

PRONOSTICO A SEIS DIAS EFECTUADO EN EL ECMWF PARA LA EVOLUCION DE LA ATMOSFERA EN EL BAJO GUADALQUIVIR

Andrés Sáez Rivilla

SECCION DE CLIMATOLOGIA DEL C.M.Z. DE SEVILLA

1. EL PRONOSTICO A MEDIO PLAZO

El Centro Europeo inició de manera operacional sus predicciones a medio plazo en agosto del año 1979. Su influencia en estos diez años transcurridos ha sido decisiva para tales pronósticos, los cuales se diferencian de los pronósticos más familiares a corto plazo por perder su carácter estrictamente determinista, esto es, los pronósticos en tanto dure su validez reflejarán los valores iniciales a través de leyes estadísticas, no por sus valores concretos.

Las ecuaciones de integración son las mismas de siempre, descubiertas en el siglo XVIII por Euler y otros, y quizás por esto se las llame primitivas a las ecuaciones del modelo. El cambio radical proviene del tamaño del dominio de integración, que en la predicción a medio plazo pasa a ser hemisférico o global. Al resultar insuficientes a estas escalas el número y distribución de las redes de observación actuales y quizás también futuras, para poder proceder a partir de las mismas a la determinación del estado inicial del sistema, se han creado unas nuevas disciplinas para resolver este problema, conocido como problema de inicialización. Su solución se complica al ser las ecuaciones primitivas un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales no lineales, que admiten soluciones de muy diversas escalas, incompatibles en ocasiones entre sí para la adecuada solución de este problema de inicialización.

La necesidad también de tener que discretizar el sistema para poder proceder a la integración, hace que queden filtrados automáticamente una serie de procesos atmosféricos, lo que introduce nuevos errores en la solución.

El método numérico de integración elegido fue el de las diferencias finitas, en vigor hasta el año 1985. A partir de esta fecha se cambia el método, adoptándose el de integración por elementos finitos. De esta forma se reduce o elimina completamente el fenómeno de "aliasing", por el que la energía de los procesos de alta frecuencia aparece artificialmente contenida en la banda de las bajas frecuencias del espectro atmosférico.

2. DEMANDAS DE CALCULO

Debido a la gran extensión del dominio de integración elegido, no podemos reducir arbitrariamente la separación de los puntos del mallado, dado el gran volumen de cálculo que está implicado en el proceso. A pesar de la gran potencia de cálculo que poseen los actuales "supercomputers", esto está todavía así. Sólo se puede avanzar hacia una estructura más fina en el mallado a expensas de una reducción del dominio de integración, si bien ahora ya no puede hablarse de una predicción a medio plazo propiamente dicha, dado que los nuevos errores introducidos por las condiciones de contorno tienden a invalidar la solución más allá de dos días. Para tales Modelos Locales de Malla Fina (MLDMF), el método de integración más adecuado vuelve a ser nuevamente el método de las diferencias finitas.

El "supercomputer" que opera en el Centro Europeo es un CRAY X-MP con dos procesadores. A diferencia de los ordenadores más convencionales, conocidos como escalares, los supercomputadores tienen la capacidad de operar sobre vectores como entidad, mediante una sola instrucción, por lo que también se les denomina como ordenadores vectoriales.

3. UN EJEMPLO DE PRONOSTICO A SEIS DIAS

Durante mi participación en el módulo M4, bajo la dirección de un tutor y formando equipo junto con dos asistentes más al mismo, se nos propuso como ejercicio redactar un pronóstico a seis días para un área geográfica que me era muy familiar, pues correspondía con mi lugar de procedencia, Sevilla. La fecha era la del 14 de junio de 1985:

D+0 13, thursday
D+1 14, friday
D+2 15, saturday
D+3 16, sunday
D+4 17, monday
D+5 18, tuesday
D+6 19, wednesday
D+7 20, thursday

3.1. PLANTEAMIENTO

El pronóstico debería contener los valores concretos de las temperaturas extremas en su fase inicial (días 15 y 16). En el resto del período, dada la naturaleza anteriormente expuesta de la predicción a medio plazo, sólo habría de incluirse los posibles cambios de estado de la temperatura media que pudieran producirse. Añadir, el resto de los ingredientes de todo pronóstico como posibilidad de lluvia, vientos fuertes, riesgo de tormentas, etc., pero, eso sí, sin pretender una cronología demasiado precisa de tales fenómenos dentro de las fases intermedias o final del período de validez del mismo.

