

EVALUACIÓN DEL MÓDULO DE PRONÓSTICO DEL CENTRO REGIONAL RADAR (*)

José Luis Camacho Ruiz

(Servicio de Teledetección, -INM-)

1. Introducción.

El módulo de predicción del sistema EWIS del Centro Regional Radar del INM está diseñado por la Universidad de McGill de Montreal (Canadá). En este trabajo se va a evaluar el rendimiento de dicho módulo de manera indirecta ya que, en este momento, es difícil de obtener datos de precipitación en el suelo de manera sencilla y con la calidad suficiente y sobre todo, es difícil de definir un criterio de bondad del pronóstico en base a estos datos ya que ha de intervenir un ajuste de los datos de reflectividad para convertirlos en precipitación.

2. Modo de trabajo del módulo.

Su ejecución tiene tres fases. En la primera se obtiene un vector que representa el desplazamiento medio de los ecos de precipitación en el periodo de la última hora. Tras la obtención de dicho vector se realiza una predicción de hasta 3 horas de CAPPI más reciente. El tercer paso es

la generación de unas predicciones locales en 16 emplazamientos, durante las próximas 3 horas y en periodos de 10 minutos. Las predicciones se hacen sobre la intensidad de precipitación en periodos de 10 minutos y sobre precipitación acumulada durante las tres horas.

El módulo necesita como datos de entrada dos CAPPI en modo normal (240x240 *pixel* de 2x2 km) de un nivel determinado y separados temporalmente por un intervalo también fijado previamente, un vector desplazamiento para uso como "*first-guess*" y las localizaciones geográficas de 16 puntos donde se requieran predicciones. El módulo permite utilizar máscaras para ecos de tierra y propagación anómala. La primera no se utiliza al estar eliminados éstos en el proceso de conversión. Respecto a la segunda, su utilidad está por evaluar. El vector desplazamiento en la actualidad es el vector nulo.

El CAPPI mayoritariamente en uso es el 1 correspondiente a 25 km sobre el nivel del mar. El intervalo entre los CAPPI es el de 30 minutos.

(*) En la separata de este volumen hay tres imágenes en color correspondientes a esta comunicación.

El procedimiento que sigue el módulo es el siguiente:

a) Los CAPPI pasan los controles de validación de tiempo, alturas y niveles (no se detallan en este trabajo).

b) Se eliminan los datos más allá de 208 km, para no tener datos con diferencias de altura notables debido al efecto de curvatura del haz.

c) Se reduce la resolución de los datos de 2 a 4 km: 240x240 *pixel* pasan a 120x120.

d) Se clasifican en 5 categorías (-1, 0, 1, 2, 3) según su valor y el tipo de relación Z-R empleada.

e) Se calcula la cobertura, definida como el cociente de los puntos con categoría igual o superior a 1, entre los puntos con categorías igual o superior a 0. Los puntos con categoría -1 son los que tienen ecos de tierra y no se consideran para los cálculos.

f) Se procede al cálculo de la matriz de correlación de tamaño 9x7 mediante una correlación cruzada entre los puntos' de ambos CAPPI. No entramos en detalle.

3. El estudio.

Éste se ha llevado a cabo a partir de 3 situaciones con características diferenciadas. El método ha consistido en ejecutar el módulo repetidas veces para una misma situación variando el nivel del CAPPI elegido y el intervalo entre los CAPPI. Los niveles son el 1 (a 2,5 km s.n.m.) y el 2 (a 3,5 km s.n.m.). Los intervalos: 30 minutos (operativo actualmente), 20 y 10 minutos.

Caso 1: 15/noviembre/1991

Situación de fallo del módulo con configuración intervalo=30 minutos y niveles=2. Ecos desplazándose muy rápidamente por las provincias de Guadalajara y Madrid. (Radar funcionando sin eliminación de ecos de tierra). Los valores de reflectividad no llegan a 40 dBz.

La tabla I muestra los resultados del test del *forecast* para el caso 1.

Como comparación con los valores de velocidad se da como dato el valor de la velocidad radial en un punto del PPI Doppler en una radial

aproximada 110 grados igual a 22,5 m/s que equivale a 81 km/h.

Tabla I:
Resultados del test del *forecast* para el caso núm. 1

	12:30	12:30	12:30	12:30
Hora base	12:30	12:30	12:30	12:30
Nivel	2	1	2	1
Inter. (min)	20	20	10	10
x corr	0,583	0,620	0,668	0,691
vel (km/h)	96	98	99	99
dir	289	288	284	284
cobertura t	2,9	5,1	2,9	5,1
cobertura t - Δt	1,7	3,5	2,1	4,3

Respecto a los resultados del test podemos decir que existe una mejor correlación al utilizar el CAPPI 1. Ello parece ir ligado en primera instancia a la mayor cobertura de los ecos en este nivel frente al número 2. Los valores de velocidad hallados son muy elevados y se han de tomar como buenos en orden de magnitud. Un problema a tener en cuenta es el hecho de que conforme se alejan del radar los ecos principales y sobrepasan el nivel de altitud constante del CAPPI 1, éstos son vistos por el radar a alturas progresivamente más altas.

