

## ANÁLISIS DE DOS CLIMATOLOGÍAS DE NUBOSIDAD GLOBALES (ISCCP Y CRU TS2.1) A ESCALA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Josep CALBÓ\*, Arturo SÁNCHEZ LORENZO\*\*, Magda LLACH\*

\* Grup de Física Ambiental, Dept. de Física i Inst. Medi Ambient, Universitat de Girona

\*\* Grupo de Climatología, Universitat de Barcelona

### RESUMEN

Se presentan las características climatológicas de la nubosidad total en la Península Ibérica a partir de dos fuentes de datos de ámbito global: el proyecto ISCCP (*International Satellite Cloud Climatology Project*) y los datos que proporciona la *Climate Research Unit* (CRU), basados en observaciones desde superficie. Se comparan ambas fuentes, para lo cual se ha limitado el estudio al período común (1984-2002). La nubosidad media anual está comprendida entre el 45% y el 65% del cielo cubierto, con un mínimo muy marcado durante el verano. Se muestran importantes diferencias, que varían tanto espacial como temporalmente a lo largo del año. Además, las dos fuentes de datos son contradictorias en las tendencias durante el período estudiado: ISCCP indica tendencias ligeramente descendentes, mientras que los datos CRU muestran una continua tendencia al aumento de la nubosidad.

Palabras clave: Climatología de la nubosidad, CRU TS2.1, ISCCP, Península Ibérica, tendencias.

### ABSTRACT

In this communication, a climatic description of total cloudiness in the Iberian Peninsula is presented, from two global data sources: the International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), and the gridded data from the Climate Research Unit (CRU), based on observations from the surface. In order to compare both sources of data, the study has been limited to the common period (1984-2002). The mean annual cloudiness ranges from 45%-65% of fractional sky cover, and a very clear minimum of cloudiness appears in summer. Important differences, that are variable both in space and during the year, are shown. Regarding decadal trends of cloudiness, the two sources of data are contradictory: ISCCP indicates slightly descending trends, while CRU data show a continuously increasing trend.

Key words: cloudiness climatology, CRU TS2.1, Iberian Peninsula, ISCCP, trends.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las nubes constituyen el fenómeno atmosférico que en mayor medida puede alterar los niveles de radiación. La capacidad de contribuir tanto al calentamiento global (a través del efecto invernadero) y al enfriamiento (a través de los cambios en el albedo terrestre) son hechos clave para la comprensión del papel de las nubes en la evolución del clima. Es un problema actual determinar en qué medida las nubes contribuyen al cambio global, difícil de resolver por la complicación de los procesos en los que intervienen, la gran cantidad de

información necesaria, y las incertidumbres en la información disponible (IPCC, 2001). Por lo tanto, el conocimiento de las variaciones de la cubierta total de nubes y de los distintos tipos de nubes contribuye significativamente a mejorar la comprensión del papel de la nubosidad en el cambio climático contemporáneo. Ahora bien, las nubes son sistemas de alta variabilidad temporal y espacial, lo que dificulta su observación cuantitativa. A su vez, las dificultades en la observación se reflejan en una escasez de estudios climatológicos de la nubosidad, al menos si se compara con la abundancia de estudios centrados en variables como la temperatura o la precipitación.

Así, en lo que se refiere a climatologías de la nubosidad y a sus tendencias, cabe empezar distinguiendo los estudios realizados sobre la base de las observaciones visuales del cielo, de aquéllos realizados sobre los datos tomados desde satélites. Una discusión completa sobre las potencialidades de los dos sistemas puede encontrarse en WARREN y HAHN (2003). En lo que se refiere a climatologías a partir de datos de satélite, es imprescindible mencionar el proyecto ISCCP (*International Satellite Cloud Climatology Project*) que utiliza imágenes de diversos satélites para producir información homogénea y con cobertura global de la nubosidad y de sus características físicas más importantes (ROSSOW y SCHIFFER, 1999).

Según el informe IPCC (2001), es verosímil que la cubierta total de nubes haya aumentado en el último siglo un 2% sobre las zonas continentales. Éste es un valor que intenta sintetizar los resultados de diversos estudios realizados sobre distintas regiones del globo, y que muestran tanto aumentos como descensos de la nubosidad en el último siglo o decenios. A veces, dichas tendencias dependen del tipo específico de nubes analizadas (nubes bajas, por ejemplo), y a menudo se relacionan con las variaciones de la amplitud térmica diaria. Entre los estudios que se pueden mencionar están: para Europa, HENDERSON-SELLERS (1992); para Estados Unidos, CROKE (1999); para China, KAISER (2000); y para la antigua Unión Soviética, SUN y GROISMAN (2000). A una escala más local, existen, entre otros, los trabajos de KEEVALLIK y RUSSAK (2001) para Estonia, y de MATUSZKO (2003) para Polonia. Para España o para la Península Ibérica no existe ningún estudio sobre tendencias de la nubosidad: por ejemplo, el trabajo de FONT TULLOT (2000) apenas contempla una visión superficial de la climatología de la nubosidad.

