

CARACTERIZACION MEDIANTE IMAGENES DE SATELITE DE LOS SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOSCALA DURANTE LA CAMPAÑA PREVIMET MEDITERRANEO-89

R. Riosalido
(S. T. A. P.)

1. INTRODUCCION

Es bien sabido que durante el otoño la costa mediterránea Española se ve afectada frecuentemente por fuertes precipitaciones de tipo convectivo que dan lugar muchas veces a desastres importantes. Varios son los factores que contribuyen a esta situación y que tradicionalmente se han señalado; así, en primer lugar tenemos al mar Mediterráneo, que actúa como una importante fuente de calor y vapor de agua, y que contribuye a generar sobre él una masa de aire cálido y húmedo **potencialmente** inestable. Esta inestabilidad puede ser liberada por elementos de forzamiento sinóptico, como puede ser la presencia de una depresión aislada en niveles altos, el paso de una onda o vaguada, etc. A esto hay que añadir otros elementos, como la ciclogénesis en niveles bajos y el papel importante que juega el relieve próximo a la costa y otros elementos de mesoscala.

Durante los últimos años y gracias a un uso intensivo de las imágenes de satélite se ha puesto de manifiesto que en muchas ocasiones (no en todas) las precipitaciones fuertes han ido asociadas a estructuras nubosas convectivas aisladas, compactas y de gran extensión. A. Rivera (1986) demostró que el causante de las intensas precipitaciones que afectaron a Valencia en octubre de 1982 fueron causadas por lo que Maadox (1980) definió como Complejo Convectivo de Mesoscala. Posteriores estudios han puesto de manifiesto que estructuras similares, aunque en general de menor extensión, han estado, casi siempre, ligadas a los episodios de precipitaciones fuertes (Notas Técnicas Previmet Mediterráneo 1988, 1989), y que se han venido a denominar de una manera mas general como Sistemas Convectivos de Mesoscala (SCM).

Estos sistemas convectivos son uno o dos órdenes de magnitud mayor que las tormentas, pero además su característica más importante es que poseen un grado de organización y estructura interna dentro de la mesoscala que hace de ellos elementos que evolucionan con su propio ciclo de vida y que interactúan con el ambiente sinóptico que los rodea, llegando incluso a modificarlo (Fritsch, 1981).

De cara a la predicción de estos fenómenos, los modelos numéricos proporcionan, en general de manera adecuada, la evolución a escala sinóptica a corto plazo y pueden usarse para delimitar zonas donde es posible la formación de estos sistemas (Schwartz, 1987), pero se sabe muy poco cuáles son los elementos que hacen que en un momento determinado se de el salto cualitativo de pasar de una convección generalizada a una focalizada y organizada. Los modelos fallan a la hora de reproducir estos fenómenos debido a la deficiente resolución y parametrización, por lo que a muy corto plazo sólo la vigilancia y el uso de modelos conceptuales de ciclo de vida de los sistemas pueden por el momento servir de guía al predictor.

El primer aspecto, el de la predicción a corto plazo, se aborda en otro trabajo en este mismo simposio (Riosalido, 1990). La elaboración de modelos conceptuales es una labor fundamental, pero no trivial, y se basa en el estudio de un gran numero de casos para

sacar consecuencias prácticas. En este proceso de elaboración juega un papel muy importante la climatología del fenómeno a estudiar, especialmente cuando se trata de fenómenos mesoscales en que las componentes locales juegan papeles muy importantes. Así pues, con este trabajo nos hemos propuesto el **comenzar** con la elaboración de una especie de climatología de Sistemas Convectivos que afectan a la Península Ibérica, que pueda servir de base para la elaboración de modelos conceptuales que le sean de utilidad al **predicador** en el muy corto plazo.

Para la elaboración de esta climatología inicial hemos utilizado los únicos datos que lo permiten, esto es las imágenes procedentes del satélite Meteosat, es de esperar que en el futuro los datos procedentes de radar aporten mucha más información del interior de estos sistemas; mientras tanto, tendremos que conformarnos con verlos desde "arriba".

2. METODOLOGIA

No existe una definición concreta de Sistema Convectivo de Mesoscala, la definición de Maadox (1980) para Complejos Convectivos ha demostrado ser bastante restrictiva, y otros autores (Bartels, 1984) han puesto de manifiesto cómo sistemas más pequeños presentan estructuras similares a las de los CCM, por lo que diferentes autores vienen utilizando diversos criterios, en general relajaciones de las condiciones de Maadox, para identificar Sistemas Convectivos de Mesoscala. Nosotros hemos adoptado una definición de "trabajo" muy sencilla y poco restrictiva, y que ha consistido en seleccionar todos aquellos sistemas convectivos que a lo largo de su vida alcanzaron un eje mayor superior a los 100 Km (considerando como limite del SCM la zona continua de toques de nubes con temperaturas inferiores a -32 °C).

Con este criterio se examinaron las imágenes IR del Meteosat del período de septiembre a noviembre (ambos inclusive) de 1989 (Campaña Previmet) y se identificaron 35 sistemas que cumplían esta condición. Dado que el archivo de imágenes no es completo, el recuento no pretende ser exhaustivo, pero incluye todos los episodios de lluvias fuertes en este período de tiempo. La distribución de estos SCM fue como sigue: 16 en septiembre, 11 en octubre y 8 en noviembre.

Una vez identificados, y usando la capacidad interactiva del sistema SAIDAS, se procedió a calcular, para cada uno de ellos y a lo largo de todo su ciclo de vida, todo un conjunto de parámetros extraídos de las imágenes IR semihorarias, previamente calibradas con los datos proporcionados por EutmetSAT (MIEC IR Calibration Coefficients). Los parámetros calculados fueron:

- Posición (**Lat.** y **Long.**) del centro de los toques más fríos en la imagen IR.
- Longitud (en km.) de sus ejes mayor y menor.
- Area (en km² de cimas de nubes cuya temperatura era inferior a diferentes umbrales: -32 °C, -36 °C, -40 °C, -44 °C...
- Temperatura mínima de las cimas, media y otros parámetros estadísticos.

3. RESULTADOS

En la Tabla I se presenta el resumen de algunos de estos parámetros para el conjunto de sistemas. En ella figuran, para cada SCM estudiado, el nombre asignado (arbitrario), la fecha y hora de inicio de las primeras tormentas, hora en que alcanzó su máxima extensión, la superficie (en miles de km²) cubierta por cimas con temperaturas inferiores a -32 °C y -48 °C, el eje mayor (km²) y la excentricidad, todos ellos referidos al momento de máxima extensión, la duración total del sistema, y por último, alguna precipitación significativa (en 24 horas) registrada y que se puede atribuir directamente al SCM.

Como se puede apreciar en ella, existe una gran diversidad de tamaños, cubriendo éstos un **amplio espectro** (desde 12.000 a 270.000 km² de extensión), lo que obliga a hacer un **estudio** más detallado de la distribución de estos tamaños.

3.1. Tamaños de los SCM

En la Fig. 1 se ha representado la distribución encontrada de tamaños para el eje mayor de los sistemas, en km y en el momento de máxima extensión.