Sabido es que la varianza de la temperatura observada en superficie (predicando), es explicada en su mayor parte por los predictores (parámetros de salida directa del modelo) T_a 2m y T_a 1000 mbs. Para el mes de junio en el que nos encontrábamos, en el que suelen ser muy favorables las condiciones para la convención, pueden ser también buenos predictores de la temperatura, T_a 850 mbs y el espesor 1000/500. Por tanto, se consultaron todos los mapas referidos a tales predictores dentro del período de pronóstico; asimismo, se consultaron los análisis más recientes, que eran los del día anterior, jueves 13 de junio.

También se pudieron obtener los climogramas de T 2m para Sevilla mediante consulta al Banco de Datos del ECMRWF, que correspondían a la estación de invierno 1984/85. La lámina (1) muestra el correspondiente a D+3. En la interpolación que realiza el sistema para obtener el valor del predictor en el lugar que se necesita la predicción, intervienen los valores del modelo, que se hallan interpolados en el Banco de Datos en un mallado estándar de 1.5 grados por 1.5 grados, en todos los nodos de las casillas que rodean a la casilla que contiene a Sevilla, tal como se muestra en la lámina (2). Observemos que algunos de estos puntos están sobre el océano, lo que puede justificar la menor variabilidad que se manifiesta para el predictor que para el predicando (medidas), en la lámina (1) anteriormente referida. Los errores de un marcado "bías" negativo también son visibles, posiblemente debido a una mala parametrización del modelo para la zona en estudio, o bien debido a una defectuosa inicialización del mismo.

En lo referente a precipitación, los productos del modelo no daban probabilidad de precipitación alguna para la zona. No obstante esto, se tomó buena nota de los pronósticos D+5 (consultar láminas 6 y 7).

