



Borrasca con baja predecibilidad (Feb 2017)

53

DOI: [10.31978/014-18-009-X.53](https://doi.org/10.31978/014-18-009-X.53)

ALEJANDRO ROA ALONSO Y ÁLVARO SUBÍAS DÍAZ-BLANCO

Área de Técnicas y Aplicaciones de Predicción (ATAP), Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

Hacer predicciones es muy difícil, especialmente cuando se trata del futuro.

NIELS HENRIK DAVID BOHR

El fin de semana del 10 al 12 de febrero de 2017 una baja fría se situó sobre la península ibérica provocando importantes precipitaciones en su mitad occidental, especialmente destacadas en el sistema Central, donde se recogieron precipitaciones con valores superiores a 100 mm en 24 horas durante el domingo 12. La predecibilidad de la situación fue baja, no tanto a nivel sinóptico, como a nivel mesoescalar. La localización y la intensidad de las precipitaciones fueron difíciles de determinar, incluso en el corto y hasta en el muy corto plazo. En este estudio comparamos el uso de la nueva técnica de agrupamiento (*clustering*) [1, 2, 3] que se está desarrollando el ATAP de AEMET, basada en el modelo probabilista del ECMWF, ECENS, descrita en la sec. 27.14 en la página 440, con la técnica que se ha venido usando en los últimos veinte años (sec. 27.4 en la página 406).

Palabras clave: sistemas de predicción por conjuntos aplicados a la predicción de corto y medio plazo, predicción probabilista, borrasca con baja predecibilidad febrero 2017.

Imagen parte superior: *altocumulus lenticularis*, tomada el 20-01-2018 a las 13 horas desde El Espinar, sierra de Guadarrama. Fotografía de LETICIA MILLA DÍEZ

Precipitación (mm) entre las 00:10UTC del día 12/02/2017 y las 00:00UTC del día 13/02/2017

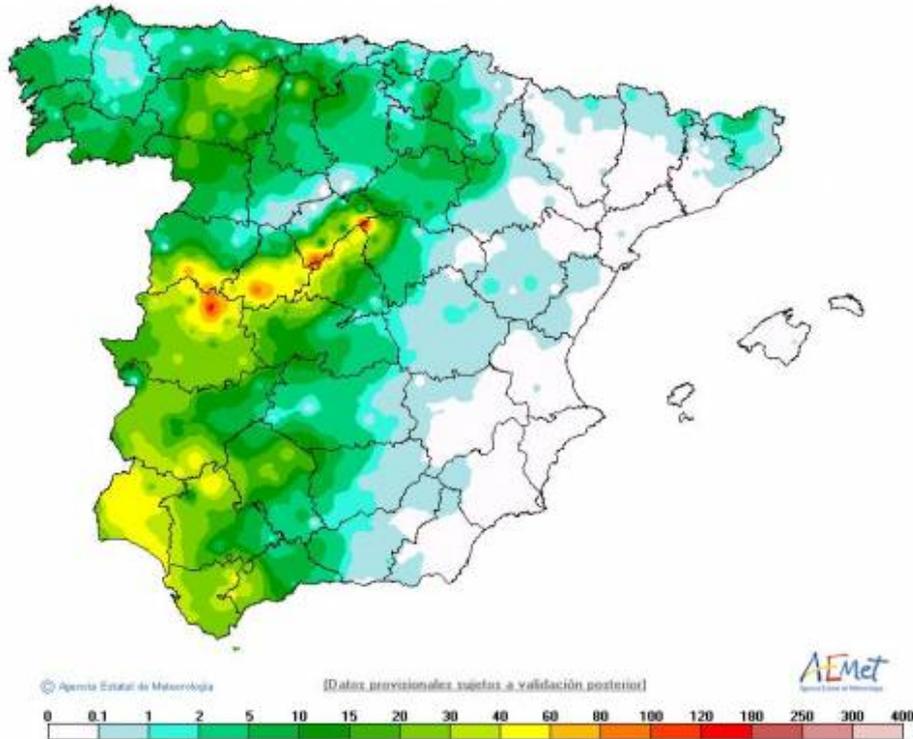


Figura 53.1: Precipitación entre las 00 y las 24 UTC del día 12. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

53.1 Observaciones destacadas y efectos

Aunque las precipitaciones afectaron a la mayor parte de la mitad occidental de la Península, fue en el sistema Central donde se recogieron las máximas precipitaciones del episodio durante el domingo 12, con valores superiores a 100 mm en numerosos puntos. El máximo entre las 00 y las 24 UTC fue de 153.6 mm en

la estación de Piornal, en el valle del Jerte, provincia de Cáceres, a 1 175 m sobre el nivel del mar, entre las 00 y las 24 UTC (que aumenta hasta 187.6 mm si consideramos desde las 05 UTC del domingo 12 y la misma hora del lunes 13), y hubo otros valores destacados en la estación de esquí de Cerezo-La Pinilla, en Segovia, a 1 860 m (137 mm entre las 00 y las 24 y 196.2 mm entre las 11 del día 12 y las 11 del 13) y en San Rafael, Segovia, 1 260 m (128.6 mm de 00 a 24 y 154.0 mm entre las 06 y las 06).

