

El eclipse total de Sol en Valverde de los Arroyos – 3ª parte

Rafael Navarro

El Sol

El Sol es la estrella más próxima a la Tierra y está ubicada en el centro del sistema solar. De entre las estrellas de nuestra galaxia (Vía Láctea) podemos considerarla como una estrella intermedia en cuanto a tamaño, masa, luminosidad y temperatura y está en una etapa larga y estable de la vida de las estrellas. Tiene un radio de unos 700000 km y se encuentra a 150 millones de kilómetros de nuestro planeta, aproximadamente. El Sol es una gran esfera de gas, fundamentalmente hidrógeno y helio. Su estructura se muestra en la siguiente figura:

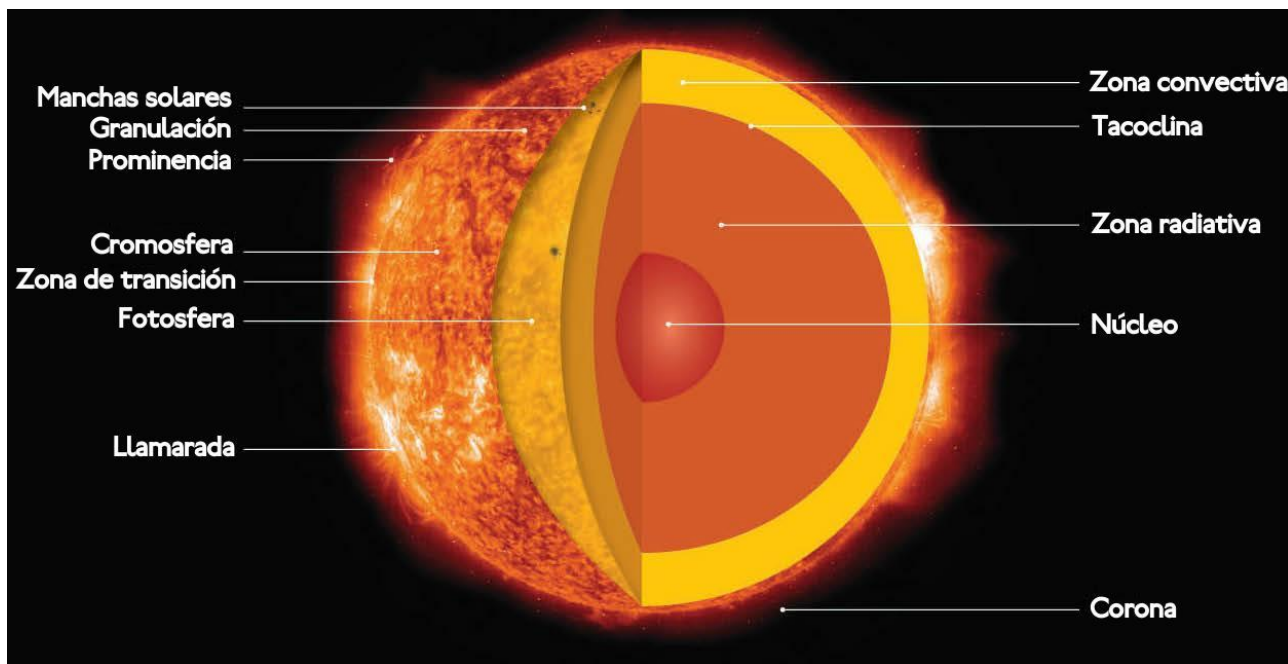


Figura 1. Estructura del Sol (<https://eclipses.ign.es/que-se-ve-en-un-eclipse-total.html>)

