

PATRONES DE INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD DURANTE EL VERANO DE 2021 EN EL N DE ESPAÑA

Domingo Fernando RASILLA ÁLVAREZ¹, Francisco CONDE ORIA¹, Juan Carlos GARCÍA CODRÓN¹

¹*Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria.*

domingo.rasilla@unican.es, francisco.conde@unican.es, garciaj@unican.es

RESUMEN

El N de la Península Ibérica es una de las regiones europeas con mayor nubosidad y menor insolación en su rango latitudinal, particularmente durante la estación estival. El verano de 2021 estuvo caracterizado por una notable diversidad de estados del cielo. En este trabajo analizamos los datos de insolación y nubosidad procedentes tanto de estaciones meteorológicas de tierra como de satélite para caracterizar sus patrones espaciales y temporales, incorporando la estructura vertical de la atmósfera a través del análisis de sondeos termodinámicos y avanzando los posibles mecanismos responsables a escala sinóptica.

Palabras clave: nubosidad orográfica, insolación, región Cantábrica.

ABSTRACT

The N of the Iberian Peninsula is one of the cloudiest and less sunny regions of Europe on its latitudinal range, particularly during the summer season. The summer of 2021 was characterized by a remarkable diversity of sky states. sunshine and cloudiness data from both ground and satellite meteorological stations are analyzed in this contribution to characterize their spatial and temporal patterns, incorporating the vertical structure of the atmosphere through upper-air soundings and to advance possible mechanisms at a synoptic scale.

Key words: orographic cloudiness, sunshine, Cantabrian region.

1. INTRODUCCIÓN

La nubosidad es una de las variables más importantes del sistema climático, pero también una de las más desconocidas. Aunque nuestra comprensión de su función está lejos aún de completarse, es clave en el sistema climático al modificar tanto los intercambios globales como los regionales de calor y humedad.

Uno de los rasgos climáticos mejor percibidos por los visitantes de la Cornisa Cantábrica es el contraste entre sus cielos nublados y brumosos frente al sol y los cielos limpios de la vertiente S (Mounier, 1979; Font Tullot, 2000), particularmente durante los meses estivales. Esta singularidad no es sólo consecuencia de una mayor

exposición a los sistemas frontales atlánticos, sino también de una “nubosidad de estancamiento”, resultado de la retención y condensación de la humedad de las masas por el relieve (Barry, 2008; Whitemann, 2000). La combinación persistente de ambos mecanismos ocasiona veranos frescos y plomizos que constituyeron una situación de riesgo en el pasado, merecedora de rogativas “pro serenitate” (Cortizo, 2005; Garmendia et al, 2018), y que aún en la actualidad constituyen un inconveniente para el desarrollo de actividades al aire libre. El objetivo de este trabajo es una primera caracterización de los patrones de nubosidad e insolación en el área cantábrica y regiones circundantes, tomando como ejemplo el verano de 2021.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para la realización de este trabajo se han utilizado diferentes fuentes de información. Por un lado, se extrajeron las series completas de insolación de los observatorios de Santander-CMT y San Sebastián-Igueldo, de la base de datos European Climate Data Assessment (ECAD, <https://www.ecad.eu/>). Con estos datos se procedió a un encuadre temporal de la insolación del verano de 2021 con respecto a su evolución en los últimos decenios.

EUMETSAT's Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM SAF) proporcionó la duración total de la insolación y la fracción de nubes a través de los productos SARA ed. 2.1 (insolación desde 1983 a 2017), CLAAS 2.1 (nubosidad para el periodo 2004-2017) e ICDR SEVIRI (insolación y nubosidad 2018-2021). Elaborados a partir de las imágenes del satélite METEOSAT, la alta resolución espacial de estas bases de datos en rejilla (0,05°) facilitó una primera evaluación de las características de la insolación y de la nubosidad durante el periodo de análisis.