SCM	Fecha	Hora P. Tor	Máxima Extensión				Durac. horas	Prec. mm/24h	
			Hora	Area (-32)	Eje Kms	Exc			Area (-48)
X	06/09	22:00	15:00	273	759	0.5	85	23:00	112
T	05/09	03:30	09:00	160	580	0.6	53	13:00	245
S	30/11	09:00	16:00	143	595	0.5	95	13:00	319
PP	16/11	01:30	17:00	127	435	0.4	77	23:30	100
Y	07/09	19:00	03:30	102	455	0.6	9	11:30	
P	27/10	21:00	05:00	96	384	0.7	60	15:00	51
G	13/10	16:30	20:30	96	334	0.9	37	07:30	74
V	05/09	19:00	11:00	94	283		28	17:00	200
AB	20/09	14:30	21:00	85	360		46	14:30	
M	15/10	18:30	02:30	83	460	0.5	31	13:30	
I	14/10	<01:30	05:00	79	268	0.8	20	05:00	
Q	18/11	02:00	09:00	74	414	0.5	53	09:00	75
Q3	16/11	03:00	11:30	65	271	0.8	39	06:30	
R	30/11	01:30	11:00	64	312	0.9	49	13:30	
F	30/09	10:30	17:00	62	309	0.5	27	08:30	
A	19/09	21:00	11:30	61	296	0.8	34	11:30	120
H	13/10	19:00	01:30	57	288		29	09:00	
D	29/09	<02:30	06:00	57	288		26	08:30	134
K	14/10	19:30	02:30	57	319	0.6	23	13:00	207
NN	15/11	15:30	01:00	56	250	0.7	34	12:00	126
OO	16/11	01:30	06:00	52	279	0.8	36	15:30	
AC	21/09	22:30	04:30	51	273		16	08:30	
L1	15/10	11:30	18:30	49	290	0.7	26	10:30	206
ZB	06/09	22:00	03:00	45	282	0.7	1	07:00	
AA	20/09	<02:30	06:30	37	223	1.0	18	06:00	
L2	15/10	12:00	01:00	36	266	0.7	18	15:30	
Q2	16/11	02:00	06:30	27	192	0.9	17	07:30	
J	14/10	17:30	21:00	27	175	1.0	4	04:30	
W	06/09	02:30	11:30	26	209		9	11:00	
C	21/09	05:00	14:30	24	199	0.6	15	11:00	112
O	27/10	17:00	00:00	24	213	0.7	15	11:30	
B	20/09	20:00	03:30	24	211	0.6	12	09:30	98
Z	06/09	13:00	19:30	22	186	0.9	2	10:30	
N	27/10	18:30	22:30	13	117	0.9	10	05:00	
ZA	06/09	20:00	23:00	12	126	0.8	8	07:30	

Tabla I.-Sistemas Convectivos durante Sep.-Nov. 1989 (Ver texto para explicaciones)

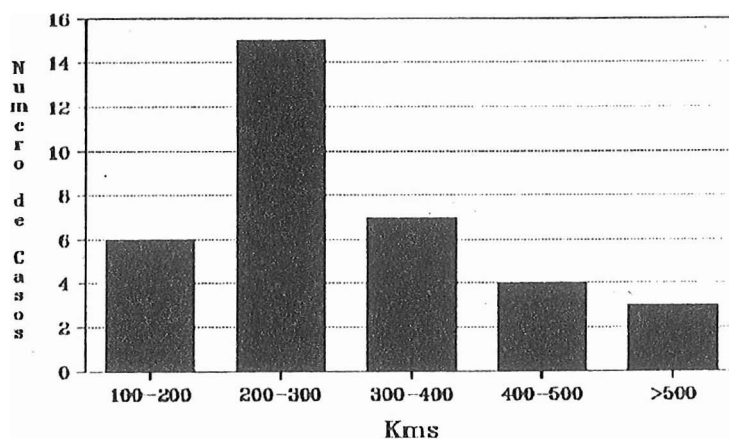


Figura 1. Longitud del eje mayor de los SCM en el momento de máxima extensión.

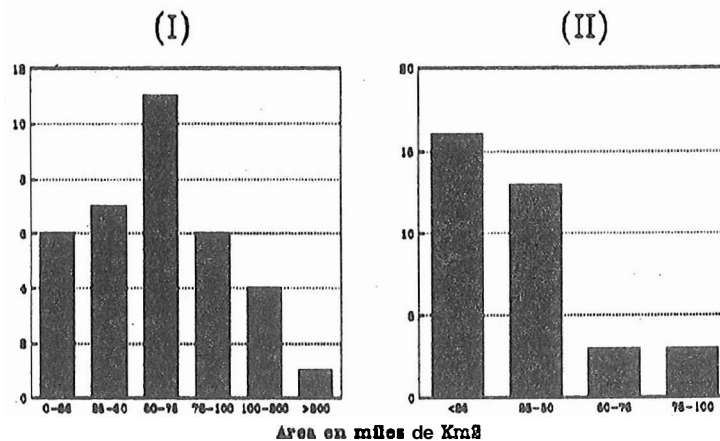


Figura 2. Número de SCM con áreas, en el momento de máxima extensión, con temperaturas inferiores a (I) -32°C , (II) -48°C .

Como se puede apreciar, la mayoría de estos sistemas alcanzan tamaños de ejes entre 200 y 300 km, aunque un número significativo de ellos superan este tamaño y sólo algunos superan incluso los 500 km.

Respecto a la extensión de los sistemas (Fig. 2) la mayoría de ellos ocupan superficies entre 25.000 y 75.000 km² (isoterma de -32°C) y sólo algunos superan los 100.000 km². Teniendo en cuenta, que por ejemplo, una tormenta multicelular abarca superficies del orden de 14.000 km² (Maadox, 1980); estos sistemas son uno o dos órdenes de magnitud mayores, y justifican plenamente el apelativo de sistemas de mesoscala.

3.2. Clasificación de los SCM

Dada esta amplia variedad de tamaños, hemos decidido proceder a una clasificación en grupos de tamaños más homogéneos. Como criterio hemos utilizado el área en km² cubierta por las cimas más frías, y hemos utilizado la temperatura de -48°C (en vez de -52°C utilizada por Maadox, entre otros motivos por la diferente altura de la tropopausa en ambos casos). En la Tabla II figuran los criterios utilizados.

Tipo	Area isoterma -48°C Km ²	Tabla II
SCM-I	≥ 50.000	Criterio de clasificación de SCM según el área bajo la isoterma de -48°C expresada en Km ² .
SCM-II	≥ 25.000 y < 50.000	
SCM-III	< 25.000	

Así pues, distinguiremos tres tipos: los más grandes (SCM-I), que se corresponden casi con los Complejos Convectivos de Mesoscala; los intermedios (SCM-II), y por último los más pequeños (SCM-III). En la Tabla III se presentan los valores medios obtenidos para estos tres grupos de su extensión: eje mayor, excentricidad y duración total.

Tipo SCM	Nº Casos	Extensión Máxima en miles de Km ²		Eje mayor máximo en Kms	Excen-tricidad	Duración total en horas
		-32°C	-48°C			
I	6	146	71	528	0.5	16
II	13	66	34	309	0.7	11
III	16	38	12	232	0.8	9

Tabla-III.- Características medias de los distintos tipos de Sistemas Convectivos de Mesoscala durante Sep.-Nov. 1989.