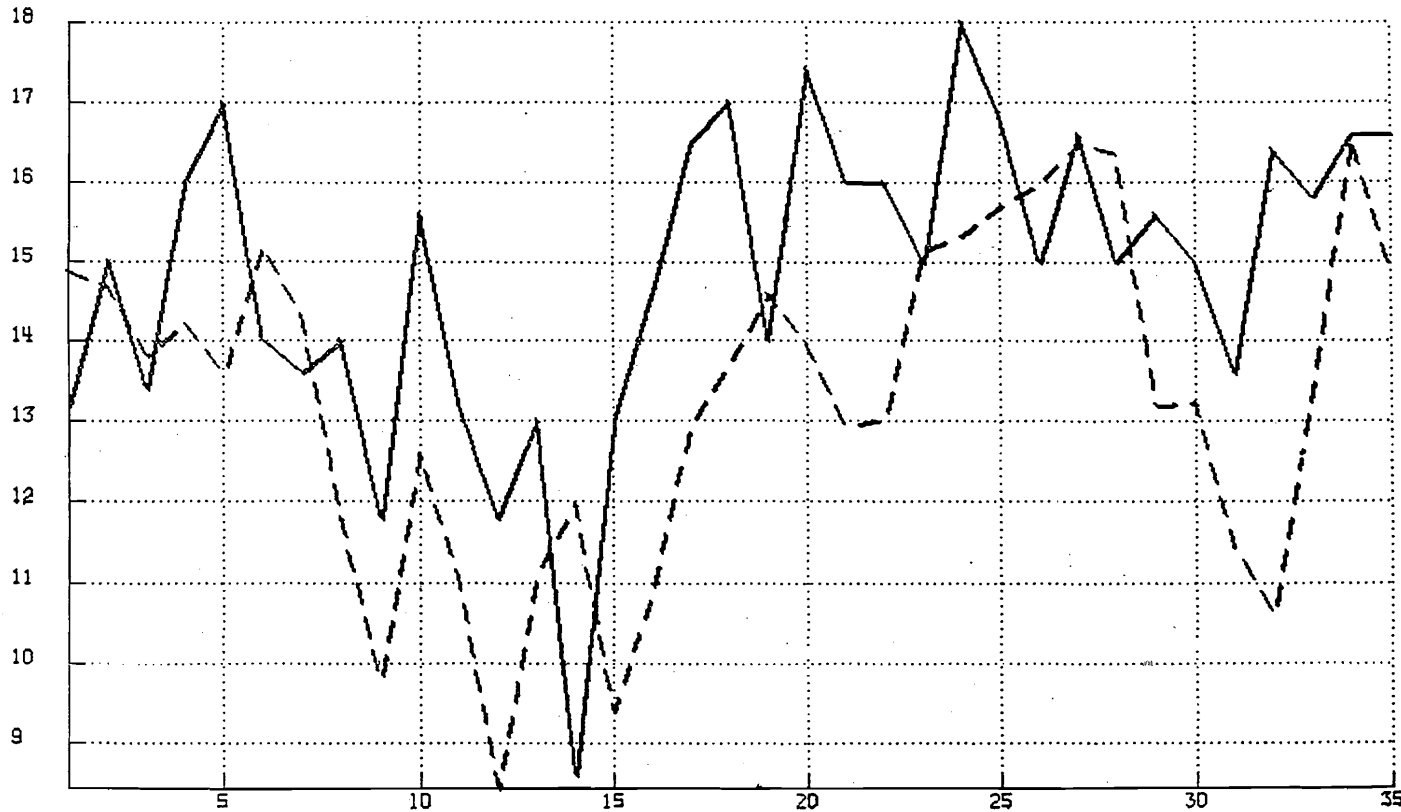
3.2. PRONOSTICO (líneas generales)

Día 15, sábado: $t_{\min}=16$ C; $t_{\max}=30$ C; características de buen tiempo.

Día 16, domingo: $t_{\min}=18$ C; $t_{\max}=32$ C; sin cambios.

SEVILLA TEMPERRTURE FROM 841201 TO 850228