También se extrajeron los valores diarios de insolación registrados en todos los observatorios sinópticos de Francia y España situados entre los paralelos 41°N y 45°N y los meridianos 10°W y 5°E, mediante el paquete de R “Climate” (Czernecki et al, 2020) entre los días 1 de junio y 30 de septiembre de 2021. Transformados en porcentajes sobre el máximo total diario, se procedió a una evaluación de los patrones espacial y temporales de la insolación aplicando un Análisis en Componentes principales a esos datos observados. En este procedimiento se utilizó una matriz de correlación y la rotación de los componentes principales para mejorar la interpretabilidad de los patrones. Posteriormente, la serie diaria de componentes principales sirvió para la identificación de diferentes patrones de nubosidad e insolación, cuya caracterización final se completó con la información proporcionada por mapas sinópticos (<https://www.wetterzentrale.de/>), por los sondeos aerológicos lanzados desde Santander (<https://www.meteociel.fr/>) y por los mapas de espesor de la capa de nubes (<https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>).

3. RESULTADOS

3.1 Caracterización de la nubosidad en el verano de 2021.

La percepción popular de un verano con nubes y poco soleado es correcta, si bien las series más largas de insolación disponibles en el área de estudio (Figura 1) matizan esa afirmación, ya que lo fue en comparación con las últimas tres décadas (sólo los veranos de 1992, 1997 y 2002 registraron valores inferiores). Sin embargo, queda

bastante lejos de algunos veranos de las décadas de los 70 y 80, por ejemplo, el mínimo de 1982 (4,8 y 4,96 horas de sol como promedio en Santander y San Sebastián, respectivamente).

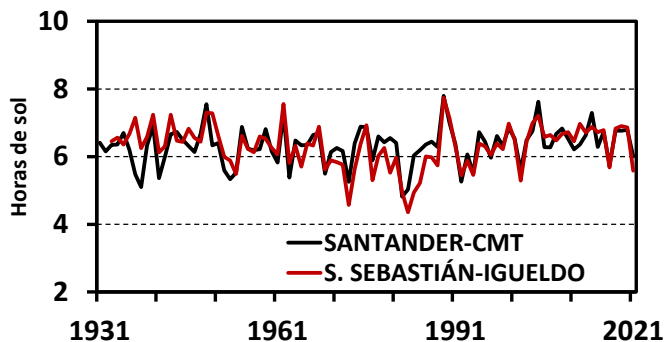


Fig. 1: Evolución de la insolación estival (junio, julio, agosto y septiembre) en las estaciones de Santander-CMT y San Sebastián-Igueldo. Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos ECAD (<https://www.ecad.eu>).

Además, tampoco fue un verano homogéneo, ya que el mes de agosto fue más soleado de lo habitual, mientras que junio y julio fueron los que proporcionaron a todo el verano su carácter de poco soleado (Tabla 1).

	Santander	San Sebastián
Junio	194 (88 %)	153 (84 %)
Julio	211 (89 %)	163 (83 %)
Agosto	216 (110 %)	2012 (115 %)
Septiembre	172 (106 %)	154 (95 %)

Tabla 1: Anomalías de la insolación en las estaciones de Santander-CMT y San Sebastián-Igueldo durante el verano de 2021. Fuente: <http://www.ogimet.com>.

La figura 2 reproduce las anomalías mensuales de la insolación durante los meses de verano de 2021 en el N de la Península Ibérica, obtenidas a partir las bases de datos CMSAF SARAH 2.1 e ICDR SEVIRI. En ellas se aprecian al menos tres patrones espaciales diferentes. Los meses de transición (junio y septiembre) mostraron anomalías negativas en todo el ámbito de estudio, particularmente en septiembre. Por su parte, julio mostró un patrón espacial en el que las anomalías negativas se concentraron en Galicia, Cornisa Cantábrica y S de Francia, con valores próximos a los normales al S de estas regiones. Finalmente, agosto fue un mes con predominio valores positivos de insolación en el N de España, aunque un análisis detallado hace

resaltar áreas con anomalías negativas moderadas a lo largo de la vertiente N de la Cordillera Cantábrica y el Pirineo Atlántico.

