada.

Los satélites artificiales interfieren también en las observaciones astronómicas amateurs, particularmente tras la puesta del Sol o antes de su salida, cuando el cielo está oscuro para la observación pero la luz solar sigue incidiendo en los objetos en órbita. Un ejemplo habitual, que puede constituir un aliciente observacional, es el seguimiento de la Estación Espacial Internacional. Otro ejemplo son los ya

mencionados satélites Starlink, observables a simple vista especialmente cuando se produce el lanzamiento de un conjunto de ellos, y estos se desplazan durante las siguientes horas y días hasta alcanzar sus órbitas de operación.

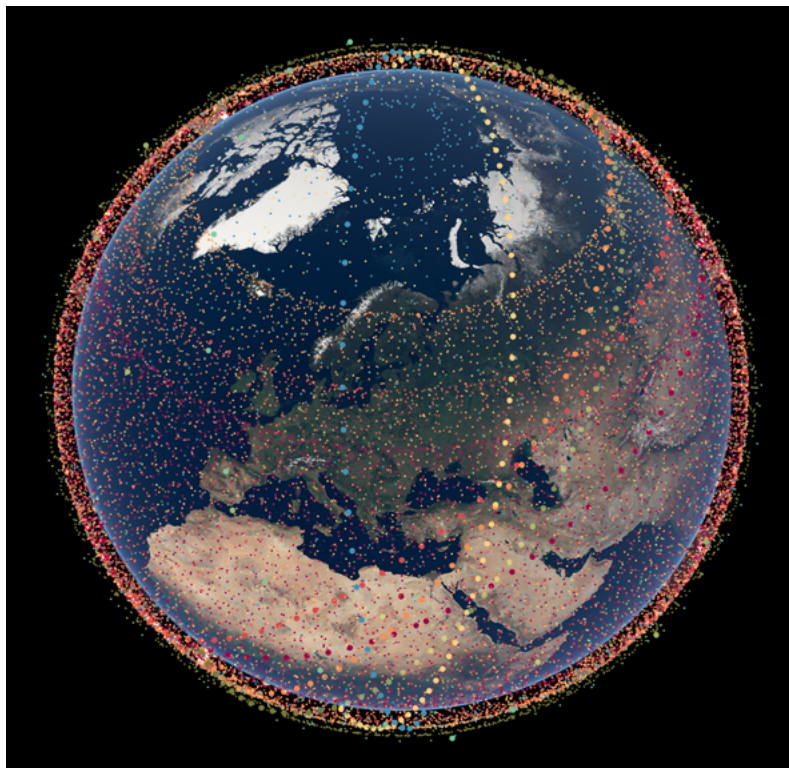
Actualmente existen una serie de recursos en red que permiten tanto planificar previamente la observación de estos objetos como identificar a posteriori cualquier objeto no identificado observado en el cielo nocturno. Algunos de estos servicios (en inglés) son los siguientes:

Estación Espacial Internacional:

<https://www.nasa.gov/spot-the-station/>

Satélites: <https://www.satflare.com/home.asp>

<https://www.heavens-above.com/>



Visualización de los 30 000 satélites previstos de la constelación Starlink Generación 2. ESO

3.6. Posiciones geográficas

Ciudades españolas

En este apartado se proporcionan las posiciones geográficas de las capitales de provincia españolas, las ciudades de más de 170 000 habitantes y de Ceuta y Melilla. Las coordenadas geográficas proporcionadas están referidas al sistema de referencia geodésico ETRS89 (para la Península y las islas Baleares) y al REGCAN95 (para las islas Canarias), únicos oficiales en España desde 2015 y consistentes con los modernos sistemas de navegación por satélite. Ambos están asociados al elipsoide GRS80 (prácticamente idéntico al WGS84). 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. La posición indicada corresponde a un hito relevante de cada ciudad, que suele ser la catedral, concatedral o una iglesia o torre relevante, salvo en el caso de Madrid, donde se refiere al Observatorio Astronómico. Las posiciones dadas son representativas de toda la ciudad a efectos de cálculos de efemérides, como son los ortos, ocasos y las circunstancias locales de eclipses u otros fenómenos.

**Posición geográfica de las capitales de provincia,
ciudades de más de 170000 habitantes, Ceuta y Melilla**

ciudad	latitud ϕ (° ' ")	longitud (+E, -O) (° ' ")	altitud (m)
Albacete	38° 59' 45"	01° 51' 21" O	686
Alcalá de Henares	40° 28' 49"	03° 22' 09" O	587
Alcorcón	40° 21' 00"	03° 49' 42" O	718
Alicante / Alacant	38° 20' 44"	00° 28' 57" O	8
Almería	36° 50' 18"	02° 28' 02" O	16
Avila	40° 39' 21"	04° 41' 51" O	1131
Badajoz	38° 52' 42"	06° 58' 10" O	186
Badalona	41° 27' 09"	02° 14' 46" E	23
Barcelona	41° 23' 03"	02° 10' 35" E	12
Bilbao	43° 15' 26"	02° 55' 26" O	6
Burgos	42° 20' 28"	03° 42' 15" O	929
Cáceres	39° 28' 29"	06° 22' 12" O	459
Cádiz	36° 31' 44"	06° 17' 43" O	69
Cartagena	37° 36' 00"	00° 58' 55" O	68
Castelló de la Plana	39° 59' 10"	00° 02' 13" O	27
Ceuta	35° 53' 16"	05° 19' 00" O	40
Ciudad Real	38° 59' 11"	03° 55' 52" O	628
Córdoba	37° 52' 44"	04° 46' 46" O	106

**Posición geográfica de las capitales de provincia,
ciudades de más de 170000 habitantes, Ceuta y Melilla**

ciudad	latitud ϕ (° ' ")	longitud (+E, -O) (° ' ")	altitud (m)
Coruña, A	43° 23' 09"	08° 24' 23" O	-33 ^m 38 ^s 26
Cuenca	40° 04' 36"	02° 07' 53" O	-08 ^m 32 ^s 999
Donostia-San Sebastián	43° 19' 02"	01° 58' 55" O	-07 ^m 56 ^s 8
Elche / Elx	38° 16' 02"	00° 41' 52" O	-02 ^m 47 ^s 86
Fuenlabrada	40° 16' 56"	03° 47' 27" O	-15 ^m 10 ^s 664
Getafe	40° 18' 15"	03° 43' 45" O	-14 ^m 55 ^s 559
Gijón	43° 32' 21"	05° 39' 33" O	-22 ^m 38 ^s 3
Girona	41° 59' 15"	02° 49' 35" E	+11 ^m 18 ^s 70
Granada	37° 10' 35"	03° 36' 00" O	-14 ^m 24 ^s 683
Guadalajara	40° 38' 04"	03° 09' 45" O	-12 ^m 39 ^s 685
Hospitalet de Llobregat, L'	41° 22' 55"	02° 07' 09" E	+08 ^m 29 ^s 14
Huelva	37° 15' 47"	06° 57' 08" O	-27 ^m 48 ^s 30
Huesca	42° 08' 26"	00° 24' 30" O	-01 ^m 38 ^s 488
Jaén	37° 45' 55"	03° 47' 25" O	-15 ^m 10 ^s 568
Jerez de la Frontera	36° 40' 55"	06° 08' 28" O	-24 ^m 34 ^s 98
Leganés	40° 19' 39"	03° 45' 51" O	-15 ^m 03 ^s 665
León	42° 35' 57"	05° 34' 01" O	-22 ^m 16 ^s 838
Lleida	41° 37' 04"	00° 37' 36" E	+02 ^m 30 ^s 182
Logroño	42° 27' 59"	02° 26' 44" O	-09 ^m 47 ^s 385
Lugo	43° 00' 33"	07° 33' 28" O	-30 ^m 14 ^s 454
Madrid	40° 24' 30"	03° 41' 15" O	-14 ^m 45 ^s 655
Málaga	36° 43' 13"	04° 25' 12" O	-17 ^m 41 ^s 11
Melilla	35° 17' 40"	02° 56' 02" O	-11 ^m 44 ^s 15
Móstoles	40° 19' 25"	03° 51' 53" O	-15 ^m 28 ^s 661
Murcia	37° 59' 04"	01° 07' 43" O	-04 ^m 31 ^s 39
Ourense	42° 20' 12"	07° 51' 48" O	-31 ^m 27 ^s 139
Oviedo	43° 21' 44"	05° 50' 37" O	-23 ^m 22 ^s 232
Palencia	42° 00' 40"	04° 32' 13" O	-18 ^m 09 ^s 734
Palma de Mallorca	39° 34' 03"	02° 38' 53" E	+10 ^m 36 ^s 15
Palmas de Gran Canaria, Las	28° 06' 03"	15° 24' 53" O	-1 ^h 1 ^m 40 ^s 13
Pamplona / Iruña	42° 49' 11"	01° 38' 27" O	-06 ^m 34 ^s 490
Pontevedra	42° 26' 02"	08° 38' 52" O	-34 ^m 35 ^s 27
Sabadell	41° 32' 49"	02° 06' 28" E	+08 ^m 26 ^s 190
Salamanca	40° 57' 38"	05° 39' 58" O	-22 ^m 40 ^s 800
Santa Cruz de Tenerife	28° 27' 52"	16° 14' 56" O	-1 ^h 5 ^m 00 ^s 5
Santander	43° 27' 38"	03° 48' 27" O	-15 ^m 14 ^s 11
Segovia	40° 57' 00"	04° 07' 30" O	-16 ^m 30 ^s 1002

**Posición geográfica de las capitales de provincia,
ciudades de más de 170000 habitantes, Ceuta y Melilla**

ciudad	latitud ϕ (° ' ")	longitud (+E, -O) (° ' ")	altitud (m s s)	altitud (m)
Sevilla	37° 23' 10"	05° 59' 33" O	-23 ^m 58 ^s	11
Soria	41° 45' 58"	02° 27' 33" O	-09 ^m 50 ^s	1063
Tarragona	41° 07' 09"	01° 15' 30" E	+05 ^m 02 ^s	69
Terrassa	41° 33' 44"	02° 00' 44" E	+08 ^m 03 ^s	286
Teruel	40° 20' 38"	01° 06' 26" O	-04 ^m 26 ^s	912
Toledo	39° 51' 26"	04° 01' 27" O	-16 ^m 06 ^s	529
València	39° 28' 32"	00° 22' 31" O	-01 ^m 30 ^s	13
Valladolid	41° 39' 08"	04° 43' 23" O	-18 ^m 54 ^s	698
Vigo	42° 14' 22"	08° 43' 34" O	-34 ^m 54 ^s	28
Vitoria-Gasteiz	42° 51' 02"	02° 40' 22" O	-10 ^m 41 ^s	540
Zamora	41° 29' 57"	05° 45' 17" O	-23 ^m 01 ^s	649
Zaragoza	41° 39' 24"	00° 52' 43" O	-03 ^m 31 ^s	199

Observatorios astronómicos profesionales españoles

A continuación se proporcionan las posiciones geográficas de los observatorios situados en el país y que están dotados de telescopios profesionales nacionales o extranjeros. Para mayor información sobre los mismos se puede consultar:

<https://www.sea-astronomia.es/investigacion/observatorios>

Observatorios profesionales situados en España

Observatorio	latitud	longitud	altura
R. M. Aller, U. Santiago de Compostela	+42° 52,5	-00 ^h 34 ^m 14 ^s	240
Aras de los Olmos, U. Valencia	+39° 56,7	-00 ^h 04 ^m 24 ^s	1280
Calar Alto, CSIC/JA (Almería)	+37° 13,3	-00 ^h 10 ^m 11 ^s	2168
Ebro, CSIC/AEM/URL (Tarragona)	+40° 49,2	+00 ^h 01 ^m 58 ^s	50
Fabra, RACAB (Barcelona)	+41° 25,0	+00 ^h 08 ^m 30 ^s	420
Izaña/Teide, IAC (I. Tenerife)	+28° 18,1	-01 ^h 06 ^m 03 ^s	2390
Javalambre, CEFA (Teruel)	+40° 02,5	-00 ^h 04 ^m 04 ^s	1957
Madrid, OAN/IGN	+40° 24,5	-00 ^h 14 ^m 45 ^s	655
Montsec, IEEC (Lleida)	+42° 03,1	-00 ^h 02 ^m 55 ^s	1568
Pico de Veleta, IRAM (Granada)	+37° 04,0	-00 ^h 13 ^m 34 ^s	2870
Roque de los Muchachos, IAC (I. La Palma)	+28° 45,4	-01 ^h 11 ^m 34 ^s	2300
San Fernando, ROA (Cádiz)	+36° 27,9	-00 ^h 24 ^m 49 ^s	30
Sierra Nevada, IAA/CSIC (Granada)	+37° 03,8	-00 ^h 13 ^m 33 ^s	2896
Valderredible (Cantabria)	+42° 46,3	-00 ^h 15 ^m 46 ^s	1080
Yebes, OAN/IGN (Guadalajara)	+40° 31,5	-00 ^h 12 ^m 21 ^s	931

Observatorios astronómicos profesionales internacionales

A continuación se proporcionan las posiciones geográficas de algunos de los más importantes observatorios profesionales activos dotadas de telescopios ópticos, infrarrojos o radio. Además se incluyen dos observatorios históricos, los de París y Greenwich.

Observatorios relevantes en el resto del mundo

Observatorio	latitud	longitud	altura
ALMA, Atacama (Chile)	-23° 00/3	-04 ^h 31 ^m 02 ^s	5080
Armazones, ELT (Chile)	-24° 35/3	-04 ^h 40 ^m 46 ^s	3060
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
Cerro Tololo (Chile)	-30° 10/1	-04 ^h 43 ^m 13 ^s	2200
Devasthal (India)	+29° 21/6	+05 ^h 18 ^m 44 ^s	2540
Effelsberg (Alemania)	+50° 31/6	+00 ^h 27 ^m 32 ^s	369
FAST "Tianyan" (China)	+25° 39/2	+07 ^h 07 ^m 26 ^s	
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
McDonald HET (EE.UU.)	+30° 40/9	-06 ^h 56 ^m 04 ^s	2026
Jodrell Bank y MERLIN (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
Mauna Kea (EE.UU.)	+19° 49/7	-10 ^h 21 ^m 53 ^s	4200
MeerKAT (Sudáfrica)	-30° 42/8	+01 ^h 25 ^m 46 ^s	
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
Murchison ASKAP (Australia)	-26° 41/7	+07 ^h 46 ^m 33 ^s	
Narayangaon, Pune, GRMT (India)	+19° 05/5	+04 ^h 56 ^m 12 ^s	650
Nobeyama (Japón)	+35° 56/5	+09 ^h 13 ^m 54 ^s	1350
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, IRAM (Francia)	+44° 38/0	+00 ^h 23 ^m 38 ^s	2552
Polo Sur	-90° 00/0		2835
Sardinia SRT (Cerdeña, Italia)	+39° 29/6	+00 ^h 36 ^m 59 ^s	600
Sierra Negra LMT (Méjico)	+18° 59/1	-06 ^h 29 ^m 16 ^s	4580
Sutherland (Sudáfrica)	-32° 22/8	+01 ^h 23 ^m 47 ^s	1771
Vera C. Rubin (Chile)	-30° 14/7	-04 ^h 43 ^m 00 ^s	2682
VLA, Socorro (EEUU)	+34° 04/7	-07 ^h 10 ^m 28 ^s	2124
Xinglong, LAMOST (China)	+40° 23/6	+07 ^h 50 ^m 18 ^s	900
Yunnan (China)	+25° 02/0	+06 ^h 51 ^m 08 ^s	2014

El número de observatorios en el mundo crece constantemente, por lo que una lista con pretensiones de completitud necesita una actualización continua. Para obtener más información a continuación indicamos enlaces a listas especialmente útiles y completas, que incluyen más de 2000 observatorios situados en más de 50 países.

Búsqueda de las coordenadas de observatorios:

https://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

<https://vo.imcce.fr/webservices/data/displayIAUObsCodes.php>





CAPÍTULO 4

Sol y Luna



Eclipse total de Luna con su característico color rojizo. NASA

Ubicado en el centro del sistema solar, el Sol es nuestra estrella. En el contexto de la Vía Láctea es completamente estándar: una estrella de tipo G en secuencia principal (G2V), con una masa baja-intermedia, que no destaca en el conjunto de la población estelar de nuestra galaxia. Y sin embargo en nuestro entorno inmediato su papel es esencial: su formación generó la existencia del sistema solar, su masa actual supone el 99,86% de la masa total del sistema planetario, es su principal foco de atracción gravitatoria, y es con mucha diferencia su principal fuente de energía.

La energía que produce el Sol proviene de las reacciones de fusión nuclear que tienen lugar en su interior. Actualmente el Sol está compuesto en un 74,9% de hidrógeno y un 23,8% de helio, mientras que los elementos más pesados suponen menos de un 2% del total. La energía generada por la fusión nuclear de hidrógeno en helio en el interior solar es la que mantiene a la estrella en equilibrio frente al colapso gravitatorio. Esta energía se transfiere desde el núcleo hasta las capas más externas del Sol, y de ahí es radiada al espacio.

El Sol se formó hace unos 4600 millones de años, a partir del colapso de un fragmento de una nube molecular. En el proceso se formó también el resto del sistema solar. Actualmente el Sol está en su fase "adulta", la secuencia principal, que es la más larga y estable. Vivirá del orden de otros 5000 millones de años, al final de los cuales pasará a la fase de gigante roja y tras ello, probablemente, a la de enana blanca. Ese proceso alterará de forma muy significativa las condiciones de todo el sistema planetario.

El efecto del Sol en la Tierra es evidente. Es el objeto más brillante de nuestro cielo, con una magnitud de $-26,74$, lo que hace que muy pocos objetos o eventos astronómicos puedan ser visibles durante el día, cuando él está presente. Además el Sol mantiene una importante actividad en su superficie, parece que conectada a su actividad magnética, que genera emisiones bruscas de energía y materia al espacio mediante fulguraciones y eyecciones de masa coronal. Cuando las partículas cargadas emitidas por el Sol llegan a nuestra atmósfera, causan las auroras boreales y australes, y pueden también afectar a satélites y otra instrumentación artificial. Afortunadamente, el campo magnético terrestre protege en gran medida a nuestro planeta de estas tormentas solares. El campo magnético solar varía en el tiempo, lo que produce ciclos casi periódicos de actividad solar de unos 11 años, que se reflejan en el número de manchas solares promedio visibles en su superficie.

La Luna, por su parte, es el único satélite natural que tiene la Tierra. El sistema Tierra-Luna es un dúo excepcional debido a la

relación de tamaños, ya que la Luna tiene un diámetro del orden de la cuarta parte del de la Tierra. Esto hace que sea uno de los mayores satélites naturales del sistema solar con respecto al tamaño del cuerpo en torno al que gira, sólo superado por Caronte, el satélite principal de Plutón. Esta atípica relación de tamaños puede estar relacionada con el origen de la Luna, que se considera debido a los restos producidos por una colisión entre la Tierra y otro cuerpo de gran tamaño en las primeras fases de la formación del sistema solar. En tamaño total la Luna es el quinto satélite más grande de nuestro sistema, tras Ganímedes, Titán, Calisto e Ío.

A lo largo del tiempo, las fuerzas de marea existentes entre la Tierra y la Luna han producido la sincronización entre el periodo orbital de la Luna en torno a la Tierra y su periodo de rotación, por lo que el satélite siempre nos muestra la misma cara. Además, las diferencias en nuestra percepción de la iluminación de la Luna por parte del Sol, en función de la posición relativa de los tres cuerpos, generan las fases de la Luna, que han sido utilizadas en múltiples casos a lo largo de la historia de la humanidad para la medida del tiempo.

Los alineamientos de Sol, Tierra y Luna producen los eclipses de Luna (cuando la Tierra se interpone entre los otros dos) y de Sol (cuando es la Luna la que se interpone y proyecta su sombra sobre la Tierra). El hecho de que desde la Tierra el tamaño angular aparente de la Luna y el Sol sean semejantes permite que algunos de los eclipses de Sol puedan ser totales, con un oscurecimiento completo de la superficie del astro.

La Luna es un cuerpo terrestre, sin hidrosfera, atmósfera ni campo magnético. La ausencia de atmósfera y de actividad tectónica produce su característico mapa de cráteres en superficie, causados por el impacto de diversos cuerpos a lo largo de su historia. Nuestro satélite ejerce un papel decisivo en las condiciones existentes en la Tierra: es la principal causa de las mareas (con una influencia significativa pero considerablemente menor del Sol) y su presencia estabiliza el eje de rotación de la Tierra, evitando con ello bruscos cambios estacionales. Las fuerzas de marea existentes entre Tierra y Luna producen además un efecto de ralentización en la rotación de la Tierra, alargando el día terrestre unos 17 microsegundos cada año, y un alejamiento de la Luna, cuya distancia a nuestro planeta aumenta en unos 4 centímetros al año.

4.1. Datos solares

Elementos medios de la órbita para 2026

Longitud media	$L_{\odot} = 279^{\circ}681456 + 0^{\circ}98564736 d$
Anomalía media	$M_{\odot} = 356^{\circ}296067 + 0^{\circ}98560028 d$
Longitud media del perigeo	$\varpi_{\odot} = 283^{\circ}385389 + 0^{\circ}00004708 d$
Excentricidad promedio	$e_{\odot} = 0,01669796$
Oblicuidad media de la eclíptica	$\varepsilon = 23^{\circ}435910 - 0^{\circ}00000036 d$

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

Longitud verdadera (error < 30'')

$$\begin{aligned} \odot &= L_{\odot} + 1^{\circ}913 \operatorname{sen}(M_{\odot}) + 0^{\circ}020 \operatorname{sen}(2 M_{\odot}) \\ &= 279^{\circ}674 + 0^{\circ}98566 d + 1^{\circ}913 \operatorname{sen}(0^{\circ}9856 d - 3^{\circ}7) \\ &\quad + 0^{\circ}020 \operatorname{sen}(2^{\circ}d - 13^{\circ}) \end{aligned}$$

Duración de los años

año trópico:	365 ^d ,242188	365 ^d 05 ^h 48 ^m 45 ^s ,05	(equin.–equin.)
año sidéreo:	365 ^d ,256363	365 ^d 06 ^h 09 ^m 09 ^s ,7	(estrella–estrella)
año anomalístico:	365 ^d ,259636	365 ^d 06 ^h 13 ^m 52 ^s ,6	(perih.–perih.)

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	$\tau_A = 499^s,004784$	$\simeq 8^m19^s,0$
Paralaje horizontal ecuatorial a la distancia media		8",794148

(La unidad astronómica de distancia es: 1 ua = 149 597 870,700 km).

Datos físicos

		en unidades terrestres
Radio	$R_{\odot} = 695\,660 \text{ km}$	109 R_{\oplus}
Superficie	$6,081\,10^{12} \text{ km}^2$	11 900
Volumen	$1,4120\,10^{18} \text{ km}^3$	1 300 000
Masa	$M_{\odot} = 1,988547\,10^{30} \text{ kg}$	333 000 M_{\oplus}
Densidad media	$1,410 \text{ g cm}^{-3}$	0,256
Constante gravitatoria	$G M_{\odot} = 1,3271244\,10^{20} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$	333 000
Gravedad superficial	274 m s^{-2}	27,9
Velocidad de escape	$617,5 \text{ km s}^{-1}$	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	$\mathcal{L}_{\odot} = 3,828 \cdot 10^{26} \text{ W} = 3,828 \cdot 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$
Emisividad superficial	$6,28 \cdot 10^7 \text{ W m}^{-2}$

Rotación

Velocidad angular ($^{\circ}$ /día)	$\omega = 14,713 - 2,396 \sin^2 \phi_{\odot} - 1,787 \sin^4 \phi_{\odot}$
Velocidad superficial en el ecuador solar ($\phi_{\odot} = 0^{\circ}$)	$2,1 \text{ km s}^{-1}$
Periodo de rotación sidéreo en el ecuador solar	$24^{\text{d}} 11^{\text{h}} 14^{\text{m}}$
" " sidéreo (a $\phi_{\odot} = 26^{\circ}$)	$25^{\text{d}} 09^{\text{h}} 07^{\text{m}}$
" " sinódico (a $\phi_{\odot} = 26^{\circ}$)	$27^{\text{d}} 06^{\text{h}} 36^{\text{m}}$
Inclinación del ecuador sobre la eclíptica	$7^{\circ} 15'$
Longitud del nodo ascendente del ecuador solar	$76,1^{\circ}$
Orientación del Polo Norte solar	$\alpha_{PN} = 286,18^{\circ}$ $\delta_{PN} = 63,91^{\circ}$

Luminosidad

Luminosidad total	$\mathcal{L}_{\odot} = 3,828 \cdot 10^{26} \text{ W} = 3,828 \cdot 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$
Tipo estelar	G2V
Temperatura efectiva	$T_{\text{eff}} = 5772 \text{ K}$
Magnitudes absolutas	$M_{\text{bol}} = 4,74$ $M_U = 5,67$ $M_V = 4,83$ $M_B = 5,48$

Temperatura equivalente de su emisión a longitudes de onda (λ) radio:

$$T(\lambda < 2 \text{ cm}) \approx 10^4 \text{ K}$$

$$T(\lambda > 2 \text{ m}) \approx 10^6 \text{ K}$$

Flujo fuera de la atmósfera terrestre:

Magnitudes aparentes	$m_{\text{bol}} = -26,832$ $m_U = -25,96$
	$V = m_V = -26,75$ $B = m_B = -26,09$
Constante solar	1361 W m^{-2} $1,95 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$

Fotosfera solar

presión del gas en superficie	0,868 mb
temperatura efectiva	
temperatura en la parte alta	4400 K
temperatura en la parte baja	6600 K
grosor	~ 400 km
ciclo de manchas solares	11,04 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	~ 3000 Gs
penumbra de manchas solares	~ 1500 Gs
protuberancias	2 – 100 Gs

Viento solar

pérdida de masa	~ 10^9 kg s ⁻¹ ~ 10^{-14} \mathcal{M}_\odot /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:	$\alpha_{1900} = 271^\circ$	$\delta_{1900} = +30^\circ$
	$V_{LSR} = 19,5$ km s ⁻¹	= 0,01126 UA/día
Según Mihalas y Binney:	$\alpha_{1900} = 267^\circ$	$\delta_{1900} = +28^\circ$
	$V_{LSR} = 16,5$ km s ⁻¹	= 0,00953 UA/día
Convenio radioastronómico:	$\alpha_{1900} = 270^\circ$	$\delta_{1900} = +30^\circ$
	$V_{LSR} = 20,0$ km s ⁻¹	= 0,01155 UA/día

Movimiento del LSR 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

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.

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	1000000
He	2	98000
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

Convenio IAU 2006:

Precesión general en longitud, por siglo juliano $p = 5028''796195$

Constante de nutación $N = 9''2052331$

Constante de aberración $k = 20''49551$

Oblicuidad de la eclíptica $\varepsilon_0 = 23^\circ 26' 21'' 406$

$= 23^\circ 4392794$

$= 84\ 382'' 406$

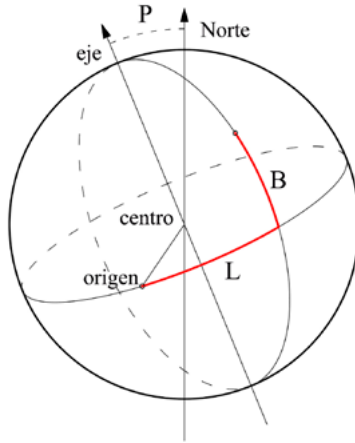
4.2. Efemérides solares diarias para el año 2026

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 (véase el apartado *Ortos, ocasos y pasos del Sol por el meridiano* en la página 191). 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 página 463).

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 resumen, la salida, la culminación y la 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.



Cálculos aproximados

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 (véase el apartado *Tablas de tiempos* en la página 108);
- 2) se le resta la longitud 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:

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

$$B \simeq 7;2 \operatorname{sen}(\odot - 76^\circ)$$

$$L \simeq \odot + 81^\circ + 14;1844 (2\ 451\ 545 - DJ)$$

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 del 8-9 de setiembre respectivamente, anulándose cerca del 7 de junio y el 8-9 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 del 10-11 de octubre respectivamente, anulándose cerca del 5-6 de enero y del 7-8 de julio.

SOL Enero 2026

Día	En Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						a 0 ^h de TU			
	Orto		Culmin.			Ocaso		Asc. Recta			Declinac.			P	B	L
	h	m	h	m	s	h	m	h	m	s	°	'	"	°	°	°
1 J	7	38	12	18	19	16	59	18	45	58,8	-23	01	02	02,1	-2,9	299,1
2 V	7	38	12	18	47	17	00	18	50	23,4	-22	55	58	01,6	-3,1	286,0
3 S	7	38	12	19	15	17	01	18	54	47,8	-22	50	26	01,1	-3,2	272,8
4 D	7	38	12	19	42	17	02	18	59	11,7	-22	44	27	00,6	-3,3	259,6
5 L	7	38	12	20	09	17	02	19	03	35,3	-22	38	01	00,1	-3,4	246,5
6 M	7	38	12	20	35	17	03	19	07	58,4	-22	31	08	-00,3	-3,5	233,3
7 M	7	38	12	21	01	17	04	19	12	21,1	-22	23	48	-00,8	-3,6	220,1
8 J	7	38	12	21	26	17	05	19	16	43,3	-22	16	02	-01,3	-3,7	207,0
9 V	7	38	12	21	51	17	06	19	21	05,0	-22	07	50	-01,8	-3,9	193,8
10 S	7	37	12	22	16	17	07	19	25	26,2	-21	59	12	-02,2	-4,0	180,6
11 D	7	37	12	22	40	17	08	19	29	46,9	-21	50	08	-02,7	-4,1	167,5
12 L	7	37	12	23	03	17	09	19	34	07,0	-21	40	38	-03,2	-4,2	154,3
13 M	7	37	12	23	25	17	11	19	38	26,5	-21	30	43	-03,7	-4,2	141,0
14 M	7	36	12	23	48	17	12	19	42	45,4	-21	20	23	-04,1	-4,4	128,0
15 J	7	36	12	24	09	17	13	19	47	03,7	-21	09	38	-04,6	-4,5	114,8
16 V	7	35	12	24	30	17	14	19	51	21,4	-20	58	29	-05,1	-4,6	101,6
17 S	7	35	12	24	50	17	15	19	55	38,3	-20	46	56	-05,5	-4,7	88,5
18 D	7	34	12	25	09	17	16	19	59	54,6	-20	34	59	-06,0	-4,8	75,2
19 L	7	34	12	25	28	17	17	20	04	10,1	-20	22	38	-06,5	-4,9	62,1
20 M	7	33	12	25	46	17	18	20	08	24,9	-20	09	55	-06,9	-5,0	49,0
21 M	7	33	12	26	03	17	20	20	12	39,0	-19	56	48	-07,4	-5,1	35,8
22 J	7	32	12	26	19	17	21	20	16	52,3	-19	43	20	-07,8	-5,1	22,6
23 V	7	32	12	26	35	17	22	20	21	04,8	-19	29	29	-08,3	-5,2	9,5
24 S	7	31	12	26	49	17	23	20	25	16,5	-19	15	17	-08,7	-5,3	356,3
25 D	7	30	12	27	03	17	24	20	29	27,4	-19	00	44	-09,0	-5,4	343,1
26 L	7	29	12	27	16	17	26	20	33	37,5	-18	45	50	-09,6	-5,5	330,0
27 M	7	29	12	27	29	17	27	20	37	46,8	-18	30	35	-10,0	-5,6	316,8
28 M	7	28	12	27	40	17	28	20	41	55,3	-18	15	00	-10,4	-5,7	303,6
29 J	7	27	12	27	51	17	29	20	46	02,9	-17	59	06	-10,9	-5,7	290,5
30 V	7	26	12	28	01	17	30	20	50	09,7	-17	42	53	-11,3	-5,8	277,3
31 S	7	25	12	28	10	17	32	20	54	15,7	-17	26	20	-11,7	-5,9	264,1

SOL Febrero 2026

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 D	7 24	12 28 18	17 33	20 58 20,9	-17 09 30	-12,1	-6,0	251,0	
2 L	7 23	12 28 25	17 34	21 02 25,2	-16 52 21	-12,5	-6,0	237,8	
3 M	7 22	12 28 32	17 35	21 06 28,7	-16 34 54	-12,9	-6,1	224,6	
4 M	7 21	12 28 37	17 37	21 10 31,4	-16 17 10	-13,3	-6,2	211,5	
5 J	7 20	12 28 42	17 38	21 14 33,3	-15 59 10	-13,7	-6,2	198,3	
6 V	7 19	12 28 46	17 39	21 18 34,4	-15 40 52	-14,1	-6,3	185,1	
7 S	7 18	12 28 50	17 40	21 22 34,7	-15 22 19	-14,5	-6,4	172,0	
8 D	7 17	12 28 52	17 41	21 26 34,3	-15 03 29	-14,8	-6,4	158,8	
9 L	7 16	12 28 54	17 43	21 30 33,0	-14 44 25	-15,2	-6,5	145,5	
10 M	7 15	12 28 55	17 44	21 34 31,0	-14 25 05	-15,6	-6,5	132,5	
11 M	7 13	12 28 56	17 45	21 38 28,3	-14 05 31	-15,9	-6,6	119,3	
12 J	7 12	12 28 55	17 46	21 42 24,7	-13 45 42	-16,3	-6,6	106,1	
13 V	7 11	12 28 54	17 47	21 46 20,5	-13 25 40	-16,6	-6,7	93,0	
14 S	7 10	12 28 52	17 49	21 50 15,5	-13 05 25	-17,0	-6,7	79,8	
15 D	7 08	12 28 49	17 50	21 54 09,8	-12 44 56	-17,3	-6,8	66,6	
16 L	7 07	12 28 46	17 51	21 58 03,4	-12 24 16	-17,6	-6,8	53,5	
17 M	7 06	12 28 42	17 52	22 01 56,2	-12 03 23	-18,0	-6,9	40,3	
18 M	7 04	12 28 37	17 53	22 05 48,4	-11 42 19	-18,3	-6,9	27,1	
19 J	7 03	12 28 32	17 55	22 09 39,8	-11 21 04	-18,6	-6,9	13,9	
20 V	7 02	12 28 26	17 56	22 13 30,6	-10 59 38	-18,9	-7,0	0,8	
21 S	7 00	12 28 19	17 57	22 17 20,7	-10 38 02	-19,2	-7,0	347,6	
22 D	6 59	12 28 11	17 58	22 21 10,2	-10 16 16	-19,5	-7,0	334,4	
23 L	6 57	12 28 03	17 59	22 24 59,0	-09 54 21	-19,8	-7,1	321,3	
24 M	6 56	12 27 55	18 00	22 28 47,2	-09 32 16	-20,1	-7,1	308,1	
25 M	6 55	12 27 45	18 02	22 32 34,7	-09 10 04	-20,4	-7,1	294,9	
26 J	6 53	12 27 35	18 03	22 36 21,7	-08 47 43	-20,7	-7,1	281,8	
27 V	6 52	12 27 25	18 04	22 40 08,1	-08 25 14	-20,9	-7,1	268,6	
28 S	6 50	12 27 14	18 05	22 43 53,9	-08 02 38	-21,2	-7,2	255,4	

SOL Marzo 2026

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 D	6 49	12 27 02	18 06	22 47 39,2	-07 39 56	-21,4	-7,2	242,2	
2 L	6 47	12 26 50	18 07	22 51 24,0	-07 17 06	-21,7	-7,2	229,1	
3 M	6 46	12 26 38	18 08	22 55 08,2	-06 54 11	-21,9	-7,2	215,9	
4 M	6 44	12 26 25	18 09	22 58 52,0	-06 31 10	-22,2	-7,2	202,7	
5 J	6 42	12 26 11	18 11	23 02 35,3	-06 08 03	-22,4	-7,2	189,5	
6 V	6 41	12 25 57	18 12	23 06 18,2	-05 44 51	-22,6	-7,2	176,4	
7 S	6 39	12 25 43	18 13	23 10 00,7	-05 21 34	-22,8	-7,2	163,2	
8 D	6 38	12 25 29	18 14	23 13 42,8	-04 58 13	-23,1	-7,2	150,0	
9 L	6 36	12 25 14	18 15	23 17 24,5	-04 34 48	-23,3	-7,2	136,8	
10 M	6 35	12 24 58	18 16	23 21 05,9	-04 11 20	-23,5	-7,2	123,7	
11 M	6 33	12 24 43	18 17	23 24 47,0	-03 47 48	-23,6	-7,2	110,5	
12 J	6 31	12 24 27	18 18	23 28 27,8	-03 24 13	-23,8	-7,2	97,3	
13 V	6 30	12 24 10	18 19	23 32 08,3	-03 00 35	-24,0	-7,2	84,1	
14 S	6 28	12 23 54	18 20	23 35 48,5	-02 36 56	-24,2	-7,1	71,0	
15 D	6 27	12 23 37	18 21	23 39 28,5	-02 13 14	-24,3	-7,1	57,8	
16 L	6 25	12 23 20	18 22	23 43 08,2	-01 49 32	-24,5	-7,1	44,6	
17 M	6 23	12 23 03	18 24	23 46 47,8	-01 25 48	-24,7	-7,1	31,4	
18 M	6 22	12 22 46	18 25	23 50 27,1	-01 02 04	-24,8	-7,1	18,1	
19 J	6 20	12 22 29	18 26	23 54 06,3	-00 38 20	-24,9	-7,0	5,1	
20 V	6 18	12 22 11	18 27	23 57 45,3	-00 14 35	-25,1	-7,0	351,9	
21 S	6 17	12 21 53	18 28	00 01 24,2	+00 09 08	-25,2	-7,0	338,7	
22 D	6 15	12 21 35	18 29	00 05 03,0	+00 32 51	-25,3	-6,9	325,5	
23 L	6 13	12 21 17	18 30	00 08 41,7	+00 56 32	-25,4	-6,9	312,3	
24 M	6 12	12 20 59	18 31	00 12 20,2	+01 20 11	-25,5	-6,9	299,1	
25 M	6 10	12 20 41	18 32	00 15 58,7	+01 43 48	-25,6	-6,8	285,9	
26 J	6 09	12 20 23	18 33	00 19 37,2	+02 07 23	-25,7	-6,8	272,8	
27 V	6 07	12 20 05	18 34	00 23 15,6	+02 30 55	-25,8	-6,8	259,6	
28 S	6 05	12 19 47	18 35	00 26 54,1	+02 54 24	-25,9	-6,7	246,4	
29 D	6 04	12 19 29	18 36	00 30 32,5	+03 17 49	-25,9	-6,7	233,2	
30 L	6 02	12 19 11	18 37	00 34 10,9	+03 41 10	-26,0	-6,6	220,0	
31 M	6 00	12 18 53	18 38	00 37 49,4	+04 04 26	-26,0	-6,6	206,8	

Inicio de la primavera el día 20 a las 14^h 46^m de TU.

SOL Abril 2026

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 M	5 59	12 18 35	18 39	00 41 28,0	+04 27 39	-26,1	-6,5	193,6				
2 J	5 57	12 18 17	18 40	00 45 06,7	+04 50 46	-26,1	-6,5	180,4				
3 V	5 55	12 17 59	18 41	00 48 45,5	+05 13 48	-26,2	-6,4	167,2				
4 S	5 54	12 17 42	18 42	00 52 24,4	+05 36 45	-26,2	-6,3	154,0				
5 D	5 52	12 17 25	18 43	00 56 03,6	+05 59 36	-26,2	-6,3	140,8				
6 L	5 51	12 17 07	18 44	00 59 42,9	+06 22 21	-26,2	-6,2	127,6				
7 M	5 49	12 16 51	18 45	01 03 22,4	+06 44 59	-26,2	-6,2	114,5				
8 M	5 47	12 16 34	18 46	01 07 02,1	+07 07 31	-26,2	-6,1	101,3				
9 J	5 46	12 16 17	18 47	01 10 42,1	+07 29 55	-26,2	-6,0	88,1				
10 V	5 44	12 16 01	18 48	01 14 22,4	+07 52 12	-26,2	-6,0	74,9				
11 S	5 43	12 15 45	18 49	01 18 03,0	+08 14 21	-26,1	-5,9	61,7				
12 D	5 41	12 15 30	18 51	01 21 43,8	+08 36 22	-26,1	-5,8	48,5				
13 L	5 40	12 15 15	18 52	01 25 25,0	+08 58 15	-26,1	-5,7	35,3				
14 M	5 38	12 15 00	18 53	01 29 06,5	+09 19 58	-26,0	-5,7	22,1				
15 M	5 37	12 14 45	18 54	01 32 48,3	+09 41 33	-26,0	-5,6	8,9				
16 J	5 35	12 14 31	18 55	01 36 30,5	+10 02 57	-25,9	-5,5	355,6				
17 V	5 34	12 14 17	18 56	01 40 13,1	+10 24 12	-25,8	-5,4	342,4				
18 S	5 32	12 14 04	18 57	01 43 56,1	+10 45 16	-25,8	-5,3	329,2				
19 D	5 31	12 13 51	18 58	01 47 39,4	+11 06 10	-25,7	-5,3	316,0				
20 L	5 29	12 13 38	18 59	01 51 23,2	+11 26 53	-25,6	-5,2	302,8				
21 M	5 28	12 13 26	19 00	01 55 07,4	+11 47 24	-25,5	-5,1	289,6				
22 M	5 26	12 13 14	19 01	01 58 52,0	+12 07 44	-25,4	-5,0	276,4				
23 J	5 25	12 13 03	19 02	02 02 37,0	+12 27 51	-25,3	-4,9	263,1				
24 V	5 23	12 12 52	19 03	02 06 22,4	+12 47 46	-25,1	-4,8	250,0				
25 S	5 22	12 12 42	19 04	02 10 08,4	+13 07 28	-25,0	-4,7	236,8				
26 D	5 21	12 12 32	19 05	02 13 54,7	+13 26 58	-24,9	-4,6	223,6				
27 L	5 19	12 12 22	19 06	02 17 41,6	+13 46 13	-24,7	-4,5	210,4				
28 M	5 18	12 12 13	19 07	02 21 28,9	+14 05 15	-24,6	-4,5	197,1				
29 M	5 17	12 12 05	19 08	02 25 16,7	+14 24 03	-24,4	-4,4	183,9				
30 J	5 15	12 11 57	19 09	02 29 05,0	+14 42 37	-24,2	-4,2	170,7				

SOL Mayo 2026

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	5 14	12 11 50	19 10	02 32 53,9	+15 00 56	-24,1	-4,2	157,5	
2 S	5 13	12 11 43	19 11	02 36 43,3	+15 19 01	-23,9	-4,1	144,3	
3 D	5 12	12 11 36	19 12	02 40 33,2	+15 36 50	-23,7	-4,0	131,0	
4 L	5 10	12 11 31	19 13	02 44 23,7	+15 54 24	-23,5	-3,9	117,8	
5 M	5 09	12 11 25	19 14	02 48 14,8	+16 11 42	-23,3	-3,7	104,6	
6 M	5 08	12 11 21	19 15	02 52 06,4	+16 28 44	-23,1	-3,6	91,4	
7 J	5 07	12 11 17	19 16	02 55 58,6	+16 45 29	-22,9	-3,5	78,2	
8 V	5 06	12 11 13	19 17	02 59 51,4	+17 01 58	-22,7	-3,4	65,0	
9 S	5 05	12 11 10	19 18	03 03 44,7	+17 18 10	-22,4	-3,3	51,7	
10 D	5 04	12 11 08	19 19	03 07 38,7	+17 34 05	-22,2	-3,2	38,5	
11 L	5 03	12 11 06	19 20	03 11 33,2	+17 49 42	-22,0	-3,1	25,3	
12 M	5 02	12 11 05	19 21	03 15 28,3	+18 05 01	-21,7	-3,0	12,1	
13 M	5 01	12 11 05	19 22	03 19 24,0	+18 20 02	-21,4	-2,9	358,9	
14 J	5 00	12 11 05	19 23	03 23 20,3	+18 34 44	-21,2	-2,8	345,6	
15 V	4 59	12 11 05	19 24	03 27 17,2	+18 49 08	-20,9	-2,7	332,4	
16 S	4 58	12 11 07	19 25	03 31 14,7	+19 03 13	-20,6	-2,5	319,2	
17 D	4 57	12 11 08	19 26	03 35 12,7	+19 16 58	-20,4	-2,4	306,0	
18 L	4 56	12 11 11	19 27	03 39 11,4	+19 30 23	-20,1	-2,3	292,6	
19 M	4 55	12 11 13	19 28	03 43 10,5	+19 43 29	-19,8	-2,2	279,5	
20 M	4 54	12 11 17	19 29	03 47 10,2	+19 56 14	-19,5	-2,1	266,3	
21 J	4 53	12 11 21	19 30	03 51 10,4	+20 08 39	-19,2	-2,0	253,0	
22 V	4 53	12 11 25	19 31	03 55 11,2	+20 20 43	-18,8	-1,8	239,8	
23 S	4 52	12 11 30	19 32	03 59 12,4	+20 32 27	-18,5	-1,7	226,6	
24 D	4 51	12 11 36	19 32	04 03 14,1	+20 43 48	-18,1	-1,6	213,4	
25 L	4 51	12 11 41	19 33	04 07 16,4	+20 54 49	-17,9	-1,5	200,1	
26 M	4 50	12 11 48	19 34	04 11 19,0	+21 05 28	-17,5	-1,4	186,9	
27 M	4 49	12 11 55	19 35	04 15 22,2	+21 15 44	-17,1	-1,3	173,7	
28 J	4 49	12 12 02	19 36	04 19 25,8	+21 25 39	-16,8	-1,1	160,4	
29 V	4 48	12 12 10	19 36	04 23 29,9	+21 35 12	-16,5	-1,0	147,2	
30 S	4 48	12 12 18	19 37	04 27 34,4	+21 44 22	-16,1	-0,9	134,0	
31 D	4 47	12 12 27	19 38	04 31 39,3	+21 53 09	-15,8	-0,8	120,7	

SOL Junio 2026

Día	En Madrid (TU)						a 0 ^h de TU				a 0 ^h de TU				
	Orto	Culmin.			Ocaso		Asc. Recta			Declinac.			P	B	L
	h m	h	m	s	h	m	h	m	s	°	'	"	°	°	°
1 L	4 47	12	12	36	19	39	04	35	44,7	+22	01	34	-15,4	-0,7	107,5
2 M	4 46	12	12	45	19	39	04	39	50,5	+22	09	35	-15,0	-0,5	94,3
3 M	4 46	12	12	55	19	40	04	43	56,6	+22	17	14	-14,6	-0,4	81,0
4 J	4 46	12	13	05	19	41	04	48	03,1	+22	24	29	-14,3	-0,3	67,7
5 V	4 45	12	13	15	19	41	04	52	10,0	+22	31	21	-13,9	-0,2	54,6
6 S	4 45	12	13	26	19	42	04	56	17,2	+22	37	49	-13,5	-0,1	41,3
7 D	4 45	12	13	37	19	43	05	00	24,8	+22	43	54	-13,1	+0,0	28,1
8 L	4 45	12	13	49	19	43	05	04	32,6	+22	49	34	-12,7	+0,1	14,9
9 M	4 44	12	14	00	19	44	05	08	40,8	+22	54	50	-12,3	+0,3	1,6
10 M	4 44	12	14	12	19	44	05	12	49,2	+22	59	43	-11,9	+0,4	348,4
11 J	4 44	12	14	25	19	45	05	16	57,8	+23	04	10	-11,4	+0,5	335,2
12 V	4 44	12	14	37	19	45	05	21	06,7	+23	08	14	-11,0	+0,6	321,9
13 S	4 44	12	14	50	19	46	05	25	15,8	+23	11	53	-10,6	+0,7	308,7
14 D	4 44	12	15	03	19	46	05	29	25,1	+23	15	07	-10,2	+0,9	295,4
15 L	4 44	12	15	16	19	47	05	33	34,5	+23	17	57	-09,8	+1,0	282,1
16 M	4 44	12	15	29	19	47	05	37	44,1	+23	20	22	-09,3	+1,1	269,0
17 M	4 44	12	15	42	19	47	05	41	53,7	+23	22	22	-08,9	+1,2	255,7
18 J	4 44	12	15	55	19	48	05	46	03,4	+23	23	58	-08,5	+1,3	242,5
19 V	4 44	12	16	08	19	48	05	50	13,1	+23	25	08	-08,0	+1,5	229,3
20 S	4 45	12	16	21	19	48	05	54	22,9	+23	25	54	-07,6	+1,6	216,0
21 D	4 45	12	16	34	19	48	05	58	32,6	+23	26	15	-07,1	+1,7	202,8
22 L	4 45	12	16	47	19	49	06	02	42,2	+23	26	11	-06,7	+1,8	189,6
23 M	4 45	12	17	00	19	49	06	06	51,8	+23	25	43	-06,3	+1,9	176,3
24 M	4 45	12	17	13	19	49	06	11	01,3	+23	24	49	-05,8	+2,0	163,1
25 J	4 46	12	17	26	19	49	06	15	10,7	+23	23	31	-05,4	+2,2	149,8
26 V	4 46	12	17	39	19	49	06	19	19,9	+23	21	48	-04,9	+2,3	136,5
27 S	4 47	12	17	51	19	49	06	23	29,0	+23	19	41	-04,5	+2,4	123,4
28 D	4 47	12	18	03	19	49	06	27	37,9	+23	17	09	-04,0	+2,5	110,1
29 L	4 47	12	18	15	19	49	06	31	46,7	+23	14	13	-03,6	+2,6	96,9
30 M	4 48	12	18	27	19	49	06	35	55,2	+23	10	52	-03,1	+2,7	83,7

Inicio del verano el día 21 a las 8^h 24^m de TU.

SOL Julio 2026

Día	En Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						a 0 ^h de TU			
	Orto		Culmin.			Ocaso		Asc. Recta			Declinac.			P	B	L
	h	m	h	m	s	h	m	h	m	s	°	'	"	°	°	°
1 M	4	48	12	18	39	19	49	06	40	03,5	+23	07	07	-02,7	+2,8	70,4
2 J	4	49	12	18	50	19	49	06	44	11,5	+23	02	57	-02,2	+3,0	57,2
3 V	4	49	12	19	01	19	49	06	48	19,3	+22	58	24	-01,8	+3,1	43,9
4 S	4	50	12	19	12	19	48	06	52	26,8	+22	53	26	-01,3	+3,2	30,7
5 D	4	50	12	19	22	19	48	06	56	33,9	+22	48	05	-00,9	+3,3	17,5
6 L	4	51	12	19	33	19	48	07	00	40,8	+22	42	20	-00,4	+3,4	4,2
7 M	4	52	12	19	42	19	47	07	04	47,3	+22	36	11	00,0	+3,5	351,0
8 M	4	52	12	19	52	19	47	07	08	53,4	+22	29	38	00,5	+3,6	337,8
9 J	4	53	12	20	01	19	47	07	12	59,2	+22	22	42	00,9	+3,7	324,5
10 V	4	54	12	20	09	19	46	07	17	04,6	+22	15	23	01,4	+3,8	311,3
11 S	4	54	12	20	18	19	46	07	21	09,6	+22	07	41	01,8	+3,9	298,1
12 D	4	55	12	20	25	19	45	07	25	14,2	+21	59	36	02,3	+4,0	284,8
13 L	4	56	12	20	33	19	45	07	29	18,3	+21	51	08	02,7	+4,1	271,6
14 M	4	56	12	20	40	19	44	07	33	22,0	+21	42	18	03,2	+4,2	258,4
15 M	4	57	12	20	46	19	44	07	37	25,2	+21	33	05	03,6	+4,2	245,1
16 J	4	58	12	20	52	19	43	07	41	27,8	+21	23	31	04,0	+4,4	231,9
17 V	4	59	12	20	57	19	43	07	45	30,0	+21	13	34	04,5	+4,5	218,7
18 S	5	00	12	21	02	19	42	07	49	31,6	+21	03	16	04,9	+4,6	205,4
19 D	5	00	12	21	06	19	41	07	53	32,6	+20	52	37	05,4	+4,7	192,2
20 L	5	01	12	21	10	19	41	07	57	33,1	+20	41	37	05,8	+4,8	179,0
21 M	5	02	12	21	13	19	40	08	01	32,9	+20	30	15	06,2	+4,9	165,7
22 M	5	03	12	21	15	19	39	08	05	32,3	+20	18	33	06,7	+5,0	152,5
23 J	5	04	12	21	17	19	38	08	09	31,0	+20	06	31	07,1	+5,0	139,3
24 V	5	05	12	21	18	19	37	08	13	29,1	+19	54	09	07,5	+5,1	126,1
25 S	5	06	12	21	19	19	36	08	17	26,6	+19	41	27	07,9	+5,2	112,8
26 D	5	07	12	21	19	19	36	08	21	23,6	+19	28	26	08,3	+5,3	99,6
27 L	5	07	12	21	18	19	35	08	25	19,9	+19	15	05	08,8	+5,4	86,4
28 M	5	08	12	21	17	19	34	08	29	15,6	+19	01	25	09,2	+5,5	73,1
29 M	5	09	12	21	15	19	33	08	33	10,7	+18	47	26	09,6	+5,5	59,9
30 J	5	10	12	21	13	19	32	08	37	05,2	+18	33	09	10,0	+5,6	46,7
31 V	5	11	12	21	10	19	31	08	40	59,0	+18	18	34	10,4	+5,7	33,5

SOL Agosto 2026

Día	En Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						a 0 ^h de TU			
	Orto		Culmin.			Ocaso		Asc. Recta			Declinac.			P	B	L
	h	m	h	m	s	h	m	h	m	s	°	'	"	°	°	°
1 S	5	12	12	21	06	19	30	08	44	52,3	+18	03	41	10,8	+5,8	20,2
2 D	5	13	12	21	02	19	28	08	48	45,0	+17	48	30	11,2	+5,8	7,0
3 L	5	14	12	20	58	19	27	08	52	37,0	+17	33	02	11,6	+5,9	353,8
4 M	5	15	12	20	52	19	26	08	56	28,5	+17	17	16	12,0	+6,0	340,6
5 M	5	16	12	20	46	19	25	09	00	19,4	+17	01	14	12,3	+6,0	327,3
6 J	5	17	12	20	40	19	24	09	04	09,7	+16	44	54	12,7	+6,1	314,1
7 V	5	18	12	20	33	19	23	09	07	59,5	+16	28	19	13,1	+6,2	300,9
8 S	5	19	12	20	25	19	21	09	11	48,6	+16	11	27	13,5	+6,2	287,6
9 D	5	20	12	20	17	19	20	09	15	37,2	+15	54	20	13,8	+6,3	274,4
10 L	5	21	12	20	08	19	19	09	19	25,3	+15	36	58	14,2	+6,4	261,1
11 M	5	22	12	19	58	19	18	09	23	12,8	+15	19	20	14,6	+6,4	248,0
12 M	5	23	12	19	48	19	16	09	26	59,7	+15	01	28	14,9	+6,5	234,8
13 J	5	24	12	19	38	19	15	09	30	46,0	+14	43	21	15,3	+6,5	221,6
14 V	5	25	12	19	27	19	14	09	34	31,8	+14	24	60	15,6	+6,6	208,3
15 S	5	26	12	19	15	19	12	09	38	17,1	+14	06	25	16,0	+6,6	195,1
16 D	5	27	12	19	03	19	11	09	42	01,7	+13	47	37	16,3	+6,7	181,9
17 L	5	27	12	18	51	19	10	09	45	45,9	+13	28	36	16,6	+6,7	168,7
18 M	5	28	12	18	37	19	08	09	49	29,5	+13	09	22	17,0	+6,8	155,5
19 M	5	29	12	18	24	19	07	09	53	12,6	+12	49	56	17,3	+6,8	142,3
20 J	5	30	12	18	09	19	05	09	56	55,2	+12	30	18	17,6	+6,9	129,0
21 V	5	31	12	17	55	19	04	10	00	37,3	+12	10	28	17,9	+6,9	115,8
22 S	5	32	12	17	40	19	02	10	04	19,0	+11	50	27	18,1	+6,9	102,6
23 D	5	33	12	17	24	19	01	10	08	00,1	+11	30	14	18,5	+7,0	89,4
24 L	5	34	12	17	08	18	59	10	11	40,8	+11	09	51	18,8	+7,0	76,2
25 M	5	35	12	16	51	18	58	10	15	21,1	+10	49	17	19,1	+7,0	63,0
26 M	5	36	12	16	34	18	56	10	19	01,0	+10	28	33	19,4	+7,1	49,7
27 J	5	37	12	16	17	18	55	10	22	40,4	+10	07	39	19,7	+7,1	36,5
28 V	5	38	12	15	59	18	53	10	26	19,4	+09	46	35	20,0	+7,1	23,3
29 S	5	39	12	15	41	18	52	10	29	58,1	+09	25	23	20,2	+7,1	10,1
30 D	5	40	12	15	23	18	50	10	33	36,5	+09	04	01	20,5	+7,2	356,9
31 L	5	41	12	15	04	18	48	10	37	14,5	+08	42	30	20,8	+7,2	343,7

SOL Setiembre 2026

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 M	5 42	12 14 45	18 47	10 40 52,1	+08 20 51	21,0	+7,2	330,5	
2 M	5 43	12 14 26	18 45	10 44 29,6	+07 59 04	21,3	+7,2	317,3	
3 J	5 44	12 14 07	18 44	10 48 06,7	+07 37 09	21,5	+7,2	304,1	
4 V	5 45	12 13 47	18 42	10 51 43,6	+07 15 07	21,8	+7,2	290,9	
5 S	5 46	12 13 27	18 40	10 55 20,3	+06 52 57	22,0	+7,2	277,6	
6 D	5 47	12 13 07	18 39	10 58 56,7	+06 30 41	22,2	+7,2	264,4	
7 L	5 48	12 12 46	18 37	11 02 33,0	+06 08 17	22,4	+7,3	251,2	
8 M	5 49	12 12 26	18 35	11 06 09,0	+05 45 48	22,7	+7,3	238,0	
9 M	5 50	12 12 05	18 34	11 09 44,9	+05 23 13	22,9	+7,3	224,8	
10 J	5 51	12 11 44	18 32	11 13 20,7	+05 00 32	23,1	+7,3	211,6	
11 V	5 52	12 11 23	18 30	11 16 56,3	+04 37 47	23,3	+7,2	198,4	
12 S	5 53	12 11 02	18 29	11 20 31,8	+04 14 56	23,5	+7,2	185,2	
13 D	5 53	12 10 41	18 27	11 24 07,2	+03 52 01	23,7	+7,2	172,0	
14 L	5 54	12 10 19	18 25	11 27 42,5	+03 29 02	23,8	+7,2	158,8	
15 M	5 55	12 09 58	18 24	11 31 17,7	+03 05 59	24,0	+7,2	145,5	
16 M	5 56	12 09 37	18 22	11 34 52,9	+02 42 53	24,2	+7,2	132,4	
17 J	5 57	12 09 15	18 20	11 38 28,0	+02 19 44	24,3	+7,2	119,2	
18 V	5 58	12 08 54	18 19	11 42 03,2	+01 56 32	24,5	+7,2	106,0	
19 S	5 59	12 08 32	18 17	11 45 38,3	+01 33 18	24,7	+7,1	92,8	
20 D	6 00	12 08 11	18 15	11 49 13,4	+01 10 02	24,8	+7,1	79,6	
21 L	6 01	12 07 50	18 14	11 52 48,6	+00 46 44	24,9	+7,1	66,4	
22 M	6 02	12 07 28	18 12	11 56 23,9	+00 23 25	25,1	+7,1	53,2	
23 M	6 03	12 07 07	18 10	11 59 59,2	+00 00 05	25,2	+7,0	40,0	
24 J	6 04	12 06 46	18 09	12 03 34,7	-00 23 16	25,3	+7,0	26,8	
25 V	6 05	12 06 25	18 07	12 07 10,3	-00 46 37	25,4	+7,0	13,6	
26 S	6 06	12 06 05	18 05	12 10 46,0	-01 09 58	25,5	+6,9	0,4	
27 D	6 07	12 05 44	18 04	12 14 21,9	-01 33 19	25,6	+6,9	347,2	
28 L	6 08	12 05 24	18 02	12 17 58,0	-01 56 40	25,7	+6,9	334,0	
29 M	6 09	12 05 04	18 00	12 21 34,4	-02 19 59	25,8	+6,8	320,8	
30 M	6 10	12 04 44	17 59	12 25 10,9	-02 43 18	25,9	+6,8	307,6	

Inicio del otoño el día 23 a las 0^h 05^m de TU.

SOL Octubre 2026

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 J	6 11	12 04 24	17 57	12 28 47,8	-03 06 35	25,9	+6,7	294,4				
2 V	6 12	12 04 05	17 55	12 32 25,0	-03 29 50	26,0	+6,7	281,1				
3 S	6 13	12 03 46	17 54	12 36 02,5	-03 53 03	26,1	+6,6	268,0				
4 D	6 14	12 03 28	17 52	12 39 40,3	-04 16 13	26,1	+6,6	254,8				
5 L	6 15	12 03 09	17 51	12 43 18,5	-04 39 20	26,2	+6,5	241,6				
6 M	6 16	12 02 52	17 49	12 46 57,1	-05 02 24	26,2	+6,5	228,4				
7 M	6 17	12 02 34	17 47	12 50 36,1	-05 25 25	26,2	+6,4	215,2				
8 J	6 18	12 02 17	17 46	12 54 15,5	-05 48 21	26,2	+6,4	202,0				
9 V	6 19	12 02 01	17 44	12 57 55,3	-06 11 13	26,2	+6,3	188,9				
10 S	6 20	12 01 45	17 43	13 01 35,5	-06 33 60	26,3	+6,2	175,7				
11 D	6 21	12 01 29	17 41	13 05 16,3	-06 56 42	26,3	+6,2	162,5				
12 L	6 22	12 01 14	17 40	13 08 57,5	-07 19 18	26,2	+6,1	149,3				
13 M	6 23	12 01 00	17 38	13 12 39,2	-07 41 48	26,2	+6,0	136,0				
14 M	6 24	12 00 46	17 36	13 16 21,4	-08 04 12	26,2	+6,0	122,9				
15 J	6 26	12 00 32	17 35	13 20 04,2	-08 26 28	26,2	+5,9	109,7				
16 V	6 27	12 00 19	17 33	13 23 47,5	-08 48 38	26,1	+5,8	96,5				
17 S	6 28	12 00 07	17 32	13 27 31,4	-09 10 40	26,1	+5,8	83,3				
18 D	6 29	11 59 55	17 31	13 31 15,8	-09 32 34	26,0	+5,7	70,1				
19 L	6 30	11 59 44	17 29	13 35 00,8	-09 54 20	26,0	+5,6	56,9				
20 M	6 31	11 59 33	17 28	13 38 46,4	-10 15 57	25,9	+5,5	43,8				
21 M	6 32	11 59 23	17 26	13 42 32,7	-10 37 24	25,8	+5,4	30,6				
22 J	6 33	11 59 14	17 25	13 46 19,6	-10 58 42	25,7	+5,3	17,4				
23 V	6 34	11 59 05	17 23	13 50 07,1	-11 19 51	25,7	+5,3	4,2				
24 S	6 35	11 58 57	17 22	13 53 55,3	-11 40 49	25,6	+5,2	351,0				
25 D	6 36	11 58 50	17 21	13 57 44,2	-12 01 36	25,5	+5,1	337,8				
26 L	6 38	11 58 43	17 19	14 01 33,8	-12 22 12	25,3	+5,0	324,6				
27 M	6 39	11 58 37	17 18	14 05 24,2	-12 42 37	25,2	+4,9	311,4				
28 M	6 40	11 58 32	17 17	14 09 15,3	-13 02 51	25,1	+4,8	298,1				
29 J	6 41	11 58 28	17 15	14 13 07,1	-13 22 52	24,9	+4,7	285,1				
30 V	6 42	11 58 24	17 14	14 16 59,8	-13 42 40	24,8	+4,6	271,9				
31 S	6 43	11 58 22	17 13	14 20 53,2	-14 02 16	24,6	+4,5	258,6				

SOL Noviembre 2026

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 D	6 44	11 58 20	17 12	14 24 47,4	-14 21 38	24,5	+4,4	245,5	
2 L	6 46	11 58 18	17 11	14 28 42,4	-14 40 47	24,3	+4,2	232,3	
3 M	6 47	11 58 18	17 09	14 32 38,3	-14 59 42	24,1	+4,2	219,1	
4 M	6 48	11 58 19	17 08	14 36 35,0	-15 18 22	24,0	+4,1	205,9	
5 J	6 49	11 58 20	17 07	14 40 32,5	-15 36 47	23,8	+4,0	192,8	
6 V	6 50	11 58 22	17 06	14 44 30,9	-15 54 56	23,6	+3,9	179,6	
7 S	6 51	11 58 25	17 05	14 48 30,1	-16 12 50	23,3	+3,8	166,4	
8 D	6 53	11 58 29	17 04	14 52 30,2	-16 30 28	23,1	+3,7	153,2	
9 L	6 54	11 58 34	17 03	14 56 31,1	-16 47 49	22,9	+3,6	140,0	
10 M	6 55	11 58 40	17 02	15 00 32,8	-17 04 52	22,7	+3,5	126,8	
11 M	6 56	11 58 46	17 01	15 04 35,5	-17 21 39	22,4	+3,3	113,6	
12 J	6 57	11 58 54	17 00	15 08 38,9	-17 38 07	22,2	+3,2	100,5	
13 V	6 58	11 59 02	16 59	15 12 43,2	-17 54 17	21,9	+3,1	87,3	
14 S	7 00	11 59 11	16 58	15 16 48,4	-18 10 08	21,7	+3,0	74,1	
15 D	7 01	11 59 21	16 58	15 20 54,3	-18 25 41	21,4	+2,9	60,9	
16 L	7 02	11 59 31	16 57	15 25 01,1	-18 40 53	21,1	+2,8	47,7	
17 M	7 03	11 59 43	16 56	15 29 08,8	-18 55 46	20,8	+2,7	34,5	
18 M	7 04	11 59 55	16 55	15 33 17,2	-19 10 18	20,5	+2,5	21,4	
19 J	7 05	12 00 08	16 55	15 37 26,4	-19 24 30	20,2	+2,4	8,2	
20 V	7 06	12 00 22	16 54	15 41 36,5	-19 38 21	19,9	+2,3	355,0	
21 S	7 08	12 00 37	16 53	15 45 47,3	-19 51 51	19,6	+2,2	341,8	
22 D	7 09	12 00 52	16 53	15 49 59,0	-20 04 58	19,3	+2,1	328,6	
23 L	7 10	12 01 08	16 52	15 54 11,4	-20 17 44	19,0	+1,9	315,5	
24 M	7 11	12 01 26	16 52	15 58 24,6	-20 30 07	18,6	+1,8	302,3	
25 M	7 12	12 01 43	16 51	16 02 38,6	-20 42 08	18,3	+1,7	289,1	
26 J	7 13	12 02 02	16 51	16 06 53,3	-20 53 45	17,9	+1,6	275,9	
27 V	7 14	12 02 21	16 50	16 11 08,8	-21 04 60	17,6	+1,4	262,6	
28 S	7 15	12 02 41	16 50	16 15 25,0	-21 15 50	17,1	+1,3	249,6	
29 D	7 16	12 03 02	16 49	16 19 42,0	-21 26 17	16,9	+1,2	236,4	
30 L	7 17	12 03 23	16 49	16 23 59,6	-21 36 19	16,5	+1,1	223,2	

SOL Diciembre 2026

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 M	7 18	12 03 46	16 49	16 28 18,0	-21 45 57	16,1	+0,9	210,0	
2 M	7 19	12 04 08	16 49	16 32 37,0	-21 55 10	15,7	+0,8	196,8	
3 J	7 20	12 04 32	16 48	16 36 56,7	-22 03 57	15,3	+0,7	183,7	
4 V	7 21	12 04 56	16 48	16 41 17,0	-22 12 19	14,9	+0,5	170,5	
5 S	7 22	12 05 20	16 48	16 45 37,9	-22 20 16	14,5	+0,4	157,3	
6 D	7 23	12 05 46	16 48	16 49 59,3	-22 27 46	14,1	+0,3	144,0	
7 L	7 24	12 06 11	16 48	16 54 21,4	-22 34 50	13,7	+0,2	130,9	
8 M	7 25	12 06 38	16 48	16 58 43,9	-22 41 27	13,3	+0,0	117,8	
9 M	7 26	12 07 04	16 48	17 03 06,9	-22 47 38	12,9	-0,1	104,6	
10 J	7 27	12 07 31	16 48	17 07 30,4	-22 53 22	12,4	-0,2	91,4	
11 V	7 28	12 07 59	16 48	17 11 54,3	-22 58 39	12,0	-0,3	78,2	
12 S	7 28	12 08 27	16 48	17 16 18,6	-23 03 28	11,6	-0,4	65,1	
13 D	7 29	12 08 55	16 49	17 20 43,2	-23 07 50	11,1	-0,6	51,9	
14 L	7 30	12 09 24	16 49	17 25 08,2	-23 11 45	10,7	-0,7	38,7	
15 M	7 31	12 09 53	16 49	17 29 33,4	-23 15 11	10,2	-0,8	25,5	
16 M	7 31	12 10 22	16 49	17 33 58,9	-23 18 10	09,8	-0,9	12,4	
17 J	7 32	12 10 51	16 50	17 38 24,6	-23 20 41	09,3	-1,1	359,2	
18 V	7 33	12 11 20	16 50	17 42 50,5	-23 22 44	08,9	-1,2	346,0	
19 S	7 33	12 11 50	16 50	17 47 16,5	-23 24 19	08,4	-1,3	332,8	
20 D	7 34	12 12 19	16 51	17 51 42,6	-23 25 26	07,9	-1,5	319,7	
21 L	7 34	12 12 49	16 51	17 56 08,8	-23 26 04	07,5	-1,6	306,5	
22 M	7 35	12 13 19	16 52	18 00 35,1	-23 26 15	07,0	-1,7	293,3	
23 M	7 35	12 13 49	16 52	18 05 01,4	-23 25 57	06,5	-1,8	280,1	
24 J	7 36	12 14 18	16 53	18 09 27,7	-23 25 11	06,0	-2,0	267,0	
25 V	7 36	12 14 48	16 54	18 13 54,0	-23 23 56	05,6	-2,1	253,8	
26 S	7 36	12 15 18	16 54	18 18 20,2	-23 22 14	05,1	-2,2	240,6	
27 D	7 37	12 15 47	16 55	18 22 46,3	-23 20 04	04,6	-2,3	227,5	
28 L	7 37	12 16 16	16 56	18 27 12,2	-23 17 25	04,1	-2,4	214,3	
29 M	7 37	12 16 46	16 56	18 31 38,0	-23 14 19	03,6	-2,6	201,1	
30 M	7 37	12 17 15	16 57	18 36 03,7	-23 10 44	03,2	-2,7	187,9	
31 J	7 38	12 17 43	16 58	18 40 29,1	-23 06 42	02,7	-2,8	174,8	

Inicio del invierno el día 21 a las 20^h 50^m de TU.

4.3. 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:

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

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:

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

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

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

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

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:

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

La longitud y latitud eclípticas del Sol viene dadas por:

$$\lambda_{\odot} \simeq \odot \simeq 279^{\circ} + 0,9857 d + 1,9 \text{ sen } (0,9856 d - 4^{\circ})$$

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

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 2026

Fecha	distancia <i>R</i> (ua)	semidiá- metro, <i>s</i>	movimiento diario (°/día)	paralaje horizontal	paso semidiám. por meridiano
Ene 1	0,98333	16' 17"	61	8",94	70;6
Ene 11	0,98347	16' 17"	61	8",94	70;0
Ene 21	0,98411	16' 17"	61	8",94	69;1
Ene 31	0,98516	16' 16"	61	8",93	68;0
Feb 10	0,98674	16' 14"	61	8",91	66;9
Feb 20	0,98872	16' 12"	61	8",89	65;8
Mar 2	0,99095	16' 10"	60	8",87	65;0
Mar 12	0,99354	16' 07"	60	8",85	64;4
Mar 22	0,99630	16' 05"	60	8",83	64;1
Abr 1	0,99909	16' 02"	59	8",80	64;1
Abr 11	1,00198	15' 59"	59	8",78	64;4
Abr 21	1,00479	15' 57"	59	8",75	65;0
May 1	1,00739	15' 54"	58	8",73	65;7
May 11	1,00985	15' 52"	58	8",71	66;5
May 21	1,01199	15' 50"	58	8",69	67;3
May 31	1,01373	15' 48"	58	8",68	67;9
Jun 10	1,01516	15' 47"	57	8",66	68;4
Jun 20	1,01611	15' 46"	57	8",65	68;5
Jun 30	1,01656	15' 46"	57	8",65	68;4
Jul 10	1,01662	15' 45"	57	8",65	67;9
Jul 20	1,01616	15' 46"	57	8",65	67;2
Jul 30	1,01520	15' 47"	57	8",66	66;4
Ago 9	1,01389	15' 48"	58	8",67	65;5
Ago 19	1,01213	15' 50"	58	8",69	64;8
Ago 29	1,00998	15' 52"	58	8",71	64;1
Set 8	1,00763	15' 54"	58	8",73	63;7
Set 18	1,00498	15' 56"	59	8",75	63;6
Set 28	1,00217	15' 59"	59	8",78	63;8
Oct 8	0,99937	16' 02"	59	8",80	64;3
Oct 18	0,99650	16' 05"	60	8",83	65;0
Oct 28	0,99372	16' 07"	60	8",85	66;0
Nov 7	0,99120	16' 10"	60	8",87	67;1
Nov 17	0,98886	16' 12"	60	8",89	68;3
Nov 27	0,98685	16' 14"	61	8",91	69;4
Dic 7	0,98532	16' 16"	61	8",93	70;2
Dic 17	0,98414	16' 17"	61	8",94	70;7
Dic 27	0,98346	16' 17"	61	8",94	70;8

Estos valores se refieren a las 0^h de Tiempo Universal.

1 ua (unidad astronómica) = 149 597 871 km

4.4. Ortos, ocasos y pasos del Sol por el meridiano

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: $+1^h$ o $+2^h$ en la Península y Baleares, 0^h o $+1^h$ 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 tabla de la página 193. 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 vienen dados en las dos siguientes tablas. La corrección por longitud solo 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 11 de marzo en Huesca (latitud 42°). En las dos tablas siguientes se encuentra que las correcciones a aplicar son de -13^m en longitud y de $+1^m$ en latitud. El horario oficial es el de invierno.

$$\text{orto} = 6^h33^m + (-13^m) + (+1^m) = 6^h21^m \text{ TU} = 7^h21^m \text{ TO}$$

$$\text{ocaso} = 18^h17^m + (-13^m) - (+1^m) = 18^h03^m \text{ TU} = 19^h03^m \text{ TO}$$

En un lugar cualquiera de España

Para un lugar de longitud λ_E :

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

Ejemplo: orto y ocaso del Sol el día 23 de enero en un lugar de Asturias de latitud $\phi = 43^\circ 13'$ y longitud $\lambda_E = -0^h 19^m 54^s$, en horario de invierno:

orto = $7^h 32^m - 15^m - (-0^h 20^m) + 7^m = 7^h 44^m$ TU = $8^h 44^m$ TO
 ocaso = $17^h 22^m - 15^m - (-0^h 20^m) - 7^m = 17^h 20^m$ TU = $18^h 20^m$ TO

Corrección por longitud a las horas de orto, culminación 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°5
Almería	-5 ^m	37°	Ávila	+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
Castelló de la Plana	-15 ^m	40°	Ceuta	+6 ^m	36°
Ciudad Real	+1 ^m	39°	Córdoba	+4 ^m	38°
Coruña, A	+19 ^m	43°5	Cuenca	-6 ^m	40°
Donostia-San Sebastián	-7 ^m	43°5	Girona	-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	-17 ^m	41°5	Madrid	0 ^m	40°5
Málaga	+3 ^m	36°5	Melilla	-3 ^m	35°5
Murcia	-10 ^m	38°	Ourense	+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°	València	-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	-32	-13	-10	-7	-4	-1	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 2
Mar 16	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	Set 27
Mar 21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Set 22
Mar 26	3	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-1	Set 17
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	5	3	1	-1	-3	-5	-7	Ago 13
May 5	23	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	27	10	8	6	4	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 23

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

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

- 1) se calculan la longitud del Sol, \odot , y el instante de culminación para el lugar usando la corrección dada en tabla de la página 192 o según se indica en la sección *Paso del Sol por el meridiano* en la página 197.

- 2) se calcula el tiempo auxiliar:

$$H = 6^{\text{h}5^{\text{m}}} + 99^{\text{m}} \tan\phi \text{ sen } \odot$$

- 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: $19^{\text{s}} h \text{ (m)}/D \text{ (km)}$. El adelanto en el ocaso se calcula análogamente. En Canarias, usar 16^{s} como factor multiplicativo.

Orientación del orto y del ocaso

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:

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

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

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

Alternativamente, la orientación se puede referir a las direcciones este y oeste. 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 solo 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 siguiente. 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 30° al sur de la dirección este y se pone 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	-24	-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 27
Mar 21	1	1	1	1	1	Set 22
Mar 26	3	3	3	4	4	Set 17
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	12	12	13	14	14	Ago 28
Abr 20	14	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	26	27	29	31	Jul 19
May 30	25	27	28	30	32	Jul 14
Jun 4	26	27	29	31	33	Jul 8
Jun 9	27	28	29	31	34	Jul 3
Jun 14	27	28	30	32	34	Jun 28
Jun 19	27	29	30	32	35	Jun 23

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

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

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

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

Primer vertical es el plano vertical orientado según la dirección este-oeste.