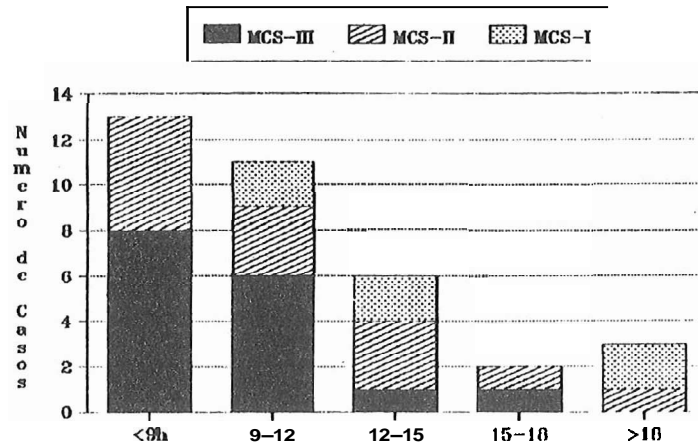


Figura 3. Duración de los SCM Sep. Nov. 89.

Como se puede observar, los valores medios oscilan entre los 40.000 y 150.000 km² (o si se quiere ejes entre 230 y 500 km) y duraciones medias de 9 a 16 horas (véase Fig. 3), valores que confirman claramente el hecho de que, tanto por su escala temporal como espacial, estamos ante fenómenos que caen de lleno dentro de la mesoscala. Un aspecto a destacar en esta tabla es que la excentricidad disminuye a medida que los sistemas son más grandes; es decir, los sistemas más pequeños tienden a tener una forma bastante circular, mientras que los más grandes suelen adquirir un aspecto más elongado (ver Fig. 4); la causa puede ser debida a que los sistemas más grandes son también más susceptibles a ser deformados por interacción con el medio ambiente.

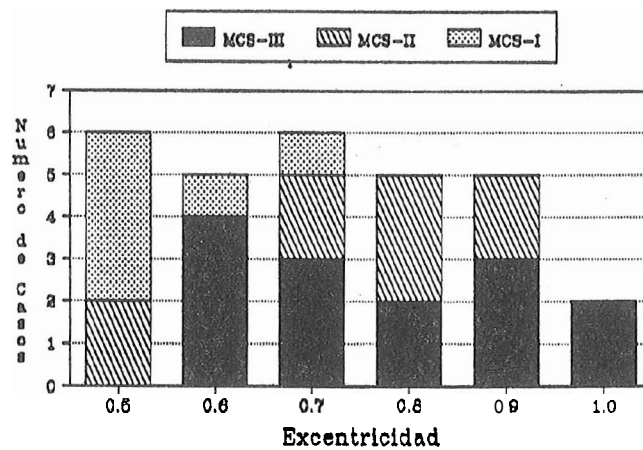


Figura 4. Excentricidad.

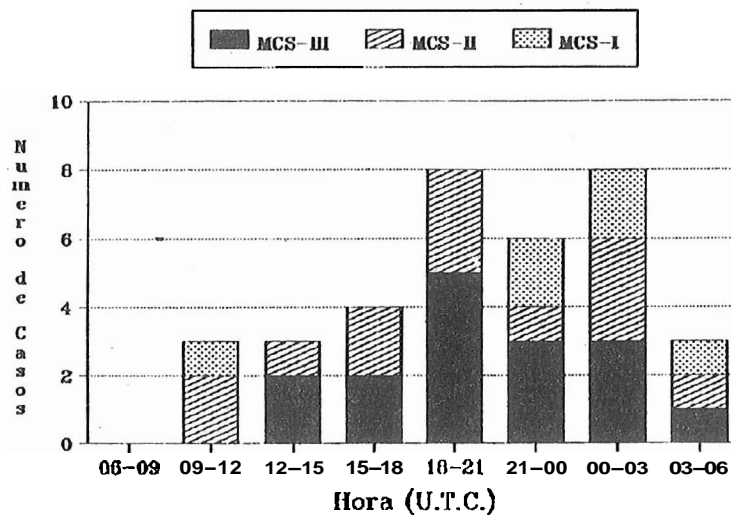


Figura 5. Hora de inicio de las primeras tormentas.

3.3. Ciclo diurno

En la Fig. 5 se ha representado la hora de inicio de las primeras tormentas (que posteriormente darían lugar a SCM) para los tres tipos definidos.

En ella se observa claramente cómo estos sistemas tienen un origen predominantemente nocturno; la mayoría de ellos tienen su origen en tormentas que se desarrollan entre las 18z y 03z, lo que coincide con resultados de otros estudios en diferentes partes del mundo (Maadox, 1980).

El momento de máxima extensión (ver Fig. 6) no presenta un máximo tan marcado, debido a la muy diferente duración de los sistemas según su tamaño, pero se puede decir que los más pequeños alcanzan su máxima extensión durante la madrugada, mientras que los más grandes lo hacen a lo largo del día siguiente.

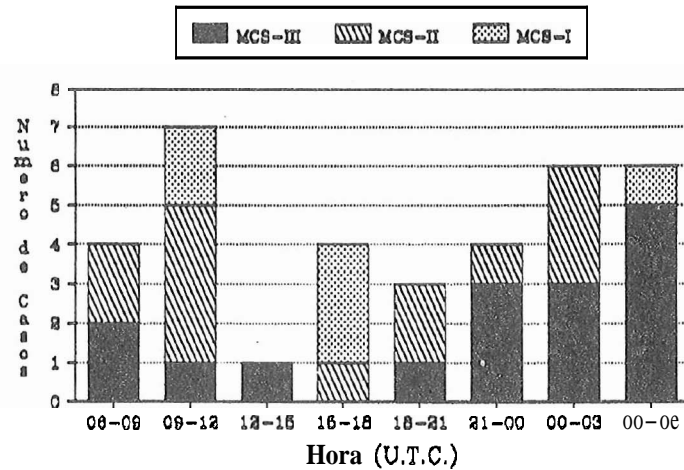


Figura 6. Hora de máxima extensión.

3.4. Localización geográfica

Se han estudiado las trayectorias de todos y cada uno de los sistemas identificados y de ello se pueden extraer importantes consecuencias. En primer lugar interesa conocer el lugar donde tienen su origen. En la Fig. 7 se ha representado la posición inicial de los núcleos convectivos que dieron lugar a SCM. En ella se puede apreciar cómo parecen existir dos zonas preferentes, el golfo de Valencia y mar de Alborán, especialmente la primera. En general, la mayoría de ellas surgen próximas a la costa; el forzamiento orográfico parece pues importante en un porcentaje de ellas, pero lo que llama la atención es que muchas de ellas aparecen sobre el mar, lo cual excluye este mecanismo como elemento iniciador de la convección.

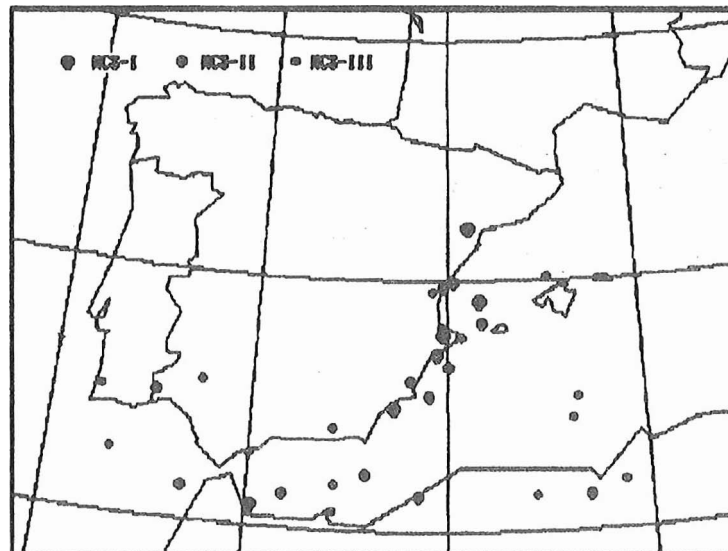


Figura 7. Localización geográfica de los primeros núcleos convectivos.