PARAM. NO = 1
 PARAM. NO = 8



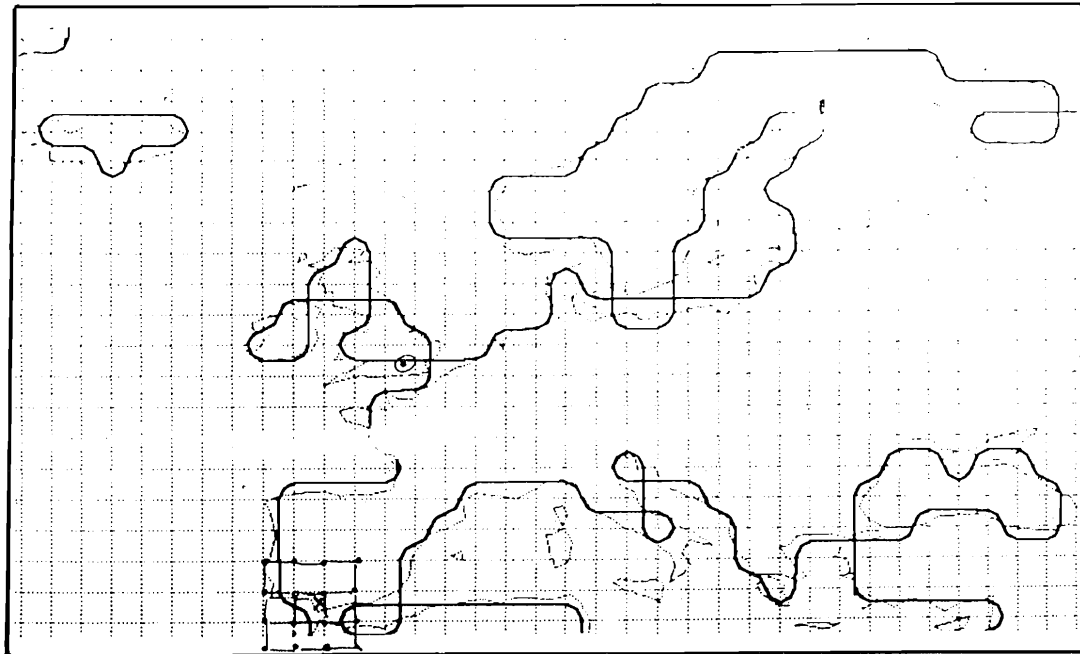
TYPE	NO.	PARAMETER	LEVEL	STEP	AREA-MEAN	AREA-INTER	DERIVATION	II=
PREDICTAND	1	2M TEMP	08	0	72			1 STEPS
PREDICTOR	8	T AT 2 M		0	72	NO AVERAG.	TO STATION	NO DERIV. NO AVERAG