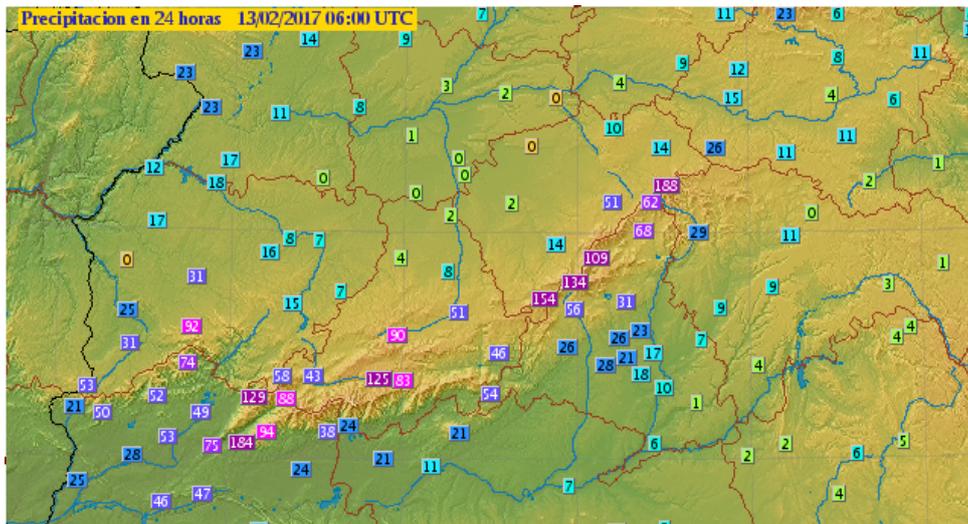


Figura 53.2: Precipitación entre las 06 UTC del día 12 y las 06 UTC del día 13. AEMET.

Precisamente, en San Rafael y en la vecina localidad de La Estación de El Espinar (que forman parte del mismo municipio de El Espinar), las inundaciones debido a las intensas lluvias caídas provocaron importantes destrozos y la in-

terrupción del servicio ferroviario, tal y como se recoge en la siguiente noticia: <http://www.elnortedecastilla.es/segovia/201702/13/lluvia-provoca-noche-riadas-20170213090512.html>



Figura 53.3: Destrozos causados por las inundaciones en San Rafael. Fotografías de CAROLINA HERNANDO GÓMEZ.

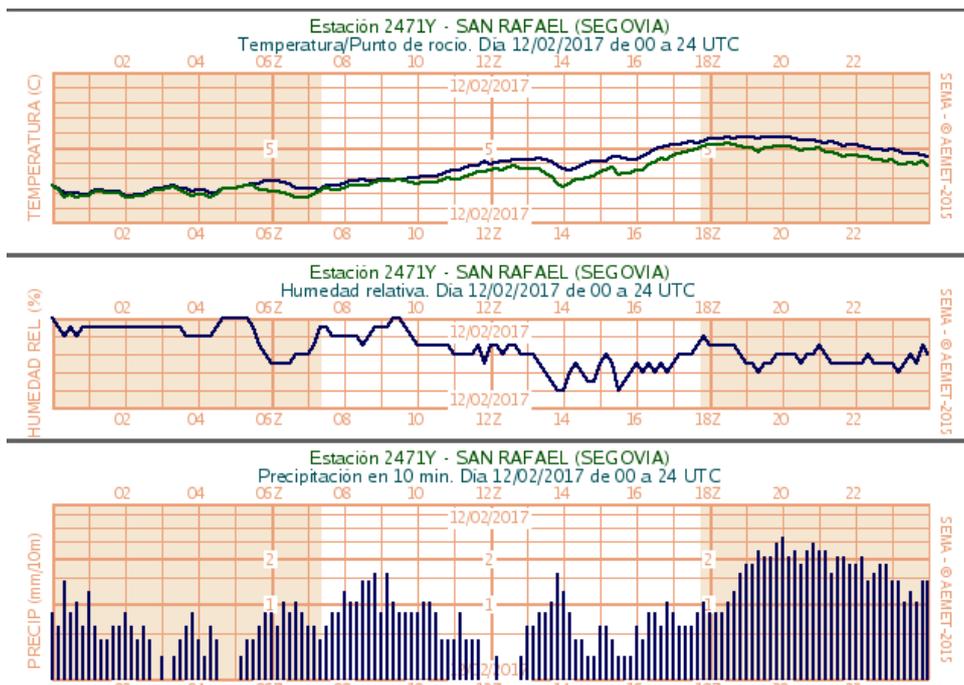


Figura 53.4: Gráfica de la estación automática de San Rafael. AEMET.

