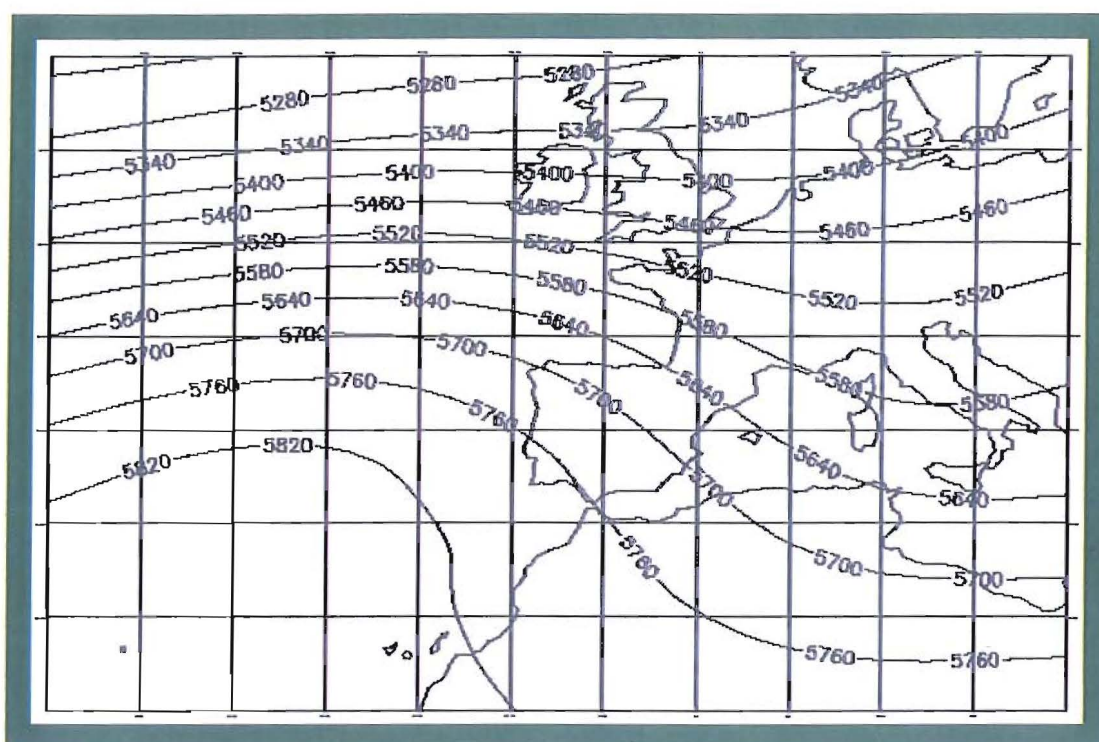


Metodología para una caracterización de la circulación atmosférica en el entorno de la Península Ibérica y Baleares



Nota Técnica SVPC N.º 9



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA

Metodología para una caracterización de la circulación atmosférica en el entorno de la Península Ibérica y Baleares

Nota Técnica 9 del Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima (NT SVPC-9)

Santos Eduardo Petisco de Lara

*Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA*



2003

*Nota Técnica 9 del Servicio de Variabilidad y
Predicción del Clima (NT SVPC-9)*
Instituto Nacional de Meteorología

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Medio Ambiente ©

ISBN: 84-8320-234-4

NIPO: 310-03-010-X

Depósito Legal: M-30422-2003

Imprime: Imprenta del Instituto Nacional de Meteorología

ÍNDICE

RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. METODOLOGÍA	8
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS OBTENIDOS	15
Tipo 1	16
Tipo 2	17
Tipo 3	18
Tipo 4	19
Tipo 5	20
Tipo 6	21
Tipo 7	22
Tipo 8	23
Tipo 9	24
Tipo 10	25
Tipo 11	26
Tipo 12	27
Tipo 13	28
Tipo 14	29
Tipo 15	30
Tipo 16	31
Tipo 17	32
Tipo 18	33
Tipo 19	34
Tipo 20	35
Tipo 21	36
4. CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	39

RESUMEN

En el presente trabajo se obtiene una caracterización de la circulación atmosférica en el área en torno a la Península Ibérica y Baleares mediante un algoritmo de clasificación automática de situaciones sinópticas. La clasificación se realiza en dos etapas y las situaciones sinópticas se definen mediante la circulación en superficie y en 500 hPa. Los tipos sinópticos obtenidos definirán una circulación de referencia para la zona de estudio. Esta circulación de referencia servirá de base para, en trabajos posteriores, analizar tanto la simulación de la circulación hecha por distintos modelos climáticos como las posibles evoluciones futuras según las predicciones de los mismos.

PALABRAS CLAVE: circulación atmosférica, algoritmo de clasificación, similitud, tipo sinóptico, modelo climático.

1. INTRODUCCIÓN

Se trata de conseguir una caracterización de la circulación atmosférica en el área de la Península Ibérica, Baleares y zonas adyacentes lo más simple y representativa posible. No solamente tendremos así una climatología sinóptica para nuestra zona sino que, además, los tipos sinópticos que resultan de esa caracterización servirán de base para comparar el comportamiento de la circulación modelizada, por distintos modelos climáticos, con el comportamiento de la circulación real para aquel periodo de tiempo en que se dispone al tiempo de ambos tipos de datos. Además, puede analizarse el comportamiento de los tipos sinópticos en el futuro basándonos fundamentalmente en la evolución de sus frecuencias de aparición según los datos proporcionados por la circulación modelizada; concretamente, en un trabajo posterior se hace aplicación a la simulación de la circulación en nuestra área de estudio realizada por el modelo HadCM2SUL.

El principal problema que se plantea a la hora de caracterizar la circulación atmosférica es el alto grado de continuidad de los datos. Esto quiere decir que, si bien existen tendencias a que aparezcan situaciones con características más o menos similares que definen un tipo determinado, existen muchas posibilidades de situaciones intermedias que no se ajustan a un patrón concreto. Por utilizar un símil geométrico, el conjunto de situaciones sinópticas de un determinado periodo suficientemente amplio puede asimilarse a un conjunto de puntos en el espacio, cada uno de los cuales representando a una situación sinóptica, que se distribuyen por todo él y que tienden a concentrarse en algunas zonas con una densidad algo mayor.

El procedimiento que se emplea para caracterizar la circulación se basa en la clasificación de situaciones sinópticas en los diversos tipos o grupos de situaciones con características similares, definida la similaridad mediante un criterio adecuado.

Se comprende que si no existiera la mencionada continuidad de los datos, los grupos o tipos sinópticos estarían bien definidos y diferenciados unos de otros con lo que cualquier algoritmo de clasificación podría utilizarse conduciendo a los mismos resultados.

Como, sin embargo, este no es el caso, cabe esperar, y de hecho ocurre, que distintos algoritmos de clasificación, o incluso los mismos pero empleando distintos criterios y medidas de similaridad, conducen a clasificaciones

distintas, aunque aquellos tipos más claramente definidos, sí tienden a ser más o menos resaltados por todas ellas.

Ante esta circunstancia, se plantea el problema de qué algoritmo y qué medida de similaridad utilizar pues no habría, en principio, ningún criterio suficientemente válido como para decidir cuándo una clasificación es mejor que otra.

No obstante lo anterior, lo verdaderamente importante es disponer de una determinada metodología que aplicándose de la misma manera y con los mismos criterios permita valorar variaciones en el comportamiento de la circulación en la zona objeto de estudio. Es decir, no importa tanto el obtener una clasificación sinóptica determinada como el obtener una clasificación de referencia, suficientemente representativa de la circulación de nuestra zona, y que sirva de base para nuestro estudio.

La zona de estudio que se considera es la comprendida entre los 25 y 60 grados de latitud norte y las longitudes de 35 grados oeste y 20 grados este; se han utilizado las presiones en superficie y los geopotenciales de 500 hPa. sobre una rejilla de 96 puntos separados por intervalos de 5 grados tanto en latitud como en longitud.

Como base para definir los tipos sinópticos se ha utilizado la información producida por el *Department of Atmospheric Sciences, University of Washington and Data Support Section, National Center for Atmospheric Research* en un grid octogonal de 1 977 puntos, igualmente espaciados vistos desde una perspectiva estereográfica polar. La rejilla se transformó en rejilla latitud-longitud mediante un programa que acompaña a los datos. Se dispone así, de un conjunto de 14 407 situaciones sinópticas en superficie y sus correspondientes en 500 hPa a 12 h TMG, que se extienden desde el 1-1-1946 al 27-6-1989. Existen algunas lagunas de las que la más importante es la falta de parte de los datos de 1956 y de 1957 completo.

2. METODOLOGÍA

Se trata de encontrar un conjunto de tipos sinópticos que representen la circulación en el área de estudio en el mejor y más amplio modo posible.

Si bien es cierto que los datos presentan un cierto grado de continuidad (las situaciones sinópticas pueden presentar un amplio abanico de aspectos) también puede observarse que existen determinados modos o patrones característicos de comportamiento, es decir, existe cierta tendencia en los datos a formar agrupaciones, pues hay situaciones que suelen presentarse con una cierta asiduidad, mayor o menor, pero con unas características comunes más o menos definidas. Volviendo al símil geométrico, las distintas situaciones sinópticas podrían representarse cada una por un punto en un espacio n -dimensional (n sería el número de puntos de rejilla utilizados) y que aun siendo cierto que los puntos representativos de las situaciones se dispersarían por prácticamente todo el espacio, podrían distinguirse zonas en las que la concentración de puntos sería mayor. Es a esas zonas de alta densidad más o menos amplia a las que nos referiremos como tipos sinópticos y trataremos de encontrarlas mediante los algoritmos que se describen a continuación.

Para ello se tratará de buscar conjuntos de situaciones sinópticas que presenten características similares en base a determinados criterios o medidas de similaridad.