En el presente trabajo, se presentan las características de la climatología de la nubosidad total en la Península Ibérica, a partir de dos fuentes de datos de ámbito global: los del proyecto ISCCP y los que proporciona la *Climate Research Unit* (CRU), basados en observaciones desde superficie. Para poder comparar ambas fuentes, y evaluar sus semejanzas (o diferencias), se ha limitado el estudio al período temporal común: de 1984 hasta 2002.

## 2. DATOS ANALIZADOS

### 2.1. *International Satellite Cloud Climatology Project* (ISCCP)

El proyecto ISCCP se desarrolla desde 1982 en el marco del Programa mundial para la investigación del clima, impulsado por la Organización Meteorológica Mundial. Utiliza imágenes de cinco satélites geoestacionarios y dos polares para producir información homogénea y con cobertura global de la nubosidad. En la actualidad, se puede disponer libremente de más de 20 años de datos procesados (ROSSOW y SCHIFFER, 1999). Los datos pueden obtenerse a través de Internet (<http://isccp.giss.nasa.gov/>). Existen varios tipos de datos, más o menos elaborados y/o sintetizados. Según el nivel de elaboración, también pueden encontrarse datos con distinta resolución espacial y temporal.

En el presente trabajo, se han utilizado datos del nivel D2. Los archivos de este tipo (uno para cada mes) contienen resúmenes mensuales, desde 1983 hasta la actualidad (2004), de diversas características macroscópicas, ópticas y microfísicas de la nubosidad. La resolución espacial de estos datos es de aproximadamente  $280 \times 280 \text{ km}^2$  ( $3.5^\circ \times 2.5^\circ$  en nuestras latitudes), de manera que 15 celdas cubren la totalidad del territorio peninsular (Fig. 1). Es importante destacar que estos archivos contienen también información de la nubosidad nocturna. Se proporcionan promedios diarios y también en intervalos de 3 horas, y se incluyen variables tales como cubierta total de nubes, presión de la cima de las nubes, temperatura a ese nivel, espesor óptico, contenido de agua líquida, etc. (distinguiendo también entre nubes bajas, medias, y altas). En el presente trabajo sólo se ha empleado la cubierta total de nubes, que denominaremos indistintamente nubosidad o nubosidad total, y expresaremos en % de cielo cubierto. Se ha tomado el valor correspondiente a todo el día, aunque se ha comprobado que, por lo general, este valor es muy parecido al que se obtendría con los datos diurnos (entre las 6 y las 18 horas).

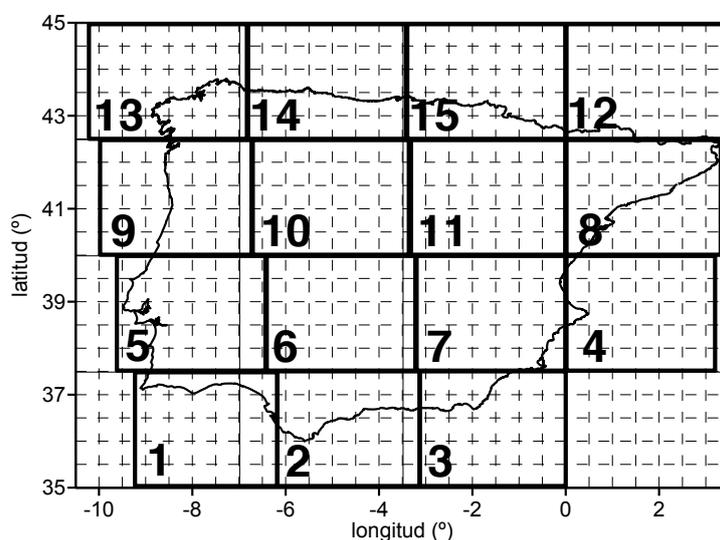


Fig.1: Área de estudio. En líneas discontinuas las celdas CRU TS 2.1 ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ), y en líneas continuas gruesas las 15 celdas utilizadas del ISCCP (de aprox.  $3.5^\circ \times 2.5^\circ$ ).

## 2.2. *Climate Research Unit Time Series 2.1 (CRU TS 2.1)*

La *Climate Research Unit* (CRU) pertenece a la Universidad de East Anglia del Reino Unido. Uno de sus proyectos más importantes es el de construir y mantener una base de datos climática global para un buen número de variables. En NEW *et al.* (1999; 2000) se da información detallada de su proceso de elaboración, así como su comparación con otras fuentes, limitaciones, etc. Sucintamente, primero confeccionan una climatología (valores medios mensuales) para el período de referencia 1961-1990, a partir de series de datos de estaciones de superficie, y utilizando diversas técnicas de control de calidad, interpolación, y validación cruzada entre las distintas variables consideradas (que incluyen, entre otras, nubosidad, insolación, temperatura y precipitación). Después, y también a partir de datos de observaciones desde superficie, elaboran los archivos de valores mensuales para el período 1901-1996, utilizando como base el concepto de anomalía. Es decir, los valores observados se expresan como anomalías respecto al promedio de 1961-1990, y luego se realiza un proceso de interpolación entre anomalías de distintas estaciones. Cuando en algún lugar del globo (y/o

en un período de tiempo determinado) no existen datos observados disponibles en ninguna estación cercana, se asigna como sustituto el valor del período de referencia. En la frase anterior, “cercana” significa una distancia que depende de la variable concreta de que se trate (para la nubosidad, se utiliza el valor de 600 km). En ocasiones, se utiliza la insolación o la oscilación térmica diaria para estimar valores de nubosidad.