- **Núcleo.** Es la zona más caliente (15 millones de grados) y donde se producen las reacciones de fusión nuclear que transforman el hidrógeno en helio y que generan la energía solar.
- **Zonas radiativa y convectiva.** Estas capas transportan la energía del núcleo a las capas más externas.
- **Fotosfera.** Con una temperatura de 5500 grados, esta capa es la que se considera la superficie del Sol y la que se nos presenta en la Tierra como el disco solar. En la fotosfera aparecen las manchas solares, que son zonas más oscuras que el resto de la fotosfera, debido a que están más frías que ésta (unos 1000 grados menos); tienen su origen en procesos magnéticos en el Sol.
- **Cromosfera y Corona.** Estas dos capas constituyen la atmósfera del Sol. La cromosfera es transparente y delgada (entre 3000 y 5000 km) y está compuesta por gases a baja presión. La corona es la capa más externa del Sol; está integrada por gases ionizados (hidrógeno y helio) de baja densidad a altísima temperatura (más de 1 millón de grados) que se extienden hasta millones de kilómetros de la superficie solar. Al ser tan poco densas la cromosfera y la corona, no podemos ver la luz que emiten salvo cuando se produce un eclipse total de Sol. En estas capas se producen las llamaradas solares, potentes explosiones que generan enormes cantidades de radiación electromagnética que se libera en forma de chorros brillantes.

Secuencia del eclipse total de Sol

En la secuencia de un eclipse total de Sol se puede dividir en dos fases (figura 2):

- Fase parcial.
- Fase total.

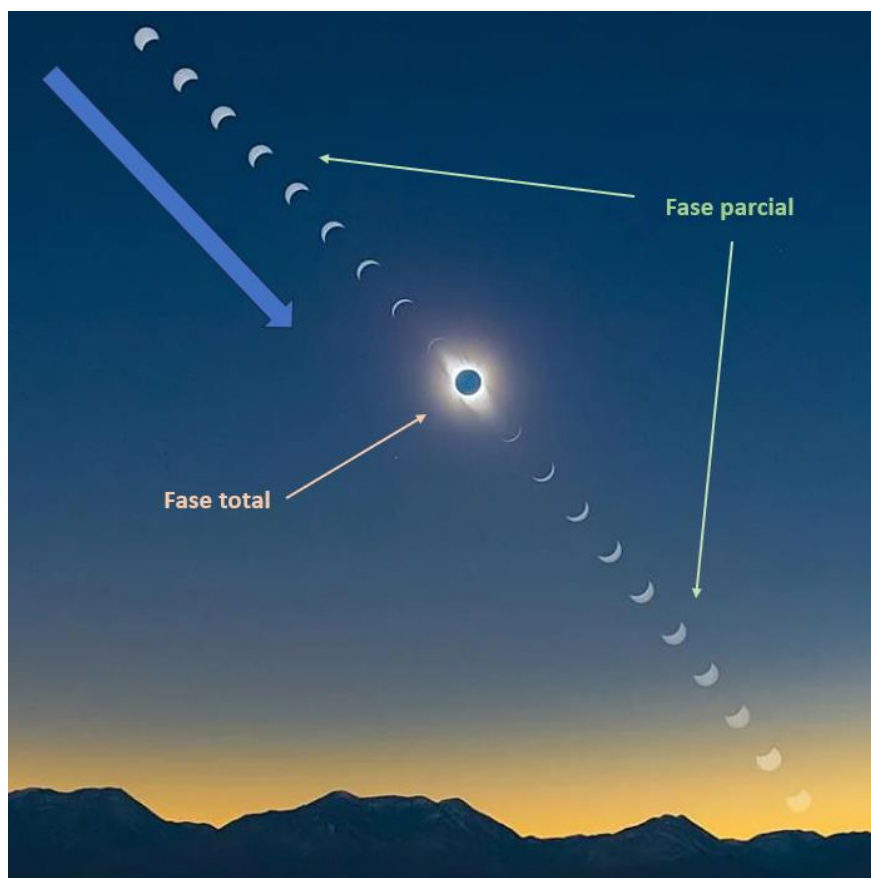


Figura 2. Secuencia del eclipse total de Sol (adaptado de <https://www.elnortedecastilla.es/municipalismo/palencia/osorno-mayor-sombra-luna-eclipsado-sol-20250320175645-nt.html>)

Fase parcial

Esta fase se inicia con el primer contacto del disco lunar con el disco solar (la fotosfera). A partir de ese momento la Luna irá “comiéndose” el disco solar hasta llegar a la fase de totalidad.

Fase total

En esta fase el disco solar queda completamente tapado por la Luna, quedando la fotosfera oculta y apareciendo la cromosfera y la corona del Sol en todo su esplendor. Una vez acaba la fase total, el disco solar vuelve a aparecer la fotosfera en una nueva fase de eclipse parcial.