En una primera fase se utiliza un algoritmo basado en un proceso iterativo de formación de grupos y centroides (promedios de los elementos integrantes del grupo y que consideramos la representación del mismo), que lleva a encontrar esas zonas de alta densidad, y sus correspondientes centroides, que serán el origen de los tipos sinópticos. Se utiliza como medida de similaridad el coeficiente de correlación entre las series de 96 valores de presión y de geopotencial que definen el campo sinóptico en la zona de trabajo, calculándose dicha correlación para superficie y 500 hPa separadamente. El coeficiente de correlación se adapta bastante bien al análisis de la similaridad de formas por lo que es apropiado para nuestro caso. Su expresión sería:

$$\rho = \frac{COV_{ab}}{\sigma_a \times \sigma_b}$$

siendo

$$COV = \frac{\sum_{i=1}^{np} (x_{ai} - \bar{x}_a) \cdot (x_{bi} - \bar{x}_b)}{np}$$

la covarianza entre las series de los valores X_i de presión o geopotencial en los np puntos de rejilla para los elementos a y b cuya correlación se analiza, \bar{X} es la media de los valores y

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{np} (x_i - \bar{x})^2}{np}}$$

es la desviación tipo de la serie de valores.

El algoritmo selecciona los centroides sin ninguna condición previa salvo las derivadas de los valores umbrales establecidos para determinar la similitud. En nuestro caso estableceremos un valor mínimo de correlación de 0,90 referida a los 96 puntos de rejilla, para hablar de similitud y además se exigirá como condición previa una correlación mínima de 0,80 tanto en la región superior de la zona (definida por 48 puntos de rejilla) como en la inferior (definida por los restantes 48 puntos).

Las condiciones son un tanto exigentes pero interesa, en una primera fase, obtener unos centroides muy bien definidos y que además abarquen un amplio conjunto de características sinópticas con objeto de disponer de una mayor cantidad de información. En una segunda fase se emplea otro algoritmo que reagrupa estos centroides para definir los tipos definitivos, que son con los que posteriormente se trabajará, siendo cada uno de los centroides que los integran distintos aspectos de ese tipo sinóptico.

Los pasos en la primera fase son los siguientes:

1. Cada uno de los elementos o situaciones sinópticas de la muestra se toma como referencia y se asocian a él todas las situaciones que son similares tanto en superficie como en 500 hPa (siempre que hablemos de similitud nos referiremos a que se analiza tanto en superficie como en 500 hPa de manera que no consideramos similares dos situaciones si en alguno de los dos niveles o zonas parciales de algún nivel no se cumple la condición de similitud) según el criterio escogido. Una vez formado el grupo asociado al elemento en cuestión, se determina su centroide y, tomando éste como nueva referencia se vuelven a asociar a él todos los elementos o situaciones similares. Este proceso se repite nuevamente tantas veces como sea necesario hasta que se alcance un centroide estable o la similitud entre los

centroides obtenidos en dos iteraciones sucesivas sea tan alta que ambos puedan considerarse prácticamente idénticos.

2. Estabilizados los centroides derivados de todos los elementos se toma aquel que haya asociado más elementos y se selecciona. A continuación se siguen seleccionando centroides tomando cada vez el que más elementos haya asociado, de entre los centroides que no sean similares a los previamente seleccionados ni tengan asociados elementos comunes con alguno de ellos. El proceso de selección continúa hasta que el grupo asociado al nuevo centroide a seleccionar haya alcanzado el tamaño mínimo a partir del cual ya no se considera representativo.

3. Se apartan de la muestra de datos todos los elementos que están en los grupos asociados a los centroides seleccionados en 2 y además se apartan definitivamente los centroides que se derivan de esos elementos.

4. Con los elementos que quedan se hace una nueva pasada volviendo a repetirse el proceso 1 de formación de centroides, seleccionando nuevos centroides según el proceso 2 y repitiendo el proceso 3. De esta manera se siguen realizando pasadas repitiendo los mismos pasos hasta que ninguna selección sea ya posible.

En definitiva el proceso de selección se realiza en varias pasadas en cada una de las cuales se seleccionan centroides de mayor a menor número de elementos agrupados por los mismos y siempre de entre los que no se relacionan con los anteriormente seleccionados.

El algoritmo explicado tiene la ventaja de que explora todas las posibilidades de agrupamiento de datos encontrando las zonas de alta concentración. No se trata de un algoritmo de clasificación propiamente dicha, sino más bien de caracterización de manera que una vez obtenidos los centroides tipo pueden clasificarse los elementos de la muestra asignando cada uno de éstos a aquel centroide tipo con el que tenga mayor similitud, por supuesto dentro de un cierto umbral. Claramente se comprende que no todos los elementos pueden ser clasificados, pues una parte de ellos no tendrán similitud suficiente con ningún centroide como para poder asociarse con él; serían, volviendo al símil geométrico mencionado, los puntos que quedarían entre las zonas de alta concentración.

Otra cuestión importante a tener en cuenta son los valores umbrales de similitud. Si los umbrales utilizados, tanto para asociar elementos a centroides tipo como para diferenciar entre éstos, son altos, el algoritmo proporcionará un mayor número de tipos y mejor definidos (más puros y menos mezclados). La relajación de los umbrales tendería a formar un número menor de

centroides tipo y con un mayor número de elementos asociados; ello comporta que para alcanzar la estabilidad de los centroides el algoritmo necesita, en general, un mayor número de iteraciones aumentando con ello el tiempo de proceso. Además, y esto es importante, los centroides podrían resultar mezclados en exceso y en menor número perdiéndose detalles sinópticos significativos que sería conveniente resaltar.

Estas consideraciones son las que han llevado a utilizar umbrales altos de similaridad tal como se mencionó anteriormente, con el resultado de que se obtienen un total de 209 centroides tipo a partir de la muestra de 14 407 situaciones sinópticas consideradas.

Ahora se trata de agrupar estos centroides tipo en tipos generales de los cuales los centroides tipo que los forman serían *subtipos* con alguna característica concreta resaltable dentro de los rasgos generales del tipo. Cada uno de estos grupos de centroides así obtenidos, definen entonces lo que en adelante denominaremos *tipo sinóptico*.

En esta segunda fase de agrupamiento de los centroides de la primera, consideraremos otros campos de datos y otras medidas de similaridad para complementar al coeficiente de correlación, el cual tendría ya que utilizarse con umbrales más bajos resultando menos informativo y no captando algunas similitudes significativas suficientemente. Por todo ello se utilizan: 1) campos de presión en superficie y geopotencial en 500 hPa de los que como en la primera fase se analiza su correlación; 2) campos de dirección del gradiente en superficie y 500 hPa analizando su similaridad por medio de distancias euclídeas entre los vectores cuyas componentes son las direcciones del gradiente de presión o de geopotencial en los distintos puntos de rejilla de la zona; y 3) campos de componentes del gradiente de presión en superficie y de geopotencial en 500 hPa de los que se analiza su correlación.

En esta segunda etapa buscamos, en primer lugar, un conjunto de centroides suficientemente diferenciados entre ellos a los que llamaremos “gérmenes” de agrupamiento; seguidamente, se asociaría cada centroide con el “germen” con el que tenga mayor similaridad.

Los centroides obtenidos en la primera etapa están ordenados según el orden de obtención que se basaba, recordemos, en: 1) el número de elementos asociados y 2) la pasada de selección en la que se estaba. Estando entonces así ordenados los centroides se toma como primer “germen” el primer centroide de la serie y se sigue seleccionando “gérmenes” entre los centroides que siguen en la serie tomando cada vez el primero **que no sea similar bajo ninguna de las tres medidas de similaridad consideradas**

y en ningún nivel, con ninguno de los “gérmenes” anteriormente seleccionados. Se entiende que existe similitud entre dos elementos cuando el valor de la correspondiente medida supera un cierto umbral prefijado no hablándose de similitud en caso contrario.

Una vez seleccionados los “gérmenes” se agrupa cada uno de los 209 centroides con el “germen” más similar.

La selección de los umbrales de similitud para cada medida es la parte más subjetiva y delicada del proceso en la que hay que jugar con dos factores al mismo tiempo: por un lado garantizar suficientemente la similitud (o disimilitud) sinóptica, y por otro conseguir un número de tipos que sea manejable a la hora de describir o utilizar la clasificación sinóptica; además, nos interesa hacer mayor hincapié en la semejanza (o desemejanza) cuanto más proximidad haya a la zona de la Península Ibérica y Baleares, por ello las medidas de similitud se calculan introduciendo ponderaciones que serán, por tanto, mayores en dicha zona y disminuyen a medida que nos alejamos. Así la expresión de la similitud basada en la dirección del gradiente sería:

$$D_{ab} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{ng} p_i \cdot (d_{ia} - d_{ib})^2}{\sum_i^n p_i}}$$

que representa la distancia ponderada de la dirección del gradiente entre los elementos a y b y donde p_i es la ponderación con la que se considera el punto de rejilla i .

En definitiva, para la selección de gérmenes se han utilizado los siguientes umbrales: 51° para la dirección del gradiente y 0,77 para las correlaciones de los campos de presión, de geopotencial y de las componentes del gradiente; las ponderaciones utilizadas pueden verse en el mapa para los distintos puntos de rejilla de la zona de trabajo, y son 3, 2 y 1 según la proximidad o lejanía a la Península.

De esta manera se obtienen 21 “gérmenes” suficientemente diferenciados en torno a los cuales se agrupan, según se ha explicado, los 209 centroides obtenidos en la primera etapa. Para asociar los distintos centroides con los gérmenes emplearemos exclusivamente la distancia de la dirección del gradiente por ser la que en esta etapa presenta mayor precisión.