Días 17 y 18: tormentas vespertinas, suavización de temperaturas.
Días 19 y 20: nuevo período de buen tiempo y subida de temperaturas.
No se tomó en consideración, a lo largo de todo el período de pronóstico, la posibilidad de vientos fuertes.

Una vez redactado el pronóstico, y firmado por los distintos componentes del equipo, éste se entregó al tutor (viernes 14 de junio).

3.3. VERIFICACION

A partir del tercer día de pronóstico (lunes 17) se hizo un seguimiento diario del cumplimiento del pronóstico, teniéndose como referencia principal las partes synop de 00.00, 06.00, 12.00 y 18.00 Z. Consultar lámina (3).



✱ Sevilla

LAMINA 2

⊙ Reading

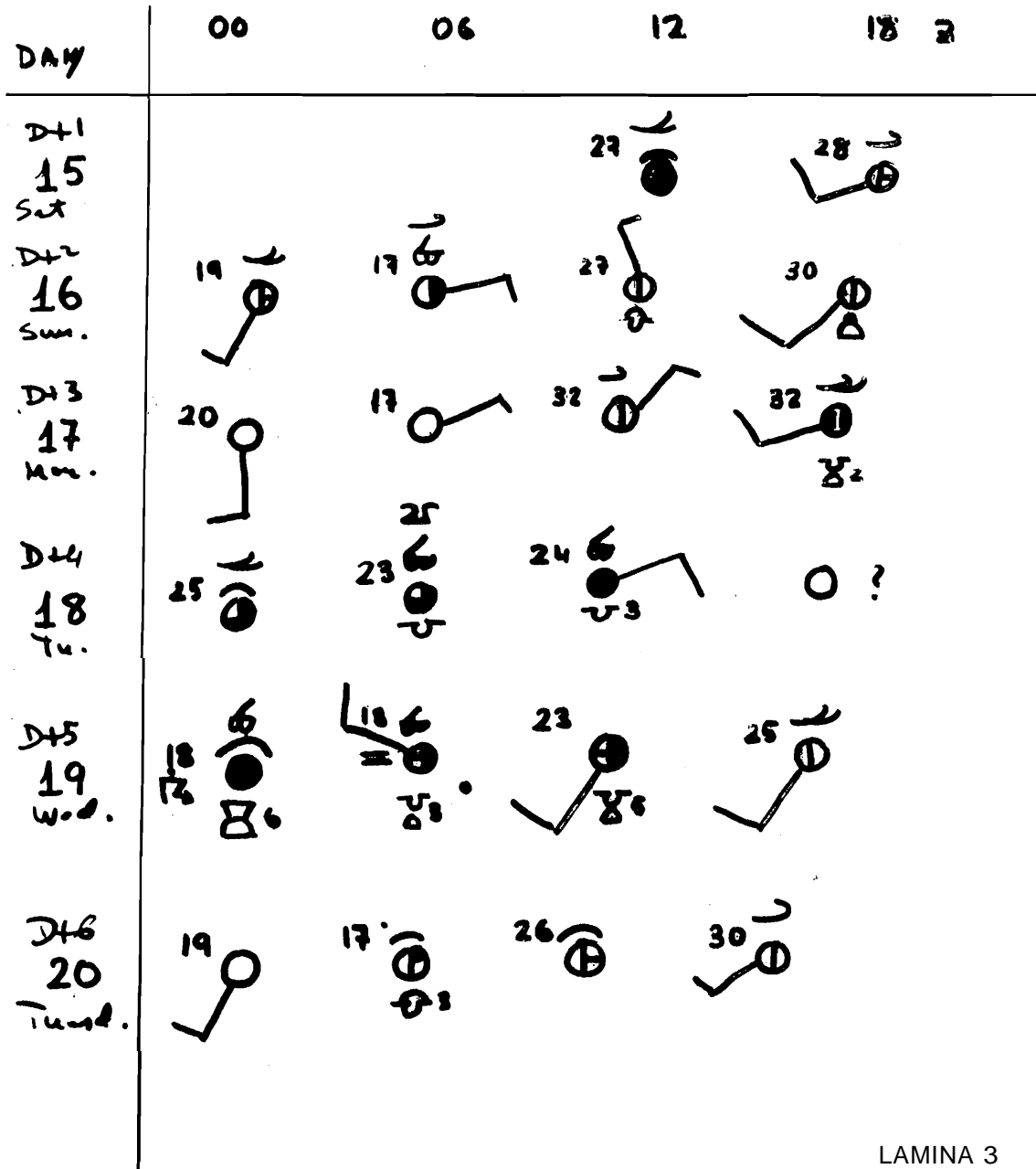
Figura 16. Plano horizontal del modelo ECMWF y del modelo de la línea de costa