Finalmente, los archivos así contruidos proporcionan información mensual, en una malla de  $0.5^\circ$  de latitud y longitud (y sobre zonas continentales), de las diversas variables analizadas. Una metodología parecida, pero con mayor número de estaciones meteorológicas, y con estrictos controles de calidad, homogeneidad y coherencia se aplicó para construir una nueva versión de estos archivos (la versión TS 2.1) que cubre el período 1901-2002 (MITCHELL y JONES, 2005). Existen otros archivos (TS 1.2) con mayor resolución espacial (10 minutos de arco en latitud y longitud) y que solamente cubren Europa.

Para el presente trabajo, se han utilizado los datos de la versión TS 2.1, que se pueden solicitar en la dirección de Internet [http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/CRU\\_TS\\_2\\_1.html](http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/CRU_TS_2_1.html). Concretamente, la zona en la que hemos realizado el análisis cubre la Península Ibérica, y se ubica entre las longitudes  $10.5^\circ\text{O}$  y  $3.5^\circ\text{E}$  y entre las latitudes  $35\text{-}45^\circ\text{N}$  (ver Fig.1). El total de celdas para las que se han extraído los datos mensuales en el período 1984-2002 es de 354, ya que otras celdas de la zona elegida no contenían datos (al ser totalmente marítimas). La información de que se dispone es únicamente la cubierta total de nubes, en %.

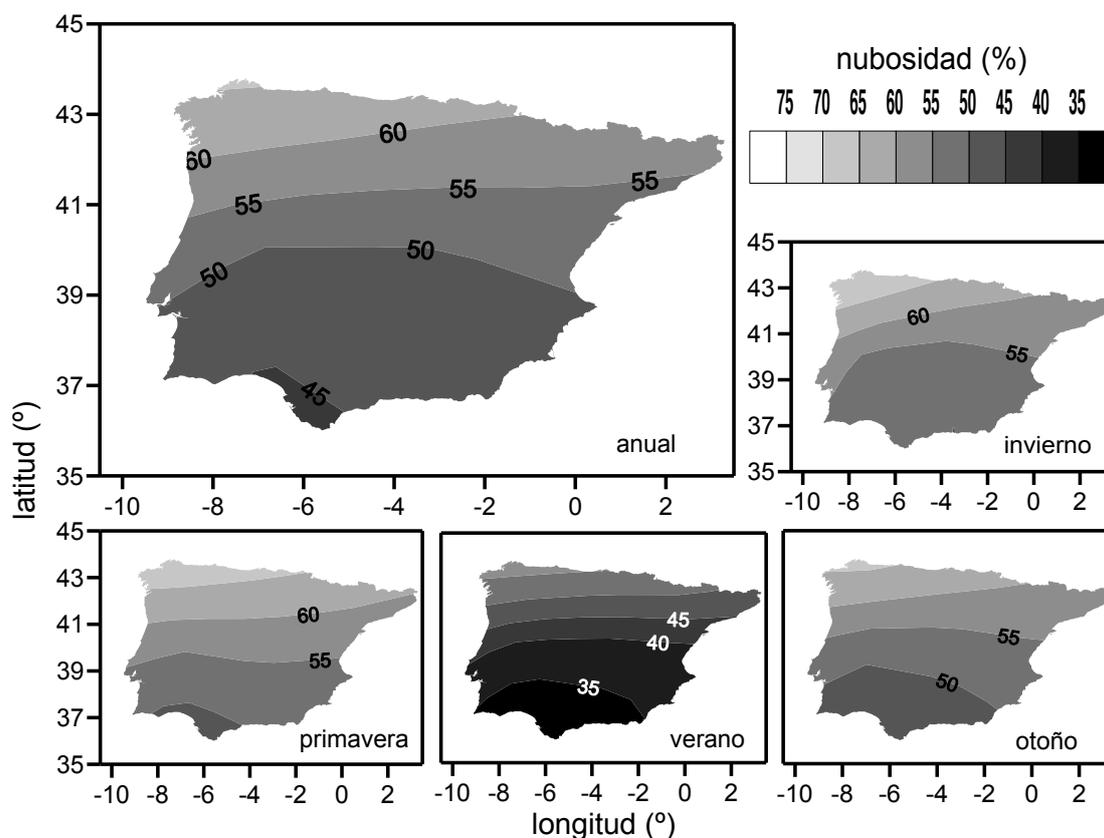


Fig.2: Nubosidad media en la Península Ibérica, según datos ISCCP (1984-2002), para todo el año y para las cuatro estaciones. Los valores indican % de cielo cubierto.