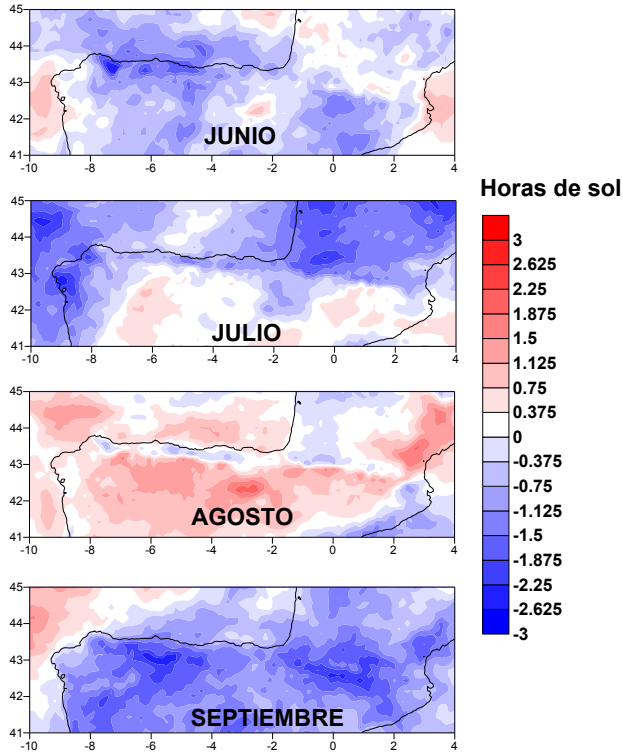


Fig. 2: Anomalías de la insolación diaria durante los meses de verano de 2021.

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos ICDR SEVIRI (<https://wui.cmsaf.eu>).

Al analizar las anomalías de la nubosidad baja (por debajo de los 3000 m) correspondientes a julio y agosto (Figura 3) se intuye el papel de diferentes mecanismos atmosféricos. En el caso de julio el patrón de la nubosidad baja fue muy similar al de la insolación, lo que hace pensar en el predominio de una nubosidad abundante y con desarrollo vertical, típica de situaciones de inestabilidad atmosférica. Por el contrario, en agosto la insolación moderada se combinó con un predominio de formaciones nubosas bajas, concentradas a lo largo de la vertiente N de la Cordillera Cantábrica y el Pirineo, que podría interpretarse como una nubosidad de estancamiento, ligada a mecanismos de ascenso y condensación de naturaleza orográfica.

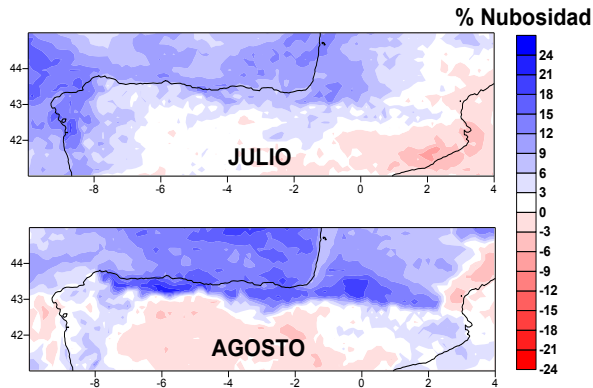


Fig. 3: Anomalías de la nubosidad baja ($< 3000\text{ m}$) correspondientes a los meses de julio y agosto de 2021. Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos ICDR SEVIRI (<https://wui.cmsaf.eu>).

3.2 Anomalías de la circulación atmosférica.

Los patrones de insolación y nubosidad tuvieron clara correspondencia con las anomalías de la circulación atmosférica correspondientes a cada uno de los meses en cuestión (Figura 4).