3.4. SESION FINAL

El viernes 21 de junio se hizo defensa y justificación de todos aquellos pronósticos que, a juicio de sus respectivos tutores, se habían correspondido más o menos acertadamente con la realidad a lo largo de la fase de verificación. En lo que respecta al pronóstico de Sevilla, hice resaltar la idea de que las lluvias y tormentas del día 18, no tenidas en cuenta en el modelo, pero que se hallaban incluidas en el pronóstico, habían sido consecuencia del aporte adicional de información que es patrimonio de un predictor local con experiencia en la zona de pronóstico, como era precisamente este caso de Sevilla.

Consecuencia de esta experiencia, y teniendo muy presentes los mapas D+5, para el martes día 18, se establece una especie de interacción M-M (Modelo-Meteorólogo) que crea un M.O.S. (model output statistics) especial y muy eficaz, no superado aún para la predicción local por el M.O.S. usual de la máquina. En efecto, el flujo a gran escala manifestado en los mapas D+5, venía anunciándonos la coreografía más probable para los fenómenos de pequeña escala que iban a tener lugar el día 18, dado que por una parte se nos abría la posibilidad de lluvias en la

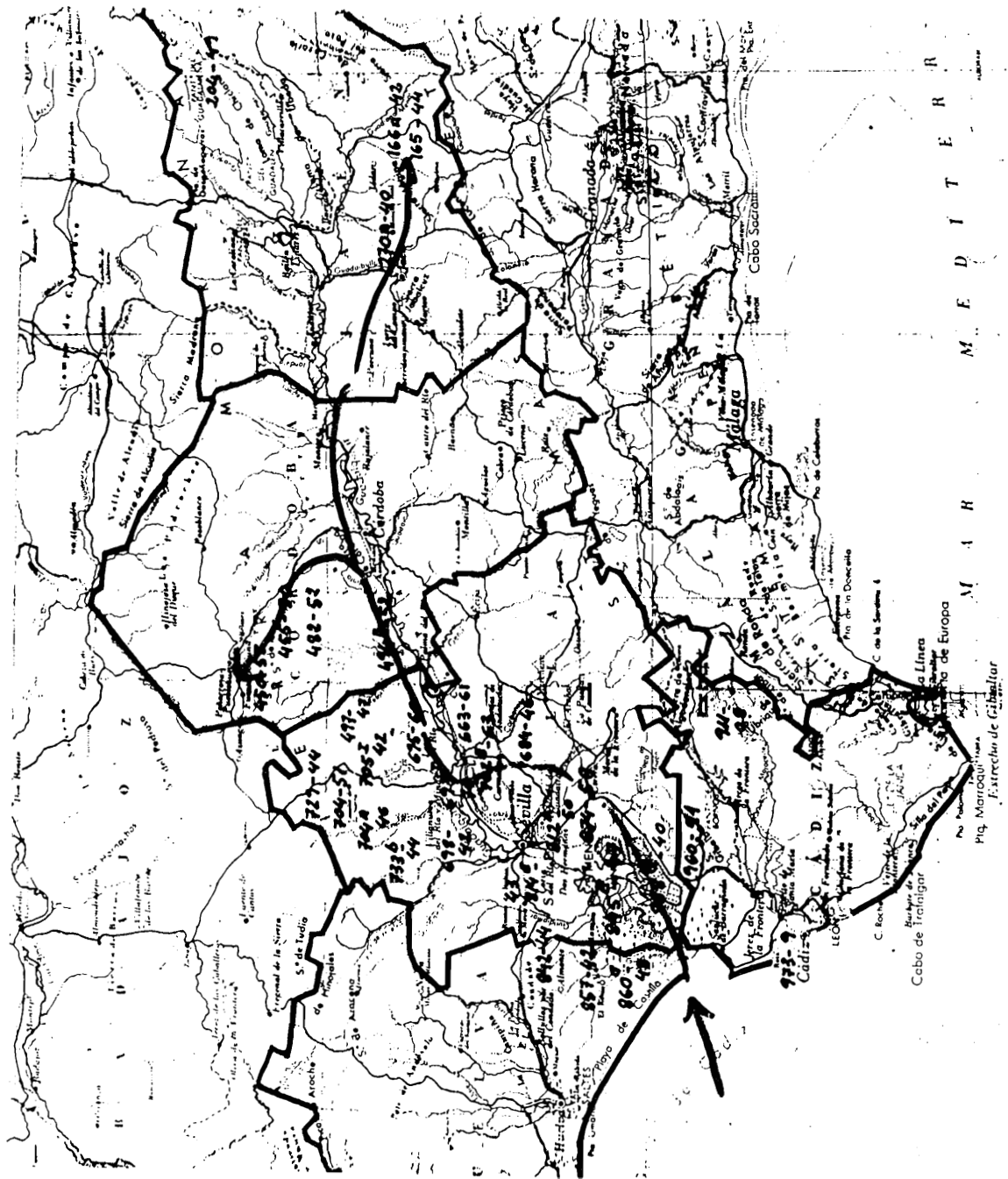
zona de pronóstico, y por la otra, nos llevaba a pensar en la climatología de la segunda decena del mes de junio, donde la lluvia, de producirse, tiene siempre un origen tormentoso. En este mismo período y por esta causa en Sevilla, en el año anterior de 1984 se había registrado una precipitación de 63 l/m².



LAMINA 3

4. UN ANALISIS POSTERIOR

El seguimiento a través de los partes synop, espaciados cada 6 h., que se hizo de esta situación desde el Centro Europeo, nos había filtrado cuestiones espacio-temporales muy importantes. Revisados los archivos climáticos, comprobamos ahora que, al no haber informado en el pronóstico de la posibilidad de vientos fuertes, no se fue consecuente. En efecto, en el diario meteorológico del observatorio de Sevilla Arpto. S. Pablo figura viento fuerte en la



LAMINA 4

fecha del día 18, a pesar del escaso gradiente de los mapas sinóptico—Evidentemente, hay que dar cuenta de tales vientos que van asociados a las tormentas, principalmente en su fase de desarrollo, que aunque de carácter muy local, y bastante transitorios, pueden llegar a causar daños importantes.