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 $h m s$, es λ_E , el instante de paso será:

$$\text{paso meridiano} = \text{paso meridiano en Madrid} - 14^m 45^s - \lambda_E$$

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 tiempos* en la página 108. 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 2 de febrero la Ecuación de Tiempo es $-13^m 40^s$, luego el Sol pasará por el meridiano de Madrid a las:

$$12^h - (-13^m 40^s) - (-14^m 45^s) = 12^h 28^m 25^s \text{ TU}$$

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 190:

$$\text{paso borde anterior} = \text{paso centro} - \text{paso semidiámetro}$$

$$\text{paso borde posterior} = \text{paso centro} + \text{paso semidiámetro}$$

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

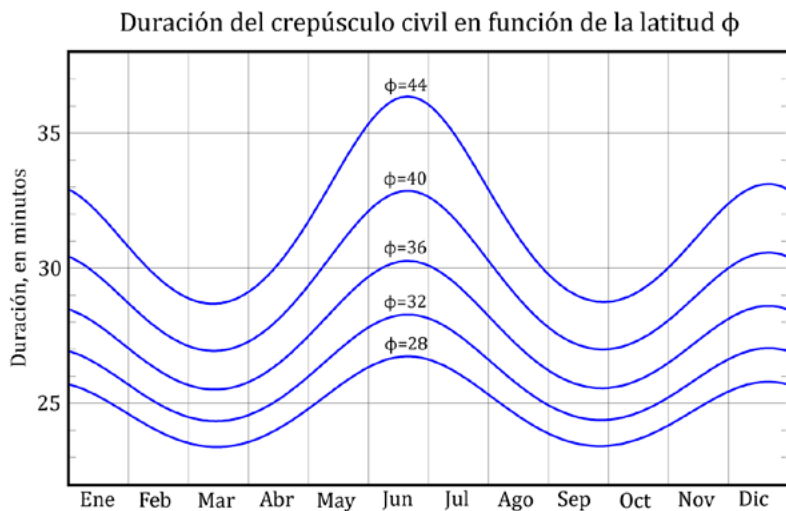
Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
28°	54	52	51	52	56	59	58	54	51	51	53	55
32°	56	54	53	55	59	63	61	56	53	53	55	57
36°	59	56	55	58	63	68	66	60	56	56	58	61
40°	63	59	58	62	69	74	72	64	59	59	62	65
44°	68	63	62	66	76	84	80	70	63	62	66	69

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:

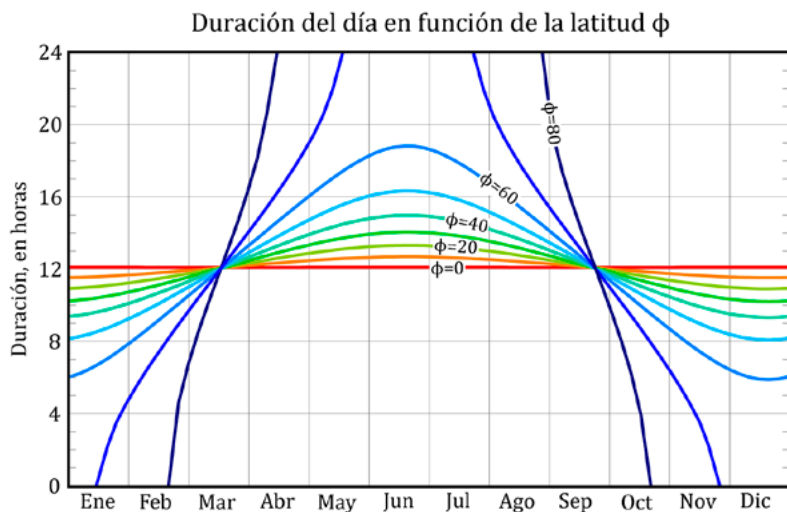
$$\text{Duración del crepúsculo civil} = \frac{21^{\text{m}}}{\sqrt{\cos(\phi - \delta_{\odot}) \cos(\phi + \delta_{\odot})}}$$



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 adversas, 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 siguiente figura.



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 media.

Tiempo de insolación

Latitud ϕ ($^\circ$)	Duración máxima (h min)	Duración mínima (h min)	Diferencia máx-mín (h min)	Cociente máx/mín (h min)
0	12 07	12 07	0	1,00
10	12 42	11 32	1 10	1,10
20	13 20	10 55	2 25	1,22
30	14 05	10 13	3 52	1,38
40	15 01	09 19	5 44	1,61
50	16 22	08 04	8 18	2,03
60	18 52	05 52	13 00	3,22
70	24 00	00 00		

En Madrid se tiene, para el año 2026:

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 ($15^{\text{h}}4^{\text{m}}$)

Día de menor duración: 21 de diciembre ($9^{\text{h}}17^{\text{m}}$)

4.5. Rotaciones sinódicas y manchas solares

Rotaciones sinódicas del Sol

Las rotaciones sinódicas del Sol (o sea, tal como son vistas desde la Tierra) empezaron a numerarse a partir del 9 de noviembre de 1853 y su periodo medio es de $27^d,2753$, correspondiente a una latitud heliográfica de 26° . 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:

$$NRC = 1958 + \frac{DJ - 2\,451\,545,11}{27,2753}$$

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* en la página 177, determinando, por interpolación, el instante en que la longitud heliográfica *L* se anula.

Instante de inicio de las rotaciones sinódicas del Sol en 2026

NRC	mes	día	hora	NRC	mes	día	hora	NRC	mes	día	hora
2307	Ene	23	17	2312	Jun	9	3	2317	Oct	23	8
2308	Feb	20	1	2313	Jul	6	8	2318	Nov	19	15
2309	Mar	19	9	2314	Ago	2	13	2319	Dic	16	23
2310	Abr	15	16	2315	Ago	29	18	2320	Ene	13	6
2311	May	12	22	2316	Set	26	1				

La primera rotación que se iniciará en 2026 es la número 2307, lo cual tendrá lugar el día 23 de enero a las $17^h,2$ TU. La primera rotación en 2027 será la número 2320, iniciándose el 13 de enero a las $6^h,5$ TU.

Manchas solares

Una mancha solar es una región de la superficie del Sol con una zona central oscura (umbra) rodeada por una más clara (penumbra). Las manchas solares se caracterizan por tener una temperatura más baja que sus alrededores y una intensa actividad magnética. El número de manchas solares crece y decrece de unos años a otros de forma cíclica dando lugar a máximos y mínimos. Estos ciclos tienen un periodo medio de once años entre dos máximos consecutivos.

En la siguiente tabla se proporcionan los promedios anuales del número de manchas diario observado en los últimos 20 años, basada en la recalibración introducida el pasado 1 de julio de 2015 por el Solar Influences Data Analysis Center (SIDC):

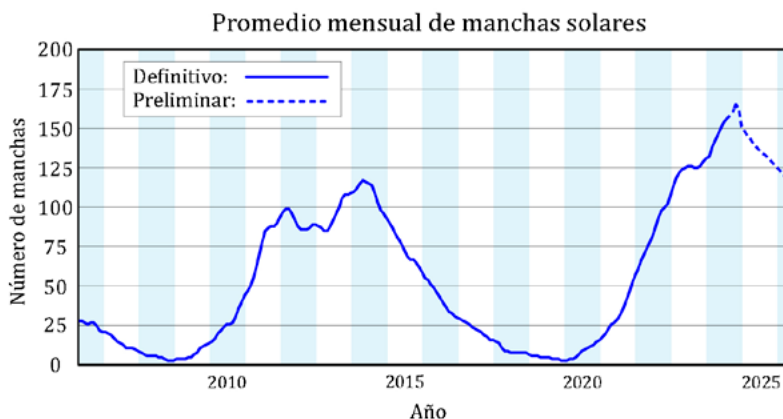
<http://www.sidc.be/SILSO/home>

Promedio anual del número de manchas solares en los últimos 20 años

año	manchas	año	manchas	año	manchas	año	manchas
2006	26	2011	73	2016	41	2021	33
2007	13	2012	90	2017	21	2022	84
2008	4	2013	95	2018	8	2023	123
2009	6	2014	107	2019	4	2024	150
2010	26	2015	72	2020	8	2025	135

El número de manchas del último año de la tabla es un valor provisional

En la siguiente imagen se muestra el promedio mensual de manchas solares durante los últimos 20 años, los valores de los dos últimos años son provisionales.



4.6. Datos lunares

Elementos medios de la órbita para 2026

Longitud media	$L_0 = 54^{\circ}800640 + 13^{\circ}17639645 d$
Anomalía media	$M_0 = 353^{\circ}615582 + 13^{\circ}06499307 d$
Longitud del perigeo medio	$\varpi_0 = 61^{\circ}185056 + 0^{\circ}11140337 d$
Long. media del nodo ascendente	$\Omega_0 = 342^{\circ}222141 - 0^{\circ}05295373 d$
Elongación media referida al Sol	$D_0 = 135^{\circ}119183 + 12^{\circ}19074908 d$

(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:

$$\lambda_0 = L_0 + 377' \operatorname{sen} M_0 + 76' \operatorname{sen}(2 D_0 - M_0) + 40' \operatorname{sen}(2 D_0) + 13' \operatorname{sen}(2 M_0)$$

$$\beta_0 = 309' \operatorname{sen} (\lambda_0 - \Omega_0)$$

$$\pi_0 = 57' + 3' \cos M_0$$

A partir de la paralaje ecuatorial π_0 se pueden calcular:

$$\text{semidiámetro} = 0,2725 \pi_0, \quad \text{distancia geocéntrica} = \frac{1}{\operatorname{sen} \pi_0} R_{\oplus}$$

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 $e_0 = 0,054900489$

Inclinación orbital media:

respecto de la eclíptica	5 ^o 145396
respecto del ecuador lunar	6 ^o 41'
respecto del ecuador terrestre	18 ^o 28 a 28 ^o 58

Inclinación del ecuador lunar medio respecto de la eclíptica:	$1^{\circ}54'24.2'' = 1^{\circ}32'32.7''$
Movimiento sidéreo medio diario	$13^{\circ}17'6.358''$
Intervalo medio entre tránsitos o pasos por el meridiano	$24^{\text{h}}51^{\text{m}}28^{\text{s}}$
Velocidad orbital media	$1,023 \text{ km s}^{-1} = 3683 \text{ km h}^{-1}$
Aumento de la distancia a la Tierra	$\sim 4 \text{ m/siglo}$

Traslación y rotación

Duración media de los meses:

mes sinódico (luna nueva)	$29^{\text{d}}53'05.884''$	$29^{\text{d}}12^{\text{h}}44^{\text{m}}02.58^{\text{s}}$
mes sidéreo (estrella a estrella)	$27^{\text{d}}32'16.616''$	$27^{\text{d}}07^{\text{h}}43^{\text{m}}11.56^{\text{s}}$
mes anomalístico (perigeo)	$27^{\text{d}}55'45.501''$	$27^{\text{d}}13^{\text{h}}18^{\text{m}}33.51^{\text{s}}$
mes trópico (equinoccio)	$27^{\text{d}}32'15.823''$	$27^{\text{d}}07^{\text{h}}43^{\text{m}}04.57^{\text{s}}$
mes draconítico (nodo)	$27^{\text{d}}21'22.220''$	$27^{\text{d}}05^{\text{h}}05^{\text{m}}35.58^{\text{s}}$

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):	$346^{\text{d}}62'00.5''$
periodo Saros	= 223 meses sinódicos = 19 años eclípticos
	= 6585,32 días = 18,03001 años trópicos

Libraciones:

Desplazamiento máximo: en longitud: $7^{\circ}9'$ (periodo=mes anomalístico)
 en latitud: $6^{\circ}8'$ (periodo=mes draconítico)
 diurna: $1^{\circ}0'$

Desplazamiento medio:

libración óptica en longitud:	$6^{\circ}15'$
libración óptica en latitud:	$6^{\circ}69'$
libración física en longitud:	$0^{\circ}025'$
libración física en latitud:	$0^{\circ}04'$

Datos físicos

Radio ecuatorial	\mathcal{R}_{L} = 1738,14 km	en unidades terrestres
Radio medio	1737,42 km	$0,2725 \mathcal{R}_{\oplus}$

Superficie	$3,788 \cdot 10^7 \text{ km}^2$	0,0743
Volumen	$2,199 \cdot 10^{10} \text{ km}^3$	0,0203
Masa	$\mathcal{M}_\text{q} = 7,3460 \cdot 10^{22} \text{ kg}$	$0,0123 \mathcal{M}_\oplus$
Densidad media	$3,344 \text{ g cm}^{-3}$	0,6063
Constante gravitatoria	$G\mathcal{M}_\text{q} = 4,902800 \cdot 10^{12} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$	0,0123000371
Gravedad superficial	$1,623 \text{ m s}^{-2}$	0,1652
Velocidad de escape	$2,375 \text{ km s}^{-1}$	0,2123
Momento de inercia	$0,394 \mathcal{M}_\text{q} \mathcal{R}_\text{q}^2$	
Momento gravitatorio J_2	$202,7 \cdot 10^{-6}$	

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 = $-169 \text{ }^\circ\text{C}$
día	365 K = $92 \text{ }^\circ\text{C}$
ondas radio	$\sim 200 \text{ K}$
equivalente	395 K = $122 \text{ }^\circ\text{C}$
del cuerpo negro	274,5 K

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:

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

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

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

**Conversiones entre la paralaje horizontal de la Luna π_0 ,
su semidiámetro s_0 y su distancia r_0 al centro de la Tierra**

π_0		s_0		Distancia, r_0		π_0		s_0		Distancia, r_0	
'	"	'	"	\mathcal{R}_\oplus	km	'	"	'	"	\mathcal{R}_\oplus	km
53	50	14	40	63,862	407 319						
54	0	14	43	63,665	406 062	58	0	15	48	59,274	378 060
54	10	14	46	63,469	404 812	58	10	15	51	59,104	376 977
54	20	14	48	63,274	403 571	58	20	15	54	58,936	375 900
54	30	14	51	63,081	402 337	58	30	15	56	58,768	374 829
54	40	14	54	62,888	401 110	58	40	15	59	58,601	373 764
54	50	14	56	62,697	399 891	58	50	16	2	58,435	372 705
55	0	14	59	62,507	398 679	59	0	16	5	58,270	371 653
55	10	15	2	62,318	397 475	59	10	16	7	58,106	370 606
55	20	15	5	62,131	396 278	59	20	16	10	57,942	369 565
55	30	15	7	61,944	395 088	59	30	16	13	57,780	368 530
55	40	15	10	61,759	393 905	59	40	16	15	57,619	367 501
55	50	15	13	61,574	392 729	59	50	16	18	57,458	366 477
56	0	15	16	61,391	391 561	60	0	16	21	57,299	365 459
56	10	15	18	61,209	390 399	60	10	16	24	57,140	364 447
56	20	15	21	61,028	389 244	60	20	16	26	56,982	363 440
56	30	15	24	60,848	388 096	60	30	16	29	56,825	362 439
56	40	15	26	60,669	386 955	60	40	16	32	56,669	361 443
56	50	15	29	60,491	385 820	60	50	16	35	56,514	360 453
57	0	15	32	60,314	384 692	61	0	16	37	56,359	359 469
57	10	15	35	60,138	383 570	61	10	16	40	56,206	358 489
57	20	15	37	59,963	382 455	61	20	16	43	56,053	357 515
57	30	15	40	59,790	381 347	61	30	16	45	55,901	356 546
57	40	15	43	59,617	380 245	61	40	16	48	55,750	355 583
57	50	15	46	59,445	379 149	61	50	16	51	55,600	354 624

Se denomina paralaje ecuatorial horizontal π_0 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 s_0 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.

4.7. 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 las *Tablas de tiempos* en la página 108:

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

- 2) Se determinan por interpolación de, al menos, 3^{er} grado en las tablas de la Luna las coordenadas geocéntricas de esta (α_0 , δ_0) 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_0 y δ_0 (expresadas en grados) y la distancia r (en radios terrestres) antes calculadas:

$$x = r \cos \delta_0 \cos \alpha_0 - \cos \phi \cos \theta$$

$$y = r \cos \delta_0 \sin \alpha_0 - \cos \phi \sin \theta$$

$$z = r \sin \delta_0 - \sin \phi$$

- 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:

$$\alpha_t = \arctan(y/x) \text{ (aprox. mismo cuadrante que } \alpha_0)$$

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

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

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

$$\alpha_t = \alpha_0 - \frac{57;30}{r} \frac{\cos \phi \operatorname{sen}(\theta - \alpha_0)}{\cos \delta_0}$$

$$\delta_t = \delta_0 - \frac{57;30}{r} [\cos \delta_0 \operatorname{sen} \phi - \operatorname{sen} \delta_0 \cos \phi \cos(\theta - \alpha_0)]$$

4.8. Efemérides de la Luna para 2026

En las 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 un 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 (véase el apartado *Ortos, ocasos y pasos de la Luna por el meridiano* en la página 221).

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 página 463). Con una interpolación de 4^{a} 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 solo 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 ($0,0003 \mathcal{R}_{\oplus}$).

LUNA Enero 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 J	14 42	22 48	5 44	04 15 41,2	+26 24 14	56,6067	
2 V	15 47	23 55	6 56	05 22 42,1	+28 08 37	56,5004	
3 S	17 01	** **	7 57	06 30 36,1	+27 48 38	56,6592	
4 D	18 19	0 59	8 46	07 36 12,8	+25 28 37	57,0821	
5 L	19 35	1 58	9 23	08 37 17,6	+21 30 05	57,7376	
6 M	20 48	2 51	9 53	09 33 08,5	+16 22 33	58,5682	
7 M	21 56	3 40	10 18	10 24 16,8	+10 34 45	59,5000	
8 J	23 01	4 24	10 40	11 11 49,6	+04 30 03	60,4549	
9 V	** **	5 06	11 01	11 57 04,1	-01 33 58	61,3588	
10 S	0 04	5 48	11 22	12 41 15,0	-07 24 13	62,1509	
11 D	1 06	6 29	11 44	13 25 30,4	-12 50 17	62,7858	
12 L	2 08	7 12	12 09	14 10 49,4	-17 42 46	63,2366	
13 M	3 11	7 58	12 39	14 57 59,2	-21 51 60	63,4930	
14 M	4 13	8 46	13 15	15 47 29,2	-25 07 38	63,5601	
15 J	5 13	9 36	13 58	16 39 22,6	-27 18 58	63,4554	
16 V	6 08	10 28	14 49	17 33 10,4	-28 16 18	63,2059	
17 S	6 57	11 21	15 48	18 27 53,9	-27 53 10	62,8433	
18 D	7 38	12 13	16 52	19 22 20,8	-26 08 12	62,4007	
19 L	8 12	13 02	17 59	20 15 27,6	-23 05 54	61,9084	
20 M	8 42	13 50	19 07	21 06 38,7	-18 55 47	61,3917	
21 M	9 07	14 36	20 14	21 55 52,4	-13 50 34	60,8679	
22 J	9 30	15 20	21 22	22 43 36,4	-08 04 31	60,3477	
23 V	9 52	16 05	22 30	23 30 39,9	-01 52 36	59,8359	
24 S	10 15	16 51	23 40	00 18 05,7	+04 29 47	59,3356	
25 D	10 40	17 39	** **	01 07 05,2	+10 45 59	58,8520	
26 L	11 09	18 32	0 53	01 58 51,5	+16 37 15	58,3960	
27 M	11 45	19 29	2 09	02 54 27,9	+21 41 44	57,9879	
28 M	12 31	20 31	3 25	03 54 25,3	+25 34 53	57,6563	
29 J	13 28	21 36	4 38	04 58 13,2	+27 52 24	57,4374	
30 V	14 36	22 40	5 43	06 04 03,3	+28 16 31	57,3675	
31 S	15 51	23 41	6 35	07 09 15,6	+26 43 02	57,4766	

Luna llena	3 ^d 10 ^h 03 ^m
Cuarto menguante	10 ^d 15 ^h 48 ^m
Luna nueva	18 ^d 19 ^h 52 ^m
Cuarto creciente	26 ^d 04 ^h 47 ^m

Perigeo	1 ^d 22 ^h
Apogeo	13 ^d 21 ^h
Perigeo	29 ^d 22 ^h

LUNA Febrero 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU						
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s			Declinación ° ' "			Distancia R _⊕
1 D	17 08	** **	7 17	08 11 23,8	+23 23 37	57,7799				
2 L	18 23	0 36	7 50	09 09 08,7	+18 41 37	58,2722				
3 M	19 35	1 27	8 17	10 02 25,3	+13 04 31	58,9259				
4 M	20 42	2 14	8 41	10 51 57,5	+06 58 05	59,6949				
5 J	21 48	2 58	9 03	11 38 50,8	+00 43 41	60,5187				
6 V	22 52	3 41	9 24	12 24 14,8	-05 21 54	61,3323				
7 S	23 55	4 23	9 46	13 09 15,7	-11 05 29	62,0726				
8 D	** **	5 06	10 10	13 54 52,8	-16 16 09	62,6847				
9 L	0 58	5 51	10 38	14 41 55,0	-20 43 57	63,1276				
10 M	2 01	6 38	11 11	15 30 56,4	-24 19 07	63,3748				
11 M	3 02	7 28	11 51	16 22 09,6	-26 51 51	63,4165				
12 J	4 00	8 19	12 39	17 15 19,4	-28 12 59	63,2598				
13 V	4 51	9 12	13 35	18 09 42,1	-28 15 32	62,9256				
14 S	5 35	10 04	14 38	19 04 15,7	-26 56 22	62,4476				
15 D	6 12	10 55	15 44	19 57 58,6	-24 17 21	61,8683				
16 L	6 43	11 44	16 53	20 50 08,6	-20 25 21	61,2345				
17 M	7 10	12 31	18 02	21 40 33,0	-15 31 20	60,5933				
18 M	7 34	13 17	19 10	22 29 28,5	-09 49 07	59,9863				
19 J	7 57	14 02	20 20	23 17 34,4	-03 34 24	59,4454				
20 V	8 20	14 49	21 31	00 05 45,9	+02 55 40	58,9908				
21 S	8 44	15 37	22 44	00 55 07,0	+09 22 30	58,6303				
22 D	9 12	16 28	23 59	01 46 43,8	+15 25 56	58,3620				
23 L	9 46	17 24	** **	02 41 33,9	+20 44 01	58,1786				
24 M	10 27	18 24	1 15	03 40 08,0	+24 53 40	58,0719				
25 M	11 19	19 26	2 28	04 42 06,9	+27 32 58	58,0376				
26 J	12 22	20 29	3 34	05 46 07,2	+28 25 38	58,0780				
27 V	13 33	21 29	4 30	06 49 56,9	+27 26 08	58,2011				
28 S	14 48	22 25	5 14	07 51 25,4	+24 41 54	58,4185				

Luna llena	1 ^d 22 ^h 09 ^m
Cuarto menguante	9 ^d 12 ^h 43 ^m
Luna nueva	17 ^d 12 ^h 01 ^m
Cuarto creciente	24 ^d 12 ^h 28 ^m

Apogeo	10 ^d 17 ^h
Perigeo	24 ^d 23 ^h

LUNA Marzo 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 D	16 02	23 17	5 49	08 49 10,5	+20 30 56	58,7401	
2 L	17 14	** **	6 18	09 42 53,8	+15 16 32	59,1698	
3 M	18 23	0 05	6 42	10 33 04,8	+09 22 23	59,7003	
4 M	19 29	0 50	7 05	11 20 38,2	+03 09 59	60,3111	
5 J	20 34	1 33	7 26	12 06 37,1	-03 02 21	60,9685	
6 V	21 39	2 16	7 48	12 52 03,3	-08 59 10	61,6300	
7 S	22 43	2 59	8 11	13 37 53,1	-14 27 19	62,2461	
8 D	23 47	3 44	8 37	14 24 53,5	-19 15 13	62,7685	
9 L	** **	4 30	9 08	15 13 38,3	-23 12 09	63,1522	
10 M	0 50	5 19	9 45	16 04 22,2	-26 08 11	63,3623	
11 M	1 49	6 10	10 30	16 56 55,3	-27 54 30	63,3764	
12 J	2 42	7 02	11 22	17 50 42,7	-28 24 21	63,1862	
13 V	3 29	7 53	12 22	18 44 51,2	-27 34 14	62,7997	
14 S	4 08	8 44	13 26	19 38 25,6	-25 24 42	62,2410	
15 D	4 42	9 34	14 34	20 30 44,8	-22 00 26	61,5488	
16 L	5 10	10 22	15 42	21 21 33,5	-17 29 43	60,7748	
17 M	5 35	11 08	16 52	22 11 03,3	-12 03 45	59,9790	
18 M	5 59	11 54	18 02	22 59 48,6	-05 56 14	59,2233	
19 J	6 22	12 41	19 14	23 48 40,4	+00 36 31	58,5654	
20 V	6 46	13 30	20 28	00 38 40,0	+07 15 21	58,0503	
21 S	7 14	14 22	21 45	01 30 51,9	+13 38 13	57,7062	
22 D	7 46	15 18	23 03	02 26 12,5	+19 20 28	57,5406	
23 L	8 26	16 17	** **	03 25 11,8	+23 56 19	57,5427	
24 M	9 15	17 20	0 19	04 27 30,1	+27 01 57	57,6879	
25 M	10 15	18 23	1 28	05 31 43,5	+28 20 16	57,9455	
26 J	11 24	19 23	2 27	06 35 40,4	+27 45 47	58,2848	
27 V	12 37	20 20	3 14	07 37 10,7	+25 26 05	58,6812	
28 S	13 50	21 12	3 51	08 34 53,4	+21 38 39	59,1180	
29 D	15 01	22 00	4 21	09 28 30,7	+16 45 26	59,5854	
30 L	16 09	22 45	4 46	10 18 32,7	+11 08 22	60,0791	
31 M	17 15	23 28	5 08	11 05 54,1	+05 07 17	60,5951	

Luna llena	3 ^d 11 ^h 38 ^m
Cuarto menguante	11 ^d 09 ^h 39 ^m
Luna nueva	19 ^d 01 ^h 24 ^m
Cuarto creciente	25 ^d 19 ^h 18 ^m

Apogeo	10 ^d 14 ^h
Perigeo	22 ^d 12 ^h

LUNA Abril 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU						
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s			Declinación ° ' "			Distancia R _⊕
1 M	18 20	** **	5 30	11 51 38,2	-01 00 33	61,1269				
2 J	19 24	0 10	5 51	12 36 46,8	-06 59 53	61,6614				
3 V	20 29	0 53	6 13	13 22 16,2	-12 36 60	62,1788				
4 S	21 33	1 37	6 39	14 08 53,7	-17 39 10	62,6521				
5 D	22 37	2 23	7 08	14 57 13,6	-21 54 23	63,0485				
6 L	23 37	3 11	7 42	15 47 31,0	-25 11 35	63,3344				
7 M	** **	4 01	8 24	16 39 37,1	-27 21 09	63,4770				
8 M	0 33	4 53	9 13	17 32 58,0	-28 15 56	63,4496				
9 J	1 22	5 44	10 09	18 26 41,6	-27 52 19	63,2345				
10 V	2 04	6 35	11 11	19 19 52,7	-26 10 44	62,8266				
11 S	2 39	7 24	12 16	20 11 49,8	-23 15 19	62,2358				
12 D	3 09	8 12	13 23	21 02 16,5	-19 13 09	61,4883				
13 L	3 35	8 58	14 30	21 51 23,1	-14 13 21	60,6275				
14 M	3 59	9 44	15 39	22 39 43,1	-08 26 47	59,7121				
15 M	4 22	10 30	16 50	23 28 07,7	-02 06 30	58,8112				
16 J	4 46	11 18	18 04	00 17 40,0	+04 31 14	57,9994				
17 V	5 12	12 09	19 21	01 09 29,3	+11 06 01	57,3462				
18 S	5 43	13 05	20 41	02 04 41,3	+17 12 42	56,9064				
19 D	6 21	14 05	22 01	03 03 59,0	+22 22 23	56,7106				
20 L	7 08	15 09	23 16	04 07 14,7	+26 05 55	56,7622				
21 M	8 06	16 14	** **	05 13 06,0	+28 00 14	57,0373				
22 M	9 14	17 17	0 21	06 19 05,5	+27 55 28	57,4923				
23 J	10 27	18 16	1 12	07 22 36,4	+25 58 02	58,0735				
24 V	11 41	19 09	1 52	08 21 55,3	+22 26 59	58,7272				
25 S	12 53	19 58	2 24	09 16 35,2	+17 46 36	59,4072				
26 D	14 01	20 44	2 51	10 07 07,4	+12 20 24	60,0782				
27 L	15 07	21 26	3 14	10 54 32,8	+06 28 29	60,7171				
28 M	16 11	22 08	3 35	11 40 00,9	+00 27 27	61,3105				
29 M	17 14	22 50	3 56	12 24 39,5	-05 28 37	61,8521				
30 J	18 18	23 34	4 18	13 09 29,9	-11 06 57	62,3374				

Luna llena	2 ^d 02 ^h 12 ^m
Cuarto menguante	10 ^d 04 ^h 52 ^m
Luna nueva	17 ^d 11 ^h 52 ^m
Cuarto creciente	24 ^d 02 ^h 32 ^m

Apogeo	7 ^d 08 ^h
Perigeo	19 ^d 07 ^h

LUNA Mayo 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 V	19 22	** **	4 42	13 55 24,1	-16 15 23	62,7624	
2 S	20 25	0 19	5 09	14 43 01,2	-20 41 50	63,1184	
3 D	21 27	1 06	5 42	15 32 41,1	-24 14 30	63,3928	
4 L	22 25	1 55	6 21	16 24 18,9	-26 42 40	63,5687	
5 M	23 17	2 46	7 07	17 17 21,9	-27 57 59	63,6255	
6 M	** **	3 38	8 01	18 10 55,6	-27 55 55	63,5427	
7 J	0 01	4 28	9 00	19 03 59,0	-26 36 29	63,3025	
8 V	0 38	5 17	10 03	19 55 43,4	-24 03 57	62,8930	
9 S	1 09	6 05	11 08	20 45 45,8	-20 25 36	62,3134	
10 D	1 36	6 50	12 13	21 34 12,1	-15 50 24	61,5760	
11 L	2 00	7 35	13 20	22 21 33,3	-10 28 06	60,7089	
12 M	2 22	8 19	14 28	23 08 39,7	-04 29 28	59,7578	
13 M	2 45	9 05	15 38	23 56 35,2	+01 52 55	58,7851	
14 J	3 10	9 54	16 53	00 46 33,7	+08 23 01	57,8657	
15 V	3 38	10 47	18 11	01 39 52,0	+14 39 42	57,0802	
16 S	4 12	11 46	19 33	02 37 35,4	+20 15 54	56,5025	
17 D	4 55	12 49	20 52	03 40 09,8	+24 40 02	56,1899	
18 L	5 50	13 56	22 04	04 46 45,2	+27 21 41	56,1695	
19 M	6 57	15 03	23 03	05 54 60,0	+28 00 57	56,4354	
20 M	8 11	16 06	23 50	07 01 44,3	+26 36 27	56,9500	
21 J	9 28	17 03	** **	08 04 24,2	+23 25 08	57,6525	
22 V	10 42	17 55	0 26	09 01 54,1	+18 54 05	58,4722	
23 S	11 53	18 42	0 54	09 54 30,1	+13 31 10	59,3391	
24 D	13 00	19 26	1 18	10 43 13,1	+07 40 00	60,1938	
25 L	14 04	20 08	1 40	11 29 19,3	+01 39 01	60,9906	
26 M	15 08	20 50	2 01	12 14 04,4	-04 17 24	61,6996	
27 M	16 11	21 32	2 22	12 58 37,2	-09 57 14	62,3045	
28 J	17 14	22 16	2 46	13 43 56,9	-15 09 24	62,7990	
29 V	18 17	23 03	3 12	14 30 50,3	-19 42 50	63,1838	
30 S	19 19	23 51	3 43	15 19 46,2	-23 26 13	63,4625	
31 D	20 18	** **	4 20	16 10 48,5	-26 08 33	63,6377	

Luna llena	1 ^d 17 ^h 23 ^m
Cuarto menguante	9 ^d 21 ^h 10 ^m
Luna nueva	16 ^d 20 ^h 01 ^m
Cuarto creciente	23 ^d 11 ^h 11 ^m
Luna llena	31 ^d 08 ^h 45 ^m

Apogeo	4 ^d 22 ^h
Perigeo	17 ^d 14 ^h

LUNA Junio 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia R_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 L	21 12	0 42	5 04	17 03 31,8	-27 40 29	63,7095	
2 M	21 58	1 33	5 55	17 57 03,4	-27 56 03	63,6740	
3 M	22 38	2 24	6 53	18 50 17,6	-26 54 02	63,5244	
4 J	23 10	3 14	7 55	19 42 16,0	-24 38 11	63,2507	
5 V	23 38	4 01	8 59	20 32 24,0	-21 16 04	62,8442	
6 S	** **	4 46	10 03	21 20 37,9	-16 57 20	62,3003	
7 D	0 02	5 30	11 08	22 07 21,6	-11 52 25	61,6213	
8 L	0 25	6 13	12 13	22 53 20,2	-06 11 52	60,8219	
9 M	0 47	6 57	13 20	23 39 34,1	-00 06 49	59,9309	
10 M	1 09	7 43	14 30	00 27 15,2	+06 09 52	58,9939	
11 J	1 35	8 33	15 44	01 17 42,8	+12 21 50	58,0723	
12 V	2 05	9 27	17 03	02 12 15,4	+18 07 23	57,2399	
13 S	2 43	10 27	18 23	03 11 51,1	+22 58 46	56,5743	
14 D	3 32	11 33	19 40	04 16 31,7	+26 24 25	56,1455	
15 L	4 33	12 41	20 46	05 24 46,3	+27 56 16	56,0032	
16 M	5 46	13 47	21 40	06 33 35,0	+27 20 22	56,1657	
17 M	7 04	14 49	22 21	07 39 40,8	+24 43 40	56,6163	
18 J	8 23	15 45	22 54	08 40 56,2	+20 30 23	57,3061	
19 V	9 38	16 36	23 20	09 36 52,5	+15 11 31	58,1641	
20 S	10 48	17 22	23 44	10 28 11,8	+09 16 00	59,1114	
21 D	11 55	18 06	** **	11 16 07,8	+03 06 57	60,0714	
22 L	13 00	18 48	0 05	12 02 00,6	-02 58 23	60,9796	
23 M	14 03	19 31	0 27	12 47 05,2	-08 46 47	61,7871	
24 M	15 07	20 14	0 49	13 32 27,6	-14 07 19	62,4626	
25 J	16 10	21 00	1 15	14 19 01,7	-18 49 48	62,9899	
26 V	17 12	21 48	1 44	15 07 25,5	-22 43 59	63,3659	
27 S	18 12	22 38	2 19	15 57 54,0	-25 39 31	63,5966	
28 D	19 08	23 29	3 01	16 50 13,3	-27 26 55	63,6935	
29 L	19 56	** **	3 50	17 43 39,8	-27 59 11	63,6696	
30 M	20 38	0 20	4 47	18 37 10,1	-27 13 34	63,5375	

Cuarto menguante	8 ^d 10 ^h 01 ^m
Luna nueva	15 ^d 02 ^h 54 ^m
Cuarto creciente	21 ^d 21 ^h 56 ^m
Luna llena	29 ^d 23 ^h 57 ^m

Apogeo	1 ^d 04 ^h
Perigeo	14 ^d 23 ^h
Apogeo	28 ^d 07 ^h

LUNA Julio 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 M	21 12	1 10	5 48	19 29 39,9	-25 12 25	63,3060	
2 J	21 41	1 59	6 51	20 20 23,7	-22 02 39	62,9803	
3 V	22 06	2 45	7 56	21 09 05,6	-17 54 15	62,5621	
4 S	22 29	3 29	9 00	21 55 59,0	-12 58 31	62,0514	
5 D	22 51	4 12	10 04	22 41 40,7	-07 27 07	61,4494	
6 L	23 12	4 54	11 09	23 27 03,9	-01 31 40	60,7617	
7 M	23 36	5 38	12 16	00 13 14,2	+04 35 31	60,0036	
8 M	** **	6 25	13 27	01 01 25,2	+10 40 21	59,2012	
9 J	0 03	7 15	14 41	01 52 54,8	+16 25 18	58,3956	
10 V	0 36	8 11	15 58	02 48 52,5	+21 28 01	57,6408	
11 S	1 18	9 12	17 15	03 49 54,7	+25 21 23	57,0005	
12 D	2 12	10 18	18 25	04 55 28,6	+27 37 02	56,5403	
13 L	3 19	11 25	19 25	06 03 29,3	+27 53 27	56,3170	
14 M	4 35	12 30	20 12	07 10 50,7	+26 05 17	56,3662	
15 M	5 56	13 30	20 49	08 14 45,8	+22 26 35	56,6946	
16 J	7 14	14 24	21 19	09 13 50,8	+17 24 47	57,2765	
17 V	8 29	15 13	21 45	10 08 07,8	+11 31 08	58,0585	
18 S	9 39	15 59	22 08	10 58 31,3	+05 13 32	58,9690	
19 D	10 47	16 43	22 30	11 46 15,8	-01 05 50	59,9297	
20 L	11 52	17 27	22 52	12 32 36,8	-07 10 16	60,8660	
21 M	12 57	18 11	23 17	13 18 43,5	-12 46 55	61,7153	
22 M	14 01	18 56	23 45	14 05 33,9	-17 45 03	62,4305	
23 J	15 04	19 43	** **	14 53 52,0	-21 54 51	62,9814	
24 V	16 05	20 33	0 18	15 44 01,6	-25 06 48	63,3546	
25 S	17 02	21 24	0 57	16 36 00,2	-27 11 56	63,5504	
26 D	17 53	22 15	1 44	17 29 16,4	-28 03 07	63,5812	
27 L	18 37	23 06	2 39	18 22 55,4	-27 36 30	63,4662	
28 M	19 14	23 55	3 39	19 15 55,0	-25 52 48	63,2293	
29 M	19 45	** **	4 43	20 07 24,3	-22 57 26	62,8953	
30 J	20 11	0 42	5 48	20 56 57,6	-18 59 30	62,4863	
31 V	20 34	1 27	6 52	21 44 37,9	-14 10 23	62,0205	

Cuarto menguante	7 ^d 19 ^h 29 ^m
Luna nueva	14 ^d 09 ^h 44 ^m
Cuarto creciente	21 ^d 11 ^h 06 ^m
Luna llena	29 ^d 14 ^h 36 ^m

Perigeo	13 ^d 08 ^h
Apogeo	25 ^d 17 ^h

LUNA Agosto 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU						
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s			Declinación ° ' "			Distancia R _⊕
1 S	20 56	2 11	7 57	22 30 52,7	-08 42 31	61,5106				
2 D	21 18	2 54	9 02	23 16 27,3	-02 48 44	60,9657				
3 L	21 40	3 37	10 08	00 02 19,2	+03 17 40	60,3913				
4 M	22 05	4 22	11 17	00 49 34,8	+09 22 20	59,7946				
5 M	22 35	5 10	12 28	01 39 24,2	+15 08 56	59,1869				
6 J	23 12	6 03	13 43	02 32 54,1	+20 17 58	58,5872				
7 V	23 59	7 00	14 58	03 30 49,8	+24 26 33	58,0247				
8 S	** **	8 02	16 09	04 33 08,5	+27 09 55	57,5387				
9 D	0 59	9 07	17 11	05 38 33,8	+28 06 28	57,1745				
10 L	2 10	10 11	18 03	06 44 41,9	+27 05 01	56,9779				
11 M	3 28	11 13	18 44	07 48 54,1	+24 10 07	56,9864				
12 M	4 47	12 09	19 17	08 49 20,6	+19 40 56	57,2198				
13 J	6 04	13 01	19 44	09 45 28,3	+14 04 49	57,6746				
14 V	7 17	13 49	20 08	10 37 44,8	+07 50 15	58,3219				
15 S	8 27	14 35	20 31	11 27 09,5	+01 22 31	59,1116				
16 D	9 35	15 20	20 54	12 14 51,3	-04 57 43	59,9790				
17 L	10 42	16 04	21 18	13 01 56,9	-10 54 04	60,8541				
18 M	11 47	16 50	21 45	13 49 24,4	-16 13 26	61,6708				
19 M	12 52	17 37	22 16	14 37 59,4	-20 44 46	62,3721				
20 J	13 55	18 26	22 53	15 28 09,5	-24 18 20	62,9153				
21 V	14 54	19 17	23 38	16 19 59,0	-26 45 29	63,2734				
22 S	15 47	20 08	** **	17 13 05,7	-27 59 19	63,4365				
23 D	16 34	20 59	0 29	18 06 44,5	-27 55 44	63,4083				
24 L	17 13	21 49	1 28	18 59 59,4	-26 34 27	63,2071				
25 M	17 46	22 37	2 31	19 52 00,6	-23 59 19	62,8609				
26 M	18 14	23 23	3 35	20 42 18,8	-20 17 51	62,4044				
27 J	18 39	** **	4 41	21 30 50,6	-15 40 11	61,8755				
28 V	19 01	0 08	5 47	22 17 56,4	-10 18 12	61,3112				
29 S	19 23	0 52	6 53	23 04 15,3	-04 24 58	60,7434				
30 D	19 46	1 35	7 59	23 50 38,7	+01 45 19	60,1969				
31 L	20 10	2 20	9 08	00 38 06,9	+07 57 07	59,6886				

Cuarto menguante	6 ^d 02 ^h 21 ^m
Luna nueva	12 ^d 17 ^h 37 ^m
Cuarto creciente	20 ^d 02 ^h 46 ^m
Luna llena	28 ^d 04 ^h 19 ^m

Perigeo	10 ^d 11 ^h
Apogeo	22 ^d 08 ^h

LUNA Setiembre 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 M	20 38	3 08	10 19	01 27 43,6	+13 53 04	59,2273	
2 M	21 13	3 59	11 33	02 20 29,0	+19 13 29	58,8166	
3 J	21 56	4 55	12 47	03 17 05,2	+23 36 31	58,4584	
4 V	22 50	5 54	13 59	04 17 35,1	+26 39 33	58,1580	
5 S	23 55	6 57	15 03	05 21 01,3	+28 02 55	57,9250	
6 D	** **	8 00	15 57	06 25 27,9	+27 35 14	57,7766	
7 L	1 09	9 00	16 40	07 28 37,2	+25 17 40	57,7341	
8 M	2 26	9 57	17 15	08 28 43,4	+21 23 57	57,8202	
9 M	3 42	10 50	17 44	09 25 02,8	+16 16 06	58,0524	
10 J	4 56	11 39	18 09	10 17 48,6	+10 19 07	58,4373	
11 V	6 07	12 26	18 33	11 07 48,5	+03 57 16	58,9667	
12 S	7 15	13 11	18 55	11 56 04,1	-02 27 50	59,6140	
13 D	8 23	13 56	19 19	12 43 38,1	-08 37 34	60,3385	
14 L	9 30	14 42	19 45	13 31 26,7	-14 16 12	61,0879	
15 M	10 36	15 29	20 15	14 20 14,7	-19 10 15	61,8054	
16 M	11 41	16 18	20 50	15 10 30,3	-23 08 15	62,4356	
17 J	12 42	17 08	21 32	16 02 19,8	-26 00 35	62,9308	
18 V	13 38	18 00	22 20	16 55 24,1	-27 39 57	63,2535	
19 S	14 28	18 51	23 16	17 49 02,0	-28 02 08	63,3806	
20 D	15 09	19 41	** **	18 42 21,3	-27 06 34	63,3046	
21 L	15 45	20 30	0 17	19 34 34,2	-24 56 27	63,0335	
22 M	16 15	21 16	1 20	20 25 11,1	-21 38 09	62,5902	
23 M	16 41	22 01	2 26	21 14 06,9	-17 20 16	62,0109	
24 J	17 04	22 46	3 31	22 01 40,0	-12 13 02	61,3415	
25 V	17 26	23 30	4 37	22 48 26,7	-06 28 04	60,6338	
26 S	17 49	24 15	5 45	23 35 16,9	-00 18 36	59,9410	
27 D	18 13	0 15	6 54	00 23 09,1	+05 59 54	59,3101	
28 L	18 41	1 03	8 06	01 13 05,7	+12 09 12	58,7786	
29 M	19 14	1 54	9 20	02 06 05,6	+17 48 02	58,3697	
30 M	19 55	2 49	10 36	03 02 49,9	+22 32 42	58,0918	

Cuarto menguante	4 ^d 07 ^h 51 ^m
Luna nueva	11 ^d 03 ^h 27 ^m
Cuarto creciente	18 ^d 20 ^h 44 ^m
Luna llena	26 ^d 16 ^h 49 ^m

Perigeo	6 ^d 20 ^h
Apogeo	19 ^d 03 ^h

LUNA Octubre 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU						
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s			Declinación ° ' "			Distancia R _⊕
1 J	20 46	3 48	11 50	04 03 20,8	+25 59 05	57,9403				
2 V	21 48	4 51	12 56	05 06 41,3	+27 46 43	57,9018				
3 S	22 58	5 53	13 53	06 10 56,7	+27 44 10	57,9591				
4 D	** **	6 54	14 39	07 13 51,5	+25 52 37	58,0977				
5 L	0 13	7 51	15 16	08 13 41,5	+22 25 09	58,3078				
6 M	1 28	8 44	15 46	09 09 43,3	+17 42 12	58,5860				
7 M	2 41	9 33	16 12	10 02 10,0	+12 06 29	58,9331				
8 J	3 51	10 19	16 35	10 51 48,9	+05 59 54	59,3518				
9 V	4 59	11 04	16 58	11 39 41,8	-00 17 41	59,8399				
10 S	6 06	11 48	17 21	12 26 51,9	-06 28 24	60,3892				
11 D	7 13	12 34	17 46	13 14 16,8	-12 16 05	60,9807				
12 L	8 20	13 21	18 14	14 02 43,4	-17 25 58	61,5861				
13 M	9 25	14 09	18 47	14 52 42,1	-21 44 44	62,1685				
14 M	10 29	14 59	19 27	15 44 21,3	-25 00 51	62,6859				
15 J	11 27	15 51	20 13	16 37 22,9	-27 05 26	63,0961				
16 V	12 20	16 42	21 06	17 31 04,6	-27 53 09	63,3602				
17 S	13 04	17 33	22 04	18 24 31,0	-27 22 57	63,4479				
18 D	13 42	18 21	23 06	19 16 50,3	-25 37 55	63,3393				
19 L	14 13	19 08	** **	20 07 29,3	-22 44 20	63,0293				
20 M	14 41	19 53	0 09	20 56 20,5	-18 50 25	62,5283				
21 M	15 05	20 37	1 14	21 43 41,4	-14 05 16	61,8629				
22 J	15 28	21 21	2 19	22 30 08,7	-08 38 43	61,0757				
23 V	15 50	22 06	3 25	23 16 33,4	-02 41 37	60,2229				
24 S	16 14	22 52	4 33	00 03 56,5	+03 33 01	59,3701				
25 D	16 40	23 43	5 44	00 53 25,0	+09 48 49	58,5851				
26 L	17 12	** **	6 59	01 46 05,1	+15 45 04	57,9309				
27 M	17 51	0 38	8 17	02 42 49,4	+20 56 35	57,4564				
28 M	18 40	1 37	9 34	03 43 52,1	+24 55 35	57,1902				
29 J	19 40	2 41	10 46	04 48 22,2	+27 16 38	57,1363				
30 V	20 49	3 45	11 47	05 54 16,8	+27 43 41	57,2768				
31 S	22 04	4 48	12 37	06 58 57,8	+26 15 43	57,5772				

Cuarto menguante	3 ^d 13 ^h 25 ^m
Luna nueva	10 ^d 15 ^h 50 ^m
Cuarto creciente	18 ^d 16 ^h 13 ^m
Luna llena	26 ^d 04 ^h 12 ^m

Perigeo	1 ^d 21 ^h
Apogeo	16 ^d 23 ^h
Perigeo	28 ^d 18 ^h

LUNA Noviembre 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Distancia \mathcal{R}_{\oplus}
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s	Declinación ° ' "		
1 D	23 19	5 47	13 17	08 00 17,1	+23 06 26	57,9956	
2 L	** **	6 41	13 49	08 57 17,6	+18 38 15	58,4908	
3 M	0 32	7 30	14 16	09 50 10,0	+13 15 34	59,0274	
4 M	1 42	8 17	14 40	10 39 45,9	+07 20 35	59,5805	
5 J	2 49	9 01	15 02	11 27 13,4	+01 12 20	60,1345	
6 V	3 55	9 45	15 25	12 13 42,0	-04 52 51	60,6815	
7 S	5 01	10 29	15 49	13 00 15,6	-10 40 19	61,2165	
8 D	6 07	11 15	16 16	13 47 47,5	-15 56 11	61,7346	
9 L	7 12	12 02	16 47	14 36 55,6	-20 27 05	62,2271	
10 M	8 16	12 52	17 24	15 27 55,8	-24 00 31	62,6789	
11 M	9 17	13 43	18 07	16 20 35,8	-26 25 52	63,0689	
12 J	10 12	14 35	18 58	17 14 15,0	-27 35 53	63,3708	
13 V	10 59	15 26	19 54	18 07 53,2	-27 27 56	63,5556	
14 S	11 39	16 15	20 55	19 00 29,4	-26 04 23	63,5945	
15 D	12 12	17 02	21 57	19 51 19,7	-23 31 37	63,4644	
16 L	12 41	17 47	23 00	20 40 08,0	-19 58 21	63,1491	
17 M	13 05	18 30	** **	21 27 06,1	-15 34 06	62,6453	
18 M	13 28	19 12	0 03	22 12 48,3	-10 28 21	61,9642	
19 J	13 50	19 55	1 06	22 58 04,9	-04 50 34	61,1339	
20 V	14 13	20 40	2 12	23 43 57,9	+01 08 55	60,2011	
21 S	14 38	21 28	3 20	00 31 37,8	+07 17 28	59,2280	
22 D	15 07	22 20	4 32	01 22 19,8	+13 18 20	58,2895	
23 L	15 42	23 18	5 49	02 17 14,7	+18 49 13	57,4665	
24 M	16 27	** **	7 07	03 17 07,0	+23 22 12	56,8337	
25 M	17 24	0 22	8 24	04 21 41,6	+26 26 58	56,4481	
26 J	18 32	1 28	9 33	05 29 15,0	+27 38 31	56,3407	
27 V	19 48	2 35	10 30	06 36 51,3	+26 46 41	56,5086	
28 S	21 06	3 37	11 14	07 41 34,3	+24 00 35	56,9195	
29 D	22 22	4 35	11 50	08 41 40,1	+19 43 45	57,5186	
30 L	23 34	5 27	12 19	09 36 53,6	+14 24 53	58,2403	

Cuarto menguante	1 ^d 20 ^h 28 ^m
------------------	--

Luna nueva	9 ^d 07 ^h 02 ^m
------------	--

Cuarto creciente	17 ^d 11 ^h 48 ^m
------------------	---

Luna llena	24 ^d 14 ^h 54 ^m
------------	---

Apogeo	13 ^d 18 ^h
--------	---------------------------------

Perigeo	25 ^d 21 ^h
---------	---------------------------------

LUNA Diciembre 2026

Día	En Madrid (TU)			a 0 ^h de TU			Declinación ° ' "	Distancia R _⊕
	Orto h m	Culmin. h m	Ocaso h m	Asc. Recta h m s				
1 M	** **	6 15	12 44	10 28 00,7	+08 30 25	59,0206		
2 M	0 42	7 00	13 07	11 16 13,9	+02 21 59	59,8045		
3 J	1 48	7 44	13 29	12 02 50,2	-03 43 23	60,5513		
4 V	2 53	8 27	13 53	12 49 01,6	-09 31 43	61,2340		
5 S	3 58	9 12	14 18	13 35 50,0	-14 50 35	61,8394		
6 D	5 03	9 59	14 48	14 24 02,8	-19 28 01	62,3625		
7 L	6 07	10 47	15 23	15 14 07,2	-23 12 21	62,8034		
8 M	7 09	11 38	16 04	16 06 03,2	-25 52 42	63,1634		
9 M	8 05	12 29	16 52	16 59 19,8	-27 20 31	63,4407		
10 J	8 55	13 20	17 47	17 53 00,2	-27 31 17	63,6295		
11 V	9 37	14 10	18 46	18 45 57,6	-26 25 37	63,7181		
12 S	10 13	14 58	19 48	19 37 16,4	-24 09 01	63,6921		
13 D	10 42	15 43	20 50	20 26 26,8	-20 50 26	63,5333		
14 L	11 08	16 26	21 52	21 13 29,2	-16 40 14	63,2263		
15 M	11 31	17 08	22 54	21 58 49,5	-11 48 53	62,7595		
16 M	11 52	17 49	23 57	22 43 12,3	-06 26 20	62,1314		
17 J	12 14	18 32	** **	23 27 35,2	-00 42 14	61,3525		
18 V	12 37	19 16	1 01	00 13 05,5	+05 12 55	60,4507		
19 S	13 02	20 05	2 09	01 00 58,4	+11 06 18	59,4712		
20 D	13 33	20 58	3 21	01 52 32,4	+16 40 56	58,4774		
21 L	14 12	21 58	4 37	02 48 56,1	+21 33 57	57,5470		
22 M	15 03	23 03	5 55	03 50 41,7	+25 17 01	56,7643		
23 M	16 06	** **	7 08	04 57 05,9	+27 20 27	56,2079		
24 J	17 20	0 11	8 12	06 05 49,3	+27 22 34	55,9377		
25 V	18 40	1 18	9 04	07 13 35,9	+25 19 30	55,9821		
26 S	20 00	2 20	9 45	08 17 40,1	+21 27 40	56,3322		
27 D	21 17	3 17	10 18	09 16 47,3	+16 16 18	56,9442		
28 L	22 30	4 08	10 46	10 11 09,6	+10 17 11	57,7489		
29 M	23 39	4 56	11 10	11 01 48,6	+03 57 57	58,6667		
30 M	** **	5 41	11 33	11 50 02,3	-02 19 53	59,6190		
31 J	0 45	6 26	11 57	12 37 08,0	-08 20 01	60,5388		

Cuarto menguante	1 ^d 06 ^h 09 ^m
Luna nueva	9 ^d 00 ^h 52 ^m
Cuarto creciente	17 ^d 05 ^h 43 ^m
Luna llena	24 ^d 01 ^h 28 ^m
Cuarto menguante	30 ^d 19 ^h 00 ^m

Apogeo	11 ^d 07 ^h
Perigeo	24 ^d 09 ^h

4.9. Ortos, ocayos y pasos de la Luna por el meridiano

Cálculo del orto y ocaso 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 **.

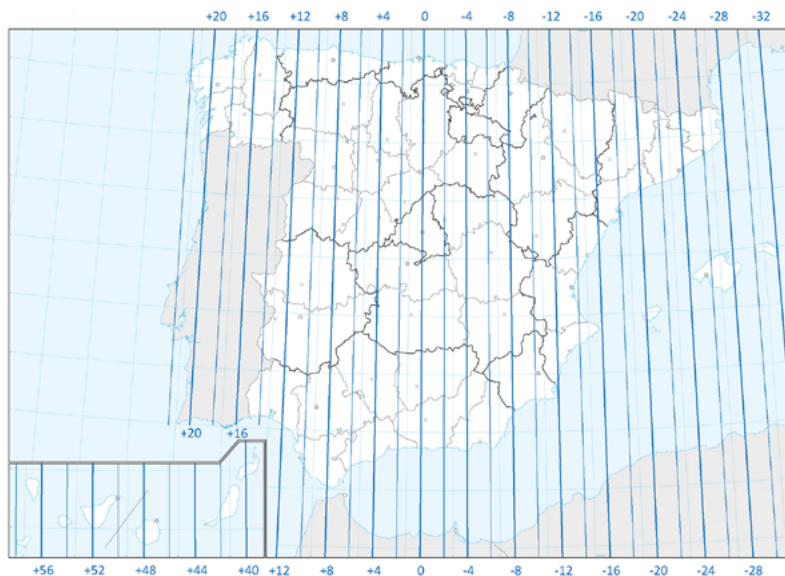
Para conocer el instante de salida o de puesta de la Luna en otro lugar de España es necesario aplicar dos correcciones, una debida a la diferente latitud y otra debida a la diferente longitud. Puede ocurrir que, hechas tales correcciones, el fenómeno tenga lugar el día anterior o el posterior.

Corrección por longitud a las horas de orto, culminación 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°5
Almería	-5 ^m 37°	Ávila	+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
Castelló de la Plana	-15 ^m 40°	Ceuta	+6 ^m 36°
Ciudad Real	+1 ^m 39°	Córdoba	+4 ^m 38°
Coruña, A	+19 ^m 43°5	Cuenca	-6 ^m 40°
Donostia-San Sebastián	-7 ^m 43°5	Girona	-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	-17 ^m 41°5	Madrid	0 ^m 40°5
Málaga	+3 ^m 36°5	Melilla	-3 ^m 35°5
Murcia	-10 ^m 38°	Ourense	+17 ^m 42°5

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

Ciudad	Correc. Lat.	Ciudad	Correc. Lat.
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°	València	-13 ^m 39;5
Valladolid	+4 ^m 41;5	Vitoria-Gasteiz	-4 ^m 43°
Zamora	+8 ^m 41;5	Zaragoza	-11 ^m 41;5



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 en

primera aproximación por la diferencia de longitudes, expresada en minutos de tiempo. Para las capitales de provincia, se encuentra en la tabla anterior.

**Corrección, en minutos, al orto y ocaso de la Luna
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	-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	

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 3° en declinación en la tabla anterior. El paralelo 28° corresponde a las Canarias.

Para conocer el tiempo oficial, TO, habrá que añadir una tercera corrección, que depende de la época del año: +1^h o +2^h en la Península y Baleares, 0^h o +1^h en 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 Lugo (latitud $43^{\circ}0'$) el día 16 de enero, en que su declinación media es de -28° y el horario oficial es el de invierno:

$$\text{orto} = 6^{\text{h}}08^{\text{m}} + (+15)^{\text{m}} + (+11^{\text{m}}) = 6^{\text{h}}34^{\text{m}} \text{ TU} = 7^{\text{h}}34^{\text{m}} \text{ TO}$$

$$\text{ocaso} = 14^{\text{h}}49^{\text{m}} + (+15)^{\text{m}} - (+11^{\text{m}}) = 14^{\text{h}}53^{\text{m}} \text{ TU} = 15^{\text{h}}53^{\text{m}} \text{ TO}$$

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

En un lugar de longitud λ_E (positiva al este de Greenwich):

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

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

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

Un cálculo aproximado 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 (indicando el sur) que figuran en las tablas mensuales se refieren al centro de la Luna (culminación) 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:

$$\text{paso meridiano} = \text{paso meridiano Madrid} - 1,036 (14^{\text{m}}45^{\text{s}} + \lambda_E)$$

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_q (expresada en radios terrestres), o bien del semidiámetro s_q o de la paralaje π_q (expresados en minutos de arco) mediante las expresiones:

$$\text{paso semidiámetro (en } ^s) \approx 4,1 s_q \approx 1,13 \pi_q \approx 3900 / r_q$$

Los pasos por los bordes anterior y posterior serán:

$$\text{paso borde anterior} = \text{paso centro} - \text{paso semidiámetro}$$

$$\text{paso borde posterior} = \text{paso centro} + \text{paso semidiámetro}$$

4.10. Fases de la Luna

La apariencia de la parte iluminada de la Luna vista desde la Tierra va variando a medida que las posiciones relativas de Tierra, Sol y Luna van cambiando, siendo el movimiento más rápido la traslación de esta alrededor de la Tierra. El cambio de apariencia da lugar a las denominadas fases lunares o fases de la Luna.

Fases de la Luna en 2026

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	03 10 03	Ene	10 15 48
Ene	18 19 52	Ene	26 04 47	Feb	01 22 09	Feb	09 12 43
Feb	17 12 01	Feb	24 12 28	Mar	03 11 38	Mar	11 09 39
Mar	19 01 24	Mar	25 19 18	Abr	02 02 12	Abr	10 04 52
Abr	17 11 52	Abr	24 02 32	May	01 17 23	May	09 21 10
May	16 20 01	May	23 11 11	May	31 08 45	Jun	08 10 01
Jun	15 02 54	Jun	21 21 56	Jun	29 23 57	Jul	07 19 29
Jul	14 09 44	Jul	21 11 06	Jul	29 14 36	Ago	06 02 21
Ago	12 17 37	Ago	20 02 46	Ago	28 04 19	Set	04 07 51
Set	11 03 27	Set	18 20 44	Set	26 16 49	Oct	03 13 25
Oct	10 15 50	Oct	18 16 13	Oct	26 04 12	Nov	01 20 28
Nov	09 07 02	Nov	17 11 48	Nov	24 14 54	Dic	01 06 09
Dic	09 00 52	Dic	17 05 43	Dic	24 01 28	Dic	30 19 00

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* o *novilunio*, 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* o *plenilunio* 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 tabla siguiente.

La *edad* de la Luna es el tiempo transcurrido desde la última luna nueva, expresado en días. La primera aparición de la Luna después del novilunio, o primera visión del *creciente lunar*, ha servido y sirve aún como inicio del mes en calendarios lunares, como el musulmán.

4.11. 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
mes	día	h	km	mes	día	h	km
Ene	1	22	360361	Ene	13	21	405405
Ene	29	22	365894	Feb	10	17	404537
Feb	24	23	370172	Mar	10	14	404345
Mar	22	12	366883	Abr	7	8	404936
Abr	19	7	361645	May	4	22	405816
May	17	14	358082	Jun	1	4	406360
Jun	14	23	357195	Jun	28	7	406278
Jul	13	8	359103	Jul	25	17	405575
Ago	10	11	363266	Ago	22	8	404678
Set	6	20	368229	Set	19	3	404261
Oct	1	21	369301	Oct	16	23	404681
Oct	28	18	364387	Nov	13	18	405650
Nov	25	21	359336	Dic	11	7	406436
Dic	24	9	356648				

Valores extremos en los siglos XX y XXI

Intervalos menor y mayor entre lunas nuevas consecutivas:

$29^{\text{d}},274$ y $29^{\text{d}},829$

Intervalos menor y mayor entre perigeos sucesivos:

$24^{\text{d}},65$ y $28^{\text{d}},54$

Intervalos menor y mayor entre dos apogeos sucesivos:

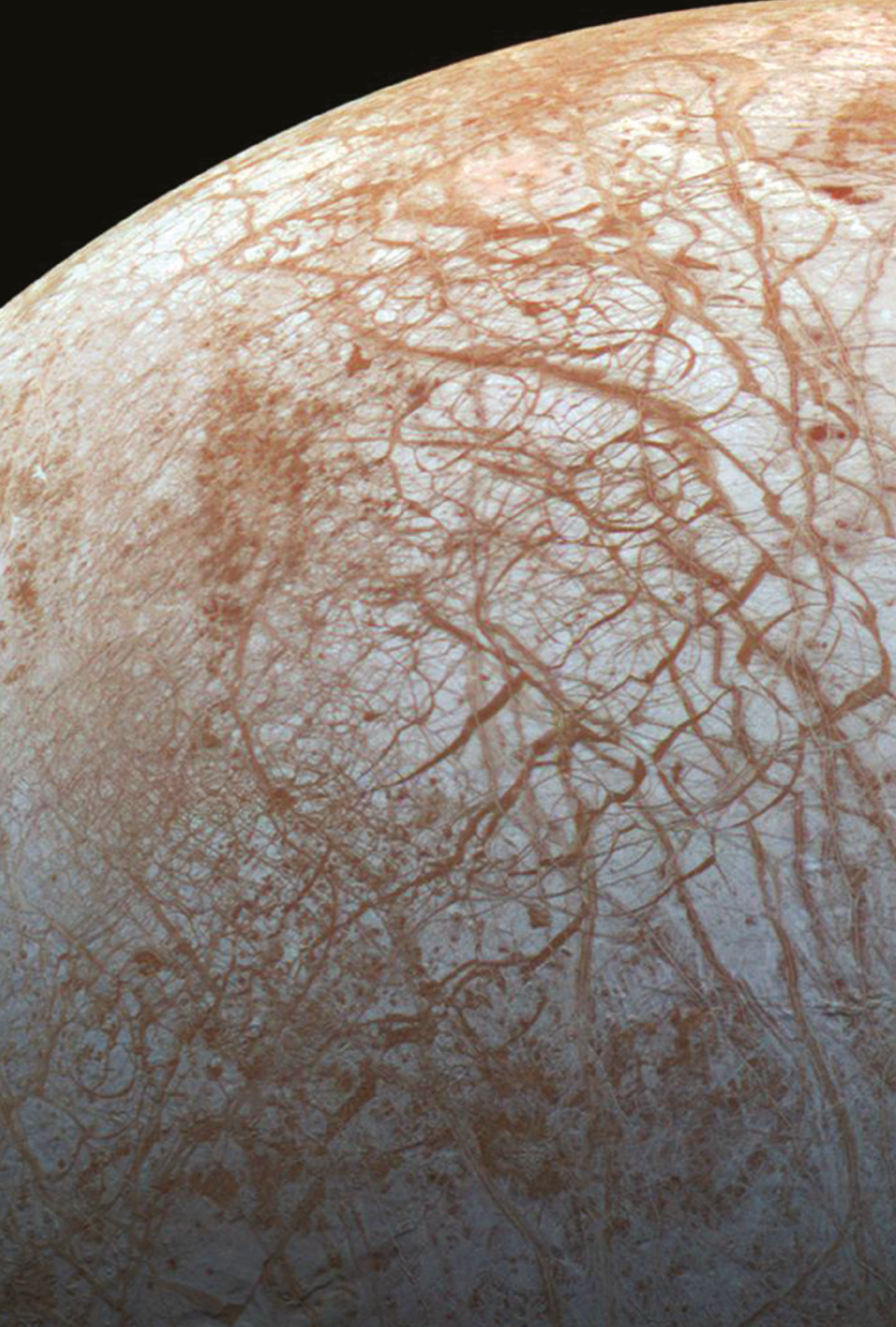
$26^{\text{d}},98$ y $27^{\text{d}},90$

Valores extremos entre los que varía el perigeo lunar:

356 375 y 370 350 km

Valores extremos entre los que varía el apogeo lunar:

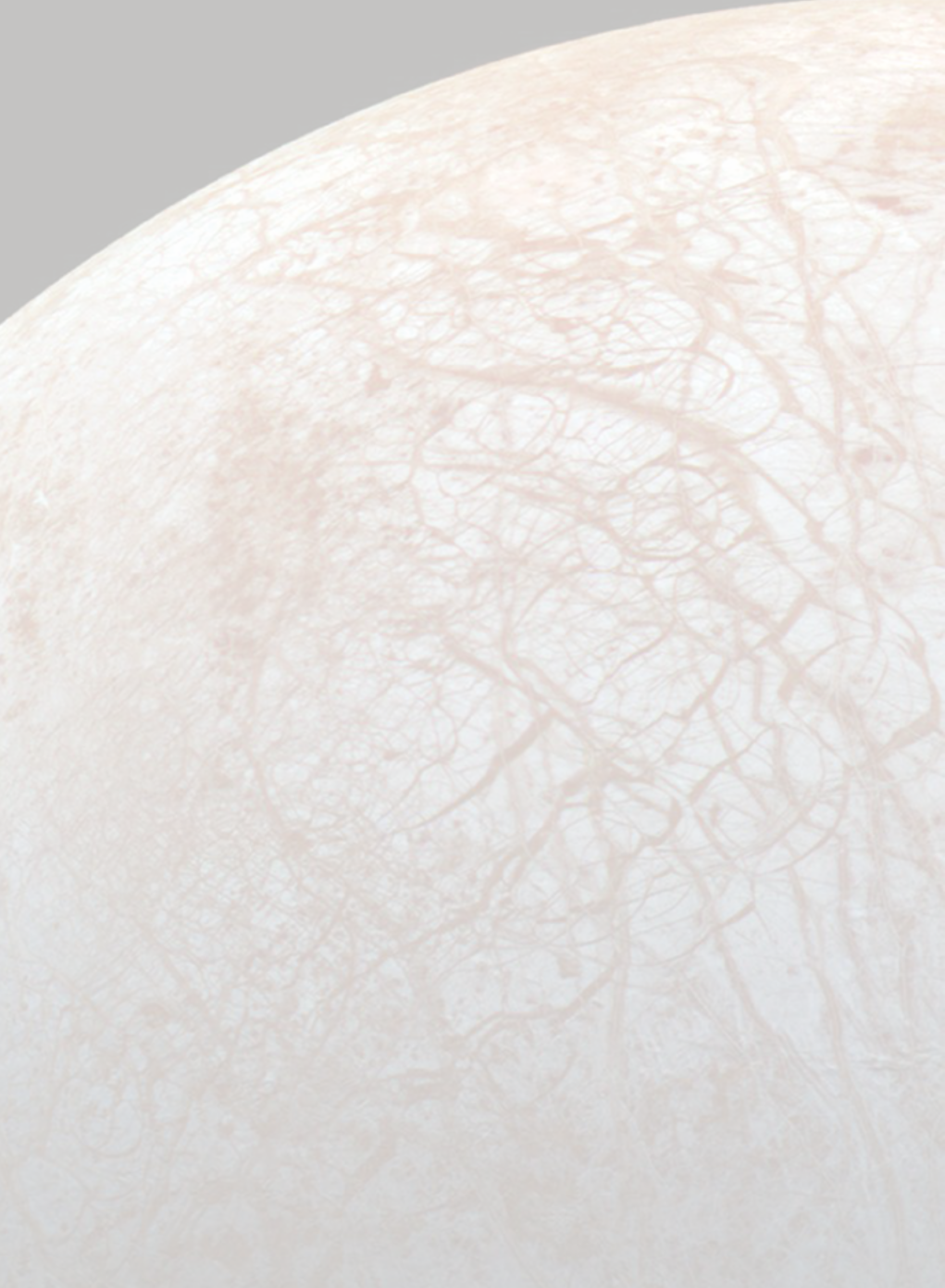
404 050 y 406 712 km



A close-up photograph of a planet's surface, likely Mars, showing a complex network of reddish-brown veins and spots against a lighter, sandy background. The veins vary in thickness and direction, creating a dense, web-like pattern. The lighting is soft, highlighting the texture and color variations of the terrain.

CAPÍTULO 5

Planetas y satélites



Europa, satélite natural de Júpiter. NASA/JPL - Caltech/SETI Institute

Vivimos en un sistema multiplanetario, con nada menos que otros siete planetas, además del nuestro, orbitando en torno al Sol. Considerando la distancia a nuestra estrella, y de más cercano a más lejano, los ocho planetas del sistema solar son Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Entre ellos existe una importante variedad de características y propiedades, que hace que compongan un conjunto de enorme belleza e interés científico.

Atendiendo a su composición, los planetas del sistema solar se dividen en dos grandes grupos. En primer lugar tenemos los planetas terrestres, compuestos principalmente de materia sólida. Sus órbitas son las más cercanas al Sol, estando todas situadas en la zona interior de la órbita definida por el cinturón de asteroides. Son Mercurio, Venus, la Tierra y Marte. También entre ellos existe una gran diversidad. Mercurio, el de menor tamaño de todos, con la órbita más pequeña y más rápida, no tiene prácticamente atmósfera y es a grandes rasgos una densa bola rocosa que, al no tener atmósfera y estar tan cerca del Sol, tiene fortísimos contrastes térmicos entre los valores diurnos y nocturnos. Venus es el planeta gemelo en tamaño de la Tierra, pero con una atmósfera muy densa y con una composición química rica en dióxido de carbono y ácido sulfúrico, por lo que sufre un fortísimo efecto invernadero que le hace alcanzar las temperaturas más altas en superficie del sistema solar, convirtiéndolo en inhabitable para el ser humano. La Tierra, muy bien conocida para nosotros, es el único planeta donde se equilibran todos los factores para posibilitar el desarrollo de la vida tal como la conocemos. Y Marte, el planeta rojo, es a día de hoy yermo pero cuenta con casquetes polares de hielo y con señales de haber tenido agua líquida en superficie en el pasado. Se considera posible que albergue agua subterránea actualmente, por lo que es uno de los puntos donde se están buscando posibles rastros presentes o pasados de vida.

El segundo grupo lo componen los planetas gaseosos: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Son cuerpos gaseosos, mucho más grandes que los planetas terrestres, y con órbitas más externas. Júpiter es el más grande de todos, compuesto principalmente por hidrógeno y helio con trazas de otros elementos, con una rotación muy rápida. Su superficie se caracteriza por un patrón de franjas nubosas blancas y anaranjadas donde incluso pueden formarse tormentas como la Gran Mancha Roja. Saturno, el segundo en tamaño, se caracteriza por su imponente sistema de anillos (no es el único planeta que los tiene, pero es el caso más destacado), compuestos de fragmentos de roca y hielos. Los llamados gigantes de hielo, Urano y Neptuno, también están compuestos principalmente de hidrógeno y helio, pero con una cierta cantidad de hielos de agua, amoníaco y metano que les dan sus colores azules característicos. Urano presenta la particularidad de tener el eje de rotación más inclinado de todos los planetas, casi paralelo al plano de la eclíptica,

probablemente debido a una colisión en las fases iniciales del sistema solar. En Neptuno se alcanzan las temperaturas más bajas de los planetas del sistema solar, del orden de los -218°C .

En el cielo nocturno terrestre los planetas han sido y son algunas de las grandes joyas de la observación astronómica. Venus es, de hecho, el objeto más brillante del cielo tras el Sol y la Luna, seguido de Júpiter y Marte. Durante toda su historia la humanidad ha observado aquellos planetas que eran visibles a simple vista (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), estudiando sus movimientos y, cuando aún no éramos capaces de dar explicación científica a su existencia, dotándolos de papeles protagonistas en las mitologías de múltiples culturas. De ahí provienen, de hecho, sus nombres. Hubo que esperar hasta tiempos relativamente recientes, con la invención y correspondiente desarrollo de los telescopios, para añadir los últimos dos planetas a la lista: Urano, descubierto por William Herschel en 1781, y Neptuno, predicho por Le Verrier y observado por Galle en 1846.

Los satélites del sistema solar constituyen otro grupo de enorme variedad e interés. Entre los planetas terrestres solo encontramos tres (la Luna en la Tierra, y Fobos y Deimos en Marte), pero entre los planetas gaseosos se cuentan por decenas. Suman unos 300, número que aún aumenta cuando se descubren nuevos cuerpos pequeños orbitando en torno a los planetas gaseosos. Entre ese censo total, al menos 19 tienen masa suficiente como para que la gravedad los haga ser esféricos y estar en equilibrio hidrostático, y por tanto habrían sido planetas o planetas enanos si hubieran orbitado el Sol en vez girar entorno a su planeta correspondiente. Dos de ellos (Ganímedes y Titán) son, de hecho, de mayor tamaño que Mercurio. Estos satélites de gran tamaño tienen un interés científico análogo al de los planetas, y son el objeto de estudio de algunas de las más importantes misiones espaciales del presente y el futuro inmediato. Mención especial merecen los cuatro satélites galileanos, que orbitan en torno a Júpiter: Ío, el cuerpo con mayor actividad volcánica del sistema solar; Europa, cubierto de hielo y con probable agua subterránea donde se investiga la posible presencia de vida; Ganímedes, el más grande y el único con magnetosfera, y Calisto, que también puede tener agua líquida bajo superficie. También es un caso de gran interés Titán, en Saturno, por ser el único satélite con atmósfera densa y el único otro cuerpo en el sistema solar (aparte de la Tierra) con masas líquidas en superficie, aunque en su caso de hidrocarburos, no de agua. Encélado, también en Saturno, es una luna pequeña cubierta de hielo que está expulsando vapor de agua al espacio mediante géiseres, lo que indica la presencia de agua líquida subterránea con posible actividad hidrotermal. Junto con sus compañeros, estos satélites nos proporcionan información clave sobre el sistema solar, su origen, y el desarrollo de la vida en el espacio.

5.1. Datos planetarios

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:	416
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:	$1 \mathcal{M}_{\oplus} = 5,9724 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
y la masa del Sol es:	$1 \mathcal{M}_{\odot} = 1,988547 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 333\,000 \mathcal{M}_{\oplus}$
Const. gravit. geocén.:	$G\mathcal{M}_{\oplus} = 398\,600,4418 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$
El radio de la Tierra es:	$1 \mathcal{R}_{\oplus} = 6378, 1366 \text{ km}$ (ecuatorial)
La distancia Tierra-Sol es:	$1 \text{ ua} = 149\,597\,871 \text{ km} = 8,317 \text{ minutos luz}$
La velocidad de la luz es:	$c = 299\,792, 458 \text{ km/s} = 173,145 \text{ ua/día}$
de donde se deduce que:	$1 \text{ ua/día} = 1731,457 \text{ km/s} = 6\,233\,245 \text{ km/h}$

La constante gravitatoria de Newton expresada en diversas unidades es:

$$\begin{aligned}
 G &= k^2 = 2,959122083 \cdot 10^{-4} (\text{ua})^3 (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{día})^{-2} \\
 &= 4 \pi^2 (\text{ua})^3 (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{años})^{-2} \\
 &= 887 \text{ ua} (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{km/s})^2 \\
 &= 4,302 \cdot 10^{-3} \text{ pc} (\mathcal{M}_{\odot})^{-1} (\text{km/s})^2 \\
 &= 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \\
 &= 6,674 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ s}^{-2}
 \end{aligned}$$

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 86 400 segundos.

Los elementos que caracterizan una 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 calcula 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}) de una órbita elíptica 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)	
	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	movimiento medio diario	velocidad orbital media	periodo sinódico
	P (años)	n	V (km/s)	medio (días)
Mercurio	0,240847	4°092377	47,873	115,878
Venus	0,615197	1°602169	35,021	583,921
Tierra	1,000017	0°985647	29,786	
Marte	1,880848	0°524071	24,131	779,936
Júpiter	11,862615	0°083129	13,070	398,884
Saturno	29,447498	0°033498	9,672	378,092
Urano	84,016846	0°011769	6,835	369,656
Neptuno	164,79132	0°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 (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 16 ^h 33 ^m 5 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 <i>T</i>	61,45-0,005 <i>T</i>	329,548+6,1385025 <i>d</i>
Venus	272,76	67,16	160,20-1,4813688 <i>d</i>
Tierra	0,00-0,641 <i>T</i>	90,00-0,557 <i>T</i>	190,147+360,9856235 <i>d</i>
Marte	317,681-0,106 <i>T</i>	52,886-0,061 <i>T</i>	176,630+350,89198226 <i>d</i>
Júpiter	268,05-0,009 <i>T</i>	64,49-0,003 <i>T</i>	284,95+870,5366420 <i>d</i>
Saturno	40,589-0,036 <i>T</i>	83,537-0,004 <i>T</i>	38,90+810,7939024 <i>d</i>
Urano	257,311	-15,175	203,81-501,1600928 <i>d</i>
Neptuno	299,36+0,70 sen <i>N</i>	43,46-0,51 cos <i>N</i>	253,18+w ₁ -0,48 sen <i>N</i>

Siendo $d = DJ - 2\,451\,545$ y $T = d/36\,525$. *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, <i>V</i> , 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: $1361 \text{ W m}^{-2} = 1,95 \text{ cal min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$.

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 ecuatorial en R_{\oplus}	diámetro ecuatorial en km	diámetro polar en km	achata- miento, f	tamaño angular a 1 ua	volumen Tierra=1 ($\approx 10^{12}$ km ³)
Mercurio	0,383	4881,6	= ecuatorial	~ 0	6",73	0,0562
Venus	0,949	12103,6	= ecuatorial	~ 0	16",69	0,8571
Tierra	1,000	12756,3	12713,5	0,0033528	17",59	1,0000
Marte	0,532	6792,4	6752,4	0,0058860	9",37	0,1506
Júpiter	11,209	142984	133708	0,0648744	197",15	1321
Saturno	9,449	120536	108728	0,0979624	166",19	764
Urano	4,007	51118	49946	0,0229273	70",48	63
Neptuno	3,883	49528	48682	0,0171	68",29	58

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

Planeta	Masa			
	masa, M_p (M_{\oplus})	densidad media (g cm ⁻³)	gravedad superf. ecu. (m s ⁻²)	constante gravit., GM_p (10^{15} m ³ s ⁻²)
Mercurio	0,0553	5,43	3,70	0,022032
Venus	0,8150	5,24	8,87	0,324858
Tierra	1,0000	5,51	9,80	0,398600
Marte	0,1074	3,93	3,71	0,042828
Júpiter	317,83	1,33	24,79	126,713
Saturno	95,16	0,69	10,44	37,941
Urano	14,54	1,27	8,87	5,794550
Neptuno	17,15	1,64	11,15	6,837

Planeta	Parámetros dinámicos			
	momento de inercia ($I/M_p R_p^2$)	J_2 (10^{-6})	velocidad de escape ecuatorial (km s ⁻¹)	aceleración centrífuga ecuatorial (m s ⁻²)
Mercurio	0,33	60	4,25	$9,50 \cdot 10^{-8}$
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	60,2	$560,00 \cdot 10^{-4}$
Saturno	0,210	16,298	36,9	$409,54 \cdot 10^{-4}$
Urano	0,225	3343,43	21,4	$66,35 \cdot 10^{-4}$
Neptuno		3411	23,6	$73,62 \cdot 10^{-4}$

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 , (H ₂ O)
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, 10^{-4} tesla)	inclinación del eje del dipolo	momento dipolar (Tierra=1)	Magnetopausa en dirección al Sol (R_p)
Mercurio	0,0033	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. Equivalencia: 1 G (gauss) = 10^{-4} T (tesla).

