

Este artículo aparecerá publicado en el Anuario Astronómico del Observatorio de Madrid para el año 2005.

EL ECLIPSE ANULAR DE SOL DEL 3 DE OCTUBRE DE 2005 EN ESPAÑA

Pere Planesas Bigas

Observatorio Astronómico Nacional

Instituto Geográfico Nacional

Abstract

An annular eclipse of the Sun will be visible in Spain on Monday October 3rd 2005, the first of such eclipses to cross the Iberian peninsula since the XVIIIth century. The 190 km wide path of the annular eclipse will enter Galicia at 8^h51^m (TU), it will engulf 14 capitals of province, including the country's capital Madrid, and a 180 km wide path will leave the peninsula between Valencia and Alicante at 9^h03^m (TU), where an obscuration of 91 % will be reached. Along the central path the duration of the eclipse will exceed 4 minutes.

Introducción

El lunes día 3 de octubre de este año se producirá un eclipse de sombra central anular, visible en España. Es un tipo de eclipse solar en que la sombra de la Luna no llega a tocar la superficie de la Tierra, no viéndose el Sol oculto totalmente y, por ello, es menos espectacular que un eclipse total. El último de tales eclipses que pudo ser visto en buenas condiciones en la península se produjo el domingo 1 de abril de 1764. Con posterioridad se han podido ver varios eclipses totales de Sol (18 de julio de 1860, 22 de diciembre de 1870, 28 de mayo de 1900, 30 de agosto de 1905 y 17 de abril de 1912), algunos de los cuales atrajeron a muchos astrónomos extranjeros a nuestro país para su observación y todos ellos tuvieron una repercusión pública notoria. Pero han tenido que pasar más de dos siglos para que se produzca otro eclipse anular visible desde la península ibérica. Tras éste, el próximo eclipse anular que se llegará a ver en una buena parte de la península, aunque ya cerca de la puesta del Sol, se producirá el miércoles 26 de enero de 2028, dándose su máximo en Brasil.

El eclipse del 3 de octubre de 2005 se verá como anular en una franja de unos 185 km de anchura que cruzará la península entrando por la costa gallega y saliendo por la costa levantina. En el resto de la península y en las islas se verá como un eclipse parcial. A continuación cruzará una buena parte de África.

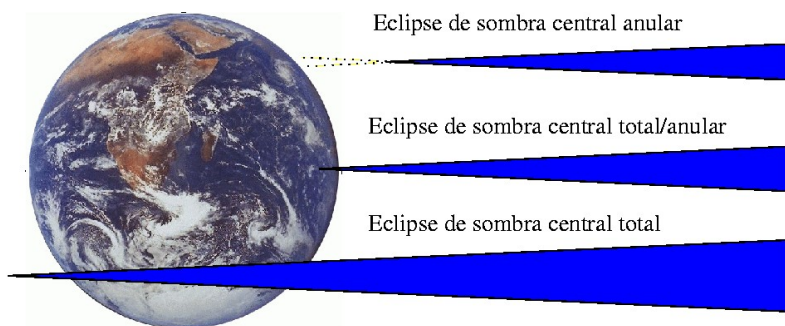


Figura 1: Alcance del cono de sombra de la Luna en un eclipse de Sol central. El eclipse del 3 de octubre corresponde al caso superior (anular), mientras que el eclipse del 8 de abril corresponde al caso intermedio (total/anular o mixto).

Este tipo de eclipses se producen cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol de tal manera que la prolongación del cono de sombra (“eclipse de sombra”) de la Luna incide en algún punto de la superficie de la Tierra (“eclipse central”), sin embargo no hay ningún punto de la Tierra en que el disco lunar oculte totalmente el solar (“eclipse anular”). Esta última circunstancia es consecuencia de la elipticidad de la órbita lunar, por la que la distancia de la Luna a la Tierra varía a lo largo de la órbita, llegando a ser su tamaño angular menor que el del disco solar (para más información véase el artículo del mismo autor titulado *Algunas precisiones y curiosidades sobre los eclipses de Sol* publicado en el ANUARIO de 1999). En este caso, el tamaño del disco solar visto desde la superficie de la Tierra en el instante de máximo eclipse será de $1918''$, muy próximo a su valor medio, y el lunar será de $1837''$, más de un 4 % menor.