En el otro observatorio de la capital, el de Sevilla Tablada, se registra en esta misma fecha una anomalía térmica bastante acusada. La oscilación térmica se reduce prácticamente a la mitad de la del día anterior, la temperatura mínima se registró durante la tarde, a las 20,40 h., probablemente coincidiendo con el paso de la tormenta por la ciudad, siendo su valor de 17.8 c, y a partir de este instante se produce una isotermia centrada alrededor de los 18 C que se prolonga durante toda la noche, hasta la madrugada del día 19. En la observación de las 07.00 Z de este último día los cielos ya vuelven a aparecer completamente despejados sobre la ciudad, contrastando con los cielos completamente cubiertos del día 18.

Para cobrar una idea de la extensión e intensidad del fenómeno tormentoso se han planteado las precipitaciones que en el día 18 (pluviométrico) superaron los 40 l/m². Consultar la lámina (4). Las cantidades de tres cifras que en ella figuran indican la estación (su indicativo climatológico dentro de la Cuenca 5). Se ve en la misma que la provincia menos afectada por el fenómeno tormentoso fue Cádiz, tanto que Grazalema, tan lluviosa en otras situaciones, no llega a 1 l/m². La más afectada fue Sevilla, llegándose a los 78 l/m² en la estación 697 C Tocina, de la Comisaría de Aguas, situada junto al río aguas arriba de la capital, la cual, paradójicamente, no figura en la lámina (4).

CENTRO METEOROLOGICO ZONAL DE SEVILLA
SECCION DE PREDICION Y CLIMATOLOGIA
PRONOSTICO VALIDO A PARTIR DE LAS 09.30 Z DEL DIA 17-6-85

Día 17. Régimen de vientos flojos o moderados del Noreste, que en el Estrecho y a partir de la tarde, serán de Levante más fuertes. La nubosidad será generalmente escasa y de evolución diurna. Las temperaturas continuarán con valores moderadamente altos y con 26° C, como valor más probable de la máxima.

Día 18. Continuará el régimen de vientos de componente Este que en el Estrecho serán fuertes, cori rachas cercanas a valores de temporal, y en el resto serán moderados del Noreste. La nubosidad será escasa, salvo en el área del Estrecho, donde será más abundante, así como en zonas de la provincia de Granada. Las temperaturas se mantendrán con valores similares a los de días anteriores, siendo de 16° C. el valor más probable de la mínima.