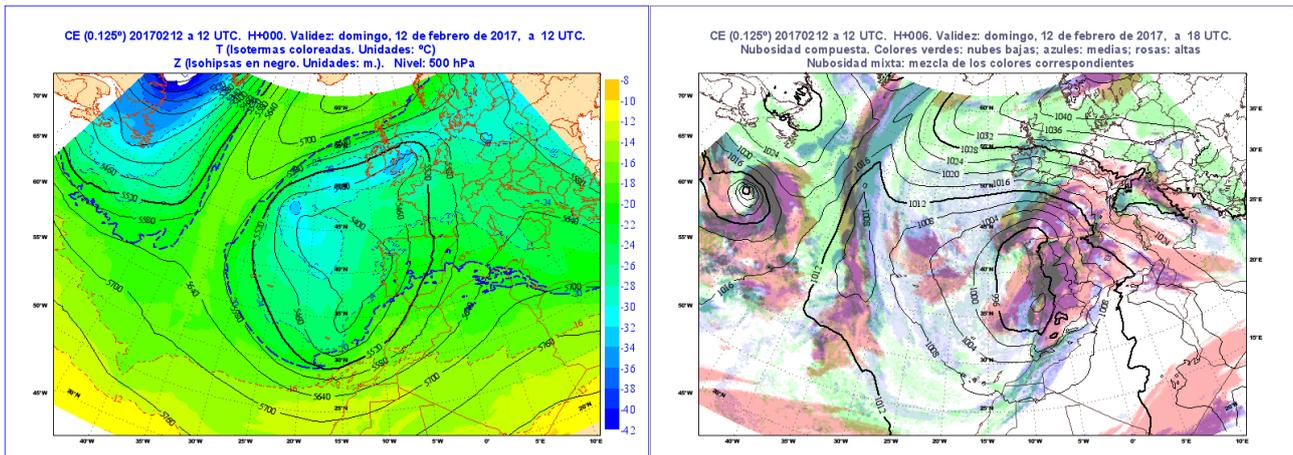


Figura 53.5: Izquierda: Temperatura y geopotencial en 500 hPa el día 12 a las 12 UTC, según análisis del modelo ECHRES. Derecha: Presión en superficie con nubosidad el día 12 a las 18 UTC, según previsión a 6 horas del modelo ECHRES del día 12 a las 12 UTC.

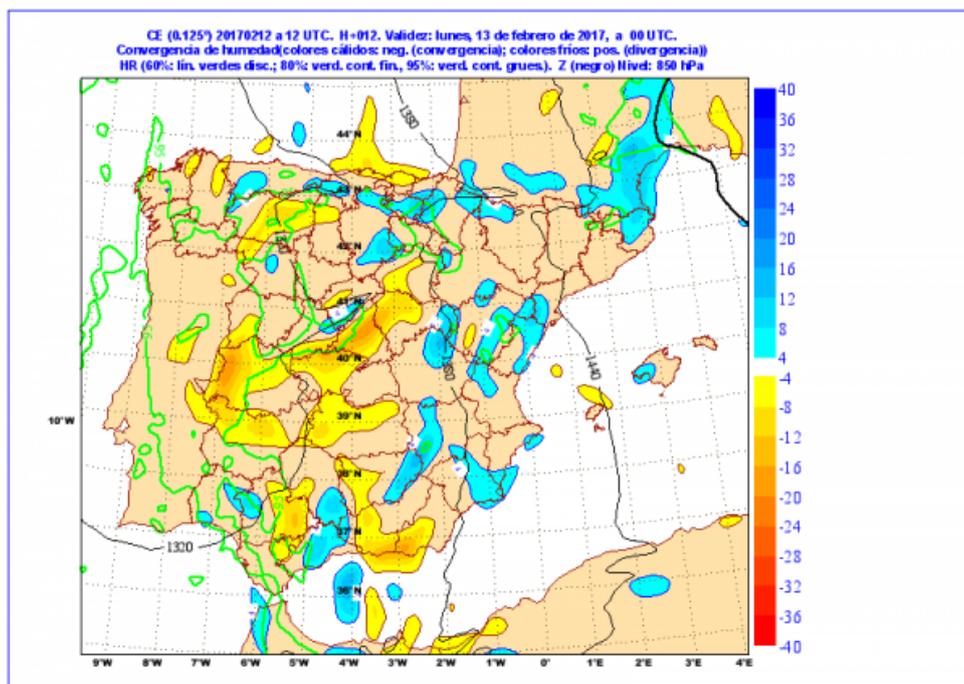


Figura 53.6: Convergencia de humedad en 850 hPa a las 00 UTC del día 13, según modelo ECHRES del día 12 a las 12 UTC.

53.2 Análisis de la situación

Vemos, en primer lugar, el análisis de geopotencial y temperatura del día 12 a las 12 UTC (Figura 53.5 izquierda), es decir, la situación que finalmente se produjo, según el modelo determinista del ECMWF, ECHRES. El centro de la baja se sitúa aproximadamente sobre 45° N 20° W, con un centro secundario al norte de Madeira, y un flujo húmedo del sur algo

divergente sobre la Península.

En cuanto a la presión en superficie, en el mapa previsto del ECHRES del día 12 a las 12 UTC para las 18 UTC (casi un análisis, Figura 53.5 derecha), se observa que la baja ocupa un área similar a la de 500 hPa, con un mínimo sobre el golfo de Cádiz y una circulación intensa sobre la Península. La Figura 53.6 muestra la convergencia de humedad en 850 hPa a las 00 UTC del día 13.

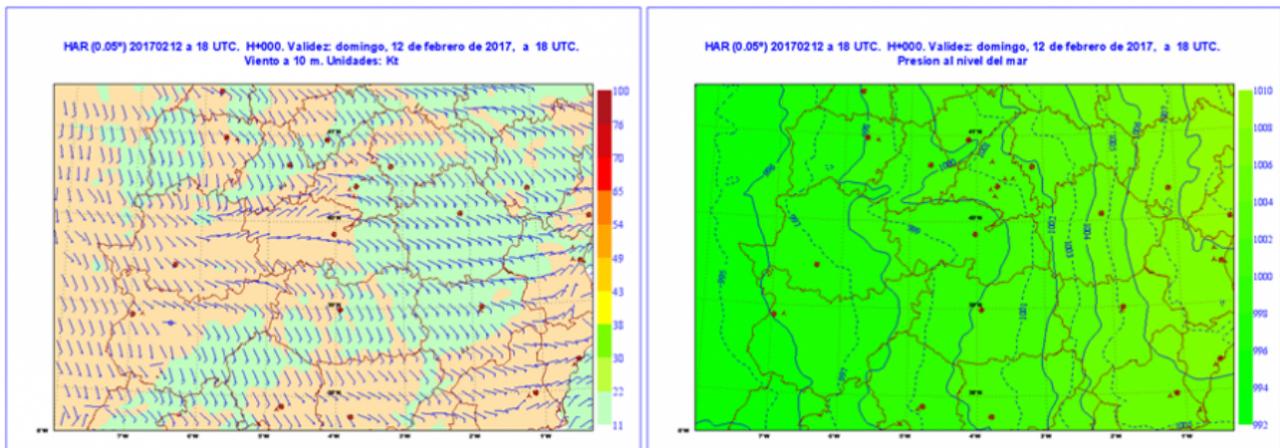


Figura 53.7: Análisis de viento y de presión a nivel del mar según modelo HIRLAM de alta resolución del día 12 a las 18 UTC para el área central de la Península. AEMET.

