

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA TIERRA Y ASTROFÍSICA



[Estudio del clima en las regiones afectadas por el eclipse total de Sol de agosto de 2026]

[Study of the climate in the regions affected by the August 2026 total solar eclipse]

Supervisor/es: [Ricardo García Herrera, Jesús Gallego Maestro]

[Daniel Mohedas Calero]

Madrid, 2025

Resumen:

El objetivo central de este trabajo ha sido identificar las principales ciudades situadas dentro de la banda de totalidad en la península ibérica y las islas Baleares que cuenten con condiciones atmosféricas favorables para disfrutar de una visibilidad óptima del eclipse solar del 12 de agosto de 2026. Con el fin de lograr este propósito, se ha realizado un estudio de la cubierta total de nubes, utilizando los datos del reanálisis ERA5 correspondientes a los últimos treinta años para el día 12 de agosto, con especial enfoque en el intervalo horario de 20:00 a 21:00, momento en el que ocurre la totalidad del eclipse.

Palabras Clave: Cubierta total de nubes, eclipse, islas Baleares, península ibérica.

Abstract:

The main objective of this work has been to identify the principal cities located within the path of totality on the Iberian Peninsula and the Balearic Islands that are likely to have favorable atmospheric conditions for optimal visibility of the solar eclipse on August 12, 2026. To achieve this goal, a study of total cloud cover has been conducted using ERA5 reanalysis data from the past thirty years for August 12, with a particular focus on the time interval between 20:00 and 21:00, when the totality of the eclipse occurs.

Keywords: Total cloud cover, Balearic Islands, eclipse, Iberian Peninsula.

Índice

1. Introducción	3
1.1. ¿Qué es un eclipse solar?	3
1.2. ¿Por qué ocurren los eclipses solares?	3
1.3. Tipos de eclipses solares	4
1.3.1. Eclipse de sol parcial	4
1.3.2. Eclipse de sol total	4
1.4. Formación de nubes	5
1.4.1. Convección	5
1.4.2. Ascenso orográfico	5
1.4.3. Formación asociada a los frentes	5
1.4.4. Nubosidad en la península ibérica.	5
2. Objetivos	6
3. Datos y metodología	6
3.1. Datos	6
3.1.1. Reanálisis	6
3.1.2. ERA5	6
3.2. Metodología	7
4. Resultados	8
4.1. Climatología de la nubosidad para intervalos de 30 años entre 1940 y 2024	8
4.2. Climatología de la nubosidad en los 11 días en torno al eclipse solar	9
4.3. Climatología de la nubosidad en el día del eclipse total de Sol	11
4.4. Climatología de la nubosidad durante la fase de totalidad del eclipse solar	12
4.5. Climatología de la nubosidad durante el eclipse de Sol total del 2 de agosto de 2027	14
4.6. Climatología de la nubosidad del eclipse parcial del 29 de marzo de 2026	15
5. Mapa interactivo	16
6. Conclusiones	19
7. Anexo	20
8. Bibliografía	21

1. Introducción

En el presente apartado se abordarán varios temas pertenecientes a dos ramas de la física que, aunque distintas, guardan cierta relación, la cual se explicará más adelante. La primera está centrada en aspectos astronómicos, mientras que la segunda se enfoca en la meteorología y la climatología. Se comenzará con una introducción a los eclipses, proporcionando la información básica necesaria, para luego analizar el papel de las nubes, un factor clave que será estudiado y descrito en las siguientes secciones.

1.1. ¿Qué es un eclipse solar?

Un eclipse solar se define como el fenómeno en el cual la luz del Sol es total o parcialmente bloqueada para un observador, real o teórico, debido a la interposición de un cuerpo celeste entre el Sol y dicho observador (Planesas Bigas, 1999). No obstante, en el contexto del presente estudio, es pertinente precisar que el observador se encuentra en la Tierra y que el cuerpo responsable de la ocultación solar es la Luna.

1.2. ¿Por qué ocurren los eclipses solares?

La luz, entendida como una forma de energía electromagnética, se propaga en línea recta desde su fuente principal: el Sol. Cuando incide sobre un cuerpo opaco y esférico, genera una sombra cónica. Ante esta situación, existen dos posibles escenarios. Si la fuente de luz es puntual, debido a la distancia a la que se encuentra del observador, se generará únicamente sombra. Sin embargo, si la fuente es suficientemente grande, como el Sol visto desde la Tierra, se forman dos conos concéntricos: uno interno y más oscuro, llamado umbra, y otro externo y más difuso, conocido como penumbra o semisombra. La umbra bloquea por completo la luz del Sol, creando una sombra absoluta, mientras que la penumbra solo oculta parcialmente el disco solar. Los movimientos orbitales de la Tierra y la Luna juegan un papel fundamental en la formación de eclipses. La Tierra sigue una órbita elíptica alrededor del Sol, con una excentricidad de ($e=0,01671$), lo que implica que la distancia entre ambos cuerpos varía a lo largo del año. Cuando la Tierra alcanza el punto más cercano al Sol, conocido como perihelio, la distancia es de 147.083.000 km, mientras que en el punto más alejado, llamado afelio, la distancia es de 152.112.000 km. Asimismo, es importante considerar que la Luna también sigue una órbita elíptica alrededor de la Tierra, con una excentricidad de ($e=0,0549$). Como resultado, la distancia entre ambos cuerpos varía entre 356.375 km y 406.712 km. Las órbitas de la Tierra y la Luna no son coplanarias, ya que la órbita lunar presenta una inclinación de aproximadamente 5° respecto a la órbita terrestre. Cuando la Luna atraviesa este plano en dirección sur-norte, se dice que pasa por el nodo ascendente; en sentido contrario, de norte a sur, se denomina nodo descendente. A partir de esto, se obtiene la primera condición necesaria, aunque no suficiente, para que ocurra un eclipse: la Luna debe estar cerca de uno de estos nodos, ya que, en esta posición, los tres astros (Tierra, Sol y Luna) estarán alineados en el mismo plano, conocido como el plano eclíptico, que es otra forma de referirse al plano orbital de la Tierra. Para que esta alineación sea posible, la Luna debe situarse dentro de un intervalo específico de latitudes, comprendido entre $1^\circ 35'$ y $1^\circ 03'$ por encima o por debajo de la eclíptica, y a una distancia longitudinal de entre $18^\circ 31'$ y $11^\circ 50'$ respecto al nodo. Además, otra condición necesaria es que la Luna esté en fase de luna nueva, es decir, situada entre el Sol y la Tierra (Casado y Serra-Ricart, 2003; Planesas Bigas, 1999).

1.3. Tipos de eclipses solares

En esta sección se describen los tipos de eclipses solares que podrán observarse el 12 de agosto de 2026, según la ubicación de las localidades, dentro o fuera de la banda de totalidad.

1.3.1. Eclipse de sol parcial

Los eclipses solares parciales ocurren cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, pero su alineación no es exacta. Debido a ello, la umbra no llega a la superficie terrestre, mientras que la penumbra sí lo hace. Como resultado, desde nuestro planeta se observa un oscurecimiento parcial del disco solar (NASA, 2024).

1.3.2. Eclipse de sol total

Un eclipse solar total ocurre cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, ocultando por completo el disco solar. La umbra y la penumbra generan un barrido sobre la superficie terrestre, definiendo las regiones desde donde será visible el fenómeno. En la umbra, la luz solar es completamente bloqueada, dando lugar a una franja estrecha denominada banda de totalidad, desde la cual puede observarse el eclipse en su forma más completa. Por el contrario, en la penumbra solo se bloquea parcialmente la luz del Sol, produciendo un eclipse parcial. Fuera de estas zonas, el eclipse no es perceptible (Casado y Serra-Ricart, 2003; NASA, 2024).

Con el fin de contextualizar la relevancia del eclipse total de Sol del 12 de agosto de 2026 desde la península ibérica, resulta pertinente repasar los antecedentes históricos más significativos. El siglo XX se inauguró con un eclipse total visible el 28 de mayo de 1900, cuya franja de totalidad atravesó la península y atrajo a numerosos astrónomos internacionales. Posteriormente, el 30 de agosto de 1905, España fue el único país europeo desde el cual pudo observarse la totalidad del fenómeno. Asimismo, el 17 de abril de 1912 se registró otro eclipse total, cuyo máximo se produjo sobre el océano Atlántico, frente a Portugal, extendiéndose por el noroeste peninsular, Europa central y Rusia, aunque en algunas regiones se observó como un eclipse anular (Planesas Bigas, 1999).

A lo largo de los siglos XX y XXI se contabilizan 452 eclipses solares, de los cuales aproximadamente un tercio serán parciales, mientras que el resto se dividirá entre eclipses totales y anulares, observables desde distintas regiones del planeta. Sin embargo, la posibilidad de que un eclipse total sea visible desde un punto geográfico específico es muy baja, debido a la estrecha franja de observación. Esto hace que la elección del lugar de observación sea determinante para el éxito en la visualización del fenómeno. Por esta razón, es común que instituciones científicas se desplacen a diversas ubicaciones del planeta para su estudio; algunas de estas experiencias han sido recogidas en el blog de la Universidad Complutense de Madrid: <https://eclipseucm.blogspot.com/>.

Debido a su relevancia tanto científica como visual, la observación de un eclipse total de Sol depende en gran medida de condiciones atmosféricas favorables. En este sentido, la cobertura nubosa constituye el principal factor limitante. Sin embargo, la predicción de nubosidad a largo plazo conlleva un alto grado de incertidumbre, ya que las previsiones meteorológicas fiables se restringen, por lo general, a un intervalo de entre cinco y diez días antes del evento. Las proyecciones más detalladas a escala local suelen estar disponibles a partir de aproximadamente quince días previos.