Caso 2: 18/febrero/1992

Banda de precipitación moviéndose al Sur de Madrid con rumbo Oeste y alineación Oeste-Este. Ecos débiles procedentes del nimboestrato con posible convección débil. El radar estaba desajustado en esas fechas y por ello los valores absolutos de reflectividad no son válidos.

Tabla II:
Resultados del test del *forecast* para el caso núm. 2

	15:20	15:20	15:20	15:20
Hora base	15:20	15:20	15:20	15:20
Nivel	1	2	1	2
Inter. (min)	10	10	20	20
x corr	0,800	0,700	0,715	0,517
vel (km/h)	24	24	24	36
dir	270	270	270	270
cobertura t	6,8	1,7	6,8	1,7
cobertura t - Δt	6,2	2,0	6,3	1,8

Para intervalos igual a 10 minutos, valores muy iguales y con tendencia a valores concretos

igual que en el caso anterior. Para intervalos iguales a 20 minutos existen sensibles diferencias en la velocidad. Aparte del hecho de la menor cobertura en el CAPPI 2, posiblemente reflejan el hecho de la diferencia de velocidades reales entre los dos niveles. En todo caso, el sistema de precipitación se encuentra, en teoría, mejor representado por el nivel 1. Para sistemas del tipo predominante estratiforme de estación fría parece claro que este nivel es el que se ha de usar para representar el movimiento del sistema.

Caso 3: 15/julio/1992

En este caso, subdividido en cinco episodios, aparece una vaguada en altura avanzando hacia el Este barriendo toda la Península y dando origen a múltiples tormentas en las dos mesetas castellanas.

Subcaso 1: Bandas de precipitación con núcleos convectivos subiendo por el Valle del Tajo y conectando con otras bandas al Norte de Gredos en Ávila y Salamanca. Ecos por fuera del nivel del CAPPI 1. Reflectividades dkbiles menores a 38 dBz.

Tabla III:
Resultados del test del *forecast* para el subcaso núm. 1

Hora base	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30
Nivel	2	1	2	1	2	1
Inter. (min)	30	30	20	20	10	10
x corr	0,517	0,537	0,612	0,634	0,724	0,725
vel (km/h)	54	56	50	50	48	48
dir	191	190	194	194	180	180
cobertura t	3,1	2,8	3,1	2,8	3,1	2,8
cobertura t - At	2,0	2,0	2,1	2,1	2,5	2,4

Posiblemente estemos en los límites de utilización del módulo: ecos dkbiles con cobertura total pequeña y a gran distancia por lo que los ecos corresponderán a alturas superiores a las nominales de los CAPPI. Coeficientes de correlación muy parejos en los niveles 1 y 2 por la razón antes apuntada. Es de destacar la tendencia de los valores de intervalos 10 minutos hacia 180 grados de dirección cuando se observa claramente una pequeña componente Este en los ecos reales.

Subcaso 2: Caso parecido al anterior. Ecos aún lejanos, en los márgenes del CAPPI 1 pero aumentando la reflectividad. Valores superiores a 44 dBz en zona de Ávila en alturas cercanas a los 2,5 km.

Tabla IV:
Resultados del test del *forecast* para el subcaso núm. 2

Hora base	13:30	13:30	13:30	13:30
Nivel	2	1	2	1
Inter. (min)	30	30	20	20
x corr	0,49310,493	0,4610,454	0,635	0,613
vel (km/h)	49136	37149	40	41
dir	192/207	2071190	197	197
cobertura t	3,9	3,8	3,9	3,8
cobertura t - At	3,5	3,4	3,8	3,7

Los resultados dobles corresponden al máximo principal y al máximo secundario. Un caso curioso de intercambio de máximos según sea el nivel que elijamos para el intervalo de 30 minutos. Parece más real y representativo del movimiento el valor más bajo calculado mediante el nivel 1 ya que tiene más componente hacia el Este. El intervalo de 20 minutos da valores coherentes entre ambos niveles. Los valores más próximos a 190 y velocidades mayores pueden, como en el caso anterior, ser representativas del movimiento de los ecos en capas superiores del surco.

Subcaso 3: Ecos ya dentro del nivel de altitud constante de los dos CAPPI y en el margen Oeste del CAPPI 1. Crecen núcleos en la vertiente de Ávila de la sierra. Comienzan a aparecer ecos en la provincia de Toledo. Núcleos de tormentas desfilando en el CAPPI de Sur a Norte con una pequeña componente del Oeste. Un núcleo de nueva creación a las 14:10 sobre Navalperal de Pinares (unos km al Norte de Cebreros). Este nuevo núcleo aparenta un movimiento diferente de la banda que se aproxima.