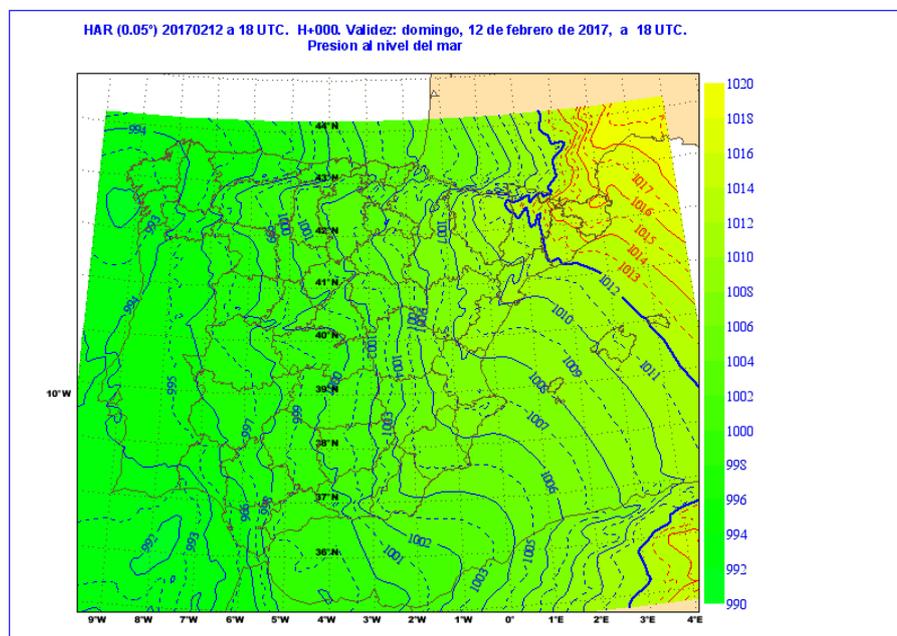


Figura 53.8: Análisis de viento según modelo HIRLAM de alta resolución del día 12 a las 18 UTC para toda la Península Ibérica. AEMET.

En el análisis del modelo determinista HIRLAM de alta resolución (Figuras 53.7 y 53.8) se observa la convergencia de vientos sobre el sistema Central y la formación de una **mesoalta** a barlovento, en el lado de la meseta Sur, y una **mesobaja** a sotavento, en la meseta Norte, dentro de una zona de bajas presiones generalizadas, con el centro de la baja en el golfo de Cádiz y valor de 992 hPa y un fuerte gradiente de presión en toda la Península, pues en el extremo noreste se alcanzan 1 017 hPa. El modelo conceptual de dipolo se observa realmente en todas las cadenas montañosas que discurren en sentido zonal, desde

los sistemas Béticos hasta la cordillera Cantábrica y Pirineos, pero es sobre el sistema Central, donde convergen los flujos del Atlántico, desde el golfo de Cádiz hacia el norte, con los del Mediterráneo, donde la convergencia de humedad es máxima. El ascenso orográfico, importante factor al tratarse de elevaciones superiores a 2 000 metros, contribuye a reforzar aún más las precipitaciones.

Por tanto, la clave para la predicción adecuada de la situación de intensas lluvias en el sistema Central está más en la posición y profundidad de la baja en superficie que en la posición de la baja en niveles altos.