Si reclasificamos las 14 407 situaciones sinópticas sobre los 21 tipos asociando cada una con el tipo al que pertenezca el subtipo con el que

Coefficiente de correlación:

- a) Se transforma la correlación en distancia restándola de 1.
- b) Se toma valor cero para la similaridad si la distancia es superior al umbral considerado ($1 - 0,80 = 0,20$ en nuestro caso).
- c) Se toma valor 1 para una distancia igual al umbral.
- d) Se toma el valor 5 cuando la distancia sea mínima, es decir 0, que corresponde a la máxima correlación (es decir, 1).

Se establece entonces la siguiente proporción:

$$\frac{5 - 1}{0 - umb} = \frac{st - 1}{dis - umb}$$

siendo *st* la similaridad tipificada, *dis* la distancia y *umb* el umbral considerado. De aquí se obtiene entonces:

$$st = 1 + \frac{4(umb - dis)}{umb}$$

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS OBTENIDOS

Consideraremos como invierno el periodo que abarcan los meses de diciembre, enero y febrero; primavera los meses de marzo, abril y mayo; verano los meses de junio, julio y agosto, y otoño los meses de septiembre, octubre y noviembre. En la siguiente tabla se muestra la distribución porcentual por estaciones de las situaciones sinópticas clasificadas en cada tipo.

TIPOS	% Invierno	% Primavera	% Verano	% Otoño
1	8,2	15,7	59,8	16,3
2	44,0	22,7	4,9	28,3
3	1,1	15,2	64,6	19,1
4	52,3	20,2	1,7	25,7
5	7,7	24,3	48,8	19,2
6	6,3	29,1	40,9	23,7
7	40,1	24,4	3,6	31,9
8	11,8	21,9	35,7	30,6
9	33,1	31,2	13,3	22,4
10	26,8	31,7	19,0	22,4
11	51,6	19,9	1,7	26,8
12	24,4	17,3	13,0	45,3
13	35,6	26,2	3,0	35,2
14	40,9	30,2	6,7	22,2
15	37,5	20,5	2,7	39,3
16	20,1	14,7	38,6	26,6
17	33,6	36,2	13,8	16,4
18	34,2	41,7	1,7	22,5
19	45,2	22,6	0,0	32,2
20	2,7	28,0	60,0	9,3
21	36,4	31,8	3,0	28,8

A continuación se describen brevemente los tipos sinópticos generales obtenidos presentándolos por orden de frecuencia. Los mapas representativos de los tipos se han obtenido promediando los mapas representativos de los centroides o subtipos que los forman.

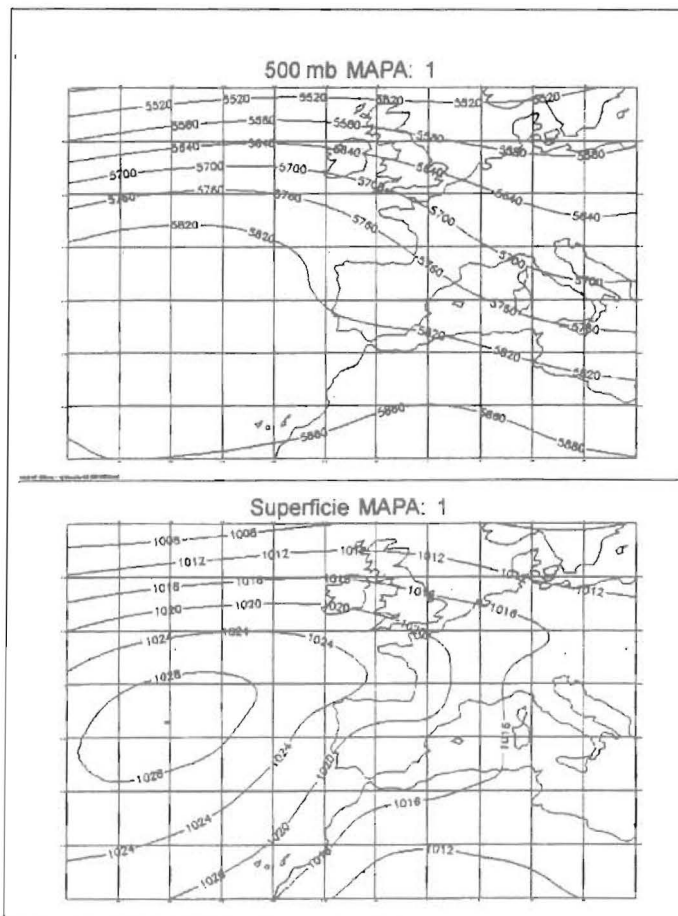
Finalmente hay que advertir que alguna de las variantes de los tipos descritos podrían ser consideradas como situaciones intermedias entre aquellos y otros tipos.

TIPO 1

Anticiclón atlántico al oeste de la Península Ibérica alcanzando a ésta con su borde oriental; el anticiclón se centra aproximadamente alrededor del paralelo 40°N. Bajas presiones al norte de África ejercen cierta influencia en el SE peninsular. Su mayor incidencia tiende a darse en verano.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) Formación de una vaguada en altura más o menos desarrollada sobre o en las proximidades de la Península Ibérica. Suele ser la variante más frecuente.
- 2) Las bajas presiones del norte de África se retiran al ser el anticiclón más potente.
- 3) El anticiclón tiende a situarse más al norte.
- 4) Las bajas presiones norteafricanas tienden a desplazarse hacia Italia.

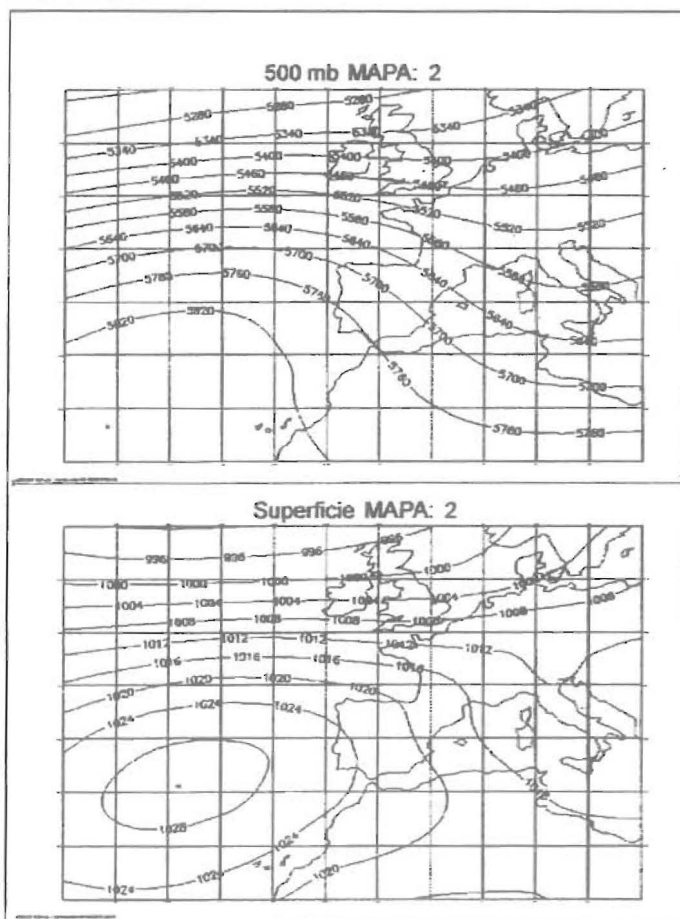


TIPO 2

Anticiclón atlántico al SW de la Península Ibérica habiendo generalmente ligero flujo de componente NW sobre ella; bajas presiones más o menos perfiladas en la zona de la Península Italiana. Tipo invernal aunque con presencia también en otoño y primavera.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

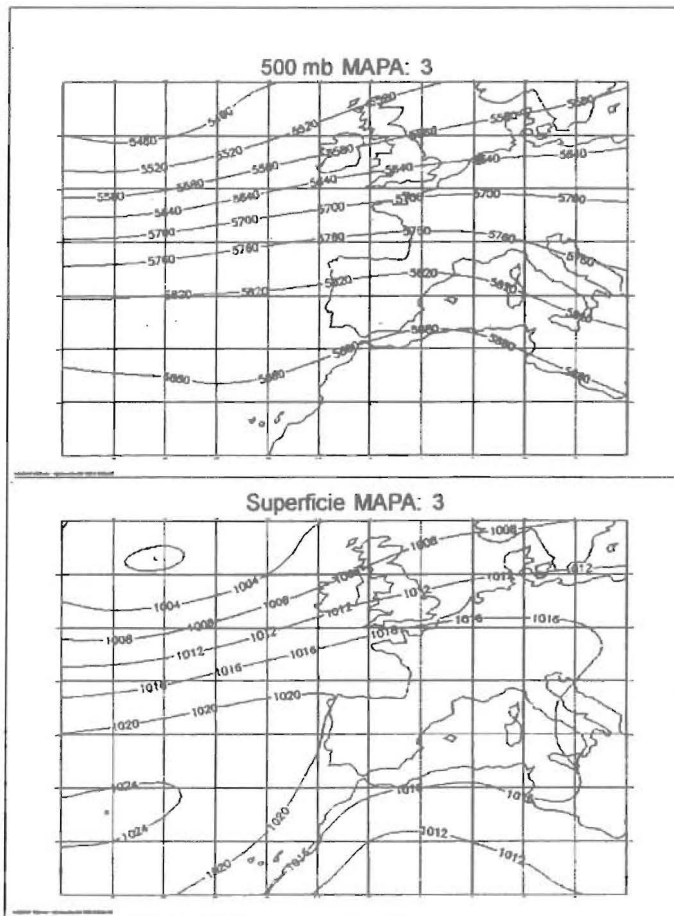
- 1) El anticiclón se extiende a veces algo más allá de la Península Ibérica tendiendo a desaparecer el flujo del NW sobre ésta.
- 2) El flujo del NW sobre la Península Ibérica se intensifica y las bajas presiones se desplazan más hacia el interior de Europa.
- 3) El flujo sobre la Península Ibérica es algo más zonal y el anticiclón se desplaza algo más hacia el sur.
- 4) Las bajas presiones se desplazan al SW y en las proximidades de la Península Ibérica se empieza a perfilar una vaguada en altura.
- 5) La zona de baja cerca de Italia no se define.