La siguiente tabla indica los tiempos y coordenadas en las que se producen las fases del eclipse total de Sol en Valverde, en un lugar cercano al pueblo desde donde es visible (km 20 de la carretera a Tamajón):

	Inicio	Fin	Duración	Altura	Rumbo	
Fase PARCIAL hh:mm:ss	19:35:27	20:30:17	0:54:50	17,5° - 7,4°	274° (Oeste - Noroeste)	
Fase TOTAL hh:mm:ss	20:30:17	20:31:50	0:01:33	7,4° - 7,1°	283° (Oeste - Noroeste)	
Fase PARCIAL hh:mm:ss	20:31:50	21:15:49	0:43:59	7,1° - 0°	290° (Oeste - Noroeste)	El Sol se pone antes de salir de la fase parcial

Tabla 1. Tiempos del eclipse total de Sol en Valverde de los Arroyos (<https://visualizadores.ign.es/eclipses/2026>)

Observación segura del eclipse de Sol en la fase parcial

Regla general para la observación del eclipse en la fase parcial:

NUNCA DEBE OBSERVARSE EL SOL DIRECTAMENTE, NI CON APARATOS, NI CON FILTROS, NI MUCHO MENOS CON EL OJO DESNUDO

Al observar el Sol directamente, la gran luminosidad de la imagen del Sol que se focaliza en la retina (luz de la fotosfera) produce daños irreversibles en la misma (retinopatía solar).

En la fase total del eclipse se puede observar el Sol eclipsado (luz de la cromosfera y la corona), con un control riguroso del tiempo de inicio y finalización de la fase de totalidad, para evitar la intrusión de cualquier residuo de la luz de la fotosfera en el ojo.

Observación por proyección del Sol del eclipse parcial

Los métodos de observación por proyección son los más seguros para la vista. La imagen del Sol se proyecta en una pantalla y se puede observar cómodamente. A continuación describimos algunos dispositivos de proyección.

Cámara oscura

También conocida como cámara estenopeica, aprovecha la propagación rectilínea de la luz para generar la imagen del Sol. Consta de un tubo en el que, en un extremo, se sujeta un trozo de papel de aluminio en el que se ha practicado un pequeño orificio con un alfiler, y en el otro extremo se coloca un trozo de papel blanco que hace de pantalla. La luz solar pasa por el orificio y proyecta la imagen del Sol en la pantalla; para ver esta imagen hay que abrir una ventana en un lado del tubo, cerca de la pantalla (figura 3).



<https://oftalmouniversity.com/blog/2023/07/28/como-ver-un-eclipse-solar-retinopatia-solar/>



<https://sites.google.com/unrn.edu.ar/eclipse2024/>

Figura 3. Cámara oscura

La imagen del Sol que se proyecta en la cámara oscura es pequeña, para una longitud del tubo razonable (menos de 1 metro), y no se aprecian detalles en el disco, como las manchas solares (figuras 4 y 5).



Figura 4. Observación del eclipse anular de Sol en el Colegio Valdeluz de Madrid el 3 de octubre de 2005 (Rafael Navarro)



Figura 5. Imagen del Sol parcialmente eclipsado en una cámara oscura (Rafael Navarro)

Proyección con binoculares o telescopios

Al proyectar el Sol a través de instrumentos ópticos podemos obtener imágenes mucho más grandes y luminosas que las que proporciona la cámara oscura; hay que buscar el enfoque correcto para tener la imagen del Sol nítida. También nos permite ver las **manchas solares**, si las hay. Con estos sistemas, se pueden realizar observaciones colectivas. Lo ideal es instalar los instrumentos en un soporte (normalmente un trípode) en el que la pantalla de proyección se mueva solidariamente con ellos (figuras 6 y 7). Hay que tener en cuenta que a medida que el Sol se vaya moviendo por el cielo habrá que ir reajustando el apuntamiento de los instrumentos para que la imagen del Sol caiga en la pantalla. Por otra parte, conviene hacer pausas durante la proyección, y tapar la entrada del Sol en los instrumentos para evitar que el calentamiento prolongado de las lentes llegue a deteriorarlas. Y, sobre todo, **evitar que a algún inconsciente se le ocurra mirar directamente a través de los binoculares o telescopios**, algo que ocurre más a menudo de lo que se piensa.



