

# ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LLUVIAS INTENSAS EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL: REVISIÓN DE UN EPISODIO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

Jesús Riesco Martín  
Víctor Alcover Ronda

GPV del CMT en Valencia. INM

## RESUMEN

Se ha venido observando durante los últimos años, de manera operativa en el Grupo de Predicción y Vigilancia del Centro Meteorológico en Valencia (INM), una serie de episodios meteorológicos que presentaban como rasgo identificativo común, el de la generación de lluvias intensas asociadas a sistemas nubosos con convección poco profunda. Las consecuencias de las precipitaciones intensas ocasionadas por aquéllos son muy perniciosas, debido entre otros motivos a la persistencia que suelen manifestar. Trataremos de revisar algunas ideas al respecto y resumir un caso paradigmático de este tipo de situaciones, cual es el que tuvo lugar el día 11 de septiembre de 1996 en la Comunidad Valenciana, considerado como marco de referencia básico en el análisis que nos ocupa. Dicho tipo de lluvias, denominadas cálidas, resultan de difícil detección y predicción en tareas operativas.

### 1. Introducción

Es bien conocido el problema que generan las lluvias intensas en la zona este de España, sobre todo durante la época otoñal, surgidas básicamente como consecuencia de la inestabilidad atmosférica en las capas más bajas de la troposfera. El mar Mediterráneo se convierte en primer responsable por su aporte de calor y humedad a la masa de aire que lo sobrevuela. Ahora bien, hay varios procesos físicos de origen marítimo conducentes a dichos episodios de gran pluviosidad. En primer lugar se observa que la mayoría de las lluvias intensas o inundaciones repentinas tienen naturaleza propiamente **convectiva**, que en la vertiente mediterránea suelen estar asociadas a Sistemas Convectivos de Mesoescala. Entre ellos es común encontrarse con pequeños sistemas nubosos que aunque sin presentar grandes desarrollos verticales, son también generadores de precipitaciones intensas. Es también destacable el hecho de que a veces la situación presenta naturaleza **no esencialmente convectiva**, como en los casos en que la presencia orográfica se torna como hecho fundamental. Pero en resumidas cuentas, de lo que se trata es de lo mismo, aire húmedo que asciende, se condensa y produce cantidades importantes de precipitación.

#### 1.1 Sistemas Nubosos Mediterráneos

Por todo lo anterior, solemos utilizar la expresión "**SISTEMAS NUBOSOS MEDITERRÁNEOS**", para hacer referencia a todos aquéllos que pueden generar lluvias intensas en el Mediterráneo Occidental. Con ello quedarían englobados desde los sistemas convectivos hasta aquéllos en que no existe convección o bien ésta no es el principal ingrediente. Centrándonos en los primeros, podemos distinguir por un lado, los grandes Sistemas Convectivos de Mesoescala (a veces incluso Complejos Convectivos según la definición de Maddox), caracterizados por presentar en algunas fases y lugares convección profunda, y por otro, los pequeños sistemas nubosos con convección somera (con escaso o moderado desarrollo vertical) y cuyo caso nos ocupa en este documento. Además los efectos que producen ambos tipos de sistemas pueden ser en muchos casos de magnitudes similares en cuanto a pérdidas de bienes materiales y/o humanas. Por lo tanto y en resumen, debemos diferenciar entre Sistemas asociados a convección profunda y Sistemas asociados a convección poco profunda. Estos últimos suelen estar constituidos por nubes cálidas, presentando topes nubosos con temperaturas no muy frías y que generarán casi exclusivamente precipitación líquida.

### 2. Caracterización de las lluvias cálidas

Caracena et al (1979) ya hacían acopio de las características principales de las células convectivas asociadas a "lluvias cálidas" en una situación particular en latitudes medias: número reducido de rayos, ausencia de granizo, temperatura de los topes nubosos relativamente cálidas y precipitación eficiente. En

el Grupo de Predicción y Vigilancia de Valencia, y tras varios años de experiencia con este tipo de situaciones asociadas a lluvias cálidas, se han considerado relevantes algunos aspectos que a continuación se pasan a describir.