En estos casos, hay que pensar en otros mecanismos de disparo de la convección como interacciones convectivas, líneas de convergencia, etc.; de hecho, en los casos estudiados ha sido bastante frecuente observar el inicio de SCM en zonas próximas a otro sistema en disipación, aunque luego el efecto orográfico juegue un papel importante en el realce de la convección.

En cuanto a las trayectorias seguidas (ver Fig. 8) se puede observar cómo en general existe un desplazamiento hacia el NE como corresponde a los vientos del SW en la troposfera media. Los sistemas que se forman en Alborán y Costa Levantina se desplazan en esta dirección y suelen avanzar a lo largo de la costa, pasado el golfo de Valencia existe una cierta tendencia a girar algo más hacia el ENE. Parece ser que el movimiento viene determinado por dos factores: el viento en niveles medios (500 mbs) como elemento general conductor y la presencia en niveles bajos de fronteras (de tipo térmico o de tipo orográfico), de manera que el sistema tiende a moverse sobre ellas y buscando el influjo húmedo en niveles bajos. En la misma figura se puede apreciar que los sistemas que se forman en las proximidades del golfo de Cádiz presentan una trayectoria más del sur y los que lo hacen en la costa africana tienen una tendencia más hacia el este, lo cual sigue estando de acuerdo con el esquema general de vientos en la troposfera media.

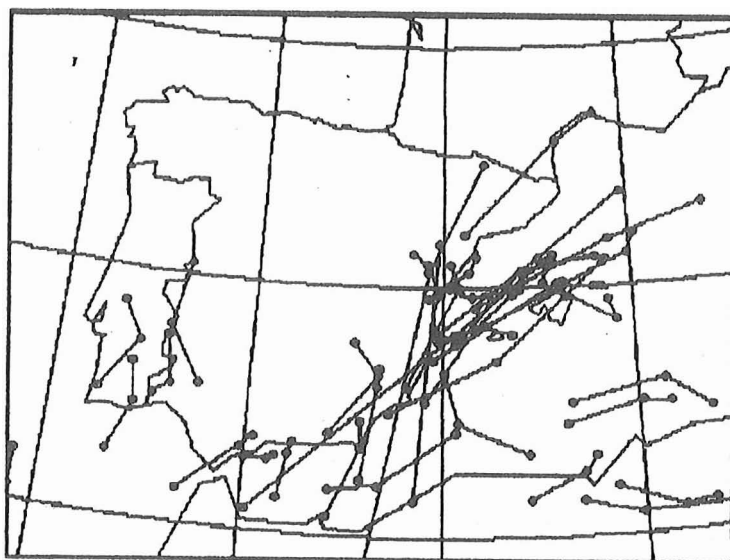


Figura 8. Trayectorias seguidas por los núcleos fríos de los SCM.

Por último, si tomamos las posiciones semihorarias de los centros de todos los sistemas y los representamos en un mapa (Fig. 9) tendremos una idea de la frecuencia relativa de la presencia de estos sistemas. Lo primero que resalta es la gran densidad de puntos en las proximidades del golfo de Valencia, con un máximo muy localizado y que se extiende por todo el litoral hasta el mar de Alborán. Esto puede apreciarse mejor en la Fig. 10, donde se han dibujado isolíneas que representan el número de veces que un sistema convectivo ha tenido localizado su centro (más frío) en cajas de 2° de latitud por 2° de longitud.

Otro aspecto a destacar de estas figuras es que los sistemas convectivos penetran poco en el interior de la Península, y los que lo hacen acaban muriendo en general por falta de alimentación húmeda en capas bajas. Por último señalar que la máxima frecuencia de centros fríos se localiza sobre el mar; esto es, probablemente las precipitaciones más intensas, al menos durante la temporada 89, se han localizado sobre el mar, pero no olvidemos que se trata de sistemas muy grandes, y aunque el centro de las cimas más frías se encuentre sobre el mar, su extensión puede abarcar grandes zonas costeras.

3.5. Ciclo de vida

Tradicionalmente se ha definido una especie de ciclo de vida referido a estos sistemas que comprende una fase de crecimiento, una de madurez y otra de disipación, pero la definición de estado maduro siempre ha adolecido de bastante arbitrariedad; por ejemplo, se suele decir que un sistema alcanza el estado maduro cuando sobrepasa cierto tamaño crítico.

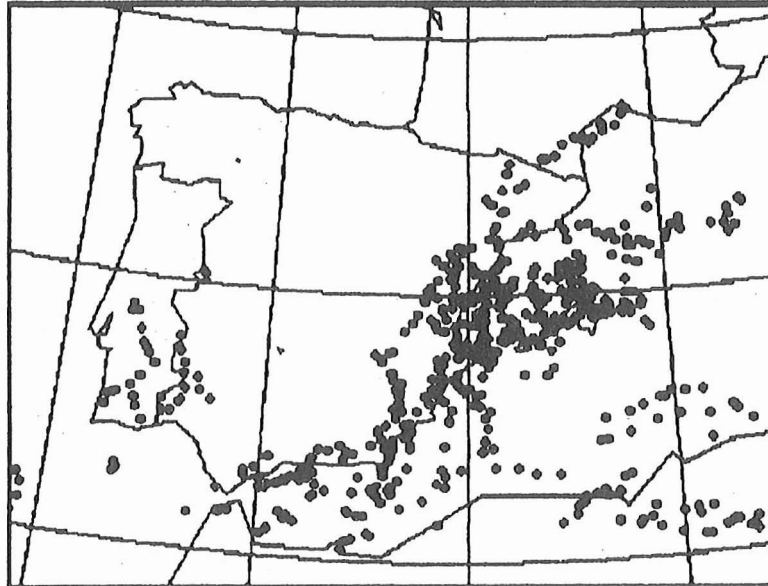


Figura 9.

co (arbitrario por otra parte), pero esto no nos dice nada acerca de los procesos físicos que caracterizan a este estado maduro si es que existe.

Con objeto de intentar deducir algunas conclusiones al respecto, hemos estudiado la evolución temporal de la superficie cubierta por cimas con temperaturas inferiores a ciertos valores. Se ha encontrado que la mayoría de los sistemas pasan por una fase de crecimiento, caracterizada por un crecimiento continuo de estas áreas, hasta alcanzar un tamaño máximo. Máximo, que se alcanza primero en las áreas más frías, y una o dos horas después el área de -32°C . A partir de entonces decrecen, también continuamente, pero de una manera algo más rápida hasta su desaparición. En algunos casos se puede observar una especie de meseta cerca del máximo que podría corresponder a algún estado de madurez, pero la mayoría presentan un pico agudo.

En las figuras 11 a 14 se presentan algunos casos significativos, en ellas figura una imagen I. R. realizada en colores del sistema convectivo (a), la evolución temporal de las susodichas áreas (en miles de km^2) (b) y la trayectoria seguida por cada sistema (c).