### 3. NUBOSIDAD TOTAL EN LA PENÍNSULA IBÉRICA (1982-2004)

#### 3.1. Valores medios anuales y estacionales

En la Fig. 2 se muestran los mapas de nubosidad total sobre la Península Ibérica (P.I.) a partir de datos ISCCP. Primero, todos los valores de nubosidad media mensual se han promediado para cada celda, para obtener el valor representativo del período 1984-2002. Después, se ha interpolado entre las 15 celdas (mediante técnica “*kriging*”) para obtener las áreas de igual nubosidad media anual. El mismo proceso se ha seguido para la media estacional, entendiendo por estaciones las agrupaciones siguientes: primavera (marzo, abril, mayo); verano (junio, julio, agosto); otoño (septiembre, octubre, noviembre); e invierno (diciembre, enero, febrero).

Todos los mapas muestran una gran componente zonal, es decir que la nubosidad en la P.I. según los datos del ISCCP varía casi exclusivamente de forma latitudinal. La nubosidad media anual oscila entre el 45% de cielo cubierto en el extremo sur de la P.I. y casi el 65% en la costa cantábrica. En general, parece existir mayor nubosidad (para una latitud dada) en las costas (atlántica y mediterránea). En cuanto a la evolución a lo largo del año, el verano es la estación con menos nubosidad (la mitad sur de la P.I. disfruta de valores inferiores al 40%), mientras que en invierno y primavera la mitad sur presenta valores inferiores al 55%, y el extremo noroeste, cercanos al 70%.

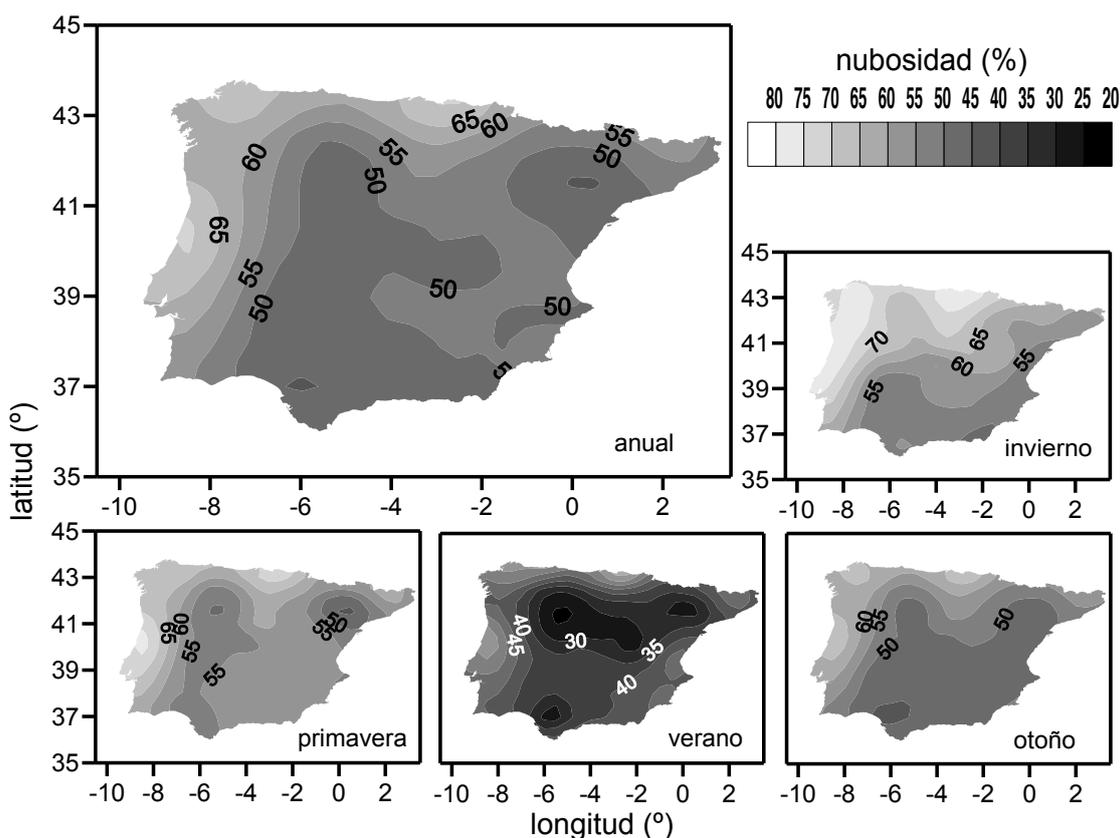


Fig.3: Ídem Fig. 2, pero según datos CRU TS 2.1.