Figura 6. Proyección a través de binoculares (<https://skyandtelescope.org/2024-total-solar-eclipse/low-tech-eclipse-viewing/>)



Figura 7. Proyección a través de telescopio (https://www.cloudynights.com/uploads/monthly_11_2011/post-144260-14073820324346.jpg)

Otros dispositivos de proyección

La firma Astromedia comercializa un kit de proyector solar (figura 8), bastante económico, que nos facilita la observación por proyección si no tenemos, o no queremos utilizar, binoculares o telescopios. El kit incluye todas las piezas ópticas (lentes y espejos) y mecánicas (de cartón) necesarias para su montaje. Según uno de los vendedores del kit en España (<https://valkanik.com/>): el tamaño de la imagen solar producida es de 75 o 55 mm y puede verse fácilmente en ángulo recto con respecto a la luz solar incidente. El proyector solar se asienta sobre una base y puede ajustarse a cualquier elevación entre 0° y 90° . Dos cuadrantes integrados permiten determinar la elevación del Sol. El conjunto montado mide 18,5 x 26,5 x 25 cm.

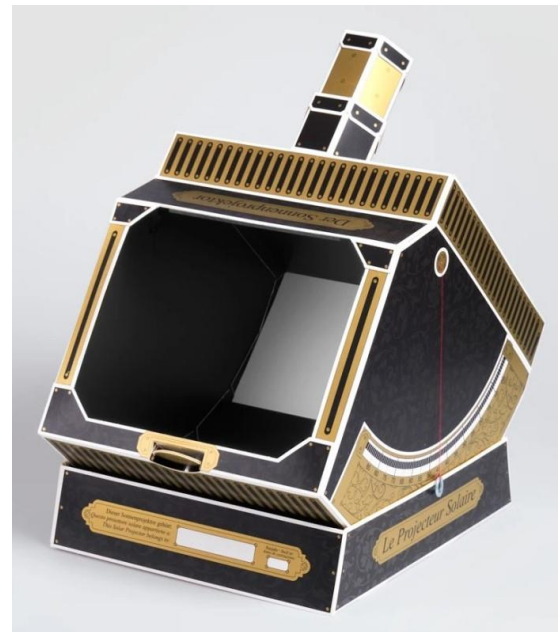


Figura 8. Kit de proyección solar montado (<https://valkanik.com/filtros-solares/7573-proyector-solar-astromedia.html>)

Observación directa del eclipse parcial

Observación directa a simple vista

La observación a simple vista del eclipse durante su fase parcial siempre ha de hacerse protegiendo los ojos con gafas solares homologadas.



Figura 9. Modelo de gafas homologadas (<https://www.bresser.es/p/bresser-gafas-de-eclipse-solar-5-unidades-diseno-a-4701202>)

La homologación se hace siguiendo la norma ISO 12312-2:2015 que garantiza:

- Bloqueo de la luz visible en más del 99,999%
- Filtrado de más del 99,999% de los rayos ultravioletas.
- Filtrado de al menos el 97% de la radiación infrarroja.
- Lentes sin defectos como burbujas, rayones, perforaciones o separación de la montura.
- Resistentes a la degradación por exposición de luz y humedad.

Restricciones de uso:

- Uso exclusivo de observación solar directa. No utilice estas gafas para ningún otro propósito.
- No las utilice con telescopios, binoculares, cámaras u otros dispositivos ópticos. La concentración de luz puede provocar graves daños oculares en milisegundos.
- No use estas gafas si han sido modificadas o presentan daños.

Condiciones de uso:

- Límite de uso continuo: 3 minutos. Tras este tiempo, haga una pausa de al menos 30 segundos antes de volver a mirar.
- No las use si ha sido sometido a cirugía ocular reciente o tiene enfermedades oculares. Consulte a un oftalmólogo antes de usarlas.
- Solo retire las gafas en un eclipse total cuando el Sol esté completamente cubierto por la Luna. Colóquelas nuevamente en cuanto reaparezca cualquier parte del Sol.
- Mantenga a los niños bajo estricta supervisión. No deben usarlas sin la vigilancia de un adulto.