Tabla V:
Resultados del test del *forecast* para el subcaso núm. 3

Hora base	14:30	14:30	14:30	14:30	14:20	14:20
Nivel	2	1	2	1	2	1
Inter. (min)	30	30	20	20	20	20
x corr	0,40/0,35	0,35/0,35	0,511	0,479	0,544	0,525
vel (km/h)	30118	26/8	30	31	31	32
dir	1951333	338/270	187	191	190	188
cobertura t	5,8	5,8	5,8	5,8	5,4	5,3
cobertura t - At	4,4	4,2	4,9	4,8	4,4	4,2

El pronóstico para intervalo 30 minutos queda confundido por la aparición en medio del período de un nuevo y potente núcleo por delante de la banda, dando correlaciones muy bajas y diferenciadas, muy grandes en el resultado según sea el nivel usado. En los casos de intervalos de

20 minutos aparece una ligeramente mayor correlación en los CAPPI 2. Esto se debe probablemente a la mayor cobertura y al hecho de que en tormentas jóvenes, aparecen las reflectividades más altas existiendo gradiente vertical negativo de reflectividad. Respecto a los casos anteriores se observa un descenso en los valores de la velocidad..

Subcaso 4: Continúan los desarrollos muy complejos en la provincia de Segovia cercanos a la Sierra de Guadarrama, pero aparecen nuevas líneas de tormentas con claro rumbo norte en la provincia de Toledo. El pronóstico aparecerá mediatizado por esta línea si bien los valores mayores de reflectividad se encuentran en las tormentas segovianas.

Tabla VI:
Resultados del test del forecast para el subcaso núm. 4

Hora base	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
Nivel	2	1	2	1	2	1
Inter. (min)	30	30	20	20	10	10
x corr	0,459	0,461	0,591	0,585	0,772	0,766
vel (km/h)	25	24	26	26	24	24
dir	185	187	180	187	180	180
cobertura t	6,9	6,6	6,9	6,6	6,9	6,6
cobertura t - At	5,8	5,8	6,0	6,0	6,3	6,2

Hora base	14:50	14:50	14:50	14:50	14:40	14:40
Nivel	2	1	2	1	2	1
Inter. (min)	20	20	10	10	10	10
x corr	0,603	0,585	0,761	0,752	0,769	0,754
vel (km/h)	24	24	24	24	24	24
dir	180	180	180	180	180	180
cobertura t	6,3	6,2	6,3	6,2	6,0	6,0
cobertura t - At	5,8	5,8	6,0	6,0	5,8	5,8

Los ecos más importantes continúan siendo los de 35 km debido a las fases tempranas de desarrollo de muchas de las tormentas. Ello hace que la mejor correlación sea la del nivel 2. No debemos olvidar, sin embargo, que lo que habremos de verificar en superficie es la llegada de la precipitación, no el movimiento de las zonas de formación de la tormenta. Continúa siendo mejor el resultado para 20 minutos que para 30 y continúa siendo sospechosa la uniformidad de datos para el intervalo de 10 minutos. Las correlaciones mejoran frente al caso anterior.

Subcaso 5: Sigue la actividad convectiva muy intensa al Norte de la sierra en la provincia de Segovia aunque cada vez se delinear mejor los ecos de la línea de la provincia de Toledo. Aparecen ecos de nueva formación en Mora de Toledo.

Tabla VII:
Resultados del test del forecast para el subcaso núm. 5

Hora base	15:30	15:30	15:30	15:30	15:20	15:20
Nivel	2	1	2	1	2	1
Inter. (min)	30	30	20	20	20	20
x corr	0,518	0,469	0,625	0,584	0,609	0,576
vel (km/h)	27	27	30	28	28	28
dir	199	202	189	189	192	192
cobertura t	8,4	7,8	8,4	7,8	8,2	7,8
cobertura t Δt	6,9	6,6	7,2	7,2	6,9	6,6

Mejor correlación para intervalo de 30 minutos. Pocas diferencias en todos los casos que indicarían una estabilización general de la evolución de los sistemas observados por el radar. El tanto por ciento de cobertura de los nuevos ecos debe de ser poco importante frente a lo que ocupan los sistemas ya desarrollados y con un movimiento neto.

Conclusiones.

Sin perjuicio de ulteriores estudios, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

a) Se debe tener en cuenta que, en el intervalo espacial entre el círculo que indica el área del nivel constante de los CAPPI y el radio de 208 km en los que tiene en consideración los ecos el módulo, éstos son tomados a niveles superiores a los nominales de CAPPI. Si todos o gran parte de los ecos están en esa zona, el movimiento calculado corresponderá a un nivel superior al nominal.

b) Correlaciones inferiores a 40 por ciento nos debe de hacer sospechar de la bondad de las mismas. Las causas pueden ser: cobertura débil, formaciones o desapariciones de células cuando hay poca cobertura, excesiva velocidad de los ecos y por tanto evolución muy rápida.

c) Mantenimiento del nivel 1 como el de elaboración de los pronósticos debido a su mayor significado meteorológico y a su mayor eficacia en situaciones de precipitaciones generalizadas, al tener mayor cobertura que el nivel 2. El CAPPI 0 se descarta por estar fuertemente influenciado por la orografía y la eliminación de ecos de tierra.

d) Propuesta de disminuir a 20 minutos el tiempo de intervalo entre los CAPPI, si bien se requerirían algunas comprobaciones finales.