La Fig. 3 es equivalente a la anterior pero se ha construido con datos CRU. Por lo tanto, la diferencia más evidente es la que resulta de la mejor resolución de estos datos, que producen

mayor detalle espacial en las isolíneas de igual nubosidad (isonefas). El mapa anual muestra valores de entre el 50% y el 65% de nubosidad. Aquí, empero, la distribución espacial no es zonal, sino que se observa claramente el efecto de la proximidad a la costa atlántica y cantábrica, con mayores nubosidades seguramente debidas a la entrada de frentes procedentes del oeste. Se observa también como la zona de menor nubosidad se extiende desde el sur hasta las zonas menos montañosas de las dos mesetas, y al valle del Ebro. Este valle se marca como la zona de menor nubosidad en primavera. Verano es la estación con menos nubosidad, y el mínimo absoluto (a diferencia de lo que daban los datos ISCCP) se ubica en la meseta norte. Los máximos se obtienen en invierno, con valores cercanos (o superiores) al 70% en buena parte de las zonas de influencia atlántica o cantábrica. Es en esta estación cuando mejor se observa un efecto de mediterraneidad, con valores de nubosidad comparativamente bajos cerca de la costa en relación a lugares situados en el interior a la misma latitud.

### 3.2. Evolución temporal

La evolución de la nubosidad mensual media para toda la Península Ibérica se presenta en la Fig. 4, para ambas fuentes de datos (ISCCP y CRU). Se manifiesta claramente en ambos casos el ciclo anual (con el mínimo de verano bien marcado) y una destacable variabilidad interanual. La mayor variabilidad mostrada por los datos del ISCCP parece sugerir que éstos representan algo mejor la realidad, lo que por otra parte es lógico. En efecto, estos datos tienen una baja resolución espacial, pero provienen de observaciones directas, aunque sea desde satélite. En cambio, los datos CRU a resolución mensual, como se ha explicado más arriba (sección 2.2) pueden ser el resultado de interpolar anomalías de estaciones relativamente lejanas, de estimar la nubosidad a partir de la oscilación térmica diaria o la insolación, e incluso, sino hay ninguna estación disponible, pueden ser sencillamente el valor correspondiente al período de referencia (1961-1990).

En realidad, los datos CRU también contienen información sobre el número de estaciones con datos disponibles que se han utilizado para obtener los valores en cada celda. En nuestro caso, existe una gran diferencia entre los datos anteriores y posteriores a 1996. Hasta ese año, la mayor parte de celdas de la P.I. no tenían ninguna estación disponible. En las celdas más cercanas a Francia sí hay estaciones disponibles, pero seguramente se trataba precisamente de estaciones francesas, y no en el propio territorio peninsular. Esto parece haber cambiado desde 1996, cuando la mayoría de celdas reportan que se han empleado entre 20 y 40 estaciones para obtener el correspondiente valor. Este cambio parece manifestarse con un aumento de variabilidad, tanto interanual como de amplitud del ciclo anual.

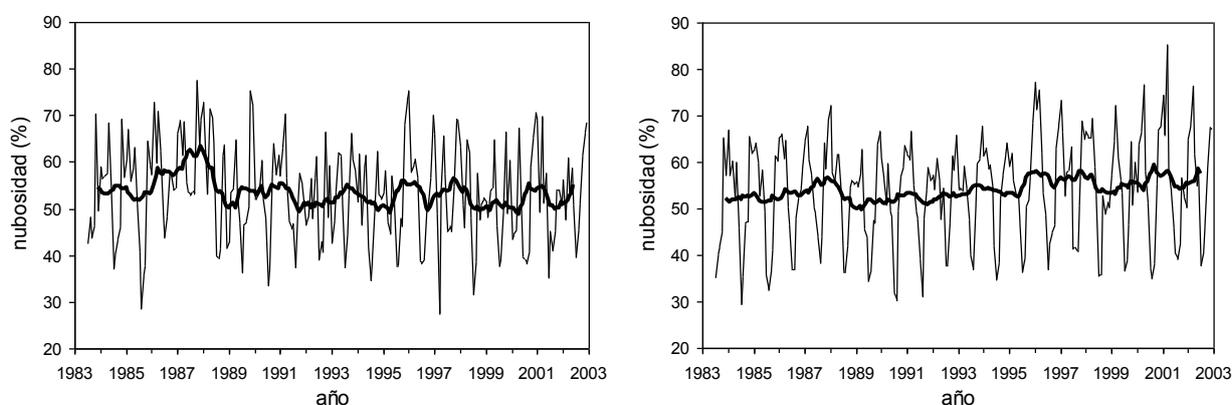


Fig. 4: Evolución de la nubosidad mensual media para la Península Ibérica: ISCCP (izquierda); CRU (derecha). La línea gruesa representa una media móvil de 12 en 12 valores.