Se llama *magnitud* de un eclipse solar a la fracción máxima de diámetro solar cubierta por la Luna, por lo que éste es un eclipse que alcanzará una magnitud de 0,958. Esta es una fracción de una longitud. La idea de la disminución de brillo del Sol la da la fracción de superficie solar ocultada, que se conoce como *oscurecimiento*. En este caso el oscurecimiento llegará a ser del 91,8 %, en un lugar de Sudán.

El eclipse general

El eclipse se iniciará como parcial a las $7^{\text{h}}35^{\text{m}}$ (TU) en un punto del océano Atlántico situado a unos 1200 km frente a la costa de Portugal, a la altura de Oporto. El eclipse anular se iniciará algo más de una hora más tarde, a las $8^{\text{h}}41^{\text{m}}$ (TU), en otro punto del Atlántico norte. La zona donde será visible el eclipse como anular recorrerá una franja que tocará tierra en primer lugar a las $8^{\text{h}}51^{\text{m}}$ en la península ibérica, que cruzará en diagonal,



Figura 2: Tamaño relativo angular mínimo y máximo del Sol y la Luna vistos desde algún punto de la Tierra.



Figura 3: Esquema de un eclipse anular de magnitud 0,958. En el momento central del eclipse, el observador verá un anillo brillante alrededor del disco lunar (que en este esquema no se muestra totalmente oscurecido). La oscuridad no será total y no se verá la corona solar.

recorriendo a continuación una buena parte de África, entrando por la costa de Argelia a las 9^h05^m, cruzando Túnez, Libia, nordeste de Chad, Sudán, el suroeste de Etiopía, el norte de Kenia y abandonando el continente por el extremo sur de la costa de Somalia, al norte de Buur Gaabo, donde el eclipse anular se iniciará a las 11^h30^m. El eclipse anular terminará a las 12^h23^m en algún lugar del océano Índico, tras pasar al sur de las islas Seychelles (magnitud 0,91) y la isla de Diego García, más de mil km al sur de la India. Y el eclipse parcial terminará algo más de una hora más tarde, a las 13^h28^m (TU), en otro punto del mismo océano.

El máximo del eclipse anular se dará en el interior de Sudán, cerca de Humeir Gabir, donde el eclipse anular alcanzará una magnitud de 0,958 y tendrá una duración de 4 min 26s.

Características del eclipse en el máximo

Duración de la fase anular	4 ^m 26 ^s
Anchura de la sombra	~ 160 km
Razón entre el radio topocéntrico de la Luna y el del Sol	95,8 %
Magnitud del eclipse anular	0,958
Distancia mínima entre el eje de sombra de la Luna y el centro de la Tierra (en radio terrestres)	0,330
Altura del Sol sobre el horizonte	71°

El eclipse se verá como parcial en una región muy extensa, que incluye Europa, casi toda África, excepto su extremo más meridional, Oriente Medio y las regiones occidentales y meridionales de Asia, así como muchas islas del océano Índico.

Las circunstancias generales del eclipse se encuentran en la sección correspondiente del ANUARIO y, para facilitar su consulta, se repiten en la tabla siguiente:

Características generales del eclipse

Fases	TU	Latitud	Longitud
Inicio del eclipse general	7 ^h 36 ^m	41°08'	-23°06'
Inicio del eclipse anular	8 ^h 41 ^m	47°53'	-38°30'
Conjunción en Asc. Recta	10 ^h 11 ^m	18°13'	24°36'
Máximo del eclipse	10 ^h 32 ^m	12°53'	28°44'
Fin del eclipse anular	12 ^h 23 ^m	9°53'	82°19'
Fin del eclipse general	13 ^h 28 ^m	-16°41'	66°30'

Se da la circunstancia curiosa de que en una pequeña región de Libia serán visibles tanto este eclipse anular como el eclipse total del 29 de marzo

del año próximo, separados menos de seis meses. Desafortunadamente, se trata de una región despoblada y de difícil acceso en el desierto del Sáhara.