Ante estas limitaciones, se propone un enfoque climatológico basado en datos históricos, con el objetivo de estimar la probabilidad de nubosidad en distintas regiones durante fechas específicas. Para ello, es imprescindible comprender los mecanismos de formación de nubes, dado que estos influyen directamente en las condiciones de visibilidad durante un eclipse solar.

1.4. Formación de nubes

La formación de la mayoría de las nubes se produce cuando el aire asciende y se enfría, provocando la condensación del vapor de agua presente en la atmósfera. No obstante, este ascenso no ocurre de forma espontánea, sino que requiere de un mecanismo desencadenante que inicie el movimiento ascendente del aire. Entre los principales procesos responsables de este fenómeno se encuentran: el calentamiento superficial y la convección libre; la elevación orográfica al desplazarse el aire sobre relieves montañosos; el ascenso generalizado debido a la convergencia de masas de aire en superficie; y el levantamiento asociado a los frentes meteorológicos. Cada uno de estos mecanismos desempeña un papel fundamental en la dinámica atmosférica, condicionando la formación y el tipo de nubes presentes en diferentes situaciones meteorológicas (Ahrens & Henson, 2019).

1.4.1. Convección

La convección atmosférica se refiere al movimiento vertical de una masa de aire provocado por una fuerza de flotabilidad positiva. Este proceso tiene lugar cuando una capa de aire presenta una temperatura superior y, por ende, una menor densidad respecto al aire situado en niveles superiores de la atmósfera. Esta diferencia térmica genera una situación de inestabilidad convectiva, en la que el aire más cálido tiende a ascender (Stull, 2017).

A medida que asciende, la masa de aire se encuentra sometida a presiones progresivamente más bajas, lo que provoca su expansión y un enfriamiento adiabático. Como resultado de este descenso de temperatura, el vapor de agua contenido en el aire puede alcanzar su punto de condensación, lo que favorece la formación de nubes de tipo cúmulo (Stull, 2017).

1.4.2. Ascenso orográfico

Cuando el aire se desplaza horizontalmente y encuentra un obstáculo significativo, como una montaña, no puede atravesarlo, por lo que se ve forzado a ascender. Este fenómeno se conoce como ascenso orográfico. Un ejemplo frecuente de este proceso ocurre cuando grandes masas de aire se aproximan a extensas cadenas montañosas. A medida que el aire asciende, experimenta un enfriamiento adiabático y, si contiene suficiente humedad, el vapor de agua se condensa, dando lugar a la formación de nubes orográficas (Ahrens & Henson, 2019).

1.4.3. Formación asociada a los frentes

Debido a las diferencias de densidad entre el aire cálido y el aire frío, los frentes tienden a presentar una inclinación vertical, en la que el aire cálido se extiende por encima del aire frío en niveles más altos de la atmósfera. Esta configuración favorece el desarrollo de movimientos verticales en la masa de aire, lo que explica la frecuente asociación entre los frentes y la formación de nubosidad. En el caso del frente cálido, el aire asciende de forma gradual en una estructura en cuña, lo cual genera una extensa capa de nubes estratiformes. Por el contrario, el avance más rápido del frente frío provoca un ascenso más forzado del aire cálido presente en el sector anterior, favoreciendo la formación de nubes de tipo cumuliforme con un notable desarrollo vertical (Stull, 2017).

1.4.4. Nubosidad en la península ibérica.

Dado que el eclipse solar del 12 de agosto de 2026 será visible desde diversas regiones de la península ibérica y las islas Baleares, resulta fundamental analizar la distribución espacial de la nubosidad durante el verano. Al coincidir el evento con las últimas horas de la tarde, se hace

especialmente relevante examinar el comportamiento habitual de la cobertura nubosa en ese tramo horario a lo largo del periodo estival.

La distribución de la nubosidad sobre la península ibérica presenta una marcada variabilidad espacial. Las principales regiones de formación de nubes en la península y en las islas Baleares pueden clasificarse según los mecanismos predominantes de formación nubosa. Así, todas las áreas montañosas, como la cordillera Cantábrica, los Pirineos, el Sistema Central y el Sistema Ibérico, se agrupan bajo el mecanismo de ascensos orográficos. Por otro lado, la convección es el proceso dominante en la formación de nubes en las islas Baleares, aunque también actúa como mecanismo secundario en el Sistema Central, el Sistema Ibérico y los Pirineos durante el período estival. Finalmente, la formación nubosa asociada a frentes es más común en invierno, por lo que no tendrá influencia en el presente estudio (Azorín-Molina et al., 2015).

2. Objetivos

El objetivo principal de este estudio es establecer una climatología de la cobertura total de nubes en la península ibérica y las islas Baleares para las fechas cercanas al 12 de agosto, a partir del análisis de datos en distintas escalas temporales. Asimismo, se pretende desarrollar un mapa interactivo que integre los principales estadísticos climatológicos de nubosidad, junto con las variables astronómicas más relevantes. Todo ello con el propósito de identificar las ciudades que presentan las condiciones más favorables para la observación del eclipse total de Sol que tendrá lugar el 12 de agosto de 2026.

3. Datos y metodología

Este apartado describe la metodología utilizada para la recopilación, procesamiento y análisis de los datos climatológicos empleados en el estudio. La variable principal de análisis es la cobertura total de nubes, debido a su influencia directa en la visibilidad del eclipse solar del 12 de agosto de 2026. Dado que la presencia de nubosidad puede impedir la observación del fenómeno desde la península ibérica y las islas Baleares, el estudio se ha centrado en esta variable con el objetivo de estimar la probabilidad histórica de cielos despejados durante el momento del eclipse y, así, identificar las zonas con mayor probabilidad de observación favorable.

3.1. Datos

3.1.1. Reanálisis

Los reanálisis climáticos integran modelos con observaciones históricas con el propósito de generar series temporales consistentes de diversas variables climáticas. Esta herramienta es ampliamente empleada en las ciencias geofísicas, ya que permite ofrecer una descripción detallada de la evolución del clima en las últimas décadas, representada en cuadrículas tridimensionales y a intervalos subdiarios (Copernicus Climate Change Service, recuperado el 14 de marzo de 2025).

3.1.2. ERA5

Las agencias meteorológicas de todo el mundo colaboran intercambiando y compartiendo datos observacionales, los cuales son procesados mediante técnicas analíticas avanzadas para generar datos de reanálisis climático. Estos datos proporcionan información histórica esencial sobre las tendencias climáticas. La serie ERA de Copernicus ha desempeñado un papel clave en la popularización del reanálisis climático dentro del sector meteorológico y en otras áreas (Evenflow, 2023).

ERA5 es el reanálisis atmosférico de quinta generación del ECMWF, que cubre el clima global desde enero de 1940 hasta la actualidad. Este reanálisis es producido por el Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) en el ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [ECMWF], recuperado el 18 de marzo de 2025). En particular, ERA5 ha sido posible gracias a inversiones a largo plazo en observaciones satelitales de la Tierra (realizadas por la Comisión Europea, la ESA, EUMETSAT y otras misiones satelitales), en el desarrollo de extensas redes de observación in situ y en proyectos de rescate de datos, permitiendo un análisis más profundo del clima pasado (Evenflow, 2023).

ERA5 ofrece estimaciones horarias de diversas variables climáticas en los dominios atmosférico, terrestre y oceánico. Sus datos cubren todo el planeta con una resolución espacial de 31 km y modelan la atmósfera en 137 niveles, desde la superficie hasta los 80 km de altitud. Además, ERA5 proporciona información sobre las incertidumbres asociadas a cada variable, con resoluciones espaciales y temporales más reducidas (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [ECMWF], recuperado el 18 de marzo de 2025).

Antes de continuar con el procedimiento, es importante señalar que, hasta la aparición de los satélites en la década de 1960, los meteorólogos solo podían observar las nubes desde la superficie o, en el mejor de los casos, desde aeronaves. No disponían de métodos eficientes para monitorizar los cambios en los sistemas de nubes durante el desarrollo de frentes o ciclones. Sin embargo, con el lanzamiento de los satélites meteorológicos al espacio, esta situación cambió por completo, ya que ahora es posible observar áreas de los océanos y continentes donde la información previa era limitada (Renom, 2011).

3.2. Metodología

Para obtener los datos necesarios, se utiliza la herramienta ERA5 <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download>, en la cual se deben seleccionar los siguientes parámetros. En primer lugar, para la obtención de los datos se seleccionó la opción de reanálisis dentro del tipo de producto ofrecido por el proveedor de datos climáticos. Posteriormente, se especificó la variable de estudio, en este caso, la cubierta total de nubosidad. A continuación, se definieron los parámetros temporales (años, meses, días y horas) correspondientes al periodo de interés, así como la región geográfica de análisis, delimitada mediante coordenadas y con una resolución espacial de 0,05 grados. Una vez configurados estos criterios, los datos fueron descargados y procesados utilizando herramientas de análisis en Python.

Para la correcta interpretación de los resultados, es relevante señalar que el estudio se basa en el cálculo de normales climatológicas para un período de 30 años (1995–2024). Esta elección se ajusta a los estándares recomendados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ya que dicho intervalo permite una mayor estabilidad estadística y una mejor representatividad de las condiciones climatológicas (Organización Meteorológica Mundial, 2007).