El momento dipolar magnético de la Tierra es: $7,91 \cdot 10^{15} \text{ T m}^3$.

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.

Fórmulas

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

Anomalía media: $M = L - \varpi$

Anomalía verdadera: $v \simeq M + 2e \sin M + 1,25 e^2 \sin (2M)$

Longitud verdadera: $L_v = v + \varpi$

Distancia al Sol :

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

Velocidad de traslación:

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

que viene expresada en ua/año; 1 ua/año = 4,7405 km/s = 17 066 km/h.

En las fórmulas anteriores a es el semieje mayor (en ua), e es la excentricidad y P el periodo orbital (en años). Unos valores 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:

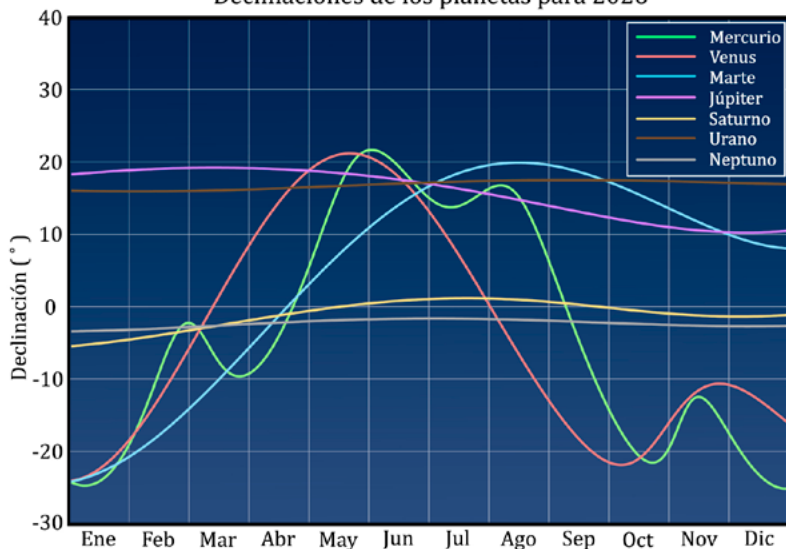
Planeta	Longitud media L	Longitud del perihelio ϖ
Mercurio	231°05 + 4°09234 d	77°498
Venus	275°01 + 1°60213 d	131°565
Tierra + Luna	99°32 + 0°98561 d	103°023
Marte	291°39 + 0°52403 d	336°178
Júpiter	103°34 + 0°08309 d	14°388
Saturno	7°79 + 0°03346 d	93°207
Urano	65°44 + 0°01173 d	173°029
Neptuno	1°15 + 0°00598 d	48°131

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)

Declinaciones de los planetas para 2026



5.2. Efemérides planetarias para el año

En las páginas siguientes figuran las efemérides de los planetas distribuidas en dos tablas y una figura. En esta se representan los periodos de visibilidad nocturna de cada planeta a lo largo del año, que corresponden al tiempo entre su orto y su ocaso.

En la primera tabla se dan los instantes de orto, culminación y ocaso en Madrid (en TU), y además las coordenadas ecuatoriales (ascensión recta y declinación) y la distancia geocéntrica en el instante de la observación, a 0^{h} de TU cada diez días.

En la segunda de las tablas se da, 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 solo 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 unidades astronómicas mediante: $\text{distancia (en ua)} = 0,12024 \text{ distancia (en minutos luz)}$.

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 solo 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 vista desde la Tierra. Solo se da para Mercurio, Venus y Marte, pues para el resto de los planetas la fase es siempre $\geq 0,99$.

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

Orientación

L_p es la longitud planetográfica del meridiano central del planeta, siendo este aquel 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.

La salida, culminación y ocaso de los planetas vienen dados en Tiempo Universal (TU) y se refieren a Madrid. Las coordenadas ecuatoriales vienen dadas para las 0^h de TU. La distancia a la Tierra viene dada en unidades astronómicas: 1 ua = 149 597 870 700 m

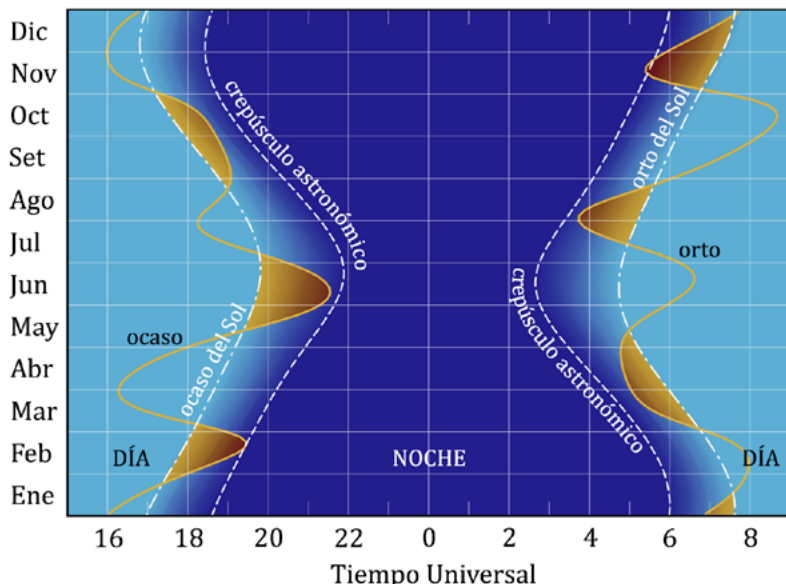
MERCURIO 2026

Mes	día	en Madrid (TU)						a 0 ^h de TU			Distancia ua			
		Orto		Culm.		Ocaso		Asc.recta				Declinación		
		h	m	h	m	h	m	h	m	s	°	'	''	
Ene.	1	6	53	11	27	16	2	17	54	5	-24	0	4	1,3776
	11	7	22	11	57	16	31	19	2	25	-24	11	7	1,4261
	21	7	44	12	28	17	12	20	12	44	-22	1	50	1,4198
	31	7	56	12	59	18	2	21	23	5	-17	22	6	1,3487
Feb.	10	7	57	13	25	18	55	22	29	45	-10	25	0	1,1883
	20	7	41	13	34	19	28	23	19	10	-3	2	13	0,9307
Mar.	2	6	55	12	55	18	56	23	23	15	-0	13	19	0,6888
	12	5	56	11	43	17	30	22	50	39	-4	3	36	0,6202
	22	5	19	10	55	16	31	22	39	41	-7	42	40	0,7040
Abr.	1	5	2	10	39	16	16	23	1	56	-7	36	52	0,8417
	11	4	53	10	42	16	31	23	43	26	-4	24	40	0,9874
	21	4	48	10	56	17	4	0	36	15	+1	4	48	1,1275
May.	1	4	47	11	20	17	54	1	39	9	+8	14	22	1,2502
	11	4	54	11	57	19	1	2	54	50	+16	10	37	1,3219
	21	5	16	12	46	20	16	4	22	52	+22	47	7	1,2797
	31	5	50	13	31	21	12	5	48	31	+25	32	35	1,1210
Jun.	10	6	22	13	58	21	33	6	55	49	+24	36	39	0,9277
	20	6	37	13	59	21	21	7	38	15	+21	44	31	0,7534
	30	6	23	13	31	20	39	7	51	16	+18	41	55	0,6234
Jul.	10	5	32	12	34	19	36	7	34	44	+17	5	44	0,5687
	20	4	27	11	32	18	38	7	11	19	+17	43	17	0,6265
	30	3	47	11	1	18	15	7	16	59	+19	34	4	0,8021
Ago.	9	3	53	11	10	18	27	8	4	9	+20	12	56	1,0512
	19	4	42	11	47	18	51	9	19	47	+17	7	40	1,2693
	29	5	45	12	25	19	3	10	37	20	+10	32	40	1,3684
Set.	8	6	40	12	52	19	3	11	44	42	+2	45	37	1,3694
	18	7	25	13	11	18	56	12	43	32	-4	48	52	1,3120
	28	8	2	13	25	18	46	13	36	43	-11	33	11	1,2129
Oct.	8	8	31	13	33	18	35	14	24	34	-17	0	7	1,0755
	18	8	41	13	29	18	18	15	1	24	-20	27	6	0,9020
	28	8	4	12	53	17	44	15	7	22	-20	9	35	0,7253
Nov.	7	6	21	11	34	16	47	14	27	42	-14	7	55	0,6902
	17	5	24	10	48	16	11	14	17	55	-11	17	58	0,8973
	27	5	39	10	50	16	0	14	58	9	-14	51	58	1,1409
Dic.	7	6	16	11	9	16	1	15	56	4	-19	31	58	1,3104
	17	6	55	11	34	16	12	17	0	25	-23	4	50	1,4070
	27	7	31	12	3	16	34	18	8	34	-24	45	57	1,4433

MERCURIO 2026

Fecha	τ min	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	fase defilu. "	L_p °	B_p °	P_{PN} °	
Ene 1	11,46	4,88	-0,6	2,5	26,1	0,949	0,25	225,6	-3,9	6,0
Ene 21	11,81	4,74	-1,4	1,7	4,7	0,998	0,01	316,4	-4,6	349,6
Feb 10	9,88	5,66	-1,1	2,2	46,1	0,847	0,87	44,2	-5,8	336,4
Mar 2	5,73	9,77	2,5	4,4	147,3	0,079	9,00	150,5	-9,3	333,0
Mar 22	5,86	9,56	0,9	4,1	119,0	0,258	7,09	286,4	-7,3	335,7
Abr 11	8,21	6,81	0,2	3,5	78,4	0,601	2,72	33,5	-3,3	332,5
May 1	10,40	5,38	-0,8	2,4	43,0	0,866	0,72	124,8	-0,8	332,4
May 21	10,64	5,26	-1,6	1,7	26,5	0,948	0,28	205,7	1,1	344,0
Jun 10	7,72	7,25	0,2	3,4	90,4	0,497	3,65	293,6	3,9	1,4
Jun 30	5,18	10,79	2,0	4,7	137,3	0,133	9,36	43,0	8,7	8,0
Jul 20	5,21	10,74	3,2	5,1	151,7	0,060	10,10	175,3	10,6	3,3
Ago 9	8,74	6,40	-0,6	2,6	74,6	0,633	2,35	285,8	6,8	9,4
Ago 29	11,38	4,92	-1,8	1,4	6,0	0,997	0,01	10,3	4,9	24,1
Set 18	10,91	5,13	-0,4	2,8	39,7	0,885	0,59	98,0	4,3	28,6
Oct 8	8,94	6,26	-0,0	3,3	68,1	0,686	1,96	193,1	3,6	25,7
Oct 28	6,03	9,28	1,2	3,9	130,9	0,173	7,67	305,3	2,3	22,8
Nov 17	7,46	7,50	-0,2	3,0	97,0	0,439	4,20	82,6	-0,8	26,0
Dic 7	10,90	5,13	-0,7	2,5	33,8	0,915	0,43	180,4	-2,3	18,7
Dic 27	12,00	4,66	-1,1	2,0	7,5	0,996	0,02	272,1	-3,5	4,3

MERCURIO

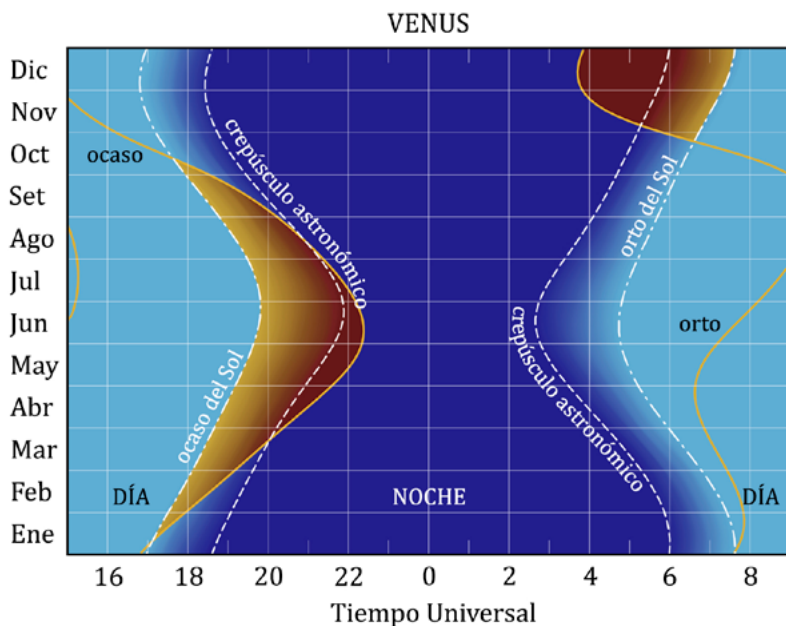


VENUS 2026

Mes	día	en Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						
		Orto		Culm.		Ocaso		Asc.recta			Declinación		Distancia ua	
		h	m	h	m	h	m	h	m	s	°	'		"
Ene.	1	7	37	12	13	16	50	18	40	13	-23	37	20	1,7100
	11	7	47	12	28	17	10	19	34	45	-22	31	10	1,7108
	21	7	51	12	42	17	33	20	27	56	-20	16	39	1,7078
	31	7	50	12	54	17	58	21	19	11	-17	2	46	1,7007
Feb.	10	7	45	13	3	18	22	22	8	23	-13	1	14	1,6897
	20	7	36	13	11	18	47	22	55	45	-8	24	38	1,6745
Mar.	2	7	26	13	18	19	10	23	41	47	-3	25	59	1,6550
	12	7	14	13	24	19	34	0	27	8	+1	42	6	1,6311
	22	7	3	13	30	19	57	1	12	30	+6	47	28	1,6025
Abr.	1	6	52	13	36	20	21	1	58	33	+11	37	42	1,5690
	11	6	44	13	44	20	46	2	45	52	+16	0	25	1,5305
	21	6	39	13	54	21	10	3	34	51	+19	43	19	1,4869
May.	1	6	38	14	5	21	33	4	25	32	+22	34	28	1,4381
	11	6	43	14	18	21	53	5	17	36	+24	23	50	1,3843
	21	6	53	14	31	22	9	6	10	18	+25	4	36	1,3258
	31	7	9	14	44	22	19	7	2	37	+24	34	31	1,2626
Jun.	10	7	27	14	55	22	23	7	53	30	+22	56	37	1,1954
	20	7	48	15	5	22	20	8	42	13	+20	18	9	1,1246
	30	8	9	15	11	22	13	9	28	16	+16	49	30	1,0506
Jul.	10	8	28	15	15	22	1	10	11	36	+12	42	25	0,9741
	20	8	46	15	16	21	45	10	52	22	+8	8	27	0,8958
	30	9	1	15	15	21	28	11	30	45	+3	19	14	0,8162
Ago.	9	9	14	15	11	21	7	12	6	54	-1	34	19	0,7361
	19	9	25	15	6	20	45	12	40	48	-6	21	58	0,6562
	29	9	33	14	57	20	21	13	11	57	-10	52	45	0,5775
Set.	8	9	35	14	45	19	54	13	39	16	-14	55	9	0,5013
	18	9	29	14	26	19	23	14	0	45	-18	15	36	0,4294
	28	9	11	13	59	18	46	14	13	3	-20	33	33	0,3649
Oct.	8	8	33	13	18	18	3	14	12	21	-21	17	17	0,3127
	18	7	33	12	24	17	15	13	57	53	-19	49	53	0,2801
	28	6	19	11	24	16	29	13	37	5	-16	18	15	0,2741
Nov.	7	5	12	10	31	15	51	13	23	17	-12	23	36	0,2963
	17	4	25	9	53	15	22	13	23	46	-9	52	35	0,3409
	27	3	57	9	28	14	59	13	37	35	-9	13	5	0,4001
Dic.	7	3	45	9	13	14	40	14	1	25	-10	3	53	0,4680
	17	3	43	9	4	14	26	14	32	16	-11	52	20	0,5405
	27	3	48	9	1	14	14	15	8	18	-14	9	52	0,6155

VENUS 2026

Fecha	τ min	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	fase defilu. "	L_p °	B_p °	P_{PN} °	
Ene 1	14,22	9,76	-3,9	0,8	2,0	1,000	0,00	323,9	1,0	357,2
Ene 21	14,20	9,77	-3,9	0,8	4,9	0,998	0,02	18,7	1,1	347,4
Feb 10	14,05	9,88	-3,9	0,8	11,3	0,990	0,10	73,4	0,9	340,5
Mar 2	13,76	10,08	-3,9	0,8	18,1	0,975	0,25	128,1	0,3	337,4
Mar 22	13,33	10,41	-3,9	0,9	25,1	0,953	0,49	182,5	-0,4	338,0
Abr 11	12,73	10,90	-3,9	0,9	32,6	0,921	0,86	236,8	-1,2	342,4
May 1	11,96	11,60	-3,9	1,0	40,6	0,880	1,40	290,8	-1,9	350,1
May 21	11,03	12,59	-3,9	1,1	49,0	0,828	2,16	344,5	-2,2	359,9
Jun 10	9,94	13,96	-4,0	1,2	57,8	0,766	3,26	37,7	-2,1	9,7
Jun 30	8,74	15,89	-4,1	1,3	67,0	0,695	4,85	90,4	-1,4	17,1
Jul 20	7,45	18,63	-4,2	1,4	76,9	0,614	7,20	142,3	-0,1	21,4
Ago 9	6,12	22,67	-4,4	1,4	87,7	0,520	10,89	192,8	1,8	22,8
Ago 29	4,80	28,90	-4,6	1,5	100,7	0,407	17,13	240,9	4,2	22,1
Set 18	3,57	38,86	-4,8	1,4	118,2	0,264	28,62	284,3	6,8	20,3
Oct 8	2,60	53,36	-4,6	1,1	145,3	0,089	48,62	317,6	8,7	19,8
Oct 28	2,28	60,89	-3,9	-0,2	168,4	0,010	60,27	337,5	7,0	21,3
Nov 17	2,84	48,95	-4,8	1,3	134,0	0,152	41,49	1,8	2,2	21,6
Dic 7	3,89	35,66	-4,8	1,4	110,4	0,326	24,05	40,1	-0,9	20,1
Dic 27	5,12	27,11	-4,6	1,4	94,7	0,459	14,66	86,6	-2,1	16,1

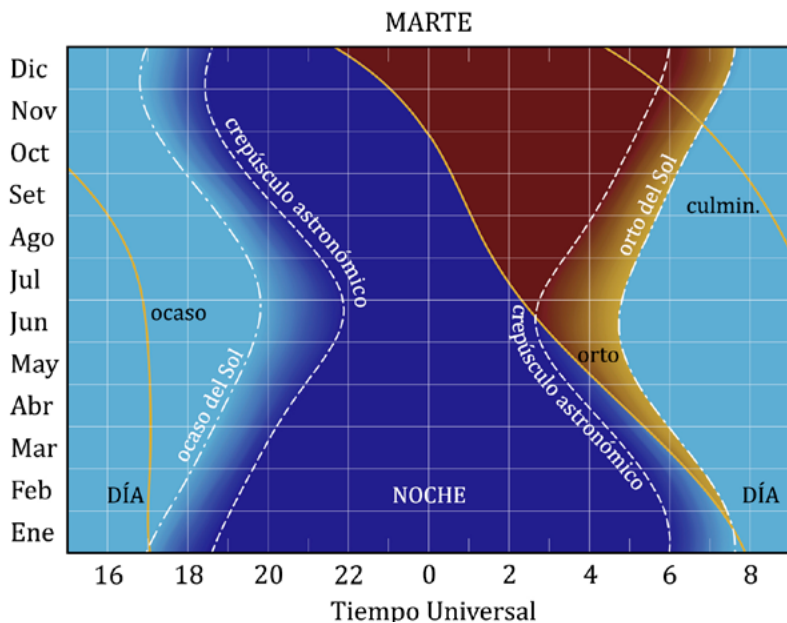


MARTE 2026

Mes	día	en Madrid (TU)			a 0 ^h de TU						
		Orto h m	Culm. h m	Ocaso h m	Asc.recta h m s	Declinación ° ' "			Distancia ua		
Ene.	1	7 52	12 27	17 3	18 55 31	-23	43	12	2,4107		
	11	7 42	12 21	17 1	19 28 48	-22	49	49	2,4020		
	21	7 30	12 15	17 0	20 1 49	-21	30	40	2,3917		
	31	7 16	12 8	17 0	20 34 21	-19	47	30	2,3800		
Feb.	10	7 0	12 0	17 1	21 6 17	-17	42	41	2,3674		
	20	6 43	11 52	17 2	21 37 33	-15	18	59	2,3540		
Mar.	2	6 24	11 43	17 3	22 8 8	-12	39	39	2,3399		
	12	6 4	11 34	17 3	22 38 4	-9	48	2	2,3254		
	22	5 44	11 24	17 4	23 7 27	-6	47	27	2,3105		
Abr.	1	5 23	11 13	17 4	23 36 22	-3	41	26	2,2951		
	11	5 1	11 2	17 4	0 4 58	-0	33	13	2,2793		
	21	4 40	10 51	17 4	0 33 23	+2	34	2	2,2628		
May.	1	4 18	10 40	17 3	1 1 42	+5	37	9	2,2455		
	11	3 57	10 29	17 2	1 30 5	+8	33	19	2,2272		
	21	3 36	10 18	17 1	1 58 37	+11	19	48	2,2076		
	31	3 16	10 8	17 0	2 27 21	+13	53	58	2,1863		
Jun.	10	2 57	9 57	16 58	2 56 20	+16	13	35	2,1632		
	20	2 39	9 47	16 56	3 25 36	+18	16	36	2,1377		
	30	2 22	9 37	16 53	3 55 4	+20	1	16	2,1096		
Jul.	10	2 6	9 27	16 49	4 24 42	+21	26	20	2,0785		
	20	1 52	9 18	16 44	4 54 22	+22	30	56	2,0439		
	30	1 39	9 8	16 37	5 23 54	+23	14	42	2,0057		
Ago.	9	1 27	8 58	16 28	5 53 10	+23	37	52	1,9636		
	19	1 16	8 47	16 18	6 21 58	+23	41	7	1,9171		
	29	1 6	8 36	16 5	6 50 7	+23	25	45	1,8663		
Set.	8	0 56	8 24	15 51	7 17 30	+22	53	24	1,8108		
	18	0 47	8 10	15 34	7 43 56	+22	6	8	1,7507		
	28	0 37	7 56	15 16	8 9 18	+21	6	22	1,6859		
Oct.	8	0 26	7 41	14 56	8 33 31	+19	56	37	1,6165		
	18	0 15	7 25	14 34	8 56 28	+18	39	45	1,5426		
	28	0 3	7 7	14 11	9 18 3	+17	18	47	1,4648		
Nov.	7	23 47	6 47	13 46	9 38 8	+15	56	44	1,3833		
	17	23 31	6 26	13 20	9 56 33	+14	37	8	1,2988		
	27	23 12	6 4	12 53	10 13 5	+13	23	35	1,2124		
Dic.	7	22 51	5 38	12 24	10 27 26	+12	19	55	1,1251		
	17	22 26	5 11	11 53	10 39 10	+11	30	43	1,0383		
	27	21 56	4 40	11 20	10 47 45	+11	0	25	0,9542		

MARTE 2026

Fecha	τ min	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	fase defilu. "	L_p °	B_p °	P_{PN} °	
Ene 1	20,05	3,89	1,1	3,8	1,6	1,000	0,00	199,0	-7,9	19,9
Ene 21	19,89	3,92	1,1	3,8	2,1	1,000	0,00	2,5	-14,2	10,7
Feb 10	19,69	3,96	1,1	3,8	5,3	0,998	0,01	165,0	-19,5	0,8
Mar 2	19,46	4,00	1,1	3,9	8,5	0,995	0,02	326,5	-23,5	350,8
Mar 22	19,22	4,05	1,2	3,9	11,6	0,990	0,04	127,3	-25,6	341,1
Abr 11	18,96	4,11	1,2	4,0	14,5	0,984	0,07	287,9	-25,7	332,7
May 1	18,68	4,17	1,2	4,0	17,3	0,977	0,09	88,9	-23,8	326,3
May 21	18,36	4,24	1,3	4,1	20,1	0,970	0,13	250,9	-20,2	322,5
Jun 10	17,99	4,33	1,3	4,2	22,8	0,961	0,17	54,1	-15,3	321,5
Jun 30	17,54	4,44	1,3	4,2	25,4	0,952	0,21	218,4	-9,7	323,2
Jul 20	17,00	4,58	1,3	4,3	27,9	0,942	0,27	23,6	-3,7	327,1
Ago 9	16,33	4,77	1,3	4,3	30,4	0,931	0,33	189,3	2,2	332,7
Ago 29	15,52	5,02	1,3	4,4	32,7	0,921	0,40	355,5	7,7	339,4
Set 18	14,56	5,35	1,2	4,5	34,8	0,910	0,48	161,9	12,7	346,7
Oct 8	13,44	5,80	1,1	4,5	36,6	0,902	0,57	328,6	16,8	354,1
Oct 28	12,18	6,40	0,9	4,5	37,7	0,896	0,67	135,8	19,9	1,1
Nov 17	10,80	7,21	0,7	4,6	37,9	0,895	0,76	303,9	21,9	7,3
Dic 7	9,36	8,33	0,4	4,6	36,5	0,902	0,81	113,7	22,9	12,3
Dic 27	7,94	9,82	-0,0	4,6	32,5	0,922	0,77	286,3	23,0	15,4



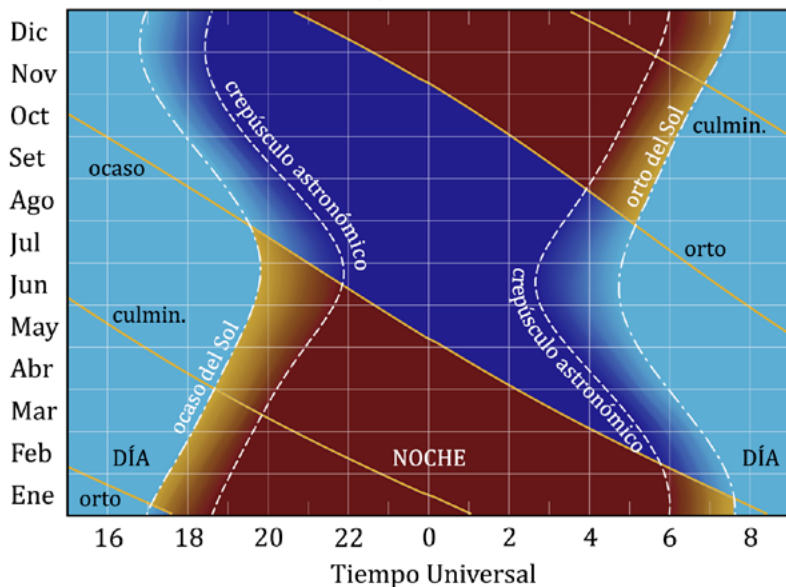
JÚPITER 2026

Mes	día	en Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						
		Orto		Culm.		Ocaso		Asc.recta			Declinación	Distancia ua		
		h	m	h	m	h	m	h	m	s	°		'	"
Ene.	1	17	37	1	4	8	27	7	32	29	+21	58	44	4,2427
	11	16	51	0	19	7	43	7	26	48	+22	12	18	4,2321
	21	16	6	23	30	6	59	7	21	8	+22	24	56	4,2533
	31	15	20	22	46	6	15	7	15	54	+22	35	52	4,3054
Feb.	10	14	36	22	2	5	32	7	11	30	+22	44	35	4,3857
	20	13	53	21	19	4	50	7	8	13	+22	50	54	4,4911
Mar.	2	13	12	20	38	4	9	7	6	15	+22	54	46	4,6170
	12	12	32	19	59	3	29	7	5	40	+22	56	16	4,7587
	22	11	53	19	20	2	51	7	6	29	+22	55	29	4,9114
Abr.	1	11	17	18	43	2	13	7	8	40	+22	52	26	5,0705
	11	10	41	18	7	1	37	7	12	5	+22	47	7	5,2314
	21	10	7	17	33	1	2	7	16	37	+22	39	28	5,3905
May.	1	9	34	16	59	0	27	7	22	9	+22	29	24	5,5439
	11	9	2	16	26	23	50	7	28	32	+22	16	51	5,6889
	21	8	31	15	54	23	17	7	35	38	+22	1	43	5,8228
	31	8	0	15	22	22	44	7	43	20	+21	43	59	5,9431
Jun.	10	7	31	14	51	22	11	7	51	31	+21	23	38	6,0483
	20	7	1	14	20	21	39	8	0	4	+21	0	41	6,1367
	30	6	33	13	50	21	6	8	8	54	+20	35	17	6,2069
Jul.	10	6	4	13	19	20	34	8	17	54	+20	7	35	6,2582
	20	5	36	12	49	20	2	8	27	0	+19	37	45	6,2898
	30	5	8	12	19	19	30	8	36	7	+19	6	5	6,3012
Ago.	9	4	40	11	48	18	57	8	45	10	+18	32	55	6,2923
	19	4	11	11	18	18	24	8	54	4	+17	58	37	6,2632
	29	3	43	10	47	17	51	9	2	45	+17	23	41	6,2140
Set.	8	3	14	10	16	17	18	9	11	7	+16	48	34	6,1457
	18	2	45	9	45	16	44	9	19	7	+16	13	53	6,0589
	28	2	16	9	13	16	10	9	26	39	+15	40	18	5,9551
Oct.	8	1	45	8	41	15	36	9	33	37	+15	8	27	5,8359
	18	1	14	8	8	15	1	9	39	55	+14	39	8	5,7031
	28	0	42	7	34	14	26	9	45	28	+14	13	8	5,5595
Nov.	7	0	8	6	59	13	50	9	50	8	+13	51	15	5,4080
	17	23	30	6	23	13	13	9	53	50	+13	34	19	5,2518
	27	22	54	5	47	12	35	9	56	26	+13	23	3	5,0950
Dic.	7	22	16	5	9	11	57	9	57	52	+13	18	1	4,9419
	17	21	37	4	30	11	18	9	58	3	+13	19	40	4,7972
	27	20	56	3	49	10	38	9	56	59	+13	27	59	4,6660

JÚPITER 2026

Fecha	τ min	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	def.filu. "	L_P °	B_P °	P_{PN} °
Ene 1	35,29	46,47	-2,7	5,3	2,0	0,01	342,8	1,6	10,5
Ene 21	35,37	46,35	-2,7	5,3	2,3	0,02	116,2	1,6	9,4
Feb 10	36,48	44,95	-2,6	5,3	6,2	0,13	248,5	1,6	8,4
Mar 2	38,40	42,70	-2,4	5,4	9,1	0,27	19,3	1,6	7,8
Mar 22	40,85	40,14	-2,3	5,4	10,6	0,34	148,5	1,6	7,9
Abr 11	43,51	37,69	-2,1	5,4	11,0	0,34	276,3	1,6	8,4
May 1	46,11	35,56	-2,0	5,4	10,3	0,28	43,1	1,5	9,5
May 21	48,43	33,86	-1,9	5,4	8,7	0,20	169,3	1,4	10,8
Jun 10	50,30	32,60	-1,9	5,4	6,6	0,11	295,2	1,2	12,4
Jun 30	51,62	31,76	-1,8	5,4	4,1	0,04	61,0	1,1	14,0
Jul 20	52,31	31,34	-1,8	5,4	1,3	0,00	186,9	0,9	15,6
Ago 9	52,33	31,33	-1,8	5,4	1,5	0,01	313,2	0,7	17,1
Ago 29	51,68	31,73	-1,8	5,4	4,2	0,04	80,0	0,5	18,6
Set 18	50,39	32,54	-1,8	5,4	6,7	0,11	207,4	0,3	19,8
Oct 8	48,54	33,78	-1,9	5,4	8,8	0,20	335,6	0,1	20,8
Oct 28	46,24	35,46	-2,0	5,4	10,2	0,28	104,8	-0,1	21,5
Nov 17	43,68	37,54	-2,1	5,4	10,7	0,33	234,9	-0,3	22,0
Dic 7	41,10	39,89	-2,2	5,4	10,1	0,31	6,2	-0,5	22,2
Dic 27	38,81	42,25	-2,4	5,4	8,3	0,22	138,6	-0,5	22,2

JÚPITER

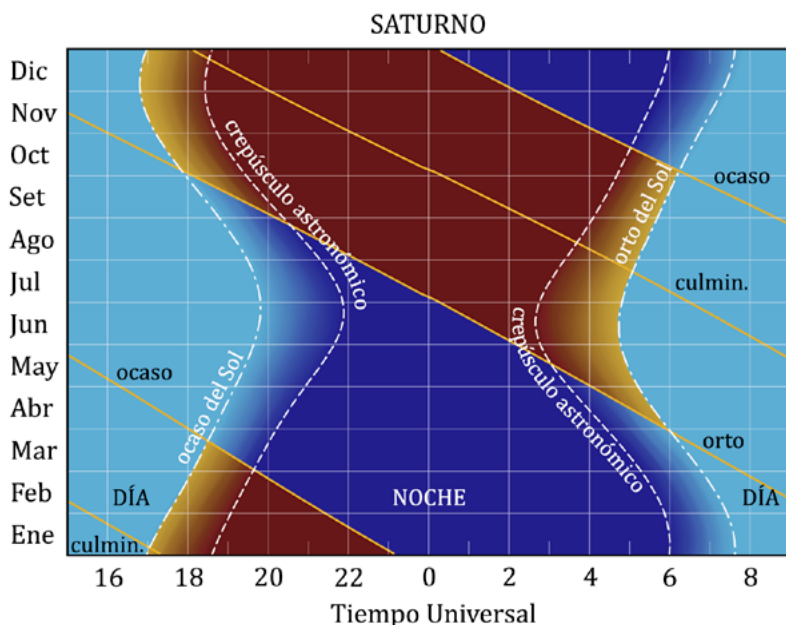


SATURNO 2026

Mes	día	en Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						
		Orto		Culm.		Ocaso		Asc.recta			Declinación		Distancia ua	
		h	m	h	m	h	m	h	m	s	°	'		"
Ene.	1	11	29	17	19	23	9	23	49	31	-3	35	46	9,7152
	11	10	51	16	42	22	33	23	51	53	-3	18	22	9,8716
	21	10	14	16	6	21	58	23	54	46	-2	57	48	10,0170
	31	9	36	15	30	21	23	23	58	6	-2	34	31	10,1475
Feb.	10	8	59	14	54	20	49	0	1	50	-2	9	1	10,2600
	20	8	22	14	19	20	15	0	5	52	-1	41	46	10,3521
Mar.	2	7	46	13	44	19	42	0	10	9	-1	13	16	10,4216
	12	7	9	13	9	19	9	0	14	36	-0	44	0	10,4672
	22	6	33	12	34	18	35	0	19	9	-0	14	26	10,4880
Abr.	1	5	56	11	59	18	2	0	23	44	+0	14	57	10,4836
	11	5	20	11	24	17	29	0	28	17	+0	43	44	10,4545
	21	4	43	10	50	16	56	0	32	44	+1	11	27	10,4013
May.	1	4	7	10	15	16	22	0	37	1	+1	37	41	10,3252
	11	3	30	9	39	15	48	0	41	5	+2	2	3	10,2281
	21	2	53	9	4	15	14	0	44	51	+2	24	9	10,1118
	31	2	16	8	28	14	39	0	48	15	+2	43	37	9,9791
Jun.	10	1	39	7	51	14	4	0	51	14	+3	0	8	9,8329
	20	1	2	7	14	13	28	0	53	46	+3	13	22	9,6763
	30	0	24	6	37	12	51	0	55	45	+3	23	4	9,5131
Jul.	10	23	42	5	59	12	13	0	57	11	+3	29	1	9,3473
	20	23	3	5	21	11	35	0	58	0	+3	31	5	9,1830
	30	22	24	4	42	10	55	0	58	11	+3	29	14	9,0247
Ago.	9	21	44	4	2	10	15	0	57	44	+3	23	32	8,8769
	19	21	4	3	21	9	34	0	56	41	+3	14	10	8,7441
	29	20	24	2	40	8	53	0	55	3	+3	1	34	8,6305
Set.	8	19	44	1	59	8	10	0	52	57	+2	46	15	8,5400
	18	19	3	1	17	7	28	0	50	26	+2	28	56	8,4760
	28	18	22	0	35	6	44	0	47	41	+2	10	31	8,4409
Oct.	8	17	41	23	49	6	1	0	44	48	+1	51	57	8,4360
	18	16	59	23	7	5	18	0	41	57	+1	34	13	8,4619
	28	16	18	22	25	4	35	0	39	19	+1	18	19	8,5177
Nov.	7	15	38	21	43	3	53	0	37	1	+1	5	6	8,6012
	17	14	57	21	2	3	11	0	35	10	+0	55	18	8,7097
	27	14	17	20	22	2	30	0	33	53	+0	49	27	8,8391
Dic.	7	13	37	19	42	1	50	0	33	13	+0	47	50	8,9850
	17	12	57	19	2	1	11	0	33	14	+0	50	36	9,1425
	27	12	18	18	24	0	33	0	33	54	+0	57	42	9,3066

SATURNO 2026

Fecha	τ min	D_{ecu} "	V	BS	a.fase °	def.filu. "	L_p °	B_p °	P_{PN} °
Ene 1	80,80	17,11	1,0	6,8	5,7	0,04	331,9	-1,2	4,4
Ene 21	83,31	16,59	1,1	6,8	5,0	0,03	345,1	-2,1	4,3
Feb 10	85,33	16,20	1,0	6,8	3,7	0,02	358,1	-3,2	4,2
Mar 2	86,67	15,95	1,0	6,8	2,1	0,01	11,2	-4,5	4,0
Mar 22	87,23	15,85	0,9	6,7	0,4	0,00	24,6	-5,9	3,8
Abr 11	86,95	15,90	0,9	6,7	1,5	0,00	38,4	-7,3	3,6
May 1	85,87	16,10	0,9	6,8	3,2	0,01	52,8	-8,6	3,4
May 21	84,10	16,44	0,9	6,8	4,6	0,03	67,7	-9,6	3,3
Jun 10	81,78	16,90	0,8	6,8	5,6	0,04	83,3	-10,5	3,1
Jun 30	79,12	17,47	0,7	6,8	6,1	0,05	99,6	-11,0	3,0
Jul 20	76,37	18,10	0,6	6,8	6,0	0,05	116,5	-11,2	3,0
Ago 9	73,83	18,72	0,6	6,8	5,2	0,04	133,8	-11,0	3,0
Ago 29	71,78	19,26	0,5	6,8	3,8	0,02	151,5	-10,6	3,0
Set 18	70,49	19,61	0,4	6,7	1,9	0,01	169,2	-9,8	3,1
Oct 8	70,16	19,70	0,3	6,7	0,5	0,00	186,7	-9,0	3,2
Oct 28	70,84	19,51	0,5	6,8	2,6	0,01	203,5	-8,2	3,4
Nov 17	72,44	19,08	0,6	6,8	4,3	0,03	219,5	-7,7	3,5
Dic 7	74,73	18,50	0,7	6,8	5,5	0,04	234,6	-7,5	3,5
Dic 27	77,40	17,86	0,7	6,8	6,0	0,05	248,8	-7,7	3,5

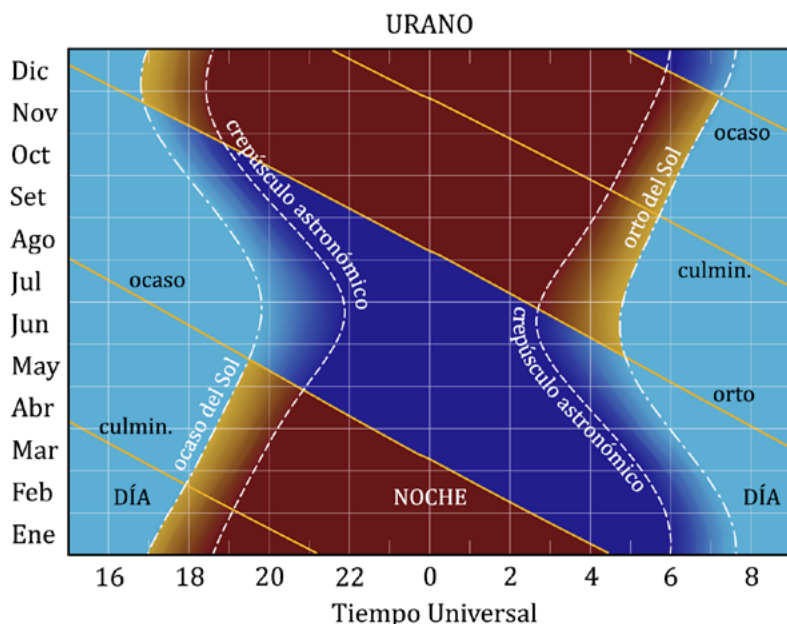


URANO 2026

Mes	día	en Madrid (TU)						a 0 ^h de TU			Distancia ua			
		Orto		Culm.		Ocaso	Asc.recta			Declinación				
		h	m	h	m	h	m	h	m	s	°	'	"	
Ene.	1	13	59	21	11	4	28	3	42	56	+19	30	34	18,7553
	11	13	19	20	31	3	47	3	41	57	+19	27	30	18,8814
	21	12	39	19	51	3	7	3	41	16	+19	25	28	19,0262
	31	12	0	19	12	2	28	3	40	56	+19	24	35	19,1846
Feb.	10	11	20	18	32	1	48	3	40	58	+19	24	52	19,3514
	20	10	41	17	53	1	9	3	41	22	+19	26	22	19,5216
Mar.	2	10	3	17	15	0	31	3	42	7	+19	29	2	19,6897
	12	9	24	16	37	23	49	3	43	12	+19	32	45	19,8510
	22	8	46	15	59	23	12	3	44	36	+19	37	26	20,0010
Abr.	1	8	8	15	21	22	34	3	46	16	+19	42	56	20,1354
	11	7	30	14	44	21	57	3	48	11	+19	49	6	20,2510
	21	6	52	14	7	21	21	3	50	18	+19	55	46	20,3449
May.	1	6	15	13	29	20	44	3	52	33	+20	2	47	20,4147
	11	5	37	12	52	20	8	3	54	55	+20	9	59	20,4591
	21	5	0	12	16	19	31	3	57	21	+20	17	13	20,4769
	31	4	23	11	39	18	55	3	59	47	+20	24	19	20,4679
Jun.	10	3	45	11	2	18	18	4	2	11	+20	31	12	20,4325
	20	3	8	10	25	17	42	4	4	30	+20	37	42	20,3715
	30	2	30	9	48	17	5	4	6	42	+20	43	43	20,2864
Jul.	10	1	53	9	10	16	28	4	8	43	+20	49	10	20,1793
	20	1	15	8	33	15	51	4	10	32	+20	53	58	20,0526
	30	0	37	7	55	15	13	4	12	6	+20	58	3	19,9096
Ago.	9	23	54	7	17	14	36	4	13	23	+21	1	20	19,7538
	19	23	16	6	39	13	57	4	14	21	+21	3	48	19,5890
	29	22	37	6	0	13	19	4	14	59	+21	5	24	19,4198
Set.	8	21	58	5	21	12	40	4	15	16	+21	6	7	19,2505
	18	21	19	4	41	12	0	4	15	11	+21	5	56	19,0860
	28	20	39	4	2	11	20	4	14	45	+21	4	52	18,9313
Oct.	8	19	59	3	22	10	40	4	13	59	+21	2	58	18,7910
	18	19	19	2	41	10	0	4	12	55	+21	0	16	18,6696
	28	18	38	2	1	9	19	4	11	34	+20	56	52	18,5714
Nov.	7	17	58	1	20	8	38	4	10	2	+20	52	55	18,4994
	17	17	17	0	39	7	56	4	8	20	+20	48	32	18,4565
	27	16	36	23	54	7	15	4	6	35	+20	43	55	18,4443
Dic.	7	15	56	23	12	6	34	4	4	50	+20	39	16	18,4632
	17	15	15	22	32	5	52	4	3	10	+20	34	48	18,5128
	27	14	34	21	51	5	11	4	1	40	+20	30	45	18,5913

URANO 2026

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	a.fase °	L_p °	B_p °	P_{PN}
Ene 1	155,98	3,76	5,6	2,0	3,8	69,5	278,2
Ene 21	158,24	3,70	5,7	2,6	305,8	69,2	277,7
Feb 10	160,94	3,64	5,7	2,9	248,1	69,1	277,6
Mar 2	163,75	3,58	5,8	2,8	190,6	69,3	277,9
Mar 22	166,34	3,52	5,8	2,5	133,5	69,9	278,7
Abr 11	168,42	3,48	5,8	1,8	76,9	70,6	279,9
May 1	169,78	3,45	5,8	1,0	20,8	71,6	281,4
May 21	170,30	3,44	5,8	0,1	325,3	72,6	283,2
Jun 10	169,93	3,45	5,8	0,9	270,3	73,6	285,3
Jun 30	168,72	3,47	5,8	1,7	215,7	74,5	287,3
Jul 20	166,77	3,51	5,8	2,4	161,2	75,3	289,2
Ago 9	164,29	3,57	5,8	2,8	106,6	75,8	290,7
Ago 29	161,51	3,63	5,7	3,0	51,5	76,1	291,6
Set 18	158,73	3,69	5,7	2,8	355,8	76,2	291,8
Oct 8	156,28	3,75	5,6	2,3	299,3	75,9	291,1
Oct 28	154,45	3,80	5,6	1,5	242,0	75,5	289,8
Nov 17	153,50	3,82	5,6	0,5	184,1	74,8	288,1
Dic 7	153,55	3,82	5,6	0,6	125,9	74,1	286,5
Dic 27	154,62	3,79	5,6	1,6	67,5	73,5	285,1



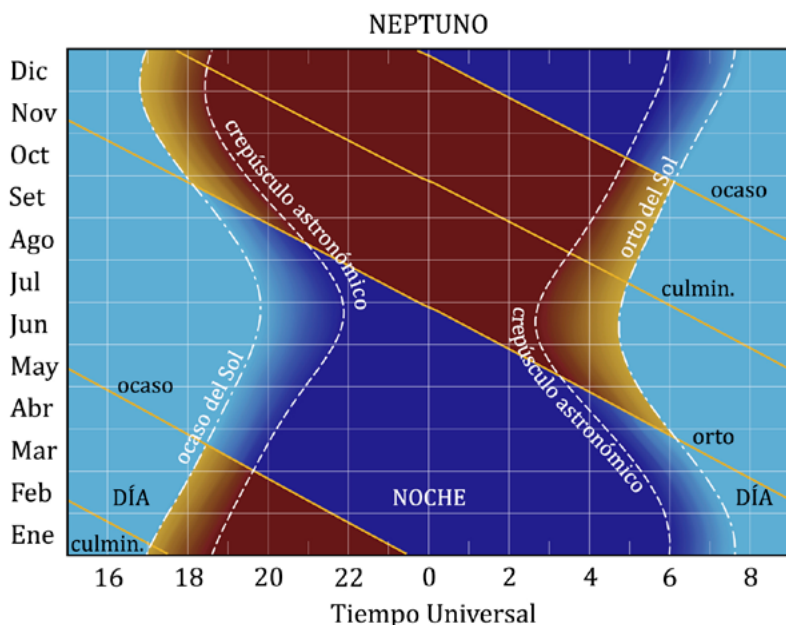
NEPTUNO 2026

Mes	día	en Madrid (TU)						a 0 ^h de TU						
		Orto		Culm.		Ocaso		Asc.recta			Declinación	Distancia ua		
		h	m	h	m	h	m	h	m	s	°		'	"
Ene.	1	11	32	17	30	23	27	0	0	18	-1	25	6	30,0578
	11	10	53	16	51	22	48	0	0	51	-1	21	9	30,2244
	21	10	15	16	12	22	10	0	1	35	-1	15	59	30,3803
	31	9	36	15	34	21	32	0	2	30	-1	9	43	30,5209
Feb.	10	8	57	14	56	20	54	0	3	34	-1	2	33	30,6422
	20	8	19	14	17	20	16	0	4	45	-0	54	37	30,7409
Mar.	2	7	40	13	39	19	39	0	6	2	-0	46	8	30,8142
	12	7	2	13	1	19	1	0	7	23	-0	37	18	30,8606
	22	6	23	12	24	18	24	0	8	46	-0	28	19	30,8787
Abr.	1	5	45	11	46	17	47	0	10	10	-0	19	23	30,8684
	11	5	6	11	8	17	9	0	11	31	-0	10	43	30,8302
	21	4	28	10	30	16	32	0	12	50	-0	2	29	30,7654
May.	1	3	49	9	51	15	54	0	14	3	+0	5	6	30,6757
	11	3	11	9	13	15	16	0	15	10	+0	11	54	30,5639
	21	2	32	8	35	14	38	0	16	8	+0	17	47	30,4329
	31	1	53	7	56	14	0	0	16	57	+0	22	35	30,2864
Jun.	10	1	14	7	18	13	21	0	17	36	+0	26	15	30,1283
	20	0	35	6	39	12	42	0	18	4	+0	28	40	29,9629
	30	23	52	6	0	12	3	0	18	19	+0	29	47	29,7948
Jul.	10	23	13	5	21	11	24	0	18	23	+0	29	37	29,6286
	20	22	34	4	41	10	45	0	18	15	+0	28	11	29,4689
	30	21	54	4	1	10	5	0	17	56	+0	25	32	29,3205
Ago.	9	21	14	3	22	9	25	0	17	25	+0	21	46	29,1875
	19	20	35	2	42	8	45	0	16	45	+0	17	1	29,0741
	29	19	55	2	1	8	4	0	15	57	+0	11	28	28,9838
Set.	8	19	15	1	21	7	24	0	15	3	+0	5	18	28,9194
	18	18	35	0	41	6	43	0	14	4	-0	1	14	28,8833
	28	17	55	*0	1	6	2	0	13	4	-0	7	54	28,8768
Oct.	8	17	15	23	16	5	21	0	12	3	-0	14	27	28,9001
	18	16	35	22	36	4	41	0	11	5	-0	20	37	28,9531
	28	15	55	21	56	4	0	0	10	13	-0	26	9	29,0340
Nov.	7	15	16	21	16	3	20	0	9	27	-0	30	50	29,1405
	17	14	36	20	36	2	40	0	8	50	-0	34	28	29,2695
	27	13	56	19	56	2	0	0	8	24	-0	36	54	29,4168
Dic.	7	13	17	19	17	1	20	0	8	10	-0	38	2	29,5778
	17	12	37	18	37	0	41	0	8	8	-0	37	47	29,7477
	27	11	58	17	58	0	2	0	8	19	-0	36	9	29,9209

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.

NEPTUNO 2026

Fecha	τ <i>min</i>	D_{ecu} "	V	a.fase °	L_p °	B_p °	P_{PN}
Ene 1	249,98	2,27	7,8	1,9	177,8	-20,8	317,4
Ene 21	252,67	2,25	7,8	1,6	102,7	-20,7	317,3
Feb 10	254,84	2,23	7,8	1,2	27,6	-20,5	317,1
Mar 2	256,27	2,22	7,8	0,6	312,7	-20,3	316,8
Mar 22	256,81	2,21	7,8	0,0	238,0	-20,0	316,6
Abr 11	256,41	2,21	7,8	0,6	163,7	-19,8	316,3
May 1	255,12	2,23	7,8	1,2	89,7	-19,5	316,1
May 21	253,10	2,24	7,8	1,6	16,2	-19,3	315,9
Jun 10	250,57	2,27	7,8	1,9	303,0	-19,1	315,8
Jun 30	247,80	2,29	7,7	1,9	230,1	-19,0	315,8
Jul 20	245,09	2,32	7,7	1,8	157,4	-19,0	315,8
Ago 9	242,75	2,34	7,7	1,4	84,8	-19,1	315,9
Ago 29	241,05	2,36	7,7	0,9	12,1	-19,2	316,0
Set 18	240,22	2,36	7,7	0,3	299,2	-19,4	316,1
Oct 8	240,36	2,36	7,7	0,4	225,9	-19,6	316,3
Oct 28	241,47	2,35	7,7	1,0	152,2	-19,8	316,5
Nov 17	243,43	2,33	7,7	1,5	78,2	-19,9	316,6
Dic 7	245,99	2,31	7,7	1,8	3,6	-20,0	316,7
Dic 27	248,84	2,28	7,8	1,9	288,8	-20,0	316,6



5.3. Ortos, ocaso y pasos de los planetas por el meridiano

Cálculo del orto y ocaso 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 segundo 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. Puede ocurrir que, hechas tales correcciones, el fenómeno tenga lugar el día anterior o posterior.

Son aplicables aquí el procedimiento y comentarios realizados en el caso de la Luna (ver el apartado *Cálculo del orto y ocaso de la Luna* en la página 221). Para un lugar de longitud λ_E (positiva al este de Greenwich) es:

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

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

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.

Para conocer el tiempo oficial TO, habrá que añadir una tercera corrección, que depende de la época del año:

$$+1^h \text{ o } +2^h \text{ en la Península y Baleares}$$

$$0^h \text{ o } +1^h \text{ en Canarias}$$

La corrección en latitud depende de la diferencia de latitudes y de la declinación de los planetas (indicada en la tabla). Puede encontrarse, para varios paralelos y cada 3° en declinación en la tabla siguiente. El paralelo 28° corresponde a las Canarias.

**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	

Paso de los planetas por el meridiano

El instante aproximado de paso de un planeta por el meridiano se puede calcular mediante interpolación para la fecha correspondiente del instante de culminación en Madrid y la corrección por la longitud del lugar λ_E (positiva al este de Greenwich):

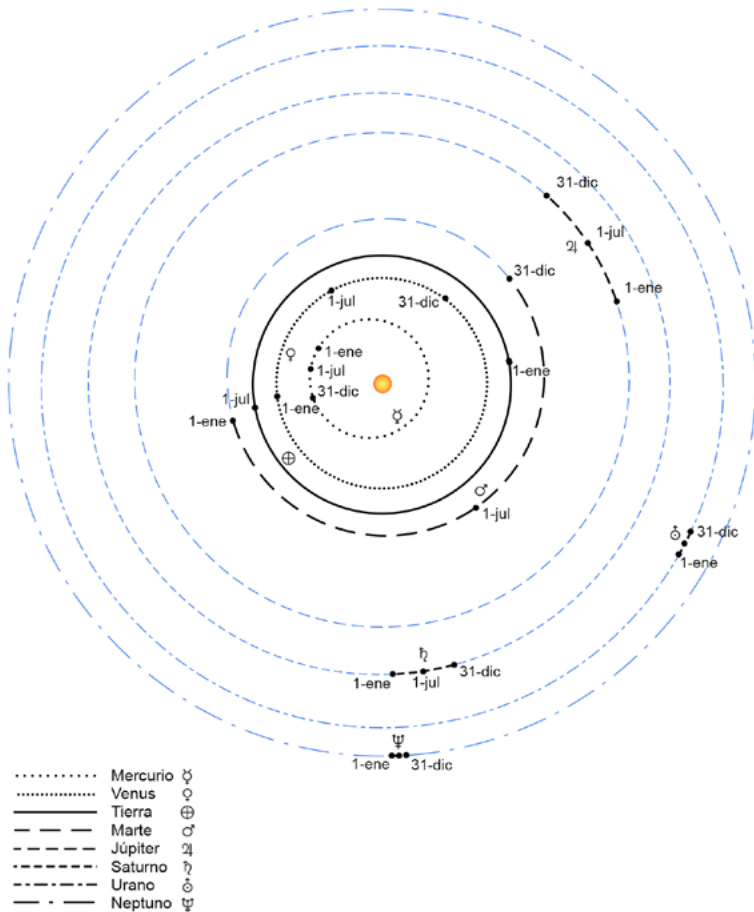
$$\text{paso meridiano} = \text{paso meridiano Madrid} - 15^m - \lambda_E$$

Al valor obtenido habrá que añadirle la corrección para obtener el tiempo oficial TO.

5.4. Situación y apariencia de los planetas

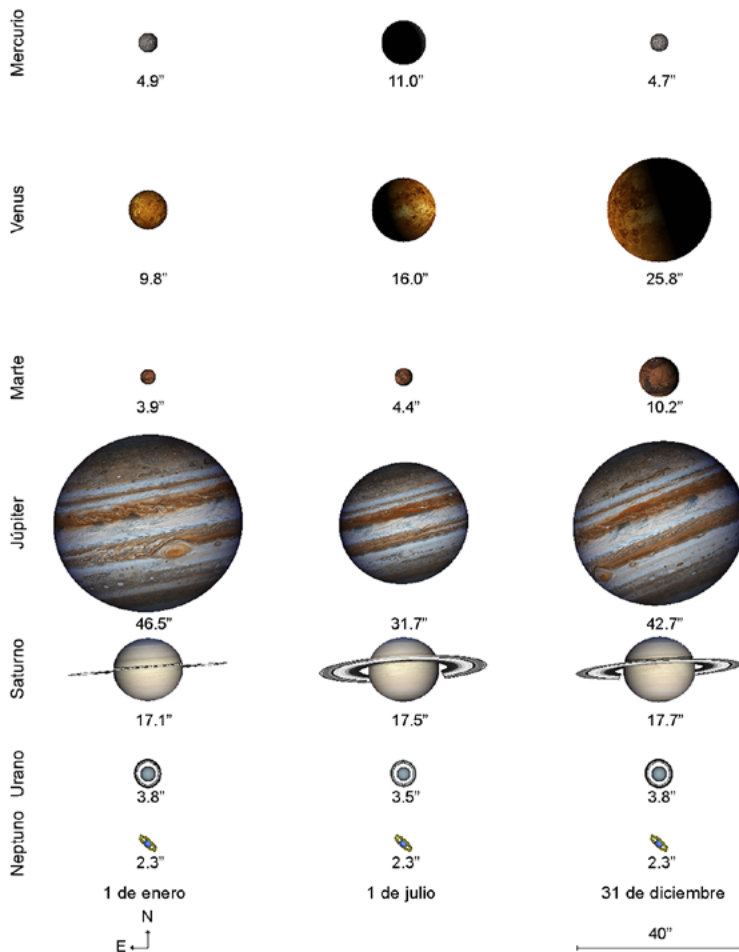
Posición heliocéntrica de los planetas

Vista de las trayectorias heliocéntricas de los planetas a lo largo del año desde una longitud de 0°. Las distancias de los planetas al Sol se muestran en escala logarítmica.



Orientaciones y tamaños de los planetas

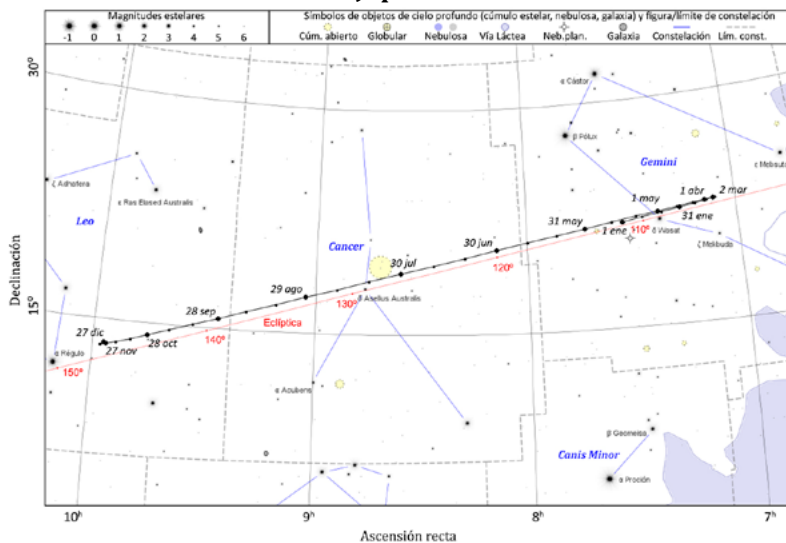
Aspecto aparente de los planetas los días 1 de enero, 1 de julio y 31 de diciembre, a las cero horas de Tiempo Universal. Las figuras están dibujadas a escala y orientadas con el norte hacia arriba y el este a la izquierda. Los valores que aparecen debajo de cada figura corresponden a los diámetros ecuatoriales de los planetas expresados en segundos de arco.



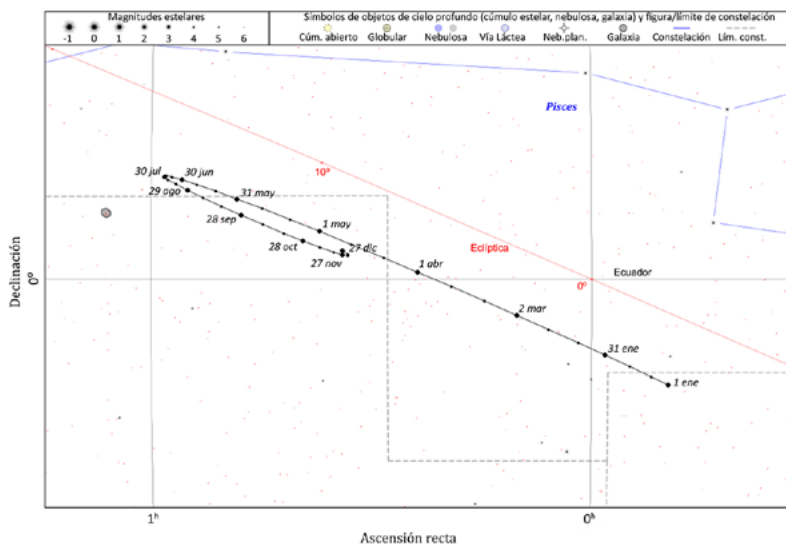
Trayectorias de los planetas a lo largo del año

Para Júpiter y Saturno los puntos en las trayectorias tienen una separación de 10 días y las fechas se muestran cada 30 días.

Júpiter

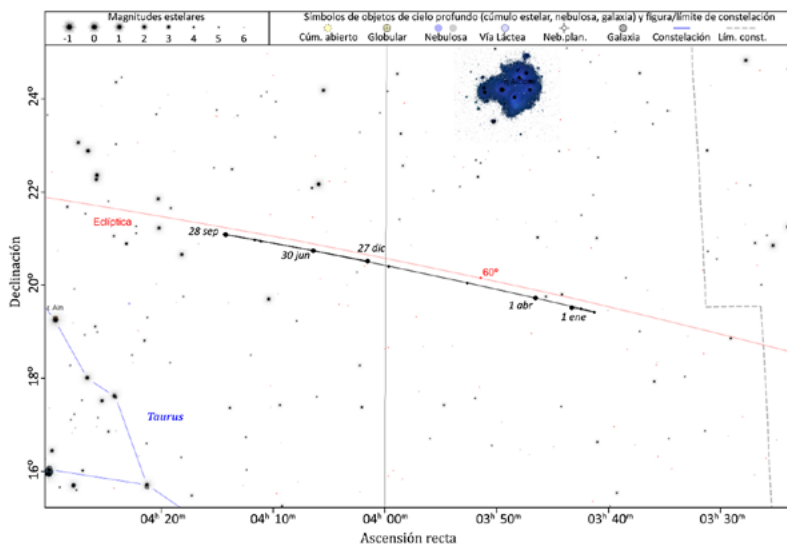


Saturno

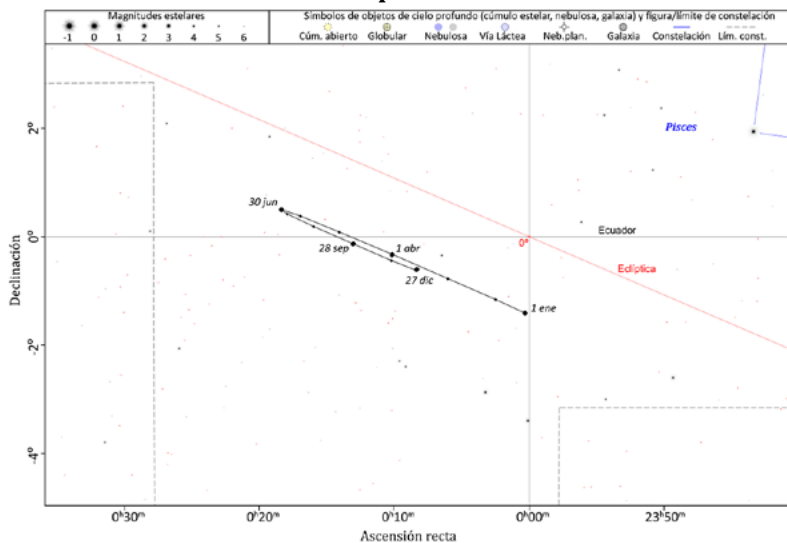


En el caso de Urano y Neptuno la separación en los puntos de la trayectoria es de 30 días con fechas cada 90 días.

Urano



Neptuno



5.5. Satélites naturales

Los satélites naturales, también conocidos como lunas, son cuerpos celestes que orbitan alrededor de planetas, planetas enanos y asteroides.

Todos los planetas del sistema solar, excepto Mercurio y Venus, tienen satélites naturales. En la actualidad se conocen 419, la mayor parte orbitando alrededor de los dos planetas gigantes gaseosos, Júpiter y Saturno.

Planeta	Número de satélites
Mercurio	0
Venus	0
Tierra	1
Marte	2
Júpiter	97
Saturno	274
Urano	29
Neptuno	16

Los satélites generalmente son cuerpos sólidos con distintas formas y tamaños. Los más grandes del sistema solar, con más de 2500 kilómetros de diámetro, son: los cuatro satélites galileanos de Júpiter (Ganímedes, Calisto, Ío y Europa), el satélite Titán de Saturno, la Luna de la Tierra y el satélite Tritón de Neptuno.

El siguiente grupo de satélites naturales, con diámetros entre 1000 y 1600 kilómetros, estaría formado por las lunas de Saturno: Tetis, Dione, Rea y Jápeto; y por las de Urano: Ariel, Umbriel, Titania y Oberón. En esa franja de diámetros estaría también Caronte, el satélite más grande del planeta enano Plutón.

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 solo 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 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 estos 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.

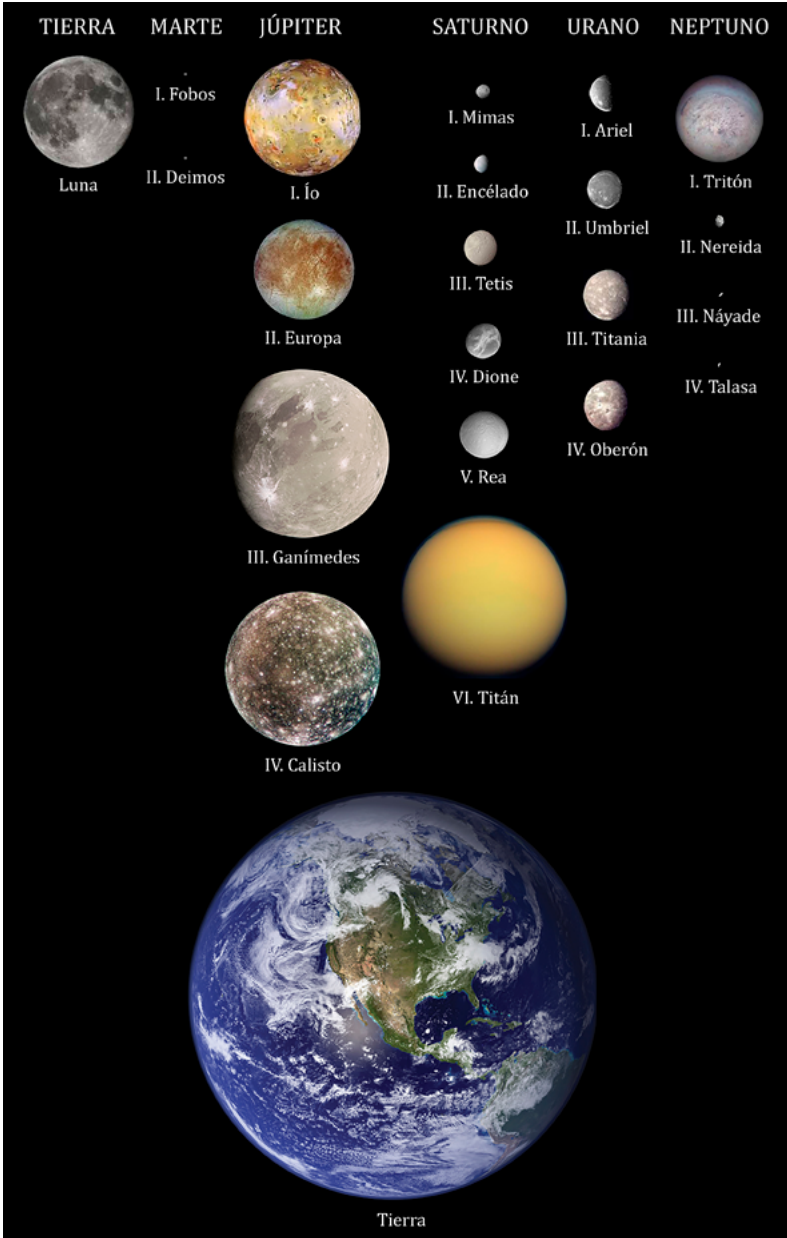
La decisión de nombrar los satélites de Saturno con nombres de titanes griegos fue tomada en 1847 por John Herschel, cuyo padre había descubierto los dos primeros. La UAI amplió las posibilidades admitiendo, inicialmente, los nombres de descendientes de titanes y, en el siglo XXI, los de gigantes de 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 Neptuno, Tritón, fue sugerido por Camille Flammarion, pero apenas fue usado hasta que en 1949 se descubrió un segundo satélite. Este y los posteriores han recibido el nombre de personajes mitológicos relacionados con el dios romano Neptuno, su equivalente griego Poseidón o con los océanos, como son las Nereidas.

En la siguiente figura se muestran a escala los primeros satélites de los planetas del sistema solar. Se incluye el planeta Tierra a modo de comparación de tamaños.

Lunas de los planetas del sistema solar



Elementos orbitales y datos físicos de los satélites

Debido al elevado ritmo de descubrimiento de nuevos satélites hemos considerado oportuno reducir las tablas publicadas en el ANUARIO a partir de la edición de 2023. La edición de 2022 contenía las tablas con los 205 satélites descubiertos hasta ese año, en las siguientes ediciones el número se reduce a 67. Si se necesita disponer de los elementos orbitales y datos físicos de todos los satélites, se puede recurrir a la página de la NASA:

<https://ssd.jpl.nasa.gov/sats/discovery.html>

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. 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 ($^\circ$, $'$, $''$).

La segunda tabla está dedicada a los periodos 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 utiliza el acrónimo SJFM para el equipo formado por S. Sheppard, D. Jewitt, Y. Fernandez y G. Magnier. 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 indica la masa cuando es inferior a 10^{15} kg. 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 seguida de la letra R que indica que se trata de la magnitud en rojo. No se indican magnitudes mayores que 26.

El albedo de Júpeter 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.