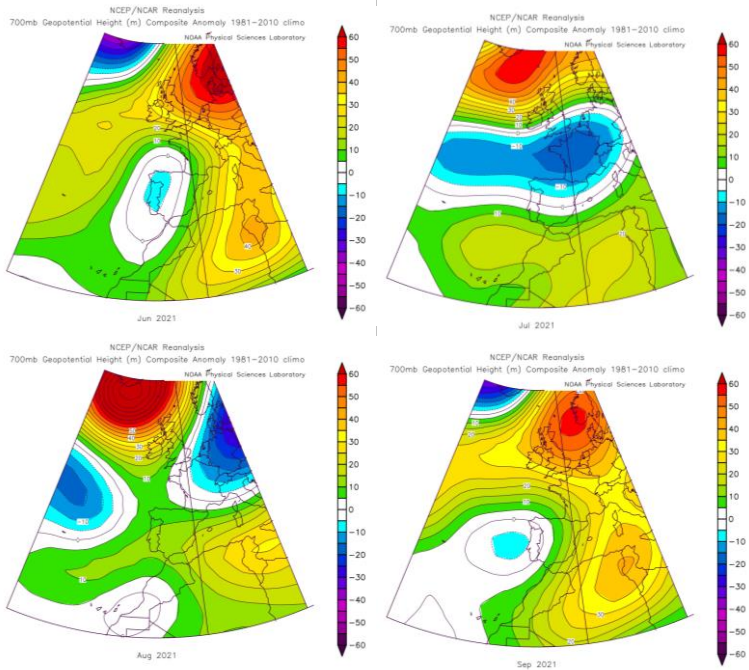


Fig. 4: Anomalías de la topografía de 700 hPa correspondientes a los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 2021. Fuente: NOAA/ESRL Physical Sciences Laboratory, Boulder Colorado (<http://psl.noaa.gov/>)

El predominio de los cielos cubiertos en junio y septiembre, sin un patrón geográfico concreto, está relacionado con un área de anomalías negativas de la altura geopotencial al W de la Península Ibérica, frente a la costa de Portugal. Esta zona de anomalías corresponde a una situación de bloqueo en “omega”, en la que un anticiclón sobre Europa Central habría favorecido el aislamiento e inmovilización de vaguadas y embolsamientos de aire frío en las proximidades de la Península Ibérica. Sobre el borde de ataque de estos embolsamientos se generó una elevada nubosidad, probablemente de naturaleza convectiva. El patrón de anomalías de julio refleja el paso de sistemas de bajas presiones en torno al paralelo 50°N, con un núcleo de mínima presión sobre Francia. Esta configuración favorece el mantenimiento de vientos persistentes del NW sobre el litoral cantábrico una vez los frentes asociados a esos mínimos de presión se alejan hacia el centro de Europa. Por último, agosto muestra un patrón atmosférico complejo, en el que se combinan anomalías positivas sobre el Atlántico N y el Mediterráneo y bajas presiones sobre el Atlántico Central y Europa.

3.3. Patrones de la nubosidad orográfica en el N de la Península Ibérica.

Una vez establecidos los rasgos fundamentales de la nubosidad e insolación a escala mensual, se procedió a la identificación y caracterización de los patrones de nubosidad diarios que podrían atribuirse a un forzamiento orográfico. Para ello, se utilizó el Análisis en Componentes Principales en combinación con una evaluación subjetiva de los diferentes mecanismos atmosféricos implicados en la génesis de esos patrones. Un primer resultado del ACP fue una división del ámbito de trabajo en 4 áreas de comportamiento homogéneo, dos situadas al N de la divisoria cantábrico-pirenaica y otras dos al S (Figura 5).