Tal como se ha indicado previamente, la variable principal de este estudio es la cobertura total de nubes, por lo que resulta fundamental comprender el significado de los valores obtenidos. De acuerdo con la OMM, la fracción del cielo cubierta por nubes se mide tradicionalmente en oktas. Sin embargo, en el presente análisis, los datos se expresan en una escala continua de 0 a 1. Esta escala permite interpretar los resultados de forma equivalente a la clasificación en oktas: 0 oktas es un cielo despejado (0 % de nubes), 1–2 oktas son pocas nubes (10–30 %), 3–4 oktas es nubosidad dispersa (40–50 %), 5–7 oktas el cielo está mayormente nublado (60–90 %) y 8 oktas el cielo está completamente cubierto (100 %) (Stull, 2017).

Inicialmente, se recopiló información sobre la cobertura total de nubosidad para el día del eclipse y los cinco días previos y posteriores, conformando así una ventana temporal de once días para cada período analizado. El estudio se desarrolló a partir de 56 ventanas móviles de 30 años,

comprendidas entre los períodos 1940–1969 y 1995–2024. Esta estrategia temporal fue adoptada con el fin de explorar la existencia de patrones de variabilidad a escalas multidecadales que pudieran estar vinculados tanto a la variabilidad climática de baja frecuencia como a los efectos del cambio climático. La ampliación del rango temporal en torno al 12 de agosto buscó mitigar el impacto de posibles anomalías puntuales y reducir la variabilidad interanual, permitiendo una representación más estable y representativa del comportamiento medio de la nubosidad.

El estudio se centró en las principales ciudades desde las cuales podrá observarse el eclipse. Como ejemplo ilustrativo, se presenta de forma detallada el caso de la ciudad de Oviedo, elegida por su elevada frecuencia de nubosidad, lo que la convierte en un caso de especial interés para evaluar las condiciones de visibilidad del fenómeno astronómico. Para cada una de las series temporales consideradas, se calcularon los promedios anuales de cobertura nubosa en ventanas móviles de 30 años, lo cual permitió obtener una representación robusta y representativa de las condiciones medias de nubosidad a largo plazo. Sobre estas series se aplicaron posteriormente análisis estadísticos que incluyeron medidas de tendencia central, como la mediana, así como estadísticos de dispersión, entre ellos el rango intercuartílico. Estos indicadores fueron fundamentales para describir la evolución de la nubosidad en la ciudad y detectar posibles cambios en su comportamiento a lo largo del tiempo. De este modo, el análisis proporciona una visión más completa de la evolución de la nubosidad y permite contextualizar los datos recientes en una perspectiva histórica más amplia.

Las figuras que se mostrarán son boxplot y es un método estandarizado para visualizar gráficamente una serie de datos numéricos mediante sus cuartiles. Este diagrama de cajas se compone de varios elementos, entre los que se encuentra el rango intercuartílico (IQR), es decir, la caja, que muestra el 50 % central de los datos; su límite inferior es el primer cuartil (Q1), es decir, el 25 % de los valores son menores o iguales a él; el límite superior se asocia al percentil 75 (Q3), en otras palabras, el 75 % de los datos; y la línea dentro de la caja es la mediana, dicho de otro modo, divide las observaciones en dos partes iguales, con el 50 % de los valores por encima y el 50 % por debajo. También se observan los límites de dispersión o líneas de variabilidad, que se extienden a ambos lados de la caja y cuya longitud máxima será de $1,5 * IQR$ siendo el límite superior $Q3 + 1,5 * IQR$ y el límite inferior $Q1 - 1,5 * IQR$. A estos límites se les denomina valores extremos. La distancia entre el valor máximo y el valor mínimo define el rango. Por último, los círculos que se encuentran fuera del rango se denominan valores atípicos y son los que superan la varianza esperada (JMP Group, recuperado el 28 de marzo de 2025; Montes, 2018).

4. Resultados

4.1. Climatología de la nubosidad para intervalos de 30 años entre 1940 y 2024

Los datos observados en la Figura 1 evidencian una marcada estabilidad en los parámetros estadísticos asociados a la cobertura nubosa, tanto en términos de medidas de tendencia central como de dispersión, durante el período comprendido entre los años 2012 y 2024. Esta estabilidad se manifiesta de manera particularmente clara en la evolución de la mediana, la cual se mantiene prácticamente constante a lo largo del intervalo analizado, lo que sugiere la ausencia de variaciones significativas en la distribución de la nubosidad durante dicho período.

Por otro lado, se observa que las medianas no se ubican en el centro del rango intercuartílico, lo que indica una distribución asimétrica de los datos. Esta desviación con respecto a la simetría estadística pone de manifiesto la existencia de un sesgo en la distribución de la nubosidad, aspecto que debe ser considerado cuidadosamente en la interpretación climatológica de los resultados.

Un aspecto destacado en los resultados es la elevada dispersión observada en los períodos anteriores a 1973–2002. A partir de este intervalo, se evidencia una reducción notable en el tamaño de las cajas y en la longitud de los límites de dispersión, lo que indica una menor variabilidad.

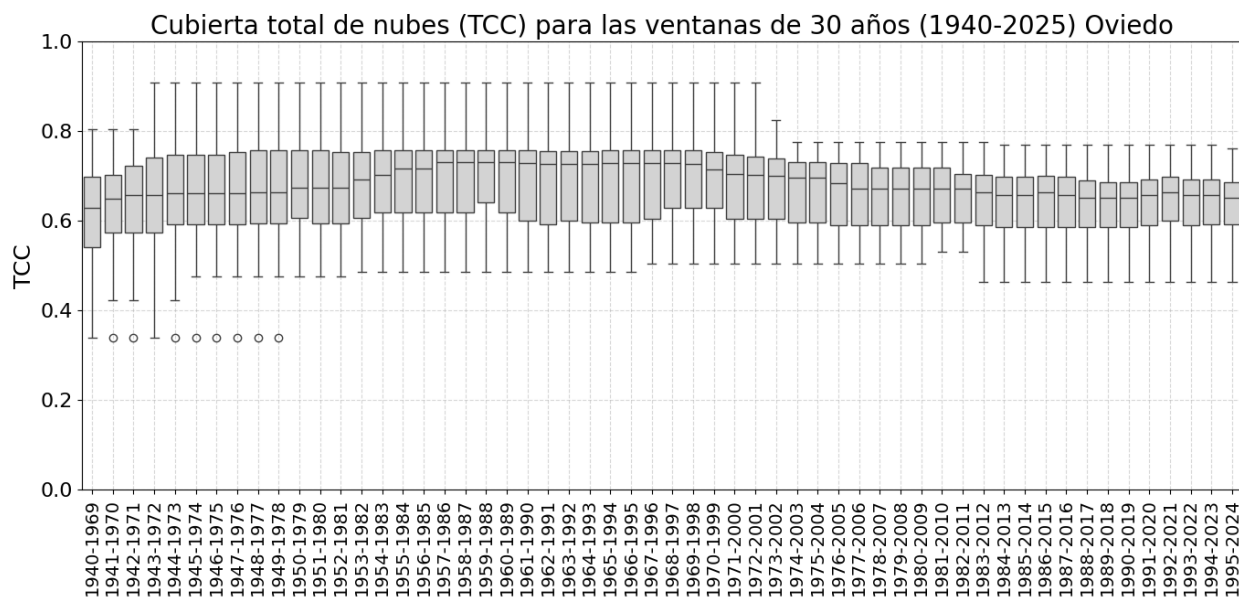


Figura 1: Diagrama de la nubosidad en la ciudad de Oviedo para las distintas ventanas temporales de 30 años, comprendidas entre 1940 y 2024. Los círculos representan los valores atípicos identificados en cada intervalo.

Esta disminución podría estar asociada a la mejora en la calidad de los registros climatológicos, en particular tras la incorporación sistemática de observaciones satelitales.

En los años más recientes, el rango intercuartílico es relativamente reducido, lo que refleja una baja variabilidad. Además, en algunas cajas se observa una asimetría en las líneas de variabilidad debido a que estas se extienden solo hasta el valor más extremo dentro del rango de $1,5 * IQR$.

Tras analizar los resultados obtenidos para la ciudad de Oviedo y comprobar su coherencia interna, se concluye que no se identifican variaciones significativas a escala multidecadal atribuibles a la variabilidad climática de baja frecuencia o al cambio climático. Esto sugiere que la nubosidad se ha mantenido estable a lo largo del período analizado, sin cambios sustanciales de un año a otro.

Por tal motivo, el presente estudio se centra en el intervalo temporal comprendido entre 1995 y 2024, al ser el más próximo al eclipse del 12 de agosto de 2026 y proporcionar un marco climatológico representativo de las condiciones actuales. Este mismo criterio ha sido aplicado al conjunto de ciudades seleccionadas como posibles puntos de observación, presentándose los resultados de manera homogénea en una única gráfica con el objetivo de facilitar su análisis comparativo.

4.2. Climatología de la nubosidad en los 11 días en torno al eclipse solar

Los datos presentados en la Tabla 1 (véase Anexo) y representados en la Figura 2 son consistentes con los patrones climáticos descritos previamente, evidenciando una mayor cobertura nubosa en las ciudades del norte de España. En contraste, las localidades ubicadas en la Meseta Central, la franja costera y Palma de Mallorca muestran niveles menores de nubosidad, lo que corrobora la distribución espacial esperada de este fenómeno.