TIPO 3

Anticiclón atlántico centrado al SW de la Península alargándose hacia ésta e introduciéndola en su radio de acción. Es básicamente veraniego.

La principal variante que suele presentarse es que la zona anticiclónica puede desplazarse ligeramente hacia el norte permitiendo a las bajas presiones africanas aproximarse al sur peninsular.

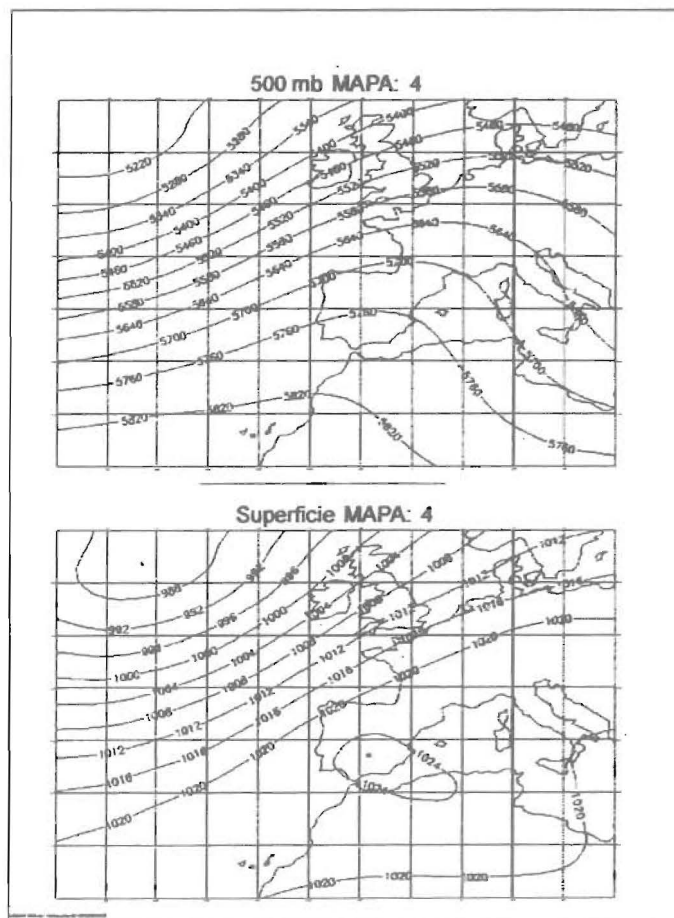


TIPO 4

Zona de altas presiones extendiéndose en dirección SW-NE desde el Atlántico y abarcando a la Península Ibérica y parte del continente europeo; la circulación del oeste queda al norte de la citada banda de alta presión. Tipo invernal con cierta presencia en otoño y primavera.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) La zona de alta presión queda menos definida y las depresiones que propician la circulación del oeste están más bajas en latitud.
- 2) En la zona anticiclónica se manifiestan núcleos cerrados de alta presión.
- 3) La zona de alta presión se constituye como un extenso núcleo cerrado y la circulación del oeste se desplaza más al norte.

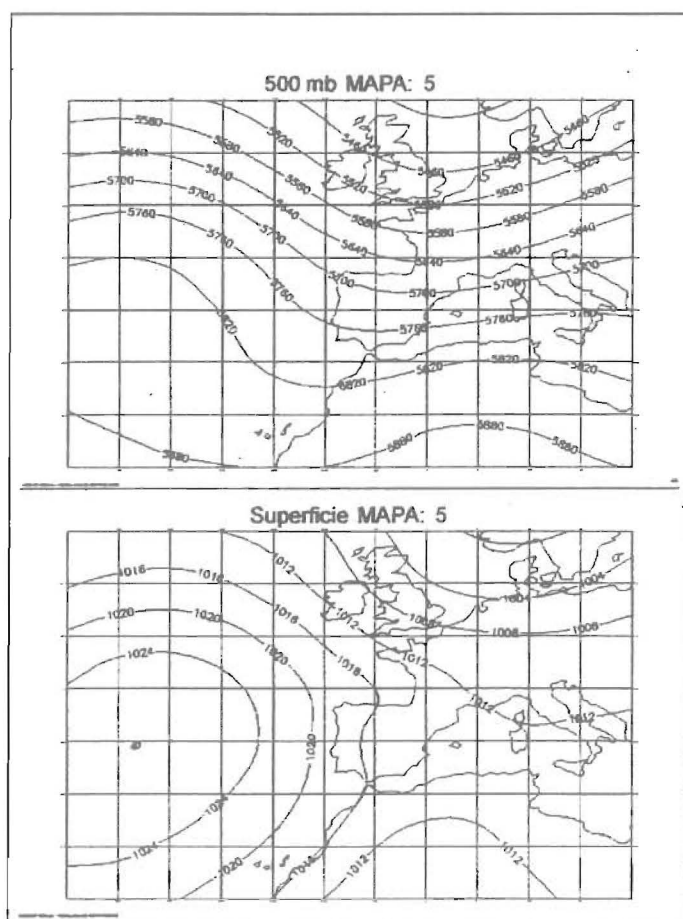


TIPO 5

Anticiclón atlántico centrado al W de la Península Ibérica dando flujo de componente NNW sobre la parte más occidental de la Península. Bajas presiones al NE de Europa. Veraniego con cierta presencia en primavera y otoño.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) El centro del anticiclón se sitúa algo más al norte.
- 2) Tiende a formarse una vaguada en altura en las proximidades de la Península.
- 3) El flujo de componente norte afecta en mayor extensión a la Península.

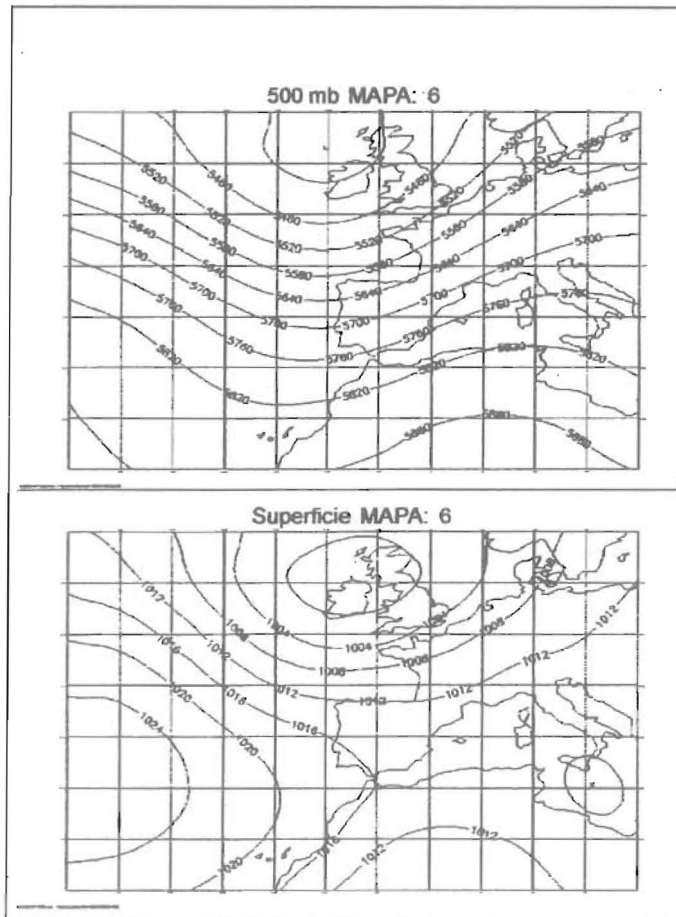


TIPO 6

Depresiones a la altura de las Islas Británicas afectando al norte peninsular; anticiclón atlántico. Su mayor incidencia se da en verano con cierta presencia en primavera y otoño.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) Depresión más baja en latitud afectando en mayor medida a la Península.
- 2) Depresión un poco más al norte alejándose su influencia sobre la Península.
- 3) El anticiclón se estira hacia el norte propiciando un flujo del norte sobre el borde oriental de la Península; la influencia de la depresión es menor.

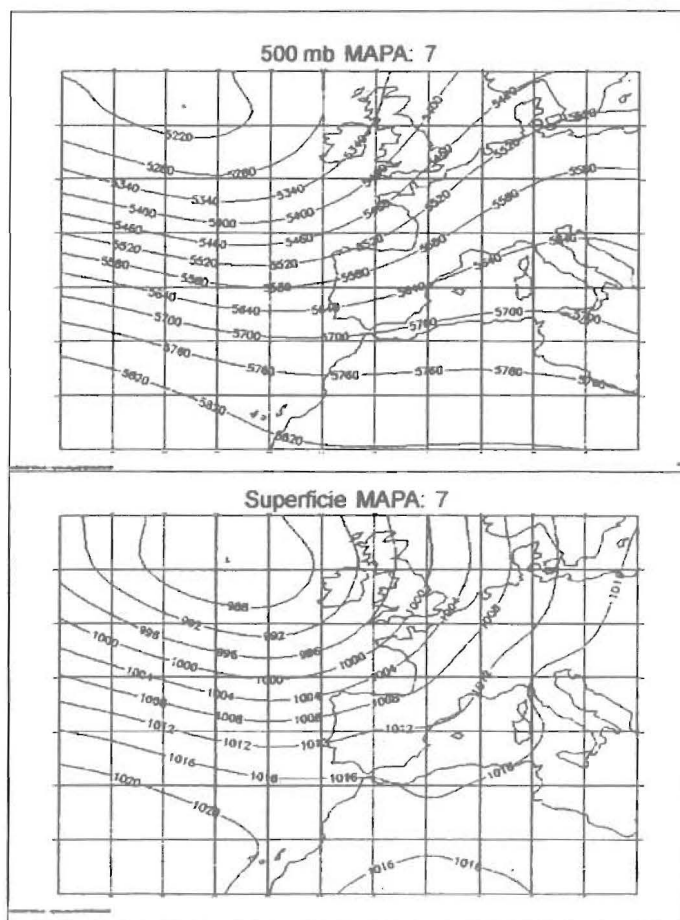


TIPO 7

Circulación del oeste sobre la Península Ibérica. Altas presiones atlánticas retiradas hacia el sur. Se presenta básicamente en invierno, otoño y primavera.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) La circulación del oeste se desplaza más hacia al norte afectando a la Península en menor extensión.
- 2) La circulación se hace algo más del SW.