## 2.1 Propiedades físicas de la masa de aire

Las lluvias intensas de tipo cálido tienen lugar normalmente a finales de verano y durante el otoño, si bien también hay constancia de algún episodio invernal. Están asociadas a un intenso flujo en niveles troposféricos bajos, que advecta una masa de aire que se ha inestabilizado por contacto con la superficie del agua del mar Mediterráneo (con temperaturas en algunos casos superiores a los 22 °C). La longitud del recorrido sobre el mar, así como el contraste térmico entre la masa de aire en las capas más bajas -aproximadamente los primeros 800 metros- y la superficie del agua del mar, son los principales responsables del grado de inestabilización del estrato “bajo”. En niveles medios suele aparecer una baja o vaguada con zona de salida difluente sobre zona terrestre o marítima de la parte oriental de la Península Ibérica. El forzamiento dinámico en capas medias suele ser bastante débil. Los sistemas nubosos asociados tienden a aparecer bastante lejos del núcleo de la baja en capas medias no conectando con bolsas muy frías en niveles superiores, de ahí que el Nivel de Equilibrio (tope de las nubes) sea bajo y el valor del parámetro *CAPE* (energía convectiva disponible), poco significativo o nulo en muchos casos. Los vientos son flojos en capas medias-altas y la cizalladura vertical, débil. Otras características son que la inestabilidad suele ser muy grande en un espesor relativamente pequeño, y la base de la nube, bastante baja. Además, otras notas a destacar son, la persistencia de un intenso flujo en niveles bajos, el gran contenido de vapor de agua de la masa atmosférica en las capas inferiores y un forzamiento orográfico debido a existencia de alineaciones montañosas litorales y prelitorales que intersectan normalmente a dicho flujo, suministrando la energía necesaria para el desencadenamiento en un gran número de ocasiones de precipitaciones intensas a barlovento de las montañas (Figura 1).

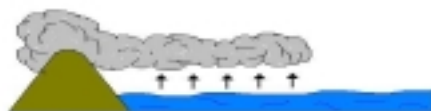


Figura 1: Importancia de la presencia orográfica en la generación de las lluvias cálidas

Se puede hablar por tanto, de la presencia de un continuo e importante caudal de humedad que descarga en forma de precipitación. Este caudal tiene poco desarrollo vertical pero se va regenerando conforme pasa el tiempo. En el *GPV* de Valencia se suele utilizar la nomenclatura de "**LLUVIA ADVECTIVA**" para referirse a este tipo de precipitaciones. Parece un modo bastante gráfico de referirse a tales manifestaciones pluviométricas. La persistencia en la llegada de nuevos sistemas nubosos, -efecto tren-, hace que la peligrosidad aumente sobremanera.

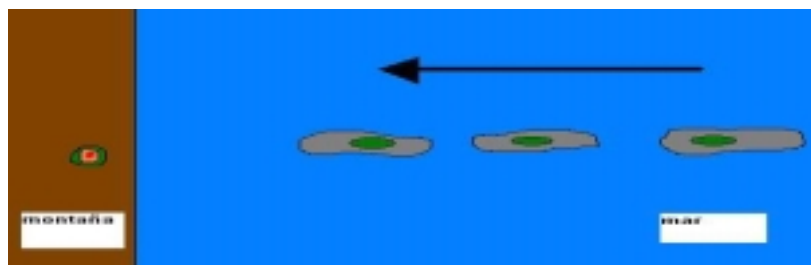


Figura 2: Efecto tren convectivo

Las precipitaciones son líquidas prácticamente en su totalidad, presentado gran eficiencia. Las intensidades suelen ser fuertes o muy fuertes, y de larga duración en gran número de ocasiones. Las lluvias se llaman cálidas por proceder de nubes con topes “cálidos” (no muy fríos), cayendo la precipitación casi exclusivamente en forma líquida. En algunos casos pueden existir simultáneamente

durante un episodio, incluso en zonas no muy alejadas, convección profunda y convección no profunda (de topes cálidos). Parece que la convección profunda necesita de la presencia de más ingredientes que la convección somera. Así, por ejemplo, en el primer tipo de convección, aparecen a menudo mecanismos dinámicos que favorecerían el ascenso de la masa de aire en niveles bajos, hasta conectar con bolsas frías en niveles medios. Entre tales mecanismos se pueden citar, zonas de convergencia en niveles bajos creadas, por ejemplo, como consecuencia de la aparición de zonas frontera separadoras de dos masas de aire, máximos de viento en niveles bajos, etc. Por contra, en las lluvias asociadas a convección poco profunda o incluso sin convección, es la presencia orográfica el factor último que fuerza a ascender al caudal de aire inestable que se topa con las alineaciones montañosas.