Observando las medianas de las distintas ciudades, se puede notar que en Valladolid, Palencia, León, Burgos, Soria y Logroño la distribución de datos es simétrica, lo que indica que la media y la mediana coinciden.

En cambio, en A Coruña, Lugo, Santander, Bilbao, Vitoria, Segovia, Guadalajara, Teruel, Zaragoza, Tarragona y Valencia, la mediana se sitúa en la parte baja del rango intercuartílico, reflejando

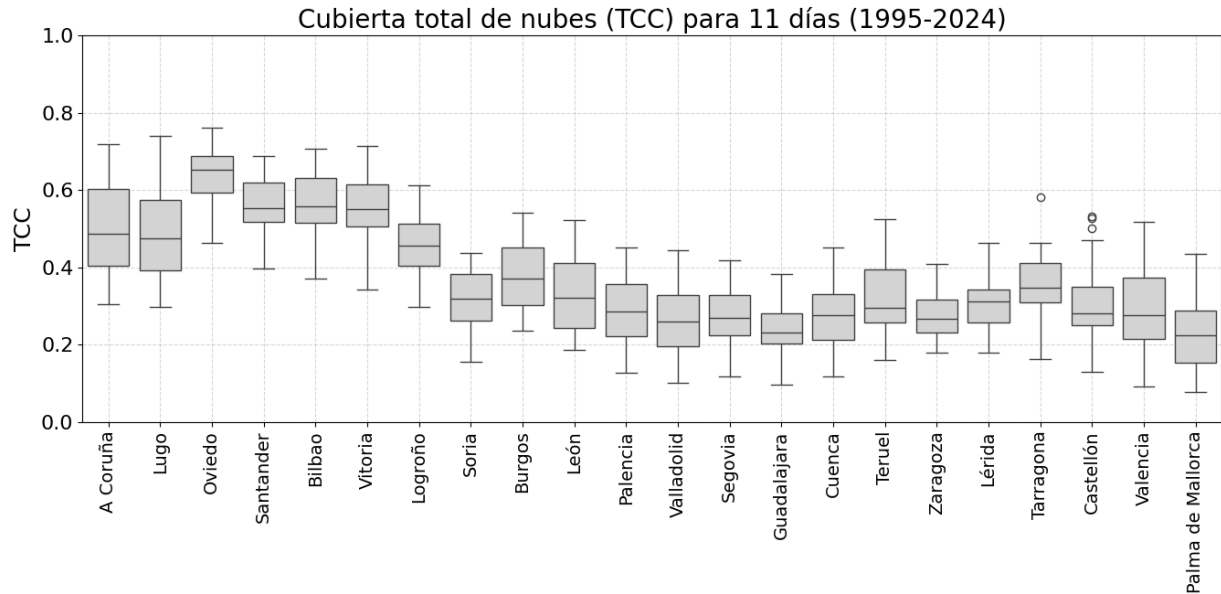


Figura 2: Diagrama de caja de la cobertura total de nubosidad durante el día del eclipse y los cinco días previos y posteriores, basado en datos históricos (1995–2024) para las ciudades desde las cuales podrá observarse el evento.

una asimetría positiva. Esto significa que la media es mayor que la mediana y que la mayoría de los valores se agrupan en la zona inferior de la distribución.

Por otro lado, en el resto de ciudades, la mediana tiende a estar más cerca del borde superior del rango intercuartílico, lo que indica una media menor que la mediana y una concentración de datos en valores más altos de nubosidad.

Es relevante mencionar que en algunas ciudades, como A Coruña, Lugo, Burgos, León, Teruel, Valencia y Palma de Mallorca, el IQR es más amplio en comparación con el resto. Esto indica una mayor variabilidad en los valores centrales de la distribución. En estas ciudades, el tiempo puede cambiar de forma más brusca, alternando entre cielos despejados y nublados.

Aun así, los resultados obtenidos proporcionan una visión general sobre el comportamiento de la nubosidad en las distintas ciudades, permitiendo identificar patrones y tendencias en la cobertura de nubes a lo largo del tiempo.

También es importante destacar la presencia de valores atípicos en el boxplot, es decir, aquellos datos que se encuentran fuera del rango, principalmente en ciudades costeras como Tarragona y Castellón. En esta última se observa una mayor concentración de estos valores, con aproximadamente cuatro registros fuera del rango esperado.

Por último, es importante analizar los límites de dispersión de las cajas, ya que representan el rango esperado y la variabilidad global de la cobertura nubosa.

Las ciudades con un límite de dispersión superior más largo, como Lugo, Burgos, León, Valladolid, Cuenca, Teruel, Zaragoza, Lérida y Palma de Mallorca, tienen una mayor probabilidad de experimentar días extremadamente nublados. Por otro lado, en el resto de ciudades, donde el límite de dispersión inferior es más largo, hay una mayor probabilidad de días excepcionalmente despejados.

Un aspecto destacable del análisis es la ausencia de valores extremos próximos a 0 o 1 en los promedios de nubosidad obtenidos. Esta característica se explica por el efecto de suavización inherente al cálculo de medias a partir de un elevado número de observaciones, lo que atenúa significativamente la presencia de valores extremos.

Sin embargo, esta limitación implica una pérdida de detalle en la representación de la variabilidad diaria, especialmente relevante para el día específico del eclipse. Por ello, a continuación se procederá al análisis de los valores diarios de cobertura nubosa correspondientes exclusivamente al 12 de agosto, fecha del eclipse. Este enfoque permite capturar una mayor variabilidad y resulta de especial interés desde el punto de vista climatológico, al centrarse en las condiciones atmosféricas específicas del día en que tendrá lugar el evento astronómico. Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 1 (véase Anexo) y se representan gráficamente en la siguiente sección.

4.3. Climatología de la nubosidad en el día del eclipse total de Sol

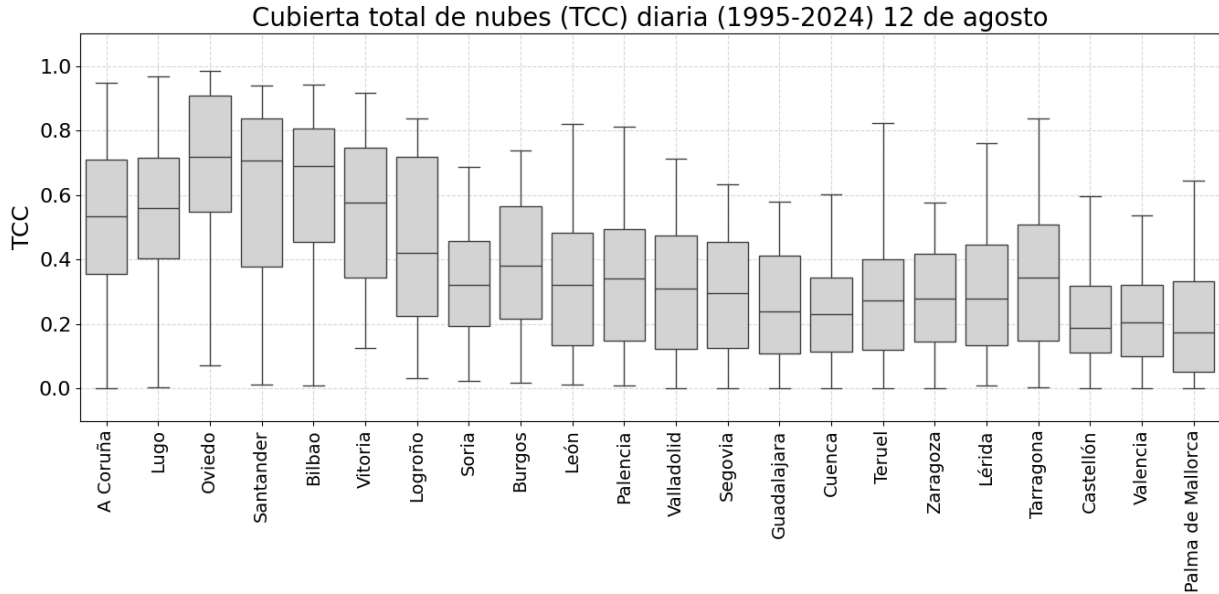


Figura 3: Diagrama de caja que muestra la cobertura total diaria de nubosidad durante el eclipse solar en las ciudades donde podrá ser visible, basado en datos climatológicos del período 1995–2024.

La Figura 3 muestra un aumento significativo del IQR en la cobertura de nubosidad, desde 6,42 % en Valencia hasta 38,77 % en Logroño, indicando un mayor rango de datos y líneas de variabilidad más largas que reflejan más valores extremos.

Además, resulta pertinente destacar que, en comparación con la Figura 2, se observa un incremento en la mediana de la cobertura nubosa en varias ciudades del norte y del interior peninsular. Específicamente, A Coruña presenta un aumento del 4,62 %, Lugo del 8,61 %, Oviedo del 6,54 %, Santander del 15,44 %, Bilbao del 13,3 %, Vitoria del 2,67 %, Palencia del 5,55 %, Valladolid del 5,26 %, Segovia del 2,82 % y Zaragoza del 1,2 %. Dichos aumentos son indicativos de una frecuencia más elevada de días caracterizados por una mayor nubosidad.

En contraposición, localidades como Logroño, Cuenca, Teruel, Lérida, Castellón, Valencia y Palma de Mallorca muestran una disminución en la mediana de la nubosidad, con reducciones del 3,44 %, 4,52 %, 2,23 %, 3,48 %, 9,25 %, 7,22 % y 4,94 %, respectivamente. Estos descensos reflejan una mayor recurrencia de días con cielos más despejados.