## 4. COMPARACIÓN DE LAS DOS FUENTES DE DATOS

### 4.1. Distribución espacial e intraanual

En el capítulo anterior se han presentado resultados obtenidos con datos de nubosidad de las dos fuentes consideradas (ISCCP y CRU). Indirectamente, ya se han comparado los resultados, pero aquí se realiza una comparación más cuantitativa. Para ello, en primer lugar se ha degradado la resolución de la malla CRU desde los  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  originales hasta la resolución ISCCP (aproximadamente  $3.5^\circ \times 2.5^\circ$ ). Es decir, para cada celda de la malla ISCCP se ha obtenido un valor promediando los valores de todas las celdas CRU correspondientes (ver Fig. 1). Si una celda CRU está dividida entre dos celdas ISCCP, se ha contabilizado en ambas, asignándole el peso adecuado en cada caso. Por lo tanto, en el resto de este capítulo se hablará de 15 celdas, tanto para los datos ISCCP como para los de la CRU.

Celda a celda, las correlaciones lineales (significativas con un nivel de confianza del 95%) entre las series de nubosidad mensual de ambas fuentes oscilan entre 0.55 (celda 3) y 0.77 (celda 8). No existe ningún patrón espacial claro en dichas correlaciones. En varios casos, la mejor correlación se obtiene entre celdas distintas, que mayoritariamente (pero no siempre) son vecinas. Por ejemplo, la celda ISCCP 7 correlaciona bastante bien ( $r > 0.7$ ) con las celdas CRU 4, 6, 7, 11 (vecinas) y 9 (más alejada). A su vez, la celda CRU 8 correlaciona bien con las celdas ISCCP 4, 8, 10 y 11. Analizando las correlaciones mes a mes, se ha visto que en general son mejores en los meses de otoño e invierno, y claramente inferiores en verano (cuando la nubosidad es mínima). Ello podría ser debido a una cierta dificultad en detectar las nubes bajas (de evolución diurna) por parte de las imágenes de satélite. Un resultado parecido fue obtenido por SUN (2003) cuando comparó ISCCP con observaciones de superficie en Estados Unidos de América.

En lo que se refiere a la semejanza entre ambas climatologías, mejor indicativo que la correlación es la diferencia directa entre ellas. En la Fig. 5, por ejemplo, se muestran mapas de diferencia relativa, en los que se ha tomado como referencia (de forma arbitraria) el valor ISCCP. En contraste con lo que ocurría con la correlación, aquí sí que existen patrones espaciales bien definidos, que dibujan las líneas representadas (y obtenidas mediante interpolación por *kriging* entre las diferencias en cada celda). Es notable destacar que la diferencia media entre los valores CRU e ISCCP para toda la P.I. es pequeña (+0.8% de nubosidad a favor de la CRU, lo que significa un valor relativo del +1.4% respecto a la nubosidad media peninsular). Este valor medio enmascara las diferencias espaciales existentes, pues en la mitad norte (aproximadamente), las diferencias son negativas (es decir, ISCCP da un valor superior de la nubosidad) de hasta el -8%, mientras que en la mitad sur, son positivas de más del +10%. A lo largo del año, las diferencias también cambian. Por ejemplo, en verano las diferencias son máximas, tanto positivas (de hasta el +43% en la celda 5, en Junio) como negativas (de hasta el -38% en la celda 10, en Julio). El patrón de las diferencias es bien distinto en invierno, cuando en la mayor parte de la Península la nubosidad según CRU es superior al valor que indica ISCCP. En esta estación, las diferencias son mínimas en la costa mediterránea. Como referencia, tanto el trabajo de SUN (2003) para USA como el de KARLSSON (2003) para Escandinavia encuentran que la nubosidad ISCCP es por lo general superior a otras fuentes de datos de nubosidad desde superficie e incluso desde satélite. Por último, cabe destacar que ni las correlaciones ni las diferencias parecen ser sensiblemente distintas dependiendo de si las celdas son totalmente continentales (como la 6, 7, 10, 11, y 12) o contienen una fracción de mar.

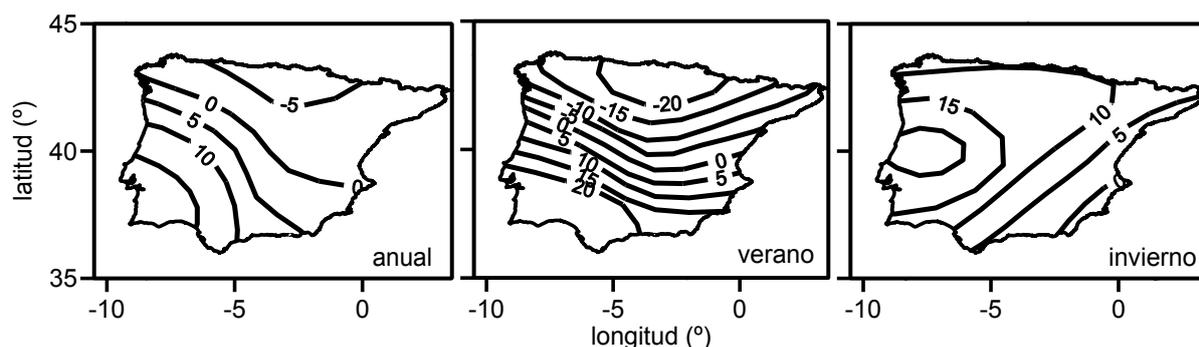


Fig. 5: Diferencias entre las climatologías con datos CRU y con datos ISCCP. Los valores son relativos:  $(\text{CRU}-\text{ISCCP})/\text{ISCCP}$ , en %.