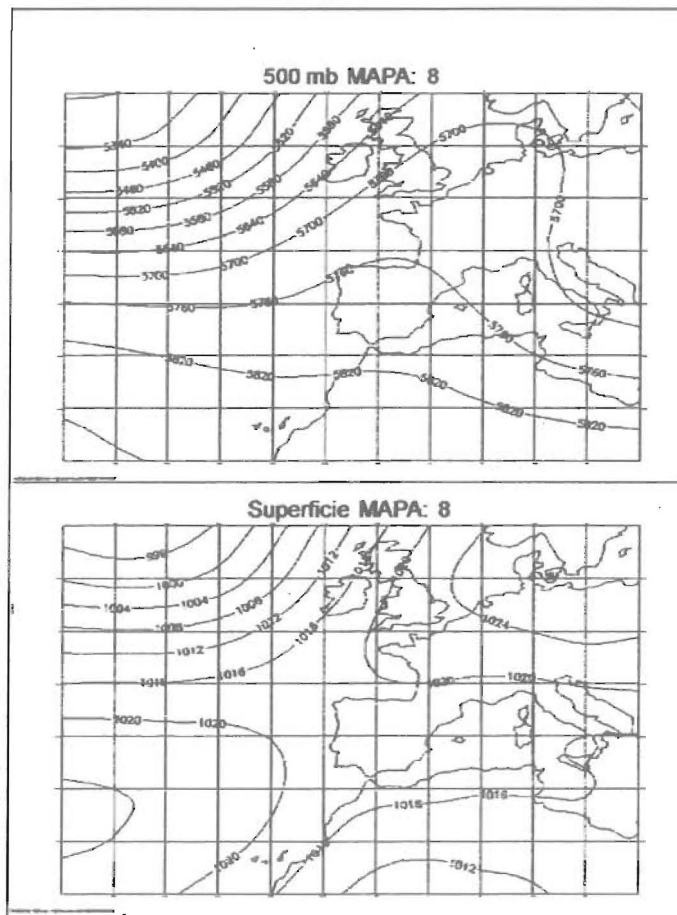


TIPO 8

Anticiclón atlántico al SW de la Península Ibérica; otro al NE de Europa; bajas presiones al norte de África quedando nuestra área en una zona de pantano barométrico. Se presenta sobre todo en verano y otoño y algo menos en primavera e invierno

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) Los dos anticiclones pueden juntarse formando una sola banda anticiclónica.
- 2) Desplazamiento hacia el norte de la zona de pantano barométrico acercándose las bajas presiones africanas al sur peninsular.
- 3) Las bajas presiones se desplazan hacia Italia.

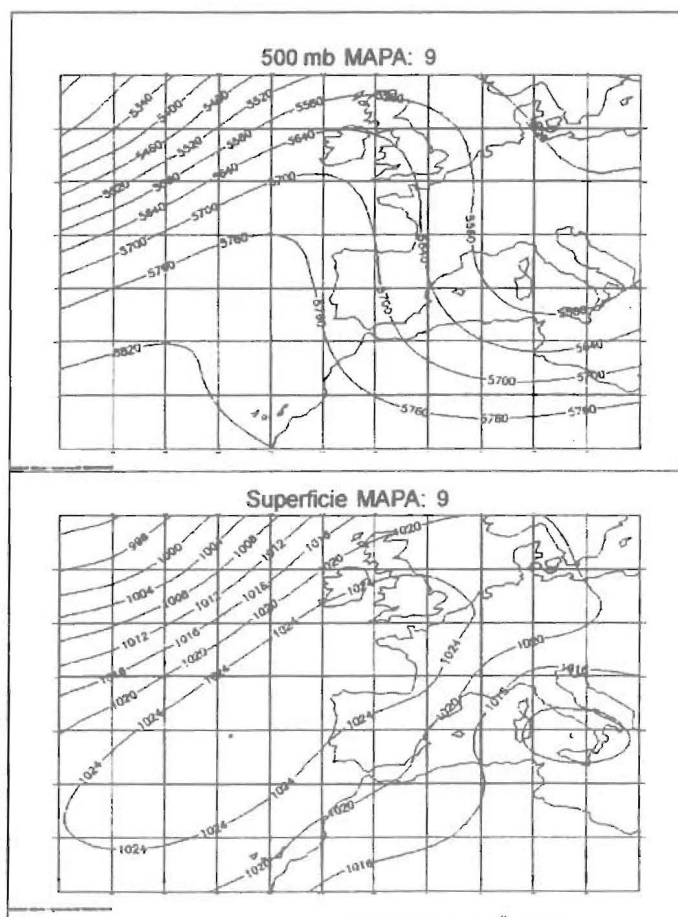


TIPO 9

Anticiclón atlántico con eje SW-NE extendiéndose hacia el interior europeo; bajas presiones sobre Italia; flujo del NE sobre la Península y Baleares. Se presenta en invierno y primavera, algo menos en otoño y menos en verano.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

- 1) Las bajas presiones tienden a desplazarse hacia el norte de África.
- 2) El anticiclón es menos alargado, con eje más zonal y centrado al NW de la Península Ibérica, el flujo es del NE pero de procedencia más centroeuropea que en el caso general en el que procede más bien del NE de Europa.

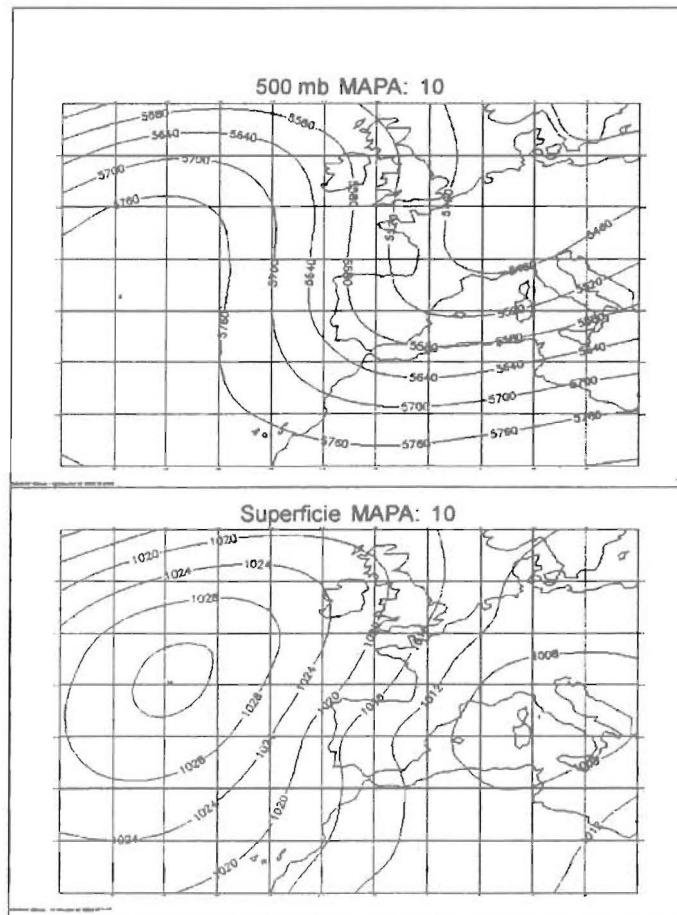


TIPO 10

Anticiclón atlántico; bajas presiones al sur de Europa y flujo de componente norte sobre la Península Ibérica y Baleares. Se presenta sobre todo en primavera e invierno, también en otoño y algo menos en verano.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

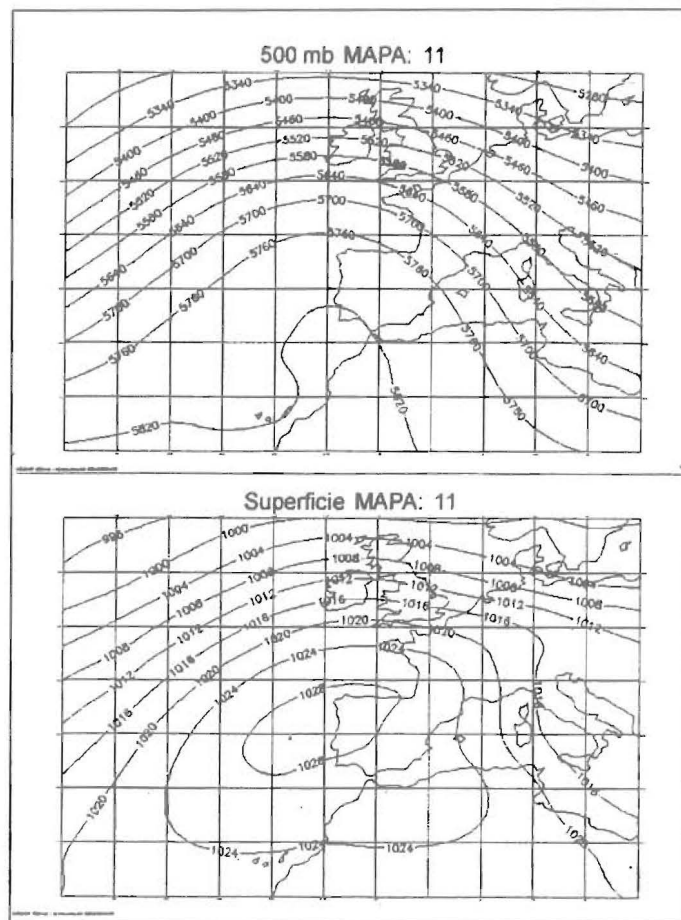
- 1) El área de bajas presiones se desplaza más al interior del continente europeo.
- 2) El eje del anticiclón adopta una posición SW-NE y el área de bajas presiones tiende a desplazarse hacia el norte de África propiciando un flujo más del nordeste que en el caso general.