Elementos orbitales

planeta	satélite	semieje mayor (10 ³ km)	excentricidad (en R _p)	inclinación (°)	máxima elongac.	
Tierra:						
	Luna	384,400	60,27	0,0554	5,16	
Marte:						
I	Fobos	9,377	2,76	0,015	1,1	25"
II	Deimos	23,463	6,91	0,000	1,8	1' 03"
Júpiter:						
I	Ío	421,8	5,90	0,004	0,0	2' 19"
II	Europa	671,1	9,39	0,009	0,5	3' 41"
III	Ganímedes	1070,4	14,97	0,001	0,2	5' 52"
IV	Calisto	1882,7	26,33	0,007	0,3	10' 19"
V	Amaltea	181,4	2,54	0,003	0,4	1' 00"
VI	Himalia	11440	160,00	0,160	28,1	1° 02' 39"
VII	Elara	11712	163,80	0,211	27,94	1° 04' 10"
VIII	Pasífae	23468	328,22	0,412	148,4	2° 09' 07"
IX	Sinope	23684	331,24	0,264	157,3	2° 10' 50"
X	Lisitea	11701	163,65	0,117	27,2	1° 04' 10"
XI	Carme	23144	323,69	0,256	164,6	2° 07' 52"
XII	Ananké	21035	294,20	0,237	147,6	1° 56' 09"
XIII	Leda	11146	155,89	0,162	28,6	1° 01' 02"
XIV	Tebe	221,9	3,10	0,018	1,1	1' 13"
XV	Adrastea	129	1,80	0,000	0,0	42"
XVI	Metis	128	1,79	0,000	0,0	42"
XVII	Calíroo	23796	332,81	0,297	145,1	2° 11' 41"
XVIII	Temisto	7399	103,48	0,340	43,8	41' 01"
Saturno:						
I	Mimas	186,0	3,09	0,020	1,6	30"
II	Encélado	238,4	3,96	0,005	0,0	38"
III	Tetis	295,0	4,90	0,001	1,1	48"
IV	Dione	377,7	6,27	0,002	0,0	1' 01"
V	Rea	527,2	8,75	0,001	0,3	1' 25"
VI	Titán	1221,9	20,28	0,3	0,306	3' 17"
VII	Hiperión	1481,5	24,59	0,105	0,6	4' 02"
VIII	Jápeto	3561,7	59,13	0,028	7,6	9' 35"
IX	Febe	12929,4	214,63	0,164	175,2	34' 51"
X	Jano	151,5	2,51	0,007	0,2	24"
XI	Epimeteo	151,4	2,51	0,020	0,3	24"
XII	Helena	377,6	6,27	0,007	0,2	1' 01"

Elementos orbitales

planeta	satélite	semieje mayor (10^3 km)	(en R_p)	excentricidad	inclinación (°)	máxima elongac.
XIII	Telesto	295,0	4,90	0,001	1,2	48"
XIV	Calipso	295,0	4,90	0,001	1,5	48"
XV	Atlas	137,7	2,29	0,001	0,0	22"
XVI	Prometeo	139,4	2,31	0,002	0,0	23"
XVII	Pandora	141,7	2,35	0,004	0,0	23"
XVIII	Pan	133,6	2,22	0,000	0,0	22"
Urano:						
I	Ariel	190,9	7,47	0,001	0,0	14"
II	Umbriel	266	10,41	0,004	0,1	20"
III	Titania	436,3	17,07	0,001	0,1	33"
IV	Oberón	583,5	22,83	0,001	0,1	44"
V	Miranda	129,9	5,08	0,001	4,4	10"
VI	Cordelia	49,8	1,95	0,000	0,2	4"
VII	Ofelia	53,8	2,10	0,011	0,1	4"
VIII	Bianca	59,2	2,32	0,001	0,1	4"
IX	Cresida	61,8	2,42	0,000	0,1	5"
X	Desdémona	62,7	2,45	0,000	0,1	5"
XI	Julieta	64,4	2,52	0,001	0,0	5"
XII	Porcia	66,1	2,59	0,000	0,0	5"
XIII	Rosalinda	69,9	2,73	0,000	0,0	5"
XIV	Belinda	75,3	2,95	0,000	0,0	6"
XV	Puck	86	3,36	0,000	0,3	6"
XVI	Calibán	7167	280,40	0,200	141,4	9' 06"
XVII	Sícorax	12193,2	477,04	0,520	157,0	15' 20"
XVIII	Próspero	16221	634,62	0,441	149,4	20' 30"
XIX	Setebos	17519,8	685,44	0,579	153,9	21' 56"
XX	Esteban	7951,4	311,09	0,235	143,6	10' 05"
Neptuno:						
I	Tritón	354,8	14,33	0,000	157,3	17"
II	Nereida	5504,0	222,29	0,749	5,8	4' 20"
III	Náyade	48,2	1,95	0,000	4,7	2"
IV	Talasa	50,1	2,02	0,000	0,2	2"
V	Despina	52,5	2,12	0,000	0,0	2"
VI	Galatea	62,0	2,50	0,000	0,0	3"
VII	Larisa	73,5	2,97	0,001	0,2	3"
VIII	Proteo	117,6	4,75	0,000	0,0	6"

Periodos y descubrimiento

planeta	satélite	periodo orbital (d)	periodo de rotación (d)	descubrimiento
Tierra:				
	Luna	27,321582	síncr.	
Marte:				
I	Fobos	0,319033	síncr.	1877 A.Hall
II	Deimos	1,262361	síncr.	1877 A.Hall
Júpiter:				
I	Ío	1,762732	síncr.	1610 Galileo
II	Europa	3,525463	síncr.	1610 Galileo
III	Ganímedes	7,155588	síncr.	1610 Galileo
IV	Calisto	16,690440	síncr.	1610 Galileo
V	Amaltea	0,499918	síncr.	1892 E. Barnard
VI	Himalia	250,562210	0,4	1904 C. Perrine
VII	Elara	259,639884	0,5	1905 C. Perrine
VIII	Pasífae	R 743,612321		1908 P. Melotte
IX	Sinope	R 758,849903		1914 S. Nicholson
X	Lisitea	259,198081		1938 S. Nicholson
XI	Carme	R 734,185280		1938 S. Nicholson
XII	Ananké	R 629,791691		1951 S. Nicholson
XIII	Leda	240,926609		1974 C. Kowal
XIV	Tebe	0,676105	síncr.	1979 Voyager 1
XV	Adrastea	0,298260		1979 Voyager 1
XVI	Metis	0,294779		1979 Voyager 1
XVII	Calíroeo	R 758,860222		1999 Spacewatch, MPC
XVIII	Temisto	130,028096		1975/2000 SJFM
Saturno:				
I	Mimas	0,942422	síncr.	1789 W. Herschel
II	Encélado	1,370218	síncr.	1789 W. Herschel
III	Tetis	1,887802	síncr.	1684 G. Cassini
IV	Dione	2,736916	síncr.	1684 G. Cassini
V	Rea	4,517503	síncr.	1672 G. Cassini
VI	Titán	15,945448	síncr.	1655 C. Huygens
VII	Hiperión	21,276658		1848 Bond et al
VIII	Jápeto	79,331002	síncr.	1671 G. Cassini
IX	Febe	R 550,303910	0,4	1898 W. Pickering
X	Jano	0,697353	síncr.	1966 A. Dollfus
XI	Epimeteo	0,697012	síncr.	1978 Fountain et al
XII	Helena	2,736916		1980 Laques et al

Periodos y descubrimiento

planeta	satélite	periodo orbital (d)	periodo de rotación (d)	descubrimiento
XIII	Telesto	1,887802		1980 Smith et al
XIV	Calipso	1,887803		1980 Pascu et al
XV	Atlas	0,604602		1980 Voyager 1
XVI	Prometeo	0,615878		1980 Voyager 1
XVII	Pandora	0,631369		1980 Voyager 1
XVIII	Pan	0,575051		1990 M. Showalter
Urano:				
I	Ariel	2,520680	síncr.	1851 W. Lassell
II	Umbriel	4,144548	síncr.	1851 W. Lassell
III	Titania	8,706444	síncr.	1787 W. Herschel
IV	Oberón	13,463606	síncr.	1787 W. Herschel
V	Miranda	1,413784	síncr.	1948 G. Kuiper
VI	Cordelia	0,334569		1986 Voyager 2
VII	Ofelia	0,376855		1986 Voyager 2
VIII	Bianca	0,435007		1986 Voyager 2
IX	Cresida	0,463154		1986 Voyager 2
X	Desdémona	0,473228		1986 Voyager 2
XI	Julieta	0,493479		1986 Voyager 2
XII	Porcia	0,513196		1986 Voyager 2
XIII	Rosalinda	0,558459		1986 Voyager 2
XIV	Belinda	0,623527		1986 Voyager 2
XV	Puck	0,761447		1985 Voyager 2
XVI	Calibán	R 579,759509		1997 Gladman et al
XVII	Sícorax	R 1288,404787		1997 Gladman et al
XVIII	Próspero	R 1979,406729		1999 Holman et al
XIX	Setebos	R 2224,938324		1999 Kavelaars et al
XX	Esteban	R 677,557462		1999 Gladman et al
Neptuno:				
I	Tritón	R 5,876994	síncr.	1846 W. Lassell
II	Nereida	360,140332		1949 G. Kuiper
III	Náyade	0,293980		1989 Voyager 2
IV	Talasa	0,311078		1989 Voyager 2
V	Despina	0,334656		1989 Voyager 2
VI	Galatea	0,428744		1989 Voyager 2
VII	Larisa	0,554989		1989 Voyager 2
VIII	Proteo	1,122315		1989 Voyager 2

Datos físicos y fotométricos

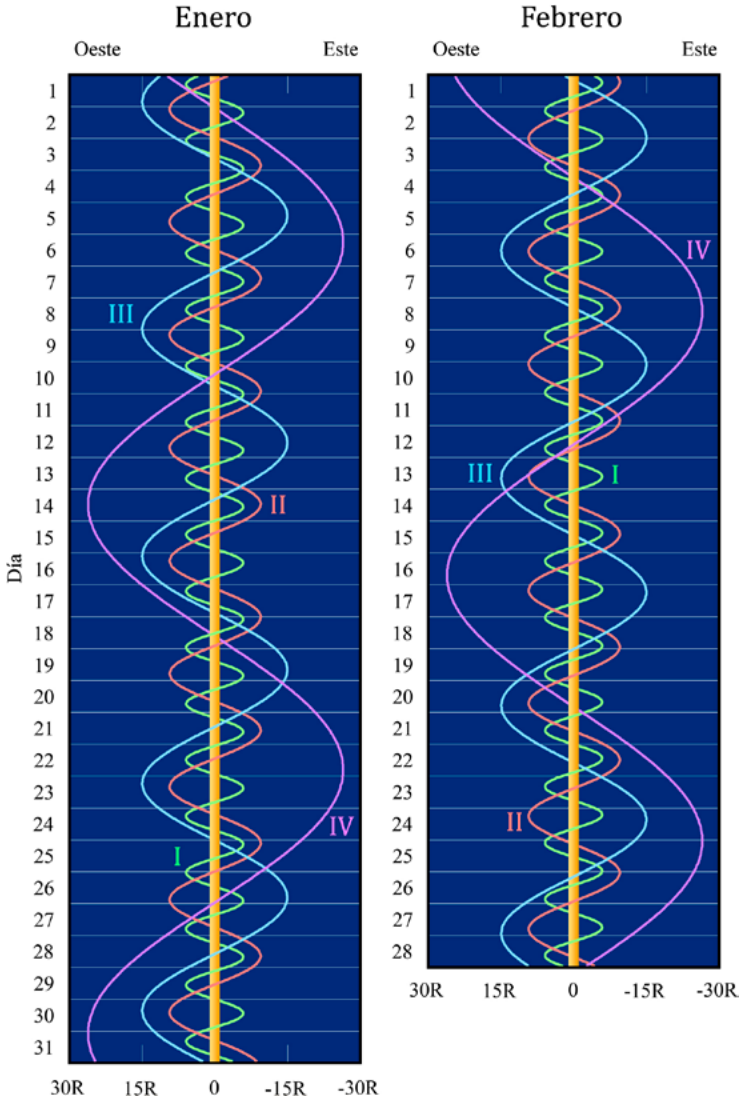
planeta	satélite	diámetro (km)	masa (10^{20} kg)	densidad (g cm^{-3})	magn. oposic.	albedo geom.
Tierra:						
	Luna	3475	735	3,344	-12,74	0,12
Marte:						
I	Fobos	26×22×19	$1,1 \cdot 10^{-4}$	1,90	11,8	0,06
II	Deimos	16×12×10	$1,8 \cdot 10^{-5}$	1,76	12,89	0,06
Júpiter:						
I	Ío	3643	893	3,528	5,02	0,63
II	Europa	3122	480	3,013	5,29	0,67
III	Ganímedes	5262	1481	1,942	4,61	0,43
IV	Calisto	4821	1076	1,834	5,65	0,17
V	Amaltea	167	0,025	0,849	14,1	0,09
VI	Himalia	~170	0,023	0,883	14,2 R	0,04
VII	Elara	~80	0,009	2,6	16,0 R	0,03
VIII	Pasífae	~36	0,003	2,6	16,8 R	0,10
IX	Sinope	~28	0,001	2,6	18,2 R	0,05
X	Lisitea	~24	0,001	2,6	18,1 R	0,04
XI	Carme	~30	0,001	2,6	18,1 R	0,06
XII	Ananké	~20	$3 \cdot 10^{-4}$	2,6	19,1 R	0,06
XIII	Leda	~10	10^{-4}	2,6	19,2 R	0,04
XIV	Tebe	99	0,005	3,0	16,0	0,05
XV	Adrastea	16,4	$2 \cdot 10^{-5}$	3,0	18,7	~0,1
XVI	Metis	43	$3 \cdot 10^{-4}$	3,0	17,5	0,06
XVII	Calíroo	9	10^{-5}	2,6	20,8 R	0,04
XVIII	Temisto	8	10^{-5}	2,6	21,0 R	0,04
Saturno:						
I	Mimas	398	0,375	1,152	12,8	0,60
II	Encélado	505	1,080	1,606	11,8	1,04
III	Tetis	1073	6,176	0,956	10,2	0,80
IV	Dione	1125	10,957	1,469	10,4	0,6
V	Rea	1529	23,09	1,233	9,6	0,6
VI	Titán	5151	1345,53	1,880	8,4	0,2
VII	Hiperión	266	0,108	0,569	14,4	0,3
VIII	Jápeto	1469	18,059	1,088	11	0,6
IX	Febe	213	0,083	1,633	16,4	0,08
X	Jano	204×186×152	0,020	0,650	14,4	0,5
XI	Epimeteo	130×114×106	0,006	0,630	15,6	0,5
XII	Helena	32	0,003	1,5	18,4	0,6

Datos físicos y fotométricos

planeta	satélite	diámetro (km)	masa (10^{20} kg)	densidad (g cm^{-3})	magn. oposic.	albedo geom.
XIII	Telesto	32×24×20	$7 \cdot 10^{-5}$	1,0	18,5	1,0
XIV	Calipso	31×19×13	$4 \cdot 10^{-5}$	1,0	18,7	0,7
XV	Atlas	41×36×19	$7 \cdot 10^{-5}$	0,460	19,0	0,5
XVI	Prometeo	136×83×56	0,001	0,270	15,8	0,5
XVII	Pandora	104×82×63	0,001	0,420	16,4	0,5
XVIII	Pan	34×31×21	$5 \cdot 10^{-5}$	0,420	19,4	0,5
Urano:						
I	Ariel	1162×1156×1155	13,53	1,670	13,70	0,34
II	Umbriel	1169	11,72	1,400	14,47	0,18
III	Titania	1578	35,27	1,710	13,49	0,27
IV	Oberón	1523	30,14	1,630	13,70	0,24
V	Miranda	480×468×466	0,659	1,200	15,79	0,27
VI	Cordelia	26	$4 \cdot 10^{-4}$	1,3	23,62	0,07
VII	Ofelia	32	$5 \cdot 10^{-4}$	1,3	23,26	0,07
VIII	Bianca	44	$9 \cdot 10^{-4}$	1,3	22,52	0,07
IX	Cresida	66	0,003	1,3	21,58	0,07
X	Desdémona	59	0,002	1,3	21,99	0,07
XI	Julieta	84	0,006	1,3	21,12	0,07
XII	Porcia	110	0,017	1,3	20,42	0,07
XIII	Rosalinda	58	0,003	1,3	21,79	0,07
XIV	Belinda	68	0,004	1,3	21,47	0,07
XV	Puck	154	0,029	1,3	19,75	0,07
XVI	Calibán	~60	0,003	1,5	22,4 R	0,04
XVII	Sícorax	~120	0,027	1,5	20,8 R	0,04
XVIII	Próspero	<100	0,001	1,5	23,2 R	0,04
XIX	Setebos	~48	0,001	1,5	23,3 R	0,04
XX	Esteban	~32	$3 \cdot 10^{-4}$	1,5	24,1 R	0,04
Neptuno:						
I	Tritón	2705	214,029	2,065	13,54	0,70
II	Nereida	340	0,309	1,5	19,2 R	0,20
III	Náyade	58	0,001	1,251	23,91	0,06
IV	Talasa	80	0,003	1,318	23,32	0,06
V	Despina	148	0,017	1,030	22,00	0,06
VI	Galatea	158	0,028	1,378	21,85	0,06
VII	Larisa	192	0,038	1,030	21,49	0,06
VIII	Proteo	416	0,387	1,030	19,75	0,06

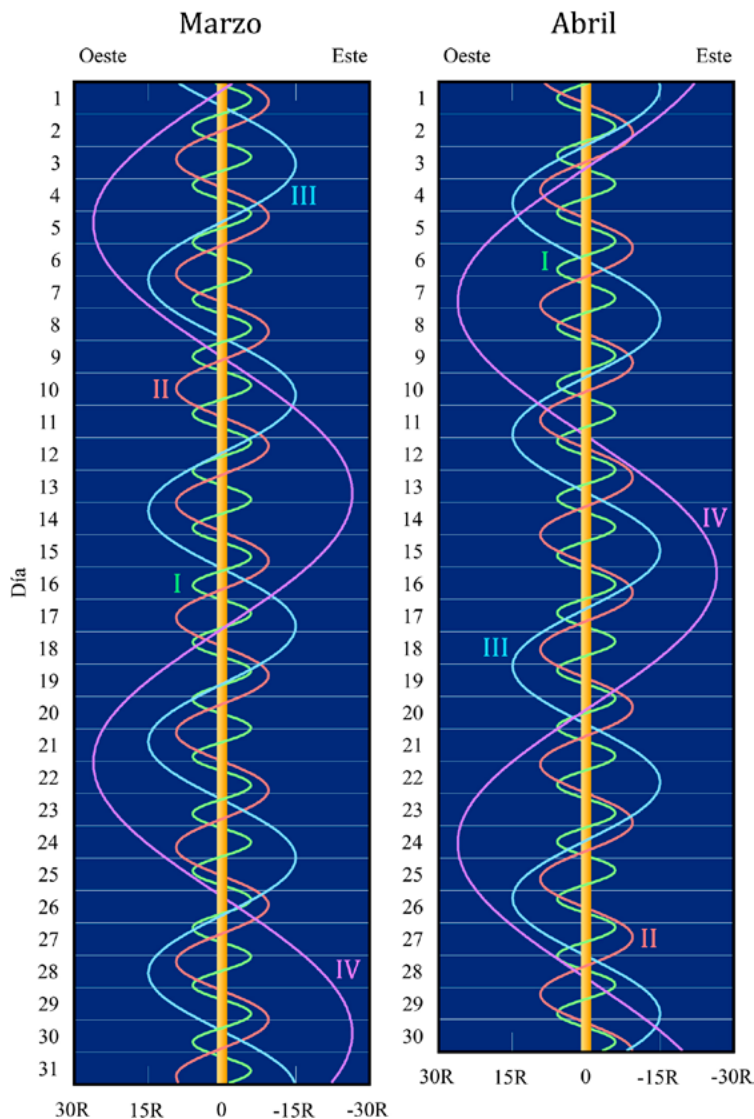
Posiciones relativas de los satélites galileanos de Júpiter

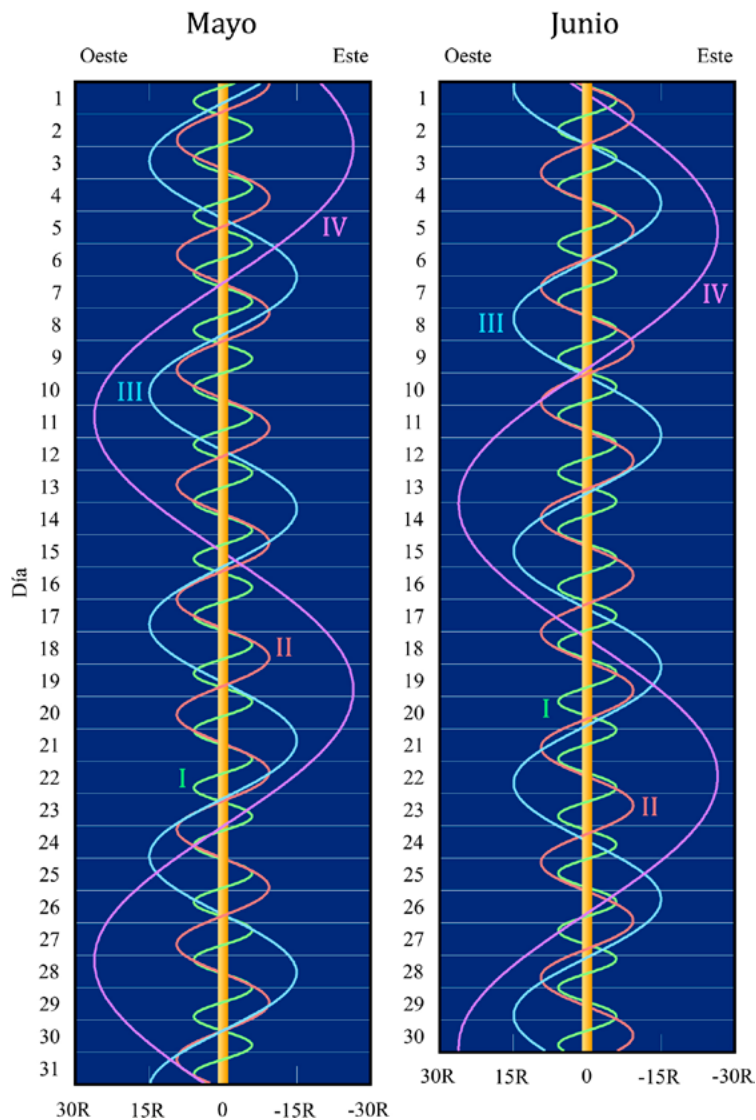
De menor a mayor amplitud, las posiciones dibujadas corresponden a Ío (I), Europa (II), Ganímedes (III) y Calisto (IV).

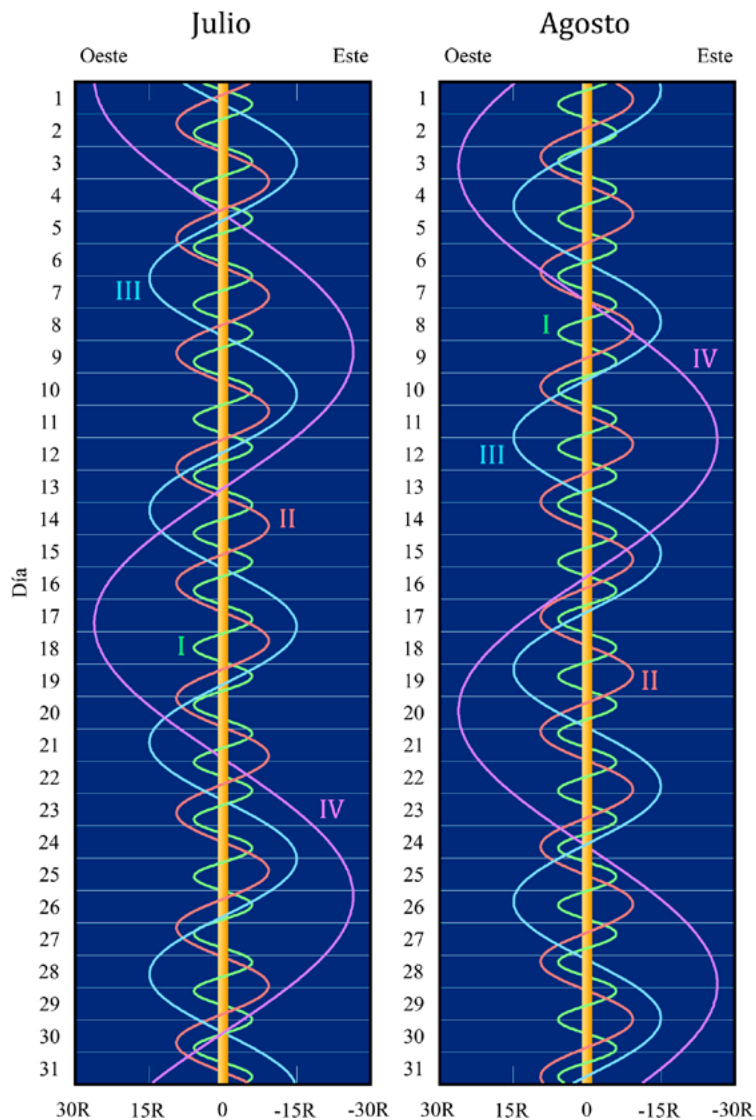


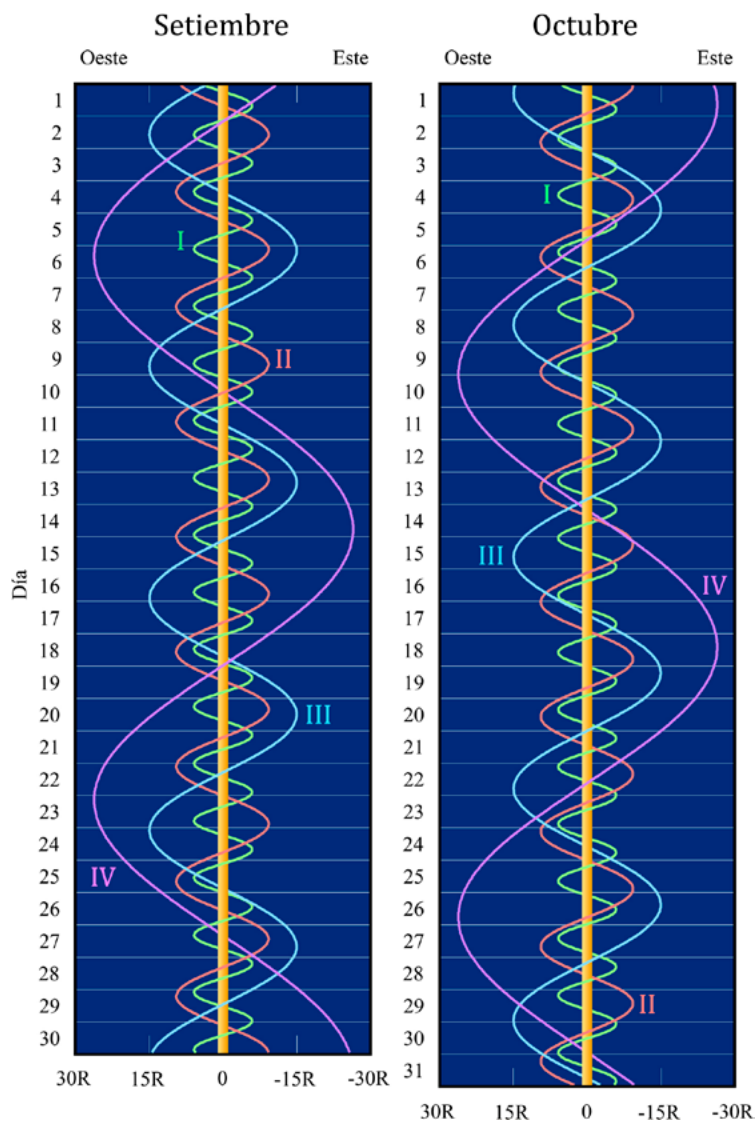
Obsérvese que oeste y este están colocados como se ven en un telescopio y al revés de cómo se ven con unos prismáticos.

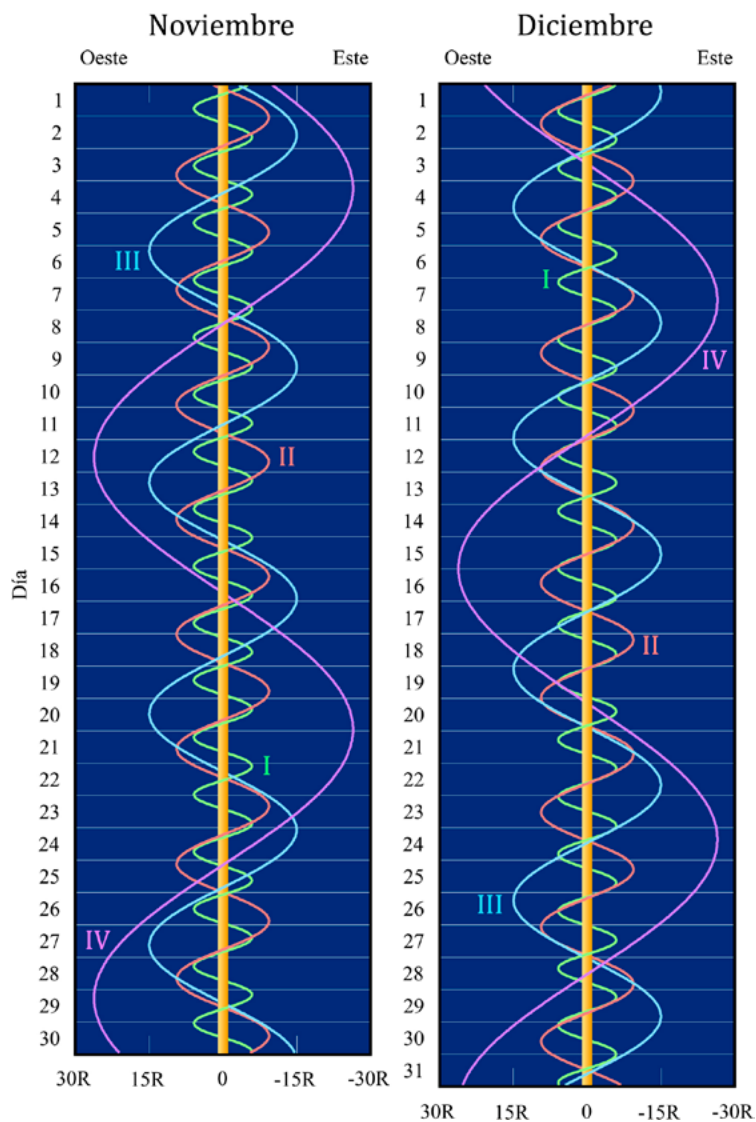
La línea vertical central indica el tamaño del planeta. La separación respecto del centro del planeta viene dada en radios planetarios (R).





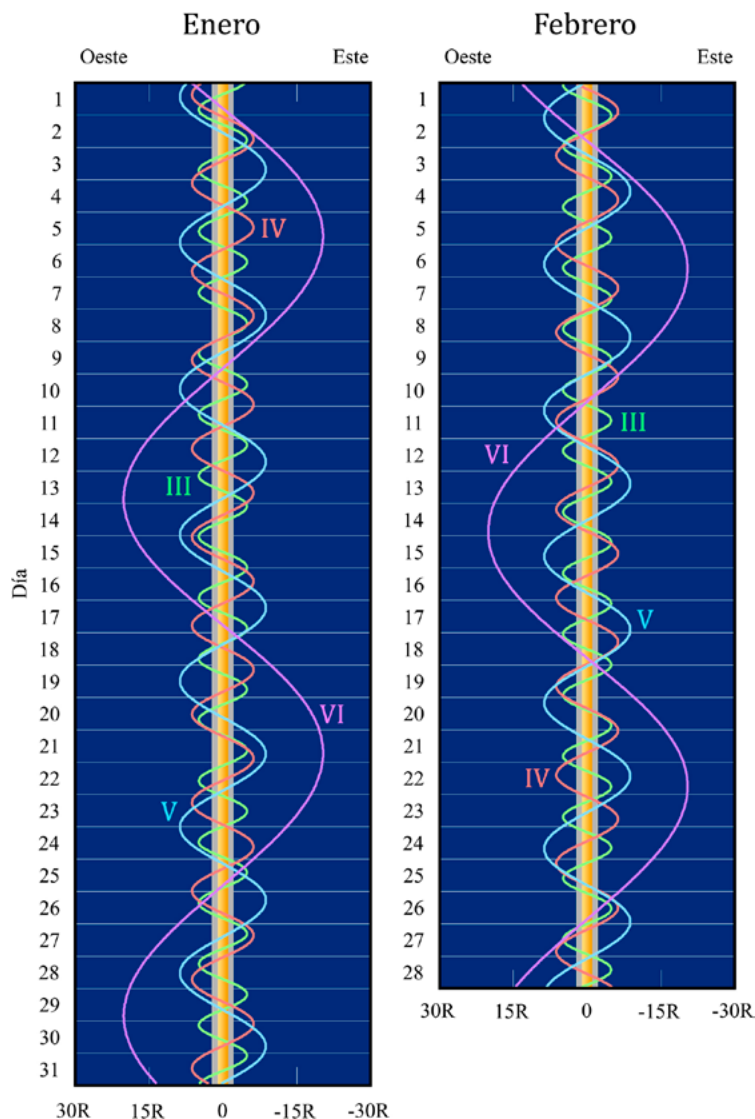






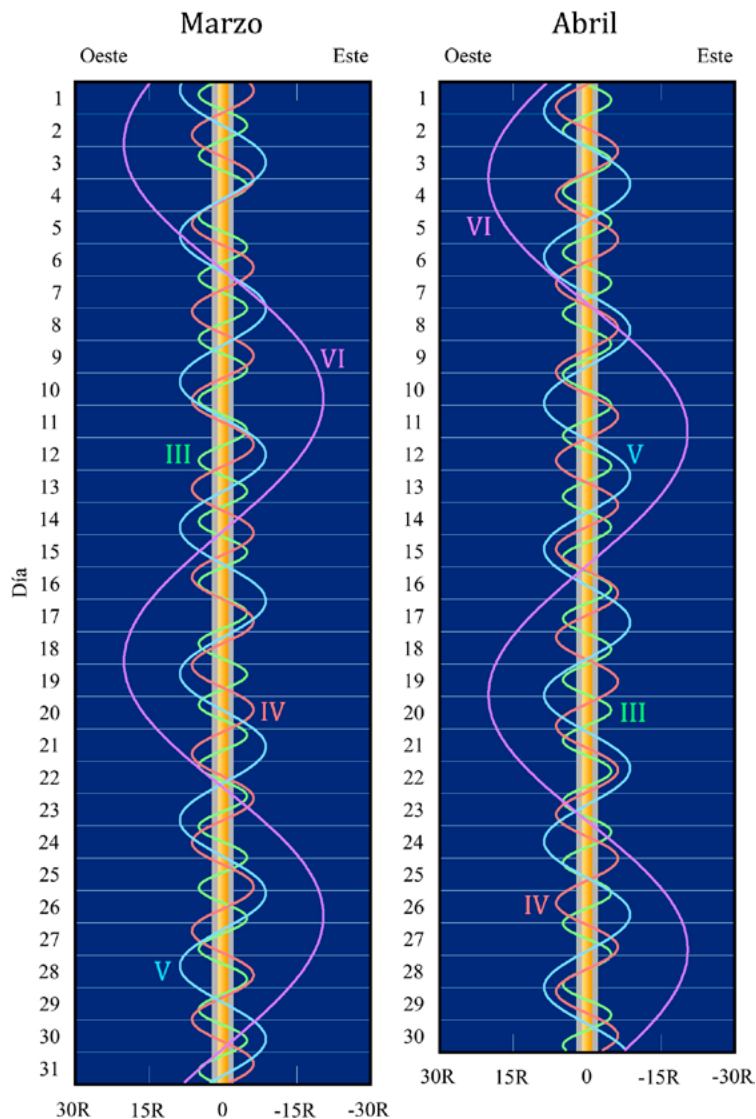
Posiciones relativas de los satélites de Saturno

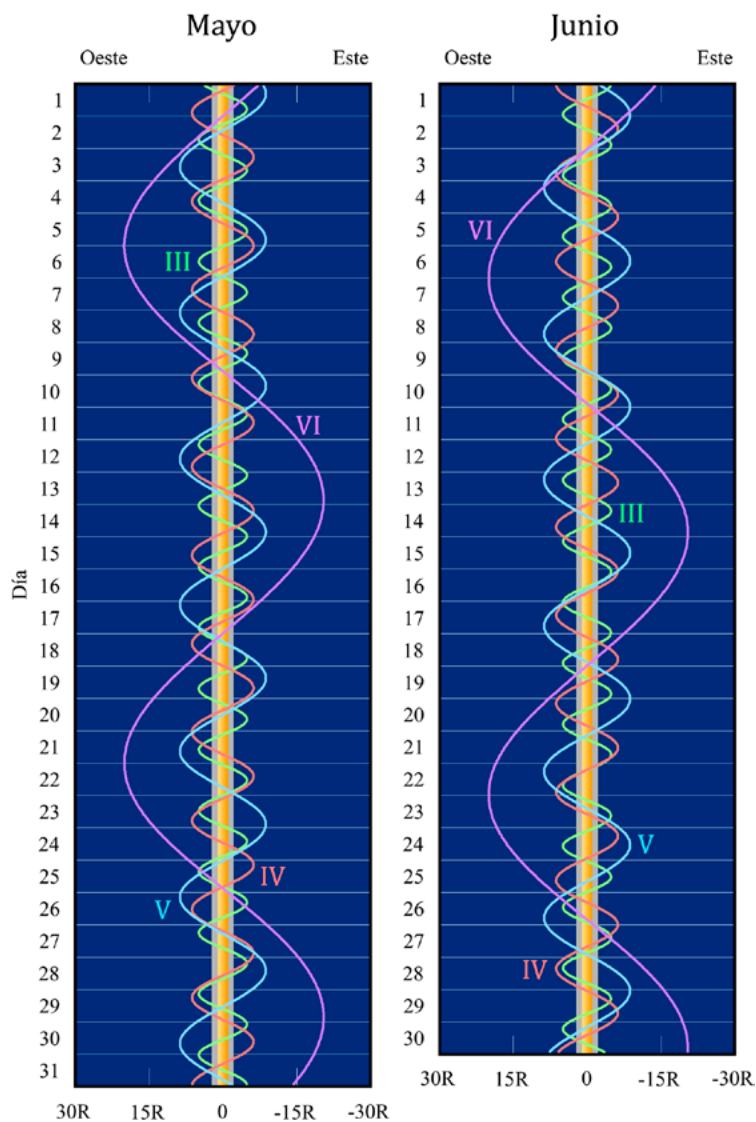
De menor a mayor amplitud, las posiciones dibujadas corresponden a Tetis (III), Dione (IV), Rea (V) y Titán (VI).

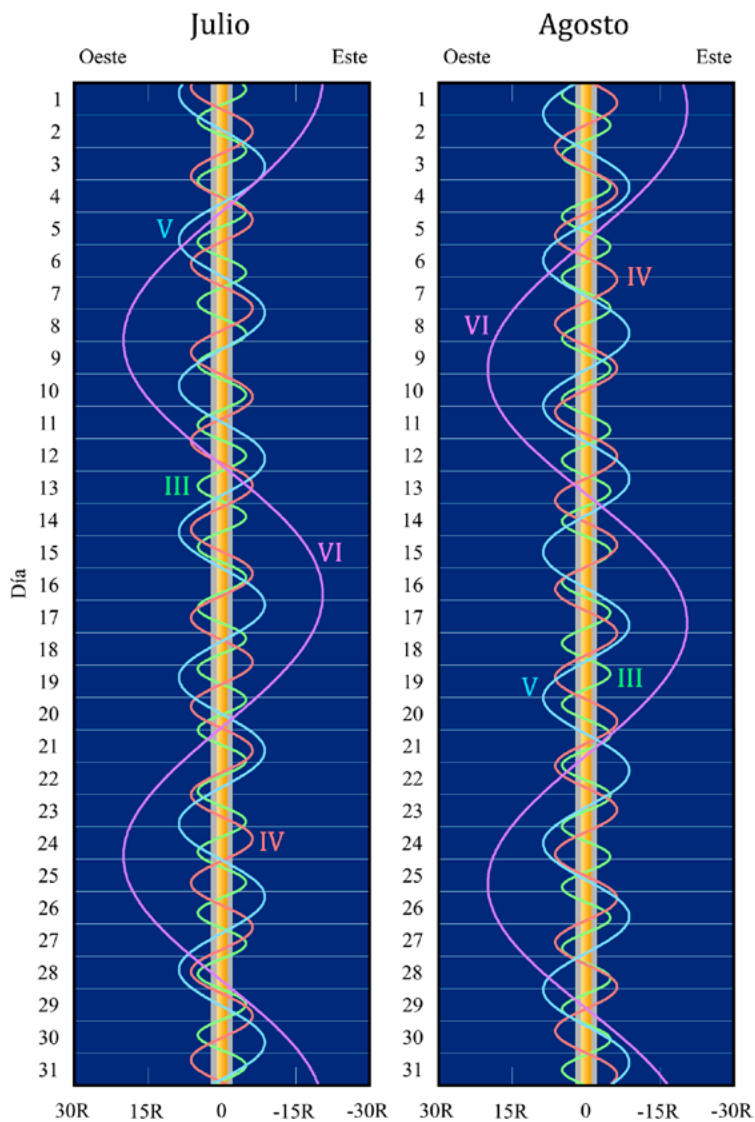


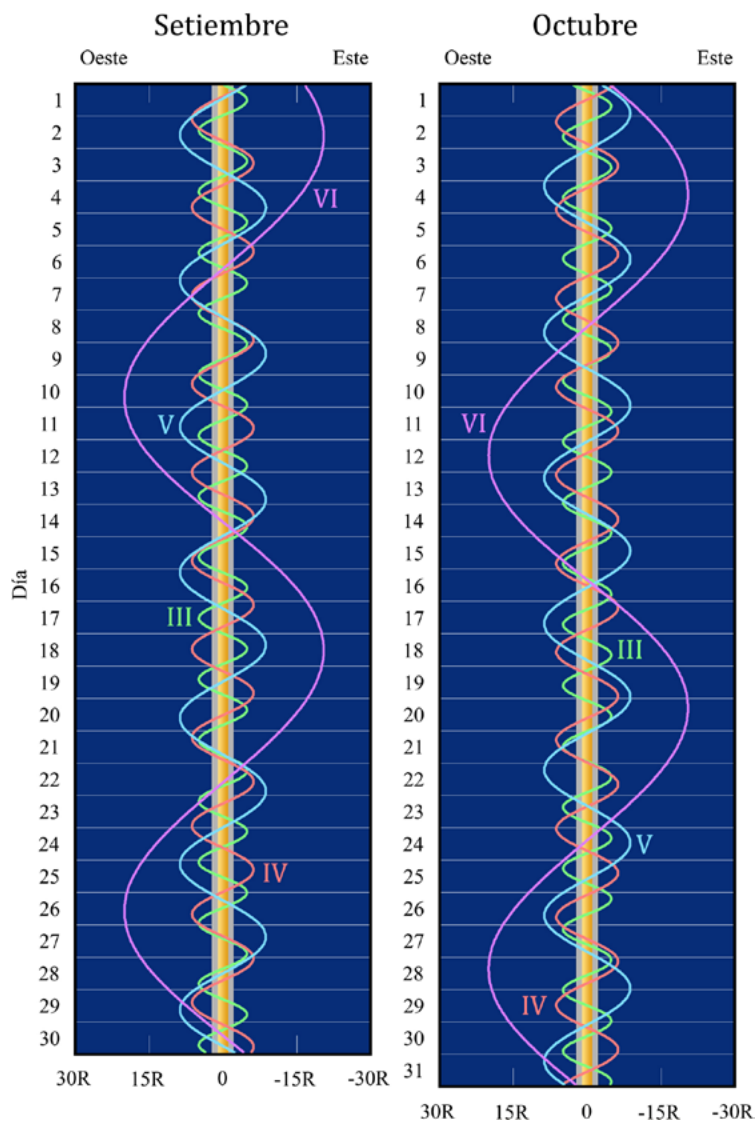
Obsérvese que oeste y este están colocados como se ven en un telescopio y al revés de cómo se ven con unos prismáticos.

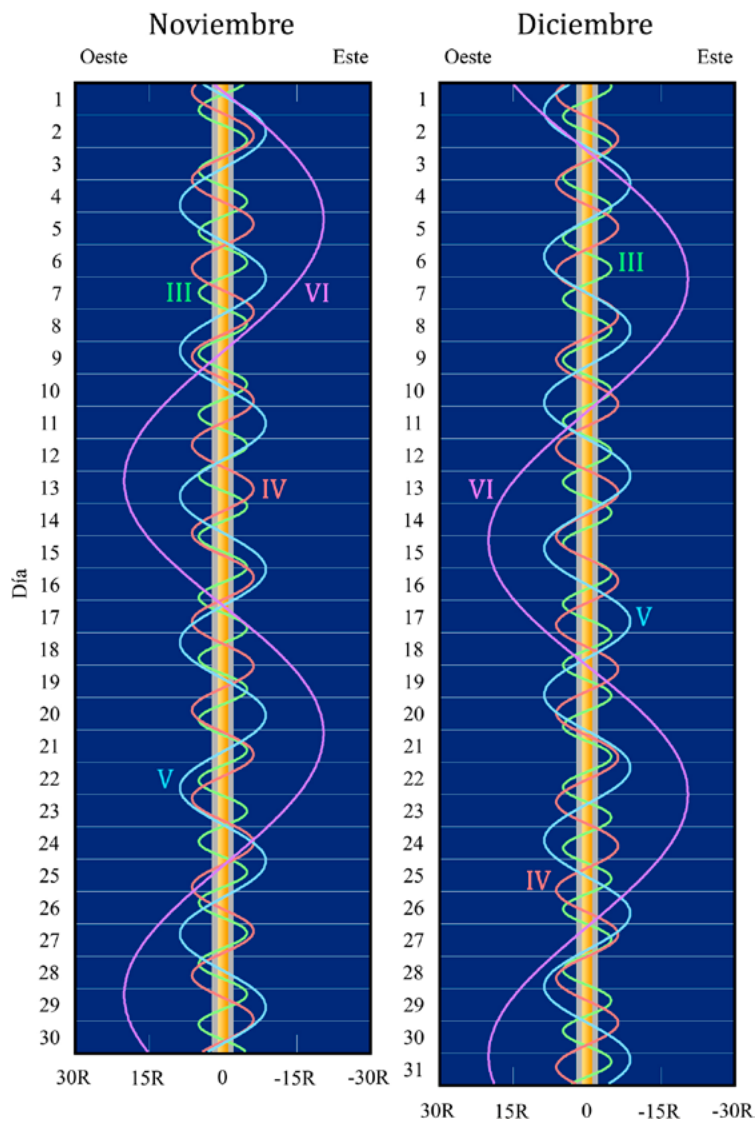
La línea vertical central indica el tamaño del planeta. La separación respecto del centro del planeta viene dada en radios planetarios (R).













CAPÍTULO 6

Objetos menores del sistema solar





Un meteoro atraviesa el cielo durante la lluvia anual de meteoros de las perseidas, el 12 de agosto de 2016 en Spruce Knob (Virginia Occidental). NASA/Bill Ingalls.

Además de los ocho planetas con sus satélites, en el sistema solar se encuentran presentes otros cientos de miles de cuerpos de menor tamaño que orbitan en torno al Sol. Entre estos astros, cuyas principales efemérides se muestran en este capítulo, podemos considerar tres grupos: planetas enanos, asteroides y cometas. También se mencionan las principales lluvias de estrellas, producidas por cuerpos de menor tamaño, los meteoroides.

La categoría de planeta enano fue introducida por la Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés) en 2006. Hasta entonces Plutón se había considerado el noveno planeta del sistema solar. Sin embargo el descubrimiento de otros cuerpos de similares características (y que por tanto también habrían sido considerados planetas), pero cuyas propiedades en conjunto diferían de forma significativa de las de los otros ocho, llevó a la clarificación de las categorías. La IAU establece que se considera planeta al cuerpo que cumple tres propiedades: 1. orbita en torno al Sol (y no respecto a otro cuerpo, como los satélites), 2. tiene suficiente masa como para que su propia gravedad supere la fuerza de cuerpo rígido, por lo que tiene una forma casi esférica, y 3. su efecto gravitatorio es suficientemente marcado como para que haya limpiado su órbita, mediante atracción o expulsión, de la presencia de otros cuerpos similares. Los ocho planetas considerados actualmente cumplen las tres características. Sin embargo hay algunos cuerpos, entre ellos Plutón, que cumplen las dos primeras, pero no la tercera. Para ellos se creó la categoría de planetas enanos.

Actualmente existen cinco cuerpos clasificados como planetas enanos: el propio Plutón, Ceres, Eris, Makemake y Haumea. Ceres está en el cinturón de asteroides, ubicado entre las órbitas de Marte y Júpiter, mientras que los demás están, como Plutón, en el cinturón de Kuiper, más allá de la órbita de Neptuno. Otros cuerpos, como Quaoar, Sedna, Orcus o Gonggong, están en consideración. Plutón orbita junto a otro cuerpo, Caronte, que también fue propuesto como posible planeta enano, aunque actualmente está clasificado como satélite de Plutón. En caso de que fuera considerado planeta enano, conformarían un sistema doble.

Los asteroides son cuerpos rocosos de menor tamaño que los planetas enanos, y por tanto sin la capacidad gravitatoria de alcanzar forma cuasiesférica, por lo que tienen formas muy irregulares. Actualmente se sabe que hay más de 1 300 000 asteroides en el sistema solar. La mayor parte de ellos se concentran en el llamado cinturón de asteroides, entre las órbitas de Marte y Júpiter. Otros, denominados troyanos, se acumulan en los puntos de Lagrange de las órbitas de algunos de los planetas, formando una población

especialmente significativa en el caso de Júpiter. El resto tienen trayectorias dispersas que cruzan las órbitas de los planetas. Ceres era el mayor asteroide conocido hasta la creación de la categoría de planeta enano y su reclasificación como tal. Desde entonces, el mayor asteroide es Vesta, con un diámetro de unos 530 kilómetros, pero el rango de tamaños llega hasta asteroides con apenas 10 metros de diámetro. La masa sumada de todos los asteroides del sistema solar es muy inferior a la de nuestra propia Luna.

Los cometas son cuerpos de roca y polvo, como los asteroides, pero que también están compuestos parcialmente de hielos. Tienen órbitas con una alta elipticidad y, cuando sus trayectorias les acercan al Sol, la radiación solar recibida hace que parte de sus hielos se derritan. Esto produce la formación de una brillante cola característica, que puede alcanzar un tamaño mayor que algunos de los planetas. Estas “estrellas con cabellera” son a veces visibles en el cielo terrestre, en algunos casos excepcionales incluso de día, lo que ha sido registrado por diversas civilizaciones a lo largo de nuestra historia. Actualmente tenemos identificados casi 4000 cometas. A día de hoy sabemos que los cometas son material residual de los orígenes del sistema solar, por lo que su análisis proporciona información de gran relevancia sobre el proceso de formación de nuestro sistema planetario. De hecho se considera que los cometas pueden haber jugado un papel esencial al traer agua u otros compuestos orgánicos a la Tierra en estas primeras fases de su existencia, aportando ingredientes claves para el posterior desarrollo de la vida.

En este capítulo se habla también sobre las lluvias de meteoros, o lluvias de estrellas fugaces, observables desde la Tierra. Los meteoroides son rocas, con tamaños que van desde granos de polvo hasta fragmentos rocosos de 1 metro, que flotan en el espacio. Cuando un meteoroides entra en la atmósfera de la Tierra, la interacción con el aire hace que se queme, y vemos la traza brillante que deja en el cielo hasta que se consume y desaparece. En este caso tenemos un meteorito. Cuando el meteoroides tiene suficiente masa como para sobrevivir a su paso por la atmósfera terrestre y aún queda un resto rocoso cuando llega a tierra, tenemos un meteorito. Podemos ver meteoros en el cielo nocturno en cualquier momento del año, pero hay épocas con una incidencia mucho más alta de estos fenómenos. A esos episodios los conocemos como lluvias de estrellas. Esto ocurre en momentos específicos del año, cuando la Tierra, en su recorrido por su órbita alrededor del Sol, atraviesa la zona de restos dejada por algún cometa. Un ejemplo de ello son las perseidas, una de las lluvias más intensas del año, que tiene su pico de actividad a mediados de agosto y que se produce cuando la Tierra atraviesa el rastro de escombros dejado por el cometa Swift-Tuttle.

6.1. Estadísticas de objetos menores

Número de objetos conocidos de distinto tipo en julio de 2025:

Planetas enanos:	5
Satélites de los planetas enanos:	9
Asteroides descubiertos:	~ 1 451 000
Asteroides numerados:	~ 812 000
Asteroides nombrados:	~ 25 000
Ritmo anual de descubrimiento de asteroides:	~ 100 000
Asteroides potencialmente peligrosos:	2492
Objetos Atenas ($Q > 0,983$ ua, $a < 1$ ua):	3131
Objetos Apolo ($q < 1,017$ ua, $a > 1$ ua):	19 903
Objetos Amor ($1,017 < q < 1,3$ ua):	15 628
Objetos Centauro (entre Júpiter y Neptuno):	380
Objetos transneptunianos:	3727
Cometas con denominación IAU:	~ 4602
Cometas de corto periodo numerados:	503
Ritmo de descubrimiento de cometas:	~ 100 por año
Masa total de los asteroides:	0,0005 M_{\oplus}
Masa del cinturón de Kuiper:	0,03-0,1 M_{\oplus}
Masa de la nube exterior de Oort:	~ 5 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 *Asteroides cercanos a la Tierra* en la página 301.

6.2. 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:

- 1) está en órbita alrededor del Sol,
- 2) 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),

- 3) no ha limpiado de otros cuerpos similares la vecindad de su órbita y
- 4) 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 pasaron a ser planetas enanos el asteroide Ceres, el plutoide Eris y, en junio y setiembre del año 2008, los plutoides Makemake y Haumea.

Elementos orbitales y físicos de los planetas enanos

En las tablas 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, de 365,25 días.

La explicación de los distintos parámetros que aparecen en 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°142	110°303	113°764	224°067
Haumea	28°225	122°104	239°360	361°464
Makemake	28°998	79°597	298°410	378°007
Eris	44°179	35°874	151°506	187°380

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	39,4817	5906,38	0,2488	28,641	50,322
Haumea	43,0808	6444,80	0,1963	34,624	51,538
Makemake	45,4823	6804,06	0,1597	38,218	52,746
Eris	67,6960	10127,18	0,4409	37,846	97,546

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°214304	17,88	466,72
Plutón	247,94	0°003975	4,67	366,73
Haumea	282,77	0°003486	4,48	366,54
Makemake	306,74	0°003213	4,42	366,44
Eris	557,00	0°001770	3,44	365,90

La velocidad de escape es $\sqrt{2}$ veces la velocidad orbital.

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	~0,5	15,1	0,85	0,0007
Haumea	0,7		16,5		0,0005
Makemake	0,8		16,0		0,0005
Eris	0,9		17,1		0,0002

La constante solar de la Tierra es: $1361 \text{ W m}^{-2} = 1,96 \text{ cal min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$.

Tamaño

Planeta	radio ecuat. en \mathcal{R}_{\oplus}	tamaño elipsoide en km	achatación, f	tamaño angular a 1 ua	volumen Tierra=1 ($\approx 10^{12} \text{ km}^3$)
Ceres	0,076	965 × 961 × 891	0,075	1",3	0,0004
Plutón	0,186	2377	<0,006	3",3	0,0064
Haumea	~0,157	1920 × 1540 × 990	~0,4	~2",7	~0,002
Makemake	~0,118	1434 × 1434 × 1422	0,008	~2",1	~0,002
Eris	0,185	2326	~0	3",3	0,0064

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

Masa

Planeta	masa, M_p (\mathcal{M}_{\oplus})	densidad media (g cm^{-3})	gravedad superf. ecu. (m s^{-2})	constante gravit., GM_p ($10^{10} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$)
Ceres	0,00016	2,2	0,56	6
Plutón	0,00218	1,9	0,62	87
Haumea	~0,0007	2,6	~0,3	~27
Makemake	~0,0007	~2	~0,5	~27
Eris	0,00277	2,4	0,79	110

Descubrimiento de los planetas enanos

Ceres:	1 de enero de 1801, por Giuseppe Piazzi (1746–1826) en Palermo mediante observación visual. Anunció el descubrimiento el 24 de enero.
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.
Haumea:	7 de marzo de 2003, en el Observatorio de Sierra Nevada (España) y el 28 de diciembre de 2004 en el Observatorio de Monte Palomar (EEUU). El descubrimiento se anunció en julio de 2005 por M.E. Brown et al y por J.L. Ortiz et al.
Eris:	21 de octubre de 2003, por Michael E. Brown, Chad A. Trujillo y David L. Rabinowitz en el Observatorio de Monte Palomar (EEUU). El descubrimiento se anunció el 29 de julio de 2005.
Makemake:	31 de marzo de 2005, por Michael E. Brown, Chad A. Trujillo y David L. Rabinowitz en el Observatorio de Monte Palomar (EEUU). El descubrimiento se anunció el 29 de julio de 2005.

Satélites de los planetas enanos

planeta	satélite	dimensiones (km)	mag.	periodo orbital (d)	descubrimiento
Plutón:					
I	Caronte	1208	16,8	6,387	1978 Christy
II	Nix	50 × 35 × 33	23,4	24,855	2005 Weaver et al
III	Hidra	65 × 45 × 25	22,9	38,202	2005 Weaver et al
IV	Cerbero	19 × 10 × 9	26,3	32,168	2011 Showalter et al
V	Estigia	16 × 9 × 8	26,9	20,162	2012 Showalter et al
Haumea:					
I	Hi'iaka	~310	20,6	49,46	2005 Brown y AOT
II	Namaka	~170	21,9	18,28	2005 Brown y AOT
Makemake:					
I	S/2015 (126472) 1	~175	23,8	>12	2016 Parker et al
Eris:					
I	Disnomia	300–400	23,1	~14	2005 Brown y AOT

AOT: adaptive-optics team del Observatorio Keck en Mauna Kea.

Los valores del tamaño y el periodo del satélite de Makemake son preliminares.

Efemérides de los planetas enanos

Coordenadas astrométricas, incluyendo perturbaciones planetarias.

CERES 2026							
(coordenadas J2000 a 0 ^h de TU)							
Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (ua)		Ángulo de fase	mag. V	
			a Tierra	al Sol			
	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['] ["])	Δ	r	β (°)		
Ene 1	00 38 42,2	-05 29 59	2,774	2,887	20	8,9	
Ene 11	00 46 05,9	-04 00 22	2,906	2,880	20	9,0	
Ene 21	00 54 51,4	-02 26 09	3,034	2,874	19	9,0	
Ene 31	01 04 47,5	+00 48 42	3,157	2,867	18	9,1	
Feb 10	01 15 43,8	+00 50 48	3,272	2,859	17	9,1	
Feb 20	01 27 32,6	+02 31 22	3,378	2,852	16	9,1	
Mar 2	01 40 07,2	+04 12 01	3,473	2,845	14	9,1	
Mar 12	01 53 21,4	+05 51 50	3,557	2,837	12	9,1	
Mar 22	02 07 11,2	+07 30 06	3,630	2,830	11	9,1	
Abr 1	02 21 32,4	+09 05 57	3,689	2,822	9	9,0	
Abr 11	02 36 21,6	+10 38 42	3,736	2,814	7	9,0	
Abr 21	02 51 36,2	+12 07 43	3,769	2,806	5	8,9	
May 1	03 07 13,2	+13 32 19	3,789	2,798	3	8,8	
May 11	03 23 09,9	+14 51 58	3,796	2,790	2	8,7	
May 21	03 39 24,2	+16 06 11	3,789	2,782	2	8,7	
May 31	03 55 52,4	+17 14 29	3,769	2,774	3	8,8	
Jun 10	04 12 31,9	+18 16 34	3,736	2,765	5	8,9	
Jun 20	04 29 19,4	+19 12 08	3,691	2,757	7	8,9	
Jun 30	04 46 10,3	+20 01 03	3,633	2,749	9	9,0	
Jul 10	05 03 00,7	+20 43 16	3,564	2,741	11	9,0	
Jul 20	05 19 45,8	+21 18 55	3,483	2,732	13	9,0	
Jul 30	05 36 19,3	+21 48 14	3,392	2,724	14	9,0	
Ago 9	05 52 35,8	+22 11 40	3,291	2,716	16	9,0	
Ago 19	06 08 27,9	+22 29 50	3,180	2,708	18	9,0	
Ago 29	06 23 47,4	+22 43 35	3,062	2,700	19	8,9	
Set 8	06 38 26,2	+22 53 59	2,936	2,692	20	8,9	
Set 18	06 52 13,6	+23 02 21	2,804	2,684	21	8,8	
Set 28	07 04 57,8	+23 10 18	2,668	2,676	22	8,7	
Oct 8	07 16 26,4	+23 19 35	2,529	2,668	22	8,6	
Oct 18	07 26 22,8	+23 32 21	2,389	2,660	22	8,5	
Oct 28	07 34 29,8	+23 50 44	2,251	2,653	21	8,3	
Nov 7	07 40 28,4	+24 16 54	2,118	2,646	20	8,1	
Nov 17	07 43 56,9	+24 52 43	1,992	2,639	19	7,9	
Nov 27	07 44 37,3	+25 39 07	1,879	2,632	17	7,7	
Dic 7	07 42 16,9	+26 35 34	1,782	2,625	14	7,5	
Dic 17	07 36 55,4	+27 39 33	1,705	2,618	10	7,3	
Dic 27	07 28 56,9	+28 46 06	1,653	2,612	6	7,0	

PLUTÓN 2026
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} (^o ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
Ene 1	20 22 13,4	-23 18 06	36,328	35,421	1	14,6
Ene 11	20 23 32,0	-23 14 17	36,386	35,428	0	14,6
Ene 21	20 24 53,2	-23 10 27	36,416	35,435	0	14,6
Ene 31	20 26 14,9	-23 06 45	36,416	35,442	0	14,6
Feb 10	20 27 35,2	-23 03 17	36,388	35,449	0	14,6
Feb 20	20 28 52,2	-23 00 08	36,331	35,456	1	14,6
Mar 2	20 30 04,2	-22 57 25	36,249	35,463	1	14,6
Mar 12	20 31 09,4	-22 55 14	36,143	35,470	1	14,6
Mar 22	20 32 06,5	-22 53 38	36,018	35,476	1	14,6
Abr 1	20 32 54,0	-22 52 42	35,876	35,483	1	14,6
Abr 11	20 33 31,2	-22 52 27	35,723	35,490	2	14,6
Abr 21	20 33 57,1	-22 52 56	35,562	35,497	2	14,6
May 1	20 34 11,3	-22 54 08	35,400	35,504	2	14,6
May 11	20 34 13,8	-22 56 02	35,240	35,511	2	14,6
May 21	20 34 04,7	-22 58 34	35,087	35,518	1	14,5
May 31	20 33 44,6	-23 01 42	34,946	35,525	1	14,5
Jun 10	20 33 14,3	-23 05 18	34,822	35,532	1	14,5
Jun 20	20 32 35,0	-23 09 18	34,718	35,539	1	14,5
Jun 30	20 31 48,1	-23 13 33	34,636	35,546	1	14,5
Jul 10	20 30 55,5	-23 17 56	34,581	35,553	0	14,5
Jul 20	20 29 59,0	-23 22 19	34,554	35,559	0	14,5
Jul 30	20 29 00,6	-23 26 34	34,555	35,566	0	14,5
Ago 9	20 28 02,6	-23 30 33	34,585	35,573	0	14,5
Ago 19	20 27 07,0	-23 34 09	34,644	35,580	1	14,5
Ago 29	20 26 16,1	-23 37 16	34,730	35,587	1	14,5
Set 8	20 25 31,6	-23 39 49	34,841	35,594	1	14,5
Set 18	20 24 55,4	-23 41 44	34,974	35,601	1	14,5
Set 28	20 24 28,9	-23 42 57	35,124	35,608	1	14,5
Oct 8	20 24 13,2	-23 43 29	35,289	35,615	2	14,6
Oct 18	20 24 09,2	-23 43 18	35,463	35,622	2	14,6
Oct 28	20 24 17,2	-23 42 25	35,641	35,629	2	14,6
Nov 7	20 24 37,2	-23 40 52	35,818	35,636	2	14,6
Nov 17	20 25 09,1	-23 38 43	35,990	35,643	1	14,6
Nov 27	20 25 52,1	-23 36 01	36,150	35,650	1	14,6
Dic 7	20 26 45,2	-23 32 52	36,296	35,657	1	14,6
Dic 17	20 27 47,2	-23 29 19	36,422	35,664	1	14,6
Dic 27	20 28 56,5	-23 25 30	36,525	35,671	1	14,6

La magnitud de Plutón incluye la de su satélite principal Caronte

HAUMEA 2026
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} (^o ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
Ene 1	14 43 35,0	+13 38 33	50,164	49,826	1	17,6
Ene 11	14 44 03,1	+13 41 44	50,015	49,824	1	17,6
Ene 21	14 44 23,8	+13 45 51	49,861	49,821	1	17,6
Ene 31	14 44 36,5	+13 50 46	49,705	49,818	1	17,6
Feb 10	14 44 41,0	+13 56 18	49,553	49,816	1	17,6
Feb 20	14 44 37,4	+14 02 18	49,408	49,813	1	17,5
Mar 2	14 44 25,8	+14 08 31	49,276	49,811	1	17,5
Mar 12	14 44 06,8	+14 14 46	49,160	49,808	1	17,5
Mar 22	14 43 41,1	+14 20 51	49,063	49,805	1	17,5
Abr 1	14 43 09,8	+14 26 31	48,989	49,803	1	17,5
Abr 11	14 42 34,0	+14 31 37	48,939	49,800	1	17,5
Abr 21	14 41 55,1	+14 35 57	48,915	49,797	1	17,5
May 1	14 41 14,3	+14 39 22	48,917	49,795	1	17,5
May 11	14 40 33,2	+14 41 47	48,944	49,792	1	17,5
May 21	14 39 53,2	+14 43 07	48,997	49,790	1	17,5
May 31	14 39 15,7	+14 43 17	49,072	49,787	1	17,5
Jun 10	14 38 41,9	+14 42 19	49,167	49,784	1	17,5
Jun 20	14 38 12,9	+14 40 13	49,280	49,782	1	17,5
Jun 30	14 37 49,7	+14 37 04	49,407	49,779	1	17,5
Jul 10	14 37 33,1	+14 32 56	49,544	49,776	1	17,6
Jul 20	14 37 23,7	+14 27 56	49,688	49,774	1	17,6
Jul 30	14 37 21,9	+14 22 12	49,834	49,771	1	17,6
Ago 9	14 37 27,8	+14 15 54	49,978	49,769	1	17,6
Ago 19	14 37 41,4	+14 09 10	50,116	49,766	1	17,6
Ago 29	14 38 02,3	+14 02 12	50,244	49,763	1	17,6
Set 8	14 38 30,3	+13 55 10	50,359	49,761	1	17,6
Set 18	14 39 04,7	+13 48 14	50,456	49,758	1	17,6
Set 28	14 39 44,6	+13 41 36	50,533	49,755	1	17,6
Oct 8	14 40 29,2	+13 35 24	50,589	49,753	1	17,5
Oct 18	14 41 17,4	+13 29 50	50,620	49,750	1	17,5
Oct 28	14 42 08,0	+13 25 01	50,625	49,747	1	17,5
Nov 7	14 42 59,9	+13 21 04	50,605	49,745	1	17,5
Nov 17	14 43 51,6	+13 18 08	50,560	49,742	1	17,5
Nov 27	14 44 41,9	+13 16 15	50,490	49,739	1	17,6
Dic 7	14 45 29,6	+13 15 29	50,398	49,737	1	17,6
Dic 17	14 46 13,2	+13 15 52	50,285	49,734	1	17,6
Dic 27	14 46 51,7	+13 17 22	50,156	49,731	1	17,6

MAKEMAKE 2026
(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		
Ene 1	13 29 13,5	+20 08 45	52,743	52,720	1	17,1
Ene 11	13 29 25,4	+20 12 55	52,589	52,720	1	17,1
Ene 21	13 29 29,5	+20 17 49	52,439	52,721	1	17,1
Ene 31	13 29 25,6	+20 23 16	52,297	52,722	1	17,1
Feb 10	13 29 14,2	+20 29 04	52,169	52,722	1	17,1
Feb 20	13 28 55,5	+20 35 01	52,057	52,723	1	17,1
Mar 2	13 28 30,4	+20 40 54	51,966	52,723	1	17,1
Mar 12	13 27 59,8	+20 46 30	51,898	52,724	1	17,1
Mar 22	13 27 24,9	+20 51 38	51,855	52,724	1	17,0
Abr 1	13 26 46,8	+20 56 04	51,838	52,725	1	17,0
Abr 11	13 26 07,1	+20 59 41	51,848	52,725	1	17,0
Abr 21	13 25 26,9	+21 02 20	51,885	52,726	1	17,1
May 1	13 24 47,9	+21 03 56	51,945	52,726	1	17,1
May 11	13 24 11,2	+21 04 25	52,029	52,727	1	17,1
May 21	13 23 38,1	+21 03 46	52,133	52,728	1	17,1
May 31	13 23 09,8	+21 02 00	52,254	52,728	1	17,1
Jun 10	13 22 47,0	+20 59 09	52,388	52,729	1	17,1
Jun 20	13 22 30,6	+20 55 17	52,532	52,729	1	17,1
Jun 30	13 22 21,1	+20 50 31	52,681	52,730	1	17,1
Jul 10	13 22 18,7	+20 44 58	52,831	52,730	1	17,1
Jul 20	13 22 23,8	+20 38 46	52,978	52,731	1	17,2
Jul 30	13 22 36,1	+20 32 04	53,119	52,731	1	17,2
Ago 9	13 22 55,4	+20 25 03	53,248	52,732	1	17,1
Ago 19	13 23 21,3	+20 17 53	53,363	52,732	1	17,1
Ago 29	13 23 53,2	+20 10 43	53,460	52,733	1	17,1
Set 8	13 24 30,4	+20 03 44	53,537	52,733	1	17,1
Set 18	13 25 11,9	+19 57 06	53,591	52,734	1	17,1
Set 28	13 25 56,8	+19 50 59	53,621	52,734	1	17,1
Oct 8	13 26 44,0	+19 45 31	53,625	52,735	0	17,1
Oct 18	13 27 32,4	+19 40 50	53,604	52,735	1	17,1
Oct 28	13 28 20,7	+19 37 04	53,557	52,736	1	17,1
Nov 7	13 29 07,7	+19 34 18	53,486	52,736	1	17,1
Nov 17	13 29 52,2	+19 32 37	53,393	52,737	1	17,1
Nov 27	13 30 33,0	+19 32 02	53,280	52,737	1	17,1
Dic 7	13 31 09,1	+19 32 35	53,151	52,738	1	17,1
Dic 17	13 31 39,3	+19 34 13	53,008	52,738	1	17,1
Dic 27	13 32 03,0	+19 36 54	52,858	52,739	1	17,1

ERIS 2026
(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} (^o ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
Ene 1	01 45 22,1	+00 26 50	95,286	95,526	1	18,7
Ene 11	01 45 17,6	+00 25 41	95,453	95,523	1	18,7
Ene 21	01 45 17,2	+00 24 09	95,622	95,521	1	18,7
Ene 31	01 45 20,9	+00 22 14	95,788	95,519	1	18,7
Feb 10	01 45 28,5	+00 20 00	95,946	95,516	1	18,7
Feb 20	01 45 39,9	+00 17 30	96,090	95,514	0	18,7
Mar 2	01 45 54,6	+00 14 49	96,216	95,511	0	18,7
Mar 12	01 46 12,3	+00 12 00	96,322	95,509	0	18,7
Mar 22	01 46 32,3	+00 09 07	96,403	95,506	0	18,7
Abr 1	01 46 54,2	+00 06 15	96,457	95,504	0	18,7
Abr 11	01 47 17,2	+00 03 28	96,484	95,501	0	18,7
Abr 21	01 47 40,8	+00 00 50	96,482	95,499	0	18,7
May 1	01 48 04,3	+00 01 35	96,452	95,496	0	18,7
May 11	01 48 27,0	+00 03 45	96,395	95,494	0	18,7
May 21	01 48 48,5	+00 05 36	96,312	95,491	0	18,7
May 31	01 49 08,0	+00 07 06	96,205	95,489	0	18,7
Jun 10	01 49 25,1	+00 08 13	96,079	95,487	0	18,7
Jun 20	01 49 39,3	+00 08 56	95,936	95,484	1	18,7
Jun 30	01 49 50,3	+00 09 16	95,780	95,482	1	18,7
Jul 10	01 49 57,7	+00 09 11	95,616	95,479	1	18,7
Jul 20	01 50 01,4	+00 08 43	95,447	95,477	1	18,7
Jul 30	01 50 01,3	+00 07 52	95,280	95,474	1	18,7
Ago 9	01 49 57,3	+00 06 42	95,118	95,472	1	18,7
Ago 19	01 49 49,6	+00 05 14	94,965	95,469	1	18,7
Ago 29	01 49 38,3	+00 03 32	94,827	95,467	0	18,7
Set 8	01 49 23,8	+00 01 39	94,707	95,464	0	18,7
Set 18	01 49 06,6	+00 00 21	94,610	95,462	0	18,6
Set 28	01 48 47,0	+00 02 24	94,537	95,459	0	18,6
Oct 8	01 48 25,7	+00 04 24	94,491	95,457	0	18,6
Oct 18	01 48 03,4	+00 06 18	94,475	95,454	0	18,6
Oct 28	01 47 40,8	+00 08 02	94,487	95,452	0	18,6
Nov 7	01 47 18,5	+00 09 30	94,529	95,449	0	18,6
Nov 17	01 46 57,4	+00 10 40	94,600	95,447	0	18,6
Nov 27	01 46 38,0	+00 11 29	94,696	95,444	0	18,7
Dic 7	01 46 21,1	+00 11 54	94,815	95,442	0	18,7
Dic 17	01 46 07,2	+00 11 53	94,954	95,439	1	18,7
Dic 27	01 45 56,8	+00 11 26	95,107	95,437	1	18,7

6.3. Asteroides

En julio de 2025 se llevan descubiertos unos 1 451 000 asteroides, de los cuales unos 812 000 han sido numerados y unos 25 000 han recibido un nombre. Por su órbita y su tamaño, unos 2492 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 (ua)	e	ω (°)	Ω (°)	i (°)
1 Ceres	2023,00	2,7659	0,0795	73,275	80,251	10,588
2 Palas	2023,25	2,7701	0,2306	310,918	172,892	34,926
3 Juno	2023,33	2,6708	0,2559	247,871	169,826	12,986
4 Vesta	2022,01	2,3615	0,0901	151,564	103,703	7,144
5 Astrea	2024,42	2,5768	0,1875	359,328	141,452	5,359
6 Hebe	2022,25	2,4257	0,2023	239,684	138,614	14,736
7 Iris	2025,33	2,3868	0,2302	145,520	259,498	5,519
8 Flora	2024,09	2,2011	0,1564	285,425	110,845	5,890
9 Metis	2023,92	2,3865	0,1226	5,874	68,870	5,578
10 Hygiea	2022,59	3,1455	0,1090	312,688	283,123	3,833
11 Partenope	2024,09	2,4539	0,1001	196,414	125,467	4,635
12 Victoria	2025,17	2,3338	0,2200	69,540	235,353	8,374
13 Egeria	2025,50	2,5765	0,0848	79,069	43,180	16,525
14 Irene	2021,59	2,5878	0,1626	98,252	86,010	9,130
15 Eunomia	2024,59	2,6426	0,1878	98,553	292,882	11,761
16 Psyche	2025,34	2,9226	0,1342	229,677	150,017	3,097
18 Melpomene	2023,75	2,2954	0,2181	228,057	150,332	10,131
19 Fortuna	2024,92	2,4426	0,1580	182,587	211,013	1,573
20 Masalia	2025,59	2,4089	0,1439	257,272	205,969	0,709
27 Euterpe	2023,17	2,3474	0,1715	356,538	94,767	1,583
29 Amphitrite	2024,26	2,5539	0,0734	61,874	356,255	6,078
39 Laetitia	2024,75	2,7709	0,1128	210,244	156,874	10,371
40 Harmonia	2025,17	2,2674	0,0462	269,623	94,155	4,256
44 Nysa	2022,26	2,4228	0,1498	344,053	131,485	3,712
51 Nemausa	2022,01	2,3654	0,0659	2,245	175,880	9,973
89 Julia	2021,84	2,5511	0,1838	45,180	311,520	16,123
192 Nausikaa	2023,09	2,4033	0,2453	30,586	343,079	6,795
230 Atamantis	2022,76	2,3825	0,0612	139,121	239,769	9,455
349 Dembowska	2022,34	2,9253	0,0886	344,514	32,196	8,249
354 Eleonora	2024,42	2,8005	0,1118	8,087	140,209	18,361

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,

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	965 × 961 × 891	C	9,074	6,79	3,34	0,12
2	Palas	570 × 525 × 500	B	7,813	7,59	4,13	0,11
3	Juno	320 × 267 × 200	S	7,210	8,58	5,33	0,32
4	Vesta	573 × 557 × 446	V	5,342	5,74	3,20	0,32
5	Astrea	167 × 123 × 82	S	16,800	9,89	6,85	0,15
6	Hebe	205 × 185 × 170	S	7,275	8,41	5,71	0,24
7	Iris	240 × 200 × 200	S	7,139	8,11	5,51	0,15
8	Flora	161 × 161 × 161	S	12,865	8,60	6,49	0,28
9	Metis	222 × 182 × 130	S	5,079	8,88	6,28	0,17
10	Hygiea	530 × 407 × 370	C	27,623	9,56	5,43	0,15
11	Partenope	153 × 153 × 153	S	13,729	9,31	6,55	0,15
12	Victoria	113	S	8,660	9,71	7,24	0,22
13	Egeria	208 × 208 × 208	C	7,045	9,78	6,74	0,15
14	Irene	167 × 153 × 139	S	15,028	9,37	6,30	0,15
15	Eunomia	357 × 255 × 212	S	6,083	8,47	5,28	0,23
16	Psyche	240 × 185 × 145	M	4,196	9,65	5,90	0,20
18	Melpomene	170 × 155 × 129	S	11,570	8,88	6,51	0,25
19	Fortuna	225 × 205 × 195	C	7,443	9,87	7,13	0,10
20	Masalia	160 × 145 × 132	S	8,098	9,15	6,50	0,25
27	Euterpe	124 × 75	S	10,410	9,5	7,0	0,15
29	Amphitrite	233 × 212 × 193	S	5,392	8,84	5,85	0,20
39	Laetitia	210 × 150 × 107	S	5,138	9,5	6,1	0,15
40	Harmonia	108	S	8,910	9,3	7,0	0,15
44	Nysa	71	E	6,422	9,72	7,03	0,46
51	Nemausa	148	C	7,783	9,91	7,35	0,06

Los diez mayores asteroides de tamaño conocido, ordenados de mayor a menor de acuerdo con el diámetro de una esfera de volumen equivalente, son: 1 Ceres, 2 Palas (Pallas), 4 Vesta, 10 Hygiea, 704 Interamnia, 52 Europa, 511 Davida, 87 Silvia (Sylvia), 65 Cibeles (Cybele) y 15 Eunomia, todos ellos mayores de 260 km.

Se ha podido determinar la masa de muy pocos asteroides. Los cinco de mayor masa conocida, ordenados de mayor a menor, son: 1 Ceres, 4 Vesta, 2 Palas (Pallas), 10 Hygiea y 31 Eufrosine (Euphrosyne), todos ellos con una masa superior a $5 \cdot 10^{19}$ kg.

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 ($\sim 0,07$),
- B** = tipo carbonáceo, con espectro azulado y 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 tabla en la página 190 o, en primera aproximación, $R = 1$).

Fechas de oposición en 2026 de los primeros asteroides

	nombre	oposición en longitud		magnitud V	oposición en asc. recta	
2	Palas	Oct 6	23 ^h	8,3	Oct 14	9 ^h
3	Junon	Jul 26	16 ^h	9,2	Jul 23	20 ^h
4	Vesta	Oct 13	6 ^h	6,5	Oct 17	2 ^h
5	Astrea	Ago 28	23 ^h	11,0	Ago 29	15 ^h
7	Iris	Feb 27	17 ^h	8,9	Feb 24	22 ^h
8	Flora	Jul 9	21 ^h	8,9	Jul 9	19 ^h
9	Metis	Ago 28	14 ^h	9,3	Ago 31	19 ^h
11	Partenope	Feb 26	1 ^h	10,2	Feb 27	7 ^h
13	Egeria	Abr 19	11 ^h	10,2	Abr 21	11 ^h
14	Irene	Jun 15	9 ^h	9,3	Jun 15	10 ^h
15	Eunomia	Mar 25	7 ^h	9,9	Mar 19	9 ^h
18	Melpomene	Jul 8	19 ^h	9,0	Jul 7	13 ^h
19	Fortuna	Mar 13	0 ^h	10,9	Mar 12	11 ^h
20	Masalia	Mar 21	15 ^h	9,0	Mar 21	11 ^h
29	Amphitrite	May 29	2 ^h	9,7	May 27	17 ^h
39	Laetitia	Ene 27	16 ^h	10,0	Ene 26	2 ^h
40	Harmonia	Ene 2	14 ^h	9,0	Ene 2	16 ^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.

Atón Son aquellos NEA que cruzan la órbita de la Tierra ($Q > 1 - e_{\oplus}$ ua) y cuyo semieje orbital es menor que el de esta ($a < 1$ 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 esta ($a > 1$ 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 de los asteroides

A continuación figuran las efemérides de los primeros asteroides 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 anual.