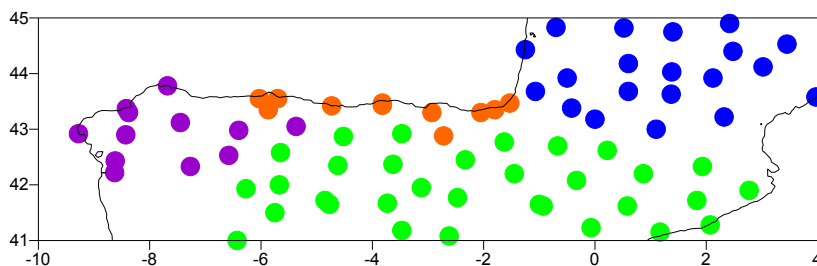


Fig. 5: Patrones de la insolación diaria durante el verano de 2021 en el ámbito de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de OGIMET (<http://www.ogimet.com/>).

La evolución temporal de la insolación en cada ámbito territorial fue cuantificada por cada uno de los componentes principales. Éstos se utilizaron posteriormente para identificar posibles situaciones de nubosidad orográfica. Tras una valoración inicial, se seleccionaron aquellos días que cumplían simultáneamente una insolación inferior al primer tercio en las regiones cantábrica y aquitana, y superior al 2º tercio en las otras dos regiones. Posteriormente, se identificaron y analizaron situaciones en las que la región cantábrica tenía menor insolación que el S de Francia.

El primer patrón (Figura 6) es característico de las situaciones de inestabilidad generalizada, normalmente asociada al paso de sistema perturbados y discontinuidades frontales (sobre todo frentes fríos). Dado que en verano es habitual su asociación con vaguadas en los niveles altos de la atmósfera, la formación de nubes de gran desarrollo vertical es común, como demuestra el sondeo de Santander correspondiente al 12 de julio de 2021. El visor EUMESAT muestra no sólo la discontinuidad frontal (sobre el S de Francia) sino también las “calles de cúmulos postfrontales” (cuyos topes no alcanzan gran altitud) sobre el Cántabro y su compactación sobre la Cordillera Cantábrica, donde alcanzan una mayor altitud.

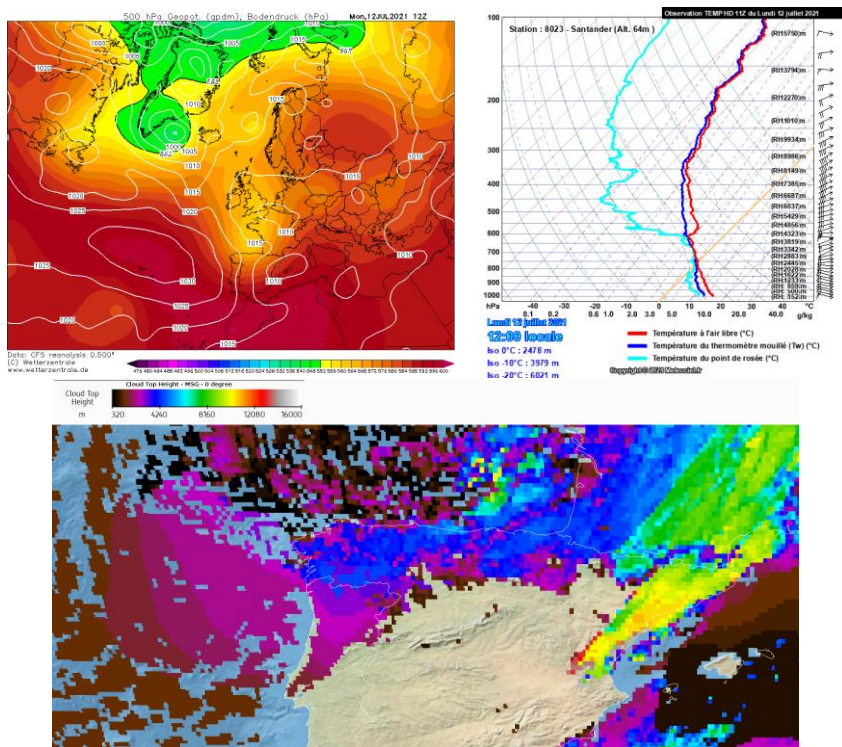


Fig. 6: Mapa sinóptico, sondeo aerológico de Santander y mapa de la altura de las nubes correspondientes al 12 de julio de 2021. Fuente: Wetterzentrale.com, Meteoci.e.fr y EUMESAT.