La observación con gafas solares homologadas nos permitirá ver la evolución del eclipse, realizando los períodos de descanso recomendados, y las manchas solares muy grandes, si las hubiera.

Observación directa con binoculares y telescopios

La observación directa con binoculares y telescopios solo se debe hacer con instrumentos especialmente diseñados para ello, nunca con instrumentos sin las protecciones adecuadas. Los modelos más asequibles de binoculares solares (figura 10) incorporan filtros homologados en los objetivos (lentes de entrada al instrumento):



<https://www.bresser.es/p/lunt-mini-sunoculars-prismaticos-solares-amarillo-0558480>

Aumentos: 6
Diámetro de objetivo: 30 mm



<https://www.astroshop.es/telescopios-solares/celestron-telescopio-solar-10x25-eclipsmart/p,77774>

Aumentos: 10
Diámetro de objetivo: 25 mm

Figura 10. Binoculares para observación solar

Con estos binoculares veremos el Sol más grande (tantas veces como los aumentos que tengan) y manchas solares grandes, si las hay.

También podemos efectuar la observación con los llamados telescopios solares, aunque son unos instrumentos muy caros que equipan filtros de precisión para la observación detallada de los fenómenos que se producen en la cromosfera (fáculas, filamentos, protuberancias solares). Actualmente se vende un telescopio más sencillo y barato, útil para la observación solar sin demasiados detalles, que nos permite ver el Sol de tamaño más grande que con los binoculares (figura 11).



Figura 11. Telescopio Solar ST 80/400 ACUTER SOLARUS-80 (<https://www.telescopiomania.com/>)

Si ya disponemos de binoculares o telescopios, una solución para adaptarlos con seguridad para la observación del Sol es incorporar filtros homologados con el tamaño necesario para cubrir las lentes de los objetivos de nuestros binoculares o telescopios (figura 12).



Figura 12. Binoculares y telescopio con filtros solares montados (https://www.fotokoch.de/es/Baader-L-mina-de-filtro-solar-AstroSolar-5-0-para-telescopios-incl-instrucciones-de-montaje-y-plantilla-de-corte-20x30cm_40426.html)

Estos filtros se pueden construir empleando una lámina solar Baader AstroSolar apta para observación visual (figura 13), que bloquea el 99,999% de la luz solar (Densidad Óptica 5.0, OD 5). El paquete en el que viene la lámina incluye instrucciones para montar los filtros, en función del diámetro de los objetivos. Hay que asegurarse de que los filtros quedan firmemente ceñidos a los instrumentos y que no se vayan a desprender por mucho que los movamos.



Figura 13. Lámina Baader AstroSolar OD 5.0 (https://www.fotokoch.de/es/Baader-L-mina-de-filtro-solar-AstroSolar-5-0-para-telescopios-incl-instrucciones-de-montaje-y-plantilla-de-corte-20x30cm_40426.html)

Instantes antes de la fase total del eclipse podemos observar dos fenómenos curiosos en el borde solar que está a punto de desaparecer (figura 14):

- **Anillo de diamantes:** último destello de la luz solar en una zona pequeña zona continua que recuerda a un anillo con diamantes engarzados.

- **Perlas de Baily:** segundos después del Anillo de diamantes, esta franja continua de rompe en una cadena de puntos de luz que sugieren una cadena de perlas, como las describió por primera vez el astrónomo británico Francis Baily (1774-1844) durante el eclipse solar de 1836.



Figura 14. Anillo de diamantes (izda.) y Perlas de Baily (dcha.) (<https://eclipses.ign.es/que-se-ve-en-un-eclipse-total.html>)

Observación segura del eclipse de Sol en la fase total

Una vez acabada la fase parcial, con la desaparición de las Perlas de Baily, se entra en la fase total del eclipse, que durará aproximadamente 1 minuto y medio. Esta es la única fase del eclipse solar en la que podemos mirar directamente al Sol sin gafas de eclipse o protección homologada. **Hay que estar completamente seguros de que la Luna ha bloqueado toda la luz de la fotosfera y volver a protegernos los ojos con las gafas de eclipse antes de que la fase total acabe.**

En la totalidad, la **corona solar** se mostrará como un espectacular halo alrededor del Sol eclipsado (figura 15): hay que aprovechar ese minuto y pico que va a durar el *show* para disfrutar de un acontecimiento que rara vez se da en una determinada localidad a lo largo de una vida, aunque afortunadamente en España tendremos otro eclipse total de Sol el 2 de agosto de 2027, esta vez visible únicamente desde el extremo sur de la península y norte de África.