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} ([°] ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo mag. de fase V β (°)		
			a Tierra Δ	al Sol r			
1 CERES 2026							
Consultar efemérides en el apartado de planetas enanos							
2 PALAS 2026							
Jul	10	01 17 03,4	+03 11 36	2,854	3,003	20	9,8
Jul	20	01 24 42,1	+02 29 37	2,692	2,982	20	9,6
Jul	30	01 30 59,6	+01 28 48	2,535	2,961	19	9,5
Ago	9	01 35 41,8	+00 07 09	2,384	2,940	18	9,3
Ago	19	01 38 32,5	-01 36 52	2,243	2,918	17	9,1
Ago	29	01 39 18,9	-03 43 16	2,118	2,896	15	8,9
Set	8	01 37 52,2	-06 10 01	2,012	2,873	12	8,7
Set	18	01 34 11,8	-08 51 59	1,930	2,850	10	8,5
Set	28	01 28 32,8	-11 40 23	1,875	2,827	8	8,3
Oct	8	01 21 25,3	-14 24 00	1,849	2,804	7	8,2
Oct	18	01 13 35,1	-16 50 46	1,853	2,780	9	8,3
Oct	28	01 05 59,0	-18 50 46	1,884	2,756	12	8,4
Nov	7	00 59 29,8	-20 18 31	1,940	2,732	15	8,6
Nov	17	00 54 51,2	-21 12 39	2,015	2,708	17	8,7
Nov	27	00 52 30,7	-21 35 33	2,104	2,684	19	8,8
Dic	7	00 52 38,0	-21 31 26	2,202	2,659	21	9,0
Dic	17	00 55 12,4	-21 04 55	2,306	2,635	22	9,1
Dic	27	01 00 04,7	-20 20 38	2,410	2,610	22	9,2
3 JUNO 2026							
May	1	20 25 39,5	-06 19 26	2,774	3,001	20	10,8
May	11	20 31 14,2	-05 30 29	2,619	2,980	19	10,6

		(coordenadas J2000 a 0 ^h de TU)					
Fecha	ascen. recta	declinación	distancia (ua)		Ángulo de fase	mag. V	
			a Tierra Δ	al Sol r			
	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['] ["])			β (°)		
May 21	20 35 03,0	-04 46 27	2,467	2,958	19	10,5	
May 31	20 36 54,1	-04 09 46	2,323	2,935	18	10,3	
Jun 10	20 36 38,0	-03 43 00	2,189	2,913	16	10,1	
Jun 20	20 34 07,8	-03 29 01	2,068	2,889	14	9,9	
Jun 30	20 29 27,1	-03 30 22	1,966	2,865	11	9,6	
Jul 10	20 22 51,0	-03 48 46	1,885	2,841	9	9,4	
Jul 20	20 14 48,7	-04 24 45	1,829	2,816	6	9,2	
Jul 30	20 06 06,7	-05 16 45	1,799	2,791	5	9,1	
Ago 9	19 57 38,7	-06 21 21	1,795	2,766	8	9,2	
Ago 19	19 50 19,0	-07 33 50	1,818	2,740	11	9,4	
Ago 29	19 44 54,4	-08 48 54	1,864	2,713	14	9,5	
Set 8	19 41 54,1	-10 01 53	1,929	2,687	17	9,7	
Set 18	19 41 33,8	-11 09 08	2,011	2,660	19	9,8	
Set 28	19 43 55,0	-12 07 58	2,103	2,633	21	9,9	
Oct 8	19 48 49,1	-12 56 47	2,203	2,605	22	10,0	
Oct 18	19 56 04,2	-13 34 30	2,308	2,578	23	10,1	
4 VESTA 2026							
Jul 20	01 36 23,5	+01 36 36	2,092	2,389	25	7,9	
Jul 30	01 44 45,7	+01 48 26	1,981	2,399	25	7,8	
Ago 9	01 51 07,4	+01 45 44	1,874	2,408	23	7,6	
Ago 19	01 55 08,1	+01 27 49	1,772	2,418	22	7,5	
Ago 29	01 56 30,5	+00 54 58	1,679	2,427	19	7,3	
Set 8	01 55 03,0	+00 08 27	1,600	2,437	16	7,1	
Set 18	01 50 44,1	-00 48 45	1,538	2,446	13	6,9	
Set 28	01 43 53,4	-01 51 18	1,497	2,454	9	6,7	
Oct 8	01 35 11,6	-02 52 17	1,480	2,463	5	6,5	
Oct 18	01 25 39,6	-03 43 53	1,491	2,471	5	6,5	
Oct 28	01 16 29,9	-04 19 14	1,528	2,480	8	6,7	
Nov 7	01 08 46,1	-04 34 19	1,590	2,487	12	7,0	
Nov 17	01 03 15,3	-04 27 50	1,675	2,495	16	7,2	
Nov 27	01 00 22,7	-04 01 03	1,778	2,502	18	7,4	
Dic 7	01 00 11,4	-03 16 41	1,895	2,509	20	7,6	

(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		
Dic 17	01 02 34,3	-02 17 41	2,022	2,516	22	7,8
Dic 27	01 07 16,0	-01 07 08	2,156	2,522	23	8,0
5 ASTREA 2026						
May 31	22 44 52,8	-07 49 44	2,896	3,060	19	12,7
Jun 10	22 50 46,1	-07 24 47	2,756	3,060	19	12,6
Jun 20	22 55 02,0	-07 10 37	2,618	3,059	19	12,5
Jun 30	22 57 28,9	-07 08 45	2,486	3,058	18	12,3
Jul 10	22 57 56,9	-07 20 23	2,362	3,056	16	12,1
Jul 20	22 56 17,7	-07 46 15	2,253	3,053	14	12,0
Jul 30	22 52 31,9	-08 25 55	2,160	3,050	11	11,8
Ago 9	22 46 49,8	-09 17 34	2,090	3,046	8	11,5
Ago 19	22 39 34,1	-10 17 46	2,045	3,042	4	11,3
Ago 29	22 31 23,9	-11 21 26	2,028	3,037	1	11,0
Set 8	22 23 06,2	-12 22 57	2,039	3,032	4	11,3
Set 18	22 15 31,2	-13 17 03	2,079	3,026	8	11,5
Set 28	22 09 23,9	-13 59 42	2,145	3,019	11	11,7
Oct 8	22 05 14,4	-14 28 48	2,233	3,012	14	11,9
Oct 18	22 03 20,0	-14 43 35	2,338	3,004	16	12,1
Oct 28	22 03 44,4	-14 44 23	2,457	2,996	18	12,2
Nov 7	22 06 20,9	-14 32 13	2,585	2,987	19	12,4
Nov 17	22 10 58,8	-14 08 08	2,718	2,978	19	12,5
7 IRIS 2026						
Ene 1	11 01 13,5	-00 52 01	1,778	2,347	23	9,9
Ene 11	11 01 32,1	-01 31 09	1,689	2,372	20	9,7
Ene 21	10 58 52,3	-01 50 52	1,612	2,398	17	9,5
Ene 31	10 53 20,4	-01 49 20	1,553	2,423	14	9,3
Feb 10	10 45 24,1	-01 26 35	1,514	2,448	9	9,1
Feb 20	10 35 52,5	-00 45 04	1,500	2,473	5	9,0
Mar 2	10 25 55,6	+00 09 43	1,514	2,497	4	8,9
Mar 12	10 16 46,3	+01 10 19	1,557	2,521	7	9,2
Mar 22	10 09 24,9	+02 09 19	1,625	2,544	11	9,4
Abr 1	10 04 32,2	+03 00 26	1,717	2,567	14	9,7

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha		ascen. recta	declinación	distancia (ua)		Ángulo	mag.
		α_{2000}	δ_{2000}	a Tierra	al Sol	de fase	V
		(^h ^m ^s)	([°] ['] ^{''})	Δ	r	β (°)	
Abr	11	10 02 22,6	+03 39 46	1,828	2,589	17	10,0
Abr	21	10 02 53,4	+04 05 30	1,953	2,611	19	10,2
May	1	10 05 51,5	+04 17 04	2,090	2,632	21	10,4
May	11	10 10 56,6	+04 15 06	2,235	2,653	22	10,6
May	21	10 17 49,8	+04 00 31	2,383	2,672	22	10,8
8 FLORA 2026							
Abr	11	19 17 20,0	-19 11 03	2,140	2,403	25	11,3
Abr	21	19 27 14,6	-18 56 18	2,001	2,389	24	11,1
May	1	19 35 09,8	-18 45 21	1,865	2,375	24	11,0
May	11	19 40 47,3	-18 40 35	1,734	2,360	23	10,8
May	21	19 43 45,1	-18 44 27	1,612	2,345	21	10,5
May	31	19 43 45,1	-18 58 59	1,501	2,329	18	10,3
Jun	10	19 40 36,1	-19 25 14	1,406	2,313	15	10,0
Jun	20	19 34 18,8	-20 02 51	1,329	2,296	10	9,7
Jun	30	19 25 21,1	-20 49 18	1,275	2,279	5	9,4
Jul	10	19 14 38,1	-21 40 14	1,245	2,262	0	8,9
Jul	20	19 03 29,9	-22 30 40	1,241	2,245	6	9,3
Jul	30	18 53 29,1	-23 16 21	1,262	2,227	11	9,5
Ago	9	18 45 52,8	-23 54 59	1,304	2,209	16	9,8
Ago	19	18 41 33,2	-24 25 59	1,365	2,191	20	10,0
Ago	29	18 40 53,9	-24 49 37	1,440	2,172	23	10,2
Set	8	18 43 51,5	-25 06 14	1,526	2,154	25	10,4
Set	18	18 50 11,7	-25 15 46	1,619	2,136	27	10,5
Set	28	18 59 32,1	-25 17 45	1,716	2,117	28	10,7
Oct	8	19 11 26,9	-25 11 23	1,815	2,099	28	10,8
9 METIS 2026							
May	31	22 40 39,6	-14 23 44	2,250	2,515	24	11,2
Jun	10	22 49 40,8	-13 59 19	2,114	2,503	24	11,1
Jun	20	22 56 58,1	-13 47 08	1,981	2,491	23	10,9
Jun	30	23 02 14,9	-13 49 02	1,855	2,479	22	10,7
Jul	10	23 05 13,7	-14 06 27	1,737	2,466	20	10,5
Jul	20	23 05 36,6	-14 40 05	1,631	2,453	17	10,3

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} ([°] ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo mag. de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
Jul 30	23 03 13,4	-15 28 43	1,541	2,440	14	10,0
Ago 9	22 58 06,0	-16 28 59	1,470	2,427	10	9,8
Ago 19	22 50 34,4	-17 34 52	1,421	2,414	6	9,5
Ago 29	22 41 26,3	-18 38 00	1,398	2,400	4	9,3
Set 8	22 31 48,3	-19 30 02	1,401	2,386	7	9,5
Set 18	22 22 56,5	-20 04 14	1,429	2,373	11	9,7
Set 28	22 16 00,3	-20 17 06	1,480	2,359	15	9,9
Oct 8	22 11 44,3	-20 08 35	1,549	2,345	18	10,1
Oct 18	22 10 30,4	-19 40 21	1,634	2,332	21	10,3
Oct 28	22 12 18,7	-18 54 57	1,731	2,318	23	10,5
Nov 7	22 16 54,4	-17 55 01	1,835	2,304	25	10,6
Nov 17	22 23 58,6	-16 42 31	1,944	2,291	25	10,7
Nov 27	22 33 09,3	-15 19 11	2,055	2,277	26	10,9

11 PARTENOPE 2026

Ene 1	11 05 41,3	+07 58 52	2,122	2,699	19	11,5
Ene 11	11 06 44,5	+08 14 01	2,002	2,698	17	11,3
Ene 21	11 05 13,8	+08 46 22	1,896	2,697	15	11,1
Ene 31	11 01 08,3	+09 35 00	1,810	2,695	11	10,9
Feb 10	10 54 43,3	+10 36 42	1,746	2,693	7	10,6
Feb 20	10 46 31,8	+11 46 06	1,709	2,691	3	10,4
Mar 2	10 37 28,3	+12 55 47	1,701	2,688	2	10,3
Mar 12	10 28 37,0	+13 58 21	1,721	2,685	7	10,5
Mar 22	10 20 58,9	+14 48 00	1,769	2,681	11	10,8
Abr 1	10 15 23,1	+15 21 11	1,840	2,677	14	11,0
Abr 11	10 12 15,9	+15 37 04	1,931	2,672	17	11,2
Abr 21	10 11 45,5	+15 36 17	2,036	2,668	19	11,4
May 1	10 13 46,8	+15 20 17	2,151	2,662	21	11,5
May 11	10 18 04,8	+14 50 54	2,272	2,657	22	11,7
May 21	10 24 22,6	+14 09 43	2,397	2,651	22	11,8

13 EGERIA 2026

Ene 21	14 11 20,6	-01 52 45	2,273	2,466	24	11,8
Ene 31	14 19 36,0	-02 40 01	2,152	2,475	23	11,6

		(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 25 49,2	-03 17 59	2,032	2,483	23	11,5
Feb	20	14 29 39,2	-03 46 51	1,917	2,492	21	11,3
Mar	2	14 30 46,4	-04 07 22	1,810	2,500	19	11,2
Mar	12	14 28 57,8	-04 20 44	1,716	2,509	17	11,0
Mar	22	14 24 09,1	-04 28 38	1,638	2,518	13	10,8
Abr	1	14 16 35,8	-04 33 34	1,582	2,527	9	10,5
Abr	11	14 06 56,3	-04 38 34	1,550	2,536	5	10,3
Abr	21	13 56 08,8	-04 46 51	1,545	2,545	3	10,2
May	1	13 45 26,4	-05 01 42	1,568	2,554	6	10,4
May	11	13 35 57,4	-05 25 19	1,618	2,563	10	10,6
May	21	13 28 32,9	-05 58 55	1,691	2,573	14	10,9
May	31	13 23 43,8	-06 42 48	1,785	2,582	17	11,1
Jun	10	13 21 37,6	-07 36 15	1,895	2,591	19	11,3
Jun	20	13 22 09,3	-08 38 15	2,017	2,600	21	11,5
Jun	30	13 25 06,3	-09 47 39	2,147	2,609	22	11,7
Jul	10	13 30 11,1	-11 03 04	2,283	2,617	23	11,9
Jul	20	13 37 08,6	-12 23 19	2,421	2,626	23	12,0
14 IRENE 2026							
Mar	22	17 43 23,8	-18 48 40	1,999	2,309	25	11,0
Abr	1	17 52 44,4	-19 05 09	1,892	2,324	25	10,9
Abr	11	17 59 37,5	-19 22 19	1,788	2,339	24	10,8
Abr	21	18 03 42,2	-19 42 10	1,691	2,355	22	10,6
May	1	18 04 42,2	-20 06 17	1,603	2,371	19	10,4
May	11	18 02 29,8	-20 35 28	1,529	2,388	16	10,2
May	21	17 57 09,4	-21 09 24	1,473	2,404	12	10,0
May	31	17 49 09,8	-21 46 30	1,438	2,421	8	9,8
Jun	10	17 39 23,8	-22 24 19	1,427	2,439	3	9,5
Jun	20	17 29 02,2	-23 00 28	1,442	2,456	2	9,5
Jun	30	17 19 25,6	-23 33 30	1,484	2,473	7	9,9
Jul	10	17 11 40,5	-24 03 16	1,550	2,491	11	10,2
Jul	20	17 06 32,3	-24 30 33	1,637	2,509	15	10,4
Jul	30	17 04 23,5	-24 56 22	1,742	2,526	18	10,7

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} ([°] ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo mag. de fase V β (°)
			a Tierra Δ	al Sol r	
Ago 9	17 05 13,9	-25 21 23	1,862	2,544	20 10,9
Ago 19	17 08 53,6	-25 45 44	1,993	2,561	21 11,1
Ago 29	17 15 06,0	-26 09 04	2,132	2,579	22 11,3
Set 8	17 23 30,9	-26 30 40	2,276	2,596	23 11,5
Set 18	17 33 51,1	-26 49 38	2,423	2,613	23 11,6

15 EUNOMIA 2026

Ene 1	12 17 28,8	-13 23 01	2,788	2,969	19 11,0
Ene 11	12 21 30,3	-14 40 05	2,659	2,982	19 10,9
Ene 21	12 23 31,4	-15 47 37	2,535	2,995	18 10,8
Ene 31	12 23 19,2	-16 43 11	2,417	3,007	17 10,6
Feb 10	12 20 47,8	-17 24 16	2,312	3,019	15 10,5
Feb 20	12 15 58,7	-17 48 03	2,223	3,030	13 10,3
Mar 2	12 09 08,8	-17 52 22	2,154	3,040	10 10,1
Mar 12	12 00 51,1	-17 36 29	2,110	3,050	7 10,0
Mar 22	11 51 51,6	-17 01 41	2,093	3,060	5 9,9
Abr 1	11 43 05,2	-16 11 57	2,105	3,069	6 9,9
Abr 11	11 35 22,7	-15 13 14	2,144	3,077	8 10,1
Abr 21	11 29 23,0	-14 12 06	2,210	3,085	11 10,3
May 1	11 25 31,0	-13 14 47	2,298	3,093	13 10,5
May 11	11 23 54,2	-12 25 55	2,404	3,100	15 10,6
May 21	11 24 30,0	-11 48 23	2,525	3,106	17 10,8
May 31	11 27 09,1	-11 23 43	2,656	3,112	18 10,9
Jun 10	11 31 37,5	-11 12 07	2,793	3,117	19 11,1
Jun 20	11 37 41,6	-11 13 09	2,933	3,122	19 11,2

18 MELPOMENE 2026

Abr 11	19 07 03,2	-11 46 07	2,138	2,424	24 11,1
Abr 21	19 16 16,2	-11 00 36	1,993	2,401	24 10,9
May 1	19 23 33,4	-10 15 37	1,852	2,377	24 10,7
May 11	19 28 37,6	-09 33 45	1,717	2,354	22 10,5
May 21	19 31 08,8	-08 58 14	1,591	2,330	21 10,2
May 31	19 30 51,5	-08 32 41	1,477	2,305	18 10,0

		(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			
Jun	10	19 27 37,7	-08 20 49	1,378	2,280	15	9,7	
Jun	20	19 21 31,4	-08 26 08	1,297	2,255	11	9,4	
Jun	30	19 13 02,7	-08 50 55	1,238	2,230	8	9,1	
Jul	10	19 03 05,6	-09 35 11	1,202	2,205	6	8,9	
Jul	20	18 52 55,6	-10 36 34	1,191	2,179	8	9,0	
Jul	30	18 43 58,8	-11 50 13	1,203	2,154	13	9,2	
Ago	9	18 37 25,9	-13 10 25	1,236	2,129	17	9,4	
Ago	19	18 34 06,1	-14 31 49	1,287	2,104	21	9,5	
Ago	29	18 34 22,4	-15 49 56	1,351	2,079	24	9,7	
Set	8	18 38 13,6	-17 01 28	1,426	2,054	27	9,9	
Set	18	18 45 28,1	-18 03 58	1,508	2,030	28	10,0	
Set	28	18 55 46,3	-18 55 32	1,594	2,007	30	10,2	
Oct	8	19 08 44,6	-19 34 40	1,683	1,984	30	10,3	
19 FORTUNA 2026								
Ene	1	11 51 52,2	-00 45 01	2,222	2,607	22	12,4	
Ene	11	11 55 44,1	-01 13 13	2,105	2,621	21	12,2	
Ene	21	11 57 12,3	-01 25 39	1,994	2,636	19	12,1	
Ene	31	11 56 05,6	-01 20 48	1,896	2,649	16	11,9	
Feb	10	11 52 23,3	-00 58 12	1,813	2,663	13	11,7	
Feb	20	11 46 17,2	-00 18 44	1,752	2,676	9	11,5	
Mar	2	11 38 20,2	+00 34 23	1,715	2,688	5	11,2	
Mar	12	11 29 23,1	+01 35 40	1,707	2,700	1	10,9	
Mar	22	11 20 26,1	+02 38 23	1,727	2,711	4	11,2	
Abr	1	11 12 30,9	+03 35 34	1,776	2,722	8	11,5	
Abr	11	11 06 24,2	+04 21 49	1,850	2,733	12	11,7	
Abr	21	11 02 34,0	+04 53 54	1,945	2,743	15	12,0	
May	1	11 01 11,5	+05 10 26	2,057	2,752	18	12,2	
May	11	11 02 11,8	+05 11 44	2,182	2,761	19	12,4	
May	21	11 05 23,2	+04 58 50	2,316	2,770	21	12,5	
May	31	11 10 30,6	+04 33 05	2,455	2,778	21	12,7	
Jun	10	11 17 16,5	+03 56 06	2,596	2,785	21	12,8	

(coordenadas J2000 a 0^h de TU)

Fecha	ascen. recta α_{2000} (^h ^m ^s)	declinación δ_{2000} ([°] ['] ["])	distancia (ua)		Ángulo mag. de fase β (°)	mag. V
			a Tierra Δ	al Sol r		
20 MASALIA 2026						
Ene 1	12 10 10,5	-01 48 13	1,817	2,171	27	10,7
Ene 11	12 18 26,8	-02 42 31	1,711	2,185	26	10,6
Ene 21	12 24 17,5	-03 20 48	1,610	2,198	24	10,4
Ene 31	12 27 21,7	-03 40 50	1,516	2,212	22	10,2
Feb 10	12 27 24,9	-03 41 00	1,433	2,227	19	10,0
Feb 20	12 24 21,3	-03 20 30	1,365	2,242	15	9,8
Mar 2	12 18 27,1	-02 40 46	1,316	2,257	10	9,6
Mar 12	12 10 24,5	-01 46 05	1,291	2,272	5	9,3
Mar 22	12 01 17,3	-00 43 23	1,292	2,288	0	9,0
Abr 1	11 52 25,5	+00 18 25	1,319	2,304	6	9,4
Abr 11	11 45 00,6	+01 11 08	1,371	2,320	10	9,7
Abr 21	11 39 53,0	+01 48 58	1,446	2,336	15	10,0
May 1	11 37 29,8	+02 08 51	1,540	2,352	18	10,3
May 11	11 37 52,3	+02 10 30	1,649	2,368	21	10,5
May 21	11 40 49,8	+01 55 03	1,770	2,384	23	10,7
May 31	11 46 04,7	+01 24 19	1,899	2,400	24	11,0
Jun 10	11 53 15,8	+00 40 31	2,033	2,416	24	11,1
Jun 20	12 02 05,3	-00 14 20	2,170	2,432	25	11,3
29 AMPHITRITE 2026						
Mar 2	16 30 50,3	-27 08 10	2,538	2,739	21	11,2
Mar 12	16 38 53,6	-27 50 55	2,404	2,740	21	11,1
Mar 22	16 44 48,8	-28 30 42	2,272	2,741	20	10,9
Abr 1	16 48 15,5	-29 07 29	2,146	2,741	19	10,8
Abr 11	16 48 56,9	-29 40 45	2,031	2,741	17	10,6
Abr 21	16 46 40,4	-30 09 07	1,929	2,741	15	10,4
May 1	16 41 27,4	-30 30 20	1,845	2,741	12	10,2
May 11	16 33 38,4	-30 41 47	1,782	2,740	8	10,0
May 21	16 23 54,9	-30 41 09	1,744	2,740	5	9,8
May 31	16 13 21,5	-30 27 46	1,733	2,738	3	9,7
Jun 10	16 03 10,7	-30 03 24	1,749	2,737	6	9,8
Jun 20	15 54 29,2	-29 31 53	1,791	2,735	10	10,1

		(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	30	15 48 07,8	-28 58 15	1,856	2,733	13	10,3
Jul	10	15 44 32,1	-28 27 05	1,941	2,731	16	10,5
Jul	20	15 43 49,8	-28 01 34	2,041	2,728	18	10,6
Jul	30	15 45 55,5	-27 43 29	2,153	2,725	20	10,8
Ago	9	15 50 34,5	-27 33 02	2,274	2,722	21	11,0
Ago	19	15 57 31,6	-27 29 31	2,400	2,719	22	11,1
Ago	29	16 06 30,5	-27 31 42	2,527	2,715	22	11,2
39 LAETITIA 2026							
Ene	1	08 51 51,5	+08 43 14	2,000	2,871	11	10,5
Ene	11	08 45 07,7	+09 21 51	1,947	2,881	7	10,3
Ene	21	08 36 59,5	+10 13 18	1,921	2,892	4	10,1
Ene	31	08 28 20,2	+11 13 32	1,924	2,902	3	10,0
Feb	10	08 20 08,4	+12 17 25	1,957	2,912	6	10,2
Feb	20	08 13 16,7	+13 20 06	2,018	2,922	9	10,4
Mar	2	08 08 26,4	+14 17 27	2,104	2,931	13	10,7
Mar	12	08 05 58,7	+15 06 51	2,210	2,940	15	10,9
Mar	22	08 05 59,4	+15 46 52	2,333	2,950	17	11,1
Abr	1	08 08 23,5	+16 16 52	2,467	2,958	19	11,2
Abr	11	08 12 57,0	+16 36 50	2,609	2,967	19	11,4
Abr	21	08 19 24,2	+16 47 00	2,754	2,975	20	11,5
40 HARMONIA 2026							
Ene	1	06 53 45,8	+23 48 41	1,294	2,276	1	9,0
Ene	11	06 42 11,6	+24 23 17	1,308	2,282	5	9,3
Ene	21	06 31 58,1	+24 51 02	1,350	2,287	10	9,6
Ene	31	06 24 27,1	+25 11 29	1,416	2,292	14	9,9
Feb	10	06 20 22,7	+25 25 44	1,502	2,297	18	10,2
Feb	20	06 19 57,0	+25 35 07	1,604	2,302	21	10,4
Mar	2	06 23 00,9	+25 40 24	1,717	2,307	23	10,6
Mar	12	06 29 10,1	+25 41 40	1,838	2,312	24	10,8
Mar	22	06 37 58,3	+25 38 28	1,964	2,316	25	11,0
Abr	1	06 48 59,5	+25 30 03	2,092	2,321	26	11,1

6.4. Cometas

En esta sección se dan los datos relativos a algunos cometas de largo periodo relevantes y los elementos orbitales de los 75 primeros cometas de corto periodo cuyo regreso ha sido observado al menos una vez.

Debido al elevado ritmo actual de descubrimiento de nuevos cometas, hemos considerado oportuno reducir la lista publicada en el ANUARIO a partir de la edición de 2017. La edición de 2016 contenía la lista de los 327 primeros cometas de corto periodo. Si se necesita disponer de elementos orbitales de los cometas periódicos numerados en la actualidad, se puede recurrir a la página del JPL/NASA:

<https://ssd.jpl.nasa.gov>.

En julio de 2025 el número de cometas de corto periodo numerados ascendió a 503. Se numeran los cometas que han aparecido al menos en dos ocasiones y aquellos descubiertos recientemente cuya órbita está bien determinada. El último de estos cometas ha sido nombrado como 503P/PANSTARRS y su primera aparición tuvo lugar en el año 2025.

Cometas periódicos que pasan por su perihelio

En primer lugar, figura una lista, extraída de los 75 primeros cometas periódicos numerados, en la que figuran aquellos 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 han aparecido solo ocasionalmente.

Cometas periódicos que pasan por su perihelio en 2026

Nombre del cometa	mes	día	distancia a		elongación (°)
			Sol (ua)	Tierra (ua)	
24P/Schaumasse	Feb	20	1,21	0,39	114
34D/Gale	May	25	1,18	0,65	88
63P/Wild 1	Jun	26	1,95	2,45	50
74P/Smirnova-Chernykh	Jul	27	3,55	4,38	31
10P/Tempel 2	Ago	8	1,42	0,42	166
14P/Wolf	Set	3	2,73	1,87	142
5D/Brorsen	Set	11	0,59	1,44	19
16P/Brooks 2	Nov	7	1,45	0,70	118
11P/Tempel-Swift-LINEAR	Nov	13	1,39	0,41	164
69P/Taylor	Nov	17	2,28	1,58	123

ua = unidad astronómica = 149 597 870 700 m

Cometas de largo periodo

Son aquellos cometas cuyo periodo de revolución alrededor del Sol es mayor que 400 años. La siguiente tabla 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	Código	P (años)	q (ua)	Q (ua)	e	i (°)
Gran cometa de 1861 (Tebbutt)	C/1861 J1	409	0,822	109	0,9851	85
Gran cometa de marzo de 1843	C/1843 D1	515	0,006	129	0,9999	144
Gran cometa de setiembre 1882	C/1882 R1	672	0,008	153	0,9999	142
Ikeya-Seki	C/1965 S1	877	0,008	183	0,9999	142
Bennett	C/1969 Y1	1680	0,538	282	0,9962	90
Gran cometa de 1807	C/1807 R1	1710	0,646	286	0,9955	63
Donati	C/1858 L1	1950	0,578	312	0,9963	117
Gran cometa de 1881	C/1881 K1	2390	0,735	357	0,9959	63
Hale-Bopp	C/1995 O1	2530	0,914	371	0,9951	89
Humason	C/1961 R1	2920	2,133	407	0,9896	153
Gran cometa de 1811 (Flaugergues)	C/1811 F1	3100	1,035	424	0,9951	107
Cometa meridional de 1947	C/1947 X1	3800	0,110	487	0,9995	139
Gran cometa de 1680 (Kirch)	C/1680 V1	9370	0,006	889	1,0000	61
Coggia	C/1874 H1	13700	0,676	1140	0,9988	66
Skjellerup-Maristany	C/1927 X1	$> 10^4$	0,176	2200	0,9998	85
Cometa del eclipse	C/1948 V1	$\sim 10^5$	0,135	4200	0,9999	23
Hyakutake	C/1996 B2	$\sim 10^5$	0,230	4600	0,9999	125
West	C/1975 V1	$\sim 10^6$	0,197	14000	1,0000	43
Gran cometa de enero de 1910	C/1910 A1	$> 10^6$	0,129	52000	1,0000	139
Gran cometa meridional de 1887	C/1887 B1		0,005		1,0	144

Cometas de largo periodo relevantes

Nombre	Código	P (años)	q (ua)	Q (ua)	e	i (°)
Gran cometa meridional de 1865	C/1865 B1		0,026		1,0	92
Gran cometa de 1577 (Tycho)	C/1577 V1		0,177		1,0	105
Cometa de 1744 (De Chéseaux)	C/1743 X1		0,222		1,0	47
Gran cometa de 1901	C/1901 G1		0,245		1,0	131
Gran cometa de 1402	C/1402 D1		0,380		1,0	55
Gran cometa de 1472	C/1471 Y1		0,486		1,0	171
Sarabat	C/1729 P1		4,051		1,0	77
Seki-Lines	C/1962 C1		0,031		> 1	65
Kohoutek	C/1973 E1		0,142		> 1	14
McNaught	C/2006 P1		0,171		> 1	78
Arend-Roland	C/1956 R1		0,316		> 1	120
Morehouse	C/1908 R1		0,945		> 1	140

Cometas de corto periodo

En la tabla que ocupa las páginas siguientes figuran los elementos orbitales de los 75 primeros cometas de corto periodo ($P < 200$ años) que han aparecido al menos en dos ocasiones. Están ordenados según el sistema de designación de cometas adoptado por la Unión Astronómica Internacional (UAI/IAU) en 1994. El periodo, P , viene dado en la segunda columna. El año de su primera aparición conocida viene dado en la última columna.

75 primeros 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	2010,60	0,336	0,848	186,5	334,6	11,8	1786
3D/Biela	6,65	1832,91	0,879	0,751	221,7	250,7	13,2	1772
4P/Faye	7,54	2006,88	1,667	0,567	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	2008,62	1,354	0,613	178,1	138,9	19,5	1678
7P/Pons-Winnecke	6,36	2008,74	1,253	0,635	172,3	93,4	22,3	1819
8P/Tuttle	13,6	2008,07	1,027	0,820	207,5	270,3	55,0	1790
9P/Tempel 1	5,52	2011,03	1,509	0,517	178,9	68,9	10,5	1867

75 primeros cometas de corto periodo

Nombre	P (años)	T	q (ua)	e	ω (°)	Ω (°)	i (°)	Prim. apar.
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	8,74	2009,16	2,725	0,358	159,0	202,1	27,9	1884
15P/Finlay	6,50	2008,48	0,970	0,721	347,5	13,8	6,8	1886
16P/Brooks 2	6,14	2008,28	1,467	0,563	219,5	159,4	4,3	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	0,643	166,1	240,9	17,8	1896
19P/Borrelly	6,85	2008,56	1,354	0,625	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	6,43	2009,40	1,577	0,544	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	5,31	2008,23	1,117	0,633	1,7	211,7	22,4	1808
27P/Crommelin	27,9	2011,59	0,748	0,919	196,0	250,6	29,0	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	7,34	2010,30	1,883	0,501	13,2	119,7	8,1	1928
31P/Schwassmann-Wachmann 2	8,74	2010,75	3,424	0,193	17,9	114,2	4,5	1929
32P/ComasSola	8,80	2005,25	1,834	0,570	45,9	60,8	12,9	1926
33P/Daniel	8,10	2008,55	2,170	0,462	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	6,36	2011,95	1,575	0,541	329,4	315,0	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

75 primeros cometas de corto periodo

Nombre	P (años)	T	q (ua)	e	ω (°)	Ω (°)	i (°)	Prim. apar.
43P/Wolf-Harrington	6,13	2010,50	1,358	0,595	191,5	249,9	16,0	1924
44P/Reinmuth 2	7,08	2008,14	2,107	0,428	58,1	286,6	5,9	1947
45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	5,25	2011,74	0,530	0,825	326,2	89,0	4,3	1948
46P/Wirtanen	5,44	2008,09	1,057	0,658	356,3	82,2	11,7	1948
47P/Ashbrook-Jackson	8,34	2009,09	2,799	0,319	357,7	357,0	13,1	1948
48P/Johnson	6,94	2011,75	2,301	0,368	207,9	117,3	13,7	1949
49P/Arend-Rigaux	6,72	2011,80	1,421	0,601	332,9	118,9	19,1	1951
50P/Arend	8,27	2007,84	1,924	0,529	49,0	355,3	19,2	1951
51P/Harrington	7,13	2008,47	1,688	0,544	269,2	83,8	5,4	1953
52P/Harrington-Abell	7,54	2006,62	1,757	0,543	139,1	337,2	10,2	1955
53P/VanBiesbroeck	12,5	2003,77	2,415	0,552	134,1	149,0	6,6	1954
54P/deVico-Swift-NEAT	7,38	2009,91	2,172	0,427	1,9	358,9	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/duToit-Neujmin-Delporte	6,40	2008,99	1,725	0,500	115,3	188,8	2,8	1941
58P/Jackson-Neujmin	8,24	1995,77	1,381	0,662	200,4	160,7	13,5	1936
59P/Kearns-Kwee	9,51	2009,18	2,355	0,475	127,5	313,0	9,3	1963
60P/Tsuchinshan 2	6,78	2005,98	1,766	0,507	203,4	288,1	6,7	1965
61P/Shajn-Schaldach	7,06	2008,69	2,108	0,427	221,7	163,1	6,0	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	9,35	2009,45	1,377	0,690	96,3	300,7	8,9	1889
65P/Gunn	6,83	2010,17	2,444	0,321	197,2	68,2	10,4	1954
66P/duToit	14,7	2003,66	1,274	0,788	257,2	22,2	18,7	1944
67P/Churyumov-Gerasimenko	6,45	2009,16	1,246	0,640	12,7	50,2	7,0	1969
68P/Klemola	10,8	2009,06	1,759	0,641	154,0	175,3	11,1	1965
69P/Taylor	6,96	2004,92	1,942	0,467	355,5	108,8	20,6	1915
70P/Kojima	7,06	2007,76	2,012	0,453	2,1	119,3	6,6	1970
71P/Clark	5,53	2011,96	1,567	0,499	208,8	59,6	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
74P/Smirnova-Chernykh	8,51	2009,57	3,556	0,147	86,9	77,1	6,6	1967
75P/Kohoutek	6,67	1994,50	1,785	0,496	175,8	269,7	5,9	1975

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.

75 primeros cometas de corto periodo ordenados alfabéticamente

con indicación de su periodo en años

P	Nombre	P	Nombre
8,27	50P/Arend	7,38	54P/de Vico-Swift-NEAT
6,73	49P/Arend-Rigaux	14,78	66P/du Toit
8,34	47P/Ashbrook-Jackson	6,41	57P/duToit-Neujmin-Delporte
6,65	3D/Biela	3,30	2P/Encke
6,82	19P/Borrelly	7,40	4P/Faye
6,19	16P/Brooks 2	6,52	15P/Finlay
5,46	5D/Brorsen	6,42	37P/Forbes
70,52	23P/Brorsen-Metcalf	10,99	34D/Gale
6,45	67P/Churyumov-Gerasimenko	6,55	21P/Giacobini-Zinner
5,56	71P/Clark	5,30	26P/Grigg-Skjellerup
9,58	32P/Comas Sola	7,65	65P/Gunn
28,07	27P/Crommelin	75,91	1P/Halley
8,09	33P/Daniel	7,16	51P/Harrington
6,54	6P/d'Arrest	7,58	52P/Harrington-Abell
9,03	72P/Denning-Fujikawa	154,91	35P/Herschel-Rigollet

75 primeros cometas de corto periodo ordenados alfabéticamente

con indicación de su periodo en años

<i>P</i>	Nombre	<i>P</i>	Nombre
6,90	17P/Holmes	7,06	61P/Shajn-Schaldach
5,26	45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	11,47	56P/Slaughter-Burnham
8,25	58P/Jackson-Neujmin	8,50	74P/Smirnova-Chernykh
6,95	48P/Johnson	37,93	38P/Stephan-Oterma
9,52	59P/Kearns-Kwee	9,41	64P/Swift-Gehrels
10,84	68P/Klemola	7,67	69P/Taylor
6,67	75D/Kohoutek	5,57	9P/Tempel 1
7,05	70P/Kojima	5,37	10P/Tempel 2
6,40	22P/Kopff	5,96	11P/Tempel-Swift-LINEAR
18,27	28P/Neujmin 1	33,24	55P/Tempel-Tuttle
5,43	25D/Neujmin 2	6,39	62P/Tsuchinshan 1
10,77	42P/Neujmin 3	6,57	60P/Tsuchinshan 2
69,52	13P/Olbers	13,61	8P/Tuttle
20,13	39P/Oterma	5,42	41P/Tuttle-Giacobini-Kresak
6,72	18D/Perrine-Mrkos	10,98	40P/Vaisala 1
69,85	12P/Pons-Brooks	12,56	53P/Van Biesbroeck
6,32	7P/Pons-Winnecke	61,86	20D/Westphal
7,33	30P/Reinmuth 1	8,50	36P/Whipple
7,10	44P/Reinmuth 2	13,21	63P/Wild 1
8,26	24P/Schaumasse	5,44	46P/Wirtanen
14,70	29P/Schwassmann-Wachmann 1	8,75	14P/Wolf
8,74	31P/Schwassmann-Wachmann 2	6,13	43P/Wolf-Harrington
5,44	73P/Schwassmann-Wachmann 3		

6.5. Meteoros y lluvias de meteoros

Se llama **meteoro** al fenómeno resultante de la penetración de una partícula de materia (*meteoroides*) 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 meteoro 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. Solo algunos meteoroides, de masa inicial suficientemente grande (> 1 kg) y de consistencia muy sólida (rocosa, metálica), llegan al suelo cada día, pasando a denominarse *meteoritos*.

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. En la tabla, cuando el ritmo máximo es variable de un año a otro, se indican tanto el valor habitual como los valores extremos.

Las lluvias de meteoros diurnas (como las ariétidas y las ζ perseidas, de junio) solo son observables con radar y no han sido incluidas en la tabla. La observación con radar se basa en que la onda radio emitida es reflejada por los gases que ioniza el meteorito en la atmósfera superior.

Predicciones de las principales lluvias de meteoros 2026

nombre	máximo	visibilidad	radiante		velocidad	ritmo cenital	
			α	δ	(km s^{-1})	(h $^{-1}$)	
cuadrántidas	3 Ene	28 Dic - 12 Ene	230°	49°	41	80	[60-200]
líridas	22 Abr	14 Abr - 30 Abr	271°	34°	49	18	[14-90]
η acuáridas	6 May	19 Abr - 28 May	338°	-1°	66	50	[40-85]
δ acuáridas	31 Jul	12 Jul - 23 Ago	340°	-16°	41	25	[16-40]
perseidas	13 Ago	17 Jul - 24 Ago	48°	58°	59	100	[80-200]
dracónidas	9 Oct	6 Oct - 10 Oct	262°	54°	20	5	[5-500+]
oriónidas	21 Oct	2 Oct - 7 Nov	95°	16°	66	20	[14-70]
leónidas	17 Nov	6 Nov - 30 Nov	152°	22°	71	15	[10-20+]
gemínidas	14 Dic	4 Dic - 20 Dic	112°	33°	35	150	[110-150]
úrsidas	22 Dic	17 Dic - 26 Dic	217°	76°	33	10	[10-50]

Datos obtenidos de <https://www.imo.net/files/meteor-shower/cal2026.pdf>



CAPÍTULO 7

Estrellas y galaxias





Mosaico de imágenes de la Galaxia del Sombrero (M104) situada en el extremo sur del cúmulo de galaxias de Virgo, tomadas por el Telescopio Espacial Hubble. NASA / ESA y el equipo Hubble Heritage (STScI / AURA)

Nuestro planeta orbita en torno al Sol, que es una más de los cientos de miles de millones de estrellas que tiene nuestra galaxia, la Vía Láctea. Y esta a su vez es una más de los al menos cientos de miles de millones de galaxias que tiene el universo. Esto nos asigna un lugar muy pequeño en el cosmos, pero enriquece enormemente nuestro cielo nocturno, convirtiéndolo en un gran espectáculo.

Las estrellas que podemos observar de noche forman parte de la Vía Láctea, y en ellas se percibe un amplio rango de propiedades. La mayoría de las estrellas tienen masas del orden de la del Sol o menores, y por ello constituyen el grueso de la masa estelar de la Galaxia. Pero aquellas que tienen una masa mayor (hasta unas 120 veces la masa del Sol) tienen también una luminosidad mucho más alta, y generan el grueso de la luminosidad estelar del disco galáctico. Desde la Tierra, las estrellas más brillantes que veamos en el cielo se deberán o bien a que tienen una luminosidad muy alta, por ser estrellas masivas, o a que son estrellas muy cercanas a nosotros. Las características físicas de la estrella también se reflejan en su color: las estrellas más calientes, que alcanzan temperaturas de más de 30 000 K, tienen un brillo azulado, mientras que aquellas con temperaturas más bajas, del orden de los 2000-3000 K, tendrán un color rojizo. Esto a su vez puede relacionarse con la edad, ya que las estrellas pierden temperatura y tienen colores más rojizos al final de su vida, aunque hay estrellas, como las enanas rojas, que debido a su baja masa ya presentan ese color. Ejemplo de esto pueden ser el cúmulo de las Pléyades, con un intenso brillo azulado y una edad de apenas unos 100 millones de años, y Betelgeuse, en Orión, una supergigante roja que se halla ya en las etapas finales de su vida.

Otro rasgo destacado observacionalmente es que muchas estrellas no están aisladas, sino que forman sistemas dobles, triples o incluso con un mayor número de componentes. Observacionalmente es importante diferenciar entre los sistemas binarios (o triples, o cuádruples) en los que la vinculación es física, porque las estrellas están ligadas gravitacionalmente y orbitando en torno a un centro de masas común, y las dobles ópticas, que pueden aparecer muy cercanas en nuestro campo de visión pero que están en realidad a una amplia distancia una de la otra, y no están ligadas por la gravedad. El único sistema binario visible a simple vista es el de Mizar y Alcor, en la Osa Mayor (que a su vez son cada una de ellas otro sistema binario). Para discernir los demás es necesario el uso de telescopio, o

incluso la aplicación de técnicas no visuales, como en el caso de las binarias eclipsantes, las astrométricas o las espectroscópicas. También son objetos de gran interés las estrellas variables, en las que su brillo cambia en escalas de tiempo humanas, y por tanto de forma apreciable con un telescopio. Los motivos para que esto se produzca son diversos, y en función de ello tenemos las variables eruptivas, pulsantes, rotantes, cataclísmicas, eclipsantes y de rayos X.

Muchas civilizaciones a lo largo de la historia han buscado dibujos y patrones formados por las estrellas del cielo nocturno, otorgándoles significado e incluyéndolos en sus leyendas y mitologías. A día de hoy sabemos que estos asterismos, o las áreas del cielo definidas por las constelaciones, no tienen significado físico, ya que estas estrellas no están realmente ligadas entre sí (salvo en casos de cúmulos, como el de las Pléyades). Aún así siguen usándose como referencia y siendo algunos de los elementos más atractivos del cielo nocturno, por lo que las principales constelaciones se incluyen en este capítulo.

Nuestra galaxia, la Vía Láctea, es una galaxia espiral cuyo disco vemos en el cielo en forma de banda lechosa que lo atraviesa. Las manchas negras que se observan en esa banda se deben a la presencia de polvo en las nubes moleculares, en las que se están formando nuevas estrellas. El centro de la Galaxia se halla en la dirección de la constelación de Sagitario y sabemos que allí hay un agujero negro supermasivo, que llamamos Sgr A*, y que tiene una masa de unos cuatro millones de masas solares. Más allá de la Vía Láctea existen otros cientos de miles de millones de galaxias, algunas de las cuales son visibles en nuestro cielo en forma de manchas difusas. Apenas hace un siglo desde que, en torno a 1920, Edwin Hubble usó las cefeidas (y sus propiedades, descubiertas por Henrietta Swan Leavitt) para medir las distancias a estas nebulosas y determinar que eran entidades externas a la Vía Láctea, y con ello ampliar enormemente las dimensiones del espacio tal como lo conocíamos. Algunas de estas galaxias externas son discernibles a simple vista, como las Nubes de Magallanes, que son realmente dos galaxias enanas, o incluso la galaxia de Andrómeda, nuestra principal compañera en el Grupo Local de galaxias y el objeto más lejano que podemos ver con el ojo desnudo. La observación de otras galaxias más lejanas, denominados objetos de cielo profundo, requiere instrumentación más potente. Su estudio es uno de los campos más punteros de la astrofísica en la actualidad.

7.1. 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 sexta (N^*), que son 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.

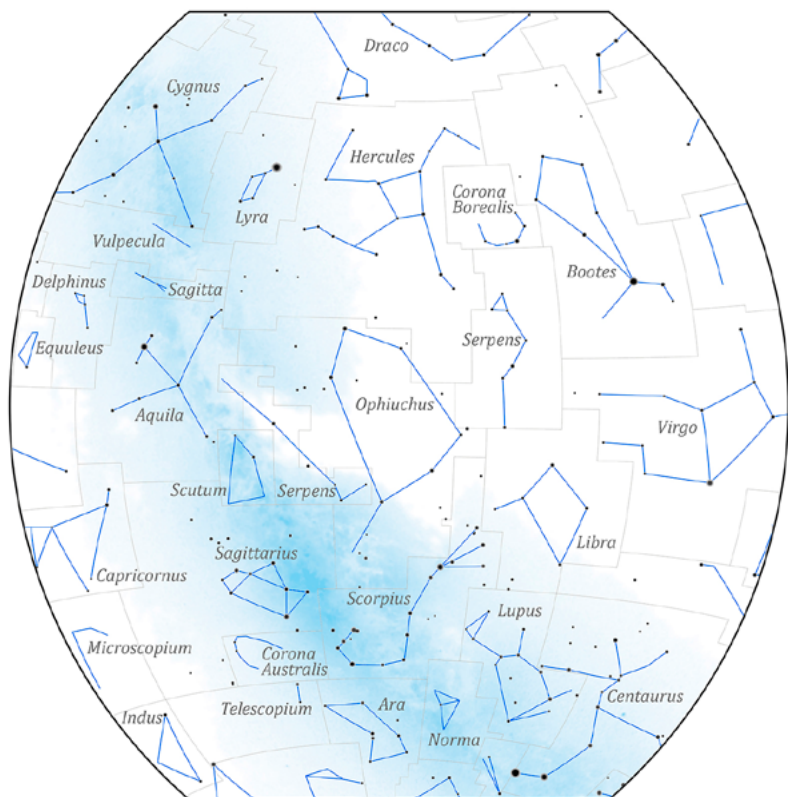
Constelaciones						
nombre latino	abr.	α (h)	δ ($^{\circ}$)	área ($^{\circ}2$)	N^*	traducción
Andromeda	And	1	40	722	100	Andrómeda
Antlia	Ant	10	-35	239	20	Máquina Neumática
Apus	Aps	16	-75	206	20	Ave del Paraíso
Aquarius	Aqr	23	-15	980	90	Acuario
Aquila	Aql	20	5	652	70	Águila
Ara	Ara	17	-55	237	30	Altar
Aries	Ari	3	20	441	50	Carnero
Auriga	Aur	6	40	657	90	Cochero (Auriga)
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 (Lebres)
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

Constelaciones

nombre latino	abr.	α (h)	δ (o)	área (o ²)	N*	traducción
Cetus	Cet	2	-10	1231	100	Ballena (Ceto)
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
Cruces	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
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

Constelaciones

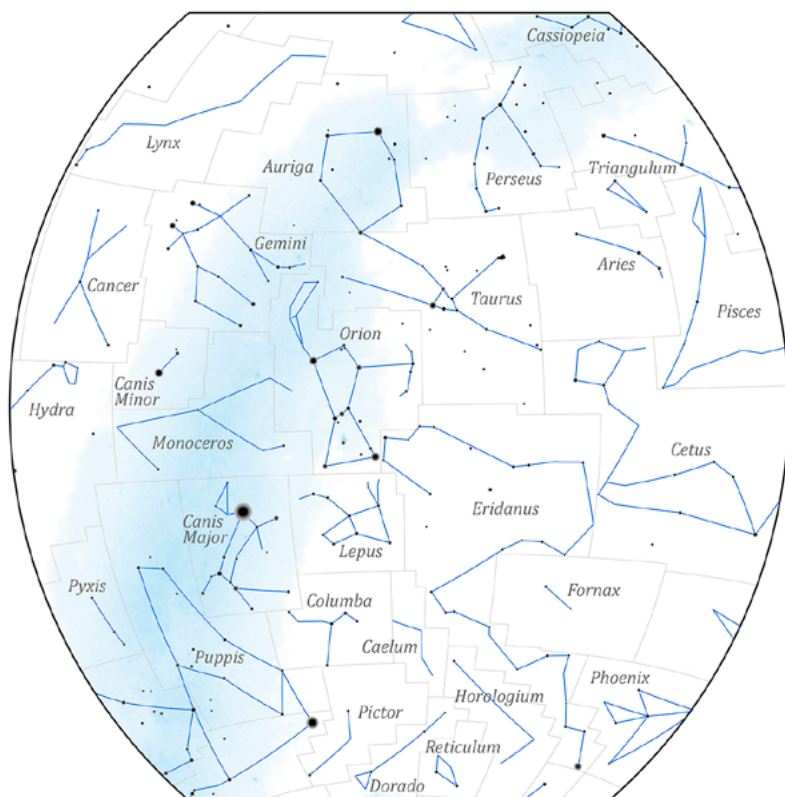
nombre latino	abr.	α (h)	δ ($^{\circ}$)	área ($^{\circ}2$)	N*	traducción
Monoceros	Mon	7	-5	482	85	Unicornio
Musca	Mus	12	-70	138	30	Mosca
Norma	Nor	16	-50	165	20	Escuadra
Octans	Oct	22	-85	291	35	Octante
Ophiuchus	Oph	17	0	948	100	Ofiuco
Orion	Ori	5	5	594	120	Orión
Pavo	Pav	20	-65	378	45	Pavo
Pegasus	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



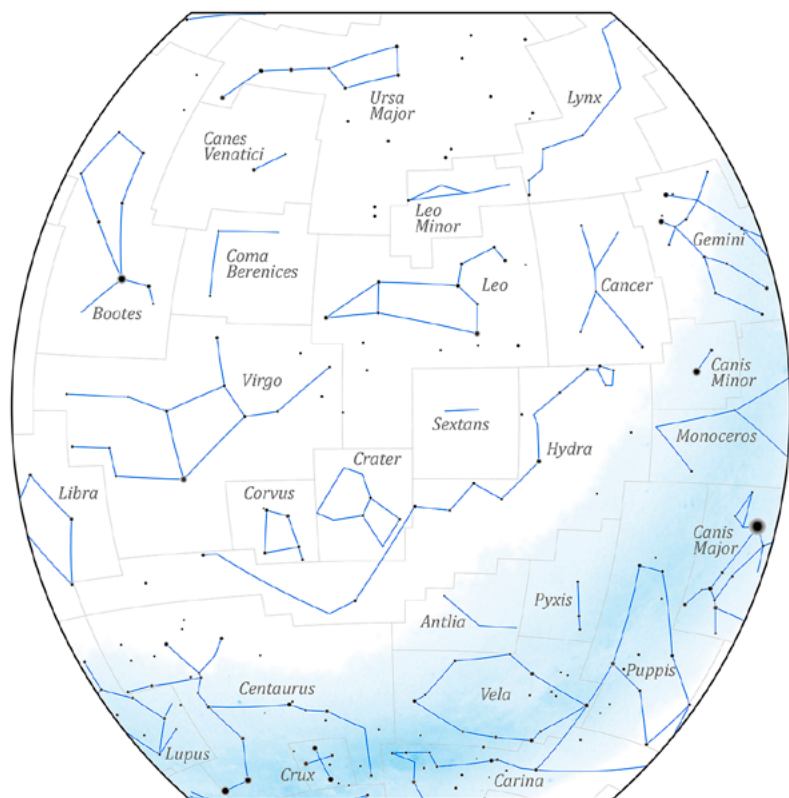
Esta proyección cubre las constelaciones que se encuentran entre las declinaciones de -65° y $+65^{\circ}$, y con ascensiones rectas desde 13 a 21 horas, que corresponden a los bordes derecho e izquierdo de la figura, respectivamente.



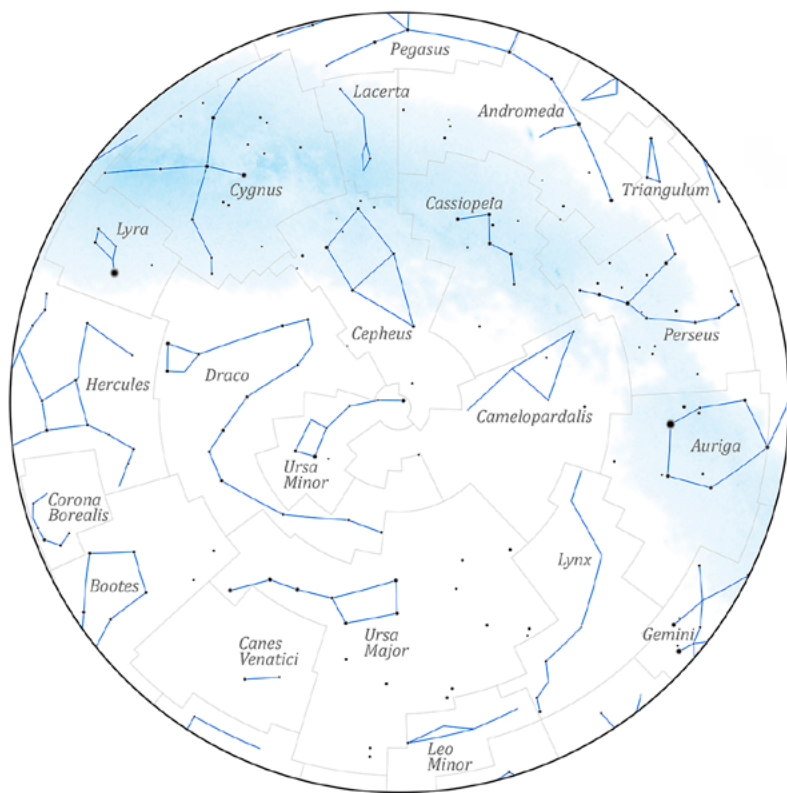
Esta proyección cubre las constelaciones que se encuentran entre las declinaciones de -65° y $+65^{\circ}$, y con ascensiones rectas desde 19 a 3 horas, que corresponden a los bordes derecho e izquierdo de la figura, respectivamente.



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.



Esta proyección cubre las constelaciones con declinación inferior a -25° , que corresponde al borde externo de la figura. El origen de ascensión recta se encuentra en la parte superior de la figura.

7.2. 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 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", habiéndose 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.

En esta 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), las coordenadas ecuatoriales (ascensión recta α y declinación δ) y brillo (magn. V).

Estrellas con nombre propio

nombre	en constelación (Bayer)	α_{2000}			δ_{2000}		magn. V
		^h	^m	^s	^o	[']	
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

Estrellas con nombre propio

nombre	en constelación (Bayer)	α_{2000}			δ_{2000}		magn. V
		(^h)	(^m)	(^s)	([°])	(['])	
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
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

Estrellas con nombre propio

nombre	en constelación (Bayer)	α_{2000}			δ_{2000}		magn. V
		^h	^m	^s	(^o	['])	
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
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

La siguiente tabla contiene los nombres y posiciones de las nueve estrellas más brillantes del cúmulo abierto de las Pléyades. Varias de estas estrellas son binarias. Mérope está rodeada por la nebulosa de reflexión NGC 1435.

Las Pléyades

nombre	designación	α_{2000}	δ_{2000}	magn.
	Flamsteed	(^h ^m ^s)	([°] ['] ^{''})	
Alción	25 η Tauri	3 47 29	24 06 18	2,87
Estéropo	21 Tauri	3 45 54	24 33 16	5,76
Atlas	27 Tauri	3 49 10	24 03 12	3,62
Celeno	16 Tauri	3 44 48	24 17 22	5,45
Electra	17 Tauri	3 44 53	24 06 48	3,70
Maya	20 Tauri	3 45 50	24 22 04	3,87
Mérope	23 Tauri	3 46 20	23 56 54	4,16
Pléyone	28 Tauri	3 49 11	24 08 12	5,05
Táigete	19 Tauri	3 45 13	24 28 02	4,29

En el siguiente apartado se dan los 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 Agena.

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, Algiedi 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 σ 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, Mimosa γ Gacrux
- Cygnus: α Deneb β^1 Albireo γ Sadr
- Draco: α Thuban β Rastaban γ Etamín δ Altai
- 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 Sheliak 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
- Scorpius: α Antares β^1 Graffias λ Shaula ν Lesath
- Serpens: α Unukalhai θ^1 Alya
- Taurus: α Aldebarán β Elnath η Alcíone 17 Electra 19 Táigete 20 Maya 21 Estérope 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

7.3. Estrellas más cercanas

La estrella más cercana al Sol es Próxima Centauri, que se encuentra a 1,30 pársecs (4,2 años luz) de distancia. En la tabla siguiente figuran las estrellas conocidas más cercanas de 5 pc (unos 16 años luz). Cuando se trata de una estrella doble o múltiple solo se ha hecho constar la estrella más brillante.

Entre las estrellas más cercanas se encuentran algunas de las más brillantes, como Sirio (α CMa), Rigil Kentaurus (α Cen), Proción (α CMi) y Altair (α Aql), que se encuentra a 5,1 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.

En la tabla se indica la estrella con sus coordenadas ecuatoriales (ascensión recta α y declinación δ), su brillo (magn. V), su magnitud absoluta, el tipo espectral y su distancia en pársecs.

Estrellas más cercanas

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn. V	magn. absol.	tipo espec.	dist. (pc)
Sol			-26,75	4,85	G2V	
Próxima 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

Estrellas más cercanas

nombre	α_{2000}		δ_{2000}		magn.	magn.	tipo	dist. (pc)
	(^h)	(^m)	(^o)	(['])	V	absol.	espec.	
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

7.4. 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 con mayor movimiento propio

nombre	const.	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['] ^{''})	mag. V	$\mu_{\alpha} \cos \delta$, μ_{δ} (" / año)
estrella de Barnard	Oph	17 57 48,5	+04 41 36	9,54	-0,80 10,33
estrella de Kapteyn	Pic	05 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	00 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	04 15 16,3	-07 39 10	4,43	-2,24 -3,42
Próxima Centauri	Gen	14 29 42,9	-62 40 46	11,01	-3,78 0,77
μ Cassiopeiae	Cas	01 08 16,4	+54 55 13	5,17	3,42 -1,60
BD+5°1668	CMi	07 27 24,5	+05 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	03 19 55,7	-43 04 11	4,26	3,04 0,73

7.5. Estrellas brillantes

En la siguiente 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 12 000 veces menor que una estrella aparentemente menos brillante, como es Deneb.

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 α Lyr (Vega) tiene una magnitud (visual) de 0,03. Astros más brillantes (como Sirio, el Sol, la Luna o Júpiter) tienen magnitud negativa.

Para pasar de diferencia de magnitudes a razón de brillos se puede utilizar la tabla que figura en la página 460.

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
Rigil 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 *	-6,7	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 *	-5,1	M0	131
Hadar (β Cen)	14 03 49	-60 22	0,61 *	-5,4	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 *	-0,6	K5	20
Espiga (α Vir)	13 25 12	-11 10	0,98 *	-3,5	B2	80
Antares (α Sco A+B)	16 29 24	-26 26	1,06 *	-5,3	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 *	-8,7	A2p	990
Mimosa (β Cru)	12 47 43	-59 41	1,25 *	-3,9	B1	108

La siguiente tabla contiene las 172 estrellas conocidas más brillantes que $V = 3$, 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. 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 $t = (\text{día juliano} - 2\,451\,545)/365\,250$.

La columna etiquetada π corresponde a la paralaje ecuatorial, su inverso da la distancia expresada en pársecs. 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 brillantes

nombre	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['] ["])	$\mu_\alpha \cos\delta$, μ_δ ("/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 Hyi	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 Hyi	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
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

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000}	δ_{2000}	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$	π	V	B-V	tipo esp.
	(^h ^m ^s)	([°] ['] ["])	(" / milenio)	(")			
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
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

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['] ["])	$\mu_{\alpha} \cos \delta$, μ_{δ} ("/milenio)	π (")	V	B-V	tipo esp.
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
υ 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
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
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

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['] ["])	$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$ ("/milenio)	π (")	V	B-V	tipo esp.
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
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
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
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

Estrellas brillantes

nombre	α_{2000}			δ_{2000}			$\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$		π	V	B-V	tipo esp.
	(^h)	(^m)	(^s)	([°])	(['])	(["])	(["] /milenio)	(["])	(["])			
v 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	0,195	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
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

7.6. Estrellas dobles

Las estrellas dobles de la siguiente tabla han sido seleccionadas a partir del Washington Double Star Catalog:

<http://www.astro.gsu.edu/wds/>

Solo se consideran declinaciones mayores de -48° . Cumplen, entre otras, las siguientes condiciones: la primaria es más brillante que magnitud 5, la secundaria es más brillante que magnitud 8 y su separación es mayor que $2''$. Con tales criterios se pretende facilitar la identificación de las estrellas y su observación.

Estrellas dobles o múltiples

nombre	compo- nentes	α_{2000}	δ_{2000}	magnitudes		últ.	A.P.	separ.	paral.
		(^h ^m ^s)	([°] ['] ^{''})	prim.	sec.	(año)			
π And	AB	00 36 53	+33 43 53	4,36	7,08	2020	174	36,2	0,006
η Cas	AB	00 49 06	+57 48 06	3,52	7,36	2023	328	13,5	0,169
χ Cet		01 49 35	-10 41 35	4,69	6,81	2016	250	184,1	0,043
γ Ari	AB	01 53 32	+19 17 32	4,52	4,58	2022	0	7,3	0,020
λ Ari	AB	01 57 56	+23 35 56	4,80	6,65	2020	48	37,3	0,025
γ And	A,BC	02 03 54	+42 19 54	2,31	5,02	2021	63	9,5	0,008
ι Cas	AB	02 29 04	+67 24 04	4,66	6,92	2022	231	3,0	0,025
ω For		02 33 51	-28 13 51	4,95	7,71	2013	246	11,0	0,007
θ Eri		02 58 16	-40 18 16	3,20	4,12	2020	90	8,2	0,020
α For		03 12 05	-28 59 05	3,98	7,19	2017	301	5,4	0,071
HD 21291		03 29 04	+59 56 04	4,23	7,80	2021	162	2,3	0,001
η Tau	AB	03 47 29	+24 06 29	2,83	6,27	2016	291	117,6	0,008
f Eri	AB	03 48 36	-37 37 36	4,72	5,25	2020	216	8,2	0,020
32 Eri	AB	03 54 18	-02 57 18	4,80	5,89	2021	349	6,9	0,009
κ Tau	AB	04 25 22	+22 17 22	4,22	5,29	2016	174	339,4	0,021
θ Tau	AB	04 28 40	+15 52 40	3,41	3,94	2019	347	336,9	0,022
HD 28527	AB	04 30 34	+16 11 34	4,78	6,54	2014	131	250,3	0,022
83 Tau	AC	04 30 37	+13 43 37	4,75	6,09	2015	311	4,9	0,021
88 Tau	AB	04 35 39	+10 09 39	4,27	7,84	2017	300	69,2	0,020
σ Tau		04 39 17	+15 55 17	4,69	5,09	2014	194	444,0	0,018
τ Tau	AB	04 42 15	+22 57 15	4,24	7,02	2017	214	62,5	0,008
β Cam	AB	05 03 25	+60 26 25	4,12	7,44	2017	209	84,2	0,004
β Ori	A,BC	05 14 32	-08 12 32	0,30	6,80	2023	204	9,4	0,004
23 Ori		05 22 50	+03 32 50	4,95	6,76	2019	29	32,0	0,002
β Lep	AB	05 28 15	-20 45 15	2,90	7,50	2021	12	2,7	0,021
δ Ori	AC	05 32 00	-00 17 00	2,41	6,83	2023	0	51,8	--

Estrellas dobles o múltiples

nombre	compo- nentes	α_{2000}	δ_{2000}	magnitudes		últ. obs.	A.P.	separ.	paral.
		(^h ^m ^s)	([°] ['] ["])	prim.	sec.	(año)	([°])	(["])	(["])
HD 36960	AB	05 35 03	-06 00 03	4,70	5,51	2021	224	35,3	0,003
λ Ori	AB	05 35 08	+09 56 08	3,51	5,45	2021	43	4,1	0,003
ι Ori	AB	05 35 26	-05 54 26	2,77	7,73	2023	141	11,2	0,002
σ Ori	AB,D	05 38 45	-02 36 45	3,76	6,56	2021	84	13,5	0,003
σ Ori	AB,E	05 38 45	-02 36 45	3,76	6,34	2021	62	42,0	0,003
σ Ori	AB,F	05 38 45	-02 36 45	3,76	7,86	2016	324	208,0	0,003
ζ Ori	AB	05 40 46	-01 56 46	1,88	3,70	2022	167	2,5	0,004
[BCB89] IRS2		05 41 46	-01 54 46	4,60	7,10	1998	284	4,7	--
γ Lep	AB	05 44 28	-22 26 28	3,64	6,28	2019	349	95,5	0,112
θ Aur	AB	05 59 43	+37 12 43	2,60	7,20	2022	302	3,7	0,020
ζ CMa	AB	06 20 19	-30 03 19	2,96	7,81	2016	340	169,6	0,009
ε Mon	AB	06 23 46	+04 35 46	4,42	6,64	2021	29	12,1	0,024
β Mon	AB	06 28 49	-07 01 49	4,62	5,00	2022	132	7,3	0,005
β Mon	AC	06 28 49	-07 01 49	4,62	5,39	2022	127	9,5	0,005
15 Mon	AB	06 40 59	+09 53 59	4,66	7,79	2018	214	3,0	0,004
e Gem	AB	06 54 39	+13 10 39	4,75	7,80	2018	145	7,3	0,034
ε CMa		06 58 38	-28 58 38	1,50	7,50	2008	162	7,9	0,008
ζ Gem	AC	07 04 07	+20 34 07	4,05	7,66	2017	347	101,5	0,003
π Pup	AB	07 17 09	-37 05 09	2,89	7,94	2015	213	69,0	0,006
υ Pup	AB	07 18 18	-36 44 18	4,66	5,07	2011	102	241,6	0,003
η CMa		07 24 06	-29 18 06	2,45	6,77	2020	287	177,0	0,002
ρ Gem	AE	07 29 07	+31 47 07	4,16	7,82	2001	355	755,4	0,055
α Gem	AB	07 34 36	+31 53 36	1,93	2,97	2023	51	5,4	--
p Pup	AD	07 35 23	-28 22 23	4,62	7,88	1999	209	530,5	0,014
k Pup	AB	07 38 50	-26 48 50	4,40	4,62	2016	318	9,9	0,008
γ Vel	AB	08 09 32	-47 20 32	1,79	4,14	2017	221	41,2	0,003
γ Vel	AC	08 09 32	-47 20 32	1,79	7,26	2015	152	62,4	0,003
γ Vel	BC	08 09 29	-47 20 29	4,14	7,26	2015	113	60,9	0,003
ζ Cnc	AB,C	08 12 13	+17 38 13	4,92	5,85	2020	64	6,0	0,041
ι Cnc		08 46 42	+28 45 42	4,13	5,99	2021	308	30,6	0,009
ε Hya	AB,C	08 46 47	+06 25 47	3,49	6,66	2022	313	2,7	0,025
38 Lyn	AB	09 18 51	+36 48 51	3,92	6,09	2022	222	2,5	0,025
27 Hya	AB	09 20 29	-09 33 29	4,91	7,03	2015	211	229,1	0,015
τ Hya		09 29 09	-02 46 09	4,64	7,28	2016	4	65,7	0,055
ζ Leo	AB	10 16 41	+23 25 41	3,46	6,03	2016	337	335,4	0,014
γ Leo	AB	10 19 58	+19 50 58	2,37	3,64	2022	127	4,7	0,025
54 Leo		10 55 37	+24 44 37	4,48	6,30	2023	111	6,9	0,011
α UMa	AC	11 03 44	+61 45 44	2,02	7,19	2020	206	384,5	0,027

Estrellas dobles o múltiples

nombre	compo- nentes	α_{2000}	δ_{2000}	magnitudes		últ.	A.P.	separ.	paral.
		(^h ^m ^s)	([°] ['] ["])	prim.	sec.	(año)			
χ Hya	AC	11 05 20	-27 17 20	4,96	6,10	1960	46	18,0	0,023
χ Hya	AD	11 05 20	-27 17 20	4,96	5,70	2015	88	507,3	0,023
ξ UMa	AB	11 18 11	+31 31 11	4,33	4,80	2024	137	3,3	--
55 UMa	AD	11 19 08	+38 11 08	4,77	7,25	2015	128	500,1	0,016
ι Leo	AB	11 23 55	+10 31 55	4,06	6,71	2024	89	2,3	0,042
γ Crt		11 24 53	-17 41 53	4,09	7,90	2017	92	4,4	0,038
γ Vir	AB	12 41 40	-01 26 40	3,48	3,53	2024	352	3,4	0,083
α CVn	AB	12 56 02	+38 19 02	2,85	5,52	2023	229	19,2	0,033
ζ UMa	AB	13 23 56	+54 55 56	2,23	3,88	2022	153	14,4	0,038
ζ UMa	AC	13 23 56	+54 55 56	2,23	4,01	2020	73	715,5	0,038
ζ UMa	AD	13 23 56	+54 55 56	2,23	7,62	2020	103	498,1	0,038
3 Cen		13 51 50	-32 59 50	4,50	5,97	2015	105	7,8	0,010
κ Boo	AB	14 13 29	+51 47 29	4,53	6,62	2023	236	13,7	0,020
ι Boo	AB	14 16 10	+51 22 10	4,76	7,39	2023	33	38,8	0,034
π Boo	AB	14 40 44	+16 25 44	4,88	5,79	2023	114	5,4	0,010
ϵ Boo	AB	14 44 59	+27 04 59	2,58	4,81	2023	347	3,0	0,015
α Lib	AB	14 50 53	-16 02 53	2,74	5,19	2016	314	230,8	0,043
ξ Boo	AB	14 51 23	+19 06 23	4,76	6,95	2023	292	5,0	0,149
δ Boo	AB	15 15 30	+33 18 30	3,56	7,89	2023	78	104,7	0,027
μ Lup	AC	15 18 32	-47 52 32	4,93	6,34	2019	128	23,1	0,010
μ Lup	BC	15 18 32	-47 52 32	4,99	6,34	2020	128	23,3	--
μ Boo	AB	15 24 29	+37 22 29	4,33	7,09	2023	170	109,2	0,027
δ Ser	AB	15 34 48	+10 32 48	4,17	5,16	2022	171	4,0	0,014
d Lup		15 35 53	-44 57 53	4,68	6,51	2016	12	2,1	0,008
7 CrB		15 39 23	+36 38 23	4,96	5,91	2024	306	6,3	0,006
η Lup	AB	16 00 07	-38 23 07	3,37	7,50	2020	19	14,8	0,008
ξ Sco	AC	16 04 22	-11 22 22	4,84	7,30	2023	42	8,0	--
ξ Sco	BC	16 04 22	-11 22 22	4,86	7,30	2023	45	7,1	0,036
β Sco	AC	16 05 26	-19 48 26	2,59	4,52	2021	19	13,7	--
β Sco	AD	16 05 26	-19 48 26	2,62	7,50	2016	30	519,2	--
ν Sco	AC	16 11 60	-19 27 60	4,35	6,60	2021	336	41,4	0,007
σ Ser		16 22 04	+01 01 04	4,09	7,82	2016	132	43,0	0,036
ϵ Nor		16 27 11	-47 33 11	4,51	6,12	2016	334	22,9	0,005
α Sco		16 29 24	-26 25 24	0,96	5,40	2019	277	2,7	0,006
μ Sco	AH	16 51 52	-38 02 52	2,97	3,51	2015	72	346,8	--
α Her	AB	17 14 39	+14 23 39	3,48	5,40	2023	102	4,8	0,009
ρ Her	AB	17 23 41	+37 08 41	4,50	5,40	2023	320	3,9	0,008
HD 158614	AD	17 30 24	-01 03 24	3,82	5,50	2002	317	16,9	0,061

Estrellas dobles o múltiples

nombre	compo- nentes	α_{2000}	δ_{2000}	magnitudes		últ. obs.	A.P.	separ.	paral.
		(^h ^m ^s)	([°] ['] ["])	prim.	sec.	(año)	([°])	(["])	(["])
v Dra		17 32 16	+55 10 16	4,87	4,90	2023	308	62,2	0,033
θ Sco	AB	17 37 19	-42 59 19	1,97	5,36	1991	315	6,5	0,011
ψ Dra	AB	17 41 56	+72 08 56	4,60	5,59	2020	16	30,2	0,044
95 Her		18 01 30	+21 35 30	4,85	5,20	2023	257	6,3	0,008
70 Oph	AB	18 05 27	+02 30 27	4,22	6,17	2023	118	6,8	0,197
ε Lyr	AB,CD	18 44 20	+39 40 20	4,67	4,56	2021	172	209,4	0,021
ζ Lyr	AD	18 44 46	+37 36 46	4,34	5,62	2021	150	43,9	--
β Lyr	AB	18 50 05	+33 21 05	3,63	6,69	2023	148	45,5	0,004
θ Ser	AB	18 56 13	+04 12 13	4,59	4,93	2019	106	22,4	--
θ Ser	AC	18 56 13	+04 12 13	4,59	6,78	2007	58	421,0	--
θ Ser	BC	18 56 15	+04 12 15	4,93	6,78	2007	56	405,6	0,025
λ Aql	AB	19 06 15	-04 52 15	3,50	7,50	2009	30	12,5	0,026
β Sgr		19 22 38	-44 27 38	3,98	7,21	2015	76	28,3	0,008
α Vul		19 28 42	+24 39 42	4,61	5,93	2016	28	427,7	0,011
β Cyg	AB	19 30 43	+27 57 43	3,19	4,68	2023	53	34,5	--
δ Cyg	AB	19 44 58	+45 07 58	2,89	6,27	2022	214	2,8	0,021
ε Dra		19 48 10	+70 16 10	4,01	6,87	2023	21	3,1	0,021
HD 189340	AC	19 59 47	-09 57 47	4,40	7,83	2016	296	10,3	0,047
31 Cyg	AC	20 13 38	+46 44 38	3,93	6,97	2023	173	106,7	0,003
31 Cyg	AD	20 13 38	+46 44 38	3,93	4,83	2016	322	336,7	0,003
30 Cyg	DC	20 13 18	+46 48 18	4,83	6,97	2003	150	431,8	0,005
b03 Cyg	AB	20 14 32	+36 48 32	4,96	6,71	2016	155	215,3	0,025
α Cap	AE	20 18 03	-12 32 03	3,66	4,34	2016	290	381,2	0,030
β Cap	AB	20 21 01	-14 46 01	3,15	6,08	2016	266	205,2	0,008
ρ Cap	AD	20 28 52	-17 48 52	4,97	6,68	2011	150	258,7	0,033
γ Del	AB	20 46 39	+16 07 39	4,36	5,03	2022	266	8,8	0,028
γ Equ	AD	21 10 21	+10 07 21	4,70	6,06	2016	152	335,0	0,028
μ Cyg	AD	21 44 09	+28 44 09	4,75	6,94	2019	43	197,0	0,045
ξ Cep	AB	22 03 47	+64 37 47	4,45	6,40	2024	275	8,1	0,034
ζ Aqr	AB	22 28 50	-00 01 50	4,34	4,49	2024	154	2,3	0,035
δ Cep	AC	22 29 10	+58 24 10	4,21	6,11	2018	191	41,0	0,004
β PsA	AC	22 31 30	-32 20 30	4,28	7,12	2016	172	30,4	0,022
θ Gru	AC	23 06 53	-43 31 53	4,45	7,77	2002	292	158,9	0,025
o Cep	AB	23 18 37	+68 06 37	4,97	7,28	2022	223	3,4	0,016
V* AR Cas	AC	23 30 02	+58 32 02	4,87	7,23	2018	269	75,0	0,005
ι Phe	AC	23 35 05	-42 36 05	4,70	6,68	2010	212	294,1	0,012
HD 222226		23 38 56	-45 36 56	4,74	7,05	2010	122	804,4	0,015
σ Cas	AB	23 59 01	+55 45 01	4,99	7,24	2021	326	3,1	0,003

7.7. 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 novas, supernovas y novas 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 su proximidad, 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 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 estrella, 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 β Lyrae, β Persei y estrellas Mira

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 Lyr y β Per pueden encontrarse en las siguientes tablas.

Mínimos de β Lyrae (Sheliak) en 2026

fecha y hora		fecha y hora		fecha y hora		fecha y hora	
Ene 11	23 ^h 56 ^m	Abr 12	14 ^h 27 ^m	Jul 12	04 ^h 58 ^m	Oct 10	19 ^h 38 ^m
Ene 24	22 ^h 35 ^m	Abr 25	13 ^h 05 ^m	Jul 25	03 ^h 37 ^m	Oct 23	18 ^h 18 ^m
Feb 6	21 ^h 14 ^m	May 8	11 ^h 43 ^m	Ago 7	02 ^h 17 ^m	Nov 5	16 ^h 59 ^m
Feb 19	19 ^h 53 ^m	May 21	10 ^h 22 ^m	Ago 20	00 ^h 57 ^m	Nov 18	15 ^h 39 ^m
Mar 4	18 ^h 31 ^m	Jun 3	09 ^h 01 ^m	Set 1	23 ^h 37 ^m	Dic 1	14 ^h 19 ^m
Mar 17	17 ^h 10 ^m	Jun 16	07 ^h 39 ^m	Set 14	22 ^h 17 ^m	Dic 14	12 ^h 59 ^m
Mar 30	15 ^h 48 ^m	Jun 29	06 ^h 18 ^m	Set 27	20 ^h 57 ^m	Dic 27	11 ^h 39 ^m

Mínimos de β Persei (Algol) en 2026

fecha y hora		fecha y hora		fecha y hora		fecha y hora	
Ene 1	11 ^h 27 ^m	Abr 3	05 ^h 45 ^m	Jul 1	03 ^h 03 ^m	Oct 3	17 ^h 48 ^m
Ene 4	08 ^h 16 ^m	Abr 6	02 ^h 34 ^m	Jul 3	23 ^h 52 ^m	Oct 6	14 ^h 37 ^m
Ene 7	05 ^h 05 ^m	Abr 8	23 ^h 23 ^m	Jul 6	20 ^h 41 ^m	Oct 9	11 ^h 26 ^m
Ene 10	01 ^h 55 ^m	Abr 11	20 ^h 13 ^m	Jul 9	17 ^h 29 ^m	Oct 12	08 ^h 15 ^m
Ene 12	22 ^h 44 ^m	Abr 14	17 ^h 02 ^m	Jul 12	14 ^h 18 ^m	Oct 15	05 ^h 03 ^m
Ene 15	19 ^h 33 ^m	Abr 17	13 ^h 51 ^m	Jul 15	11 ^h 07 ^m	Oct 18	01 ^h 52 ^m
Ene 18	16 ^h 22 ^m	Abr 20	10 ^h 40 ^m	Jul 18	07 ^h 55 ^m	Oct 20	22 ^h 41 ^m
Ene 21	13 ^h 12 ^m	Abr 23	07 ^h 29 ^m	Jul 21	04 ^h 44 ^m	Oct 23	19 ^h 30 ^m
Ene 24	10 ^h 01 ^m	Abr 26	04 ^h 18 ^m	Jul 24	01 ^h 33 ^m	Oct 26	16 ^h 18 ^m
Ene 27	06 ^h 50 ^m	Abr 29	01 ^h 07 ^m	Jul 26	22 ^h 21 ^m	Oct 29	13 ^h 07 ^m
Ene 30	03 ^h 40 ^m	May 1	21 ^h 57 ^m	Jul 29	19 ^h 10 ^m	Nov 1	09 ^h 56 ^m
Feb 2	00 ^h 29 ^m	May 4	18 ^h 46 ^m	Ago 1	15 ^h 59 ^m	Nov 4	06 ^h 45 ^m
Feb 4	21 ^h 18 ^m	May 7	15 ^h 35 ^m	Ago 4	12 ^h 47 ^m	Nov 7	03 ^h 34 ^m
Feb 7	18 ^h 08 ^m	May 10	12 ^h 24 ^m	Ago 7	09 ^h 36 ^m	Nov 10	00 ^h 23 ^m
Feb 10	14 ^h 57 ^m	May 13	09 ^h 13 ^m	Ago 10	06 ^h 24 ^m	Nov 12	21 ^h 12 ^m
Feb 13	11 ^h 47 ^m	May 16	06 ^h 02 ^m	Ago 13	03 ^h 13 ^m	Nov 15	18 ^h 01 ^m
Feb 16	08 ^h 36 ^m	May 19	02 ^h 51 ^m	Ago 16	00 ^h 02 ^m	Nov 18	14 ^h 50 ^m
Feb 19	05 ^h 25 ^m	May 21	23 ^h 40 ^m	Ago 18	20 ^h 50 ^m	Nov 21	11 ^h 39 ^m
Feb 22	02 ^h 15 ^m	May 24	20 ^h 29 ^m	Ago 21	17 ^h 39 ^m	Nov 24	08 ^h 28 ^m
Feb 24	23 ^h 04 ^m	May 27	17 ^h 18 ^m	Ago 24	14 ^h 27 ^m	Nov 27	05 ^h 17 ^m
Feb 27	19 ^h 53 ^m	May 30	14 ^h 06 ^m	Ago 27	11 ^h 16 ^m	Nov 30	02 ^h 06 ^m
Mar 2	16 ^h 43 ^m	Jun 2	10 ^h 55 ^m	Ago 30	08 ^h 05 ^m	Dic 2	22 ^h 55 ^m

Mínimos de β Persei (Algol) en 2026

fecha y hora		fecha y hora		fecha y hora		fecha y hora	
Mar 5	13 ^h 32 ^m	Jun 5	07 ^h 44 ^m	Set 2	04 ^h 53 ^m	Dic 5	19 ^h 44 ^m
Mar 8	10 ^h 21 ^m	Jun 8	04 ^h 33 ^m	Set 5	01 ^h 42 ^m	Dic 8	16 ^h 33 ^m
Mar 11	07 ^h 11 ^m	Jun 11	01 ^h 22 ^m	Set 7	22 ^h 30 ^m	Dic 11	13 ^h 22 ^m
Mar 14	04 ^h 00 ^m	Jun 13	22 ^h 11 ^m	Set 10	19 ^h 19 ^m	Dic 14	10 ^h 11 ^m
Mar 17	00 ^h 49 ^m	Jun 16	18 ^h 59 ^m	Set 13	16 ^h 08 ^m	Dic 17	07 ^h 00 ^m
Mar 19	21 ^h 39 ^m	Jun 19	15 ^h 48 ^m	Set 16	12 ^h 56 ^m	Dic 20	03 ^h 50 ^m
Mar 22	18 ^h 28 ^m	Jun 22	12 ^h 37 ^m	Set 19	09 ^h 45 ^m	Dic 23	00 ^h 39 ^m
Mar 25	15 ^h 17 ^m	Jun 25	09 ^h 26 ^m	Set 22	06 ^h 34 ^m	Dic 25	21 ^h 28 ^m
Mar 28	12 ^h 06 ^m	Jun 28	06 ^h 15 ^m	Set 25	03 ^h 22 ^m	Dic 28	18 ^h 17 ^m
Mar 31	08 ^h 56 ^m			Set 28	00 ^h 11 ^m	Dic 31	15 ^h 06 ^m
				Set 30	21 ^h 00 ^m		

Entre las de largo periodo se puede empezar por algunas de las estrellas Mira más brillantes, como son Mira (α Cet), R Leo y χ Cyg, cuyos instantes de máximo para este año vienen dados en la tabla siguiente.