El segundo modelo (Figura 7) es un ejemplo típico de la nubosidad de estancamiento, producto del choque de una masa de aire fresca y húmeda, pero estable, contra la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica y el Pirineo. A medida que asciende, el enfriamiento aumenta su humedad relativa, alcanzándose la saturación a cierta altitud. Por encima aparece una masa de aire más cálida y seca, que forma una inversión térmica. Esta situación suele tener una duración limitada, dado que habitualmente el desplazamiento hacia el E de los sistemas atlánticos acaba por ubicar una dorsal sobre la vertical del Cantábrico, de tal manera que la progresión de la

subsistencia anticiclónica acaba modificando las características de la masa de aire superficial.

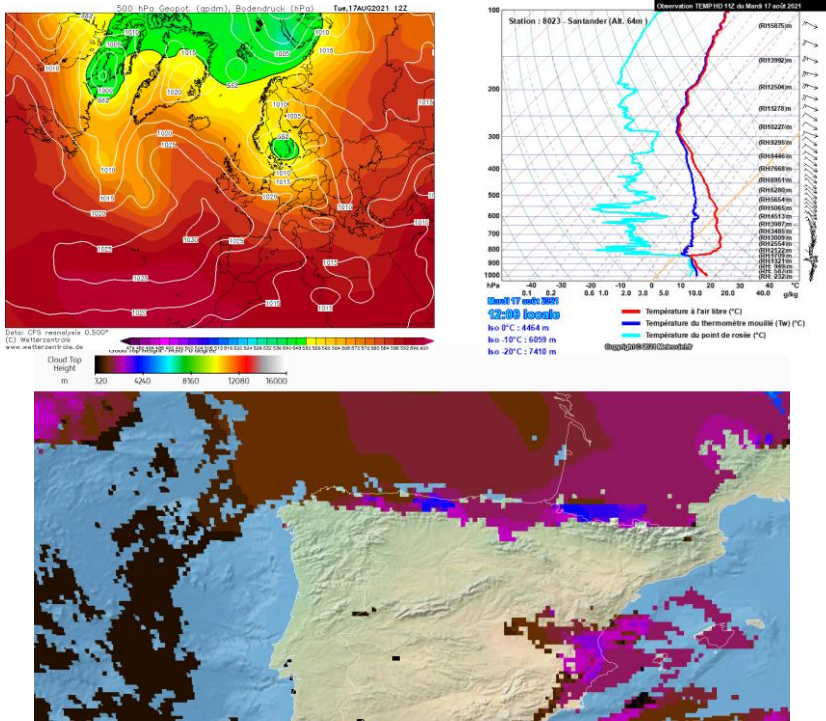


Fig. 7: Mapa sinóptico, sondeo aerológico de Santander y mapa de la altura de las nubes correspondientes al 16 de julio de 2021. Fuente: Wetterzentrale.com, Meteoci.e.fr y EUMESAT.