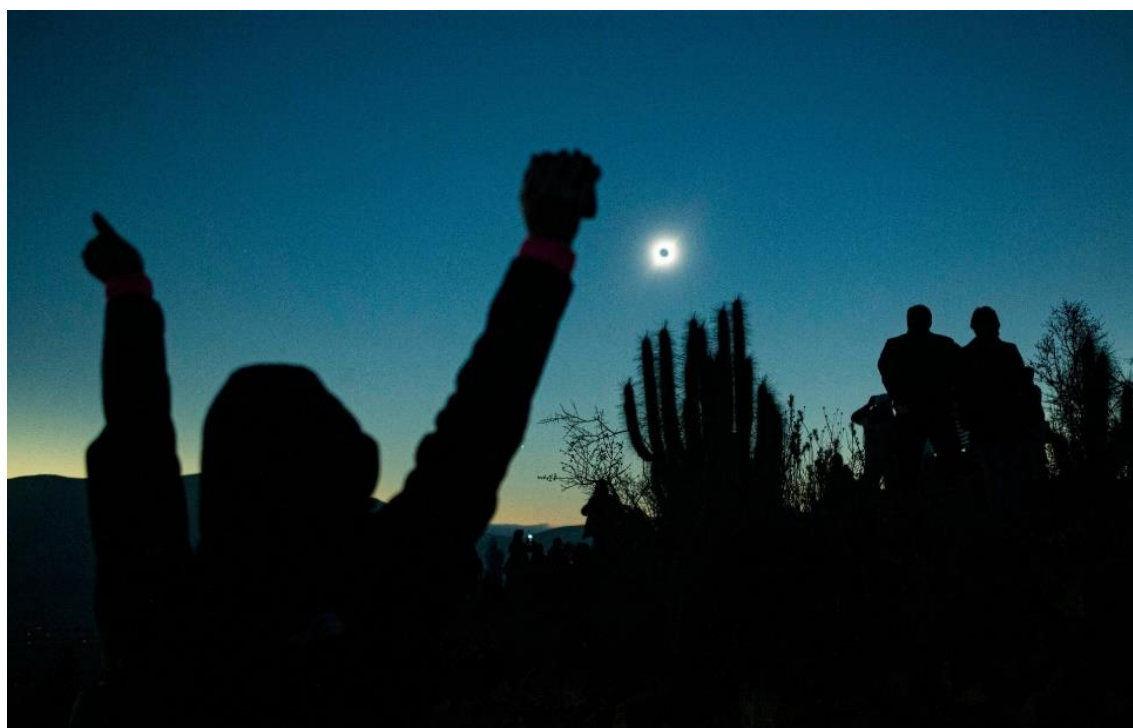


Figura 15. Eclipse solar total del 2 de julio de 2019 visto desde Chile (<https://es.gizmodo.com/8-fotos-espectaculares-del-eclipse-solar-total-de-2019-1836059348>)

Con el disco solar oscurecido totalmente se harán visibles las **estrellas más brillantes** y el planeta **Venus**, que lucirá como tumbacenas hacia el sur, más elevado sobre el horizonte. También se podrá comprobar si los animales se comportan de forma tan extraña como cuentan las crónicas de eclipses pasados. Terminada la fase total, con los ojos protegidos de nuevo, el eclipse volverá a verse en otra fase parcial, con la secuencia de eventos invertida: Perlas de Baily seguida de Anillo de diamantes. Antes de finalizar esta fase el Sol se habrá puesto parcialmente eclipsado.

En el próximo artículo trataremos de cómo fotografiar el eclipse de forma segura para la vista.

Rafael Navarro

2 de febrero de 2026