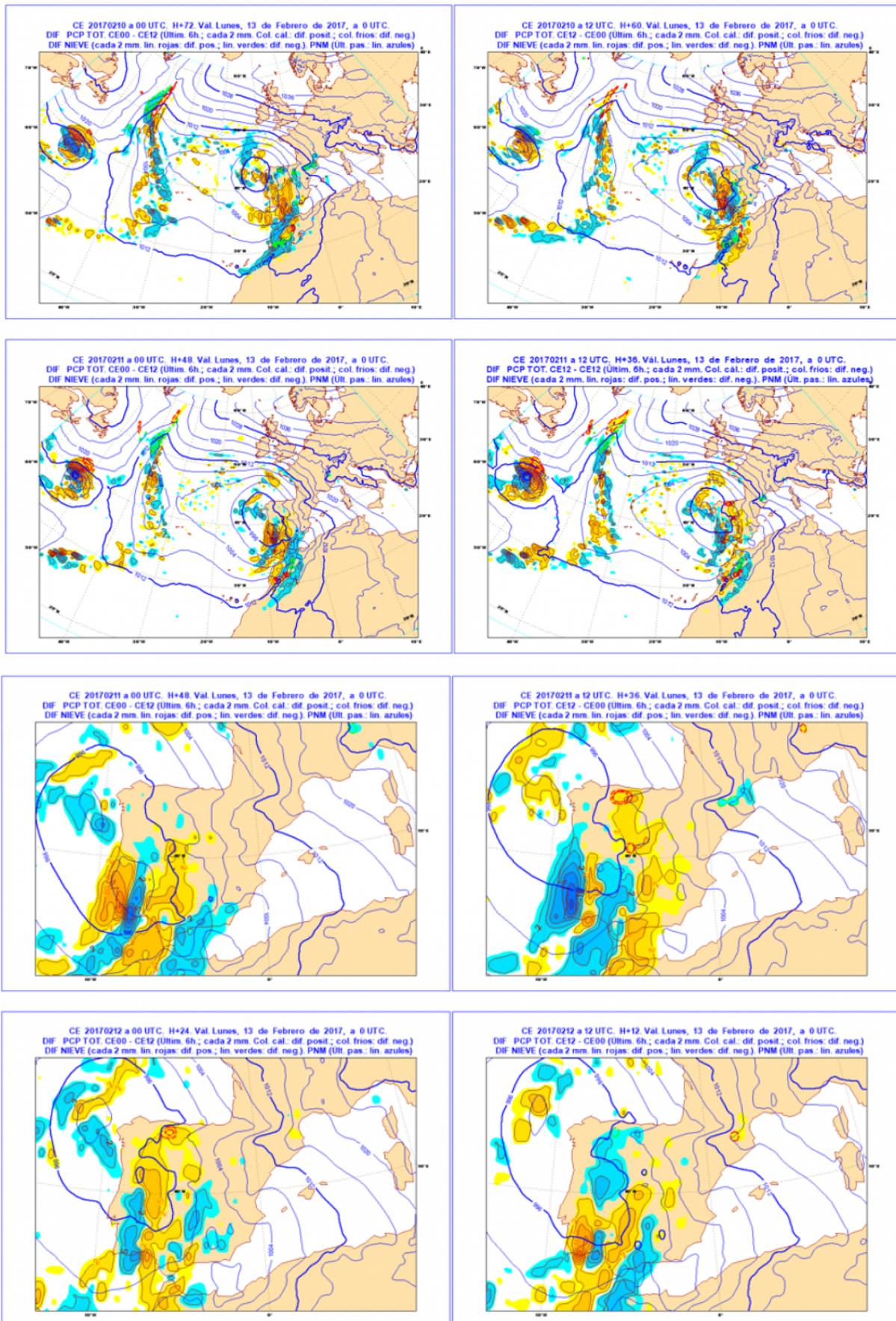


Figura 53.9: Diferencia de precipitación entre pasadas sucesivas del modelo ECHRES para el periodo de las 18 UTC del día 12 a las 00 UTC del día 13. Conjunto superior de cuatro mapas: área sinóptica. Conjunto inferior de cuatro mapas: área Península y Baleares. AEMET.

53.3 Diferencia entre las pasadas del modelo determinista

Las sucesivas pasadas del modelo determinista del Centro Europeo ECHRES muestran grandes diferencias en cuanto a la cantidad y la localización de la precipitación, incluso en el caso de pasadas muy cercanas a la validez de la predicción. Lo podemos comprobar, a escala sinóptica, comparando las pasadas que van desde las 00 UTC del día 10 hasta las 12 UTC del día 11, cada 12 horas, cada pasada con la anterior, para el periodo de validez de 6 horas que va desde el día 12 a las 18 UTC hasta el día 13 a las 00 UTC (Figura 53.9 en la página anterior, arriba). Donde los colores son cálidos, la pasada del último modelo pronostica valores mayores que la del penúltimo, y donde son fríos, lo contrario.

Aumentando la escala, hasta el área peninsular (Figura 53.9 en la página anterior, abajo), comprobamos que incluso para las pasadas que van desde las 00 UTC del día 11 hasta las 12 UTC del día 12, y para el mismo periodo y alcance, las diferencias en la localización e intensidad se mantienen. Es decir, la pasada de las 12 UTC del día 12 (abajo a la derecha) difiere sustancialmente de la de las 00 UTC para las últimas

horas del mismo día 12, aunque no demasiado en el área de máximas precipitaciones del sistema Central.

Veamos a continuación la cantidad total de precipitación prevista por el modelo ECHRES para el periodo de 24 horas que incluye todo el día 12, según las pasadas de las 00 UTC de los días 9, 10, 11 y 12 (Figura 53.10). El día 9, arriba a la izquierda, se observa cómo las precipitaciones abarcan la totalidad de la Península, y aún llegan a Baleares. Los máximos se dan en el sistema Central y sierras de Cádiz y Málaga. El día 10 el Mediterráneo prácticamente queda libre y se marca un máximo destacado en el entorno del golfo de Cádiz. El día 11 el máximo se extiende por casi todo el cuadrante suroeste peninsular, y el 12 se refuerza la precipitación sobre el sistema Central y a lo largo del límite entre España y Portugal, que es lo que se observa en los datos de precipitación recogida. Los valores, en todo caso, fueron inferiores a los observados posteriormente. Concretamente, el modelo mostraba unos máximos de 60-80 mm en 24 horas en la zona de la sierra de Gredos, que sí que se recogieron, pero el entorno de la sierra de Guadarrama, donde se superaron los 100 mm sólo mostraba valores de 40-60 mm.