#### 4.2. Evolución temporal

En cuanto a las tendencias de la nubosidad en el período analizado, la Fig. 6 muestra la evolución temporal del valor medio anual para el conjunto de la P.I. Se observa la buena correlación entre ambas series, ya que por lo general, máximos y mínimos relativos siguen la misma secuencia. Pero, por otra parte, hay diferencias bien claras: hasta el año 1991, los valores ISCCP eran superiores, mientras que lo contrario ocurre desde ese año. Estos valores anuales dan lugar (ver Tabla 1), para la serie CRU, a una tendencia general positiva de +4.9%, que, relativa a la nubosidad media peninsular para el período (54.3%), significa un aumento nada despreciable del +9.1%. Por lo contrario, los datos ISCCP muestran para la P.I. una disminución de la nubosidad (del -4.0%, o -7.4% relativo al valor medio), aunque este valor no es estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95%, y probablemente es el resultado del máximo muy destacado que el ISCCP da para el año 1987, mientras que desde aproximadamente el año 1990, los valores anuales se mantienen casi invariables entre 50-55% de nubosidad. Estos últimos resultados son coherentes con lo encontrado por NORRIS (2005) para toda la zona comprendida entre los 30°-60°N.

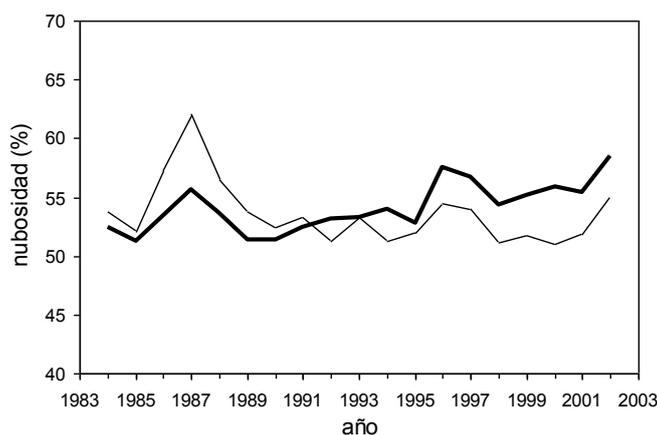


Fig. 6: Evolución temporal de la nubosidad media anual en la Península Ibérica. Línea gruesa, CRU; línea fina, ISCCP.

Las tendencias descritas se reproducen en todas las celdas y en todas las épocas del año. Específicamente, todas las celdas CRU indican tendencia al aumento de la nubosidad, aunque este aumento es menor (incluso no significativo) en las celdas más atlánticas (9 y 13). En el

caso de ISCCP, las celdas con una menor disminución de la nubosidad son las del sur (2 y 3). En varias celdas, tendencias significativas negativas según ISCCP se corresponden con tendencias significativas positivas según CRU. Por último, la época del año en la que los cambios son más importantes es la primavera: CRU indica un aumento del +9.7% en la nubosidad en este período, mientras que ISCCP indica una disminución del -6.1%. En cambio, las tendencias son menores, y no significativas en ambas series, durante el otoño. Contradicciones parecidas fueron encontradas por PALLÉ y BUTLER (2001) en un análisis de la insolación y la nubosidad realizado para la isla de Irlanda.

	ISCCP		CRU TS 2.1	
	$\Delta$ total (% cielo cubierto)	$\Delta$ relativa (a la nubosidad media en el período, %)	$\Delta$ total (% cielo cubierto)	$\Delta$ relativa (a la nubosidad media en el período, %)
Invierno	-4.4	-7.7	2.6	4.2
Primavera	-6.1	-10.5	9.7 (*)	16.4
Verano	-4.8	-11.1	5.2 (*)	12.6
Otoño	-0.3	-0.5	2.2	4.1
Anual	-4.0	-7.4	4.9 (*)	9.1

Tabla 1: VARIACIÓN DE LA NUBOSIDAD EN EL PERÍODO 1984-2002 (\* INDICA TENDENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA A UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%)

## 5. CONCLUSIONES

Las dos fuentes de datos analizadas en este trabajo (ISCCP y CRU) contienen gran cantidad de información sobre la nubosidad en todo el globo, y por lo tanto, también en la Península Ibérica. Según estos datos, la nubosidad media anual en la P.I. está comprendida entre el 45% y el 65% del cielo cubierto, aumentando de sur a norte y de forma menos marcada, de este a oeste. La climatología con mayor resolución espacial (CRU) indica claramente el efecto del Atlántico (o de la exposición a los frentes del oeste) en todo el oeste y norte peninsular. Así mismo, muestra mínimos de nubosidad en la meseta (en especial en la norte en verano), el sur peninsular y el valle del Ebro. Ambas climatologías muestran que el mínimo anual de nubosidad se produce en verano, mientras que el máximo es menos claro, aunque se marca en invierno, al menos en todo el sector del oeste y norte peninsular. La diferencia entre la nubosidad media peninsular dada por ISCCP y CRU es pequeña, pero para algunas zonas concretas y algunos meses, puede superar el  $\pm 10\%$  de nubosidad.