El tercer tipo coincidió con sendos episodios de altas temperaturas en la Península Ibérica, uno correspondiendo a los días 22 y 23 de julio, y otro algo más largo, entre el 11 y el 14 de agosto. El mapa sinóptico del día 15 (Figura 8) reproduce una circulación del SW en altura, pero con ausencia de un gradiente de presión en superficie. La llegada de una masa muy cálida y seca elevó las temperaturas por encima de los 35°C en la mayor parte de la Península Ibérica, mientras que en el litoral cantábrico no se superaron los 25°C. El sondeo de Santander muestra una inversión térmica muy potente, ya que por debajo de la masa cálida se aprecia otra más fresca, casi saturada y prácticamente inmóvil, cuyo espesor no superaba los 500 m de altura. La imagen de EUMESAT sugiere que esa masa de aire superficial correspondía a una capa de nubes con un desarrollo vertical reducido, bloqueada por la Cordillera Cantábrica, pero al mismo tiempo incapaz de avanzar hacia el interior del S de Francia. A falta de estudios más rigurosos, esta nubosidad podría asimilarse a una niebla de advección más potente de lo habitual, que sólo pudo disiparse gracias al cambio en la circulación a gran escala a partir del día 15.

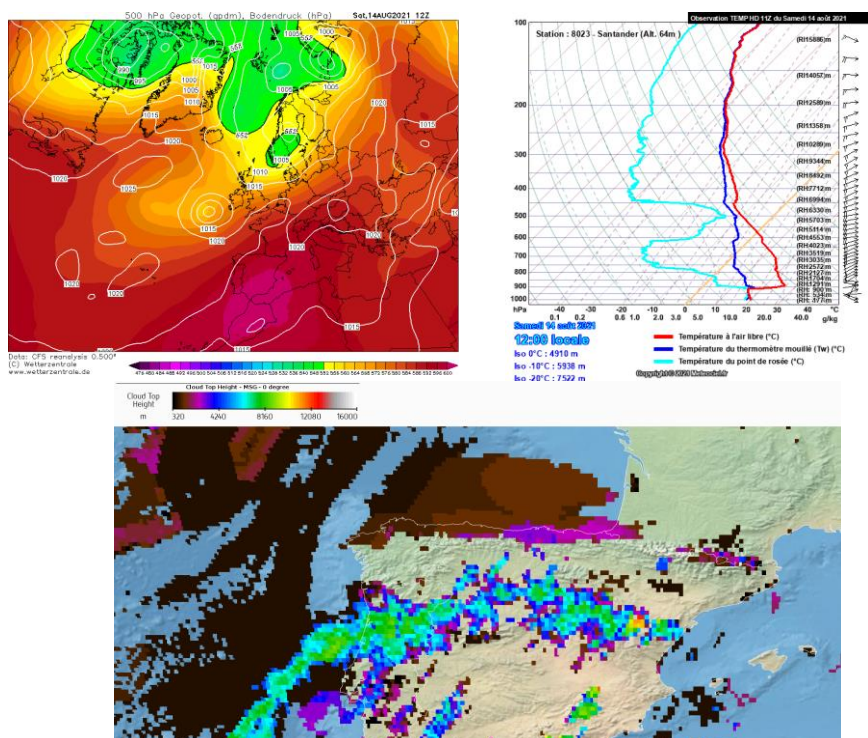


Fig. 8: Mapa sinóptico, sondeo aerológico de Santander y mapa de la altura de las nubes correspondientes al 14 de agosto de 2021. Fuente: Wetterzentrale.com, Meteoci.e.fr y EUMESAT.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El verano de 2021 ha sido considerado un verano poco soleado y muy nuboso en el área cantábrica, aunque en perspectiva está lejos de los mínimos estivales de las décadas de los 70 y 80. Frente a junio y septiembre, donde la abundancia de nubes fue generalizada, y un mes de julio con cielos grises sólo al N de la divisoria cantábrica y pirenaica, agosto fue un mes más soleado, pero en el que se intercalaron algunos episodios de nubosidad de estancamiento. En este sentido, el análisis de algunos ha puesto de manifiesto que el papel de la orografía en los patrones de nubosidad del área cantábrica es complejo. En las situaciones de inestabilidad propicia el apilamiento y densificación de las nubes contra la vertiente N de la Cordillera Cantábrica y el Pirineo. Las circulaciones estables que dirigen un flujo húmedo de componente N generan un “mar de nubes”, colgado a media ladera y en el que el desarrollo vertical de los estratocúmulos está limitado por una inversión térmica. Finalmente, también se ha podido evaluar una situación de abundante nubosidad prácticamente a nivel del mar y limitada a la costa cantábrica, coincidiendo con sendos episodios de altas temperaturas en el resto de la Península Ibérica, cuya persistencia podría explicarse por la ausencia de forzamiento sinóptico.