La primera de ellas (Fig. 11), corresponde al sistema más grande de la temporada SCM-"X", y en ella se puede apreciar lo dicho anteriormente, el crecimiento continuo de las diferentes áreas hasta alcanzar un máximo y su posterior disminución. La mayoría de

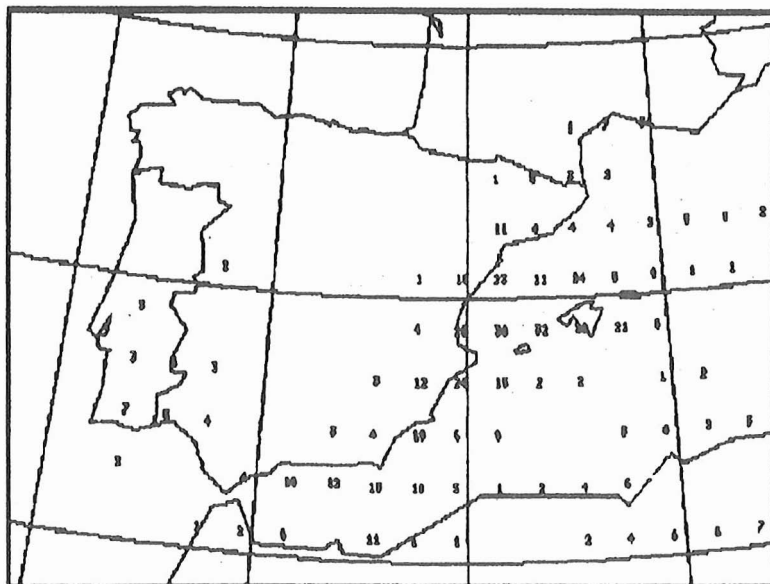


Figura 10.

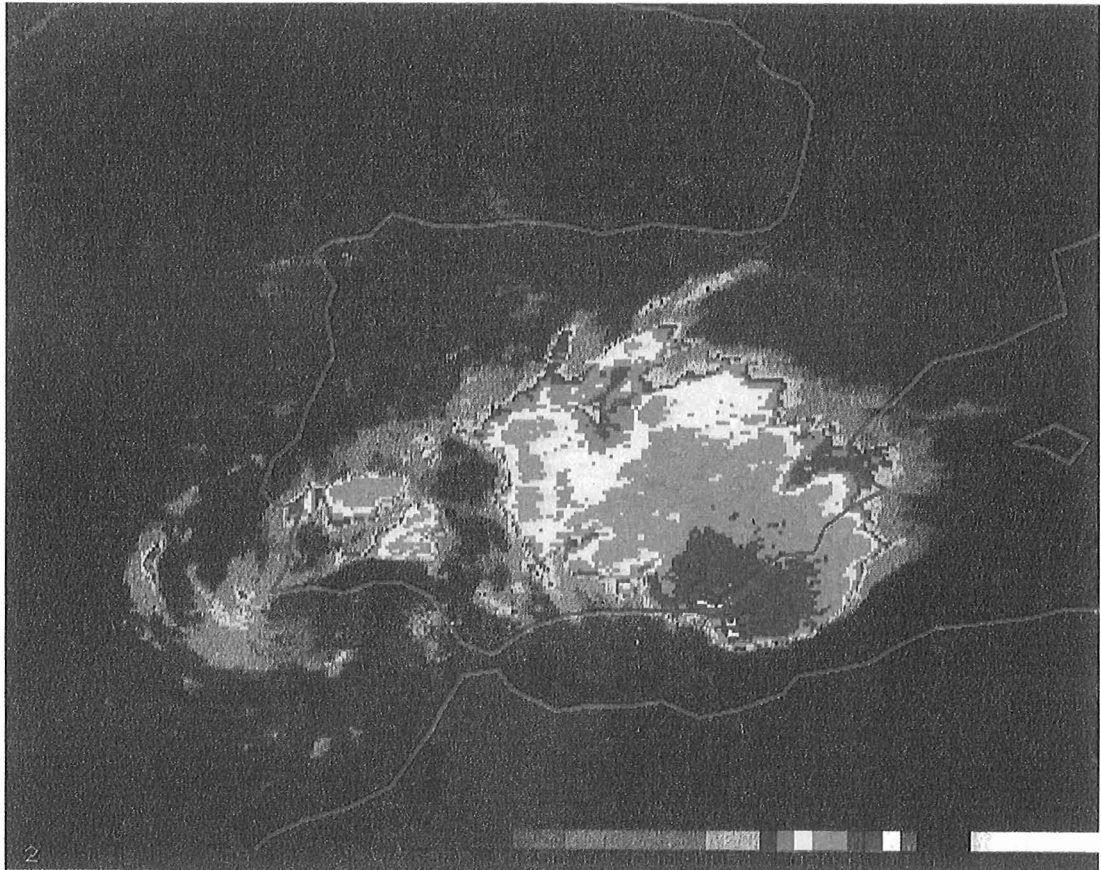


Figura 11. (a).

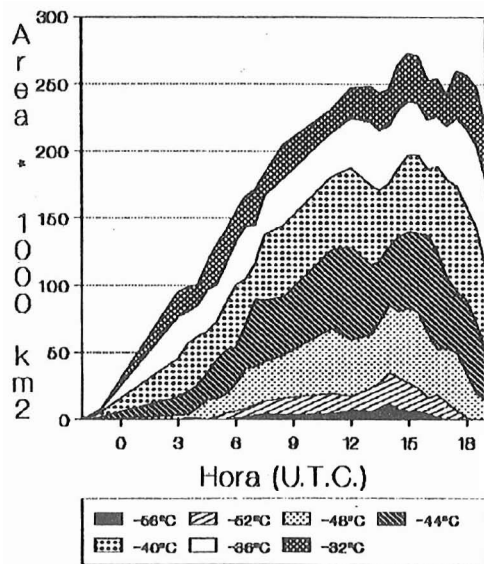


Figura 11 (b).

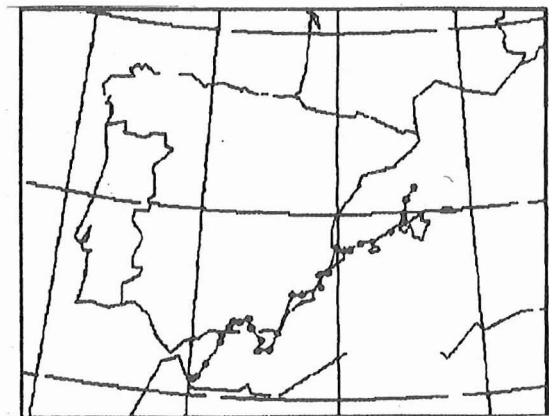


Figura 11 (c).

Figura 11. Sistema Convectivo "X". Fecha: 7/9/89 Tipo: I.

(a) Imagen I.R. 7/9 a las 08:30 z.

(b) Evolución temporal de las áreas cubiertas por cimas más frías que determinadas temperaturas.

(c) Trayectoria núcleo frío.