Por último, en ciudades como Soria, Burgos, León, Guadalajara y Tarragona, la mediana ha mantenido aproximadamente el mismo valor, con variaciones inferiores al 1 %. Esto indica que el valor central de ambas distribuciones de datos, tanto la correspondiente al intervalo de 11 días como la asociada al registro diario, coincide.

Continuando con el análisis de la mediana, A Coruña, Lugo, Oviedo, Soria, Cuenca, Zaragoza y Valencia presentan una distribución de datos simétrica, lo que indica que no hay sesgos hacia los extremos y que la distribución está concentrada alrededor de la media.

Por otro lado, Santander, Bilbao, Vitoria, Palencia, Valladolid, Segovia, León, Teruel y Tarragona muestran una distribución asimétrica, con la mediana más cercana al tercer cuartil.

Finalmente, Logroño, Burgos, Guadalajara, Lérida, Castellón y Palma de Mallorca presentan la mediana en la zona inferior de la caja, lo que indica que la nubosidad tiende a ser menor. Esto sugiere que, durante el día del eclipse, hubo más momentos con el cielo despejado.

Para finalizar el análisis de la gráfica, es relevante destacar que las ciudades cuyo IQR está más cerca del valor 1 presentan una línea de variabilidad superior más pequeña que la inferior. Esto se debe a que, en estos casos, los valores tienden a concentrarse en la parte superior, lo que genera una mayor variabilidad en los valores bajos, es decir, valores extremos más pequeños, que corresponden a las horas del día en las que el cielo estuvo despejado o con poca nubosidad. Por otro lado, en las ciudades cuyo IQR está cerca de valores bajos, la línea de variabilidad inferior es más pequeña que la superior, lo que sugiere una mayor variabilidad en los valores altos, es decir, valores extremos más grandes, que corresponden a las horas en las que el cielo estuvo más cubierto por nubes.

Una vez analizados los datos correspondientes al 12 de agosto, se procede a construir la climatología de la cobertura nubosa específicamente para el intervalo horario en el que se producirá la totalidad del eclipse, comprendido entre las 20:00 y las 21:00 horas. Este análisis resulta especialmente relevante, ya que permite evaluar con mayor precisión las condiciones atmosféricas durante el momento crítico del fenómeno.

Es importante destacar que, al reducir la escala temporal, es decir, al aumentar la resolución temporal, se observa un incremento en la variabilidad de los datos. Esto se debe a que los valores medidos reflejan momentos más puntuales y, además, la reducción en la cantidad de datos considerados para el cálculo de los promedios contribuye significativamente a aumentar la dispersión de los resultados. Esta mayor sensibilidad a las fluctuaciones diarias aporta una visión más detallada, pero también más dispersa, del comportamiento de la nubosidad.

4.4. Climatología de la nubosidad durante la fase de totalidad del eclipse solar

En comparación con la Figura 3, se aprecia una mayor amplitud en las cajas de los diagramas de caja y límites de dispersión correspondientes al análisis horario, lo cual resulta esperable, dado que los datos horarios presentan una mayor variabilidad, como se ha señalado previamente. Los incrementos más significativos en el IQR se registran en ciudades como Bilbao, Burgos, Valladolid y Palencia, con aumentos del 44,85 %, 53,97 %, 46,47 % y 45,62 %, respectivamente, donde el IQR abarca prácticamente toda la escala del eje vertical. Esta característica indica que el 50 % central de los datos, es decir, los valores comprendidos entre los percentiles 25 y 75, se encuentran altamente dispersos, mientras que los valores extremos fuera de este rango son relativamente pocos.

Por otro lado, existen aumentos más moderados en localidades como Tarragona (16,18 %), Castellón (10,72 %), Lérida (9,09 %) y Palma de Mallorca (2,85 %). En estos casos, el rango intercuartílico es considerablemente más estrecho, lo que refleja niveles de nubosidad bajos y menos variables durante la franja horaria analizada. En consecuencia, el valor extremo superior no alcanza el máximo de nubosidad, y el límite de dispersión superior del diagrama no se extiende completamente a lo largo del eje vertical.

Esta situación favorece la aparición de valores atípicos, como ocurre en Castellón y Palma de Mallorca. Dichos valores podrían estar asociados a días puntualmente más nublados de lo habitual o a episodios convectivos típicos del verano. Cabe destacar que estas regiones, debido a su proximidad al mar Mediterráneo, son propensas a la formación de tormentas en las últimas horas de la tarde, como resultado del mayor almacenamiento de calor en la superficie marina.

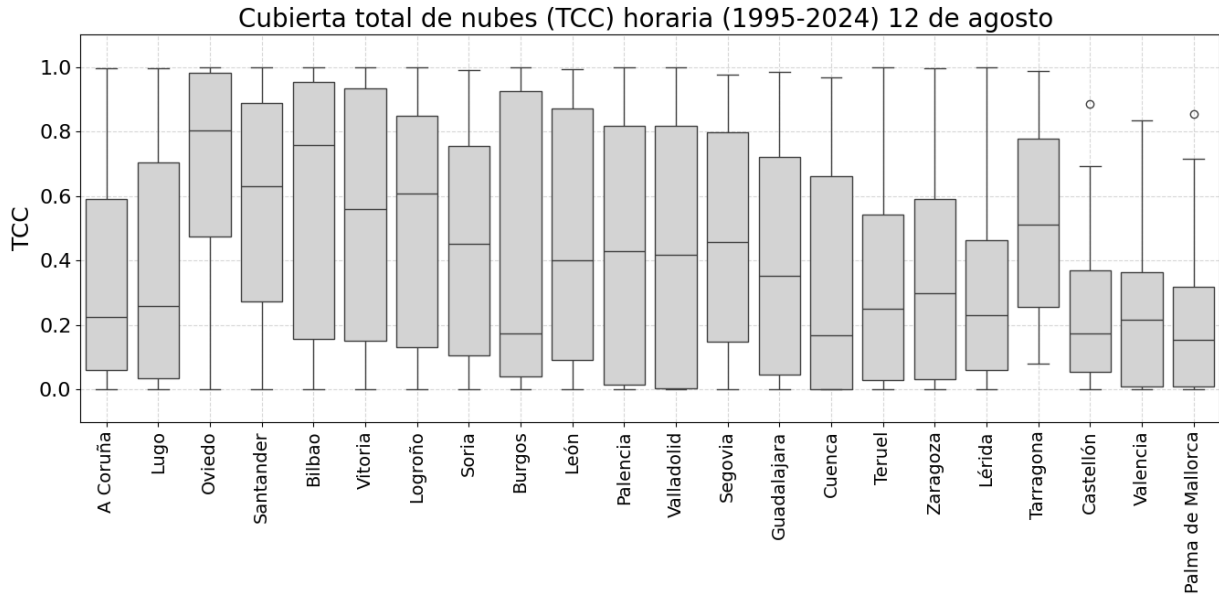


Figura 4: Boxplot de la cobertura nubosa horaria durante la fase de totalidad del eclipse del 12 de agosto de 2026 en las distintas ciudades estudiadas, basado en datos del período 1995–2024.

Además, al comparar estos resultados con los obtenidos en la Figura 3, se observa una variación significativa en la distribución del IQR en determinadas ciudades. Por ejemplo, A Coruña y Lugo presentan rangos intercuartílicos situados en niveles más bajos de nubosidad en el análisis horario que en el análisis diario, lo que sugiere una reducción de la nubosidad durante el tramo horario específico del eclipse. En contraste, Tarragona muestra un comportamiento opuesto, con un incremento relativo en la nubosidad durante este intervalo.

En cuanto a la posición de la mediana dentro de las cajas, se aprecia que en ciudades como Oviedo, Santander, Bilbao, Logroño y Valencia esta se sitúa en la parte superior del rango intercuartílico, lo que indica que la mayoría de los datos tienden hacia valores altos de nubosidad en la franja horaria comprendida entre las 20:00 y las 21:00. En contraste, ciudades como Vitoria, Soria, Palencia, Segovia, Guadalajara, Valladolid, Zaragoza, Tarragona y Palma de Mallorca presentan medianas más centradas o ligeramente desplazadas, lo cual refleja una distribución más equilibrada de los valores de nubosidad. Por otro lado, en el resto de las ciudades, la mediana se sitúa en la parte inferior del diagrama, lo que sugiere una mayor frecuencia de cielos despejados o con escasa nubosidad durante ese intervalo horario.

Finalmente, al comparar los valores de las medianas con los presentados en la Figura 3, se observa una disminución en aproximadamente la mitad de las ciudades analizadas. Estas reducciones se sitúan en un rango que va desde el 1,44 % en Castellón hasta el 30,70 % en A Coruña, lo que sugiere que, en dichas localidades, la nubosidad tiende a concentrarse más a lo largo del día que en la franja horaria específica del eclipse. Por el contrario, en el resto de las ciudades se ha registrado un aumento en la mediana de la cobertura nubosa, con valores comprendidos entre el 1,37 % en Valencia y el 18,48 % en Logroño. Este comportamiento indica que, en estos casos, la nubosidad es más frecuente durante el intervalo horario de 20:00 a 21:00 en comparación con la media diaria.

Cabe destacar que, en aquellos casos en los que se observa un aumento en la mediana, pero esta se posiciona en la parte inferior del rango intercuartílico, ello indica que el incremento del IQR ha sido proporcionalmente mayor que el de la mediana. Esta situación refleja una distribución más amplia hacia los valores elevados de nubosidad, lo que sugiere una mayor variabilidad en los datos y una frecuencia más alta de registros con cobertura nubosa significativa.