En cuanto a las tendencias de la nubosidad, las dos fuentes de datos son contradictorias. Una, el ISCCP, indica tendencias ligeramente descendentes, aunque no son significativas y se corresponden básicamente al efecto de un máximo muy marcado producido en 1987. En cambio, los datos CRU muestran una continua tendencia al aumento de la nubosidad en la P.I.

Todos estos resultados, especialmente en lo que se refiere al detalle espacial de la climatología de nubosidad, y a los resultados divergentes entre las dos fuentes de datos (tanto los valores de nubosidad como en particular sus tendencias) serán motivo de posterior investigación, usando las series de observaciones de nubosidad en un buen número de

estaciones meteorológicas peninsulares, que han sido proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología español y el Instituto de Meteorología portugués.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los datos del ISCCP se obtuvieron a través del NASA Langley Research Center Atmospheric Sciences Data Center. Los datos CRU TS 2.1 fueron facilitados por el Dr. David Viner. Esta investigación está financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia, a través del proyecto NUCLIER (CGL 2004-02325). El segundo autor disfruta de una beca FPU del MEC.

## 7. REFERENCIAS

- CROKE, M.S. (1999). “Regional Cloud Cover Change Associated with Global Climate Change: Case Studies for Three Regions of the U.S.”. *J. Climate*, 12 (7), pp. 2128-2134.
- FONT TULLOT, I. (2000). *Climatología de España y Portugal, 2ª ed.*. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca.
- HENDERSON-SELLERS, A. (1992). “Continental cloudiness changes this century”. *Geophysical Journal*, 27, pp. 255-262.
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- KAISER, D.P. (2000). “Decreasing cloudiness over China: An updated analysis examining additional variables”. *Geophys. Res. Lett.*, 27, pp. 2193-2196.
- KARLSSON, K.-G. (2003). “A 10 year cloud climatology over Scandinavia derived from NOAA advanced very high resolution radiometer imagery”. *Int. J. Climatol.*, 23, pp. 1023–1044.
- KEEVALLIK, S. y RUSSAK, V. (2001). “Changes in the amount of low clouds in Estonia (1955-1995)”. *Int. J. Climatol.*, 21, pp. 389-397.
- MATUSZKO, D. (2003). “Cloudiness changes in Cracow in the 20th Century”. *Int. J. Climatol.*, 23, pp. 975-984.
- MITCHELL, T.D. y JONES, P. (2005). “An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids”. *Int. J. Climatol.*, 25, pp. 693-712.
- NEW, M.; HULME, M. y JONES, P. (1999). “Representing Twentieth-Century Space-Time Climate Variability. Part I: Development of a 1961-90 Mean Monthly Terrestrial Climatology”. *J. Climate*, 12, pp. 829-856.
- NEW, M.; HULME, M. y JONES, P. (2000). “Representing Twentieth-Century Space-Time Climate Variability. Part II: Development of a 1901-96 Monthly Grids of Terrestrial Surface Climate”. *J. Climate*, 13, pp. 2217-2238.
- NORRIS, J.R. (2005). “Multidecadal changes in near-global cloud cover and estimated cloud cover radiative forcing”. *J. Geophys. Res.*, 110, D08206, doi: 10.1029/2004JD005600.
- PALLÉ, E. Y BUTLER, C.J. (2001). “Sunshine records from Ireland: cloud factors and possible links to solar activity and cosmic rays”. *Int. J. Climatol.*, 21, pp. 709–729.
- ROSSOW, W.B. y SCHIFFER, R.A. (1999). “Advances in understanding clouds from ISCCP”. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80, pp. 2261-2287.
- SUN, B. (2003). “wCloudiness over the contiguous United States: Contemporary changes observed using ground-based and ISCCP D2 data”. *Geophys. Res. Lett.*, 30 (2), pp. 1053-1057.

ANÁLISIS DE DOS CLIMATOLOGÍAS DE NUBOSIDAD GLOBALES (ISCCP Y CRU TS2.1) A ESCALA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

SUN, B. y GROISMAN, P.Y. (2000). “Cloudiness variations over the Former Soviet Union”. *Int. J. Climatol.*, 20, pp. 1097-1111.

WARREN, S.G., y HAHN, C.J. (2003). “Clouds: climatology”, in *Encyclopedia of Atmospheric Sciences, Volume Two*, [Holton, J.R., J.A. Curry y J.A. Pyle (Eds.)], Academic Press.