Esta diversidad puede tener repercusiones a la hora de plantear escenarios de cambio climático regionales y su impacto sobre las actividades humanas y el medio natural.

Todos coinciden en que el aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones supondrá una “mediterraneización” del Cantábrico. Sin embargo, esto no supondría necesariamente una reducción importante de la nubosidad, si los cambios regionales en la circulación atmosférica generan situaciones como las descritas en este trabajo (Charles et al, 2012; Sánchez-Lorenzo et al, 2017).

REFERENCIAS

- Finkensieper, S; Stengel, M; Selbach, N; Hollmann, R; Werscheck, M; Meirink, J (2018): ICDR SEVIRI Clouds - based on CLAAS-2 methods, Satellite Application Facility on Climate Monitoring, https://wui.cmsaf.eu/safira/action/viewICDRDetails?acronym=CLAAS_V002_ICD_R.
- Finkensieper, S; Meirink, J; van Zadelhoff, G; Hanschmann, T; Benas, N; Stengel, M; Fuchs, P; Hollmann, R; Kaiser, J; Werscheck, M (2020): CLAAS-2.1: CM SAF CLOUD property dataset using SEVIRI - Edition 2.1, Satellite Application Facility on Climate Monitoring, [DOI:10.5676/EUM_SAF_CM/CLAAS/V002_01](https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/CLAAS/V002_01).
- Czernecki, B.; Głogowski, A.; Nowosad, J. Climate: An R Package to Access Free In-Situ Meteorological and Hydrological Datasets For Environmental Assessment. Sustainability 2020, 12, 394. <https://doi.org/10.3390/su12010394>
- Cortizo, Fernandez, C (2005): ¿En Galicia, el hambre entra nadando? Rogativas, clima y crisis de subsistencias en la Galicia litoral sudoccidental en los siglos XVI-XVIII. SEMATA, Ciencias Sociais e Humanidades, 17: 259-298 pp.
- Garmendia Pedraja C; Sainz Baranda, P; Rasilla Álvarez, Domingo (2018): La Pequeña Edad de Hielo en la ciudad de Santander (Cantabria) a través de los Libros de Acuerdos Municipales. En El Clima: Aire, Agua, Tierra y Fuego (JP. Montávez y otros) Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), 2018, Serie A: 353-362 pp.
- Font Tullot I (2000): Climatología de España y Portugal. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca 422 pp
- Mounier J (1979): Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal. Lille, Atelier national de reproduction des thèses, Université Lille III, 1229 pp.
- Sánchez-Lorenzo, A; Enriquez-Alonso A; Calbó, J; González, JA; Wild, M; Folini, D; Norris JR y Vicente-Serrano SM (2017): Fewer clouds in the Mediterranean: consistency of observations and climate simulations. Sci. Rep. 7, 41475. [DOI: 10.1038/srep41475](https://doi.org/10.1038/srep41475).
- Charles, E; Idier, D, Delecluse P y Le Cozannet, G (2012): Climate change impact on waves in the Bay of Biscay, France. Ocean Dynamics 62: 831–848. [DOI: 10.1007/s10236-012-0534-8](https://doi.org/10.1007/s10236-012-0534-8).
- Whiteman, C. David (2000). Mountain Meteorology: Fundamentals and Applications. Oxford University Press, 368 pp.
- Barry, RG (2008). Mountain weather and climate. Cambridge University Press, 512 pp.