Tras analizar la distribución horaria de la nubosidad correspondiente al eclipse solar del 12 de agosto de 2026, se plantea una comparación cualitativa con el eclipse total de Sol previsto para el 2 de agosto de 2027, que atravesará el sur de la península ibérica y cuya fase de totalidad ocurrirá entre las 10:00 y las 11:00 horas. El objetivo es determinar cuál de los dos eclipses presenta mejores condiciones climatológicas, en términos de nubosidad, para su observación.

4.5. Climatología de la nubosidad durante el eclipse de Sol total del 2 de agosto de 2027

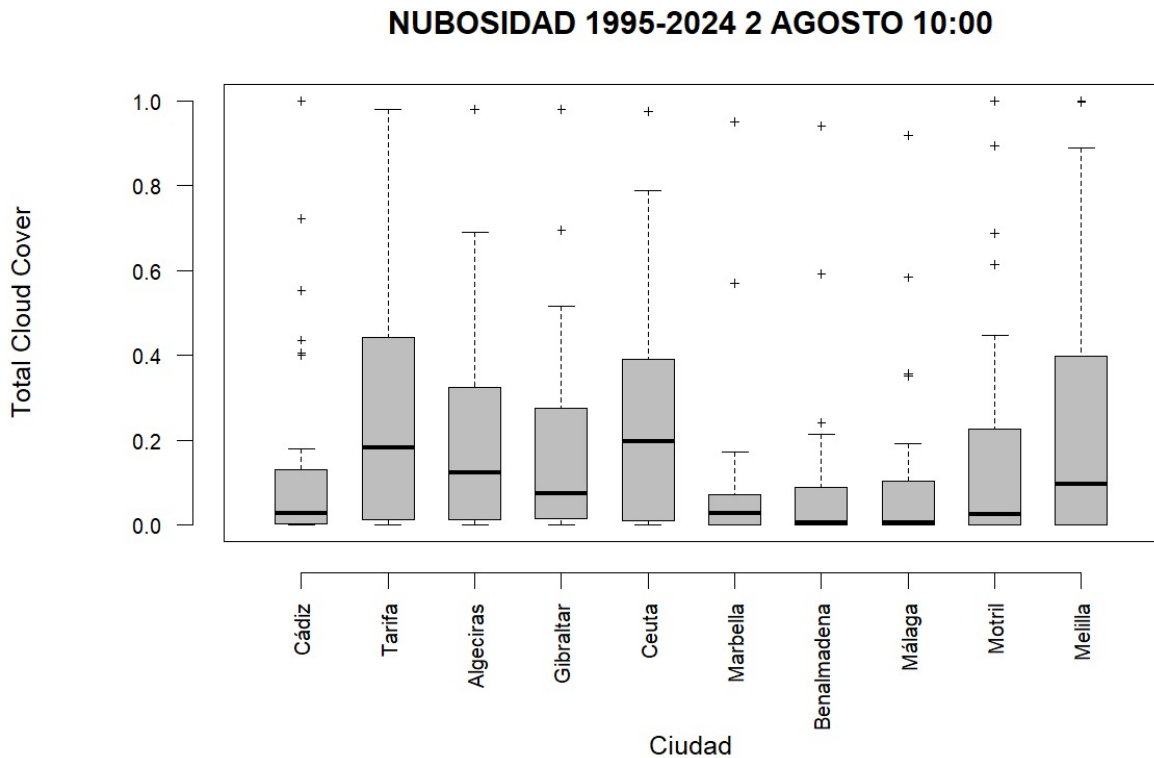


Figura 5: Diagrama de cajas de la cobertura total de nubosidad durante la fase de totalidad del eclipse del 2 de agosto de 2027, en ciudades donde podrá ser visible, basado en la serie temporal climatológica del período 1995–2024. Los valores atípicos se representan con cruces.

Lo primero que conviene destacar es que las ciudades representadas en la figura 5 se ubican en el sur de la península ibérica, con la excepción de Ceuta y Melilla, situadas en el norte de África. En contraste, la figura 4 muestra localidades localizadas en el norte peninsular, la Meseta Central, la costa este y la isla de Palma de Mallorca. Esta diferencia geográfica inicial se refleja claramente en la extensión de los rangos intercuartílicos: en la figura 4, los IQR son más amplios y alcanzan valores de nubosidad más elevados, lo que indica una mayor variabilidad. Por el contrario, en la figura 5, los IQR son más estrechos y se concentran en torno a valores bajos, lo que señala una menor variabilidad en la cobertura nubosa.

Es pertinente señalar que los diagramas de caja de algunas ciudades de la costa este, así como el de Palma de Mallorca, presentan niveles bajos de nubosidad y muestran una distribución similar a la de ciertas localidades representadas en la figura 5.

Al analizar la gráfica correspondiente al eclipse de 2027, se observa que Tarifa y Melilla presentan los rangos intercuartílicos más amplios, con valores extremos cercanos a 1.

En ciudades como Málaga, Benalmádena, Cádiz, Marbella y Motril, las medianas tienden a cero, lo que indica una concentración de valores de nubosidad en la parte baja del eje, reflejando cielos predominantemente despejados. Esta característica explica la ausencia de líneas de variabilidad inferiores en los diagramas de caja y la presencia exclusiva de límites de dispersión superiores con valores extremos relativamente bajos.

Otro aspecto relevante es la aparición de valores atípicos, que representan horas con nubosidad superior a la habitual, posiblemente asociados a eventos convectivos estivales en los que el cielo permanece completamente cubierto. A diferencia de lo observado en la figura 4, donde los IQR son más amplios y, por tanto, los valores atípicos son menos frecuentes, en la figura 5 estos son más numerosos y tienden a valores más elevados. Muchos de estos valores extremos se acercan a 1, lo que sugiere cielos completamente cubiertos; otros, situados entre 0,3 y 0,7, podrían corresponder a días parcialmente nublados.

En conclusión, los gráficos muestran de forma clara que la nubosidad es, en general, mayor en las regiones del norte en comparación con las del sur de la península, especialmente durante el verano, estación en la que tienen lugar ambos eclipses analizados. Además, se evidencia la influencia de la hora del día en la formación de nubosidad: las ciudades incluidas en la figura 4, ubicadas en zonas montañosas como la cordillera Cantábrica, los Pirineos, el Sistema Central y el Sistema Ibérico, tienden a presentar mayor nubosidad durante las horas de la tarde debido al desarrollo convectivo, lo que se traduce en una alta variabilidad en los diagramas de caja.

A continuación, se presenta la gráfica correspondiente al eclipse parcial de Sol del 29 de marzo de 2025, calculada para la ciudad de Madrid en el intervalo comprendido entre las 11:00 y las 12:00 horas. El objetivo de esta representación es verificar la validez del procedimiento empleado, así como analizar la climatología y los niveles de cobertura total de nubosidad, tanto en escala diaria como horaria, asociados a dicho evento.

4.6. Climatología de la nubosidad del eclipse parcial del 29 de marzo de 2026

Al analizar la gráfica, se aprecia una notable variabilidad en los datos. En la distribución diaria, el rango abarca valores extremos próximos tanto a 0 como a 1, lo que indica una amplia dispersión en la cobertura nubosa. En cuanto a la franja horaria comprendida entre las 11:00 y las 12:00, el boxplot ocupa prácticamente toda la altura del gráfico, lo cual evidencia que el 50% central de los datos, correspondiente al rango intercuartílico, presenta una alta dispersión. La tendencia central de esta distribución se sitúa en torno a valores intermedios de nubosidad, con una mediana cercana a 0,5, reflejando un comportamiento nuboso moderado.

Como es de esperarse, dada la alta variabilidad de los datos diarios, y aún más acentuada en la escala horaria, no se identifican valores atípicos, es decir, observaciones que se encuentren fuera del rango. Esta ausencia limita la detección de extremos en la distribución. La mediana de la cobertura nubosa diaria se sitúa en 0,6, lo que indica una mayor tendencia a cielos nublados en la escala diaria en comparación con la escala horaria.

Cabe señalar que los valores observados para el 29 de marzo de 2025, tanto diario como horario, se encuentran dentro del rango general de variabilidad, aunque fuera del intervalo intercuartílico, lo que indica que no representan situaciones extremas, pero sí poco frecuentes.

Este análisis pone de manifiesto que la nubosidad constituye una de las principales fuentes de incertidumbre en la predicción climática, tanto a nivel regional como global (Freile-Aranda et al., 2017).