El eclipse en España

El eclipse será visible como parcial en todo el territorio español, siendo visible como anular en una franja de entre 190 y 180 km de anchura que cruzará la península desde Galicia hasta la costa levantina. Entrará por la costa entre el cabo Turiñán y el cabo de Fisterra, siendo este municipio el primero en que podrán ver el eclipse anular, si el tiempo acompaña, iniciándose a las 8^h51^m.

Las previsiones de presencia de nubes, basadas en datos estadísticos del International Satellite Cloud Climatology Project, son superiores al 60 % en Galicia y la costa cantábrica, de alrededor del 50 % en el resto de la península, las islas Baleares y Canarias, y el norte de África. Las mejores previsiones de cielo despejado se dan, por supuesto, en los desiertos de Libia y Sudán.

La franja de anularidad cruzará la península, tras entrar por Galicia y el norte de Portugal, pasando por numerosas provincias. El fenómeno podrá apreciarse en 14 capitales de provincia, siendo la duración del fenómeno superior a 4 minutos en Pontevedra, Zamora y Madrid, y superior a 3 minutos en Ourense, Salamanca, Ávila, Segovia, Guadalajara, Cuenca y Valencia. (Estas provincias se han enumerado por orden de inicio del eclipse anular.) En algunos lugares al sur de la isla de Ibiza se podrá ver el eclipse anular, llegando a superar los 3 minutos de duración.

En las tablas que siguen las horas en esta tabla están dadas en Tiempo Universal (TU). La hora oficial se obtiene añadiendo 1 hora (en Canarias) o 2 horas (en el resto de España) a las indicadas en la tabla.

Descripción general del eclipse en hora oficial (TO)

El eclipse se inicia en la península entre las 9^h39^m y las 9^h44^m (TO peninsular), dependiendo del lugar. El fenómeno de eclipse anular tardará sólo unos 12 minutos en producirse al cruzar la península, empezando a las 10^h51^m en las costas gallegas y terminando a las 11^h03^m en la comunidad valenciana, y dos minutos más tarde en el sur de Ibiza y Formentera. El eclipse anular habrá alcanzado una magnitud máxima de 0,95, El eclipse parcial finalizará entre las 12^h16^m y las 12^h33^m (TO). un oscurecimiento del 91 % y una duración de hasta 4 minutos y 14 segundos.

En las islas Canarias el eclipse sólo se verá como parcial, siendo su magnitud del orden de 0,5 y el oscurecimiento del disco solar del 40 %. Se iniciará hacia las 8^h44^m y terminará hacia las 11^h06^m (TO canario).

Capitales de provincia con eclipse anular (TU)

	Inicio eclipse	Inicio anular	Fin anular	Fin eclipse	Oscure- cimiento	Duración (min s)
Albacete	7 41	8 58 50	9 01 44	10 27	90 %	2 53
Alicante	7 42	9 00 37	9 03 29	10 30	91 %	2 52
Ávila	7 40	8 54 58	8 58 57	10 22	90 %	3 59
Cuenca	7 41	8 57 38	9 01 36	10 26	90 %	3 58
Guadalajara	7 40	8 56 33	9 00 20	10 24	90 %	3 47
Madrid	7 40	8 55 56	9 00 03	10 24	90 %	4 11
Ourense	7 39	8 51 59	8 55 57	10 17	90 %	3 58
Pontevedra	7 38	8 51 17	8 55 21	10 16	90 %	4 04
Salamanca	7 39	8 54 04	8 57 56	10 21	90 %	3 52
Segovia	7 40	8 55 28	8 59 24	10 23	90 %	3 56
Toledo	7 40	8 56 36	8 59 01	10 24	90 %	2 25
Valencia	7 42	8 59 54	9 03 28	10 29	91 %	3 35
Valladolid	7 40	8 55 29	8 58 02	10 21	90 %	2 33
Zamora	7 39	8 53 50	8 57 52	10 20	90 %	4 02

Las horas en esta tabla están dadas en Tiempo Universal (TU). La hora oficial se obtiene añadiendo 1 hora (en Canarias) o 2 horas (en el resto de España) a las indicadas en la tabla.