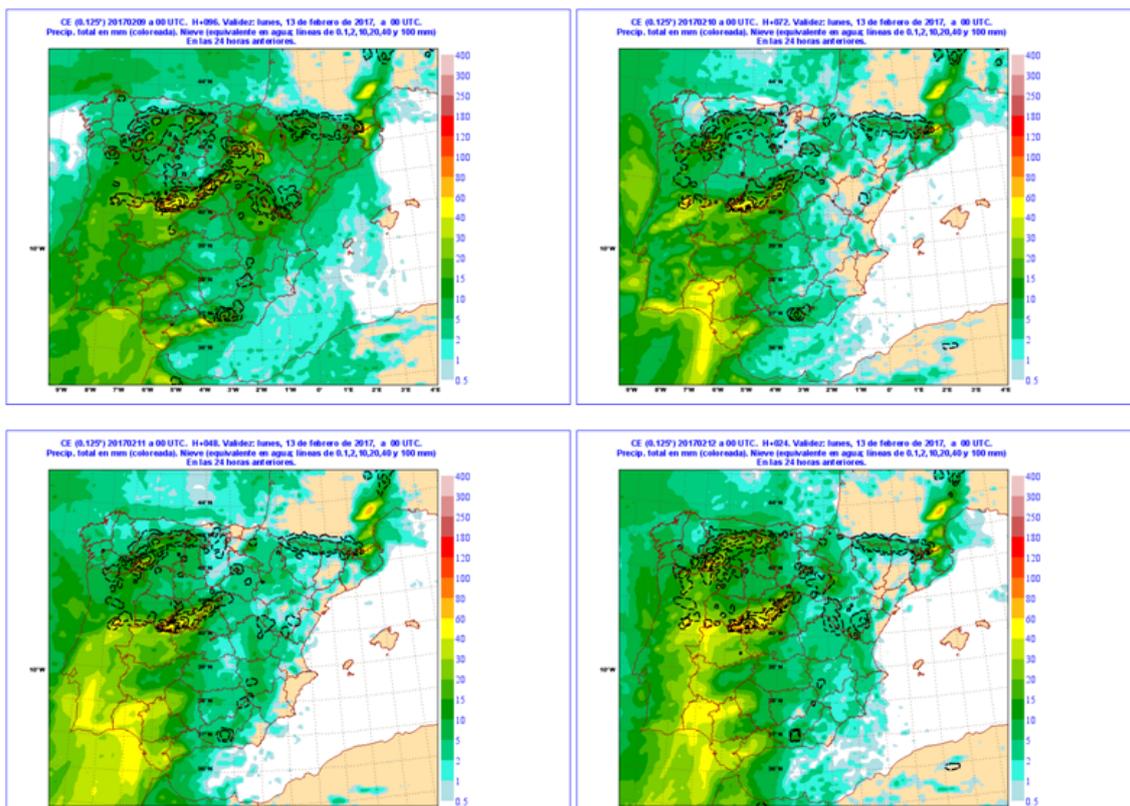


Figura 53.10: Precipitación según las pasadas de las 00 del ECHRES de los días 9, 10, 11 y 12 para el periodo de 24 horas comprendido entre las 09 UTC del día 12 y las 00 UTC del día 13

53.4 Salidas del ECENS o ENS-IFS

53.4.1 Grupos según la técnica antigua

Para evaluar la predecibilidad de la situación, su dispersión, etc., mostramos, en primer lugar, la agrupa-

ción de los miembros del ECENS, hecha en AEMET según la técnica antigua, desde el día 2 hasta el 9 de febrero para los días 10 al 12 de febrero. La Figura 53.11 muestra un extracto de todo el seguimiento habitual desde más de una semana antes, seleccionando los grupos para el sábado 11, a 6 días vista y a 5 días vista.

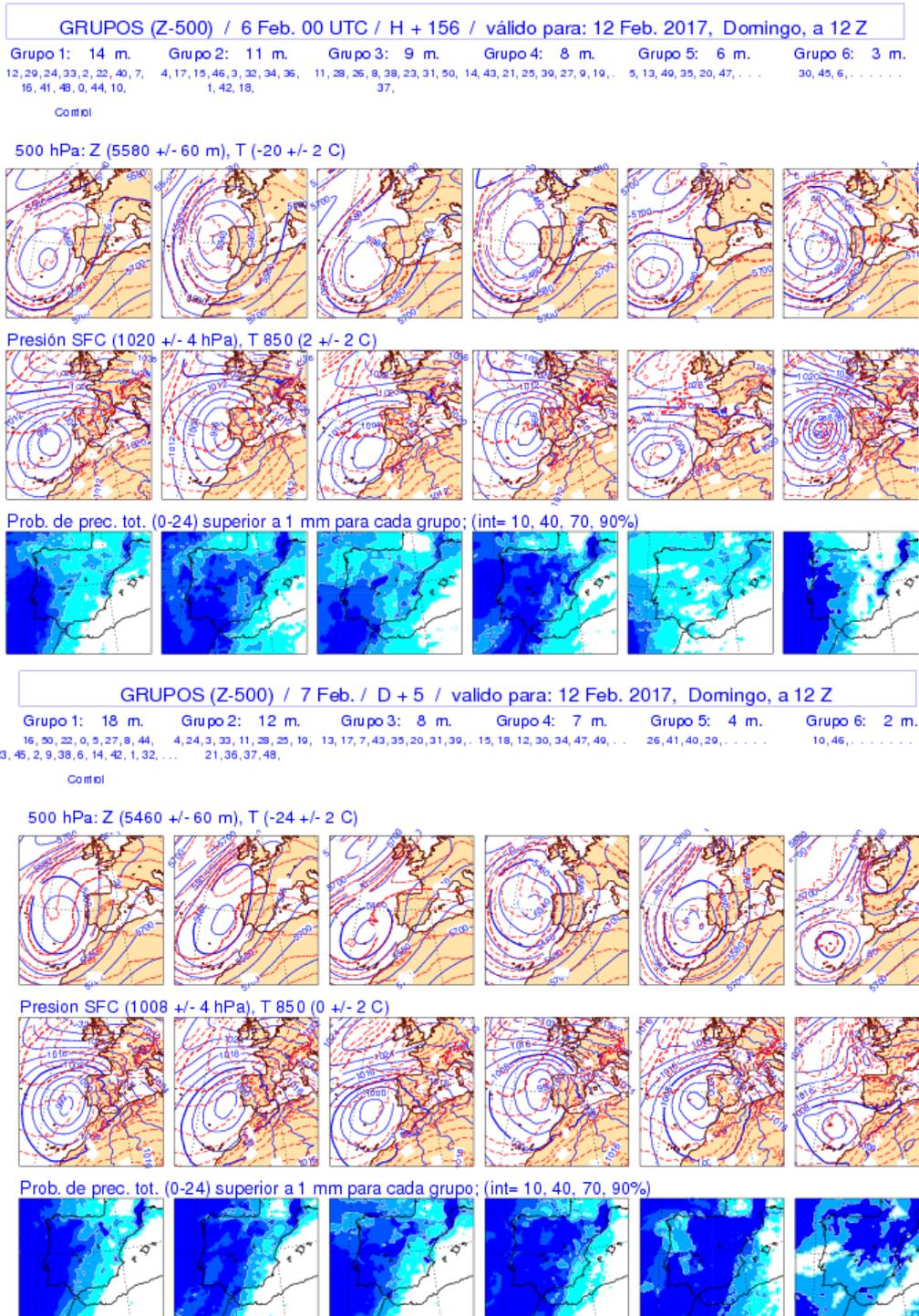
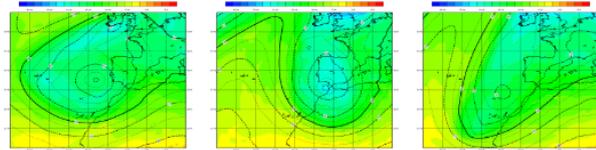