Estrellas variables de largo periodo tipo Mira

nombre	α_{2000}	δ_{2000}	magnitud		periodo (días)	fecha del máximo
	(^h ^m)	([°] ['])	máx.	mín.		
R Dra	16 33	+66 45	6,7	13,0	245	Ene 14
R Boo	14 37	+26 44	6,2	12,1	223	Feb 05
R Sgr	19 17	-19 18	6,7	12,8	268	Feb 09
V Cas	23 12	+59 42	6,9	13,4	228	Feb 12
T Her	18 09	+31 01	6,8	13,9	165	Mar 12
R Hya	13 30	-23 17	3,0	11,0	389	Mar 16
α Cet	02 19	-02 59	2,0	10,0	331	Mar 19
RT Cyg	19 44	+48 47	6,4	12,7	190	Mar 29
R Gem	07 07	+22 42	6,0	14,0	369	Abr 01
R Ser	15 51	+15 08	5,2	14,4	356	Abr 03
V Oph	16 27	-12 26	7,3	11,6	297	Abr 11
U Cet	02 34	-13 09	6,8	13,4	234	Abr 19
SUMa	12 44	+61 06	7,0	12,4	226	Abr 22
R Vul	21 04	+23 49	7,0	14,3	136	May 02
R Vir	12 38	+06 59	6,0	12,1	145	May 06
R Aql	19 06	+08 14	5,5	12,0	284	May 11
U Her	16 26	+18 54	6,5	13,4	406	May 21
R Tri	02 37	+34 16	5,4	12,6	266	May 22
R And	00 24	+38 35	5,8	14,9	409	May 29

Estrellas variables de largo periodo tipo Mira

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	magnitud		periodo (días)	fecha del máximo
			máx.	mín.		
S Peg	23 21	+08 55	7,1	13,8	319	Jun 01
X Oph	18 38	+08 50	5,9	9,2	334	Jun 04
S CMi	07 33	+08 19	6,6	13,2	332	Jun 10
U Ori	05 56	+20 10	4,8	12,6	372	Jun 17
R Cnc	08 17	+11 44	6,1	11,8	361	Jun 22
R LMi	09 46	+34 31	6,3	13,2	371	Jun 24
R Crv	12 20	-19 15	6,7	14,4	317	Jun 29
S CrB	15 21	+31 22	5,8	14,1	360	Jul 08
R UMa	10 45	+68 47	6,7	13,4	301	Jul 18
T UMa	12 36	+59 29	6,6	13,4	256	Ago 01
S Vir	13 33	-07 12	6,3	13,2	377	Ago 04
V CrB	15 50	+39 34	6,9	12,6	357	Ago 09
R Peg	23 07	+10 33	6,9	13,8	378	Ago 20
T Hya	08 56	-09 08	6,7	13,2	289	Ago 21
V Mon	06 23	-02 12	6,0	13,7	333	Ago 29
R Cyg	19 37	+50 12	6,1	14,2	426	Ago 31
S Her	16 52	+14 56	6,4	13,8	307	Set 04
R Cas	23 58	+51 24	4,7	13,5	430	Set 12
χ Cyg	19 51	+32 55	3,3	14,2	406	Set 25
U Cyg	20 20	+47 54	5,9	12,1	462	Set 30
R Leo	09 48	+11 26	4,4	11,3	312	Oct 12
R Lep	05 00	-14 48	5,5	11,7	432	Nov 03
W And	02 18	+44 18	6,7	14,6	395	Nov 10
R Aqr	23 44	-15 17	5,8	12,4	386	Nov 29
W Cet	00 02	-14 41	7,1	14,8	351	Dic 06
T Cep	21 10	+68 29	5,2	11,3	388	Dic 07
SS Vir	12 25	+00 48	6,0	9,6	354	Dic 13
R Aur	05 17	+53 35	6,7	13,9	457	Dic 24
T Cas	00 23	+55 48	6,9	13,0	444	Dic 29

Estrellas variables de otros tipos

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	magnitud		periodo (días)	tipo
			máx.	mín.		
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

Estrellas variables de otros tipos

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	magnitud		periodo (días)	tipo
			máx.	mín.		
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 UrsaeMajoris
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

Estrellas variables de otros tipos

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	magnitud		periodo (días)	tipo
			máx.	mín.		
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
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

7.8. 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 menos de 1° 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. En esta sección se describe la determinación de la latitud y de la dirección de la meridiana por observaciones de la estrella Polar.

α UMi	
α_{2000}	$2^{\text{h}} 31^{\text{m}} 48^{\text{s}}.704$
δ_{2000}	$89^\circ 15' 50''.72$
$\mu_\alpha \cos \delta$	$0,03829''$ 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:

$$\begin{aligned} \text{tiempo sidéreo local} &= \text{tiempo sidéreo en Greenwich a } 0^{\text{h}} \text{ TU} \\ & \quad (\text{ver } \textit{Tablas de tiempos} \text{ en la página 108}) \\ & \quad + 1,0027379 * \text{Tiempo Universal} \\ & \quad + \text{longitud } \lambda \text{ del lugar (positiva al este)} \end{aligned}$$

ángulo horario de la Polar:

$$H = \text{tiempo sidéreo local} - \text{asc. recta de la Polar } (\alpha)$$

distancia polar de la Polar: p

(ver tabla de *posición aparente de la Polar* en la página 362)

$$\text{declinación de la Polar: } \delta = 90^\circ - p$$

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 (ver *Tablas de tiempos* en la página 108) 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:

$$\text{altura:} \quad h = \phi + p \cos H - 0,00873 (p \operatorname{sen} H)^2 \tan \phi$$

$$\text{acimut:} \quad a = - p \operatorname{sen} H / \cos h$$

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 este 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 esta 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 predcimos mediante la fórmula dada anteriormente.

El acimut de la Polar vendrá dado por:

$$a = -p \operatorname{sen} H / \cos h$$

mediéndose 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 Hipparcos y otros parámetros

Datos extraídos de la base de datos estelares SIMBAD y otras referencias.

α UMi	
α_{2000}	2 ^h 31 ^m 49 ^s .09456 ICRS
δ_{2000}	89°15'50"7923 ICRS
$\mu_\alpha \cos \delta$	0,04448" por año
μ_δ	-0,01185" por año
Velocidad radial	-17,4 km s ⁻¹
π	0,00754"
Distancia	133 pc
V	2,005
$B-V$	0,586
M_V	-3,6
Tipo espectral (HIC)	F7 Ib-IIv C
Variabilidad	Cefeida clásica (δ Cephei)
Periodo	3,97 días
Variación en magnitud	< 0,05
Masa	~4,5 M_\odot
	α UMi, SAO 308
Nombres alternativos	PPM 431, FK5 907 HIP 11767, Tyc 4628-237-1 HD 8890, IRAS 01490+8901
Sistema estelar	Polar Aa, Polar Ab, Polar B

Posiciones aparentes de la Polar

En las siguientes tablas se da la ascensión recta (α) y la distancia polar (p) para cada fecha del año.

Distancia polar: $p = 90^\circ - \delta$, siendo δ la declinación de la Polar.

El valor mínimo de la distancia polar p se dará alrededor del año 2100, en que tendrá un valor de unos 27'.

**Posición aparente de la Polar en 2026
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
	3 ^h 05 ^m	37'	3 ^h 05 ^m	37'	3 ^h 04 ^m	37'	3 ^h 04 ^m	37'	3 ^h 04 ^m	37'	3 ^h 04 ^m	37'
1	107 [°] 62	18 ^{''} 6	55 [°] 58	13 ^{''} 6	62 [°] 15	14 ^{''} 4	16 [°] 78	20 ^{''} 6	3 [°] 14	29 ^{''} 5	23 [°] 99	38 ^{''} 4
2	106 [°] 59	18 ^{''} 4	53 [°] 41	13 ^{''} 5	60 [°] 08	14 ^{''} 5	15 [°] 71	20 ^{''} 9	3 [°] 43	29 ^{''} 9	25 [°] 30	38 ^{''} 6
3	105 [°] 36	18 ^{''} 1	51 [°] 18	13 ^{''} 4	58 [°] 02	14 ^{''} 6	14 [°] 80	21 ^{''} 2	3 [°] 80	30 ^{''} 2	26 [°] 55	38 ^{''} 8
4	103 [°] 91	17 ^{''} 8	48 [°] 96	13 ^{''} 4	56 [°] 02	14 ^{''} 8	14 [°] 03	21 ^{''} 5	4 [°] 22	30 ^{''} 5	27 [°] 72	39 ^{''} 0
5	102 [°] 27	17 ^{''} 5	46 [°] 81	13 ^{''} 4	54 [°] 14	15 ^{''} 0	13 [°] 36	21 ^{''} 8	4 [°] 63	30 ^{''} 8	28 [°] 82	39 ^{''} 3
6	100 [°] 50	17 ^{''} 2	44 [°] 77	13 ^{''} 4	52 [°] 40	15 ^{''} 1	12 [°] 75	22 ^{''} 1	5 [°] 01	31 ^{''} 1	29 [°] 86	39 ^{''} 5
7	98 [°] 70	17 ^{''} 0	42 [°] 84	13 ^{''} 4	50 [°] 79	15 ^{''} 3	12 [°] 17	22 ^{''} 4	5 [°] 32	31 ^{''} 3	30 [°] 87	39 ^{''} 7
8	96 [°] 91	16 ^{''} 8	41 [°] 01	13 ^{''} 4	49 [°] 29	15 ^{''} 5	11 [°] 57	22 ^{''} 6	5 [°] 57	31 ^{''} 6	31 [°] 91	39 ^{''} 9
9	95 [°] 20	16 ^{''} 7	39 [°] 26	13 ^{''} 4	47 [°] 87	15 ^{''} 7	10 [°] 92	22 ^{''} 9	5 [°] 75	31 ^{''} 8	33 [°] 03	40 ^{''} 2
10	93 [°] 57	16 ^{''} 5	37 [°] 55	13 ^{''} 5	46 [°] 48	15 ^{''} 9	10 [°] 21	23 ^{''} 1	5 [°] 88	32 ^{''} 1	34 [°] 29	40 ^{''} 4
11	92 [°] 02	16 ^{''} 4	35 [°] 83	13 ^{''} 5	45 [°] 08	16 ^{''} 0	9 [°] 41	23 ^{''} 4	6 [°] 01	32 ^{''} 4	35 [°] 75	40 ^{''} 7
12	90 [°] 55	16 ^{''} 2	34 [°] 08	13 ^{''} 4	43 [°] 65	16 ^{''} 2	8 [°] 55	23 ^{''} 6	6 [°] 19	32 ^{''} 7	37 [°] 42	41 ^{''} 0
13	89 [°] 11	16 ^{''} 0	32 [°] 25	13 ^{''} 4	42 [°] 14	16 ^{''} 3	7 [°] 66	23 ^{''} 9	6 [°] 50	33 ^{''} 0	39 [°] 27	41 ^{''} 2
14	87 [°] 68	15 ^{''} 9	30 [°] 32	13 ^{''} 4	40 [°] 55	16 ^{''} 5	6 [°] 79	24 ^{''} 2	6 [°] 99	33 ^{''} 4	41 [°] 20	41 ^{''} 4
15	86 [°] 22	15 ^{''} 7	28 [°] 27	13 ^{''} 4	38 [°] 86	16 ^{''} 6	6 [°] 00	24 ^{''} 5	7 [°] 71	33 ^{''} 8	43 [°] 12	41 ^{''} 6
16	84 [°] 68	15 ^{''} 5	26 [°] 12	13 ^{''} 4	37 [°] 11	16 ^{''} 8	5 [°] 38	24 ^{''} 9	8 [°] 65	34 ^{''} 1	44 [°] 91	41 ^{''} 7
17	83 [°] 03	15 ^{''} 3	23 [°] 90	13 ^{''} 4	35 [°] 33	17 ^{''} 0	4 [°] 98	25 ^{''} 2	9 [°] 73	34 ^{''} 4	46 [°] 53	41 ^{''} 9
18	81 [°] 25	15 ^{''} 1	21 [°] 66	13 ^{''} 4	33 [°] 59	17 ^{''} 2	4 [°] 80	25 ^{''} 6	10 [°] 85	34 ^{''} 7	47 [°] 99	42 ^{''} 0
19	79 [°] 34	14 ^{''} 9	19 [°] 47	13 ^{''} 5	31 [°] 97	17 ^{''} 5	4 [°] 81	25 ^{''} 9	11 [°] 88	34 ^{''} 9	49 [°] 35	42 ^{''} 1
20	77 [°] 31	14 ^{''} 8	17 [°] 41	13 ^{''} 6	30 [°] 53	17 ^{''} 7	4 [°] 89	26 ^{''} 2	12 [°] 78	35 ^{''} 1	50 [°] 69	42 ^{''} 3
21	75 [°] 20	14 ^{''} 6	15 [°] 52	13 ^{''} 8	29 [°] 31	18 ^{''} 0	4 [°] 96	26 ^{''} 5	13 [°] 52	35 ^{''} 3	52 [°] 09	42 ^{''} 5
22	73 [°] 09	14 ^{''} 5	13 [°] 81	13 ^{''} 9	28 [°] 27	18 ^{''} 3	4 [°] 93	26 ^{''} 8	14 [°] 15	35 ^{''} 6	53 [°] 59	42 ^{''} 7
23	71 [°] 03	14 ^{''} 4	12 [°] 24	14 ^{''} 0	27 [°] 36	18 ^{''} 5	4 [°] 76	27 ^{''} 0	14 [°] 72	35 ^{''} 8	55 [°] 22	42 ^{''} 9
24	69 [°] 08	14 ^{''} 3	10 [°] 76	14 ^{''} 1	26 [°] 49	18 ^{''} 8	4 [°] 46	27 ^{''} 2	15 [°] 32	36 ^{''} 1	56 [°] 98	43 ^{''} 1
25	67 [°] 28	14 ^{''} 3	9 [°] 28	14 ^{''} 2	25 [°] 56	19 ^{''} 0	4 [°] 08	27 ^{''} 5	15 [°] 99	36 ^{''} 4	58 [°] 86	43 ^{''} 3
26	65 [°] 64	14 ^{''} 2	7 [°] 71	14 ^{''} 2	24 [°] 52	19 ^{''} 1	3 [°] 67	27 ^{''} 8	16 [°] 80	36 ^{''} 7	60 [°] 82	43 ^{''} 5
27	64 [°] 12	14 ^{''} 1	6 [°] 00	14 ^{''} 3	23 [°] 34	19 ^{''} 3	3 [°] 31	28 ^{''} 1	17 [°] 74	37 ^{''} 0	62 [°] 83	43 ^{''} 7
28	62 [°] 64	14 ^{''} 1	4 [°] 14	14 ^{''} 3	22 [°] 05	19 ^{''} 5	3 [°] 06	28 ^{''} 5	18 [°] 82	37 ^{''} 3	64 [°] 85	43 ^{''} 8
29	61 [°] 11	14 ^{''} 0			20 [°] 68	19 ^{''} 8	2 [°] 94	28 ^{''} 8	20 [°] 02	37 ^{''} 6	66 [°] 84	43 ^{''} 9
30	59 [°] 45	13 ^{''} 8			19 [°] 30	20 ^{''} 0	2 [°] 96	29 ^{''} 2	21 [°] 31	37 ^{''} 9	68 [°] 77	44 ^{''} 0
31	57 [°] 61	13 ^{''} 7			17 [°] 98	20 ^{''} 3			22 [°] 64	38 ^{''} 2		

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 2026
en su culminación superior en Greenwich**

día	Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p
	3 ^h 05 ^m 37"		3 ^h 06 ^m 37"		3 ^h 07 ^m 37"		3 ^h 08 ^m 37"		3 ^h 08 ^m 37"		3 ^h 08 ^m 37"	
1	10 ^s 61 44",1		13 ^s 89 45",6		20 ^s 61 42",6		17 ^s 49 35",6		55 ^s 86 25",2		62 ^s 44 13",9	
2	12 ^s 36 44",2		15 ^s 79 45",6		22 ^s 86 42",5		19 ^s 45 35",3		56 ^s 48 24",8		61 ^s 89 13",6	
3	14 ^s 03 44",3		17 ^s 77 45",6		25 ^s 23 42",3		21 ^s 31 35",0		56 ^s 95 24",4		61 ^s 40 13",3	
4	15 ^s 65 44",4		19 ^s 87 45",6		27 ^s 65 42",1		23 ^s 01 34",6		57 ^s 33 24",0		61 ^s 00 13",0	
5	17 ^s 27 44",5		22 ^s 14 45",6		30 ^s 04 41",9		24 ^s 51 34",3		57 ^s 70 23",7		60 ^s 67 12",7	
6	18 ^s 94 44",6		24 ^s 55 45",6		32 ^s 33 41",7		25 ^s 84 33",9		58 ^s 12 23",4		60 ^s 39 12",4	
7	20 ^s 72 44",8		27 ^s 09 45",6		34 ^s 45 41",4		27 ^s 05 33",6		58 ^s 62 23",0		60 ^s 11 12",0	
8	22 ^s 66 44",9		29 ^s 68 45",6		36 ^s 38 41",2		28 ^s 20 33",2		59 ^s 21 22",7		59 ^s 79 11",7	
9	24 ^s 77 45",1		32 ^s 23 45",5		38 ^s 17 40",9		29 ^s 37 33",0		60 ^s 56 22",0		59 ^s 39 11",4	
10	27 ^s 06 45",2		34 ^s 65 45",3		39 ^s 85 40",7		30 ^s 61 32",7		61 ^s 25 21",7		58 ^s 88 11",0	
11	29 ^s 47 45",3		36 ^s 89 45",2		41 ^s 52 40",5		31 ^s 95 32",4		61 ^s 89 21",3		58 ^s 23 10",6	
12	31 ^s 91 45",4		38 ^s 95 45",1		43 ^s 25 40",3		33 ^s 39 32",1		62 ^s 43 20",9		57 ^s 45 10",3	
13	34 ^s 27 45",4		40 ^s 89 44",9		45 ^s 09 40",1		34 ^s 90 31",8		62 ^s 85 20",5		56 ^s 53 9",9	
14	36 ^s 47 45",4		42 ^s 77 44",8		47 ^s 03 39",9		36 ^s 43 31",5		63 ^s 13 20",1		55 ^s 50 9",6	
15	38 ^s 49 45",4		44 ^s 70 44",8		49 ^s 07 39",7		37 ^s 94 31",2		63 ^s 27 19",7		54 ^s 41 9",3	
16	40 ^s 36 45",4		46 ^s 72 44",7		51 ^s 17 39",5		39 ^s 39 30",9		63 ^s 29 19",3		53 ^s 29 9",0	
17	42 ^s 15 45",4		48 ^s 85 44",6		53 ^s 28 39",3		40 ^s 75 30",5		63 ^s 21 19",0		52 ^s 21 8",7	
18	43 ^s 95 45",5		51 ^s 11 44",6		55 ^s 37 39",1		41 ^s 98 30",1		63 ^s 07 18",6		51 ^s 21 8",4	
19	45 ^s 83 45",5		53 ^s 45 44",5		57 ^s 39 38",8		43 ^s 07 29",8		62 ^s 94 18",3		50 ^s 34 8",2	
20	47 ^s 82 45",6		55 ^s 84 44",4		59 ^s 31 38",5		44 ^s 04 29",4		62 ^s 86 17",9		49 ^s 60 7",9	
21	49 ^s 94 45",7		58 ^s 24 44",3		61 ^s 11 38",2		44 ^s 89 29",0		62 ^s 89 17",6		48 ^s 98 7",7	
22	52 ^s 18 45",8		60 ^s 61 44",2		62 ^s 79 37",9		45 ^s 67 28",7		63 ^s 07 17",3		48 ^s 38 7",4	
23	54 ^s 49 45",8		62 ^s 91 44",0		64 ^s 35 37",6		46 ^s 42 28",3		63 ^s 38 17",0		47 ^s 71 7",0	
24	56 ^s 86 45",9		65 ^s 12 43",8		65 ^s 81 37",3		47 ^s 21 28",0		63 ^s 76 16",6		46 ^s 86 6",7	
25	59 ^s 24 45",9		67 ^s 21 43",7		67 ^s 24 37",1		48 ^s 09 27",7		64 ^s 09 16",3		45 ^s 78 6",4	
26	61 ^s 58 45",9		69 ^s 19 43",5		68 ^s 67 36",8		49 ^s 12 27",4		64 ^s 28 15",9		44 ^s 48 6",0	
27	63 ^s 86 45",8		71 ^s 07 43",3		70 ^s 18 36",6		50 ^s 28 27",1		64 ^s 26 15",4		43 ^s 03 5",7	
28	66 ^s 04 45",8		72 ^s 89 43",1		71 ^s 82 36",3		51 ^s 55 26",8		64 ^s 01 15",0		41 ^s 51 5",5	
29	68 ^s 12 45",8		74 ^s 69 43",0		73 ^s 60 36",1		52 ^s 83 26",4		63 ^s 57 14",6		40 ^s 01 5",2	
30	70 ^s 11 45",7		76 ^s 55 42",8		75 ^s 51 35",9		54 ^s 02 26",0		63 ^s 02 14",3		38 ^s 59 5",0	
31	72 ^s 02 45",7		78 ^s 51 42",7				55 ^s 04 25",6				37 ^s 26 4",8	

El día 8 de noviembre la Polar culmina dos veces en Greenwich, siendo las coordenadas en su segundo paso: $\alpha = 3^{\text{h}}8^{\text{m}}59^{\text{s}}87$ y $p = 37^{\circ}22',4$.

7.9. La Vía Láctea

Características de la Vía Láctea

Unidades:

1 M_{\odot}	$1,989 \cdot 10^{30}$ kg
1 L_{\odot}	$3,826 \cdot 10^{26}$ W
1 pc	$3,0857 \cdot 10^{16}$ m
1 kpc	$3,0857 \cdot 10^{19}$ m

Características globales de la galaxia:

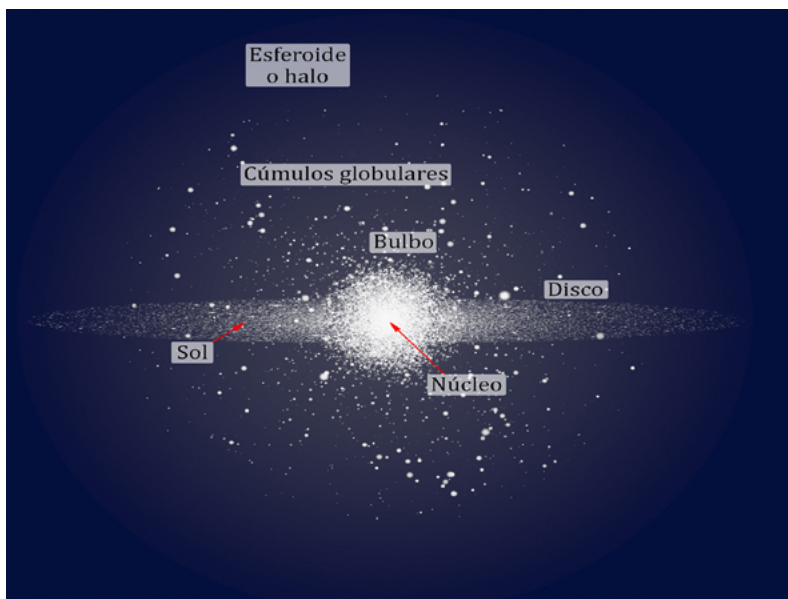
tipo morfológico	SBbc
masa incluyendo el halo de materia oscura	$\sim 10^{12} M_{\odot}$
masa excluyendo el halo de materia oscura	$\sim 10^{11} M_{\odot}$
diámetro del halo gaseoso	100 kpc
dirección del polo norte galáctico	$\alpha = 12^{\text{h}}51^{\text{m}}26^{\text{s}}$, $\delta = +27^{\circ}07'42''$
velocidad respecto del fondo de microondas	$\sim 600 \text{ km s}^{-1}$
luminosidad en banda V	$1,4 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
luminosidad en banda B	$2,3 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
luminosidad infrarroja (4 – 100 μm)	$1,2 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
luminosidad bolométrica	$3,6 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
magnitud absoluta	-20,9
módulo de distancia	14,51
número de estrellas	$> 2 \cdot 10^{11}$
Núcleo:	
masa interior a 1 pc (3,26 años luz)	$3 \cdot 10^6 M_{\odot}$
Bulbo:	
masa	$10^{10} M_{\odot}$
diámetro	2 kpc
luminosidad en banda B	$0,2 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
Disco:	
masa	$6 \cdot 10^{10} M_{\odot}$
diámetro	23–30 kpc
longitud de escala	3,5 kpc
luminosidad en banda V	$1,2 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
ritmo de formación de estrellas	$\sim 3 M_{\odot}$ por año
masa de gas molecular	$2,5 \cdot 10^9 M_{\odot}$
masa de gas atómico	$3,0 \cdot 10^9 M_{\odot}$
periodo de rotación de la espiral	$\sim 50 \cdot 10^6$ años
periodo de rotación de la barra	$\sim 17 \cdot 10^6$ años

Esferoide o halo:

masa	$2-10 \cdot 10^9 M_{\odot}$
diámetro	80 kpc
longitud de escala	2,9 kpc
luminosidad en banda V	$0,2 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
luminosidad en banda B	$0,2 \cdot 10^{10} L_{\odot}$
edad de la estrella más vieja	$13,2 \cdot 10^9$ años

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	$0,043 M_{\odot} \text{ pc}^{-3}$
densidad total de materia	$0,097 M_{\odot} \text{ pc}^{-3}$
brillo superficial	$15 L_{\odot} \text{ pc}^{-2}$
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. Los tamaños no están a escala.

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 160 en la Vía Láctea.

Propiedades medias de los cúmulos estelares

	abiertos	globulares
diámetro (en pársecs)	4	20
masa (en M_{\odot})	250	$6 \cdot 10^5$
densidad central (en $M_{\odot} \text{ pc}^{-3}$)	$\sim 10^2$	$\sim 10^4$
velocidad de dispersión (en km s^{-1})	1	7
tiempo de vida/edad (en años)	$2 \cdot 10^8$	10^{10}

Cúmulos globulares

M	NGC	const.	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	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}		δ_{2000}		magn. tamaño		comentarios
		(^h)	(^m)	(^o)	(['])	V_{total}	(['])	
	869	02	19,0	+57	10	5,3	30	h Per, junto a NGC884
34	1039	02	42,0	+42	47	5,2	35	en Perseus
	Perseo	03	22,0	+48	36	1,2	190	α Per, Melotte 20
45	Pléyades	03	47,1	+24	08	1,2	110	el mejor conocido
	Híades	04	20,0	+15	38	0,5	330	en Taurus
38	1912	05	28,6	+35	50	6,4	21	en Auriga
	1976/80	05	35,4	-05	23	2,5	50	<i>El Trapecio</i> , joven
36	1960	05	36,1	+34	08	6	12	en Auriga
	Berk 21	05	51,7	+21	47	1,1	6	en Taurus
37	2099	05	52,4	+32	32	5,6	23	en Auriga
35	2168	06	08,8	+24	21	5,1	28	en Gemini
	2232	06	26,5	-04	45	3,9	30	en Monoceros
	2244	06	32,4	+04	52	4,8	23	en neb. <i>Roseta</i> , joven
	2264	06	41,0	+09	53	3,9	20	S Mon
41	2287	06	47,1	-20	44	4,5	38	en Canis Major
50	2323	07	03,0	-08	21	5,9	16	en Monoceros
	2362	07	18,8	-24	56	4,1	8	τ CMa
47	2422	07	36,6	-14	30	4,4	30	en Puppis
46	2437	07	41,8	-14	49	6,1	27	en Puppis
	2451	07	45,4	-37	58	2,8	45	en Puppis
44	2632	08	40,1	+20	00	3,1	95	Praesepe, en Cancer
	IC2395	08	41,0	-48	11	4,6	7	en Vela
67	2682	08	50,5	+11	42	6,9	30	en Cancer
	Tr 16	10	45,2	-59	42	5	10	η Car y nebulosa
	Coma	12	25,1	+26	06	1,8	300	disperso, Melotte 111
	4755	12	53,6	-60	20	4,2	10	κ Cru, <i>El Joyero</i>
	6231	16	54,0	-41	48	2,6	14	supergig. O, WR; en Sco
6	6405	17	40,1	-32	13	4,2	14	en Scorpius
	IC4665	17	46,7	+05	44	4,2	40	en Ophiuchus
7	6475	17	53,9	-34	48	3,3	80	en Scorpius
23	6494	17	56,9	-19	01	5,5	27	en Scorpius
16	6611	18	18,9	-13	47	6	6	en Serpens, +nebulosa
	6633	18	27,6	+06	34	4,6	27	en Ophiuchus
25	IC4725	18	31,7	-19	15	4,6	32	cefeida U Sgr
	IC4756	18	39,3	+05	27	4,6	50	en Serpens
11	6705	18	51,1	-06	17	5,8	13	muy rico, en Scutum
	Steph 1	18	53,5	+36	55	3,8	20	en Lyra
	Col 399	19	25,4	+20	11	3,6	60	en Vulpecula
	6819	19	41,3	+40	11	7,3	5	en Cygnus
	IC1396	21	38,9	+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 (ionizado, neutro en forma atómica o molecular) y condiciones físicas (frío, caliente, muy caliente; difuso, denso) que constituye el denominado *medio interestelar*. La *materia interestelar* también contiene pequeños *granos de polvo*, de diversa composición (grafito, silicatos, carbonatos...), que constituye el 1% en masa y se hallan bien mezclados con el gas. El medio interestelar está también constituido por *rayos cósmicos* (partículas subatómicas de elevada energía) y *campos magnéticos*.

En el medio interestelar 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 reflexión, nebulosas de emisión (o regiones HII), nebulosas planetarias y remanentes (o restos) de supernova.

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 por reflexión brillantes

M	NGC	situación	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	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

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 y B (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 de emisión brillantes

M	NGC	nombre propio	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	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>
	IC434		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 (use 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, úsease pocos aumentos
16	6611	<i>Águila</i>	18 19	-13 47	a unos 2° de la neb. Omega, débil, incluye un cúmulo abierto

También son conocidas como *regiones HII*

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.

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° al E de δ Gem, 0,3', V=8,3
97	3587	<i>Buho, Esquimal</i>	11 15	55 01	2° al E de β UMa, 3,3', débil
	6543	<i>Ojos de Gato</i>	17 59	66 37	5° al E de δ Dra, 0,3', V=8,8
57	6720	<i>Anillo</i>	18 54	33 02	entre β y γ Lyra, 1,2', V=9,0
27	6853	<i>Pesas (Dumbbell)</i>	19 59	22 43	en Vulpecula, ~7', V=7,6, la mejor
	7009	<i>Saturno</i>	21 04	-11 23	en Aquarius, oval ~0,5', V=8,3
	7027		21 07	42 14	en Cygnus, 9° 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

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).

Restos de supernova brillantes

NGC	situación	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	comentario
1952(M1)	neb. <i>Cangrejo</i> , Taurus	5 34	22 01	1,3° al NO de ζ Tau, de 7' x 5', visible incluso con pequeños telescopios
IC443	en Gemini	6 17	22 47	1,5° al oeste de μ Gem
6992/60/79	neb. del <i>Velo</i> , en Cygnus	20 50	31 30	gran arco de unos 3° de diámetro, entre ϵ y ζ Cyg

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.

Además de estos objetos, también presentan nebulosidades objetos tales como las nebulosas preplanetarias y las 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. Estas 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 pársecs y una masa de hasta $10^6 M_{\odot}$ (el agujero negro central, más). En su interior se forman tanto estrellas muy masivas como poco masivas, normalmente en cúmulos abiertos, los cuales pueden llegar a tener varios miles de estrellas. Cuando estas 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 ($\sim 10^4 M_{\odot}$) y solo 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

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 Messier de objetos difusos

El catálogo Messier es una lista de 110 objetos astronómicos difusos, que ahora sabemos que son de naturaleza muy variada.

Fue compilado por el astrónomo francés Charles Messier a finales del siglo XVIII desde París, por lo que cubre todo el hemisferio norte celeste y parcialmente el hemisferio sur. Gran observador de cometas (descubrió una veintena), Messier confeccionó su famosa lista de objetos difusos a fin de evitar confundirlos con ellos.

Los distintos tipos de objetos astronómicos vienen indicados con las siguientes iniciales:

- 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 de la Osa Mayor.

M102 puede corresponder a una observación duplicada de M101 aunque también se ha sugerido que podría tratarse de la galaxia espiral NGC 5866.

Catálogo de Messier de objetos difusos

M	NGC	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn.	tamaño (['])	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	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	IC4715	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	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	12	c.a.	Aur
37	2099	5 52,4	+32 33	5,6	24	c.a.	Aur

Catálogo de Messier de objetos difusos

M	NGC	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} (^o ['])	magn.	tamaño (['])	tipo	constelación
38	1912	5 28,7	+35 50	6,4	21	c.a.	Aur
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	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	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	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	3	c.a.	Aqr
74	628	1 36,7	+15 47	9,2	9	g.s.	Psc

Catálogo de Messier de objetos difusos

M	NGC	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	magn.	tamaño (['])	tipo	constelación
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
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	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	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	13	g.e.	And

7.10. Objetos extragalácticos

Galaxias

El *universo observable* tal como lo conocemos hoy está compuesto por *galaxias*, que en ocasiones se agrupan en *cúmulos* y estos, a su vez, en *supercúmulos*. Se observa mediante la detección de la radiación electromagnética (luz visible, ondas de radio, etc.) que los astros y la materia interestelar e intergaláctica emiten, absorben o dispersan. Las discrepancias encontradas a lo largo del siglo pasado entre la cantidad de materia medida de este modo (materia “luminosa”) y la deducida por los efectos gravitatorios a gran escala ha llevado a postular la existencia de una *materia oscura* adicional de naturaleza aún desconocida. El descubrimiento a finales del siglo XX de aceleración en la *expansión del universo* se trata de explicar mediante la presencia de una hipotética forma de energía, llamada *energía oscura*, que actuaría como una fuerza repulsiva. Su naturaleza es tema de especulación.

En la década de 1920 se demostró que objetos denominados comúnmente nebulosas, entre ellas la de Andrómeda, eran realmente galaxias independientes de la Vía Láctea. Denominamos *galaxia* a un gran conjunto de estrellas y materia interestelar (nubes de gas y polvo), además de otros cuerpos menores (restos de estrellas, planetas), unido gravitatoriamente y percibido como una entidad separada, aunque no siempre independiente, en el espacio. Su centro de masas o *núcleo galáctico* es una región pequeña y compacta que contiene una gran densidad de estrellas y otros objetos. En ocasiones en él se encuentra un agujero negro supermasivo (con una masa entre 10^6 y $10^{10} M_{\odot}$), pudiendo emitirse desde sus inmediaciones una parte considerable de la energía total de la galaxia. En tal caso se habla de un *núcleo activo*, que puede manifestarse en ondas de radio (radiogalaxia) o en todo el espectro electromagnético (cuásar, blázar, galaxia de Seyfert). Se llama *galaxia activa* a aquella que contiene un núcleo activo.

Se denominan galaxias con *brote estelar* aquellas en que el ritmo de nacimiento de estrellas es muy superior al de una galaxia normal de tamaño similar. Entre ellas se encuentran las *galaxias infrarrojas luminosas* y ultraluminosas descubiertas en la década de 1980.

Las galaxias se caracterizan por su número de estrellas (las enanas tienen típicamente unos miles de millones, mientras que las supergigantes pueden superar un billón), su tamaño (entre cientos y millones de años luz de diámetro), su luminosidad (entre 10^5 y $10^{14} L_{\odot}$) y su forma. Los tipos morfológicos principales se expresan, de manera simplificada, mediante:

E	elíptica (de E0 hasta E7)
Im, Irr	irregular
S	espiral (de 'a' a 'c') (SA, SAB, SB)
S0	lenticular (S0)
dSph	esferoidal enana
d	prefijo indicativo de galaxia enana
B	sufixo indicativo de presencia de una barra

Las galaxias se identifican por las coordenadas que dan su posición en el cielo. Catalogadas en los siglos XVIII y XIX junto con las nebulosas y cúmulos estelares, algunas aparecen en el pequeño catálogo de Ch. Messier (en él la galaxia de Andrómeda es Messier 31 o M31) y en el catálogo mucho más extenso de William, Caroline y John Herschel, que a finales del siglo XIX J.L.E. Dreyer plasmó en el Nuevo Catálogo General de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas (la galaxia de Andrómeda es NGC 224). Otros catálogos muy utilizados en la denominación de galaxias son el Atlas de Galaxias Peculiares de H. Arp, en el que abundan galaxias en interacción (Arp 220, Arp 244) y alguna radiogalaxia (como Arp 153, también conocida como Centauro A o NGC 5128), el Catálogo General de Galaxias de Upsala (UGC) o el catálogo de galaxias enanas DDO. En los catálogos de radiofuentes publicados a partir del año 1950 también se encuentran galaxias (como 3C236) y cuásares (como 3C48 y 3C273). Los cúmulos de galaxias fueron catalogados inicialmente por G.O. Abell.

Se denomina *Grupo Local* a un grupo de varias decenas de galaxias que incluye, como miembros dominantes, la Vía Láctea y Andrómeda (M31). Están ligadas gravitatoriamente entre sí y ocupan un volumen de unos 3 Mpc (unos 10 millones de años luz) de diámetro. Puesto de manifiesto por Hubble en 1936, se siguen descubriendo nuevos miembros del grupo, se determinan mejor sus distancias y su tipo morfológico, y se estudia su evolución. Incluimos una lista parcial.

Galaxias del Grupo Local

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	mag. <i>V</i>	tamaño (['] x ['])	tipo	dist. (kpc)
Andrómeda, M31	00 42,7	+41 16	3,4	185x75	SA(s)b	780
Vía Láctea	17 45,6	-28 56			SAB(s)bc	
Gran N. de Magallanes	05 23,6	-69 45	0,1	650x550	SB(s)m	48
Triángulo, M33	01 33,9	+30 39	5,7	67x42	SA(s)cd	810
M32, NGC 221	00 42,7	+40 52	8,1	11x7	E2	780
Peq. N. de Magallanes	00 52,7	-72 50	2,7	280x160	SB(s)m	61
Andrómeda VIII	00 42,3	+40 37	9,1	45x10	dSph	720

Galaxias del Grupo Local

nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	mag. V	tamaño (['] x ['])	tipo	dist. (kpc)
IC 1613	01 05,1	+02 08	9,2	20x19	IAB(s)m	780
M110, NGC 205	00 41,3	+41 41	8,5	20x13	E5	780
NGC 3109	10 03,1	-26 09	10,4	16x3	Ir+	1200
IC 10	00 20,4	+59 18	10,3	7x6	KBm?	1100
NGC 147	00 33,2	+48 31	9,5	15x9	dE5	640
NGC 185	00 39,0	+84 20	9,2	15x13	dE3	620
NGC 6822, de Barnard	19 44,9	-14 49	9,3	16x14	IB(s)m	480
Andrómeda VI	23 51,7	+24 36	11,2	4x4	dSph	750
DDO 221, WLM	00 02,0	-15 28	10,9	12x4	IB(s)	910
Sextante A, UGCA 205	10 11,1	-04 43	11,9	6x5	Ir+	1400
Sextante B, UGC 5373	10 00,0	+05 20	11,8	5x4	Ir+	1300
Enana de Fornax	02 39,9	-34 32	8,1	12x10	dSph/E2	130
Leo I, DDO 74	10 08,5	+12 18	9,8	10x7	dE3	240
Andrómeda I	00 45,7	+38 00	13,2	3x3	dSph/E3	780
E. de Pegaso, DDO 216	23 28,6	+14 45	13,2	5x3	Im	810
Leo A, DDO 69	09 59,4	+30 45	12,9	5x3	IBm	670
Andrómeda II	01 16,4	+33 27	13,5	4x3	dSph/E0	780
Andrómeda III	00 35,4	+36 31	13,5	5x3	dSph/E2	780
Enana de Acuario	20 46,8	-12 51	13,9	2x1	Im	910
Enana de Fénix	01 51,1	-44 27	13,1	5x4	Irr	430
Enana de Máquina N.	10 04,1	-27 20	14,8	2x2	dSph/E3	1200
E. irregular de Sagitario	19 30,1	-17 42	15,5	3x2	IB(s)m	1100
Enana de la Ballena	00 26,1	-11 02	14,4		dSph/E4	750
Enana del Dragón	17 20,1	+57 55	9,9	51x31	dSph/E0	75
Enana del Escultor	01 00,0	-33 42	10,5		dSph/E3	81
Enana de Piscis, LGS 3	01 03,8	+21 53	15,4	2	Irr	810
Andrómeda IX	00 52,9	+43 12	16,2	5	dSph	780
Andrómeda V	01 10,3	+47 38	15,9		dSph	780
Andrómeda X	01 06,6	+44 48	16,1	7	dSph	780
Enana de la Osa Menor	15 08,8	+67 12	10,9	41x26	dSph/E4	64
Enana del Tucán	22 41,7	-64 25	15,7	3x1	dSph/E5	860
Leo II	11 13,5	+22 10	12,6	12x11	dSph/E0	200
Enana del Sextante	10 13,2	-01 37	12,0		dSph/E3	86
En. De Carina (Quilla)	06 14,6	-50 58	20,9	24x16	dSph/E3	97

Galaxias con nombre propio

nombre	otros nombres	α_{2000}		δ_{2000}	
		(^h)	(^m)	([°])	(['])
Acuario, Enana de		20	46,9	-12	51
Ambartsumian, Nudo de	NGC 3561, Arp 105	11	11,2	28	42
Andrómeda	M31, NGC 224	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	NGC 4038/39, 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	NGC 7252, 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, Ar p153	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 (GR8)		12	58,7	14	13

Galaxias con nombre propio

nombre	otros nombres	α_{2000}		δ_{2000}	
		(^h ^m)	(^o ['])	(^o ['])	(^o ['])
Girasol	M63, NGC 5055	13 15,8	42 02		
Gran Nube Magallanes		05 23,6	-69 45		
Grulla, Cuarteto de la	NGC 7552/82/90/99	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	NGC 5216/18, 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	IC 708	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, NGC 4254	12 18,8	14 25		
Molinete	M101, NGC 5457, Arp 26	14 03,3	54 22		
Moneda de Plata	NGC 253, Escultor	00 47,6	-25 18		
Ojo Negro	M64, NGC 4826	12 56,7	21 41		
Ojos, Los	NGC 4435/8, Arp 120	12 27,7	13 03		
Osa Menor, Enana de La		15 08,8	67 12		

Galaxias con nombre propio

nombre	otros nombres	α_{2000}		δ_{2000}	
		(^h)	(^m)	([°])	(['])
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	NGC 4535	12	34,3	08	11
Perros de Caza (Remolino)	M51, NGC 5194, Arp 85	13	29,9	47	12
Perseo A	NGC 1275/6	03	19,8	41	31
Piscis, Enana de	LGS 3	00	03,8	21	54
Piscis, Nube de	NGC 379/80/82-85, 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	NGC 4676, IC 819/20, Arp 242	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
Retículo, 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	NGC 6027, 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} (^h ^m ^s)	δ_{2000} ([°] ['])	mag. B_T	tamaño (['] x ['])	tipo	dist. (Mpc)
55	00 15 08	-39 13,2	8,2	25x3	Sc	3,1
205, M110	00 40 23	41 41,3	8,5	20x13	E5	0,9
221, M32	00 42 41	40 51,9	8,1	11x7	E2	0,9
224, M31	00 42 45	41 16,5	3,4	185x75	SA(s)b	0,9
247	00 47 10	-20 45,6	9,5	18x5	ScIII-IV	3,1
253	00 47 36	-25 17,4	8,1	22x6	Sc	4,2
P.N.Magall.	00 52 45	-72 49,7	2,7	280x160	SB(s)m	0,06
300	00 54 53	-37 41,2	8,7	20x10	ScIII	2,4
598, M33	01 33 53	30 39,2	5,7	67x42	SA(s)cd	0,9
628, M74	01 36 42	15 47,2	9,8	8x8	ScI	17
1068, M77	02 42 41	-00 00,9	9,6	3x2	SbII	25
1291	03 17 19	-41 06,5	9,4	5x2	SBa	15
1313	03 18 16	-66 29,9	9,4	5x3	SBcIII-IV	5,2
1316	03 22 42	-37 12,5	9,6	4x3	Sa(p)	30
G.N.Magall.	05 23 35	-69 45,4	0,1	650x550	SB(s)m	0,05
2403	07 36 54	65 35,9	8,9	16x10	ScIII	3,6
2903	09 32 10	21 29,9	9,5	11x5	ScI-III	9,4
3031, M81	09 55 34	69 04,1	7,9	16x10	SbI-II	3,6
3034, M82	09 55 54	69 40,7	9,3	7x2	Amorfa	3,6
3521	11 05 49	-00 02,0	9,6	7x2	SbII-III	13
3627, M66	11 20 15	12 59,1	9,7	8x3	SbII	12
4258, M106	12 18 57	47 18,4	8,9	20x6	SbII	10
4449	12 28 12	44 05,8	9,8	5x3	SmIV	5
4472, M49	12 29 47	07 59,8	9,3	5x4	E1/S0	22
4486, M87	12 30 50	12 23,6	9,6	3x3	E0	22
4594, M104	12 40 00	-11 37,4	9,3	7x2	Sa/b	17
4631	12 42 05	32 32,4	9,8	12x1	Sc	12
4649, M60	12 43 40	11 33,1	9,8	4x3	S0	22
4736, M94	12 50 54	41 07,1	8,9	5x4	Sab	6,9
4826, M64	12 56 45	21 41,0	9,4	8x4	SabII	7
4945	13 05 26	-49 28,0	9,6	12x2	Sc	7
5055, M63	13 15 50	42 01,7	9,3	8x3	SbcII-III	11
5128, CenA	13 25 29	-43 01,0	7,9	10x3	S0(p)	6,9
5194, M51	13 29 53	47 11,9	8,6	12x6	SbcI-II	11
5236, M83	13 37 00	-29 52,0	8,5	10x8	SBcII	6,9
5457, M101	14 03 13	54 21,0	8,2	22x22	ScI	7,6
6744	19 09 46	-63 51,3	9,2	9x9	SBcII	13
6822	19 44 57	-14 47,7	9,3	16x14	IB(s)m	0,6
6946	20 34 51	60 09,4	9,7	13x9	ScII	6,7
7793	23 57 49	-32 35,4	9,6	6x4	SdIV	4,2

1 Mpc = 10^6 pc = $3,26 \cdot 10^6$ años luz = $3,0857 \cdot 10^{19}$ km = $3,0857 \cdot 10^{22}$ m

Cuásares y otros objetos lejanos

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 30,8 ^m	12° 23'	asociada a la galaxia M87, la más brillante del cúmulo de Virgo, fue la primera radiofuente extragaláctica identificada.
Cygnus A	19 ^h 59,5 ^m	40° 44'	es la más intensa, considerada como prototipo.
3C236	10 ^h 06,0 ^m	34° 54'	la más extensa, con casi 5 Mpc de longitud.
Cent A	13 ^h 25,4 ^m	-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, encontrándose entre los objetos más alejados observados. Los primeros fueron descubiertos como radiofuentes intensas. Se encuentran en el centro de galaxias masivas activas. Exploraciones en curso han permitido detectar más de 300 000 cuásares.

3C48	1 ^h 37,7 ^m	33°10'	históricamente ligado al descubrimiento de los cuásares.
3C273	12 ^h 29,1 ^m	2°03'	el más intenso en radio, históricamente ligado al descubrimiento de los cuásares.
0957+561	10 ^h 01,3 ^m	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 fusión de un par de galaxias.

Mrk 231	12 ^h 56,2 ^m	56°52'	una de las más luminosas en IR.
Arp 220	15 ^h 34,9 ^m	23°30'	prototipo de galaxia IR ultraluminosa.
NGC 6240	16 ^h 53,0 ^m	2°24'	prototipo de galaxia IR luminosa.

Cúmulos y supercúmulos de galaxias

Los *cúmulos de galaxias* son agrupaciones de centenares o miles de galaxias que, con un tamaño típico entre 2 y 10 megapársecs (1 Mpc = 3,26 millones de años luz), constituyen las mayores estructuras del universo ligadas gravitatoriamente. Además de las galaxias, observaciones con telescopios de rayos X han mostrado la presencia en ellos de grandes cantidades de gas intergaláctico, a temperaturas de decenas de millones de grados. Sin embargo la masa combinada de galaxias y gas caliente no es suficiente para mantener los cúmulos ligados, con galaxias moviéndose en ellos con velocidades de hasta 1000 km/s, por lo que se supone que la mayor parte de su masa total (típicamente entre 10^{13} y $10^{15} M_{\odot}$) está constituida por una materia oscura de naturaleza desconocida. Se conocen miles de cúmulos, entre los cuales destacan el de Virgo (el más cercano, descubierto como “cúmulo de nebulosas” por Messier en 1784), Norma (Abell 3627, que forma parte de la intensa anomalía gravitatoria denominada Gran Atractor) y Coma (Abell 1656, que forma parte del supercúmulo de Coma).

La última columna de la siguiente tabla indica el corrimiento hacia el rojo, z , definido como: $z = (\lambda_{observada} - \lambda_{emitida}) / \lambda_{emitida}$ siendo λ la longitud de onda.

Según este convenio, la velocidad de recesión viene dada por:

$$V_{opt} = 3 \cdot 10^5 z \text{ (en km s}^{-1}\text{)}$$

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:

$$V_{rad} = \frac{V_{opt}}{1 + z}$$

Cúmulos de galaxias

núm. Abell	nombre	α_{2000} (^h ^m)	δ_{2000} ([°] ['])	diámetro ([°])	z
262		01 52,8	+36 08	4	0,016
347		02 25,8	+41 52	14	0,018
426	Perseo	03 18,6	+41 30	14	0,018
	Eridano	03 28,0	-20 45	7	0,005
S 373	Fórnax (Horno Q.)	03 38,5	-35 27	0,1	0,005
548		05 47,0	-25 36		0,042
569		07 09,2	+48 37	1,3	0,020
779		09 19,8	+33 46	1,5	0,023
S 636	Antlia (Máq. Neumát.)	10 30,1	-35 19		0,009
1060	Hidra	10 36,9	-27 31		0,013
1228		11 21,5	+34 19	1,3	0,035
1367	Leo	11 44,5	+19 50	5	0,022
	Virgo	12 26,5	+12 43	10	0,004
3526	Centauro	12 48,9	-41 18	3	0,011
S 714		12 51,5	-26 27		0,011
1656	Coma (Cabellera de B.)	12 59,8	+27 58	5	0,023
3574		13 49,2	-30 17	1	0,016
2147		16 02,3	+15 53	2	0,035
2151	Hércules	16 05,2	+17 44	6	0,037
2152		16 05,4	+16 26	1	0,041
2162		16 12,5	+29 32	6	0,032
3627	Norma (la Regla)	16 15,5	-60 54	0,3	0,016
3656		20 00,5	-38 31		0,019
S 851		20 09,9	-48 23		0,010
2634		23 38,3	+27 01	6	0,031
2666		23 50,9	+27 08	0,8	0,027

Los cúmulos y grupos de galaxias (como el Grupo Local) se agrupan a su vez en *supercúmulos de galaxias* que, con tamaños de hasta 300 Mpc, constituyen las mayores estructuras conocidas en el universo. El Grupo Local se encuentra en el borde del supercúmulo de Virgo. Como comparación, la región del universo observable es una esfera con un radio de unos 14 000 Mpc.

Supercúmulos de galaxias próximos

nombre	α_{2000} (^h)	δ_{2000} (^o)	tamaño (Mpc)	z	comentarios
Laniakea	10,5	-46	135		Contiene los tres siguientes.
Virgo			33		Contiene el Grupo Local y el cúmulo de Virgo.
Hidra-Centauro	13,0	-32	45	0,014	El más cercano, contiene los cúmulos de Hidra (Abell 1060), Regla (3627) y Centauro (3526).
Pavo-Indio	20,6	-37	30	0,017	Pobre, contiene Abell 3656.
Perseo-Peces	02,5	+40	30	0,016	Contiene el cúmulo de Perseo (Abell 426).
Coma (Cab. de B.)	12,4	+24	30	0,021	Pequeño, contiene el cúmulo de Coma (Abell 1656) cuyo análisis reveló la existencia de la materia oscura y el del León (Abell 1367).
Fénix	00,9	-48	45	0,027	Pobre, en ocasiones se le llama también Escultor.
Ofiuco	17,2	-22	20	0,029	Situado al otro lado de la Vía Láctea.
Hércules (Norte)	16,4	+37	30	0,030	Dominado por el cúmulo Abell 2199, en ocasiones se le considera junto con Hércules (Sur).
Leo	11,1	+23	45	0,032	Pobre, contiene Abell 1228.
Hércules (Sur)	15,8	+16	45	0,037	Dominado por el rico cúmulo de Hércules (Abell 2151).
Shapley	13,4	-30	60	0,048	Es uno de los más densos, contiene más de 20 cúmulos, entre ellos el muy rico Abell 3558

Tabla comparativa de distancias extragalácticas

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:

$$\text{distancia (en Mpc)} = V/H_0$$

donde H_0 es la *constante de Hubble*, que tiene un valor cercano a $68 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ cuando la distancia se expresa en megapársecs y la velocidad V en km s^{-1} .

Para valores de z mayores la estimación de la distancia se hace más dependiente de la densidad media del Universo, parámetro mal determinado. Para asignar distancias a los objetos en la tabla anterior se ha supuesto un universo plano ($\Omega_k = 0$) con un cociente entre la densidad de materia y la densidad crítica de $\Omega_m = 0,31$ (resultados de 2015 de la misión espacial Planck). La *distancia de diámetro angular* D_A se utiliza para convertir en tamaños lineales los tamaños angulares medidos en imágenes telescópicas. La *distancia luminosa* D_L a utilizar para convertir el brillo observado en luminosidad intrínseca viene dada por:

$$D_L = D_A (1 + z)^2$$

La distancia medida con una unidad que se expande con el universo se denomina *comóvil* y se representa mediante D_C o χ . En un universo plano se relaciona con las distancias anteriores según:

$$D_C = D_A (1 + z) = D_L / (1 + z)$$

Tabla comparativa de distancias
a algunas galaxias, cuásares y cúmulos seleccionados

nombre (comentario)	distancia (Mpc)			z
	angular	comóvil	luminosa	
Gran Nube de Magallanes (<i>g. irregular, satélite de la Vía Láctea</i>)	0,048	=	=	
Galaxia de Andrómeda (<i>g. espiral más próxima a la Vía Láctea</i>)	0,78	=	=	
Borde del Grupo Local	~1,5	=	=	
Centauro A (<i>NGC 5128, radiogalaxia muy cercana</i>)	~ 4	=	=	
Galaxia de los Perros de Caza, M51 (<i>g. espiral, interacciona con NGC 5195</i>)	~ 7	=	=	
Cúmulo de Virgo (la Virgen) (<i>cúmulo de galaxias más cercano</i>)	16,5	=	=	0,004
Cúmulo de Norma (la Regla)	68	69	70	0,016
Cúmulo de Coma (la Cabellera de B.)	99	102	104	0,023
3C48 (<i>cuásar muy intenso en radio</i>)	1080	1480	2020	0,367
J0313-1806 (<i>el cuásar más lejano conocido</i>)	1045	9030	78000	7,64
HD1 (<i>la galaxia más lejana conocida</i>)	719	10262	146437	13,27

$$1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pársec} = 3,0857 \cdot 10^{22} \text{ m}$$

Los objetos más lejanos

En julio de 2022 el programa de observación ERO (Early Release Observations) utilizando la Cámara de Infrarrojo Cercano del Telescopio Espacial James Webb (JWST) descubrió la galaxia F200DB-045, con un corrimiento al rojo estimado de aproximadamente $z \sim 20$. Podría convertirse en el objeto más lejano descubierto, su distancia comóvil sería de unos 11000 Mpc y su edad cósmica de unos 168 millones de años después del Big Bang. Desde 2022 diferentes grupos de investigación han obtenido un buen número de candidatos con corrimientos al rojo estimados de aproximadamente $z \sim 16$, que corresponden con una distancia comóvil de unos 10700 Mpc y una edad cósmica de unos 230 millones de años después del Big Bang. Entre estos se encuentran F200DB-175, S5-z17-1, F150DB-041, SMACS-z16a, F200DB-015, F200DB-181 y F200DB-159.

Mientras se espera la confirmación de los anteriores descubrimientos, el objeto más lejano descubierto hasta el momento es la galaxia MoM-z14, descubierta por un equipo internacional a partir de datos del campo de observación COSMOS del JWST, y que presenta un corrimiento al rojo de $z = 14,44$. Esto se correspondería con una distancia comóvil de 10410 Mpc y una edad cósmica de 280 millones de años después del Big Bang. A esta le sigue JADES-GS-z14-0, cuyo corrimiento al rojo determinado espectroscópicamente ha dado como resultado $z = 14,18$, distancia comóvil de 10375 Mpc y edad cósmica de 290 millones de años después del Big Bang. El estudio fue publicado por un equipo internacional en 2024, utilizando datos del campo de observación más profundo del JWST, el JADES Origins Field.

También en el mismo campo de JADES encontramos JADES-GS-z14-1, JADES-GS-13-0 y JADES-GS-z12-0, con corrimientos al rojo de $z = 13,90$ (distancia comóvil 10336 Mpc y edad cósmica 303 millones de años), $z = 13,20$ (distancia comóvil 10235 Mpc y edad cósmica 325 millones de años) y $z = 12,63$ (distancia comóvil 10147 Mpc y edad cósmica 346 millones de años), respectivamente. Por otra parte, utilizando las observaciones UNCOVER, con datos del JWST y del telescopio espacial Hubble, se ha descubierto UNCOVER-z13, con $z = 13,079$, con una distancia comóvil correspondiente de 10217 Mpc y edad cósmica 330 millones de años.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los objetos astronómicos más lejanos descubiertos, indicando si la detección ha sido o no confirmada.

Nombre	Corrimiento al rojo (z)	Tipo	Estado
F200DB-045	20,4	Galaxia	Sin confirmar
F200DB-175	16,2	Galaxia	Sin confirmar
S5-z17-1	16,009	Galaxia	Sin confirmar
F150DB-041	16,0	Galaxia	Sin confirmar
SMACS-z16a	15,92	Galaxia	Sin confirmar
F200DB-015	15,8	Galaxia	Sin confirmar
F200DB-181	15,8	Galaxia	Sin confirmar
F200DB-159	15,8	Galaxia	Sin confirmar
F200DB-086	15,4	Galaxia	Sin confirmar
SMACS-z16b	15,32	Galaxia	Sin confirmar
F150DB-048	15,0	Galaxia	Sin confirmar
F150DB-007	14,6	Galaxia	Sin confirmar
MoM-z14	14,44	Galaxia	Confirmada
JADES-GS-z14-0	14,18	Galaxia	Confirmada
JADES-GS-z14-1	13,90	Galaxia	Confirmada
JADES-GS-z13-0	13,20	Galaxia	Confirmada
UNCOVER-z13	13,079	Galaxia	Confirmada
JADES-GS-z12-0	12,63	Galaxia	Confirmada

7.11. Moléculas en el espacio

La siguiente tabla está actualizada a octubre de 2025, con las especies moleculares de la base de datos de Colonia para espectroscopía molecular (CDMS):

<https://cdms.astro.uni-koeln.de/classic/molecules>

y de:

<https://molecules-in.space>

En ella hay 341 moléculas, incluidas 5 detectadas tentativamente (se indica con un interrogante). De las numerosas variedades isotópicas detectadas solo se muestran los isotopólogos deuterados de las moléculas que solo contienen hidrógeno. Las moléculas entre corchetes son cíclicas.

Moléculas detectadas en el espacio

Moléculas con nitrógeno y oxígeno

NO	HNCO	H ₂ NCO ⁺	CH ₃ NHCHO
NO ⁺	HCNO	NH ₂ CHO	CH ₃ CONH ₂
HNO	HOCN	HOCH ₂ CN	C ₂ H ₅ NCO
N ₂ O	HCOCN	CH ₃ NCO	HOCH ₂ CONH ₂
NCO	NH ₂ OH	H ₂ NCONH ₂	HOCH ₂ CH ₂ NH ₂
HONO			

Moléculas con nitrógeno, hidrógeno y/o carbono

CN	HC ₃ N	HC ₅ N	E-CH ₃ CHCHCN
CN ⁻	H ₂ NCN	HC ₅ N ⁺	Z-CH ₃ CHCHCN
NH	H ₂ CNH	CH ₃ NH ₂	CH ₃ C(CN)CH ₂
N ₂	NH ₄ ⁺	HCCCHNH	CH ₂ CHCH ₂ CN
HCN	HNCNH	HC ₄ NC	H ₂ CCCHC ₃ N
HNC	HCCNCH ⁺	Z-(CH) ₂ (CN) ₂	HC ₉ N
N ₂ H ⁺	H ₂ CNCN	H ₂ NCH ₂ CN	CH ₃ C ₇ N ?
NH ₂	H ₂ C ₃ N	CH ₃ CHNH	[1-C ₅ H ₅ CN]
C ₂ N	CH ₃ CN	HCCCH ₂ CN	[2-C ₅ H ₅ CN]
C ₃ N	CH ₃ NC	HC ₅ NH ⁺	n-C ₃ H ₇ CN
NH ₃	HC ₃ NH ⁺	C ₂ H ₃ NH ₂	i-C ₃ H ₇ CN
HCCN	C ₅ N	CH ₂ CCHCN	HC ₁₁ N
HCNH ⁺	HC ₄ N	HC ₇ N	[C ₆ H ₅ CN]
H ₂ CN	H ₂ CCNH	CH ₃ C ₃ N	2-C ₉ H ₇ CN
C ₃ N ⁻	C ₅ N ⁻	C ₇ N ⁻	1-C ₁₀ H ₇ CN
CNCN	HNCHCN	HC ₇ N ⁺	2-C ₁₀ H ₇ CN
HNCN	CH ₂ C ₃ N	CH ₃ CH ₂ CN	1-C ₁₂ H ₇ CN
H ₂ NC	CH ₂ (CN) ₂	HCCCHCHCN	5-C ₁₂ H ₇ CN
NCCNH ⁺	NC ₄ NH ⁺	H ₂ CCHC ₃ N	1-C ₁₆ H ₉ CN
HC ₃ N ⁺	CH ₂ CHCN	CH ₃ C ₅ N	2-C ₁₆ H ₉ CN
HNC ₃	HNC ₅	C ₂ H ₅ NH ₂ ?	4-C ₁₆ H ₉ CN
HCCNC	HCCCHCN	HC ₇ NH ⁺	C ₂₄ H ₁₁ CN
H ₂ CCN			

Moléculas con hidrógeno

H ₂	HD	H ₃ ⁺	H ₂ D ⁺
----------------	----	-----------------------------	-------------------------------

Fulerenos

C ₆₀	C ₇₀	C ₆₀ ⁺	
-----------------	-----------------	------------------------------	--

Moléculas con azufre, silicio o fósforo

CP	[SiC ₂]	HNSO	HC ₃ S
SiC	C ₂ S	HNCS	HCOSH
NS	HCS ⁺	H ₂ CS	SiH ₃ CN
NS ⁺	HCS	HSCN	C ₅ S
PN	H ₂ S	[SiC ₃]	H ₂ C ₃ S
SO ⁺	OCS	SiC ₃	CH ₃ SH
SO	HSO	PH ₃	HCCCHS
SiN	Si ₂ C	HCCS	HC ₄ S
SiO	SiCN	HCCS ⁺	NCCHCS
SiS	SiNC	C ₃ S	[H ₂ C ₃ S]
CS	HCP	C ₄ Si	SiC ₅
SiH ?	CCP	SiH ₄	SiC ₆
PO	NCS	HCSCN	CH ₃ CHS
PO ⁺	HSC	HC ₃ S ⁺	CH ₃ SiH ₃
SH ⁺	HS ₂	H ₂ C ₂ S	CH ₂ CHCHS
SH	HCNS	C ₄ S	CH ₃ CH ₂ SH
SiP?	HOCS ⁺	NC ₃ S	(CH ₃) ₂ S
SO ₂			

Moléculas con oxígeno, hidrógeno y/o carbono

CO	H ₂ CO	CH ₃ CO ⁺	HC ₇ O
CO ⁺	H ₃ O ⁺	C ₅ O	HOCHCHCHO
OH	HOOH	CH ₃ CHO	(CH ₃) ₂ CO
OH ⁺	HCCO	[C ₂ H ₄ O]	(CH ₂ OH) ₂
O ₂	HCCCO	H ₂ CCHOH	CH ₃ CH ₂ CHO
C ₂ O	HCOOH	HC ₅ O	CH ₃ CHCH ₂ O
HCO	H ₂ C ₂ O	CH ₃ CHCO	CH ₃ OCH ₂ OH
HCO ⁺	H ₂ COH ⁺	CH ₃ COOH	C ₂ H ₅ OCHO
HOC ⁺	CH ₃ O	CH ₂ OHCHO	CH ₃ OCOCH ₃
H ₂ O	HC ₃ O ⁺	CH ₂ CHCHO	CH ₃ COCH ₂ OH
H ₂ O ⁺	HOCO ⁺	(CHOH) ₂	C ₂ H ₅ OCH ₃
CO ₂	CH ₃ OH	HCOOCH ₃	n-C ₃ H ₇ OH
HO ₂	HCCCHO	CH ₃ CH ₂ OH	i-C ₃ H ₇ OH
C ₃ O	[H ₂ C ₃ O]	(CH ₃) ₂ O	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH
HOCO ⁺			

Moléculas con solo hidrógeno y carbono

C_2	C_4H	C_6H	$C_{10}H^-$
CH	C_4H^-	C_6H^-	CH_3CH_2CCH
CH^+	C_3H_2	CH_2CHCCH	$[C_6H_4]$
C_3	$[C_3H_2]$	$[C_3HCCH]$	CH_3C_6H
C_2H	C_5H	$HCCCHCCC$	$[C_5H_6]$
CH_2	C_5H^+	C_7H	H_2CCCHC_4H
$[C_3H]$	CH_2CCH	C_6H_2	$(CH_3)_2CCH_2$
C_3H^+	H_2C_4	HC_6H	$[C_6H_6]$
C_3H	C_2H_4	$HCCCH_2CCH$	$[C_5H_4CCH_2]$
C_2H_2	HC_4H	CH_3C_4H	$[1-C_5H_5CCH]$
CH_3	$H_2C_3H^+$	C_8H	$[2-C_5H_5CCH]$
CH_3^+	$[C_3C_2H]$	C_8H^-	C_6H_5CCH
C_5	H_2C_5	$H_2CCCHCCH$	$[C_9H_8]$
CH_4	CH_3C_2H	CH_2CHCH_3	$C_{13}H_{10}$
$C_2H_3^+$			

Moléculas "metálicas"

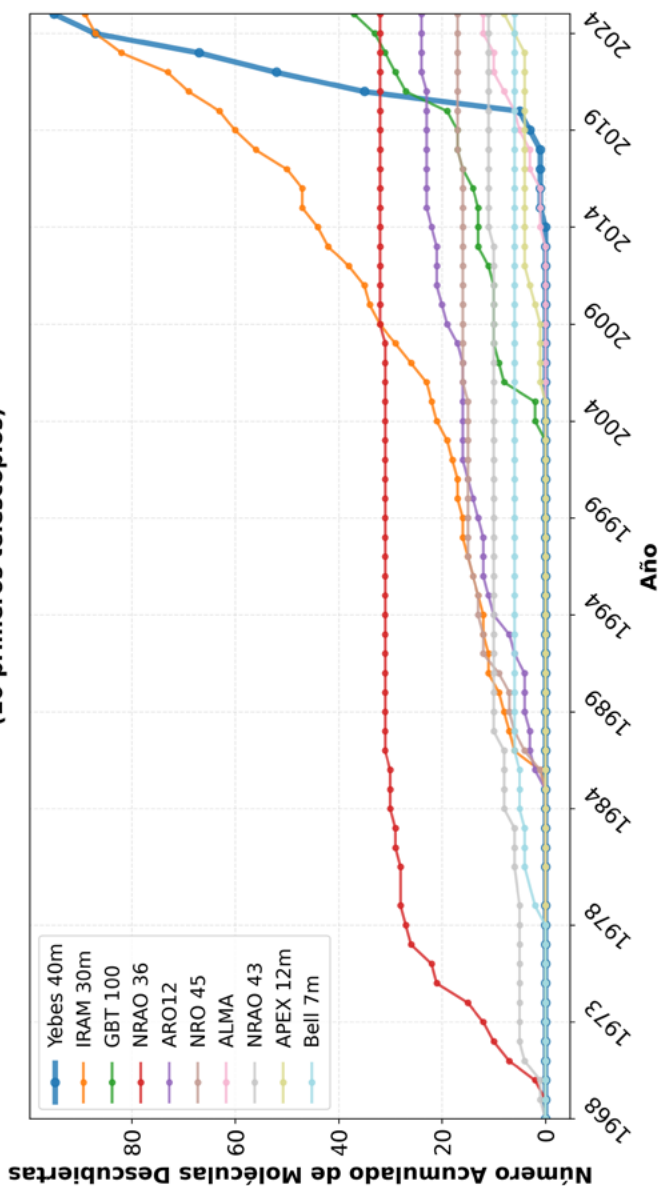
AlF	CF^+	AlOH	MgC_3N^+
AlCl	AlO	TiO_2	MgC_3N
HCl	MgS	FeCN	$HMgC_3N$
KCl	NaS	H_2Cl^+	MgC_4H^+
NaCl	CaC_2	KCN	MgC_4H
HF	CaNC	NaCN	MgC_5N^+
$FeO ?$	MgC_2	HMgNC	MgC_5N
TiO	MgCN	MgC_2H	MgC_6H^+
HCl^+	MgNC	CH_3Cl	MgC_6H
FeC	AlNC	NaCCCN	

Otras moléculas

HeH^+	ArH^+
---------	---------

La siguiente figura representa el número acumulado de las moléculas detectadas en cada observatorio (indicado en diferentes colores), desde las primeras identificaciones de moléculas en el espacio en 1968. Los radiotelescopios que lideran actualmente la detección de nuevas moléculas son los de Yebes 40m (Guadalajara) e IRAM 30m (Sierra Nevada, Granada). Esta figura es una adaptación de la presentada en el artículo de B.A. McGuire (2022, ApJS, 259, 30).

Evolución del Descubrimiento de Moléculas por Radiotelescopio (10 primeros telescopios)



McGuire, B.A. 2022, ApJS, 259, 30
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022ApJS...259...30M/abstract>)

En la siguiente tabla se muestran las moléculas que han sido detectadas por primera vez utilizando el radiotelescopio de 40 metros de Yebes (Guadalajara).

Moléculas detectadas en el Observatorio de Yebes (Guadalajara)

Moléculas con solo hidrógeno y carbono

C_5H^+	HCCCHCCC	$[C_6H_4]$	$[1-C_5H_5CCH]$
CH_2CCH	CH_2CHCCH	$[C_5H_6]$	$[2-C_5H_5CCH]$
$H_2C_3H^+$	$H_2CCCHCCH$	H_2CCCHC_4H	C_6H_5CCH
$[C_3C_2H]$	HCCCH ₂ CCH	$(CH_3)_2CCH_2$	$[C_9H_8]$
$[C_3HCCH]$	CH_3CH_2CCH	$[C_5H_4CCH_2]$	$C_{13}H_{10}$
H_2C_5			

Moléculas con oxígeno, hidrógeno y/o carbono

HC_3O^+	CH_3CO^+	HOCOOH	$(CHOH)_2$
HCCCO	C_5O	CH_3CHCO	$n-C_3H_7OH$

Moléculas con nitrógeno, hidrógeno y/o carbono

HNCN	HC_4NC	$Z-(CH)_2(CN)_2$	$C_2H_5NH_2 ?$
HC_3N^+	CH_2C_3N	C_7N^-	HC_7NH^+
$NCCNH^+$	NC_4NH^+	HCCCH ₂ CN	CH_2CHCH_2CN
H_2C_3N	$CH_2(CN)_2$	HC_5NH^+	$CH_3C(CN)CH_2$
HCCNCH ⁺	HC_5N^+	HC_7N^+	$1-C_{12}H_7CN$
H_2CNCN	HCCCHCN	E- $CH_3CHCHCN$	$5-C_{12}H_7CN$
HNC_5	$C_2H_3NH_2$	Z- $CH_3CHCHCN$	

Moléculas con azufre, silicio o fósforo

PO^+	$HOCS^+$	HCSCN	NCCHCS
NCS	HNSO	NC_3S	SiC_5
HSO	HC_3S^+	HC_3S	SiC_6
HCCS	H_2C_2S	H_2C_3S	CH_3CHS
HCCS ⁺	C_4S	HCCCHS	CH_2CHCHS
HCNS	HCOSH	HC_4S	$(CH_3)_2S$
SiC_3			

Moléculas con nitrógeno y oxígeno

C_2H_5NCO	$HOCH_2CONH_2$	$HOCH_2CH_2NH_2$
-------------	----------------	------------------

Moléculas "metálicas"

MgS	NaCCCN	MgC_4H	MgC_5N^+
NaS	MgC_3N	MgC_4H^+	MgC_6H^+
MgC_2	MgC_3N^+	MgC_5N	MgC_6H
CaC_2	$HMgC_3N$		



Observatorio Astronómico de Yebes (Guadalajara)



CAPÍTULO 8

Artículos de divulgación





**Eclipse total de Sol del 2 de julio de 2019. Tres Cruces (Chile). Miloslav Druckmüller,
Peter Aniol.**

Eclipses de Sol

La tríada de eclipses solares españoles 2026-2027-2028

Rafael Bachiller

**Astrónomo, director del Observatorio Astronómico Nacional (IGN)
y presidente de la Comisión Nacional de los Eclipses 2026-27-28
(Comisión Nacional de Astronomía).**

Resumen

Los eclipses solares de 2026 (total), 2027 (total) y 2028 (anular) que serán visibles desde España son acontecimientos extraordinarios que brindan una magnífica oportunidad para la divulgación científica. Este artículo ofrece información básica sobre la física de los eclipses solares en general, sus tipos y sus ciclos, así como sobre su impacto en las artes, las mitologías y, por supuesto, en la investigación. También se dan detalles sobre las efemérides de esta tríada de eclipses (ya llamados “españoles”), zonas y consejos para una observación óptima, y se mencionan brevemente los retos que suponen desde la perspectiva del turismo, los transportes y la protección civil.

Abstract

The solar eclipses of 2026 (total), 2027 (total) and 2028 (annular) that will be visible from Spain are extraordinary events that offer a splendid opportunity for scientific outreach. This article provides basic information on the physics of solar eclipses in general, their types and cycles, as well as their impact on the arts, mythologies and, of course, research. It also gives details on the ephemeris of this triad of eclipses (already called “Spanish”), areas and tips for optimal observation, and briefly mentions the challenges they pose from the perspective of tourism, transport, and civil protection.

Introducción

Los eclipses, muy particularmente los totales de Sol, han fascinado al ser humano desde la Antigüedad. Desde entonces y hasta tiempos no tan antiguos, han recibido explicaciones disparatadas y han sido fuente de malos augurios, de miedo, e incluso de pavor. Sin embargo, también han sido motivo de inspiración para todo tipo de artistas y, a partir del siglo XIX, una fuente de conocimiento físico y químico de las capas más externas de la atmósfera solar. No es de extrañar que hayan dejado su impronta en la historia, en el arte, en diferentes mitologías y, por supuesto, en el desarrollo científico.

En efecto, la observación de los eclipses no sólo aportó un valiosísimo conocimiento sobre el Sol, sino que permitió, con ocasión de los eclipses de 1919 y 1922, realizar la primera validación observacional de la teoría de la Relatividad General que Albert Einstein (1879-1955) había publicado tan sólo cuatro años antes (figura 1).



Figura 1.- Eclipse total de Sol del año 1919. Placa de vidrio de Eddington y Crommelin, procesada con técnicas modernas. Midiendo las posiciones de unas estrellas durante el eclipse, y comparándolas con sus posiciones durante la noche, cuando el Sol no está en el campo de visión, fue posible medir la curvatura de los rayos de la luz estelar al pasar cerca del Sol y corroborar así la teoría de la relatividad general de Einstein | ESO/Landessternwarte Heidelberg- Königstuhl/F. W. Dyson, A. S. Eddington, & C. Davidson.