Eclipse solar anular, octubre de 2005

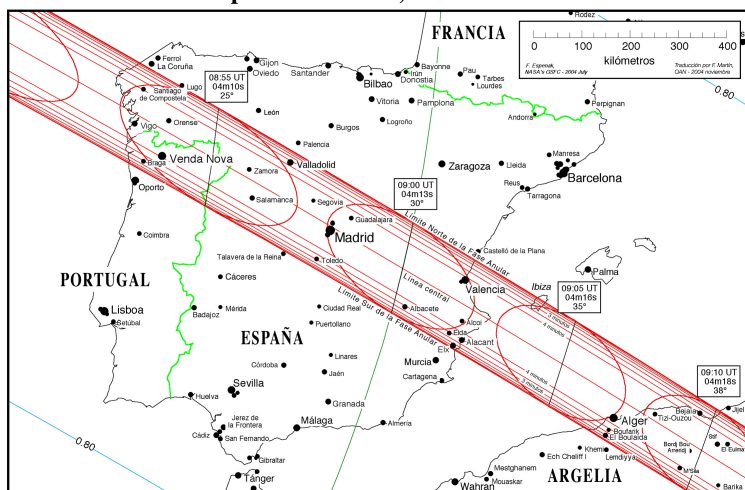


Figura 4: Figura basada en las predicciones de Fred Espenak, del GSF de la NASA.

Capitales de provincia con eclipse parcial (TU)

	Inicio eclipse	Máximo eclipse	Fin eclipse	Magnitud	Oscure- cimiento
Almería	7 41	9 01	10 28	0,895	85 %
Badajoz	7 39	8 55	10 20	0,897	85 %
Barcelona	7 44	9 04	10 31	0,884	84 %
Bilbao	7 41	8 58	10 22	0,895	85 %
Burgos	7 40	8 58	10 22	0,927	88 %
Cáceres	7 39	8 56	10 20	0,920	88 %
Cádiz	7 40	8 57	10 22	0,842	78 %
Castellón de la Plana	7 42	9 02	10 29	0,946	90 %
Ceuta	7 40	8 58	10 24	0,836	78 %
Ciudad Real	7 40	8 58	10 24	0,934	89 %
Córdoba	7 40	8 58	10 24	0,895	85 %
A Coruña	7 40	8 54	10 16	0,946	90 %
Donostia-San Sebastián	7 42	8 59	10 24	0,884	83 %
Girona	7 44	9 04	10 31	0,862	81 %
Granada	7 41	8 59	10 26	0,890	84 %
Huelva	7 39	8 56	10 21	0,854	80 %
Huesca	7 42	9 01	10 27	0,896	85 %
Jaén	7 40	8 59	10 25	0,903	86 %
León	7 40	8 56	10 20	0,939	90 %
Lleida	7 43	9 02	10 28	0,897	85 %
Logroño	7 41	8 59	10 24	0,910	87 %
Lugo	7 39	8 54	10 17	0,948	90 %
Málaga	7 40	8 59	10 25	0,869	82 %
Melilla	7 42	9 01	10 29	0,849	79 %
Murcia	7 42	9 02	10 29	0,941	90 %
Oviedo	7 40	8 56	10 19	0,922	88 %
Palencia	7 40	8 57	10 21	0,944	90 %
Palma de Mallorca	7 44	9 05	10 33	0,923	88 %
Palmas de Gran C., Las	7 45	8 52	10 06	0,514	40 %
Pamplona/Iruña	7 42	8 59	10 24	0,893	84 %
Santa Cruz de Tenerife	7 44	8 51	10 05	0,517	40 %
Santander	7 41	8 57	10 21	0,899	85 %
Sevilla	7 40	8 57	10 22	0,868	82 %
Soria	7 41	8 59	10 24	0,929	89 %
Tarragona	7 43	9 03	10 30	0,902	86 %
Teruel	7 42	9 01	10 27	0,950	90 %
Vitoria-Gasteiz	7 41	8 58	10 23	0,903	86 %
Zaragoza	7 42	9 00	10 26	0,914	87 %

Precauciones al observar un eclipse de sol

Repetimos aquí los comentarios que ya escribimos en el artículo del mismo autor titulado *El eclipse total de sol del 11 de agosto de 1999*, publicado en el ANUARIO de aquel año.