TIPO 11

Anticiclón centrado en la Península Ibérica. Es fundamentalmente invernal aunque con cierta presencia en otoño y primavera.

Las principales variantes se refieren a ligeros desplazamientos del centro del anticiclón.

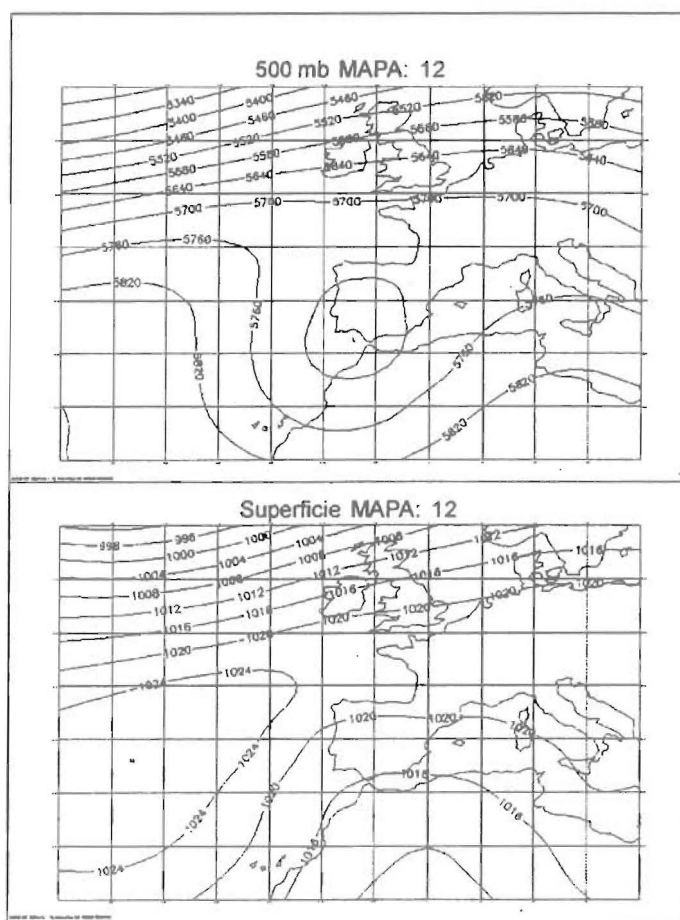


TIPO 12

Anticiclón atlántico retirado de la Península Ibérica sobre la que ejercen su influencia bajas presiones situadas al norte de África con flujo del este sobre la Península Ibérica; zona de vaguada o depresión cerrada en altura sobre la Península o proximidades. Es básicamente otoñal aunque con cierta presencia en invierno y algo en primavera y verano.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

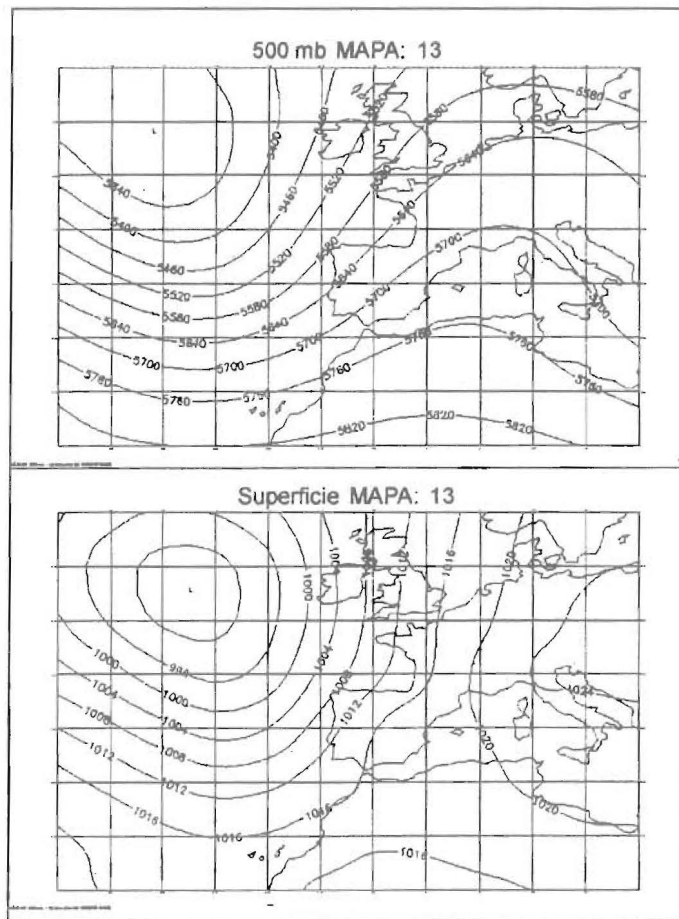
- 1) El anticiclón afecta al norte de la Península Ibérica.
- 2) La depresión en altura se retira algo al SW de la Península Ibérica.
- 3) El anticiclón influye más y las bajas presiones son más débiles.



TIPO 13

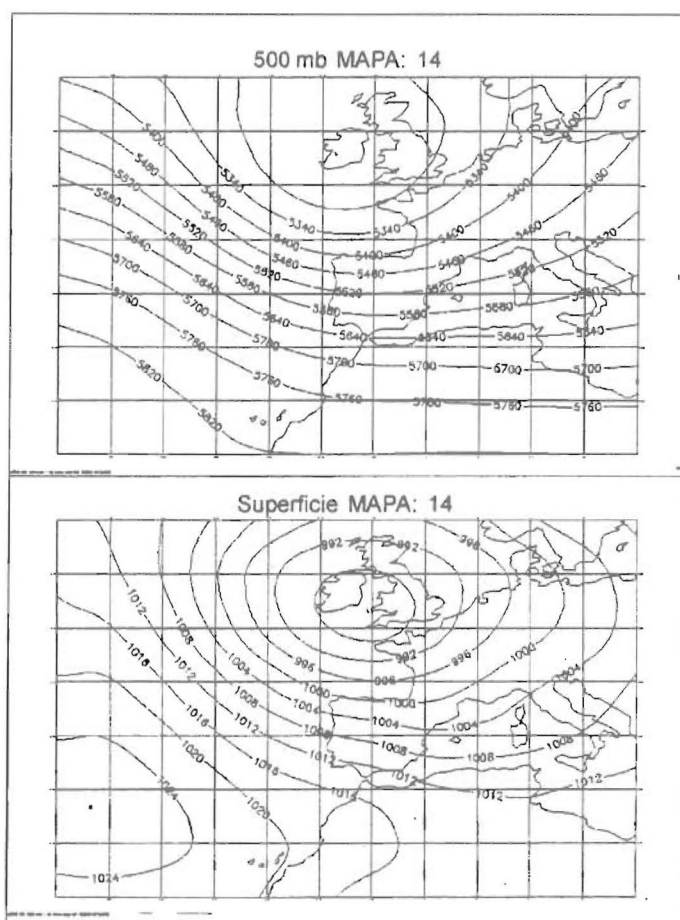
Depresión al NW de la Península Ibérica afectándola con el borde anterior con flujo del SW; altas presiones al este de Europa. Se da sobre todo en invierno y otoño, también tiene cierta presencia en primavera.

No hay prácticamente variantes significativas, únicamente que la depresión y las altas presiones estén un poco más al oeste.



TIPO 14

Flujo del NW sobre la Península Ibérica y Baleares propiciado por una depresión situada en torno a las Islas Británicas y un anticiclón atlántico situado al oeste de la Península Ibérica. Dependiendo de la forma y posición del anticiclón y la borrasca, el flujo sobre nuestra área puede aproximarse más al norte o más al oeste. Se da sobre todo en invierno, primavera y otoño.

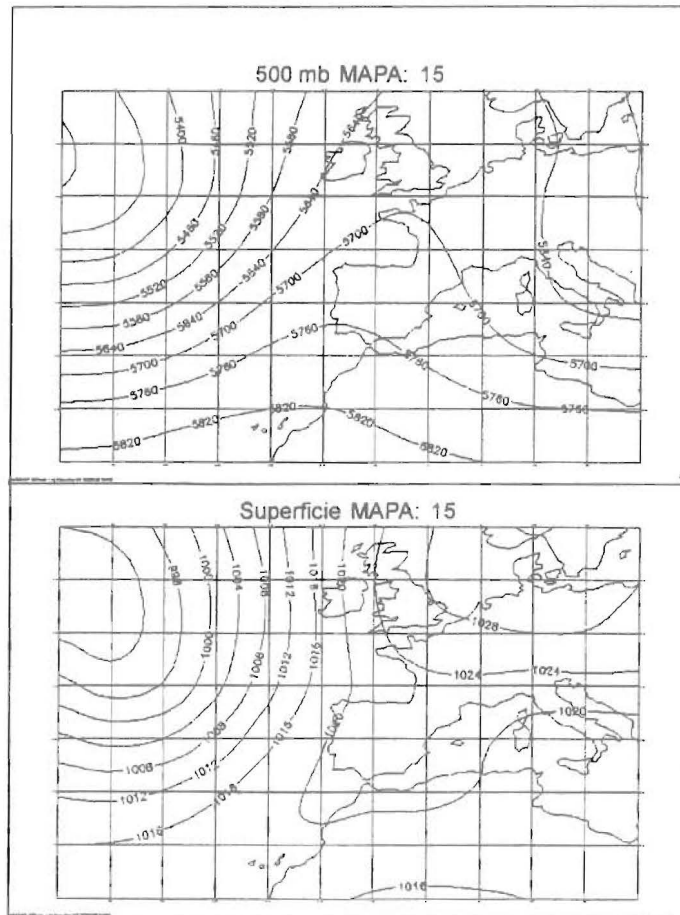


TIPO 15

Bajas presiones atlánticas; anticiclón al norte de Europa que se extiende hasta la Península Ibérica. Fundamentalmente se da en otoño e invierno y algo en primavera.