LAMINA 5

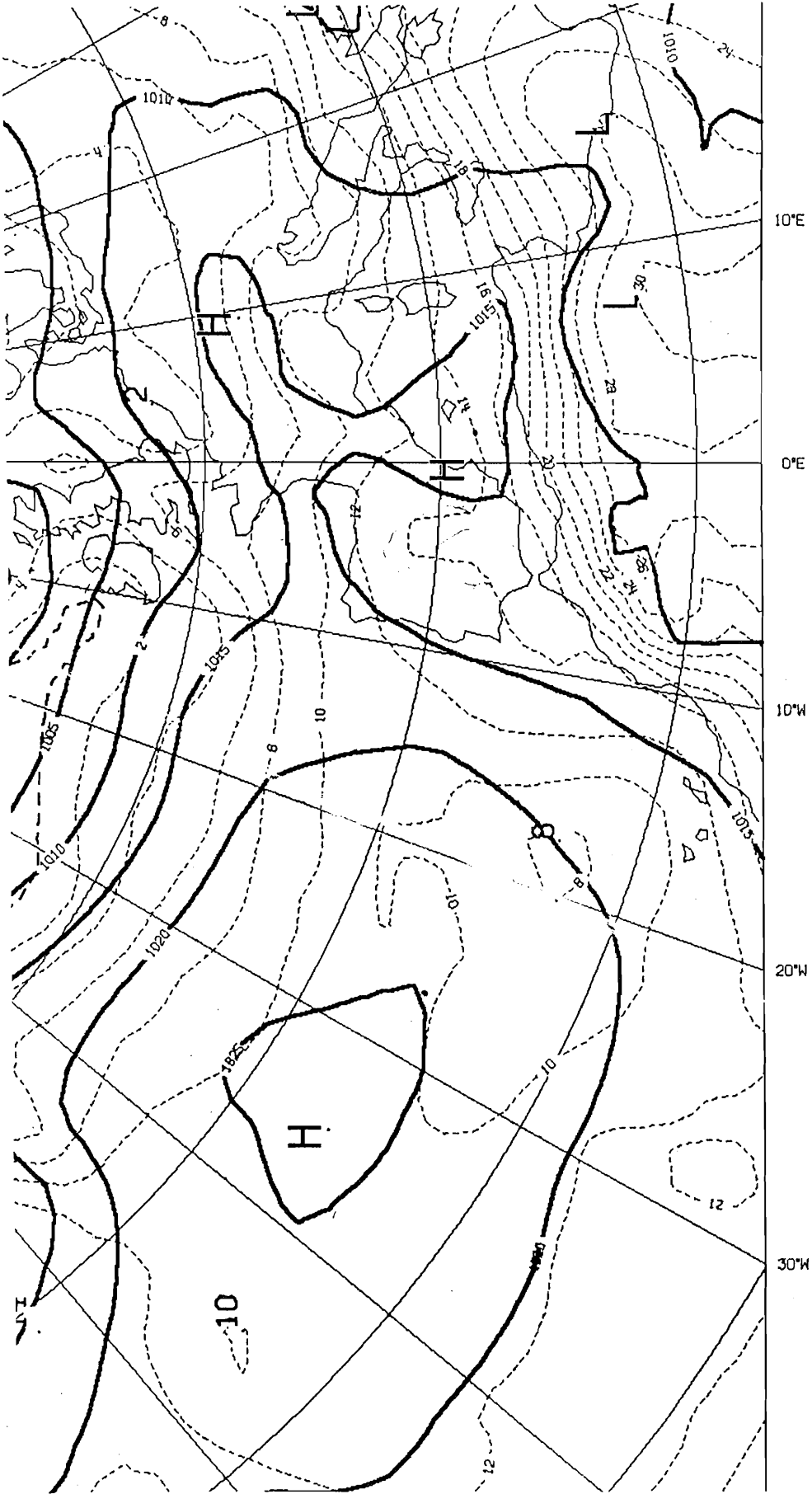
Si hacemos coincidir las trayectorias de las tormentas con los focos de mayor precipitación, el camino seguido por éstas pudo ser como sigue: Penetraron por el mar por la desembocadura del río Guadalquivir, para seguir en línea recta, atravesando la Marisma, hasta la localidad de Utrera (Sevilla), donde descarga 58 l/m². A partir de aquí se recurva su trayectoria para ir a buscar nuevamente el curso del río a la altura de Tocina (Sevilla), donde tiene lugar el máximo pluviométrico, al que antes nos hemos referido. Atrás había quedado la localidad de Carmona (Sevilla), con un registro amenazador de 63 l/m². Ya no abandonarán el curso del río hasta llegar a las proximidades de Córdoba capital y, a partir de aquí, seguir los caminos muy diferenciados, uno hacia el NW de esta provincia y el otro camino de Jaén, donde en su capital se registran 40 l/m².

Los observatorios de Sevilla capital tampoco figuran en la referida lámina (4), pero esta vez debido a que la lluvia no alcanzó en ellos la cantidad umbral de los 40 l/m² arbitrariamente establecida para ello:

Sevilla Tablada 25.2 l/m².

Sevilla Arpto. S. Pablo 26.7 l/m².

Para finalizar, es muy interesante consultar la predicción oficial del Centro Meteorológico Zonal de Sevilla, para aquella fecha del 18 de junio de 1985, lámina (5), vista la situación desde el día anterior, 17 de junio de 1985.



12Z ECMWF FORECAST D+5 VT: TUESDAY 85/06

LAMINA 6