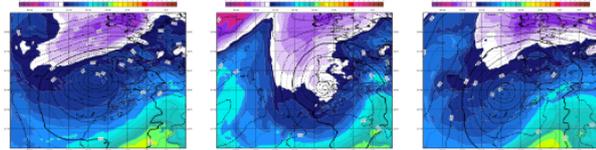
Figura 53.11: Grupos con técnica antigua de los días 6 (arriba) y 7 (abajo) para el día 12 a mediodía. AEMET.

Agrupamiento basado en z500. Numero de clusters: 3. Varianza explicada: 95.0
 Váidez: dom 12 feb 2017 12 UTC (D+6)
 20170206 a 12 UTC HH+144 (rango:132-156)
 grupo: 1 representante: 12 miembros: 22 grupo: 2 representante: 8 miembros: 15 grupo: 3 representante: 23 miembros: 14

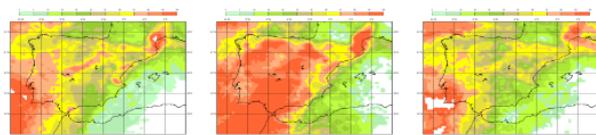
Temperatura (C) y Geopotencial (m2/s2) en 500 hPa



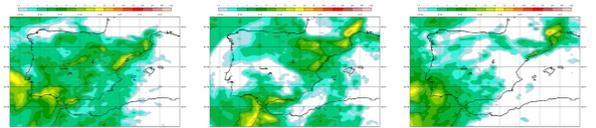
Temperatura en 850 hPa (C) y Presion en Superficie (hPa)



Probabilidad precipitacion en 24 hh superior a 1 mm: Peninsula y Baleares

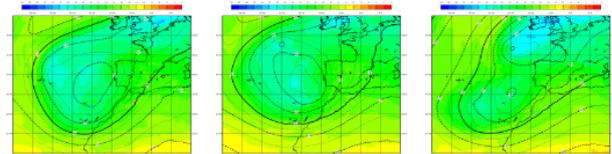


Precipitacion 24 hh (mm)

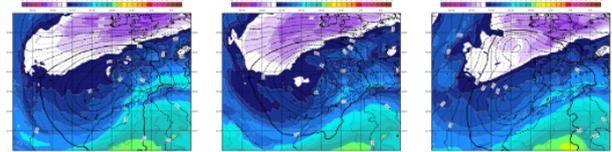


Agrupamiento basado en z500. Numero de clusters: 3. Varianza explicada: 95.0
 Váidez: dom 12 feb 2017 12 UTC (D+5)
 20170207 a 12 UTC HH+120 (rango:108-132)
 grupo: 1 representante: 27 miembros: 22 grupo: 2 representante: 9 miembros: 16 grupo: 3 representante: 48 miembros: 13

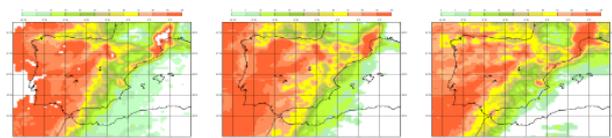
Temperatura (C) y Geopotencial (m2/s2) en 500 hPa



Temperatura en 850 hPa (C) y Presion en Superficie (hPa)



Probabilidad precipitacion en 24 hh superior a 1 mm: Peninsula y Baleares



Precipitacion 24 hh (mm)

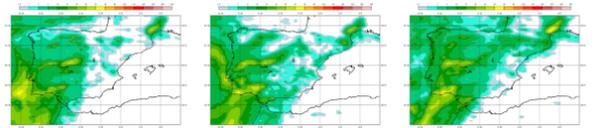


Figura 53.12: Grupos con técnica nueva de los días 6 (izquierda) y 7 (derecha) para el día 12 a mediodía. AEMET.