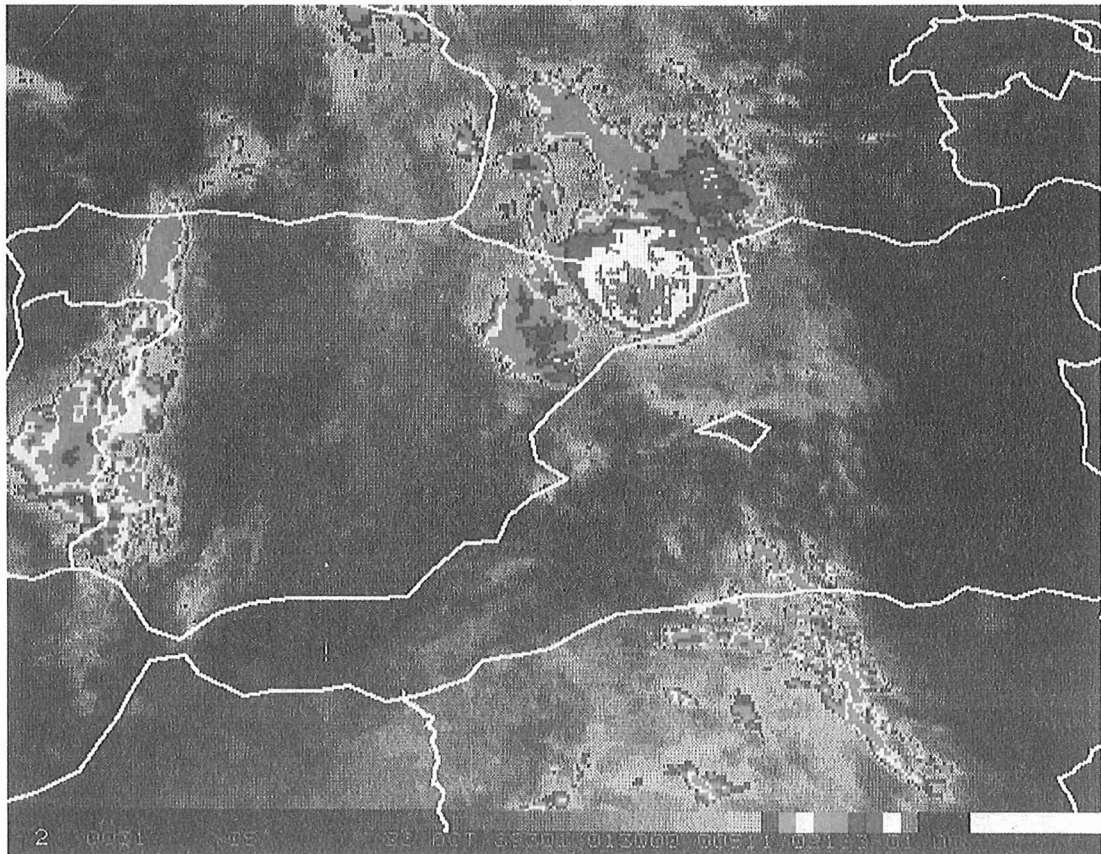


Figura 12 (a)

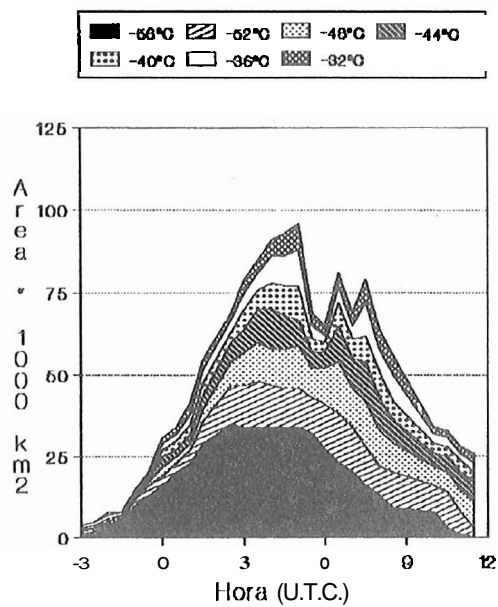


Figura 12 (b)

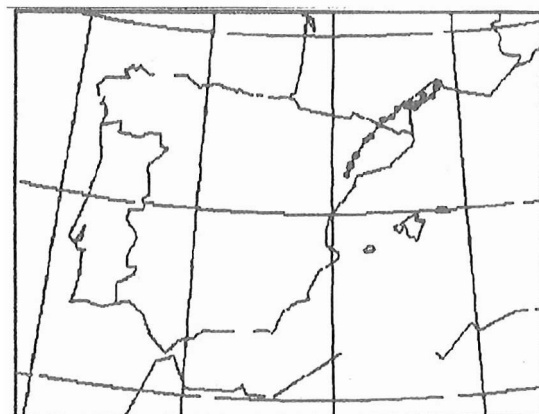


Figura 12 (c)

Figura 12. Sistema Convectivo "P". Fecha: 27/10/90 Tipo: I.

(a) Imagen I.R 28/70 a las 01:30z.

(b) Evolución temporal de las áreas cubiertas por cimas más frías que determinadas temperaturas.

(c) Trayectoria núcleo frío.

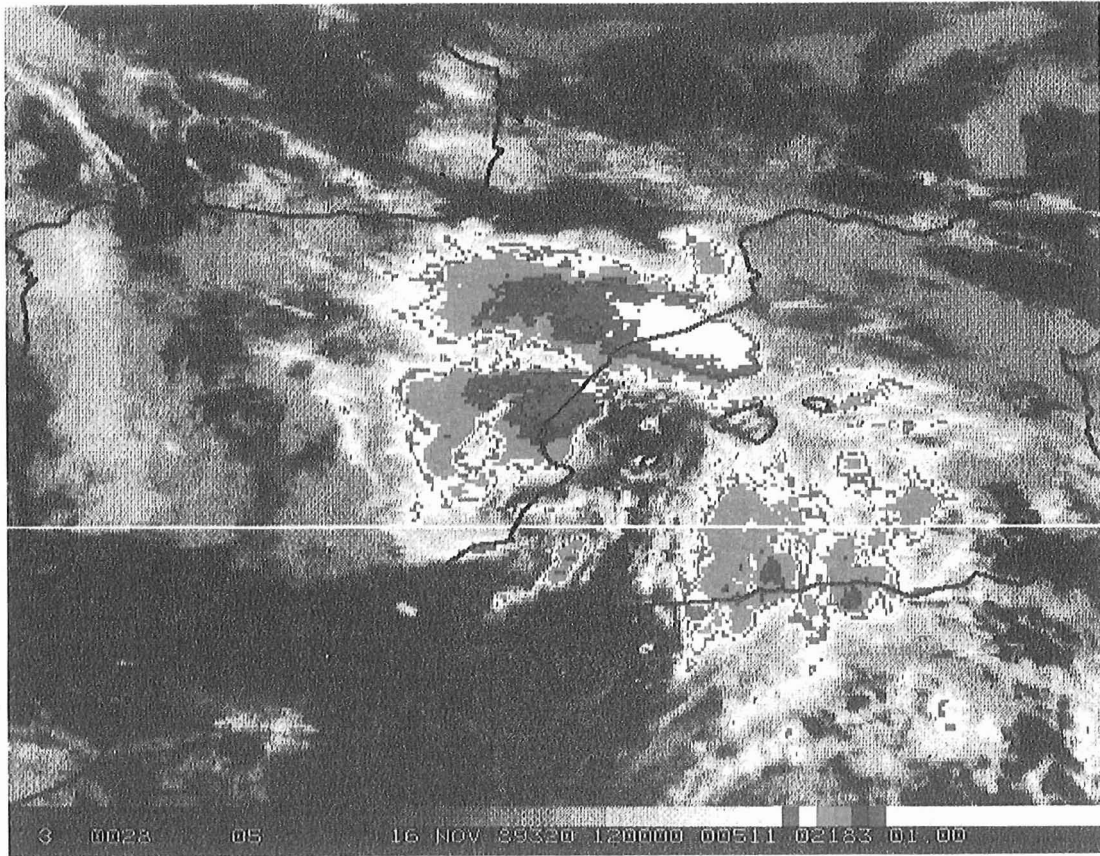


Figura 13. (a).