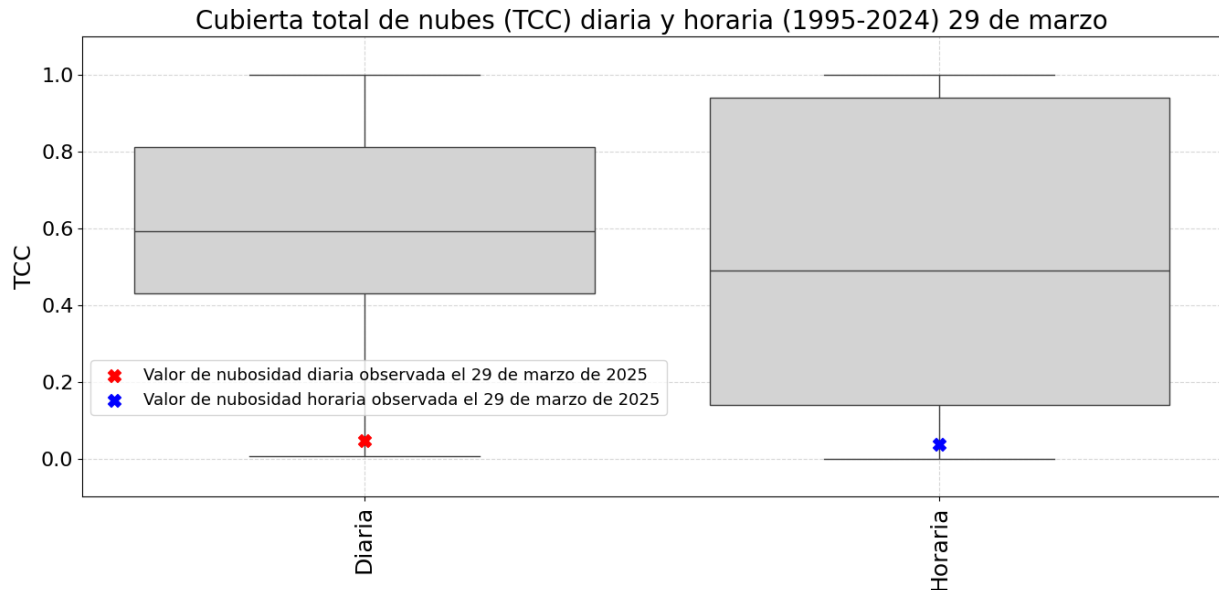


Figura 6: Boxplot de la cobertura total de nubosidad diaria y entre las 11:00 y las 12:00 para el eclipse parcial del 29 de marzo de 2025 en Madrid. Se destacan, en rojo y azul, los valores registrados ese día para la cobertura diaria y horaria, respectivamente.

5. Mapa interactivo

En atención a la importancia señalada previamente en la introducción sobre la adecuada selección de los puntos de observación para el eclipse total de Sol del 12 de agosto de 2026, se ha desarrollado un mapa interactivo que representa la nubosidad media registrada en la península ibérica y las islas Baleares durante la franja horaria correspondiente a la fase de totalidad del eclipse. Este análisis se ha realizado a partir de datos climatológicos recopilados durante los últimos treinta años (1995–2024), con el objetivo de facilitar la identificación de las regiones con mayor probabilidad de cielos despejados en el momento del fenómeno astronómico.

El desarrollo del mapa se ha llevado a cabo utilizando tecnologías web de código abierto, destacando el uso de la biblioteca JavaScript Leaflet, que permite generar cartografía interactiva de forma eficiente y compatible con la mayoría de los navegadores actuales. Para el tratamiento previo y la visualización de los datos geoespaciales, se recurrió a herramientas especializadas como QGIS y Python, lo que facilitó la integración de información climatológica y astronómica en una única plataforma interactiva. Esta combinación tecnológica ha permitido crear una herramienta visual, dinámica y accesible, orientada a mejorar la comprensión espacial de las condiciones de visibilidad del eclipse solar.

El mapa interactivo se encuentra disponible para su consulta a través del siguiente enlace: <https://courageous-strudel-2f16ea.netlify.app/>.

Asimismo, se ha incorporado un código QR, con el objetivo de proporcionar un acceso rápido y eficiente a la interfaz interactiva desde cualquier dispositivo. Este se presenta a continuación.

El mapa incorpora, además, la banda de totalidad del eclipse, las ciudades objeto de estudio y sus parámetros astronómicos específicos para este evento. Asimismo, se incluyen representaciones gráficas, en forma de diagramas de caja, de la nubosidad horaria, con el fin de facilitar la identificación de las ubicaciones más favorables para la observación del fenómeno.



Figura 7: Código QR del mapa interactivo



Figura 8: Climatología de la nubosidad en la península ibérica y las islas Baleares para el 12 de agosto.

La información utilizada para la representación de la banda de totalidad del eclipse, así como los datos astronómicos específicos correspondientes a cada una de las ciudades analizadas, marcadas en el mapa mediante indicadores, ha sido recopilada a partir de fuentes especializadas, entre las que destacan el Instituto Geográfico Nacional (recuperado el 12 de abril de 2025) y Jubier (2005).

Entre los datos incluidos se encuentran el inicio del eclipse, el comienzo y el final de la totalidad, el instante del máximo eclipse, la magnitud, la altura solar y el azimut del Sol.

Es importante señalar que las tres líneas rojas representadas en el mapa indican la banda de totalidad y su eje central. Dentro de esta franja, el eclipse podrá observarse en su fase total, ya que estas zonas se sitúan dentro de la umbra proyectada por la Luna sobre la superficie terrestre. En contraste, en aquellas localidades de la península ibérica situadas fuera de esta banda, el eclipse solo será visible de forma parcial, al encontrarse en la región de penumbra.

Si bien el presente análisis se ha centrado exclusivamente en la variable climatológica de la nubosidad, no se han considerado otros factores astronómicos relevantes, como la altura solar, cuya baja posición en el horizonte podría dificultar la observación del fenómeno, o el ángulo de azimut, que determina la localización del Sol en el cielo en un momento dado, entre otros.

Por esta razón, dichos parámetros astronómicos han sido incorporados al mapa interactivo, con el objetivo de proporcionar una visión más integral y permitir una estimación más precisa de las localidades con mayor probabilidad de observación efectiva del eclipse. Esta integración resulta fundamental, ya que tanto la cobertura nubosa como la oscuridad asociada a una baja elevación solar representan los principales factores limitantes para una correcta visualización del evento astronómico.

El mapa muestra los valores de la mediana de nubosidad registrados durante los últimos 30 años (1995–2024), con el objetivo de complementar el análisis desarrollado en los apartados anteriores. Además, la leyenda permite identificar con claridad las zonas con mayor y menor nubosidad a lo largo de la península ibérica y las islas Baleares. No obstante, es importante tener en cuenta que este tipo de visualización no permite detectar la presencia de valores atípicos, ya que estos no quedan reflejados en una representación basada en medianas.

A partir del análisis espacial de la cobertura nubosa, sustentado en el mapa interactivo, se corroboran los resultados expuestos en secciones anteriores, evidenciando un patrón geográfico bien definido en la distribución de la nubosidad sobre la península ibérica. En particular, las regiones del norte peninsular, especialmente aquellas próximas a la cordillera Cantábrica, presentan elevados niveles de cobertura nubosa. En consecuencia, ciudades como Oviedo, Bilbao, Vitoria y Logroño no se perfilan como ubicaciones óptimas para la observación del eclipse, debido a la alta probabilidad de cielos mayoritariamente cubiertos durante el evento.

No obstante, existen excepciones destacables dentro del norte peninsular. Es el caso de A Coruña, Burgos y Santander, que, a pesar de su localización septentrional, presentan valores medios de nubosidad más bajos. En concreto, A Coruña registra una cobertura aproximada del 22 %, mientras que Santander alcanza un 37 %, lo que se traduce en condiciones de cielo poco nuboso.

Ciudades como Lugo y León, aunque presentan niveles de nubosidad ligeramente inferiores a los de otras localidades del norte, registran una cobertura cercana al 40 %, lo que se clasifica como nubosidad dispersa. De manera similar, las zonas centrales de la península, incluyendo Soria, Palencia, Segovia y Guadalajara, muestran coberturas en un rango aproximado del 40 % al 50 %, por lo que se espera la presencia de nubosidad variable durante la totalidad del eclipse. En contraste, en Burgos y Valladolid la cobertura nubosa total es del 25 % y 32 %, respectivamente, lo que corresponde a cielos con pocas nubes.

En la región centrooriental, ciudades como Zaragoza, Cuenca, Lérida y Teruel destacan por registrar niveles de nubosidad bajos, inferiores al 30 %. Estos valores indican una baja probabilidad de nubosidad, convirtiendo a estas localidades en destinos altamente recomendables para la observación del fenómeno astronómico en condiciones favorables.

En cuanto a la costa este, localidades como Castellón, Valencia, Tarragona y Palma de Mallorca presentan los niveles más bajos de nubosidad, lo que, en principio, las hace adecuadas para la visualización del eclipse. No obstante, debido a su ubicación litoral en el mar Mediterráneo y al hecho de que el eclipse se producirá durante la tarde, en pleno verano, se debe considerar el posible desarrollo de tormentas convectivas. Estas formaciones, alimentadas por el calor acumulado en el mar, pueden surgir de forma repentina y son difíciles de predecir con antelación, lo que introduce un mayor grado de incertidumbre en estas zonas costeras.

Es importante señalar que, en algunos casos, el valor de la mediana correspondiente a ciertas ciudades no coincide exactamente con el presentado en los diagramas de caja o en la Tabla 1. Esta discrepancia se debe a la diferencia en la resolución espacial utilizada: mientras que en las gráficas las ciudades se han considerado como puntos específicos, en el mapa los píxeles representan áreas más extensas. Como consecuencia, al promediar los valores dentro de cada píxel, la mediana puede verse ligeramente modificada en determinadas zonas.

Además del análisis climatológico, se deben considerar ciertos parámetros astronómicos relevantes para la observación del eclipse. La mayoría de las ciudades analizadas presentan un ángulo de azimut comprendido entre 279° y 287° , lo que implica que la dirección de observación deberá orientarse hacia el oeste-noroeste. En cuanto a la altura solar, esta varía entre los 2° en Palma de Mallorca y los 12° en A Coruña. Cabe señalar que una menor altura solar implica que el Sol se encontrará más próximo al horizonte, lo que podría dificultar o incluso imposibilitar la observación directa del eclipse si existen obstáculos naturales o artificiales, como montañas, edificaciones o árboles en esa dirección.