Las principales variantes que suelen presentarse son:

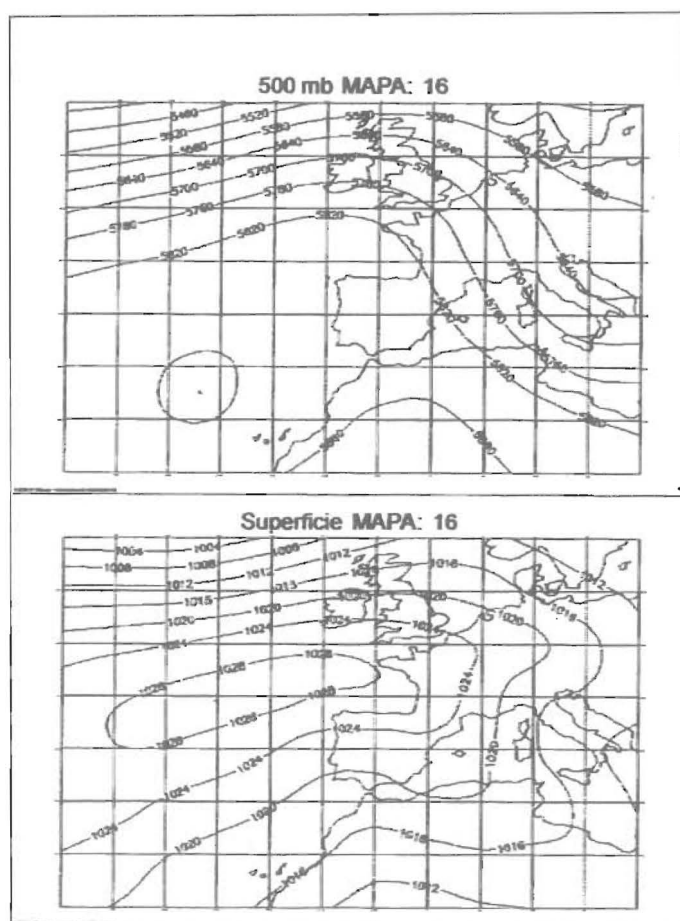
- 1) Las altas presiones se debilitan sobre la Península Ibérica con mayor aproximación de la depresión.
- 2) Las altas presiones se dividen en dos núcleos, uno al norte de Europa y otro al SW de la Península Ibérica; sobre Italia tiende a formarse una depresión.



TIPO 16

Anticiclón atlántico al NW de la Península Ibérica adentrándose hacia el continente europeo; flujo del este sobre la zona de la Península y Baleares con dorsal en altura. Puede presentarse en cualquier época aunque su mayor incidencia se da en verano y otoño.

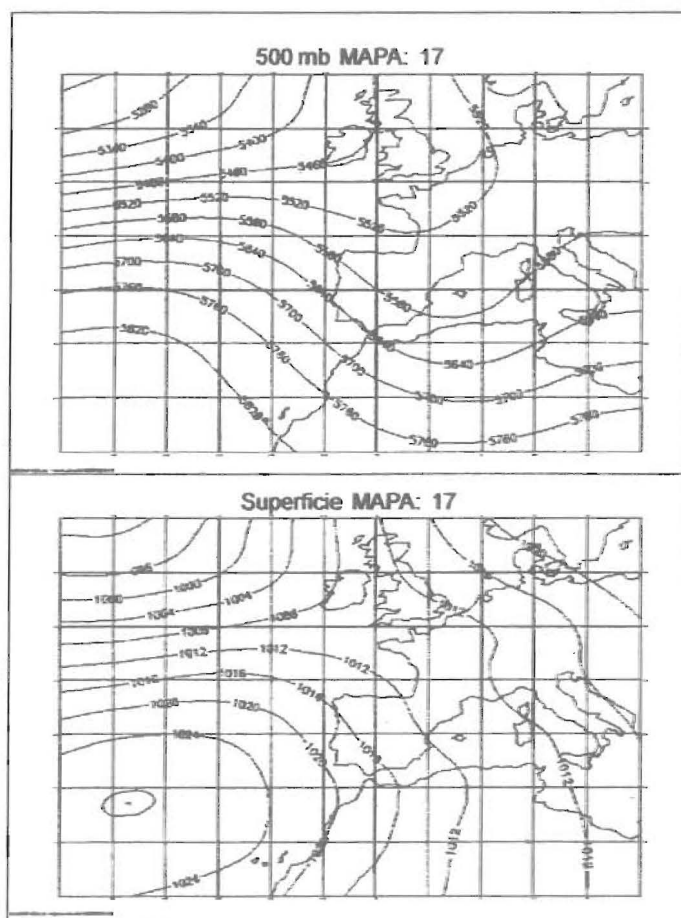
No presenta variantes significativas aunque parece tener relación con el tipo 21.



TIPO 17

Anticiclón atlántico al SW de la Península Ibérica; otro al NE de Europa con posibles depresiones en la zona intermedia entre ambas. Puede presentarse todo el año aunque con mayor incidencia en primavera e invierno.

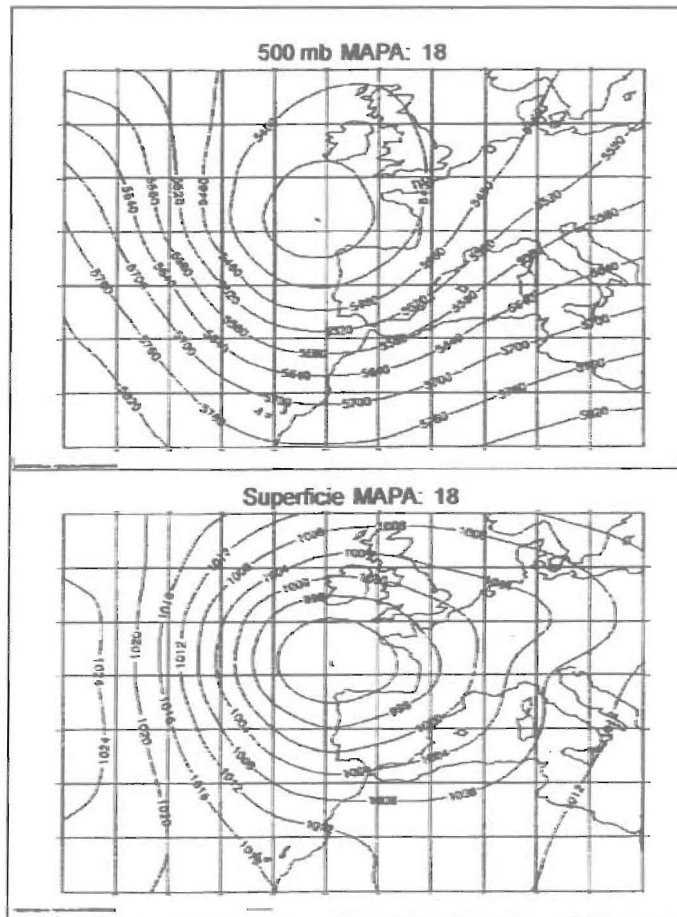
Las únicas variantes significativas se refieren a la situación de los núcleos de baja presión pudiendo encontrarse sobre el Mediterráneo Occidental, al NE de África o sobre el centro de Europa.



TIPO 18

Depresión centrada al norte de la Península Ibérica. Se da sobre todo en primavera e invierno, también algo en otoño.

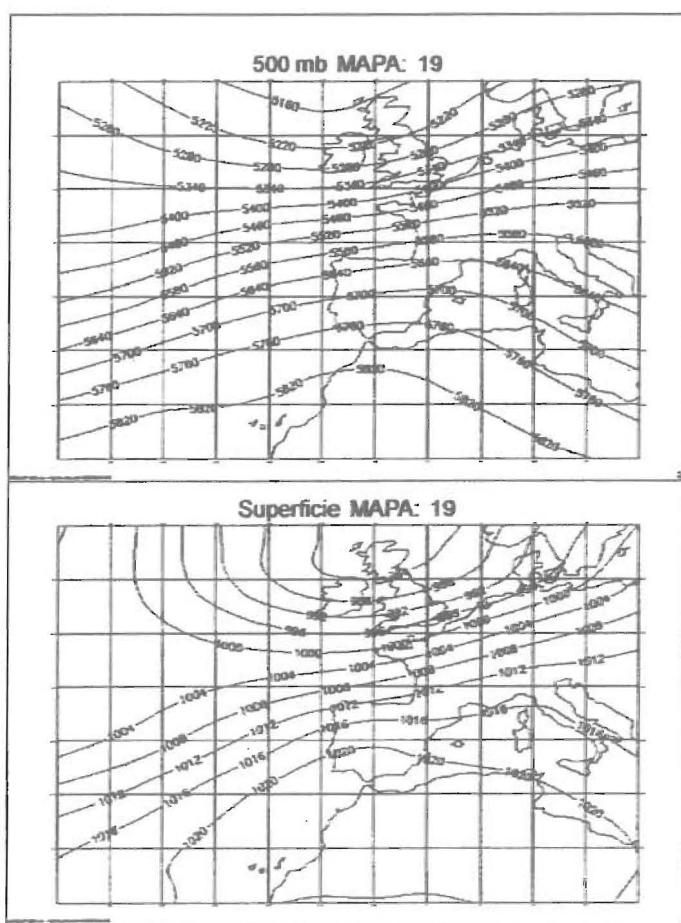
No tiene variantes significativas.