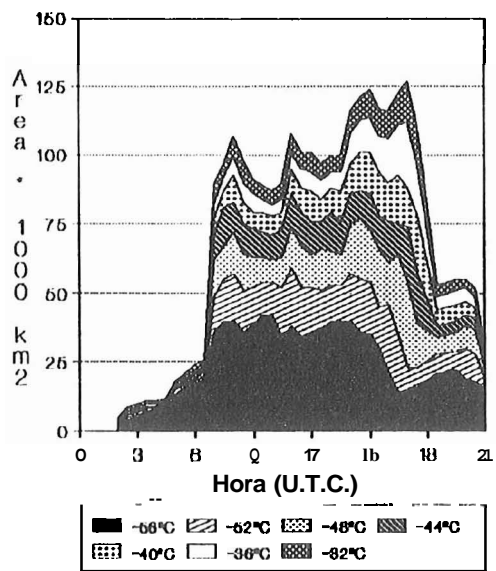


Figura 13. (b).

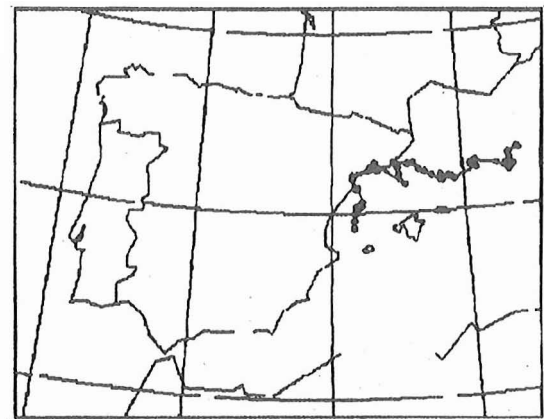


Figura 13. (c).

Figura 13. Sistema Convectivo "PP". Fecha: 16/71/90 Tipo: I.
 (a) Imagen I.R. 16/11 a las 12:00z.
 (b) Evolución temporal de las áreas cubiertas por cimas más frías que determinadas temperaturas.
 (c) Trayectoria núcleo frío.

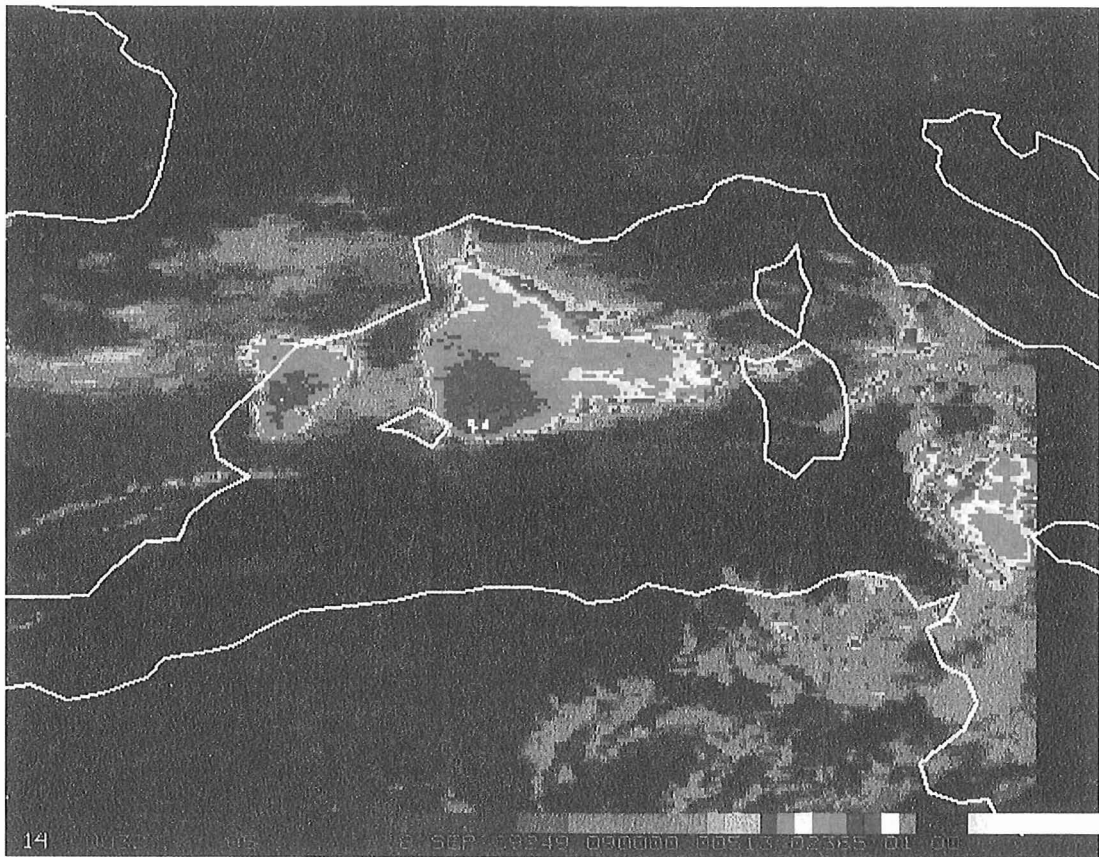


Figura 14. (a).

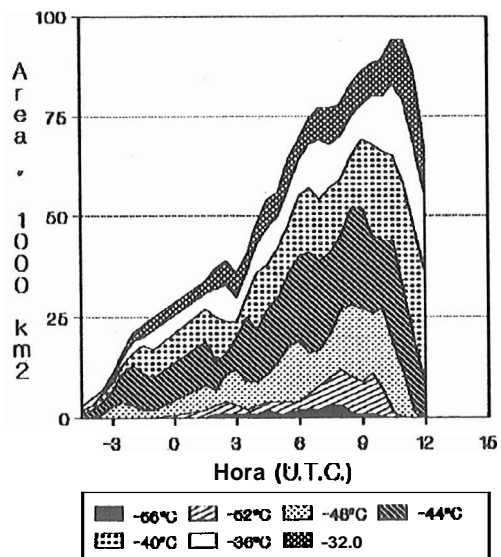


Figura 14. (b).

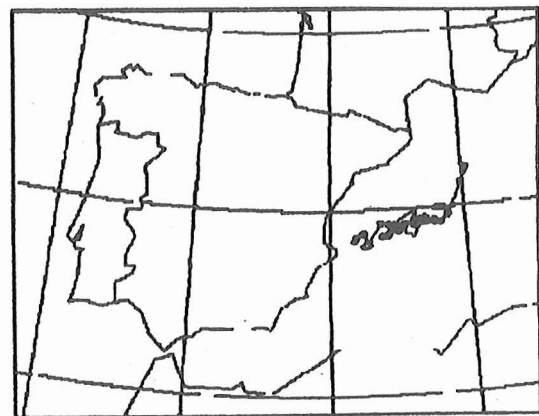


Figura 14. (c).

Figura 14. Sistema Convectivo "V". Fecha: 5/9/90 Tipo: II.

(a) Imagen I.R. 6/9 a las 09:00z.

(b) Evolución temporal de las áreas cubiertas por cimas más frías que determinadas temperaturas.