En la actualidad el estudio del Sol se realiza de manera continua desde una serie de observatorios dedicados a ello en todo el mundo y desde varios telescopios espaciales, siendo examinado en todas las longitudes de onda del espectro electromagnético y con técnicas (mediante la utilización de coronógrafos) que hacen innecesaria la espera a que se produzca un eclipse total.

Sin embargo, dadas las posibilidades que tenemos hoy todos los ciudadanos de observarlos, ya sea en directo -aunque a veces haya que viajar a lugares lejanos-, o retransmitido de alguna forma (televisión o internet), el atractivo popular que tienen los eclipses es, posiblemente, hoy mayor que nunca. Por supuesto, la magia y la superstición que circulaba en torno a los eclipses se ha perdido, pero no así la fascinación que nos producen, que es mayor, si cabe, cuando comprendemos detalles de la dinámica del sistema Sol-Tierra-Luna y la maravillosa coincidencia de los tamaños aparentes del Sol y de la Luna vistos desde nuestro planeta.

España fue testigo de una excepcional secuencia de eclipses en los siglos XIX y XX, concretamente en 1860, 1870, 1900, 1905 y 1912, cuando se desplazaron a nuestro país numerosos astrónomos europeos y norteamericanos para su observación. En estos estudios tuvo una participación muy activa el Real Observatorio Astronómico de Madrid, cuyos astrónomos colaboraron de manera muy activa con otros distinguidos científicos extranjeros. Hasta ahora, algunos nos referíamos como “eclipses españoles” a la tríada que tuvo lugar en 1900, 1905 y 1912. Esta denominación informal bien merece ser revisada ante la tríada de eclipses que se nos avecina en 2026, 2027 y 2028.

1. Augurios, mitos y arte

El ser humano ha seguido los movimientos aparentes del Sol y la Luna sobre la bóveda celeste desde que se tienen registros astronómicos. Denominamos eclipse (del griego *ἐκλειψις* “desaparición”) de Sol al fenómeno por el cual su luz es total o parcialmente ocultada al interponerse otro astro entre el Sol y el observador. Naturalmente, en los eclipses vistos desde la Tierra, el astro que oculta al Sol es la Luna. Recíprocamente, un eclipse de Luna se produce cuando ella queda sumida en la sombra de la Tierra, al interponerse esta entre el astro rey y nuestro satélite.

El disco solar ocupa un ángulo de medio grado, esto equivale a la anchura del pulgar cuando se extiende el brazo. Es decir, un eclipse sucede en un área muy restringida del cielo y, sin embargo, la oscuridad que se crea en el entorno resulta sumamente sobrecogedora.

"*These late eclipses in the sun and moon portend no good for us*" ("Estos eclipses tardíos de sol y luna no nos auguran nada bueno") hace Shakespeare exclamar a Gloucester anticipando la gran tragedia que se cierne sobre el Rey Lear. Y es que los eclipses como portadores de malos augurios son una constante en la historia. Se cree que Amenhotep IV, temiendo los presagios de una serie de eclipses solares que sucedieron en el siglo XIV a.C., cambió la capital de Egipto de Tebas a Amarna, instauró una religión monoteísta con el solar Atón como única deidad, y cambió su nombre a Akenatón.

En China, hasta épocas recientes, los eclipses solares eran interpretados como un evento en el que un dragón devoraba al astro rey. Tradicionales son tamboradas y caceroladas que los ciudadanos chinos organizaban para espantar al dragón, un método que parecía funcionar muy bien: tras unos instantes de gran algarabía, el dragón debía esfumarse, pues el Sol recobraba su aspecto habitual.

En los siglos XIII y XIV, Dante Alighieri emplea los eclipses solares como momentos de oscuridad espiritual, por ejemplo, cuando compara la creación del papado de Aviñón con un eclipse en Roma, y a lo largo de la Divina Comedia se utilizan estos fenómenos como ejemplos de las maravillas del universo y de cualidades espirituales.



Figura 2.- Lámina del Libro de los Milagros de Augsburgo, 1550.

En manuscritos iluminados se encuentran representaciones de los eclipses asociados junto a fenómenos dramáticos. Uno de los ejemplos más reproducidos es el del Libro de los Milagros de Augsburgo (1550) en el que se ilustra el eclipse total de Sol visto en 1483 cerca de Mantua junto a una plaga de langostas. Y esto, como decimos, ya en pleno siglo XVI (figura 2).



Figura 3.- Cristo crucificado, José de Ribera, 1643 | Museo Diocesano de Arte Sacro. Vitoria-Gasteiz.

La oscuridad que, según tres de los evangelios, sobrevino durante la crucifixión de Cristo, ha sido asociada tradicionalmente con un eclipse total y esto ha dado lugar a innumerables representaciones artísticas, desde manuscritos iluminados medievales a obras magistrales como la Elevación de la Cruz de Rubens o el Cristo de José de Ribera (figura 3). En muchas de estas obras el Sol aparece directamente eclipsado, mientras que, en otras, el Sol y la Luna aparecen a un lado y otro de la cruz, en clara alusión a su aproximación en el cielo.

Del siglo XVI es el fresco de Pellegrino Tibaldi, que se encuentra en el techo de la biblioteca de El Escorial, donde se escenifica a Dionisio Areopagita observando el eclipse de la Crucifixión desde Heliópolis en Egipto, razón por la que no se ve la Cruz (figura 4). Este santo de Atenas, que vivió en el siglo I, ha sido representado reiteradamente mostrando un eclipse solar total como muestra del poder divino; la obra más difundida con este motivo es la que pintó Antoine Caron en 1571, pero hay otra mucho menos conocida, atribuida a Clemente Torres, que hemos descubierto en el Museo de Bellas Artes de Sevilla.



Figura 4.- Dionisio Aeropagita observa el eclipse de la Crucifixión desde Heliópolis, Pellegrino Tibaldi, siglo XVI | Frescos de la biblioteca del monasterio de El Escorial.

Los eclipses también aparecen en obras románticas como la famosa escena de Venecia pintada por Ippolito Caffi en 1842, una imagen muy poco realista, pues muestra una frontera muy acusada y artificiosa entre la sombra y la región iluminada. Más realista es la que Ivan Aivazovski retrató en 1876 de un eclipse solar total en Feodosia (figura 5). Ya en el siglo XX, Paul Klee y Roy Lichtenstein también han encontrado inspiración en los eclipses (figura 6).



Figura 5.- Ivan Aivazovski, Eclipse solar en Feodosia (1851) | Colección privada.

Naturalmente, la presencia de los eclipses en las artes no se restringe a la pintura. Por ejemplo, en la música, encontramos estos fenómenos desde el Sansón que canta a un eclipse en el oratorio de Haendel a las piezas denominadas “Eclipse” de Charles Mingus (en el álbum “Pre-Bird” de 1960) y la famosísima de Pink Floyd (en su álbum “The Dark Side of the Moon” de 1973). Compositores de finales del XX y principios del XXI, como Hans Zimmer, Augusta Read Thomas y Ola Gjeilo también han encontrado en los eclipses impulso e inspiración para su música.



Figura 6.- Eclipse de Sol. Roy Lichtensein, 1975 | Colección privada.

2. Sizigias

Los eclipses totales de Sol se producen gracias a una de esas maravillas de la naturaleza que tanto nos apasionan a los físicos: vistos desde nuestro planeta, la Luna y el Sol tienen un tamaño aparente muy parecido en el cielo. El Sol es aproximadamente 400 veces más grande que la Luna, pero está 400 veces más distante. Por eso ambos discos aparecen en el cielo con un tamaño angular aparente de medio grado aproximadamente.

Esta coincidencia es más feliz, si cabe, cuando consideramos que no va a durar siempre. Debido a las fuerzas de marea que existen entre la Tierra y la Luna, nuestro satélite se aleja unos 3,8 centímetros de nosotros cada año. El tamaño aparente del disco lunar va disminuyendo consecuentemente y, en unos 600 millones de años, los eclipses totales de Sol dejarán de existir, pues la Luna no podrá ocultar completamente a nuestra estrella.

Por supuesto no todos los eclipses son iguales, porque al ser las órbitas de la Luna en torno a la Tierra y la de la Tierra en torno al Sol ligeramente elípticas, tanto el tamaño del disco lunar como el del solar varían ligeramente. Entre su posición más cercana a la Tierra (el perigeo) y la más lejana (el apogeo) el tamaño del disco lunar cambia de un 14 %. Y entre la posición más cercana del Sol (el perihelio) y la más lejana (el afelio) el diámetro solar cambia de un 3,3 %. Gracias a estos cambios, los eclipses de Sol pueden ser totales (cuando el disco lunar resulta mayor que el solar) o anulares (cuando resulta menor).

Uno podría pensar que en cada órbita de la Luna debería haber un eclipse solar y otro lunar, según nuestro satélite vaya pasando por sus posiciones a un lado y otro de la Tierra. Pero, como se sabe, el plano en el que orbita la Tierra en torno al Sol y el plano en el que orbita la Luna en torno a la Tierra no coinciden exactamente, sino que forman un ángulo de $5,1^\circ$ entre sí. Y la orientación de la línea de intersección entre ambos planos, denominada 'línea de nodos', va cambiando a lo largo del año. Esto es causado por las numerosas perturbaciones (debidas al Sol, a los planetas mayores e incluso a las mareas) que sufre la órbita de la Luna.

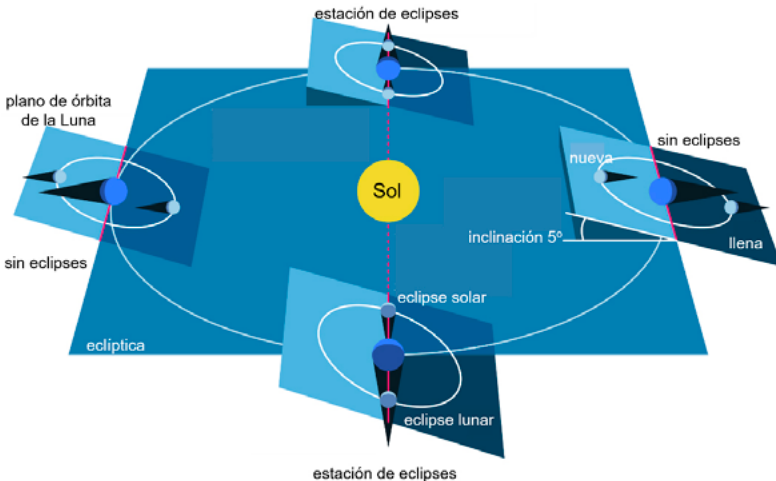


Figura 7.- Órbitas del Sol y la Luna y línea de nodos. | Dominio público.

Por tanto, los eclipses solo pueden producirse cuando la línea de nodos está bien alineada con la dirección al Sol, haciendo posible que Sol, Tierra y Luna se sitúen sobre una misma línea (figura 7). Los alineamientos astronómicos de tres o más cuerpos llevan una de esas denominaciones que resultan misteriosas, y que a este autor le encantan: sизigia, del griego συζυγία, "reunión".

3. Parciales, anulares y totales

Desde el punto de vista del observador, los eclipses de Sol se clasifican en: totales, parciales y anulares. Cuando nuestro observador ve a la Luna cubrir enteramente el disco del Sol, está presenciando un eclipse total. Sin embargo, otro observador situado centenares de kilómetros más al norte o más al sur verá la Luna cubrir solo una parte del Sol, para él el eclipse será parcial. De hecho, hay ocasiones en las que la Luna no llega a cubrir enteramente el Sol desde ningún punto de la Tierra, y para todos los observadores el eclipse es parcial.

Otro tipo común de eclipses es el anular: cuando el observador ve el disco lunar bien alineado con el solar, pero la Luna (al estar suficientemente cerca de la Tierra en ese momento) no llega a cubrir el disco del Sol, se observa un anillo brillante, un “anillo de fuego”, rodeando el disco lunar.

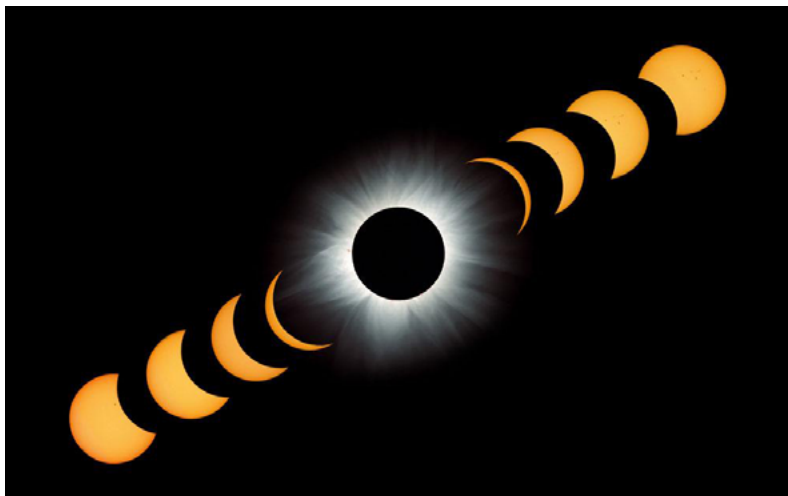


Figura 8.- Secuencia completa de un eclipse total de Sol | Fred Espenak.

Según Camille Flammarion (1842-1925), *“de todos los fenómenos astronómicos que existen, ninguno ha sorprendido y maravillado tanto a las personas como los eclipses totales de Sol”*. Ello no es solo debido a los instantes de oscuridad que se producen en pleno día, sino que el espectáculo que se desarrolla en el cielo es verdaderamente muy llamativo (figura 8): comienza con un “primer contacto” en el que el borde del disco lunar roza al solar. A partir de ahí, la Luna va ocultando progresivamente al Sol y cuando Selene ya se ha interpuesto casi completamente ante el disco solar tan solo queda un finísimo fino de luz en el borde de este disco que se denomina “anillo de diamantes”.

Según va desapareciendo el anillo de diamantes, aún se pueden observar unos destellos brillantes irregulares, como unas cuentas o canicas de luz. Son las llamadas “perlas de Baily” (figura 9), en recuerdo del astrónomo británico Francis Baily (1774- 1844), quien las describió por ver primera durante el eclipse del 15 de mayo de 1836. Las irregularidades del relieve lunar (cráteres, montañas y valles) hacen que la silueta del disco lunar no sea un círculo perfecto y que, en un momento preciso, la luz de la cromosfera solar atraviese tan solo por los “huecos” o valles que quedan entre las montañas lunares ocasionando esta cadena de perlas. En tiempos, la observación de este fenómeno dio mucha información sobre la topografía de la Luna. Y, recíprocamente, ahora que conocemos bien la orografía lunar podemos prever qué aspecto tendrán las perlas de Baily en cada eclipse solar.

Según el borde lunar continúa avanzando, las perlas se apagan rápidamente (duran unos segundos) y llega la totalidad. Después, según el limbo lunar sigue avanzando, el disco solar va descubriéndose, vuelven otras perlas de Baily, y el proceso descrito se repite a la inversa.

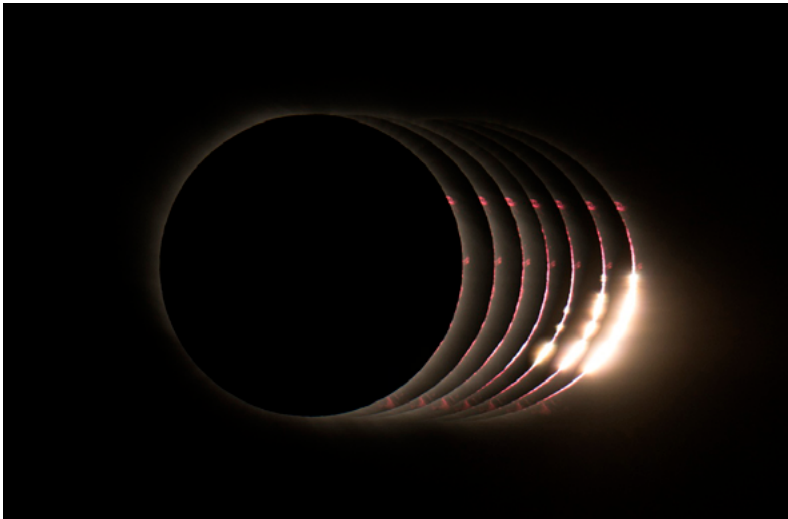


Figura 9.- Perlas de Baily observadas desde Vicuña (Chile) durante un eclipse de 2019 | Luis Rojas M./ CC BY-SA 4.0

Durante la ocultación completa podemos ver el disco oscuro de la Luna ante el Sol y, lo que es más importante, las capas más externas del Sol: detalles de la cromosfera, con su característico color rojo, y de la corona, con su brillo muy tenue e irregular. Si hay prominencias y llamaradas solares también podrán verse en este momento.

Hasta la llegada de los instrumentos provistos de coronógrafos (que simulan eclipses bloqueando con una pantalla la luz del disco solar) esta era la única ocasión para estudiar la corona. Por eso, hasta el siglo XVIII no pudo concluirse que la corona era parte del Sol y no de una hipotética atmósfera lunar. El plasma de la corona se encuentra a temperaturas que superan el millón de Kelvin y ello hace que su espectro sea muy peculiar. En el siglo XIX, unas líneas espectrales se creyeron debidas a un elemento desconocido hasta entonces, que se denominó “coronio”. Sin embargo, el astrónomo alemán Walter Grotrian (1890-1954) reconoció en 1940 que tales líneas eran debidas a estados de alta ionización del hierro.

4. Un reloj cósmico

Hemos visto cómo los eclipses solo pueden producirse cuando la línea de nodos de la órbita lunar está bien alineada con la dirección al Sol, una situación que sucede dos veces al año. Cada una de esas “veces” recibe el nombre de ‘estación de eclipses’ (figura 10). Vemos ahora por qué los eclipses suceden a pares: cuando la línea de nodos está alineada con el Sol y la Luna pasa suficientemente cerca del nodo de detrás de la Tierra tenemos un eclipse de Luna, y dos semanas después, cuando la Luna pasa entre el Sol y la Tierra, tendremos un eclipse de Sol. Realmente, si la geometría es favorable, en cada estación de eclipses, puede llegar a haber hasta cuatro eclipses y el número total de eclipses que suceden en un año oscila entre 4 y 7.

Algunos se dieron cuenta, desde tiempos remotos, que esta regularidad de los eclipses era mucho más compleja de lo que podría parecer a primera vista y encontraron series muy sutiles y complicadas de cuasi-periodicidad. Por ejemplo, para que suceda un eclipse total de Sol hacen falta tres condiciones: 1) que la Luna esté en el novilunio, lo que sucede cada 29,53 días por término medio (un mes sinódico), 2) que la Luna esté cerca del perigeo, una situación que se da cada 27,55 días (un mes anomalístico) y 3) que la línea de nodos esté alineada con el Sol, lo que sucede cada 27,21 días (un mes draconico o draconítico).

Si partimos de un eclipse de Sol concreto, estamos seguros de que se producirá otro similar cuando haya transcurrido un tiempo que sea un múltiplo, lo más preciso posible, de esos tres meses (sinódico, anomalístico y draconítico). El múltiplo más utilizado, el denominado “saros”, equivale a 18 años y 11 días, es decir:

1 saros ~ 223 meses sinódicos ~ 239 meses anomalísticos ~ 242 meses draconíticos.

El descubrimiento de este periodo se atribuye a los babilonios, pero fue el gran Edmond Halley quien, basándose en un texto bizantino titulado Suda, le asignó otra de esas denominaciones misteriosas: saros (del griego σάρος). En este texto se aludía a un periodo de 223 meses lunares conocido por los caldeos. Más tarde, ya en el siglo XVIII, Guillaume Le Gentil señaló lo que los caldeos entendían por saros no era un período de 223 meses, pero el uso del término ya se había extendido y se sigue utilizando hoy.

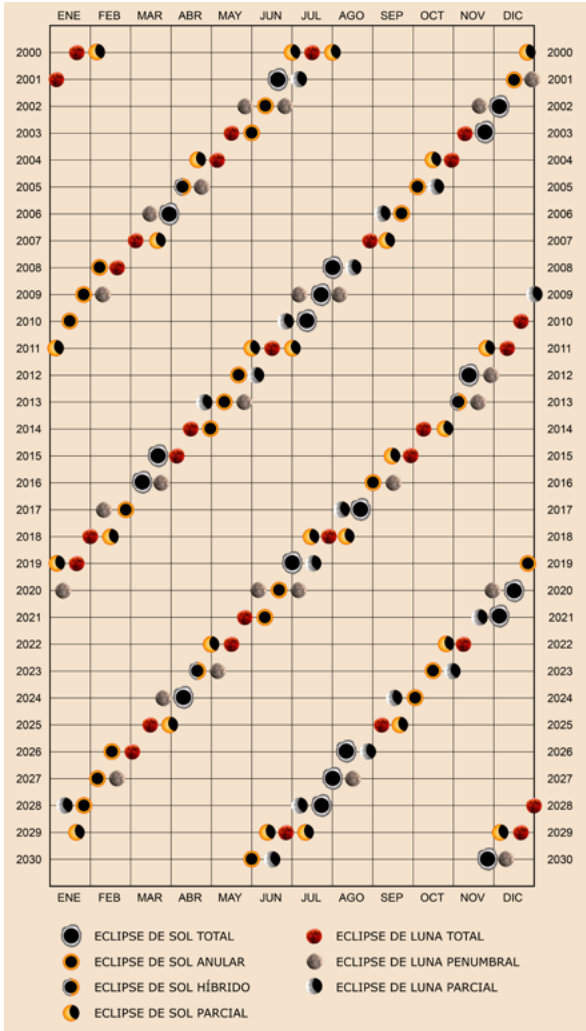


Figura 10.- Eclipses de Sol y de Luna entre 2000 y 2030. Cada agrupamiento de dos o tres eclipses se corresponde con una estación de eclipses | OAN.

Se definen así series de saros en las que los eclipses, separados por 18 años y 11 días, son muy similares (debido a la precesión que sufre la línea de nodos, no son completamente idénticos). Por convención, se eligió la serie que comenzó con el eclipse del 4 de junio de 2873 a. C. como la serie saros 1 de los eclipses de Sol. Actualmente están activas las series solares saros 117 a 156, y las series lunares saros 110 a 150.

Diferentes civilizaciones (en China, en India o la América precolombina) fueron capaces de predecir eclipses utilizando el ciclo saros u otros múltiplos comunes aproximados de los meses lunares. Los discos de papel de la maravillosa obra que Apiano dedicó a Carlos V en 1540, *Astronomicum Caesarum*, son auténticos calculadores analógicos que permitían predecir la ocurrencia de eclipses. La línea de nodos de la órbita lunar es representada aquí mediante un vistoso dragón que devora al Sol durante el eclipse, recordando así a la tradición china: de ahí viene el término “mes dracónico” o “draconítico” para designar el intervalo entre dos pasos sucesivos de la Luna a través del mismo nodo de su órbita.

5. Eclipses solares recientes

Aunque es común poder observar un eclipse parcial de Sol cada varios años desde el mismo lugar, no es lo mismo poder ser testigo de un eclipse total o anular. Si nos situamos en un punto cualquiera de la Tierra, las estadísticas dicen que, en promedio, tan solo podemos ver un eclipse total solar en tres o cuatro siglos.

Sin embargo, en España, estamos siendo afortunados en el número de eclipses que se nos brindan. La franja de totalidad del eclipse del 28 de mayo de 1900 cruzó la Península Ibérica y concentró en España a multitud de astrónomos internacionales (figura 11). Otro eclipse solar total que pudo observarse desde la Península, en 1912, fue uno muy peculiar cuya totalidad duró tan solo unos pocos segundos en zonas concretísimas, siendo anular en otras. Desde España, el total más reciente pudo verse en 1959, solo desde las islas Canarias. El último eclipse total verdaderamente interesante, desde el punto de vista del observador peninsular tuvo lugar el 30 de agosto de 1905; el máximo de este eclipse sucedió en España, único país europeo que cruzó (figura 12), y, por ello, atrajo a nuestro país a observadores solares de todo el mundo.



Figura 11.- Astrónomos del Real Observatorio Astronómico de Madrid junto con colegas irlandeses instalados en el alto de El Berrocalillo (Plasencia) para observar el eclipse del 28 de mayo de 1900. Francisco Íñiguez, director del Observatorio, es el cuarto por la izquierda de los sentados en primera fila | Archivo OAN.

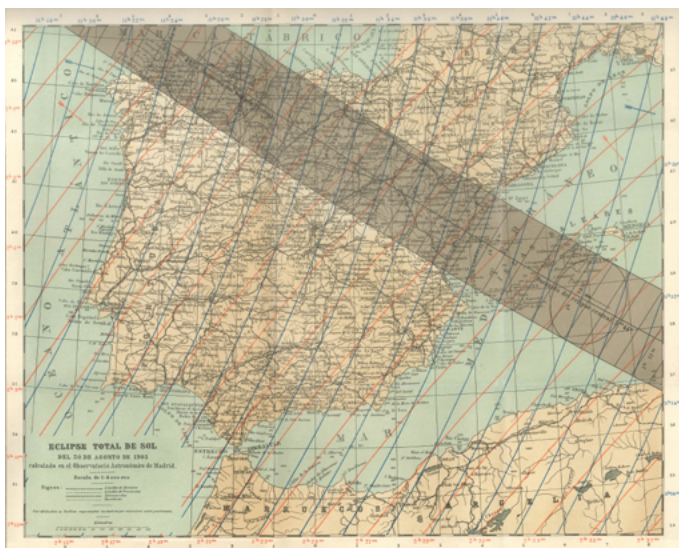


Figura 12.- Trayectoria del eclipse del 30 de agosto de 1905 según cálculos realizados en la época en el Real Observatorio Astronómico de Madrid | Archivo OAN.

Hasta ahora, a esta tríada de eclipses de 1900, 1905 y 1912, algunos solíamos llamarla los “eclipses españoles”, pues fueron fenómenos importantes para el desarrollo de la astronomía en nuestro país y, más concretamente, para el progreso del Real Observatorio Astronómico de Madrid que aprovechó la ocasión para comprar potentes telescopios y para organizar diferentes campañas de observación, en colaboración con astrónomos extranjeros, en varios puntos de la geografía nacional.

Como veremos a continuación, esta denominación de “eclipses españoles” va a tener que revisarse a la vista de la nueva tríada que se avecina y que será más espectacular, si cabe, pues entre los años 2026 y 2028 habrá dos eclipses totales y uno anular que se podrán ver desde algún punto de nuestra geografía (figura 13).



Figura 13.- Esquema de las trayectorias de la tríada de eclipses 2026, 2027 y 2028 | OAN.

6. Tres eclipses que asombrarán a España

6.1. El eclipse total del 12 de agosto de 2026

Este eclipse del 12 de agosto de 2026 será visible como parcial en el norte de Norteamérica, gran parte de Europa y el oeste de África. Comenzará a las 17:34 horas (hora oficial en la Península e Illes Balears) en el mar de Bering y terminará a las 21:58 en el Océano Atlántico. La duración total del fenómeno será de 264 minutos (algo menos de 4 horas y media) (figura 14).

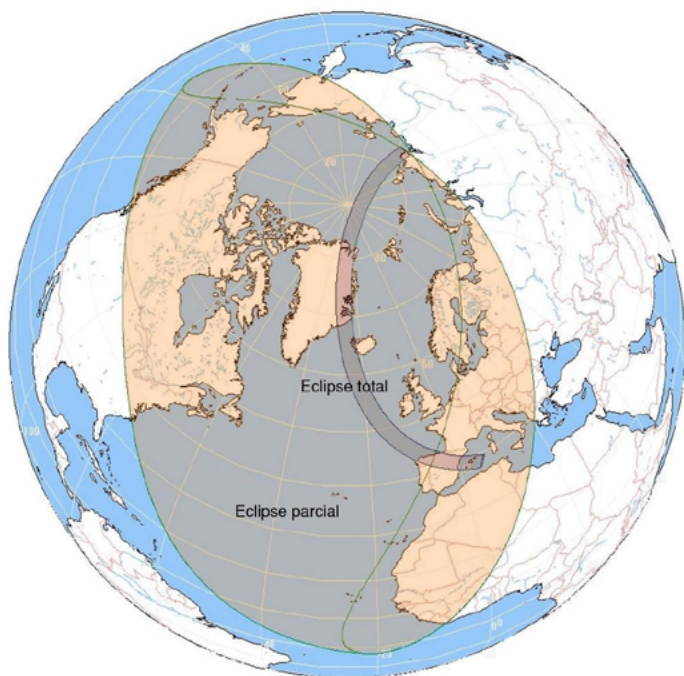


Figura 14.- Trayectoria global del eclipse del 12 de agosto de 2026 | OAN.

La franja de totalidad atravesará el océano Ártico, el noreste de Groenlandia y el extremo oeste de Islandia, cruzará el océano Atlántico y se adentrará en la península Ibérica cruzándola de oeste a este.

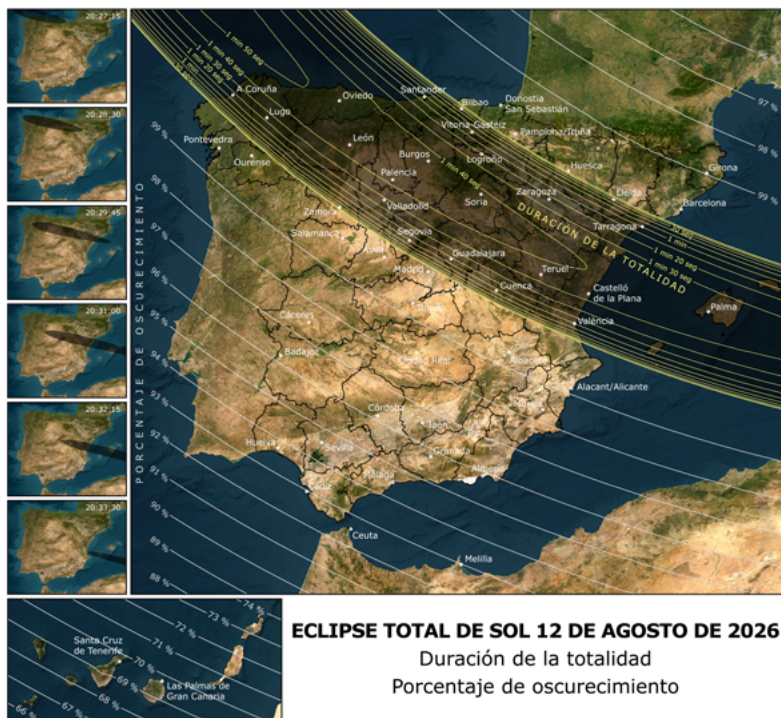


Figura 15.- Trayectoria en España del eclipse del 12 de agosto de 2026 | OAN.

En España, este eclipse se verá en sus últimas fases, pues el fenómeno termina en Baleares, casi en la puesta de sol (figura 15). Aun así, nuestro país será el mejor lugar del mundo para verlo, por lo que cabe esperar que hasta nuestro territorio se desplacen numerosos cazadores de eclipses y turistas en general. Se da además la circunstancia de que el eclipse antecede a la noche del máximo de las Perseidas, por lo que habrá la oportunidad de permanecer en el lugar de observación del eclipse para disfrutar con la lluvia de estrellas sin el estorbo del resplandor lunar.

El eclipse será total en gran parte de la mitad norte peninsular y en Baleares, mientras que en la mitad sur se podrá ver como parcial. El primer lugar donde será visible será Galicia. En A Coruña comenzará a las 19h 31m, tendrá su máximo a las 20h 28m y finalizará a las 21h 22m, unos minutos antes de la puesta de sol, siendo la duración de la totalidad de 76 segundos, con el Sol a una altura de 12 grados.

En Burgos el eclipse comenzará a las 19h 33m, tendrá su máximo a las 20h 29m y la puesta de sol se producirá a las 21h 20m, unos minutos antes de que finalice el eclipse, siendo la duración de la totalidad de 104 segundos, con el Sol a una altura de 8 grados (figura 16).

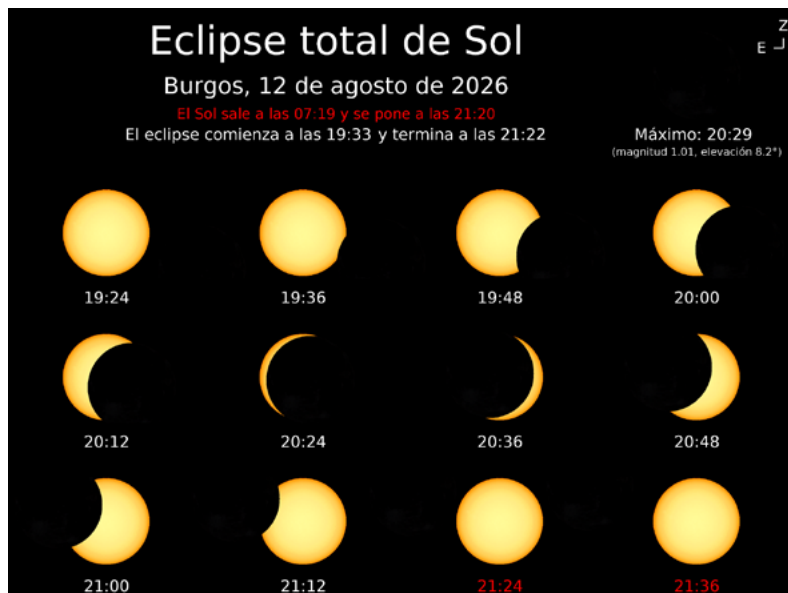


Figura 16.- Desarrollo del eclipse del 12 de agosto de 2026 en Burgos | OAN.

En Madrid, el eclipse tan solo se verá parcial, la magnitud máxima (1.0) se alcanzará a las 20h 32m a una altura sobre el horizonte de 7,2 grados. El último lugar donde será visible es Baleares. En Palma de Mallorca tendrá su máximo a las 20h 32m, unos minutos antes de la puesta de sol, con el Sol a una altura de tan solo 2 grados.

Vemos que el eclipse sucede a muy baja elevación en todo el territorio español (más baja cuanto más al este), por lo que, para disfrutar de una visión despejada del fenómeno es muy recomendable buscar un lugar con el horizonte oeste (el lugar por el que se pondrá el Sol) muy despejado de obstáculos como montes, edificios, árboles, etc. Pero, por otro lado, la baja elevación del eclipse ofrecerá una oportunidad excelente para obtener fotografías espectaculares captando al Sol eclipsado cerca de monumentos, accidentes del territorio, árboles, etc. Es sin duda una coyuntura que los astrofotógrafos sabrán aprovechar muy bien para deleitarnos con escenas de gran belleza.

6.2. El eclipse total del 2 de agosto de 2027

La franja de totalidad del eclipse total del 2 de agosto de 2027 comenzará en el océano Atlántico, cruzará el estrecho de Gibraltar, seguirá la costa norteafricana hasta adentrarse en Egipto, cruzará el mar Rojo y algunas regiones de Arabia Saudí, Yemen y el extremo noreste de Somalia, para finalmente terminar en el océano Índico (figura 17). Por lo tanto, en Europa la totalidad solo podrá observarse desde nuestro país. La zona de parcialidad, sin embargo, cubrirá prácticamente toda Europa, gran parte de África y el suroeste asiático, incluyendo todo Oriente Medio.



Figura 17.- Trayectoria global del eclipse del 2 de agosto de 2027 | OAN.

El eclipse comenzará a las 9h 30m (hora oficial en península e Illes Balears) en el Atlántico y terminará a las 14h 43m en el Índico, por lo que tendrá una duración total de 313 minutos. El máximo se alcanzará en Egipto a las 12h 6m (hora peninsular

y de Baleares). En esa localización la duración de la totalidad será de 6 minutos y 23 segundos, lo que hace que este sea uno de los eclipses totales más largos del siglo. Los lugares de la centralidad en Egipto son los mejores del mundo para observar este eclipse.

El sur de España es el mejor lugar de Europa desde donde observar este eclipse solar. La zona de totalidad cubrirá las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, casi toda la provincia de Cádiz, gran parte de la provincia de Málaga y las zonas más meridionales de las provincias de Granada y Almería (figura 18).

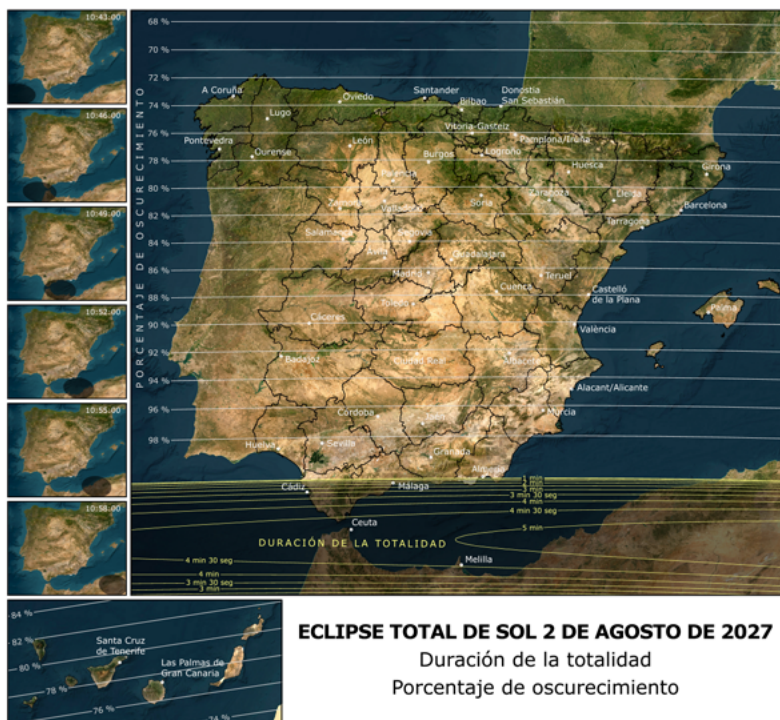


Figura 18.- Trayectoria en España del eclipse del 2 de agosto de 2027 | OAN.

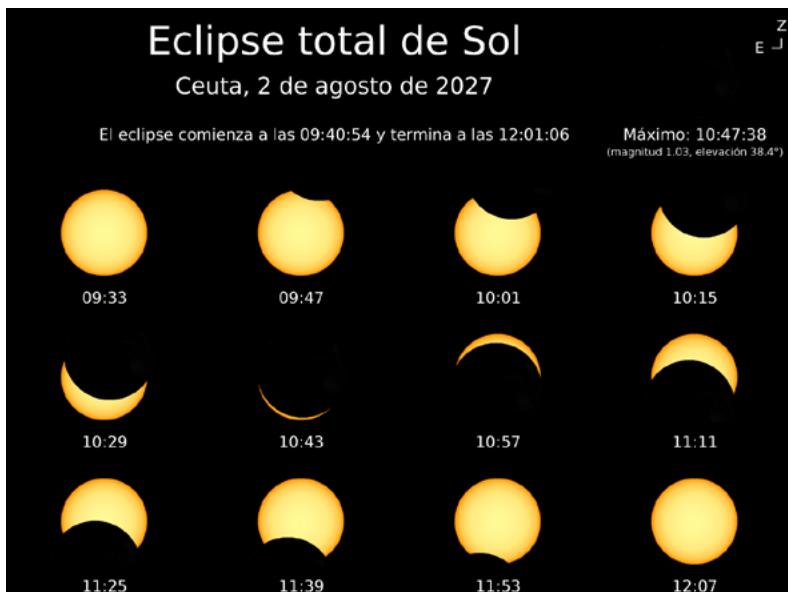


Figura 19.- Desarrollo del eclipse del 2 de agosto de 2027 en Ceuta | OAN.

La máxima duración de la totalidad en nuestro país se dará en Ceuta, donde se producirá entre las 10h 45m y las 10h 50m, con una duración total de 4 minutos y 48 segundos (figura 19). Otras ciudades en franja de totalidad serán Cádiz (con duración de 2 minutos y 54 segundos), Málaga (con duración de 1 minuto y 48 segundos) y Melilla (con duración de 4 minutos y 34 segundos).

Aunque la totalidad se restrinja a las zonas cercanas al estrecho de Gibraltar, el eclipse será visible de forma parcial en todo el país. Por ejemplo, en Madrid el eclipse será parcial, su máximo sucederá a una elevación de 39,8 grados a las 10:51, con una magnitud de 0,88 (oscurecimiento del 85 %). El porcentaje máximo de oscurecimiento superará el 70% en cualquier punto del territorio nacional, desde las zonas más septentrionales hasta las islas Canarias. Al ser tan alta la fracción del disco solar que será ocultada por la Luna, este eclipse proporcionará a todos los rincones de nuestra geografía una oportunidad extraordinaria para disfrutar de un fenómeno astronómico singular.

6.3. El eclipse anular del 26 de enero de 2028

La franja de anularidad de este eclipse comenzará en el océano Pacífico para atravesar después gran parte de América del Sur, adentrarse en el océano Atlántico, llegar a Portugal (entrando primero por las Islas Azores) y terminar en España. La zona de parcialidad cubrirá también América Central, gran parte de América Norte y Sur, la zona sur de Groenlandia, la zona más occidental de Europa y también algunas regiones del norte de África (figura 20).

El eclipse comenzará a las 13h 6m (hora oficial en Península y Baleares) en el Pacífico y terminará a las 19h 8m en España, por lo que tendrá una duración total de 362 minutos.

El máximo se alcanzará en Brasil a las 16h 7m (hora peninsular). En esa localización la duración de la anularidad será de 10 minutos y 21 segundos, convirtiendo a este eclipse anular en uno de los más largos de este siglo.



Figura 20.- Trayectoria global del eclipse del 26 de enero de 2028 | OAN.

En Espaa, la franja de anularidad cubrirá aproximadamente la mitad sudeste del territorio nacional. Podrá observarse al atardecer desde casi toda la comunidad de Andalca, la parte sur de Extremadura, Castilla-La Mancha, algunas zonas de la Comunidad de Madrid, Aragón, Murcia, Comunidad Valenciana, parte de Cataluña y las islas más occidentales de Baleares, pero la baja elevación del Sol dificultará su observación (figura 21).

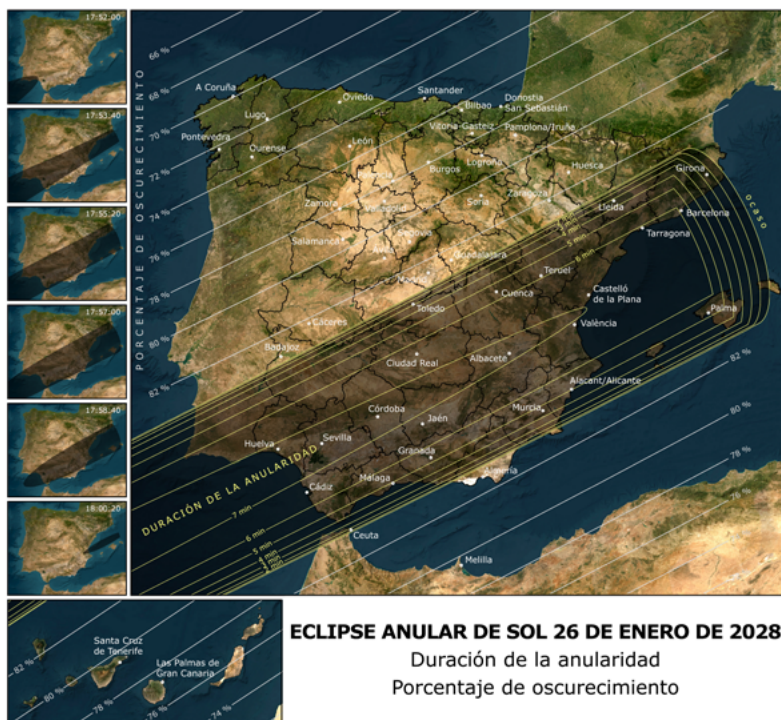


Figura 21.- Trayectoria en España del eclipse del 26 de enero de 2028 | OAN.

Algunas de las capitales de provincia desde donde se podrá disfrutar del eclipse por más tiempo son Sevilla, Córdoba, Albacete (figura 22) y Valencia. En todas estas ciudades, la duración de la fase anular será de aproximadamente 7 minutos y, como sucederá al final del atardecer, el eclipse se verá muy bajo sobre el horizonte oeste (elevaciones entre 4 y 7 grados, aproximadamente), por lo que, para su observación, habrá que buscar lugares con esa parte del horizonte bien despejada de montes, árboles, edificios u otros obstáculos.



Figura 22.- Desarrollo del eclipse del 26 de enero de 2028 en Albacete | OAN.

Desde el resto del país, el eclipse será visible solo parcial. En Madrid, comenzará a las 16:36 y terminará a las 19:06, el máximo se alcanzará a las 17:55 a una elevación de tan solo 4 grados sobre el horizonte.

7. Grandes oportunidades y grandes retos

Como vemos, tenemos ante nosotros una tríada de eclipses que ofrece grandes oportunidades para la docencia de la física, la divulgación científica, proyectos de ciencia ciudadana y astroturismo en la España rural. Debido a las oportunidades para la astrofotografía, estos eclipses nos dejarán unas imágenes icónicas de nuestros territorios que perdurarán durante décadas.

Los espectáculos son tan atractivos que se espera una enorme afluencia de público a las zonas de totalidad y anularidad de los eclipses (millones de personas). Y ello conlleva grandes retos organizativos. En lo referente a la movilidad, cabe esperar desplazamientos masivos hacia las zonas de totalidad desde la costa y desde zonas muy habitadas como Madrid y Barcelona.

Sería conveniente habilitar lugares de observación donde un gran número de interesados puedan aparcar sus vehículos y acomodarse para la observación. Estos enclaves deberán estar equipados con servicios mínimos. Habrá que tener previsto el alto riesgo de incendios en estas aglomeraciones, muchas de ellas en pleno campo y habrá que prever otros daños posibles al medio ambiente. Habrá que coordinar servicios de prevención y protección (bomberos, guardia civil, ambulancias, etc.).

Observar el Sol siempre entraña un riesgo, pues la gran cantidad de radiación que emite a diversas longitudes de onda (principalmente del infrarrojo al ultravioleta) puede dañar permanentemente la vista, produciendo incluso ceguera. Recordemos que Galileo murió ciego, muy posiblemente debido a sus observaciones solares. Como regla general nunca debe observarse el Sol directamente, ni con aparatos, ni con filtros, ni a simple vista. La retina puede quemarse o cegarse parcialmente sin aviso, pues no produce sensación de dolor. El daño puede ser instantáneo e irreparable si la observación se hace con un aparato (¿quién no ha visto arder un papel puesto tras una lupa?).

Lo dicho se refiere tanto al Sol sin eclipsar como al Sol eclipsado parcialmente o a un eclipse anular: la cantidad de radiación que llega del 1% de la superficie del disco solar es suficiente para dañar la vista. En efecto, el 1% de la superficie del Sol emite 5 magnitudes menos que el Sol entero, lo que equivale a una luminosidad de 4.000 lunas llenas concentrada en una región de 3' de tamaño, cuya imagen en el ojo ocupa unos pocos receptores de luz, los cuales serán dañados permanentemente.

La observación de un eclipse debe realizarse mediante la utilización de gafas homologadas según la norma ISO 12312-2, o con telescopios específicamente solares, o bien mediante la proyección del disco solar sobre una pantalla.

Consideraciones finales

La Comisión Nacional de Astronomía (órgano colegiado dependiente del IGN y el CSIC que tiene entre sus fines “el asesoramiento a la Administración General del Estado en materia de astronomía y astrofísica ...”) ha formado un grupo de trabajo denominado “Comisión Nacional de los Eclipses 2026 2027 2028” con el objetivo de proporcionar información sobre todas estas oportunidades y riesgos. Y siguiendo el consejo de esta comisión, el Gobierno ha constituido una Comisión Interministerial, en el que tienen representación trece Departamentos con competencias relativas a las tareas preventivas y organizativas de tan peculiares eventos.

El Observatorio Astronómico Nacional (Instituto Geográfico Nacional), que tiene las competencias de proporcionar la información oficial en materia de astronomía, ha realizado los cálculos de efemérides de estos eclipses para más de 8000 municipios de España y ofrece toda la información relevante para estos fenómenos, junto con buscadores y visualizadores para toda la geografía nacional en la página web dedicada específicamente a esta tríada de eclipses: eclipses.ign.es.

Agradecimientos

El autor agradece la colaboración con los astrónomos y astrónomas del Observatorio astronómico Nacional (IGN) Drs. Alcolea, Campo Díaz, Gómez Garrido, Querejeta, Rodríguez Baras, Sánchez Ramos, Santander y Vidal García en las numerosísimas tareas de formación, información y divulgación que, relativas a la próxima tríada de eclipses, se están llevando a cabo en nuestro Real Observatorio. Los datos que se presentan en este artículo proceden de los cálculos realizados en el OAN, y muchas de las figuras han sido elaboradas por el especialista cartográfico del OAN José Antonio Bolonio. Una versión de este artículo ha sido publicado en la Revista Española de Física (vol. 39, No. 2) de la Real Sociedad Española de Física.

Bibliografía

R. BACHILLER, *Astronomía: de Galileo a los telescopios espaciales*, (Lunweg, CSIC, Madrid 2009).

M. HOSKIN, *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*, (Cambridge University Press. Cambridge 1997).

H.C. LANGE Y T. MCLEISH (Eds.), *Eclipses and Revelation. Total Solar Eclipses in Science, History, Literature, and the Arts*, (Oxford University Press, New York 2024).

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL, *Eclipses de Sol. Los eclipses “españoles” de 2026, 2027 y 2028*. (CNIG, Madrid, 2025).

P. PLANESAS, *Eclipses de sol. Eclipse anular de sol 2005*, (CNIG, Madrid, 2005).

D. STEEL, *Eclipse: The Celestial Phenomenon Which Has Changed the Course of History*, (Headline Eds. Londres, 1999).

Recursos en internet

<https://eclipses.ign.es>

<https://www.oan.es>

<https://www.esa.int>

<https://eclipsophile.com>

<http://xjubier.free.fr>

El largo camino hacia los mundos habitables

José Jairo Díaz Luis

Astrónomo del Observatorio Astronómico Nacional (IGN)

“A veces creo que hay vida en otros planetas, y a veces creo que no. En cualquiera de los dos casos la conclusión es asombrosa.” Carl Sagan

Resumen

Tras casi 6000 exoplanetas detectados hasta el momento, el ser humano se plantea la posibilidad de que exista vida, diferente o similar a la que conocemos, en alguno de ellos. Un viaje apasionante que nos ha llevado a construir telescopios cada vez más precisos y que hemos podido poner en órbita alrededor de nuestro planeta para realizar búsquedas más complejas y sofisticadas. Esta exploración tan refinada incluye planetas que se encuentran en la zona de habitabilidad de sus estrellas anfitrionas y que pueden mostrar biofirmas en los espectros de sus atmósferas. El Catálogo de Mundos Habitables (HWC) enumera hasta 70 mundos potencialmente habitables, algunos con mayor probabilidad de ser rocosos y contener agua líquida en sus superficies. Uno de estos exoplanetas es Próxima Centauri b, que se encuentra a 4.2 años luz de la Tierra girando alrededor de la estrella más cercana. Numerosas misiones, incluyendo al poderoso Telescopio Espacial James Webb (JWST), serán capaces de allanar el camino hacia estos mundos habitables.

1. Introducción

La búsqueda de planetas y de vida más allá de nuestras fronteras se ha convertido en uno de los objetivos científicos más importantes y relevantes de las últimas décadas, entendiendo el término frontera como el límite que separa nuestro planeta de otros cuerpos del sistema solar y de otras estrellas cercanas. La ambición del ser humano por conocer esas fronteras y lo que hay “más allá”, nos ha llevado a recorrer un largo viaje cargado de sorpresas e incertidumbres, desde la antigüedad hasta nuestros días. Un viaje inesperado, pero a la vez curioso y único, capaz de desvelar secretos y llevarnos a lugares escondidos del universo donde nuestra razón debía hacer una pausa para entender y admirar lo que teníamos ante nuestros ojos. El ser humano ya se había preguntado en muchas ocasiones a lo largo de la historia si estos secretos podían ser reales y merecían ser descubiertos, hasta que se produjo el primer encuentro con la realidad, hacia el año 1992. Este encuentro, materializado como la publicación de un artículo en la prestigiosa revista *Nature*, supuso el inicio de la era de los planetas extrasolares, también conocidos como exoplanetas. Es decir, aquellos planetas que orbitan alrededor de otras estrellas fuera del sistema solar.

Hasta el momento de redactar estas líneas, hemos sido capaces de identificar alrededor de 6000 exoplanetas, todos ellos a distancias próximas y dentro de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Un número ínfimo cuando tenemos en cuenta la inmensidad y tamaño del universo, así como la gran cantidad de galaxias que lo componen. Por ahora, solamente un candidato robusto a posible exoplaneta ha podido ser descubierto en otra galaxia. Sin embargo, pese a la gran cantidad de exoplanetas detectados, existe aún una gran incertidumbre sobre la existencia de vida y su desarrollo fuera de nuestro planeta, la Tierra. Estas evidencias de vida, a las que hemos denominado biofirmas, constituyen un gran papel en el estudio y caracterización de los exoplanetas y de los mundos habitables. En este contexto, podemos definir una biofirma como una indicación observable de procesos biológicos que pueden ejercer una cierta influencia sobre la superficie o atmósfera del planeta. Tales procesos deben estar presentes en abundancia suficiente como para generar un cambio significativo en el exoplaneta. La búsqueda de biofirmas será uno de los objetivos clave en el estudio de los exoplanetas para la próxima década y lo que nos permitirá deducir si los planetas como la Tierra son poco abundantes o más comunes de lo que pensamos.

2. ¿Hay planetas orbitando alrededor de otras estrellas?

La respuesta es sí. La primera detección de un planeta orbitando una estrella que no fuese el Sol se produjo en 1992, cuando los astrónomos Alexander Wolszczan y Dale Frail detectaron dos (o más) cuerpos orbitando el púlsar PSR1257+12 y publicaron un artículo en la revista Nature [1]. Se trataba de una vieja estrella de neutrones que gira rápidamente y que fue estudiada haciendo uso del radiotelescopio de Arecibo de 305 m para realizar mediciones precisas de sus pulsos mediante la cronometría de púlsares. Si un planeta está perturbando el movimiento de la estrella, el instante en el que llega el haz emitido también se verá afectado. Los cuerpos, con masas de al menos 2.8 y 3.4 masas terrestres, resultaron ser planetas con órbitas casi circulares alrededor de un púlsar. Toda una sorpresa para la comunidad y el primer hito destacable dentro de este extenso viaje hacia los mundos habitables.

No obstante, el impacto fue aún más significativo cuando, tres años después, el hallazgo se produjo en una estrella de tipo solar o secuencia principal, la estrella 51 Pegasi [2]. Una detección extraordinaria que llevó a Michel Mayor y Didier Queloz a publicar un nuevo artículo en Nature y a ganar el premio Nobel de Física en 2019. Se trataba esta vez de un planeta de tipo Júpiter caliente, 51 Pegasi b, que se encuentra muy cerca de su estrella, mucho más que Mercurio de nuestro Sol, y que pudo ser detectado mediante el método de velocidad radial utilizando el espectrógrafo ELODIE montado sobre el telescopio de 1.5 m del Observatorio de Haute-Provence, Francia. La velocidad de una estrella a lo largo de la línea de visión de un observador situado en Tierra varía según se mueve a lo largo de la órbita circular provocada por su invisible acompañante. Estos cambios de velocidad hacen que las líneas espectrales se desplacen hacia el rojo cuando la estrella se aleja de nosotros y hacia el azul cuando se acerca, provocando pequeñas variaciones regulares. Un observador desde la Tierra puede medir estos pequeños cambios o “bamboleos” haciendo uso de espectrógrafos de alta precisión. Este hallazgo contribuyó por tanto a que las mediciones de velocidad radial se convirtieran en uno de los métodos más precisos y productivos a la hora de buscar exoplanetas y a que nuevos instrumentos fuesen rápidamente diseñados y construidos.

Tras el éxito de ELODIE, se construyó CORALIE, una versión mejorada que fue instalada en el telescopio suizo Euler de 1.2 m en el Observatorio La Silla de ESO, en Chile. Y posteriormente, con la experiencia y buenos resultados de estos dos instrumentos, se construyó HARPS (Buscador de Planetas por Velocidad Radial de Alta Precisión,

por sus siglas en inglés), que comenzó sus operaciones en 2003 y ha sido uno de los instrumentos más productivos en la detección de exoplanetas mediante el método de velocidad radial. Instalado en el telescopio de 3.6 m del mismo Observatorio, HARPS ha sido capaz de descubrir el primer planeta similar a la Tierra orbitando una enana roja en 2007, Gliese 581c [3], situado en la zona habitable del sistema, y de realizar la primera detección espectroscópica de luz visible reflejada del exoplaneta 51 Pegasi b en 2015 [4]. El descubrimiento de Gliese 581c supuso un antes y un después en la búsqueda de planetas extrasolares, convirtiéndose en el primer planeta de tipo terrestre más pequeño encontrado hasta la fecha, con tan sólo cinco veces la masa de nuestro planeta. Nuestro viaje hacia los mundos habitables comenzaba a ser cada vez más apasionante y excitante, y las pausas necesarias para contemplar y entender nuestra presencia en la Tierra requerían una mayor cantidad de tiempo y reflexión.

Los Júpiter calientes (exoplanetas de características similares a Júpiter pero situados mucho más cerca de su estrella que Júpiter del Sol) se convirtieron inicialmente en los planetas más buscados, mayores en masa y volumen, lo que provocaba mayores alteraciones en el comportamiento de sus estrellas anfitrionas. El siguiente paso, por el que todo astrónomo dedicado a la búsqueda de exoplanetas batallaría, consistiría en realizar una imagen directa de estos sistemas permitiendo ver la luz de los planetas cercanos. Algo que en aquellos momentos resultaba bastante complejo debido a la gran cercanía de estos planetas a sus estrellas, pues estas emiten poderosamente ocultando la luz de sus acompañantes, de muchísimo menor tamaño y sin brillo propio. Un buen método para obtener estas imágenes consiste actualmente en observar estos sistemas en longitudes de onda del infrarrojo, donde el

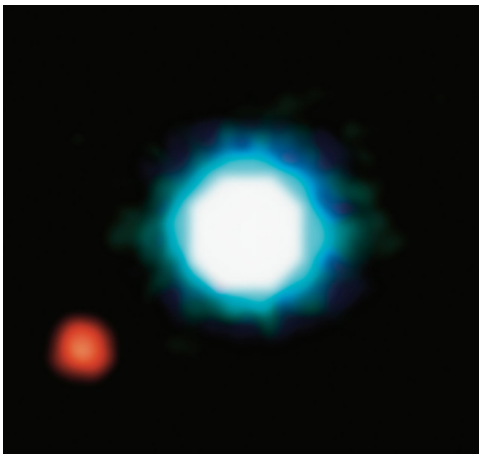


Figura 1. Primera imagen directa de un exoplaneta obtenida por el VLT en 2004 (mancha roja en la parte inferior izquierda), que se encuentra orbitando a la enana marrón 2M1207 (en el centro). También es el primer planeta descubierto orbitando una enana marrón. Crédito: ESO.

contraste entre la luz de las estrellas anfitrionas y los planetas es mucho menor. Otro posible método involucraría el uso de un coronógrafo que fuese capaz de tapar el brillo central de la estrella y permitiese detectar los planetas cercanos. Afortunadamente, esto pudo llevarse a cabo y la primera imagen de un exoplaneta fue obtenida por el telescopio Very Large Telescope (VLT) Yepun de 8.2 m del Observatorio Paranal de ESO en 2004, la cual está basada en tres exposiciones de infrarrojo cercano con la herramienta de óptica adaptativa NACO (figura 1, [5]).

Se trata de un sistema atípico en el que el planeta gigante 2M1207b, cinco veces más masivo que Júpiter, se encuentra orbitando alrededor de una estrella enana marrón a una distancia equivalente a 55 veces la separación que hay entre la Tierra y el Sol. Este fue también el primer exoplaneta detectado orbitando una enana marrón, la cual es cien veces más luminosa, que permitió la obtención de una imagen clara del sistema. Las imágenes directas de planetas como el nuestro alrededor de estrellas de tipo solar tendrían que esperar a una mejora significativa en las técnicas de detección.

En la misma primera década de los 2000, fueron apareciendo otras técnicas observacionales para la detección de exoplanetas, como los tránsitos planetarios o las microlentes gravitacionales. Podemos hablar de un tránsito cuando un planeta cualquiera pasa entre la Tierra (observador) y su estrella anfitriona, bloqueando parte de la luz y creando una disminución periódica en el brillo de la misma. Midiendo la cantidad de luz proveniente de la estrella durante el tránsito haciendo uso de la fotometría y obteniendo su respectiva curva de luz, se puede deducir la presencia de un planeta. El Experimento de Lente Óptica Gravitacional (OGLE), situado en el Observatorio Las Campanas, en Chile, fue utilizado para encontrar el primer exoplaneta, OGLE-TR-56b, mediante fotometría de tránsitos en 2002 [6], que fue posteriormente confirmado haciendo mediciones de velocidad radial en 2003 [7]. Un Júpiter caliente que se encuentra muy cerca de su estrella.

Un poco después, fue también detectado el primer exoplaneta mientras tenía lugar un evento de microlentes gravitacionales [8]. Estos eventos ocurren cuando la luz que proviene de objetos lejanos se curva al pasar cerca de un objeto próximo que se encuentra alineado con el objeto de fondo en su camino hacia la Tierra. El efecto de microlente afecta a la radiación del objeto más lejano y por tanto puede usarse para estudiar objetos que emiten poca o ninguna luz, como agujeros negros o planetas en torno a estrellas muy distantes. En particular, este primer evento de microlentes sirvió para detectar el planeta OGLE-2003-BLG-235Lb haciendo uso de los experimentos OGLE y Observaciones de Microlentes en Astrofísica (MOA) durante una búsqueda de materia oscura. El evento sólo podía ser explicado si la estrella lente poseía un planeta de tipo gaseoso con 1.5 veces la masa de Júpiter.

Finalmente, la técnica de la astrometría, aunque más antigua y ampliamente utilizada, también comenzó a proporcionar sus primeras detecciones más evidentes. En este caso, la técnica se utiliza para detectar planetas midiendo la pequeña perturbación regular en la posición de la estrella provocada por su invisible acompañante. Las mediciones suelen ser muy complejas y requieren muchos años de observación, ya que se trata de evaluar muy leves movimientos de la estrella en el cielo. En 2009 se publicó la detección del planeta VB 10b [9], siendo el primer planeta orbitando alrededor de una enana roja y el primero descubierto astrométricamente alrededor de una estrella de secuencia principal. Indudablemente, teniendo en cuenta las búsquedas realizadas anteriormente haciendo uso de esta técnica, no era el primer planeta detectado y su existencia ha sido ampliamente cuestionada. El siguiente paso consistiría en trasladar nuestros telescopios y las técnicas desarrolladas más allá de nuestra atmósfera.

3. Búsqueda de exoplanetas con telescopios espaciales

Las observaciones realizadas con telescopios terrestres fueron ganando cada vez mayor importancia con la mejora en las técnicas de detección, sin embargo, todavía existía una gran limitación: la presencia de la atmósfera y su efecto en las observaciones. Era necesario dar un paso más allá y crear telescopios capaces de llegar al espacio que pudiesen evitar su contaminante contribución. Así, fueron construyéndose nuevos telescopios que viajarían al espacio, más precisos y sensibles que sus antecesores, con la capacidad de detectar cambios muy minúsculos en el comportamiento de las estrellas anfitrionas cuando un exoplaneta se encuentre orbitando a su alrededor. Estos telescopios son capaces además de ofrecer pistas sobre la composición, la atmósfera y las condiciones ambientales de estos planetas.

La primera misión lanzada al espacio para buscar exoplanetas fue MOST (Microvariability and Oscillations of Stars), en 2003, que utilizaba la astrosismología para estudiar el interior de las estrellas y datar la edad del universo. Además, como objetivo secundario, utilizaba las curvas de luz proporcionadas para buscar exoplanetas. Desgraciadamente, esta misión no resultó ser muy significativa en el campo.

Si hay una misión referente por ser la primera en muchos aspectos relacionados con la búsqueda de exoplanetas, esa es CoRoT (CONvection, ROTation and planetary Transits). Liderada por la Agencia Espacial Francesa (CNES) y con participación española,

puso en órbita alrededor de la Tierra un telescopio óptico de 27 cm de diámetro hacia el año 2006 para buscar exoplanetas mediante el método de tránsitos. Contaba con cuatro detectores CCD y obtenía la energía requerida para su funcionamiento de dos paneles solares. Durante los seis años que estuvo operativa fue capaz de descubrir 557 exoplanetas candidatos. En uno de ellos, el Júpiter caliente CoRoT-1b, se realizó la primera detección de una curva de fase con ocultación [10]. Esta misión también realizó el descubrimiento de la primera supertierra, CoRoT-7b, en la que fue posible estimar el radio con precisión: 1.68 veces el radio terrestre; este planeta se encuentra orbitando a una estrella enana naranja [11]. Gracias a estos descubrimientos y a su alta precisión fotométrica, CoRoT fue considerado un pionero en la detección de tránsitos desde el espacio y un modelo a seguir por las misiones sucesoras.

Nuestro camino comienza a allanarse aún más en 2009, con el lanzamiento del telescopio espacial Kepler de la NASA, cuyo objetivo era buscar exoplanetas de tamaño similar a la Tierra, y situados en la zona de habitabilidad de sus estrellas (este concepto se abordará más en detalle en el capítulo 4), mediante el método de tránsitos. Contaba con un espejo primario de 1.4 m y una cámara CCD de 95 millones de píxeles de resolución, la más potente lanzada hasta la fecha. En 2013, Kepler perdió una gran parte de su capacidad de apuntado y se decidió aprovechar la presión de radiación de la luz proveniente del Sol para mejorarla.



Figura 2. Ilustración del sistema planetario circumbinario Kepler-47 (con dos estrellas y tres planetas: Kepler-47b, Kepler-47c y Kepler-47d) detectado por la misión Kepler de la NASA mediante el método de tránsitos. Crédito: NASA.

Pronto comenzó su segunda misión, conocida como K2, que seguiría en funcionamiento hasta 2018, fecha en que la nave se quedó sin combustible, ocasionando el final de la misión. Las características de Kepler lo llevaron a alcanzar el récord de ser la misión que más exoplanetas ha podido detectar a lo largo de la historia, estudiando más de 150000 estrellas en una zona concreta del cielo y descubriendo 2662 planetas. Entre sus descubrimientos, encontramos lo que podría ser una exoluna, es decir, el primer satélite fuera de nuestro sistema solar, Kepler-1625b i, que orbitaría en torno al exoplaneta Kepler-1625b que se encuentra a 4000 años luz de nosotros, en la constelación del Cisne [12]. Esta exoluna, a la espera de confirmación, sería tan grande como Neptuno. No menos interesante es la detección del primer sistema multiplanetario orbitando en torno a una estrella binaria, Kepler-47 (figura 2, [13]), donde uno de sus tres planetas, Kepler-47c, se encuentra situado en la zona habitable del sistema. También encontramos el primer exoplaneta rocoso más pequeño que la Tierra (su radio es 0,87 veces el terrestre): Kepler-20e, que se encuentra orbitando una estrella de tipo solar [14]. En definitiva, la misión Kepler ha sido capaz de desvelar la gran cantidad de planetas pequeños que alberga nuestra galaxia.

Justo el mismo año que Kepler dejó de funcionar, la NASA puso en órbita terrestre la misión TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), un telescopio diseñado para detectar, utilizando el mismo método de tránsitos que las misiones previas CoRoT y Kepler, planetas extrasolares de tamaño terrestre en torno a 200 000 estrellas, las más brillantes y cercanas a la Tierra. Estas estrellas están distribuidas en un área que cubre el 85% de la bóveda celeste, es decir, 350 veces mayor que la abarcada por la misión Kepler. Esta área tan enorme fue dividida en 26 sectores solapantes (figura 3). Además, al tratarse de estrellas cercanas, sus hallazgos pueden complementarse haciendo uso de observatorios terrestres. La primera parte de la misión finalizó en 2020 y, durante la misma, TESS se centró en estudiar estrellas enanas, las más comunes en nuestra galaxia, la Vía Láctea. Se cree que en estos sistemas es más fácil encontrar vida debido a la baja masa y gravedad de sus estrellas anfitrionas.

De entre los resultados de TESS, podemos destacar la detección de tres planetas orbitando la estrella enana roja TOI-700 [15]. El planeta terrestre TOI-700b, el más interno del sistema, tiene el 91% del tamaño de la Tierra y es el primero, de los descubiertos por TESS, que se encuentra en la zona habitable. Poco después pudo detectarse el cuarto planeta del sistema, TOI- 700e. Dado que TESS se encuentra actualmente en funcionamiento, las perspectivas de éxito y de un mayor avance en el campo de los exoplanetas en los próximos años son muy prometedoras.

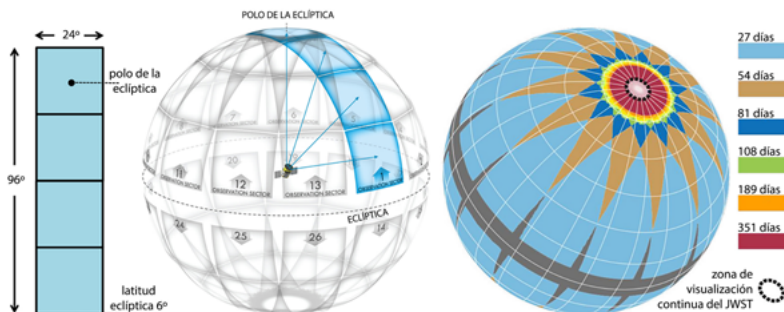


Figura 3. Representación gráfica del campo de visión de TESS. Cada hemisferio está dividido en 13 sectores solapantes, permitiendo la observación continua de los polos eclípticos durante 351 días. Crédito: NASA.

Tras el éxito de estas últimas misiones espaciales, los cazadores de exoplanetas se han ido interesando cada vez más en estudiar y caracterizar con mayor nivel de detalle los planetas ya detectados. Con la intención de unir esfuerzos, la ESA (European Space Agency) comenzó a diseñar un ambicioso plan que estaría basado en tres misiones consecutivas: CHEOPS, PLATO y ARIEL.

La primera de ellas, CHEOPS (CHaracterising EXOPlanet Satellite), fue lanzada en 2019 desde la Guayana Francesa y está liderada por Didier Queloz, astrónomo del que hablábamos con anterioridad. Se trata de un telescopio con un espejo de 33 cm de diámetro que se encuentra orbitando nuestro planeta a 700 km de altura. El objetivo principal de esta misión consiste en utilizar la fotometría de tránsitos de alta precisión para caracterizar el tamaño de los planetas pequeños ya conocidos, con tamaños comprendidos entre los de la Tierra y Neptuno, orbitando alrededor de estrellas brillantes cercanas. También es capaz de estudiar las atmósferas de los Júpiter calientes. Estas mediciones permiten determinar el radio de los exoplanetas de forma precisa, y junto a las masas previamente calculadas utilizando otros métodos, se puede incluso evaluar su composición. La densidad de estos planetas, ya sean gaseosos o rocosos, será muy diferente. Aunque se esperaba que la misión tuviese una duración de tres años y medio, sigue actualmente en funcionamiento.

Entre los primeros resultados de CHEOPS, junto a la colaboración de TESS, podemos destacar el descubrimiento en 2023 de un extraño sistema de seis planetas (todos ellos subneptunos, con radios que oscilan entre 1.94 y 2.85 veces el radio terrestre) orbitando la estrella enana naranja HD 110067, a 105 años luz de nosotros (figura 4, [16]). Se trata de un sistema en el que los planetas

siguen un ritmo preciso, un fenómeno que se conoce como resonancia orbital, producido cuando los planetas giran alrededor de su estrella anfitriona en perfecta armonía. Un baile orbital que se repite con precisión. Es decir, cuando el planeta más interno es capaz de completar seis órbitas, el más externo realiza exactamente una en el mismo tiempo. La importancia de este tipo de sistemas radica en que su configuración ha permanecido intacta desde su formación, la cual se cree que tuvo lugar hace más de mil millones de años. La mayoría de los sistemas planetarios conocidos (~99%) no están en resonancia en la actualidad.

Tras CHEOPS, la ESA continuará su programa de misiones para el estudio de exoplanetas con PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars) y ARIEL (Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey), con fechas previstas de lanzamiento hacia los años 2026 y 2029, respectivamente. PLATO será capaz de buscar nuevas tierras y supertierras en torno a estrellas similares al Sol y situadas en sus zonas de habitabilidad. El objetivo principal será, por tanto, estudiar aquellos planetas con grandes posibilidades de tener agua líquida en la superficie y vida, utilizando también el método de tránsitos, pudiendo observar alrededor de un millón de estrellas.

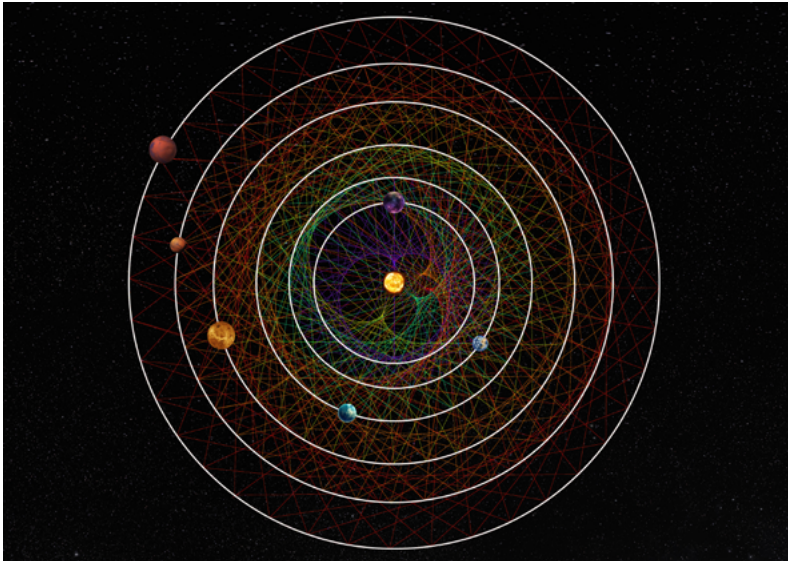


Figura 4. Sistema de seis planetas descubierto por CHEOPS y TESS orbitando la enana naranja HD 110067 y siguiendo un ritmo preciso que se conoce como resonancia orbital. Los planetas son capaces de crear un curioso patrón geométrico a lo largo de sus órbitas. Crédito: Thibaut Roger (NCCR PlanetS).

La misión incluye también la medición de oscilaciones en las estrellas anfitrionas, con el fin de obtener información relevante sobre el origen, edad y evolución de los diferentes sistemas planetarios. ARIEL, por su parte, tendrá la capacidad de estudiar e investigar el origen y la composición de aproximadamente 1000 exoplanetas, pudiendo analizar las moléculas presentes en sus atmósferas mediante la espectroscopía visible e infrarroja.

4. La zona de habitabilidad

En los capítulos previos hemos estado utilizando el concepto de “zona de habitabilidad” tratándolo con especial relevancia en nuestro camino hacia los mundos habitables. Sin embargo, no hemos tenido la oportunidad de profundizar y dar forma a este concepto, que es uno de los más importantes que aparecen a lo largo de este artículo. Hemos tenido la suerte de vivir en un fantástico planeta donde la vida ha podido originarse y desarrollarse cómodamente sin demasiadas “distracciones cósmicas”. Lo sé, quizá los dinosaurios no pudieron permitirse el lujo de distraerse demasiado mientras estaban siendo calcinados y extinguidos. La vida en este pequeño punto azul pálido, tal y como la conocemos, está basada principalmente en el agua y el carbono, que constituyen aproximadamente el 95% de la masa de todos los seres vivos. Ahora bien, nuestra concepción sobre la vida en la Tierra no tiene por qué ser la misma en otras partes del universo. Los ingredientes necesarios para crearla podrían ser muy diferentes. Además, sabemos perfectamente que el carbono puede presentar una gran variedad de formas, involucrando multitud de procesos químicos. Esto puede convertir en una tarea extraordinariamente compleja el buscar otras vidas o señales de actividad biológica.

La expresión “somos polvo de estrellas” puede englobar demasiadas cosas. Podríamos especular intentando buscar de dónde viene y hacia dónde nos quiere llevar, pero lo que está claro es que las estrellas liberan una gran cantidad de energía durante su vida útil, expulsándola de algún modo hacia el espacio exterior, en forma de radiación electromagnética (los telescopios se construyen para poder detectar esta radiación a diferentes longitudes de onda: infrarrojo, visible, rayos X, etc.). Teniendo esto en cuenta, podemos definir la zona de habitabilidad como la región alrededor de una estrella anfitriona donde la radiación emitida que llega a los planetas que la acompañan es capaz de producir las temperaturas adecuadas para que pueda existir agua líquida en la superficie. Esta circunstancia, de la misma manera que acontece en nuestro

planeta, puede generar un ecosistema particular en el cual el agua líquida es un elemento esencial que sustentaría a los seres vivos durante miles o millones de años. Una región alrededor de la estrella que no es demasiado caliente ni demasiado fría como para impedir el surgimiento y el mantenimiento de este ecosistema sobre la superficie de los exoplanetas (figura 5).

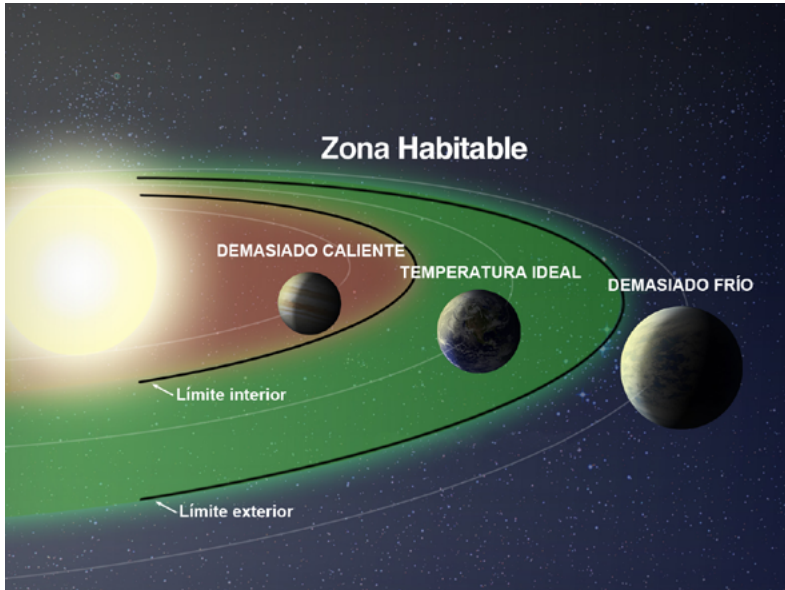


Figura 5. Ilustración que muestra la zona de habitabilidad alrededor de una estrella (en verde), así como los límites interior (límite caluroso) y exterior (límite frío) donde las condiciones de temperatura dejan de ser las más adecuadas para que el agua pueda permanecer líquida en la superficie del planeta. Crédito: NASA.