TIPO 19

Zona de alta presión sobre el norte de África afectando al sur de la Península Ibérica; circulación del oeste al norte. Se presenta en invierno, otoño y primavera.

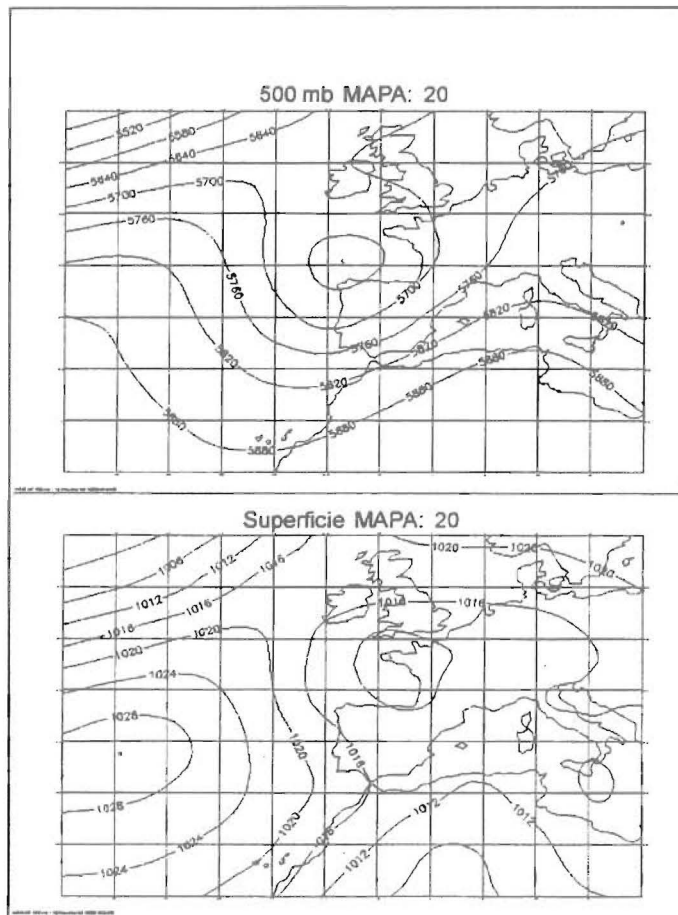
No tiene variantes significativas.



TIPO 20

Anticiclón atlántico; núcleo de baja presión al norte de la Península Ibérica y zona general de bajas presiones sobre Europa y norte de África. Básicamente se presenta en verano, también algo en primavera y un poco en otoño.

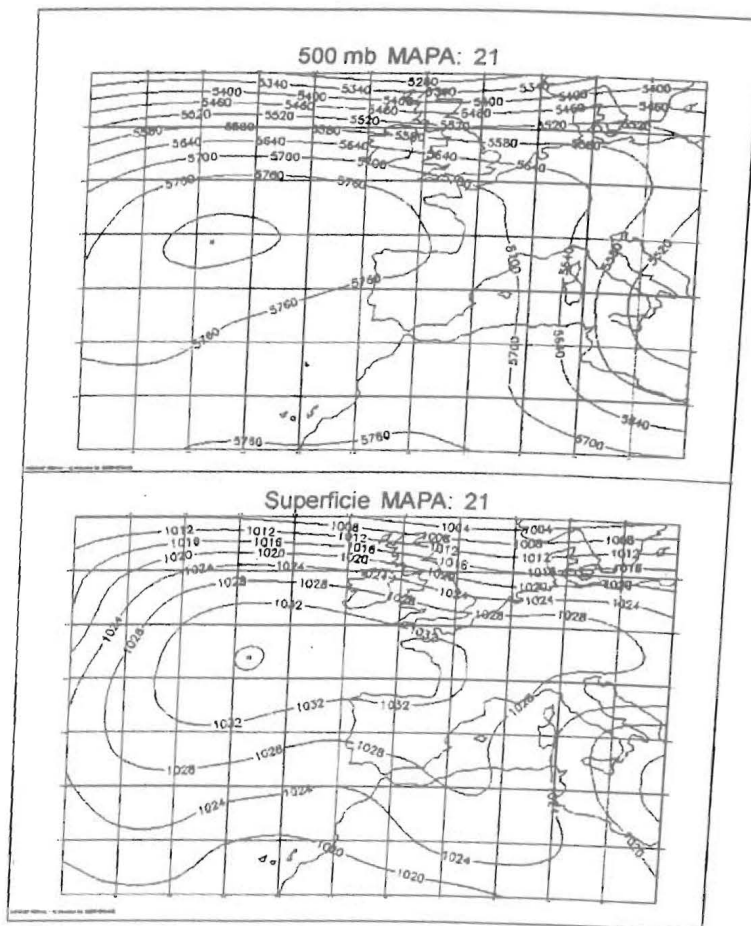
No tiene variantes significativas.



TIPO 21

Anticiclón atlántico centrado al NW de la Península Ibérica con eje hacia el continente europeo; flujo del este sobre la Península Ibérica y Baleares. Es muy semejante al tipo 16 del que se diferencia básicamente en que el anticiclón es más potente llegando incluso a formarse un núcleo cerrado en altura y en que este tipo tiene poca incidencia en verano al contrario que el tipo 16 que es más frecuente en esta estación. Este tipo se presenta sobre todo en invierno, primavera y otoño.

Tampoco tiene variantes significativas.



4. CONCLUSIONES

Se ha obtenido una caracterización de la circulación atmosférica en el área de la Península Ibérica, Baleares y zonas circundantes mediante un algoritmo de clasificación "cuasiobjetivo" en dos etapas. En la primera etapa se buscan centroides en torno a los cuales se agrupan situaciones sinópticas con alta similaridad, por encima de un nivel determinado, con el centroide correspondiente, explorando además todas las posibilidades de agrupamiento de datos e imponiendo que los distintos centroides no sean similares entre sí por encima de un nivel especificado. La similaridad se estudia tanto en superficie como en 500 hPa y tanto en toda la zona como en zonas parciales, utilizando el coeficiente de correlación como medida de similaridad. Se obtienen así 209 centroides representativos de las 14 407 situaciones sinópticas que constituyen la base de partida; en esta primera etapa se obtiene una clasificación fina con objeto de no perder detalles sinópticos dignos de reseñarse. En la segunda etapa se agrupan a su vez estos centroides en tipos de características sinópticas generales comunes con el fin de obtener una clasificación más manejable a efectos prácticos. Para realizar el agrupamiento de centroides en esta etapa se tienen en cuenta también campos de dirección del gradiente y de componentes X, Y de gradiente utilizando distancias euclídeas ponderadas para los primeros y coeficientes de correlación ponderados para los segundos; se seleccionan primero unos centroides "gérmenes" bien diferenciados y se agrupan en torno a ellos todos los centroides en base a buscar para cada centroide el "germen" más similar. De esta manera se obtienen 21 grupos de centroides cuyos mapas medios serán los tipos definitivos.

Estos 21 tipos representan al 75% de las 14 407 situaciones sinópticas utilizadas para definir la circulación con una correlación, tanto en superficie como en altura, igual o superior a 0,80.

El interés de la clasificación obtenida es, no sólo el de una caracterización de la circulación atmosférica en el área de estudio, sino también el de constituir una base de referencia para analizar el comportamiento de la circulación simulada por modelos climáticos, tanto desde el punto de vista de la comparación con la circulación real como desde el de verificar posibles cambios futuros en la incidencia de los diversos tipos sinópticos en la circulación simulada por el modelo de que se trate. Estas aplicaciones serán objeto de trabajos posteriores.

AGRADECIMIENTO

A mi compañero del Servicio de Variabilidad y Predicción del clima José María Martín Herreros por sus sugerencias y apoyos a la hora de realizar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

BATYREVA, P. M. y otros, 1993: Multiple Similarity Indices of Surface Pressure Fields. *Russian Meteorology and Hydrology*, **11**.

CALVO SÁNCHEZ, J., 1993: Clasificación de flujo en 500 hPa sobre la Península Ibérica. Servicio de Predicción Numérica. *Nota Técnica 32*. INM, Madrid.

HUERTA, M., 1984: Manual de Prácticas de Meteorología Sinóptica. INM, Madrid.

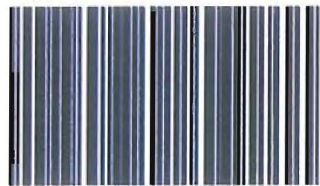
MO, K. y M. GHIL, 1988: Cluster Analysis of Multiple Planetary flow Regimes. *Journal of Geophysical Research*, **93**, 10927-10952.

PETISCO DE LARA, S. E. y J. M. MARTÍN HERREROS, 1995: Caracterización de la Circulación Atmosférica en la Península Ibérica y Baleares. Servicio de Análisis e Investigación del Clima. *Informe 5*. INM, Madrid.

PETISCO DE LARA, S. E., 1997: Caracterización de la Circulación Atmosférica en Superficie y Niveles Altos en el Área de la Península Ibérica y Baleares. *Informe 11*. Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima. INM, Madrid.

PETISCO DE LARA, S. E., 2003: Aplicación de una Caracterización de la Circulación Atmosférica en el Área de la Península Ibérica y Baleares al Análisis de Resultados del Modelo Climático HADCM2SUL. *Nota Técnica 10*. Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima. INM, Madrid.

ISBN: 84-8320-234-4



9 788483 201930

3,00 €
IVA incluido



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO NACIONAL
DE METEOROLOGÍA