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. 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?; pues de la misma manera que una lupa actúan la mayor parte de aparatos que concentran luz mediante lentes: prismáticos, cámaras fotográficas, anteojos, telescopios, etcétera.

Lo dicho se refiere tanto al Sol sin eclipsar, como al Sol eclipsado parcialmente o un eclipse anular: la cantidad de radiación que llega del 1 % de la superficie del Sol es suficiente para dañar la vista. Ello puede verse con un sencillo cálculo. El 1 % de la superficie del Sol emite 5 magnitudes menos que el Sol entero, lo que equivale a una luminosidad de 4000 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, aunque no así los receptores vecinos.

Proyección del Sol durante un eclipse parcial o anular

Para evitar cualquier accidente no tenemos más remedio que insistir; el propio Sol o un eclipse de Sol **NUNCA** debe ser observado mirando directamente al Sol, sino que debe ser observado proyectando la imagen del Sol sobre un papel, pantalla, pared o techo. Al actuar por dispersión, dicha superficie reemite una fracción muy pequeña de la luz recibida, que es sólo la que ha pasado por el pequeño agujero. Incluso mirar el Sol a través de filtros muy oscurecidos entraña sus riesgos y no se aconseja.

El método más simple, aunque menos agradecido, consiste en utilizar dos cartulinas opacas, a una de las cuales se practicará un pequeño agujero. Colocándose de espaldas al Sol, se sujeta la cartulina agujereada de tal manera que los rayos del Sol incidan más o menos perpendicularmente sobre ella y que la luz que pasa por el agujero se proyecte en la otra, situada a modo de pantalla a varios palmos de la primera y paralela a ésta. Según sea el tamaño del agujero, la imagen se verá más o menos nítida y más o menos luminosa. La separación entre las dos cartulinas también depende del tamaño del agujero. Conviene probar con agujeros de distinto tamaño hasta encontrar uno que nos satisfaga.

Una variante de lo anterior se consigue proyectando sobre una pared la

imagen del Sol con un espejo de mano cubierto con un papel al que se ha recortado un agujero de medio centímetro de diámetro. No es necesario que este agujero tenga una forma particular: de hecho es interesante hacer varios, por ejemplo uno redondo, otro cuadrado y otro triangular, y se verá como la imagen que proyecta cada uno de ellos en la superficie escogida tiene la misma forma: un disco si es el Sol sin eclipsar, un disco parcialmente oscurecido si es el Sol parcialmente eclipsado. Su tamaño sí es importante; cuanto más grande, más luminosa pero más borrosa será la imagen proyectada. Por ello conviene hacer pruebas con agujeros de diverso tamaño hasta encontrar el óptimo. Tal tamaño también depende de la distancia a la que se encuentre la superficie de proyección (pared, techo o pantalla). Si se está observando un eclipse, a medida que se eclipsa el Sol puede convenir usar agujeros más grandes. Este procedimiento nada peligroso tiene la ventaja adicional de permitir que un grupo de personas observe el fenómeno al mismo tiempo, lo que permite hacer comentarios, lo que entretiene durante el largo tiempo que tarda el Sol en eclipsarse.



Figura 5: Observación segura del Sol mediante la proyección de su imagen con unos prismáticos.