Esta zona con forma de anillo alrededor de una estrella también recibe el curioso nombre de Goldilocks zone o zona “Ricitos de Oro”, un término extraído del cuento infantil de origen escocés Ricitos de Oro y los tres osos. Este cuento trata la particular historia de una niña, con cabello rubio y rizado, que siempre termina seleccionando la opción intermedia entre los grupos de cosas donde tiene el deber de escoger. En el caso que nos atañe, la opción escogida será la zona intermedia que no es muy caliente ni muy fría. En nuestro sistema solar, como mejor ejemplo que conocemos, esta zona intermedia se encuentra entre las órbitas de Venus, en el límite caluroso, y la de Marte, en el límite frío: este es el lugar que los seres humanos hemos ocupado dentro del universo.

Dependiendo de lo caliente o fría que sea la estrella anfitriona, la zona de habitabilidad estará más cerca o más lejos de ella (figura 6). Para estrellas muy calientes o azules, esta zona se encontrará bastante alejada de la estrella central. Por el contrario, para estrellas muy frías o rojas, la zona de habitabilidad estará muy cerca de ella. En el caso del sistema en torno a la estrella enana roja TOI- 700 descubierto por TESS [15], la zona de habitabilidad estará muy cerca de la estrella, donde se encuentra el planeta TOI-700d. Otros factores que entran en juego a la hora de saber si un planeta se encuentra en la zona de habitabilidad del sistema son la excentricidad de su órbita, o cómo la órbita se desvía de un círculo perfecto, y las características de su rotación o movimiento sobre sí mismo.

También sabemos, hasta donde hemos podido averiguar, que un planeta habitable debe ser rocoso como la Tierra y tener una masa suficiente como para retener el agua líquida por gravedad, además de presentar una atmósfera lo suficientemente densa como para permitir el mantenimiento de esa agua líquida sobre la superficie. La temperatura superficial del planeta que determine su habitabilidad va a depender de la atmósfera y de su composición. De hecho, se ha podido comprobar que la atmósfera de un planeta es un elemento clave en la regulación de su temperatura y, por tanto, en determinar lo ancha o larga que puede ser la zona habitable alrededor de cada estrella. Además, hay que tener en cuenta que cada estrella se encuentra en su propio estado evolutivo, con la correspondiente variación de energía emitida asociada, de manera que la zona de habitabilidad en un sistema planetario irá desplazándose con el tiempo según la estrella evolucione [17]. El concepto de “zona de habitabilidad” no es entonces fijo o estático a lo largo del tiempo y son muchos los factores que lo definen.

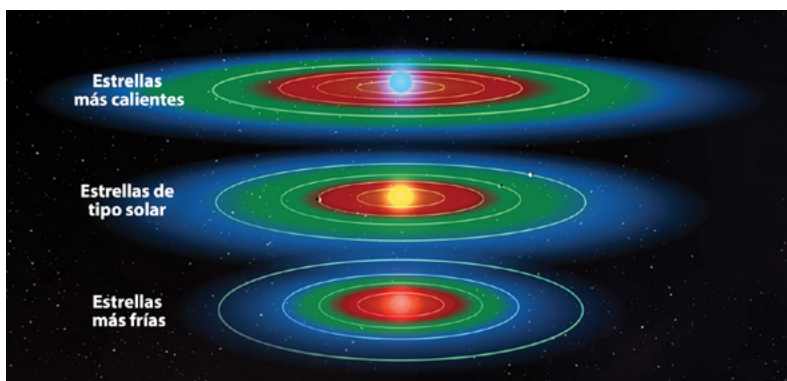


Figura 6. Ilustración que muestra la zona de habitabilidad (en verde) para estrellas de tipo solar o amarillas como el Sol (centro), estrellas más calientes o azules (arriba) y estrellas más frías o rojas (abajo). Crédito: NASA.

En nuestro propio sistema planetario tenemos evidencias de cuál ha podido ser la evolución de la zona de habitabilidad. Cuando el sistema solar era muy joven, había tres planetas incluidos en ella: Venus, la Tierra y Marte. Según el Sol ha ido evolucionando con el tiempo, su emisión en el infrarrojo también ha ido aumentando y con ello la temperatura en la superficie de los planetas. Así, el límite interno de la zona habitable ha ido desplazándose hacia el exterior y actualmente Venus queda fuera de ella, mientras la Tierra comienza a alcanzar su borde interno. Aunque muy lentamente, llegará el día que el Sol sea capaz de calentar el planeta de una manera terriblemente siniestra, dejándolo sin agua y muy poco habitable para nuestra especie. No obstante, hay otras zonas dentro del sistema solar que se encuentran muy alejadas de la zona habitable y que también podrían albergar vida: los satélites de Júpiter, Saturno y Neptuno. Se cree que estos cuerpos podrían poseer océanos de agua líquida bajo sus superficies. Además, el campo magnético de sus planetas anfitriones gaseosos podría ser capaz de crear una cierta zona de habitabilidad a su alrededor, alcanzando alguna de sus lunas.

Por otra parte, que un planeta se encuentre en la zona habitable del sistema no quiere decir que sea potencialmente habitable o que albergue vida. El universo podría contener más regiones que sean habitables y que no se encuentren especialmente ubicadas alrededor de cada estrella. La pieza clave dentro de este rompecabezas para que pueda originarse la vida y mantenerse a lo largo del tiempo parece ser el agua. Una condición necesaria pero no suficiente.

Para entender un poco más la habitabilidad y cómo tiene lugar en cada sistema planetario, algunos autores han propuesto varios índices, como el Índice de Similitud con la Tierra (IST) o el Índice de Habitabilidad Planetaria (IHP; [18]). El primero, y también más utilizado, establece el grado de similitud de los exoplanetas o exolunas con la Tierra, considerando su tamaño, densidad, velocidad de escape y temperatura superficial. Puede tomar valores entre 0 y 1, y aunque no proporciona en sí mismo una medida cuantitativa de la habitabilidad del exoplaneta, puede indicar cuán adecuado es para mantener una vida como la que conocemos. El segundo, también con valores entre 0 y 1, evalúa la posibilidad de que pueda existir alguna forma de vida en otros planetas y se basa en algunos requisitos esenciales para que ésta exista: presencia de un sustrato estable y protegido, energía, química apropiada y un medio líquido. Sin embargo, este último índice requiere un conocimiento más detallado sobre los exoplanetas, algo que resulta más complejo con las técnicas observacionales de las que disponemos en la actualidad.

5. Biofirmas: las huellas de la vida

A la hora de buscar vida fuera de nuestro planeta debemos intentar detectar señales de cierta actividad biológica, ya sea pasada o presente, con o sin capacidad para comunicarse entre ellos y/o a largas distancias, y lo que es más atractivo para el ser humano, una sociedad que pueda ser más o menos avanzada que la nuestra. Unos signos o señales de vida que podrían encontrarse en la superficie, en las profundidades o incluso en las atmósferas de planetas lejanos. Así, podemos definir las biofirmas como sustancias, estructuras, patrones o procesos que indican la formación o la posible presencia de vida, y que generalmente pueden separarse de las fuentes abióticas o sin vida. Una biofirma puede ser una molécula gaseosa (o conjunto de moléculas), una característica de la superficie, o modulaciones dependientes del tiempo de gases o características de la superficie que pueden estar asociadas a la presencia de vida (figura 7). También tenemos, aunque un poco alejadas del propósito de este capítulo, las tecnofirmas, que indicarían signos de vida tecnológica perteneciente a alguna civilización avanzada.

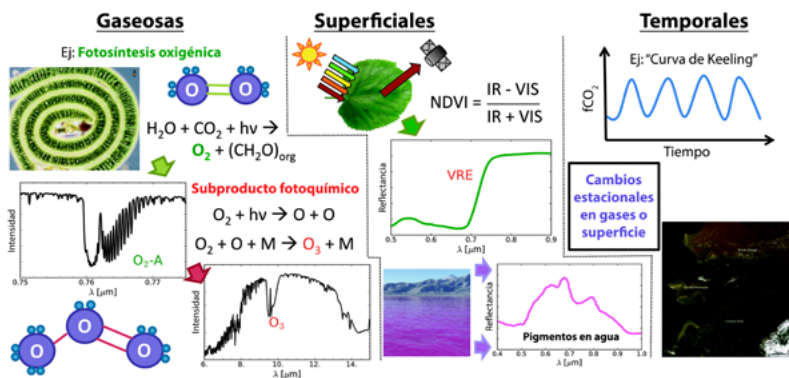


Figura 7. Conjunto de biofirmas: gaseosas (izquierda), características de la superficie (centro) y temporales (derecha). Las biofirmas gaseosas pueden incluir productos metabólicos volátiles, como el O_2 producido por la fotosíntesis oxigénica, y subproductos fotoquímicos, como el ozono (O_3) formado a partir del oxígeno atmosférico. Las biofirmas superficiales pueden incluir el borde rojo de la vegetación (VRE), utilizado para obtener información sobre la vegetación. Finalmente, las biofirmas temporales pueden incluir cambios estacionales en el CO_2 consumido durante la fotosíntesis y liberado a partir del deterioro de materiales orgánicos, y variaciones en el albedo debido al crecimiento y decrecimiento de la vegetación. Crédito: [19].

Así, detectar una biofirma o biomarcador (dos términos que podemos considerar equivalentes) fuera de la Tierra supondría haber encontrado vida, convirtiendo este entorno o lugar en uno de nuestros apreciados objetivos, los mundos habitables. Estas evidencias de vida pueden ser determinadas mediante la caracterización espectral de estos mundos. Sin embargo, esto requiere instrumentos especializados y rigurosas técnicas, como las que utiliza actualmente el telescopio espacial James Webb (hablaremos más detalladamente sobre este telescopio en el capítulo 6).

Toda biofirma que pueda ser detectada mediante las técnicas con las que contamos en la actualidad, y que denominaremos “biofirma potencial” [20], debe ser estudiada de una forma más profunda y exhaustiva, de manera que pueda confirmarse su origen biológico. De hecho, algunos investigadores se han negado a considerar que el término biofirma pueda utilizarse a la ligera indicando que no todas las consideradas actualmente son capaces de confirmar con solidez la existencia de vida. Por ende, una biofirma convincente y clara debería poseer los siguientes atributos: detectabilidad, capacidad de supervivencia y especificidad [21]. La detectabilidad hace referencia a las

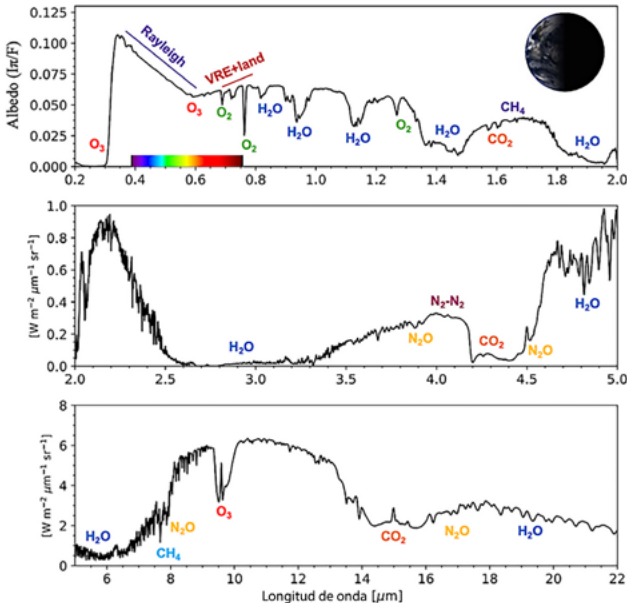


Figura 8. Espectro simulado de la Tierra desde 0.2 a 22 micras mostrando varias bandas espectrales que incluyen biofirmas gaseosas como el O₂, O₃ y CH₄; el borde rojo de vegetación (VRE) superficial; y gases marcadores de la habitabilidad como el H₂O, CO₂ y N₂. Crédito: [19].

propiedades intrínsecas de absorción, dispersión o emisión de la molécula o característica. Una biofirma debe ejercer cierta influencia en la información contenida en la luz que se refleja, emite o transmite a través de la fuente a estudiar. Por ejemplo, la molécula de O_2 presenta una banda de absorción intensa a 0.76 micras que aparece en el espectro de luz reflejada de la Tierra (figura 8). La capacidad de supervivencia, por otra parte, se refiere a la resistencia que la molécula o sustancia pueda presentar ante factores planetarios o astronómicos, como la radiación ultravioleta procedente de la estrella anfitriona. Una biofirma útil debe ser capaz de estar presente a niveles suficientes como para crear un impacto significativo al espectro del planeta. Por último, la especificidad de la biofirma hace referencia a la capacidad de distinción entre fuentes bióticas y abióticas, que dependerá del contexto en el que nos encontremos.

Podemos afirmar entonces que la búsqueda de biofirmas gaseosas supone actualmente el mayor esfuerzo para encontrar vida extraterrestre. Las biofirmas gaseosas (atmosféricas) son moléculas volátiles que pueden ser productos directos de la actividad biológica o productos secundarios originados a partir del procesamiento ambiental de compuestos biogénicos. Esta búsqueda estará limitada a pequeñas moléculas volátiles con posibilidades razonables de poder acumularse en concentraciones mínimamente detectables. Además, ya que las pequeñas moléculas suelen poseer fuentes abióticas, la interpretación como posibles signos de vida va a depender principalmente del contexto y lugar en el que han sido encontradas. Por otra parte, la presencia de estas moléculas en otros entornos, como el medio interestelar, no niega necesariamente su potencial como posibles huellas de actividad biológica.

Las biofirmas gaseosas serán por tanto observadas a través de la luz transmitida, reflejada o emitida por una atmósfera planetaria (figura 8). Estas biofirmas son capaces de interactuar con la luz a partir de su disociación y de transiciones electrónicas o vibracionales que son espectralmente observables. Entre las más importantes y dominantes encontramos el oxígeno molecular (O_2), una de las biofirmas más referenciadas y un producto de la fotosíntesis oxigénica aquí en la Tierra (figura 8). Durante la fotosíntesis, los seres vivos son capaces de convertir energía, carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono (CO_2), y agua, en biomasa orgánica. Este proceso supondría uno de los metabolismos más productivos sobre cualquier planeta orbitando otras estrellas [22]. También encontramos el ozono (O_3), un subproducto fotoquímico del oxígeno atmosférico que es generado en la estratosfera (a aproximadamente 15-50 km de altitud) debido a la fotólisis del O_2 . Las concentraciones de O_3 son altamente sensibles a la intensidad y la distribución de energía

espectral del flujo ultravioleta incidente, por lo que éstas pueden ser muy diferentes si nos encontramos con estrellas anfitrionas que no sean de tipo solar [23].

Por otra parte, la metanogénesis, o formación de metano (CH_4) por seres vivos, ha contribuido a que esta molécula sea considerada una importante biofirma. Es el paso final en la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno). Se trata de un metabolismo microbiano antiguo que ha permanecido en la Tierra desde los orígenes de la vida y que contribuyó en gran medida a la presencia de una atmósfera rica en metano durante el eón Arcaico (hace más de 3500 millones de años; [24]). Por último, y no menos importante, tenemos el óxido nitroso (N_2O). Éste es mayormente producido por la vida en la Tierra debido al metabolismo microbiano del nitrógeno en ambientes terrestres y acuáticos (figura 8). La presencia de estas cuatro biofirmas (coexistiendo o no) en una atmósfera planetaria, en conjunto con otras tantas en menor concentración, podría por tanto indicar que nos encontramos ante mundos potencialmente habitables.

6. El Telescopio Espacial James Webb (JWST) y su extraordinaria capacidad para caracterizar las atmósferas exoplanetarias

El 25 de diciembre de 2021 fue lanzado al espacio el JWST, un gran regalo navideño que haría las delicias de miles de astrónomos alrededor del mundo. Se esperaba que éste fuese capaz de estudiar todas las fases de la historia cósmica, desde los primeros estallidos tras el Big Bang hasta la formación de sistemas planetarios como el nuestro, capaces de albergar vida. Equipado con varios instrumentos para hacer astronomía en el rango de longitudes de onda del infrarrojo, es capaz de obtener imágenes directas a un nivel de detalle sin precedentes y, en el marco que nos acontece, analizar y caracterizar las atmósferas exoplanetarias en busca de marcadores de habitabilidad y/o biofirmas (como las ya mencionadas en el capítulo 5).

Hay varias técnicas que pueden usarse para detectar y caracterizar la composición atmosférica de planetas extrasolares en tránsito. Éstas requieren un conocimiento previo de la órbita del planeta, lo que permite distinguir y separar la luz combinada del planeta y de su brillante estrella anfitriona. Un método muy preciso de sustracción utilizado por JWST y que se ha convertido

en el más utilizado, conocido como espectroscopía de transmisión, puede medir el contenido de una atmósfera. Para ello, se observaría la estrella como tal en primer lugar para obtener su espectro. Posteriormente, habría que esperar a que el exoplaneta pase por delante de ella y así poder medir otro espectro. En este punto concreto, el exoplaneta se encontrará retroiluminado y la luz de la estrella se filtrará a través de la atmósfera llegando hasta el telescopio. La atmósfera del planeta podrá atraer parte de la luz de la estrella y obtendremos algunas absorciones en el espectro. Finalmente, el espectro de la estrella es sustraído y es posible saber qué moléculas están presentes en la atmósfera.

Así, uno de los descubrimientos iniciales en el ámbito de los exoplanetas realizado por JWST fue la primera detección de CO_2 en la atmósfera del Júpiter caliente WASP-39b (figura 9, [25]). Una detección que no había sido posible previamente debido a la limitada cobertura de longitudes de onda de los instrumentos disponibles. Es especialmente interesante porque sirve como indicador de la metalicidad, revelando que WASP-39b posee una alta metalicidad respecto a su estrella anfitriona.

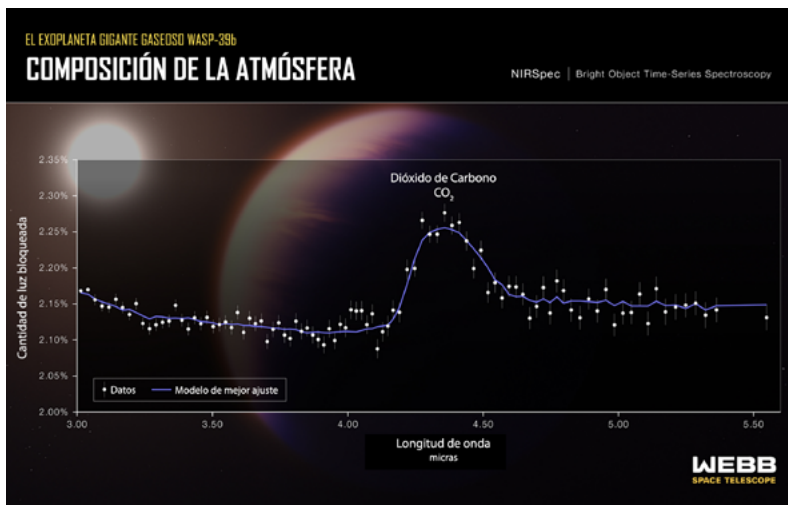


Figura 9. Espectro de transmisión del exoplaneta WASP-39b capturado por el espectrógrafo en el infrarrojo cercano NIRSpec (cubriendo longitudes de onda entre 3 y 5.5 micras), instalado en el JWST, revelando la primera evidencia sólida de la presencia de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera de un planeta que se encuentra fuera de nuestro sistema solar. Crédito: NASA, ESA, CSA y L. Hustak (STScI).

Una molécula que debería ser abundante en atmósferas ricas en hidrógeno es el metano (CH_4). Observaciones previas a JWST incidían en la necesidad de encontrar esta molécula, a lo que los científicos denominaron “el problema de la falta de metano”, pues los planetas más fríos no mostraban signos suficientes de su presencia en datos de telescopios espaciales como el Hubble Space Telescope (HST) o Spitzer. Se esperaba que el metano pudiese estar presente en los espectros de JWST, ya que muestra múltiples bandas de absorción a lo largo del rango entre 1 y 8 micras. Finalmente, el metano fue detectado por JWST en el Júpiter caliente WASP-80b (figura 10, [26]) y en el subneptuno K2-18b [27], en este último caso resolviendo la supuesta detección previa de H_2O con el HST.

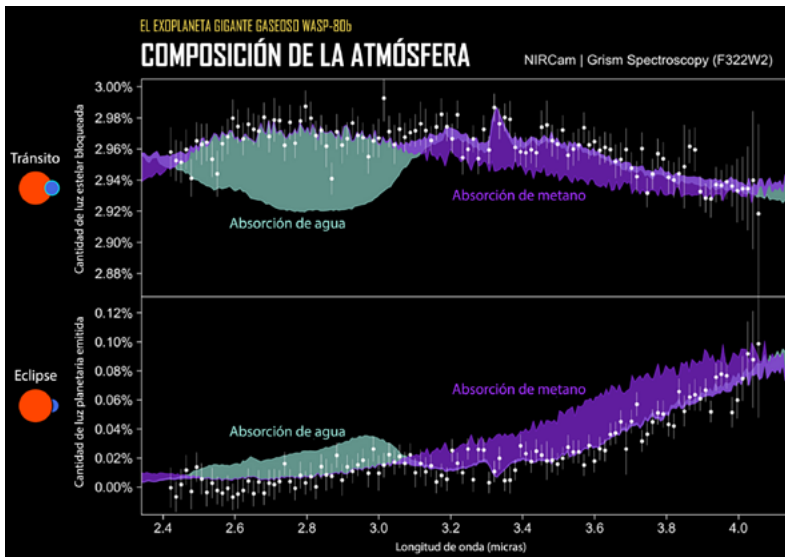


Figura 10. Espectros de tránsito (arriba) y eclipse (abajo) en el exoplaneta WASP-80b capturados por la cámara de infrarrojo cercano NIRCam (cubriendo longitudes de onda entre 2.4 y 4 micras) instalada en el JWST. En ambos espectros se puede observar las absorciones de agua (H_2O) y metano (CH_4), cuyas contribuciones están indicadas en diferente color. Crédito: NASA y Taylor Bell.

Tras estas primeras detecciones más evidentes y necesarias, las caracterizaciones comenzaban a ser más complejas y delicadas. Otro de los objetivos iniciales del JWST dentro del campo de los exoplanetas consiste en realizar algunos reconocimientos a planetas de tipo rocoso como la Tierra y que se encuentran situados alrededor de pequeñas estrellas como las enanas rojas. Este es el caso del sistema TRAPPIST-1, conocido por poseer siete

planetas similares en tamaño, masa, densidad y radiación recibida desde su estrella a nuestros planetas rocosos Venus, Marte y la Tierra en el sistema solar. Estos planetas ya habían sido observados mediante espectroscopía de transmisión por el HST o el telescopio espacial Spitzer, pero ninguna línea espectral atmosférica había podido ser detectada o bien identificada. Así, un equipo internacional de investigadores ha hecho uso del JWST para medir la temperatura del planeta rocoso TRAPPIST-1b, basándose en la emisión térmica del planeta y realizando observaciones de eclipse secundario [28]. Los resultados indican que el lado diurno del planeta muestra una temperatura de aproximadamente 500 K y que el planeta no tiene una atmósfera significativa, siendo la primera medida de este estilo en un exoplaneta tan pequeño y tan frío como nuestros propios planetas. Un paso importante en la determinación de si los planetas orbitando pequeñas estrellas activas pueden sostener atmósferas que serían necesarias para el mantenimiento de la vida.

Otro caso interesante estudiado por el JWST y que ha sido tema de debate es el del exoplaneta WASP-107b, un planeta del tamaño de Neptuno que se encuentra en órbita excéntrica muy cerca de su estrella enana naranja y que parece mostrar una densidad mucho menor, incluso menor que Júpiter o Saturno, así como un cierto “abultamiento” o asimetría atmosférica. En particular, uno de los estudios presenta una combinación de datos pertenecientes a cinco observaciones independientes que han sido realizadas por el HST y el JWST (cubriendo el rango de longitudes de onda entre 0.8 y 12 micras), mostrando un espectro de transmisión que indica la presencia de seis moléculas en su atmósfera: H_2O , CH_4 , CO , CO_2 , SO_2 y NH_3 (figura 11, [29]). Los datos muestran una cantidad de CH_4 sorprendentemente baja, lo que indicaría que el interior del planeta debe ser significativamente más caliente y el núcleo más masivo de lo que se había estimado previamente. Esta alta temperatura se produciría debido al calentamiento por mareas a causa de la órbita no circular del planeta alrededor de su estrella, produciendo el ya mencionado “abultamiento” o asimetría.

Finalmente, cabe mencionar los últimos análisis y la caracterización atmosférica realizada hasta ahora en el subneptuno K2-18b, donde los primeros resultados usando el JWST y los instrumentos NIRISS y NIRSpec, cubriendo el rango de longitudes de onda entre 1 y 5 micras, mostraban la presencia de CH_4 en su atmósfera (figura 12, [27]). Se ha convertido en uno de los exoplanetas más polémicos y controvertidos, siendo un objetivo clave en nuestra búsqueda de mundos habitables. Las primeras detecciones de las moléculas portadoras de carbono CH_4 y CO_2 en un exoplaneta situado en la zona de habitabilidad de su estrella fueron reportadas para K2-18b, al que han clasificado como un mundo hiceánico, es decir, un mundo de agua con una atmósfera dominada por hidrógeno molecular (H_2). El par CH_4 - CO_2 ha sido catalogado como una indicación robusta de biofirma en planetas terrestres. Sin embargo, aún no se sabe si puede ser igualmente

válida en mundos hieciánicos como éste. Curiosamente, estas primeras observaciones haciendo uso del JWST también proporcionaron una evidencia tentativa de la presencia de sulfuro de dimetilo (DMS) en K2-18b, un gas que aquí en la Tierra es producido principalmente por vida microbiana como el fitoplancton marino y que, en principio, podría considerarse una posible biofirma. Siguiendo estas detecciones, nuevas observaciones de K2-18b han sido llevadas a cabo utilizando el JWST con el instrumento MIRI y cubriendo un rango diferente de longitudes de onda, entre 6 y 12 micras (figura 12, [30]). Evidencias más significativas de DMS y/o disulfuro de dimetilo (DMDS), con un origen terrestre similar, aparecen en este rango. No obstante, el origen biológico de estas moléculas y su presencia en K2-18b es aún tema de estudio. De hecho, gracias a unas observaciones muy recientes llevadas a cabo con los radiotelescopios de 30-m de Pico Veleta y de 40-m del Observatorio de Yebes, se ha detectado DMS en una nube molecular (G+0.693-0.027) cercana al centro galáctico [31], lo que demuestra que estas moléculas pueden formarse abióticamente de forma eficiente y no son tan buen biomarcador como se pensó en un principio.

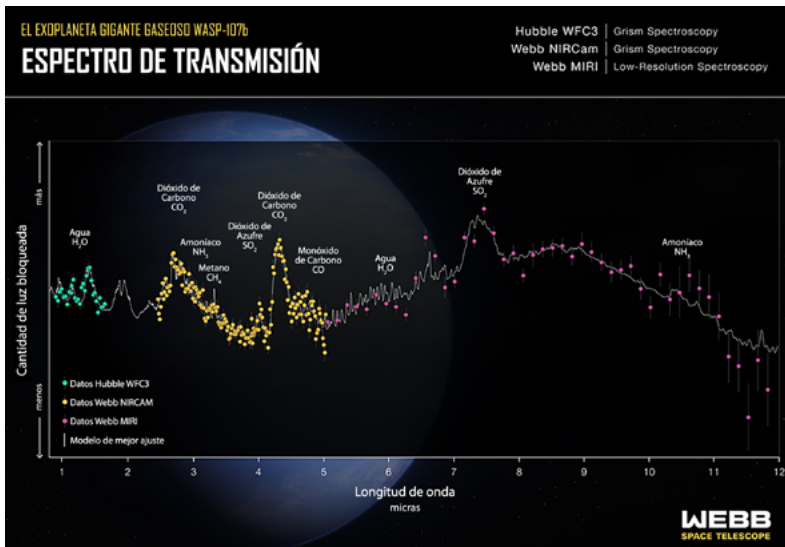


Figura 11. Espectro de transmisión del exoplaneta WASP-107b capturado usando tres instrumentos diferentes: la cámara WFC3 instalada en el HST (en verde), la cámara NIRCAM (en naranja) y el espectrómetro de MIRI (en rosa), ambos instalados en el JWST. El espectro muestra líneas espectrales de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), dióxido de azufre (SO₂) y amoníaco (NH₃) en la atmósfera del exoplaneta, permitiendo a los científicos estimar la temperatura interna y la masa del núcleo. Crédito: NASA, ESA, CSA y R. Crawford (STScI).

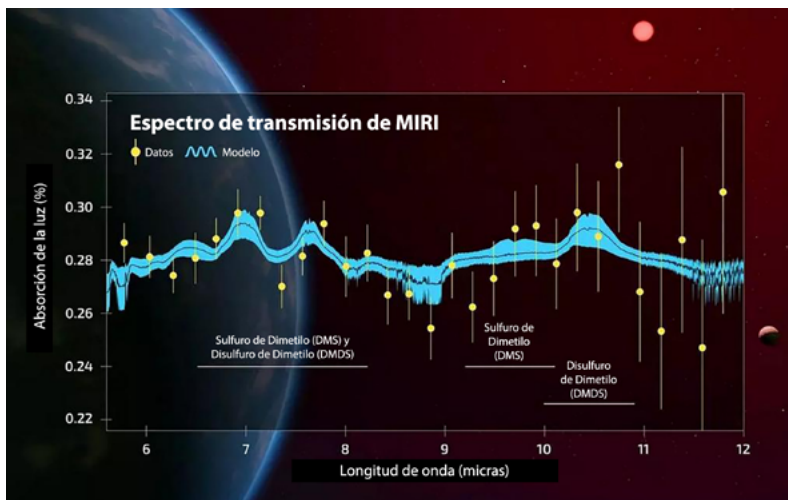
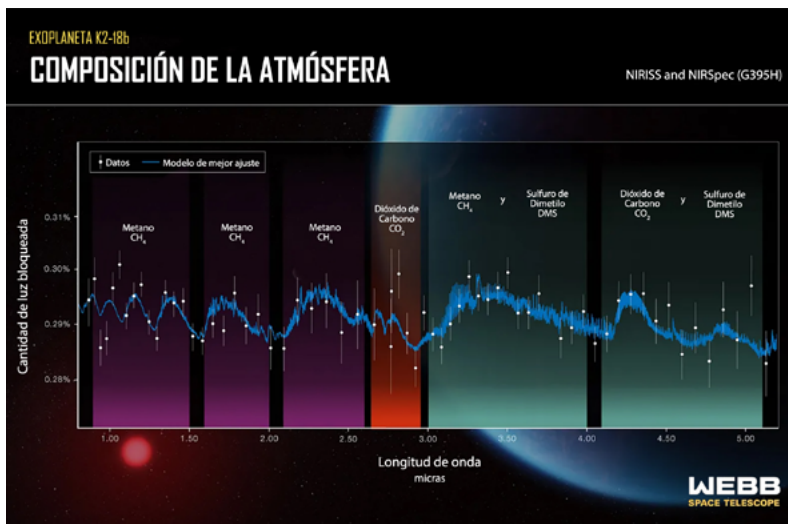


Figura 12.

(1) Espectro de K2-18b entre 1 y 5 micras, capturado por los instrumentos NIRISS y NIRSpec a bordo del JWST, mostrando bandas espectrales de CH_4 y CO_2 en su atmósfera, así como la posible detección tentativa de sulfuro de dimetilo (DMS).

(2) Espectro de K2-18b entre 6 y 12 micras, capturado por el instrumento MIRI a bordo del JWST, mostrando bandas de DMS y/o disulfuro de dimetilo (DMDS). Crédito: NASA, ESA, CSA, R. Crawford (STScI) y N. Madhusudhan (Cambridge University).

7. ¿Es la Tierra tan extraña y especial?

Hemos llegado a un punto en el que las incógnitas sobre la existencia de planetas similares al nuestro parecen resolverse y a la vez acumularse, volviendo siempre a una de las cuestiones más importantes que el ser humano ha podido generar: ¿Estamos solos en el universo? Ya el filósofo griego Epicuro de Samos en el siglo IV antes de nuestra era decía: “Hay un número infinito de mundos, algunos como éste, otros diferentes”. La existencia de otros planetas que puedan estar habitados es una idea que ha fascinado al hombre y que ha prevalecido a lo largo de la historia, siendo reformulada, exagerada y muchas veces tratada desde el conocimiento tan limitado del que se disponía. Como se comentó al principio, la primera detección de un planeta extrasolar se produjo en 1992 [1] y desde entonces se han seguido detectando muchos más. Sin embargo, seguimos sin saber si alguno de estos planetas puede ser habitable y contener seres vivos, una duda que también sigue presente en algunos cuerpos de nuestro propio sistema solar. A día de hoy, año 2025, seguimos estando solos, a pesar de los numerosos escándalos, ruidos innecesarios y debates que de vez en cuando se propagan por la comunidad.

A la hora de buscar vida teniendo en cuenta lo que ya conocemos, hay que determinar cuáles de estos planetas, que deben encontrarse en la zona de habitabilidad de sus sistemas planetarios, son rocosos y potencialmente habitables. En este respecto, habrá que tener en cuenta otros factores del sistema, como la edad, luminosidad y estabilidad de la estrella anfitriona. Y posteriormente, se decidirá si alguno de ellos es realmente habitable, albergando cualquier tipo de vida que pueda originarse y desarrollarse. Así, ha podido llevarse a cabo, desde el año 2003, el Catálogo de Exoplanetas Habitables (HEC) en el Laboratorio de Habitabilidad Planetaria de la Universidad de Puerto Rico en Arecibo. Un catálogo que ha pasado a denominarse Catálogo de Mundos Habitables (HWC; [32]) en enero de 2024, con el propósito de ser más inclusivo y abarcar no solo exoplanetas, sino también lunas y otros objetos del sistema solar que pudiesen albergar vida. Los criterios que se han seguido para encontrar estrellas con cuerpos habitables son los siguientes: i) debe tener una antigüedad de al menos 3000 millones de años, siguiendo un proceso similar al de nuestro planeta; ii) no debe ser variable ni presentar fulguraciones que puedan acabar con la vida; iii) su metalicidad debe ser alta para haber permitido la formación de planetas rocosos de tipo terrestre; y iv) debe poseer una zona habitable estable en torno a ella. De esta manera, un planeta o un cuerpo que gire a su alrededor será habitable si: i) se encuentra en la zona de habitabilidad; ii) su densidad indica que es rocoso; y iii) posee una atmósfera estable y relativamente compacta.

A 21 de marzo de 2024, el catálogo enumera hasta 70 mundos potencialmente habitables de entre los casi 6000 exoplanetas conocidos (figura 13, [32]). De estos 70 planetas, 29 tienen mayor probabilidad de ser rocosos y contener agua líquida superficial (muestra conservadora). Los otros 41 pueden ser mundos de agua (como los mundos hiceánicos de los que hablamos en el capítulo 6) o minineptunos, con menos posibilidades de presentar condiciones óptimas para ser habitables (muestra optimista). Entre estos exoplanetas, encontramos algunos descubiertos por el telescopio espacial Kepler, como Kepler-62f (IST de 0.68; figura 13, [32]), Kepler-186f (IST de 0.61) y Kepler-442b (IST de 0.84). Uno de los casos que más atención recibió por parte de la comunidad fue el del exoplaneta Kepler-186f, un 20% mayor que nuestra Tierra y que orbita en la zona de habitabilidad de una enana roja formada hace unos 4000 millones de años, la cual aloja otros 4 planetas a su alrededor.

Si hay un exoplaneta que debemos mencionar y priorizar en esta búsqueda de mundos habitables, ese es Próxima Centauri b (también conocido como Próxima b; figura 13), pues se encuentra a tan solo 4.2 años luz de nosotros y orbita en torno a la estrella más cercana al Sol, la enana roja Próxima Centauri. Tiene un IST de 0.86 [32] y fue descubierto por el método de velocidad radial utilizando el instrumento HARPS y el espectrógrafo UVES en el VLT, con su correspondiente publicación en la revista Nature el 24 de agosto de 2016 [33]. Su estrella, con masa y luminosidad en torno al 12% y 0.15% de la solar, respectivamente, forma parte del sistema triple Alpha Centauri, junto con Alpha Centauri A y Alpha Centauri B, en la constelación de Centauro. Lo interesante de Próxima Centauri como enana roja es que le queda una vida muchísimo más larga que al Sol, lo que haría que se mantuviese en las mismas condiciones actuales cuando la Tierra haya evolucionado y no sea como la conocemos hoy en día, permitiendo que Próxima b sea un lugar clave para una posible colonización y búsqueda de un nuevo hogar. Además, este exoplaneta presenta una rotación síncrona, mostrando siempre el mismo lado a su estrella, por lo que un día y un año duran lo mismo, unos 11.2 días terrestres. La franja donde termina la luz y comienza la sombra se denomina “terminador” y podría ser muy acogedora para la vida. Sin embargo, aún se desconocen muchas características de este planeta, como la composición de su atmósfera o si realmente posee agua líquida en la superficie, convirtiéndolo en un objetivo potencial para telescopios espaciales como el JWST, con su correspondiente caracterización atmosférica y búsqueda de biofirmas.

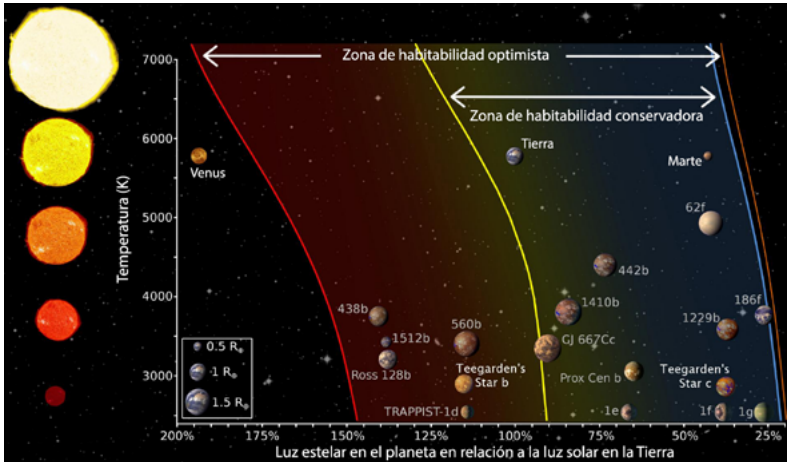
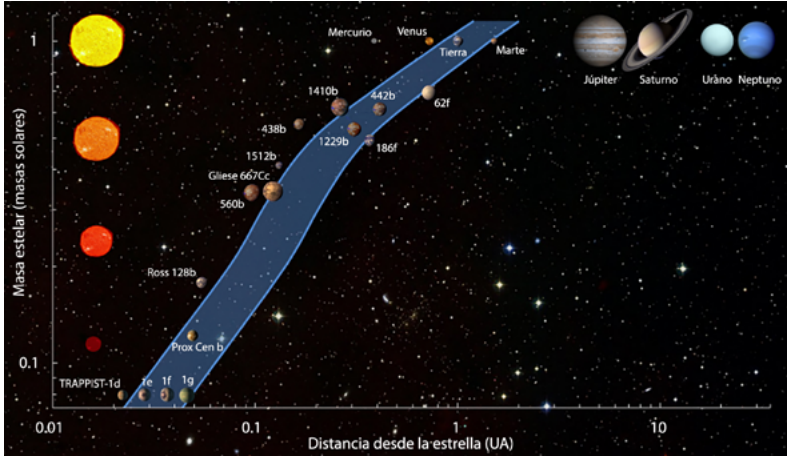


Figura 13.

(1) Esquema de la zona de habitabilidad canónica para planetas terrestres alrededor de estrellas de secuencia principal. Los bordes interno y externo de la zona de habitabilidad (en azul) corresponden al límite húmedo y máximo de efecto invernadero, respectivamente.

(2) Esquema que muestra la zona de habitabilidad de las estrellas dependiendo de su temperatura. Los planetas del sistema solar y varios exoplanetas (algunos incluidos en las muestras conservadora y optimista del HWC) son mostrados en ambos esquemas como referencia.

Crédito: Chester Harman.

Entre los descubrimientos más impactantes en nuestra búsqueda de mundos potencialmente habitables encontramos otra enana roja que ya hemos mencionado, la del sistema TRAPPIST-1 (figura 13, [32]), formado por siete planetas rocosos. Fue descubierto en 2016 por el telescopio TRAPPIST (Observatorio de La Silla, Chile; [34]), en colaboración con otros Observatorios, y todos tienen un tamaño similar a la Tierra, con órbitas muy comprimidas y más cerca de su estrella que Mercurio de nuestro Sol. Sus tres planetas centrales, TRAPPIST-1e (IST de 0.85; [32]), TRAPPIST-1f (IST de 0.68) y TRAPPIST-1g (IST de 0.58), se encuentran en la zona de habitabilidad del sistema (figura 13) y reciben una energía equivalente a la que reciben nuestros planetas rocosos, con gran posibilidad de contener agua líquida en la superficie. Algunas estimaciones indican que aproximadamente el 5% de la masa de TRAPPIST-1f y TRAPPIST-1g es agua en estado líquido, una cantidad muy superior a la de nuestro planeta. Este sistema es a día de hoy uno de los que más planetas extrasolares tiene y uno de los pocos que parece alojar tres situados en la zona de habitabilidad. Además, parece ser un sistema ideal para la detección de tecnofirmas, huellas de una posible civilización avanzada.

Los dos exoplanetas con los IST más elevados incluidos en el HWC son Teegarden b y TOI 700 d, de 0.97 y 0.94, respectivamente (figura 13, [32]). Es decir, estaríamos ante dos posibles gemelos de nuestra Tierra, con tamaños, densidades, velocidades de escape y temperaturas superficiales muy similares. Teegarden b es un exoplaneta habitable descubierto en 2019 [35] que orbita una enana roja aparentemente tranquila y cercana a nosotros, a 12 años luz, en la constelación de Aries. Se trata de un planeta rocoso que podría tener una estructura interna equivalente a la nuestra y que parece ser muy adecuado para mantener una vida similar a la que conocemos. De hecho, la estrella Teegarden es mucho más antigua que nuestro Sol, por lo que la vida habría tenido tiempo suficiente para desarrollarse y evolucionar. Algunos autores de ciencia ficción han sido capaces de recrear el posible hallazgo, mediante expediciones científicas tripuladas, de múltiples especies en este planeta, incluyendo las características geográficas y climáticas, e incluso cómo influirían éstas en la biología superficial. El exoplaneta TOI 700 d, por otra parte, fue descubierto por TESS en 2020 [15], siendo parte de un sistema formado por tres exoplanetas que giran alrededor de una enana roja situada a 101 años luz, en la constelación de Dorado. TOI 700 d es el primer planeta habitable descubierto por TESS, recibiendo un 86% de la energía que nos llega a nosotros del Sol y permitiendo la existencia de agua líquida superficial. Desde su detección, se han desarrollado multitud de modelos climáticos, de dinámica y composición atmosférica, los cuales servirán como guía para futuras observaciones.

Dentro de la muestra conservadora del HWC también encontramos el exoplaneta Ross 128 b [32], descubierto en 2017 [36] y que orbita otra enana roja a 11 años luz de nosotros, convirtiéndose en uno de los exoplanetas conocidos más cercanos al sistema solar. Un planeta con un IST de 0.86 que resulta realmente tentador porque su estrella presenta mucha menos actividad que la de Próxima Centauri ó TRAPPIST-1. Además, su masa es de aproximadamente 1.3 veces la de la Tierra.

Finalmente, debemos hablar nuevamente del subneptuno K2-18b, incluido en la muestra optimista del HWC y con un IST de 0.70 [32]. Este exoplaneta, orbitando también una enana roja, ha sido motivo de especulaciones y debate en los últimos años, pues los espectros del magnífico JWST han podido arrojar indicios de un posible planeta hiceánico que además podría ser habitable [27]. Sin embargo, aún quedan demasiadas dudas en torno a él, y las similitudes o diferencias con respecto a nuestro propio planeta siguen siendo bastante inciertas. Un planeta con una masa y un radio que son 8.6 y 2.6 veces mayor que los terrestres, respectivamente, que algunos han catalogado como supertierra y que además parece presentar algunas bandas de DMS y DMDS [30] haciendo cuestionar lo que algunos definen como la evidencia más robusta de vida encontrada hasta el momento. Lo cierto es que este exoplaneta será un objetivo necesario e indiscutible para la ciencia de los exoplanetas y la búsqueda de mundos habitables en los próximos años, y ayudará a desvelar si las condiciones tan excepcionales que poseemos pueden darse en otro tipo de planetas, con diferentes masas y tamaños, e incluso orbitando estrellas muy diferentes al Sol.

El Observatorio de Mundos Habitables (HWO) y el Gran Interferómetro para Exoplanetas (LIFE), misiones aún en desarrollo, serán capaces de estudiar y analizar todos estos mundos potencialmente habitables con el objetivo de acercarnos cada vez más a la existencia de vida más allá de nuestras fronteras y a la respuesta que todos hemos estado esperando. Quién sabe, quizás el “no estamos solos” se encuentra a la vuelta de la esquina.

8. Referencias

- [1] WOLSZCZAN, A. & FRAIL, D. A. (1992). A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257+12. *Nature* volume 355, pages 145–147.
- [2] MAYOR, M. & QUELOZ, D. (1995). A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature* volume 378, pages 355–359.

- [3] UDRY, S. et al. (2007). The HARPS search for southern extra-solar planets. XI. Super-Earths (5 and 8 M_{\oplus}) in a 3-planet system. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 469, Issue 3, pp. L43-L47.
- [4] MARTINS, J. H. C. et al. (2015). Evidence for a spectroscopic direct detection of reflected light from 51 Pegasi b. *Astronomy & Astrophysics*, Volume 576, id. A134, 9 pp.
- [5] CHAUVIN, G. et al. (2004). A giant planet candidate near a young brown dwarf. Direct VLT/NACO observations using IR wavefront sensing. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 425, pp. L29-L32.
- [6] UDALSKI, A. et al. (2002). The Optical Gravitational Lensing Experiment. Search for Planetary and Low-Luminosity Object Transits in the Galactic Disk. Results of 2001 Campaign – Supplement. *Acta Astronomica*, Volume 52, pp. 115-128.
- [7] KONACKI, M. et al. (2003). An extrasolar planet that transits the disk of its parent star. *Nature*, Volume 421, Issue 6922, pp. 507-509.
- [8] BOND, I. A. et al. (2004). OGLE 2003-BLG-235/MOA 2003-BLG-53: A Planetary Microlensing Event. *The Astrophysical Journal*, Volume 606, Issue 2, pp. L155-L158.
- [9] PRAVDO, S. H. & SHAKLAN, S. B. (2009). An ultracool Star's Candidate Planet. *The Astrophysical Journal*, Volume 700, Issue 1, pp. 623-632.
- [10] BARGE, P. et al. (2008). Transiting exoplanets from the CoRoT space mission. I. CoRoT-Exo-1b: a low-density short-period planet around a G0V star. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 482, Issue 3, pp. L17-L20.
- [11] LÉGER, A. et al. (2009). Transiting exoplanets from the CoRoT space mission. VIII. CoRoT-7b: the first super-Earth with measured radius. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 506, Issue 1, pp. 287-302.
- [12] TEACHEY, A. et al. (2018). HEK. VI. On the Dearth of Galilean Analogs in Kepler, and the Exomoon Candidate Kepler-1625b I. *The Astronomical Journal*, Volume 155, Issue 1, id. 36, 20 pp.
- [13] OROSZ, J. A. et al. (2012). Kepler-47: A Transiting Circumbinary Multiplanet System. *Science*, Volume 337, Issue 6101, pp. 1511-1514.
- [14] FRESSIN, F. et al. (2012). Two Earth-sized planets orbiting Kepler-20. *Nature*, Volume 482, Issue 7384, pp. 195-198.
- [15] GILBERT, E. A. et al. (2020). The First Habitable-zone Earth-sized Planet from TESS. I. Validation of the TOI-700 System. *The Astronomical Journal*, Volume 160, Issue 3, id. 116.

- [16] LUQUE, R. et al. (2023). A resonant sextuplet of sub-Neptunes transiting the bright star HD 110067. *Nature*, Volume 623, Issue 7989, pp. 932-937.
- [17] GALLET, F. et al. (2016). Host Star Evolution for Planet Habitability. *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, Volume 46, Issue 4, pp. 395-401.
- [18] SCHULZE-MAKUCH, D. et al. (2011). A Two-Tiered Approach to Assessing the Habitability of Exoplanets. *Astrobiology*, Volume 11, issue 10, pp. 1041-1052.
- [19] SCHWIETERMAN, E. W. & LEUNG, M. (2024). An Overview of Exoplanet Biosignatures. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, Volume 90, issue 1, pp. 465-514.
- [20] MEADOWS, V. et al. (2022). Community Report from the Biosignatures Standards of Evidence Workshop. eprint arXiv:2210.14293.
- [21] MEADOWS, V. S. (2017). Reflections on O₂ as a Biosignature in Exoplanetary Atmospheres. *Astrobiology*, Volume 17, Issue 10, pp. 1022-1052.
- [22] KIANG, N. Y. et al. (2007). Spectral Signatures of Photosynthesis. II. Coevolution with Other Stars And The Atmosphere on Extrasolar Worlds. *Astrobiology*, Volume 7, Issue 1, pp. 252-274.
- [23] SEGURA, A. et al. (2003). Ozone Concentrations and Ultraviolet Fluxes on Earth-Like Planets Around Other Stars. *Astrobiology*, Volume 3, Issue 4, pp. 689-708.
- [24] UENO, Y. et al. (2006). Evidence from fluid inclusions for microbial methanogenesis in the early Archaean era. *Nature*, Volume 440, Issue 7083, pp. 516-519.
- [25] ALDERSON, L. et al. (2023). Early Release Science of the exoplanet WASP-39b with JWST NIRSpec G395H. *Nature*, Volume 614, Issue 7949, pp. 664-669.
- [26] BELL, T. J. et al. (2023). Methane throughout the atmosphere of the warm exoplanet WASP-80b. *Nature*, Volume 623, Issue 7988, pp. 709-712.
- [27] MADHUSUDHAN, N. et al. (2023). Carbon-bearing Molecules in a Possible Hycean Atmosphere. *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 956, Issue 1, id. L13.
- [28] GREENE, T. P. et al. (2023). Thermal emission from the Earth-sized exoplanet TRAPPIST-1 b using JWST. *Nature*, Volume 618, Issue 7963, pp. 39-42.
- [29] WELBANKS, L. et al. (2024). A high internal heat flux and large core in a warm Neptune exoplanet. *Nature*, Volume 630, Issue 8018, pp. 836-840.
- [30] MADHUSUDHAN, N. et al. (2025). New Constraints on DMS and DMDS in the Atmosphere of K2-18 b from JWST

MIRI. *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 983, Issue 2, id. L40.

- [31] SANZ-NOVO, M. et al. (2025). On the Abiotic Origin of Dimethyl Sulfide: Discovery of Dimethyl Sulfide in the Interstellar Medium. *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 980, Issue 2, id. L37.
- [32] PHL @ UPR Arecibo (2025, 07 03). The Habitable Worlds Catalog (HWC). <http://phl.upr.edu/hwc>
- [33] ANGLADA-ESCUDE, G. et al. (2016). A terrestrial planet candidate in a temperate orbit around Proxima Centauri. *Nature*, Volume 536, Issue 7617, pp. 437-440.
- [34] GILLON, M. et al. (2016). Temperate Earth-sized planets transiting a nearby ultracool dwarf star. *Nature*, Volume 533, Issue 7602, pp. 221-224.
- [35] ZECHMEISTER, M. et al. (2019). The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Two temperate Earth-mass planet candidates around Teegarden's Star. *Astronomy & Astrophysics*, Volume 627, id. A49.
- [36] BONFILS, X. et al. (2018). A temperate exo-Earth around a quiet M dwarf at 3.4 parsec. *Astronomy & Astrophysics*, Volume 613, id. A25.

Datos astronómicos

Constantes físicas y astronómicas

Constantes fundamentales usuales

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	$6,67408 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
constante de Planck	h	$6,6260696 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
constante de Boltzmann	k	$1,380649 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
número de Avogadro	N_A	$6,0221413 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
constante de los gases ideales	R	$8,314462 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Constantes atómicas y espectroscópicas

cantidad	símbolo	valor
masa del electrón en reposo	m_e	$5,485799095 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
masa del protón en reposo	m_p	$1,007276467 \text{ u}$
masa del neutrón en reposo	m_n	$1,008664916 \text{ u}$
masa del muon en reposo	m_μ	$0,113428927 \text{ u}$
momento magnético del electrón	μ_e	$-9,2847643 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
momento magnético del protón	μ_p	$1,41060674 \cdot 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
momento magnético del muón	μ_μ	$-4,4904481 \cdot 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
magnetón de Bohr	μ_B	$9,2740097 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
magnetón nuclear	μ_N	$5,0507835 \cdot 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
constante de estructura fina	α	$7,29735257 \cdot 10^{-3}$
constante de Rydberg	R_∞	$1,097373156854 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
radio de Bohr	a_0	$0,5291772109 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
longitud de onda Compton del electrón	λ_c	$2,426310239 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
(unidad de masa atómica unificada	u	$1,66053892 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Constantes cosmológicas

cantidad	símbolo	valor
constante de Hubble	H_0	$69 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
distancia de Hubble	c/H_0	4400 Mpc
edad del Universo	t_0	$1,38 \cdot 10^{10} \text{ años}$
edad del desacoplamiento	t_{dec}	380000 años
densidad crítica	ρ_c	$8,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg m}^{-3}$
densidad de bariones	Ω_b	$0,049$
densidad total de materia	Ω_m	$0,309$
constante cosmológica	Ω_Λ	$0,691$
temperatura del fondo cósmico de microondas (CMB)	T_0	$2,725 \text{ K}$
velocidad del Sol respecto del CMB		370 km s^{-1}

($1 \text{ pc} = 3,085678 \cdot 10^{16} \text{ m}$, $1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pc} = 3,085678 \cdot 10^{22} \text{ m}$)

Constantes electromagnéticas y radiativas

cantidad	símbolo	valor
carga elemental	e	$1,60217656 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
constante de Faraday	F	$9,6485336 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5,67037 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
primera constante de radiación	$2\pi hc^2$	$3,7417715 \cdot 10^{-16} \text{ W m}^2$
segunda constante de radiación	hc/k	$1,438777 \cdot 10^{-2} \text{ m K}$

Constantes astronómicas

cantidad	símbolo	valor
unidad astronómica	ua	149597870700 m
masa de la Tierra	\mathcal{M}_{\oplus}	$5,972410^{24} \text{ kg}$
radio ecuatorial de la Tierra	\mathcal{R}_{\oplus}	$6,3781366 \cdot 10^6 \text{ m}$
masa solar	\mathcal{M}_{\odot}	$1,988547 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
radio solar	\mathcal{R}_{\odot}	$6,9566 \cdot 10^8 \text{ m}$
luminosidad solar absoluta	L_{\odot}	$3,828 \cdot 10^{26} \text{ W}$
temperatura solar efectiva	T_{\odot}	5772 K
constantes gravitacionales:		
Sol	$G\mathcal{M}_{\odot}$	$1,3271244 \cdot 10^{20} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
Tierra	$G\mathcal{M}_{\oplus}$	$3,9860044 \cdot 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
Luna	$G\mathcal{M}_{\text{L}}$	$4,9028001 \cdot 10^{12} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$
de Gauss	k	$0,01720209895$
razón de masa lunar a terrestre	μ_{L}	$0,0123000371$

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 $6,62606957 \cdot 10^{-34}$, con una incertidumbre de $0,00000029 \cdot 10^{-34}$, el valor que figurará en la tabla será $6,6260696 \cdot 10^{-34}$, siendo incierta la última cifra dada.

Factores de conversión de interés práctico

1 año luz	$= 0,9461 \cdot 10^{16} \text{ m} = 0,3066 \text{ pársecs} = 63241 \text{ ua}$
1 día luz	$= 173,145 \text{ ua}$
1 hora luz	$\approx 7,21 \text{ ua}$
c	$= 300 \text{ MHz m} = 300 \text{ GHz mm} = 300 \text{ THz } \mu\text{m}$
1 km s ⁻¹	$\approx 1 \text{ pc} / \text{millón de años}$
1 ua / año	$= 4,740470 \text{ km s}^{-1}$
1 ua / día	$= 1731,457 \text{ km s}^{-1}$
$\mathcal{M}_{\odot} / L_{\odot}$	$\approx 0,52 \text{ s3 cm}^{-2}$ (unidades cgs) $\approx 5200 \text{ kg W}^{-1}$ (unidades SI)
1 $\mathcal{M}_{\odot} \text{ pc}^{-3}$	$\approx 40 \text{ átomos de H por cm}^3$
1 Jy (Jansky)	$= 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1} = 10^{-23} \text{ erg cm}^{-2}$

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:

$$\frac{B_1}{B_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$$

$$m_1 - m_2 = 2,5 \log \left(\frac{B_2}{B_1} \right)$$

diferencia de magnitudes $m_1 - m_2$	razón de brillos B_2/B_1
0,1	1,10
0,2	1,20
0,3	1,32
0,4	1,45
0,5	1,58
0,6	1,74
0,7	1,91
0,8	2,09
0,9	2,29
1,0	2,51
2,0	6,31
3,0	15,85
4,0	39,81
5,0	100,00
6,0	251,19
7,0	631
8,0	1585

razón de brillos B_2/B_1	diferencia de magnitudes $m_1 - m_2$
2	0,75
3	1,19
4	1,51
5	1,75
10	2,50
15	2,94
20	3,25
25	3,49
30	3,69
35	3,86
40	4,01
50	4,25
60	4,45
70	4,61
80	4,76
90	4,89
100	5,00

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

Estos prefijos han sido establecidos por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) en cuatro resoluciones adoptadas entre 1960 y 1991.

Equivalencias de distancias

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

Tabla de equivalencias para distancias en el sistema solar

paralaje ecuatorial	tiempo luz (^h ^m ^s)	distancia		
		en ua	en R_{\odot}	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

La unidad astronómica (ua) por definición es igual a 149 597 870,700 km.

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.

Interpolación directa

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:

$$\begin{array}{l} T_{-2} V_{-2} \\ T_{-1} V_{-1} \\ T_0 V_0 \\ T_1 V_1 \\ T_2 V_2 \end{array}$$

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 (2º 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 (3º 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 (4º 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 3^h TU del día 23 de enero de 2026. De la tabla correspondiente al mes obtenemos los valores:

T_{-2} :	21 de enero	$V_{-2} = 21^{\text{h}}93122$
T_{-1} :	22 de enero	$V_{-1} = 22^{\text{h}}72678$
T_0 :	23 de enero	$V_0 = 23^{\text{h}}51108$
T_1 :	24 de enero	$V_1 = 24^{\text{h}}30158$
T_2 :	25 de enero	$V_2 = 25^{\text{h}}11811$

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 ($0^{\text{s}}1 = 0^{\text{h}}00003$). 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: $p = 3^h 0^m / 24^h = 0,12500$. Siguiendo los pasos anteriores, obtenemos los siguientes valores:

$$V = V_0 + \frac{p}{2} (V_1 - V_{-1}) = 23,60951$$

Dado que $|V_1 - 2V_0 + V_{-1}| = 0,00619 \geq 0,00003$, añadimos otro término:

$$V = 23,60951 + \frac{p^2}{2} (V_1 - 2V_0 + V_{-1}) = 23,60956$$

Dado que $|V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2}|/30 = 0,00124 \geq 0,00003$, añadimos otro término:

$$V = 23,60956 + \frac{p(p^2-1)}{12} (V_2 - 2V_1 + 2V_{-1} - V_{-2}) = 23,60917$$

Dado que $|V_2 - 4V_1 + 6V_0 - 4V_{-1} + V_{-2}|/100 = 0,00002 \leq 0,00003$, no hace falta añadir ningún término más, resultando:

$$V = 23^h 36^m 33^s,0$$

El valor que se obtiene a partir de las efemérides del JPL es: $23^h 36^m 33^s$, 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 día 23 de enero de 2026 la ascensión recta de la Luna es exactamente $0^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}$. Ello corresponde a determinar el instante T para el que, en la notación anterior, $V = 24,0000$.

Primera iteración:

$$p = 2 \frac{V - V_0}{V_1 - V_{-1}} = 0,6209$$

instante al que le corresponde un valor calculado:

$$V_{calc} = 24,00001$$

La corrección a aplicar a p es:

$$\Delta p = 2 \frac{V - V_{calc}}{V_1 - V_{-1}} = 0,00001$$

Valor que consideramos suficientemente aproximado, pues su discrepancia con el valor buscado es menor o similar a $0^{\text{s}},1 \approx 0^{\text{h}},00004$. El instante de tiempo buscado es:

$$T = T_0 + p (T_1 - T_0) = 0^{\text{h}} + 0,6209 \times 24^{\text{h}} = 14^{\text{h}}902$$

o sea, las $14^{\text{h}}54^{\text{m}},1$ del día 23 de enero de 2026. El instante calculado a partir de las efemérides es: $14^{\text{h}}54^{\text{m}},3$.

Eventos en el Observatorio



El 19 de febrero de 2025 tuvo lugar en el Real Observatorio el lanzamiento exclusivo del Geospatial World Forum que se celebró en Madrid en el mes de abril. Además de una nutrida representación del IGN y del CNIG, participaron representantes de numerosas instituciones y empresas del sector geoespacial. Tras anunciar los objetivos del evento, los participantes disfrutaron de una visita a nuestras instalaciones.



El 29 de marzo de 2025, un eclipse parcial de Sol fue visible desde España y el Real Observatorio Astronómico de Madrid organizó una actividad especial con motivo de este evento. Se impartieron varias charlas breves de introducción al fenómeno de los eclipses y se llevaron a cabo observaciones del Sol con distintos telescopios y métodos de proyección. El evento tuvo una muy buena acogida de público, con casi un centenar de asistentes.



En julio de 2025, el Gobierno aprobó la creación de una Comisión Interministerial para organizar y coordinar las actuaciones relacionadas con el trío de eclipses que será visible desde España entre 2026 y 2028. Formada por representantes de 13 ministerios, el Observatorio acogió la reunión constitutiva de esta Comisión Interministerial. Tras la reunión, los asistentes pudieron participar en una observación solar con sendos telescopios y una visita guiada a nuestras instalaciones.



Actuación de Russian Red en el marco de un evento veraniego.



Durante 2025, se han llevado a cabo trabajos de reparación y puesta a punto de la cúpula central del edificio Gran Ecuatorial, que alberga un telescopio refractor Grubb. La reparación ha sido realizada por expertos de la Fundación AstroHita. Tras esta intervención, la cúpula de este edificio histórico del siglo XIX vuelve a brillar en todo su esplendor con uno de los telescopios más importantes de la historia reciente del Observatorio.

Índice alfabético de materias

Índice

A

Aberración

anual, 158

Achatamiento

de la Tierra, 139

de los planetas, 237

Acimut

de la estrella Polar, 362

Albedo

de satélites naturales, 270

geométrico y de Bond, 236

Año

duración, 158, 171

duración del año juliano, 116

duración media de distintos

tipos de años, 115

Asteroides

cercanos a la Tierra, 301

datos físicos, 299

datos fotométricos, 299

efemérides, 302

elementos orbitales, 298

magnitud, V, 300

número, 298

oposición, 301

rotación, 299

Atmósfera terrestre

composición, 147

estructura, 145

refracción atmosférica, 147

C

Calendario

católico, 124

domingo de Pascua, 125

escritura numérica de fechas,

120

explicación general, 120

gregoriano, 124

hebreo, 129

juliano, 126

musulmán, 127

perpetuo, 131

reforma gregoriana, 124

Ceres

datos fotométricos, 291

descubrimiento, 292

efemérides, 293

elementos orbitales, 290

masa, tamaño, 291

traslación, 291

Cometas

de corto periodo, 314

de largo periodo, 313

elementos orbitales, 313

que pasan por el perihelio

este año, 312

Composición

abundancia solar de

elementos químicos,

174

atmósfera terrestre, 147

moléculas en el medio

interestelar, 389

Constantes

astronómicas, 459

astronómicas para J2000,

174

atómicas y espectroscópicas,

458

cosmológicas, 458

electromagnéticas, 459

equivalencias útiles, 233,

463

factores de conversión, 459

fundamentales, 458

prefijos del SI, 460

Constelaciones

del cielo mes a mes, 45

mapas, 328

posición y tamaño, 325

Coordenadas

aparentes (aberración), 158

geográficas. *Véase* Posiciones

geográficas

medias (precesión), 153

verdaderas (nutación), 156

Corrección de las coordenadas

- por aberración anual, 158
- por nutación, 156
- por precesión, 153
- por refracción atmosférica, 147
- Crepúsculo
 - civil, náutico y astronómico, 197
 - visibilidad de los planetas, 24
- Cúmulos estelares
 - abiertos o galácticos, 367
 - cerrados o globulares, 366
- D**
- Día
 - definición, 91, 120
 - del año, 108
 - día de la semana, 123, 131
 - día juliano, 123
 - duración del día, 199
 - duración media del día sidéreo, 114
 - duración media del día solar, 114
- Día juliano, DJ
 - año a año, 122
 - descripción, 121
 - día a día, 108
 - días julianos notables, 122
 - DJ y día de la semana, 123
 - fórmula para este año, 19
 - mes a mes, 122
 - modificado, 123
 - para fechas gregorianas, 123
- Distancia
 - en el sistema solar, 462
 - en la Vía Láctea, 461
- E**
- Eclipses
 - de Luna definición y tipos, 80
 - de Luna durante este año, 81
 - de Luna futuros, 86
 - de Luna interpretación de mapas y tablas, 81
 - de Luna magnitud, 81
 - de Sol definición y tipos, 70
 - de Sol durante este año, 72
 - de Sol futuros, 78
 - de Sol interpretación de mapas y tablas, 71
 - de Sol magnitud, 70
 - de Sol visibles en España, 78
 - durante este año, 21
 - durante este siglo, 21
- Ecuación de los equinoccios
 - definición, 113
 - día a día, 108
 - fórmula, 96
 - fórmula aproximada, 100
- Ecuación de tiempo
 - definición, 117
 - día a día, 108
 - fórmula, 97
 - fórmula aproximada, 118
 - gráfica, 98
 - valores extremos y nulos, 119
- Enanos, planetas
 - datos fotométricos, 291
 - definición, 289
 - descubrimiento, 292
 - efemérides, 293
 - elementos orbitales, 290
 - masa, tamaño, 291
 - satélites, 292
 - traslación, 291
- Equinoccios
 - de primavera y de otoño, 19
 - ecuación de los equinoccios. Véase Ecuación de los equinoccios
 - para este año, 20
- Eris
 - datos fotométricos, 291
 - descubrimiento, 292
 - efemérides, 297
 - elementos orbitales, 290

- masa, tamaño, 291
satélites, 292
traslación, 291
- Escalas de tiempos. *Véase también* Tiempo
convenio para el Anuario, 19
- Estaciones
duración, 20
fechas extremas de inicio, 20
inicio para este año, 20
- Estrellas
brillantes, 341
cercanas, 339
constelaciones.
Véase Constelaciones
de gran movimiento propio,
340
dobles, 348
equivalencias en distancias,
461
magnitud y brillo, 342
nombres usuales, 334
ocultaciones por la Luna, 42
Pléyades, 337
Polar. *Véase* Polar (estrella)
tipo Mira, 355
variables, 352
variables Algol, 354
variables β Lyrae, 354
- F**
- Fases de la Luna, 20
- Fecha
escritura normalizada, 120
juliana, 121
- Fenómenos astronómicos
día a día, 45
resumen anual, 19
- G**
- Galaxias
brillantes, 382
cuásares, 383
cúmulos de galaxias, 384
del Grupo Local, 377
en catálogo de Messier, 373
infrarrojas, 383
ley de Hubble, 386
nombres usuales, 379
radiogalaxias, 383
tabla de distancias, 386
- H**
- Haumea
datos fotométricos, 291
descubrimiento, 292
efemérides, 295
elementos orbitales, 290
masa, tamaño, 291
satélites, 292
traslación, 291
- I**
- Interpolación
directa, 463
inversa, 465
- J**
- Júpiter
conjunción y oposición, 23
constelaciones recorridas, 23
datos orbitales, físicos y
fotométricos, 234
efemérides, 248
efemérides orbitales, 23
efemérides para
observaciones físicas,
249
posición de los satélites
galileanos, 272
satélites, 266
visibilidad en este año, 24
- L**
- Luna
apogeos, 226
comparación con otros
satélites, 264
coordenadas topocéntricas,
207

culminación, orto y ocaso en Madrid, 209
 datos físicos, 204
 distancia a la Tierra, 203
 eclipses. *Véase* Eclipses
 edad, 226
 elementos medios orbitales, 203
 fases
 definición, 20, 225
 en este año, 21, 225
 libraciones, 204
 meses, 204
 ocultaciones, 40
 órbita, 203
 ortos y ocasos en cualquier lugar, 221
 paralaje, 205
 paso por el meridiano, 224
 perigeos, 226
 semidiámetro, 205

M

Magnitud
 de asteroides brillantes, 299
 de cúmulos estelares, 366
 de estrellas, 342
 definición, 342
 de galaxias brillantes, 382
 de galaxias del Grupo Local, 377
 de los planetas cada 20 días, 243
 del Sol: absolutas, aparentes, 172
 de objetos Messier, 373
 de planetas en oposición, 236
 de satélites en oposición, 270
 diferencia de magnitud y razón de brillo, 460
 máxima de Mercurio, Venus y Marte, 22

media de Júpiter,...Neptuno, 23
 Makemake
 datos fotométricos, 291
 descubrimiento, 292
 efemérides, 296
 elementos orbitales, 290
 masa, tamaño, 291
 satélites, 292
 traslación, 291
 Marte
 datos orbitales, físicos y fotométricos, 234
 efemérides, 246
 efemérides orbitales, 23
 efemérides para observaciones físicas, 247
 fenómenos en este año, 23
 satélites, 266
 visibilidad en este año, 24

Mercurio

datos orbitales, físicos y fotométricos, 234
 efemérides, 242
 efemérides orbitales, 22
 efemérides para observaciones físicas, 243
 fenómenos para este año, 22
 tránsito, 22
 visibilidad en este año, 24
 Meteoroides
 lluvias de meteoros, 319
 meteoros, 318

N

Nebulosas. *Véase también* Vía Láctea
 de emisión, 369
 de reflexión, 368
 en catálogo de Messier, 373
 planetarias, 370
 restos de supernova, 370
 Neptuno

- conjunción y oposición, 23
- constelaciones recorridas, 23
- datos orbitales, físicos y fotométricos, 234
- descubrimiento, 238
- efemérides, 254
- efemérides orbitales, 23
- efemérides para
 - observaciones físicas, 255
- satélites, 266
- Nutación
 - paso de coordenadas medias a verdaderas, 156

O

- Objetos menores
 - asteroides. *Véase* Asteroides
 - cometas. *Véase* Cometas
 - estadísticas, 289
 - meteoroides. *Véase* Meteoroides
 - planetas enanos. *Véase* Enanos, planetas
- Oblicuidad de la eclíptica durante el año, 171
- Observaciones físicas de los planetas, 242
- del Sol, 171
- Observatorios
 - en el mundo, 164
 - en España, 163
- Ocultaciones
 - de asteroides por la Luna, 41
 - de estrellas por la Luna, 42
 - de planetas por el Sol, 41
 - de planetas por la Luna, 40
- Órbita de la Tierra
 - afelio y perihelio en este año, 20
 - afelio y perihelio extremos, 20
 - datos orbitales, 234, 239
- Ortos y ocasos de la Luna, 221

- de los planetas, 256
- del Sol en cualquier lugar, 192
- del Sol en las capitales, 191
- del Sol en Madrid, 177
- del Sol, orientación, 194

P

- Planetas
 - atmósfera, 238
 - datos físicos, 237
 - declinación durante el año, 240
 - descubrimiento, 238
 - efemérides, 240
 - elementos orbitales, 234, 239
 - fenómenos para este año, 22
 - fórmulas, 239
 - fotometría, albedo, 236
 - magnetosfera, 238
 - masa, tamaño, 237
 - ocultaciones por la Luna, 40
 - órbita, 233
 - orientaciones y tamaños, 259
 - ortos y ocasos en cualquier lugar, 256
 - paso por el meridiano, 257
 - posiciones heliocéntricas, 258
 - rotación, 236
 - satélites. *Véase* Satélites
 - sistema planetario. *Véase* Sistema solar
 - tránsitos, 86
 - traslación, 235
 - trayectorias anuales, 260
 - visibilidad en este año, 24
- Plutón
 - datos fotométricos, 291
 - descubrimiento, 292
 - efemérides, 294
 - elementos orbitales, 290
 - masa, tamaño, 291

- satélites, 292
- traslación, 291
- Polar (estrella)
 - coordenadas aparentes, 361
 - coordenadas ecuatoriales J2000, 359
 - coordenadas horizontales, 360
 - determinación de la latitud, 360
- Polo Norte
 - de la Vía Láctea, 364
 - del sistema solar, 233
 - del Sol, 172
- Posiciones geográficas
 - ciudades españolas, 161
 - convenios, 19
 - observatorios españoles, 163
 - observatorios mundiales, 164
- Precesión
 - cálculo aproximado, 153
 - cálculo exacto, 155
 - efecto sobre las coordenadas ecuatoriales, 152
- R**
- Refracción
 - corrección de la altura observada, 147
 - fórmula aproximada, 148
- Rotación terrestre
 - día, 150
 - precesión y nutación, 150
 - variaciones irregulares, 156
- S**
- Satélites
 - artificiales, 159
 - datos físicos, 270
 - descubrimiento, 268
 - elementos orbitales, 266
 - fotometría, 270
 - nombres, 262
 - número, 262
 - periodos, 268
 - posición de los satélites de Saturno, 278
 - posición de los satélites galileanos, 272
 - tamaños, 270
- Saturno
 - conjunción y oposición, 23
 - constelaciones recorridas, 23
 - datos orbitales, físicos y fotométricos, 234
 - efemérides, 250
 - efemérides orbitales, 23
 - efemérides para observaciones físicas, 251
 - inclinación de los anillos, 25
 - posición de los satélites, 278
 - satélites, 266
 - visibilidad en este año, 24
- Semana
 - día de la semana corresp. a una fecha, 131
 - día de la semana corresp. a un día juliano, 123
 - numeración, 121
- Sistema solar
 - asteroides. *Véase* Asteroides
 - cometas. *Véase* Cometas
 - equivalencia en distancias, 462
 - meteoroides. *Véase* Meteoroides
 - sistema planetario, 233
 - unidades, 233
- Sol
 - abundancia de elementos químicos, 174
 - acimut de orto y ocaso, 194
 - afelio y perihelio, 20
 - cálculos aproximados, 189
 - coord. ecuatoriales, 175
 - coord. ecuatoriales aprox., 189
 - coord. heliográficas, 175

- crepúsculos, 197
- culminación, orto y ocaso en Madrid, 175
- datos físicos, 171
- distancia a la Tierra, 189
- duración del día, 199
- eclipses. *Véase* Eclipses
- eje de rotación, P, 175
- entrada en signos del zodiaco, 24
- luminosidad, 172
- manchas solares, 201
- movimiento diario, 189
- movimiento en el espacio, 173
- ocultaciones, 40
- órbita, 171
- ortos y ocasos en cualquier lugar, 192
- ortos y ocasos extremos en Madrid, 200
- orto y ocaso en las capitales, 191
- paralaje horizontal, 189
- paso por el meridiano, 197
- paso por el primer vertical, 196
- rotación, 172
- rotaciones sinódicas, 201
- semidiámetro, 189
- tiempo de paso del semidiámetro, 189
- viento solar, 173
- Solsticios
 - de verano y de invierno, 19
 - para este año, 20
- T**
- Tiempo
 - cambio de hora, 107
 - civil, 98
 - de efemérides (TE), 91
 - DUT1, 94
 - ecuación de los equinoccios. *Véase* Ecuación de los equinoccios
 - ecuación de tiempo. *Véase* Ecuación de tiempo
 - emisores de señales de tiempo, 98
 - escala atómica (TAI), 91
 - escalas de tiempo, 91
 - horario adelantado, 101
 - husos horarios, 101
 - meses (Luna), 204
 - oficial
 - en los países del mundo, 102
 - explicación, 101
 - oficial en España, 107
 - sidéreo, 95
 - sidéreo local, fórmula, 100
 - sidéreo medio, 112
 - sidéreo verdadero en Greenwich día a día, 108
 - siglo, milenio, 121
 - solar medio y verdadero, 97
 - Tiempo Atómico Internacional, 91
 - Tiempo Dinámico Terrestre (TDT), 92
 - tiempos dinámicos, 91
 - Tiempo Terrestre (TT), 92
 - Universal Coordinado (UTC), 93
 - Universal (TU, UT1), 92
- Tierra
 - atmósfera, 145
 - campo magnético, 143
 - comparación con otros planetas. *Véase* Planetas
 - distancia al Sol, 189
 - elipsoide de referencia, 139
 - forma y tamaño, 139
 - masa y momento de inercia, 142

periodo de rotación, 114
 rotación, 150
 satélites, 266
Tránsitos
 definición, 86
 en los próximos años, 87
Traslación
 aberración anual, 158
 año, 158
 distancias al Sol, 158
 velocidades, 158

U

Unidades
 astronómicas, 463
 día, 91
 equivalencias útiles, 233,
 463
 factores de conversión, 459
 segundo, 91

Urano

conjunción y oposición, 23
 constelaciones recorridas, 23
 datos orbitales, físicos y
 fotométricos, 234
 descubrimiento, 238
 efemérides, 252
 efemérides orbitales, 23
 efemérides para
 observaciones físicas,
 253
 satélites, 266
 visibilidad en este año, 24

V

Venus

datos orbitales, físicos y
 fotométricos, 234
 efemérides, 244
 efemérides orbitales, 22
 efemérides para
 observaciones físicas,
 245
 fenómenos en este año, 22
 tránsito, 22

visibilidad en este año, 24
Vía Láctea
 características cerca del Sol,
 365
 características globales, 364
 cúmulos. *Véase* Cúmulos
 estelares
 equivalencia en distancias,
 461
 nebulosas. *Véase* Nebulosas
 nubes moleculares, 371

Z

Zodíaco

definición, 24
 entrada del Sol en signos, 24



Este anuario contiene las efemérides de los cuerpos del sistema solar y de estrellas, catálogos galácticos y extragalácticos, así como todo tipo de datos de utilidad para el astrónomo aficionado o profesional. Completan esta información varios artículos de divulgación científica.

EDITA:
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)
General Ibáñez de Ibero, 3 - 28003 Madrid
Teléfono: + 34 91 597 95 14
e-mail: consulta@cnig.es

www.ign.es — www.cnig.es — www.oan.es