53.4.2 Nueva técnica de *clustering* de AEMET, pasadas de los días 6 y 7

En las siguientes imágenes (Figura 53.12, parte izquierda) se muestran las agrupaciones (*clusters*) a que da lugar la nueva técnica que se está desarrollando en el ATAP para la pasada del día 6 a las 12 UTC, previsto a 144 horas, es decir para las 12 horas del día 12. En la fila superior se muestra el geopotencial en 500 hPa, que es la variable sobre la que se hacen los cálculos, del mismo modo que se hace con la técnica antigua, aunque es posible hacerlos sobre otras variables. Vemos que se crean tres grupos, el 1 con 22 miembros, el 2 con 15 miembros y el 3 con 14 miembros. A diferencia del método antiguo, en el que se calcula y dibuja el promedio de los miembros de cada *cluster*, con el nuevo método se dibujan los contornos de geopotencial de uno de los miembros, el llamado *representante*, por ser el más cercano a la media del grupo, que en este caso es el miembro 12 para el primer grupo, el 8 para el segundo y el 23 para el tercero. En el mismo gráfico se representa la temperatura en 500 hPa también para el representante de cada grupo.

En la fila segunda se dibujan la presión en superficie y temperatura en 850 hPa para esos mismos miembros representantes de cada uno de los grupos, y en la tercera la probabilidad de precipitación mayor que 1 mm para cada *cluster*, para las 24 horas del día 12. Por último, en la cuarta fila, se muestra la cantidad de precipitación durante las 24 horas del día 12 para los miembros representantes, es decir, para los miembros 12, 8 y 23, que son los más cercanos a la media de cada grupo. Se observan importantes diferencias entre los miembros representantes de cada grupo, tanto en la ubicación de la baja en altura y en superficie como en la precipitación resultante, no muy similar a la observada finalmente.

A continuación (Figura 53.12, parte derecha) vemos los gráficos correspondientes a la pasada del día 7 a las 12 UTC, previsto a 120 horas, es decir para las 12 horas del mismo día 12. La nueva técnica de *clustering* nos muestra de nuevo tres grupos, el primero con 22 miembros, representado por el número 27, el segundo con 16 miembros, representado por el 9, y el tercero con 13 miembros, siendo el 48 el representante. Observamos que las diferencias entre los grupos o

sus representantes son ahora menores que el día 6, y que el segundo grupo se asemeja mucho al análisis de la situación del día 12, tanto en la posición, forma y profundidad de la baja en 500 hPa y en superficie como, muy notablemente, en la precipitación prevista, al menos en su distribución (no es de esperar que un modelo de la resolución del ECENS pueda reproducir valores tan altos como los que se produjeron). A partir del día siguiente las distintas salidas del nuevo método de «*clustering*» se van aproximando aún más al análisis del día 12, con miembros representantes prácticamente idénticos a dicho análisis.

Se puede observar que el representante del segundo grupo, que es el miembro 9, se encuentra en el grupo 1 calculado según la técnica antigua, grupo que incluye 18 miembros, entre ellos el de control. Sin embargo, los mapas de geopotencial en 500 hPa y de presión en superficie, que son promedios de dichos 18 miembros, no se asemejan tanto al análisis del día 12 como lo hacen los asociados al grupo 2 en la nueva técnica. La baja en superficie, concretamente, tiene su centro más alejado del golfo de Cádiz. Además, estos mapas dibujados según la técnica antigua presentan un aspecto «redondeado» y suavizado, poco realista, consecuencia de promediar un número grande de miembros.

53.5 Conclusiones

Dado que la nueva técnica de *clustering* se encuentra en proceso de estudio y desarrollo en estos momentos,

no puede aún establecerse de modo incuestionable cuáles son sus ventajas respecto del antiguo, empleado en AEMET durante los últimos veinte años. Lo que sí podemos afirmar es que se trata de un método que tiene más sentido teórico al no representar campos calculados a partir de la media de los distintos miembros para cada grupo, sino los campos referidos a un miembro representante de cada uno de esos grupos, el más cercano a su *centro*. La ventaja de hacerlo así es algo que está pendiente de evaluar sistemáticamente.

Por otra parte, la nueva técnica, a diferencia de la antigua, no produce un número fijo de grupos (seis) sino un número variable, entre uno y seis, en función de la dispersión de la muestra. De este modo se evita aplicar al procedimiento objetivo una corrección subjetiva consistente en la creación de *supergrupos* de modo interactivo por parte del predictor de medio plazo. Con la nueva técnica los *supergrupos* tienen que salir de modo objetivo, en un solo paso. Igualmente, las ventajas de esto están pendientes de ser evaluadas de modo objetivo, y aún subjetivo.

Lo que resulta indudable es la conveniencia de actualizar la técnica de *clustering* respecto de la que se ha estado utilizando durante las últimas décadas, tal y como se ha hecho en el ECMWF, y explorar sus posibilidades de adaptación para nuestras latitudes, un campo de investigación con infinidad de posibilidades.

53.6 Referencias

- [1] FERRANTI, L y CORTI, S. “New clustering products”. En: *ECMWF Newsletter* 127.6-11 (2011), páginas 1-2 (citado en página 805).
- [2] HARTIGAN, John A y HARTIGAN, J A. *Clustering algorithms*. Volumen 209. Wiley New York, 1975 (citado en página 805).
- [3] MOLTENI, F. y col. “The ECMWF ensemble prediction system: Methodology and validation”. En: *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 122.529 (ene. de 1996), páginas 73-119. ISSN: 1477-870X. DOI: [10 . 1002/qj . 49712252905](https://doi.org/10.1002/qj.49712252905) (citado en página 805).