(c) Trayectoria núcleo frío.

los sistemas estudiados presentan este comportamiento. Un caso especial lo constituye el SCM-"P" (Fig. 12), cuya evolución difiere notablemente del resto. La explicación es sencilla, este sistema se formó por fusión de otros sistemas más pequeños, mientras que el resto proceden en general del crecimiento de un núcleo dominante. La fusión de los sistemas explica el crecimiento explosivo que se puede apreciar en la gráfica, pero, además, la evolución de este sistema estuvo marcada por continuas interacciones con núcleos próximos, lo que explica los múltiples picos que presenta su evolución.

Un aspecto que se deduce del estudio de las diferentes curvas de evolución es que parecen existir dos tipos diferenciados de sistemas, independientemente de su tamaño; la diferencia vendría marcada por la proporción de área con temperaturas más frías respecto del tamaño total del sistema; es decir, si dividimos por ejemplo el área bajo la isoterma de $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$ por el área bajo la de $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, esta proporción nos dará idea de la importancia relativa de los grandes desarrollos dentro del sistema. Así, se puede calcular un índice:

$$I_c = 100 * [\text{área} (-48\text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{área} (-32\text{ }^{\circ}\text{C})]$$

del cual nos expresa (en tanto por ciento) esta proporción. Por ejemplo, se puede observar que en el caso del SCM-"X" (Fig. 11), este índice (en los momentos de máxima extensión) es aproximadamente del orden del 30%, lo cual implica que tan solo el 30% del sistema tiene cimas muy frías. Por contra, en los sistemas "P" (Fig. 12) y "PP" (Fig. 13), esta proporción ronda el 70%, lo que implica una mayor proporción (que no área total) de cimas elevadas. Esta misma variedad se ha encontrado en todos los sistemas estudiados independientemente de su tamaño.

Esta diferencia entre unos sistemas y otros probablemente esté reflejando importantes diferencias de estructura interna dentro de ellos, y por tanto, también puede reflejar diferencias en la estructura de precipitación producida por cada sistema (convectiva versus estratiforme), lo cual puede tener incidencia, por ejemplo, en la eficiencia de precipitación. Esta hipótesis puede tener importancia en el desarrollo de modelos conceptuales, pero necesita de otro tipo de datos para su validación; concretamente, sería necesario disponer de datos radar que pongan de manifiesto la estructura interna de precipitación.

Por último reseñar que una forma de estudiar objetivamente el ciclo de vida de un sistema convectivo podría ser mediante el estudio de la evolución temporal del índice definido anteriormente. Los estudios preliminares que hemos realizado con la actual muestra de sistemas convectivos así parecen indicarlo, pero este punto necesita una mayor investigación y de una mayor muestra.

Un último punto que merece ser destacado se refiere a la velocidad de crecimiento de estos sistemas, entendido como la velocidad de expansión de las diferentes áreas. Se han estudiado para cada sistema, obteniéndose como valores medios para la velocidad de expansión del área de $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$: 16.3, 10.9 y 6.1 miles de km^2/hora para los sistemas de Tipo I, II y III, respectivamente. Es decir, los sistemas más grandes y duraderos se caracterizan por una mayor velocidad de crecimiento. Este punto también ha sido observado en EE.UU (McAnelly et al 1986) y los autores proponen utilizar esto como regla empírica de predicción a muy corto plazo.

4. CONCLUSIONES

Se ha elaborado por primera vez una "climatología" de sistemas convectivos en las proximidades de la Península Ibérica basada en las imágenes digitales infrarrojas del satélite Meteosat. A pesar del número limitado de casos que constituye la muestra (35 casos), se pueden apuntar algunas conclusiones provisionales que pueden constituir la base de un modelo conceptual regional de sistemas convectivos.

En primer lugar, los SCM que afectan a España durante el otoño, tienen diámetros (ejes mayores) del orden de 200 a 300 km predominantemente, aunque algunos de ellos pueden incluso superar los 500 km. Tienden a formarse preferentemente a Últimas horas de la tarde, primeras de la noche, en zonas próximas a las costas (tanto española como africana). Se desplazan en general hacia el NE y presentan cierta preferencia a hacerlo siguiendo la línea de costa. Parece que el golfo de Valencia es una región preferida por estos sistemas, presentando aquí un marcado máximo de ocurrencia. Su duración oscila entre las 9 horas para los más pequeños, a las 16 horas para los más grandes.

La evolución general de estos sistemas pasa por una etapa de crecimiento hasta alcanzar un máximo, seguido de una etapa de decrecimiento algo más rápida. No obstante, esta

evolución se puede ver alterada por medio de interacciones con otros sistemas. En cuanto a su estructura interna se puede decir muy poco, únicamente que las imágenes de satélite parecen apuntar hacia la existencia de dos tipos de sistemas que se diferencian en la proporción, respecto del área total, del área cubierta por cimas más frías y que posiblemente esto sea reflejo de una diferente estructura interna y de precipitación asociada.

En definitiva, parece conveniente continuar con este tipo de estudios con objeto de caracterizar lo mejor posible a estos sistemas, pero se hace necesario disponer de otros conjuntos de datos; más concretamente, de datos radar, que completen nuestra parcial visión de ellos y así progresar en la elaboración de modelos conceptuales.

REFERENCIAS

- BARTELS, D. L.; SKRADSKY, J. M., and MENARD, R. D. 1984. *Mesoscale Convective Systems: A Satellite-data based Climatology*. NOAA Tech. Memo. ERL ESG8. Dept. of Commerce, Boulder CO. 63 pp.
- BROWNING, K. A. and HILL, F. F. (1983). *Structure and evolution of Mesoscale Convective Complexes associated with a Cut-off-low near the British Islands*. Mett. Office Radar Research Laboratory. Research Report nº 37.
- FRITSCH, J. M. and MAADOX, R. A. (1981). *Convectively driven Mesoscale Weather Systems Aloft. Part I: Observations*. Journal of Applied Meteorology. Vol. 20.
- INM. Notas Técnicas Previmet Mediterráneo 1988 y 1989.
- MAADOX, R. A. (1980). *Mesoscale Convective Complexes*. Bull. Amer. Met. Soc. Vol. 69 pp. 1374-1378.
- McANALLY, L. R. and COTTON, W. R. (1986). *Meso-Beta Scale Characteristics of an episode of Meso-Alfa Convective Complexes*. Monthly Weather Review. Vol. 114 pp. 1740-1770..
- RIOSALIDO, R.; RIVERA, A. y MARTIN, R. (1988). *Desarrollo de un Sistema Convectivo de Mesoscala durante la Campaña Previmet Mediterráneo 87*. I Simposio Nacional de Predictores. INM Madrid.
- RIOSALIDO, R. (1990). Estudio sobre algunos parámetros atmosféricos asociados a la formación y desarrollo de sistemas convectivos de mesoscala. (En este mismo volumen).
- RIVERA, A. and RIOSALIDO, R. (1986). *Mediterranean Convective Systems as viewed by Meteosat. A case study*. Proceedings of the VI Meteosat User's Meeting. Amsterdam.
- SCHWARTZ, B. E.; RODGERS, D. M., and HAWES, J. T. (1987). *The Use and Interpretation of Numerical Weather Prediction Model Output in Identifying Synoptic-Scale Environments associated with Development of Mesoscale Convective Systems*. Weather and Forecasting. Vol. 2, pp. 50-69.
- ZIPSER, E. J. (1981) Utilización de un modelo teórico de ciclo de vida de los sistemas convectivos de mesoscala para mejorar las predicciones a muy corto plazo. Predicción Inmediata (versión española de Nowcasting). Madrid, 1990.