Por último, resulta especialmente relevante prestar atención a la duración de la totalidad durante el eclipse, ya que un período breve puede limitar significativamente la observación de fenómenos característicos, como las perlas de Bailly o el anillo de diamante, reduciendo así la calidad y la intensidad de la experiencia para los observadores. Cuando la totalidad se extiende por tiempos mayores, comprendidos entre aproximadamente 1 minuto y 20 segundos hasta 1 minuto y 50 segundos, se facilita una observación más detallada y segura, ofreciendo a los espectadores la oportunidad de disfrutar plenamente de este fenómeno único. Además, un mayor tiempo de totalidad permite realizar fotografías con mayor calma y precisión, contribuyendo a una experiencia más enriquecedora y satisfactoria.

6. Conclusiones

- Después de realizar un análisis detallado de la nubosidad y de las variables astronómicas, se han determinado como localidades óptimas para la observación del eclipse del 12 de agosto de 2026 las ciudades de Teruel, Zaragoza y Burgos, debido a su baja nubosidad promedio, una altura solar adecuada y un tiempo de totalidad favorable.
- En contraste, Oviedo, Bilbao y Vitoria presentan altos niveles históricos de nubosidad estival, lo que disminuye la probabilidad de cielos despejados.
- Asimismo, Palma de Mallorca, Tarragona, Castellón y Valencia, aunque muestran condiciones climatológicas aceptables, presentan una altura solar muy baja durante la totalidad, lo que puede dificultar su visibilidad si existen obstáculos en el horizonte oeste-noroeste.
- También es recomendable evitar las localidades de Lérida y Cuenca, ya que, a pesar de presentar niveles de nubosidad relativamente bajos, que favorecerían la visualización del eclipse, cuentan con una duración de totalidad muy limitada.
- El mapa interactivo muestra las regiones de la península ibérica y las islas Baleares donde las condiciones climatológicas relacionadas con la nubosidad son más favorables para la observación del eclipse.

7. Anexo

Ciudad	Estadístico	11 Días	Diario	Dif 11D-Diario	Horario	Dif Diario-Horario
A Coruña	Mediana	0.4866	0.5328	4.62	0.2258	-30.7
	IQR	0.1982	0.3541	15.59	0.5293	17.52
Bilbao	Mediana	0.5568	0.6898	13.3	0.757	6.72
	IQR	0.1153	0.3499	23.46	0.7984	44.85
Burgos	Mediana	0.3715	0.3811	0.96	0.1725	-20.86
	IQR	0.1493	0.347	19.77	0.8867	53.97
Castellón	Mediana	0.2812	0.1887	-9.25	0.1743	-1.44
	IQR	0.0998	0.2086	10.88	0.3158	10.72
Cuenca	Mediana	0.2771	0.2319	-4.52	0.1669	-6.5
	IQR	0.1189	0.2289	11.0	0.6614	43.25
Guadalajara	Mediana	0.2309	0.2404	0.95	0.3522	11.18
	IQR	0.0775	0.3015	22.4	0.6734	37.19
León	Mediana	0.3211	0.3222	0.11	0.3995	7.73
	IQR	0.1684	0.3487	18.03	0.7789	43.02
Logroño	Mediana	0.4559	0.4215	-3.44	0.6063	18.48
	IQR	0.1085	0.4962	38.77	0.7174	22.12
Lugo	Mediana	0.4741	0.5602	8.61	0.2602	-30.0
	IQR	0.1827	0.3115	12.88	0.6698	35.83
Lérida	Mediana	0.3123	0.2775	-3.48	0.2311	-4.64
	IQR	0.0847	0.3123	22.76	0.4032	9.09
Oviedo	Mediana	0.6522	0.7176	6.54	0.8024	8.48
	IQR	0.0944	0.3592	26.48	0.5067	14.75
Palencia	Mediana	0.2855	0.3399	5.44	0.4303	9.04
	IQR	0.1351	0.3479	21.28	0.8041	45.62
Palma Mallorca	Mediana	0.224	0.1746	-4.94	0.1526	-2.2
	IQR	0.1341	0.2823	14.82	0.3108	2.85
Santander	Mediana	0.5527	0.7071	15.44	0.6316	-7.55
	IQR	0.1038	0.4611	35.73	0.6141	15.3
Segovia	Mediana	0.2688	0.297	2.82	0.4578	16.08
	IQR	0.1035	0.328	22.45	0.6474	31.94
Soria	Mediana	0.3194	0.3199	0.05	0.4509	13.1
	IQR	0.1191	0.2626	14.35	0.6497	38.71
Tarragona	Mediana	0.3477	0.3427	-0.5	0.5109	16.82
	IQR	0.1022	0.3606	25.84	0.5224	16.18
Teruel	Mediana	0.2947	0.2724	-2.23	0.2493	-2.31
	IQR	0.1369	0.2815	14.46	0.5142	23.27
Valencia	Mediana	0.2758	0.2036	-7.22	0.2173	1.37
	IQR	0.1597	0.2239	6.42	0.3555	13.16
Valladolid	Mediana	0.2583	0.3109	5.26	0.4163	10.54
	IQR	0.1312	0.3511	21.99	0.8158	46.47
Vitoria	Mediana	0.5497	0.5764	2.67	0.5596	-1.68
	IQR	0.1093	0.4008	29.15	0.7814	38.06
Zaragoza	Mediana	0.2654	0.2774	1.2	0.2984	2.1
	IQR	0.0873	0.2729	18.56	0.5606	28.77

Tabla 1: Tabla que presenta los valores estadísticos de mediana, rango intercuartílico y diferencia absoluta. Los estadísticos se expresan en un rango normalizado de 0 a 1, mientras que las diferencias se muestran en porcentaje.

8. Bibliografía

Ahrens, C. D., & Henson, R. (2019). *Meteorology today: An introduction to weather, climate and the environment* (12^a ed.). Cengage Learning.

Azorin-Molina, C., Vicente-Serrano, S. M., Chen, D., Connell, B. H., Domínguez-Durán, M.-Á., Revuelto, J., & López-Moreno, J.-I. (2015). AVHRR warm-season cloud climatologies under various synoptic regimes across the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *International Journal of Climatology*, 35(12), 1984–2002. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/joc.4102>

Casado, J. C., & Serra-Ricart, M. (2003). *Unidad didáctica: Eclipses*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (Reimpresión). ISBN 84-688-3878-0.

Copernicus Climate Change Service. (s.f.). *Climate reanalysis*. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Recuperado el [14 de marzo de 2025], de <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>

Copernicus Climate Change Service (C3S). (s.f.). *ERA5: Reanalysis dataset on single levels*. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Recuperado el [14 de marzo de 2025], de <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download>

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). (s.f.). *ECMWF Reanalysis v5 (ERA5)*. Recuperado el [18 de marzo de 2025], de <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>

Evenflow. (2023). *The value generated by ERA5*. Copernicus Climate Change Service. Recuperado de <https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/2024-12/Value-generated-by-ERA5-full-report.pdf>

Freile-Aranda, M. D., Gómez-Amo, J. L., Utrillas, M. P., Pedros, R., & Martínez-Lozano, J. A. (2017). Seasonal analysis of cloud characteristics and radiative effect over the Iberian Peninsula using MODIS-CERES observations. *Tethys: Journal of Mediterranean Meteorology & Climatology*, 14, 3-9. Recuperado de <https://doi.org/10.3369/tethys.2017.14.01>

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Eclipse total de 12 de agosto de 2026*. [Recuperado el 12 de abril de 2025],de <https://astronomia.ign.es/web/guest/eclipses-de-sol-y-luna/eclipse-total-sol-de-12-de-agosto-2026>

JMP Group. (s.f.). *Box plot*. En *Exploratory Data Analysis*. [Recuperado el 28 de marzo de 2025], de <https://www.jmp.com/es/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/box-plot>

Jubier, X. (2005, 28 de diciembre). *Solar eclipses interactive maps*. Recuperado de http://xjubier.free.fr/en/site_pages/SolarEclipsesGoogleEarth.html

Montes, D. (2018, 23 de octubre). *Diagrama boxplot*. PG Conocimiento. Recuperado el [28 de marzo de 2025], de <https://www.pgconocimiento.com/diagrama-boxplot/>

NASA. (2024). *Lo que necesitas saber sobre los eclipses solares*. Recuperado el 7 de abril de 2025, de <https://ciencia.nasa.gov/eclipses/lo-que-necesitas-saber-sobre-los-eclipses-solares/>

NASA. (2024). *Why Do Eclipses Happen?* Recuperado el 8 de abril de 2025. Recuperado de <https://science.nasa.gov/eclipses/geometry/>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2025). *Normales climatológicas estándar*. Knowledge Sharing Platform. Recuperado el [25 de marzo de 2025], de <https://public.wmo.int/es>

Planasas Bigas, P. (1999). *Algunas precisiones y curiosidades sobre los eclipses de Sol*. Anuario del Observatorio Astronómico, Instituto Geográfico Nacional de España. (Publicado originalmente en 1999). ISBN 84-7819-095-3.

Renom, M. (2011). *Bolilla 13: Satélites meteorológicos* [Curso Introducción a la Meteorología]. Facultad de Ciencias.

Stull, R. (2017). *Practical meteorology: An algebra-based survey of atmospheric science*. The University of British Columbia. ISBN 978-0-88865-283-6.