Si la proyección se realiza mediante unos prismáticos o un pequeño telescopio se tendrá una imagen mucho más luminosa, pero hay que tener en cuenta los peligros añadidos. Uno de ellos es que el calentamiento excesivo del aparato (especialmente su ocular) puede dañarlo, por lo que conviene dejarlo enfriar un rato cada pocos minutos de observación. Otro de ellos es que a alguien (¿algún niño?) se le puede ocurrir mirar por el aparato, lo que le acarrearía probablemente la ceguera en tal ojo. Por ello conviene colocar la pantalla de proyección en el suelo, inclinada perpendicularmente al haz de luz. El telescopio o prismáticos deben orientarse de manera que la imagen se proyecte en la pantalla y hay que

manipular el enfoque del aparato hasta que aparezca una imagen nítida en la pantalla. La luminosidad aparente de la imagen aumentará si se impide que la luz del Sol dé directamente en la pantalla de proyección, lo cual se puede conseguir con algún tipo de montaje, como insertar los prismáticos en una cartulina.

Uso de filtros

Se ha hablado mucho del uso de filtros para la observación del Sol. Hay filtros profesionales para ello, que pueden ser usados con seguridad. Su inconveniente es que pueden ser caros, pero hay razones muy importantes para ello. En primer lugar, reducen la cantidad de luz en la cantidad adecuada para ser utilizables por el ojo humano. En segundo lugar, reducen la luz de todas las longitudes de onda (del infrarrojo al ultravioleta), teniendo especial cuidado en filtrar adecuadamente las radiaciones más nocivas para el ojo humano. Típicamente reducen en un factor 30.000 (¡treinta mil!) la radiación visible del Sol, lo que reduce su brillo al de un cuarto creciente lunar. El infrarrojo próximo (hasta 1,4 micras) se reduce varios centenares de veces.



Figura 6: Observación del Sol mediante “gafas de eclipse”.

Las denominadas “gafas de eclipse” (adquiridas en tiendas especializadas y planetarios) están diseñadas para observar el Sol con seguridad durante cortos periodos de tiempo, bien inferiores al minuto. Deben usarse sólo si se encuentran en buenas condiciones, sin raspaduras, perforaciones, arañazos ni dobleces. Conviene probarlas mirando una bombilla de incandescencia.

Lo que no hay que hacer

Los filtros “caseros” son totalmente desaconsejables. Se han usado desde películas veladas a viejos disquetes tipo *floppy*, pasando por radiografías, gafas de sol, CDs, cristales ahumados, gafas de soldador, filtros baratos para prismáticos y telescopios, ... De todos ellos el único razonable son los vidrios o filtros de soldador de alto grado (de 12 a 14), aunque sus cualidades ópticas pueden dejar mucho que desear. Los demás o bien no filtran la radiación en el factor requerido o bien no filtran adecuadamente todo el rango de longitudes de onda al que responde el ojo humano. Como caso anecdótico del peligro que entrañan estos sistemas caseros está el de las películas veladas al sol (y después reveladas) de fotografía en blanco y negro: antiguamente contenían suficiente cantidad de plata como para dar lugar a un filtro “razonable” (doblando varias veces la película sobre sí misma), pero en la actualidad algunas utilizan tintes en lugar de plata, con lo que han perdido todo su poder protector como filtro solar: habría que asegurarse de que la película contiene plata. Los demás tipos de película (color, diapositiva) no son adecuados en absoluto.

En cualquier caso, observar el Sol aunque sea con un filtro bueno es algo que resulta un tanto peligroso, pues puede producirse un despiste y acabar mirándolo sin tal filtro. No es descabellado pensar en el caso de un niño que observa el Sol con un filtro y, de manera totalmente ingenua, se le ocurre echar un vistazo al Sol apartando el filtro ... En mi opinión, no hay nada tan seguro como proyectar la imagen del Sol, a no ser que uno sepa muy bien lo que está haciendo y cuente con los filtros profesionales adecuados.

Información en internet

Hay numerosas páginas en *internet* con información relativa a este eclipse y aparecerán más a medida que se acerque el día 3 de octubre. Muchas agrupaciones astronómicas españolas ya se están haciendo eco de este evento, así como algunas agencias de viajes. En algunas páginas se podrá seguir el fenómeno en directo.

La página de efemérides más autorizada posiblemente sea la de Fred Espenak:

<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>

La Unión Astronómica Internacional ofrece enlaces informativos en:

<http://www.eclipses.info/>



Figura 7: Figura basada en las predicciones de Fred Espenak, del GSF de la NASA.