## 2.2 Aspectos Observacionales sobre lluvias cálidas

Resulta importante destacar la diferente información que nos proporcionan los variados elementos de observación empleados en el trabajo operativo de predicción meteorológica. Unos se complementan con otros, pues algunos por sí solos no aportan gran valor, o incluso pueden llevar a confusión. El radar sí que es de gran ayuda en gran número de casos. Mediante su uso podemos corroborar la existencia de topes nubosos precipitantes no muy elevados. Se visualizan ecos con reflectividades moderadas-intensas, aunque con valores máximos en general inferiores a los asociados a convección profunda. Los ecos están constituidos casi totalmente por gotas líquidas. Un radar puede no ver este tipo de precipitación si se produce lejos de su posición, debido a la baja elevación de los ecos y a la sobre elevación del haz conforme aumenta la distancia. El ascenso orográfico hace que aparezcan señales en el radar en zonas montañosas, aunque a veces no muy significativas. Aparecerá un tren convectivo realzado orográficamente, con la consiguiente descarga sucesiva de precipitación, en las sierras litorales y prelitorales. Los valores del *VIL* (contenido de agua en la vertical) son mucho menos importantes que los asociados a convección profunda, a pesar de que se ha de considerar la gran sensibilidad que presenta dicho producto respecto a la exploración radar. Por otro lado las relaciones *Z-R* para precipitación convectiva usual, empleadas por el INM, parece que efectúan una subestimación. La **actividad eléctrica** en forma de descargas nube-tierra es bastante baja (a veces casi nula). El número de rayos es muy inferior normalmente al asociado a la convección profunda. Analizando las **imágenes de satélite** se suele observar que los topes fríos en el canal infrarrojo no son tan llamativos como los asociados a convección profunda. Conviene utilizar varios realces para distinguir el tipo de desarrollo asociado a una estructura nubosa. Las técnicas de estimación de la precipitación en función de las imágenes visible e infrarroja pueden no ser representativas. Siempre es de grandísima utilidad el visualizar en tiempo real las acumulaciones puntuales de precipitación e hietogramas asociados. Otra herramienta muy importante es la red de **EMA's** del **INM** y, dada su gran cobertura espacial, la red de pluviógrafos automáticos del **SAIH**. La intensidad en episodios de lluvias cálidas suele oscilar entre moderada y muy fuerte, y mantenida durante largos intervalos de tiempo. Puntualmente la intensidad llega a ser torrencial.

## 3. Episodio del 11 de septiembre de 1996

La situación del 8 al 12 de septiembre viene marcada por el aislamiento y descolgamiento de una baja en capas medias, hasta situarse en el Suroeste peninsular, con posterior influencia en la generación de flujo de componente marítimo Mediterráneo en capas bajas. El día en que se producen las lluvias intensas de tipo cálido es el 11 de septiembre. Así todo, la baja en 500 hpa se coloca sobre el Golfo de Cádiz, caracterizada por una zona delantera de salida, con una **disposición difluente sobre el Este peninsular**. El forzamiento sobre ese territorio es levemente positivo pero con tendencia paulatina a aumentar. Esta configuración es la que produce un **flujo del este en capas bajas** por la generación de la **ciclogénesis de Argelia** (Figura 3). Se manifiesta de forma notabilísima un gran aumento del gradiente de presión en superficie durante el día, con intensificación del viento sobre las costas mediterráneas peninsulares, y caída de presión en superficie. Además la advección cálido-húmeda ha estado presente durante el episodio (a partir del giro del viento en las capas más bajas). Los puntos de rocío se tornaron cada vez mayores, próximos a 20 °C, y con ello el contenido de humedad de la masa de aire en niveles bajos.

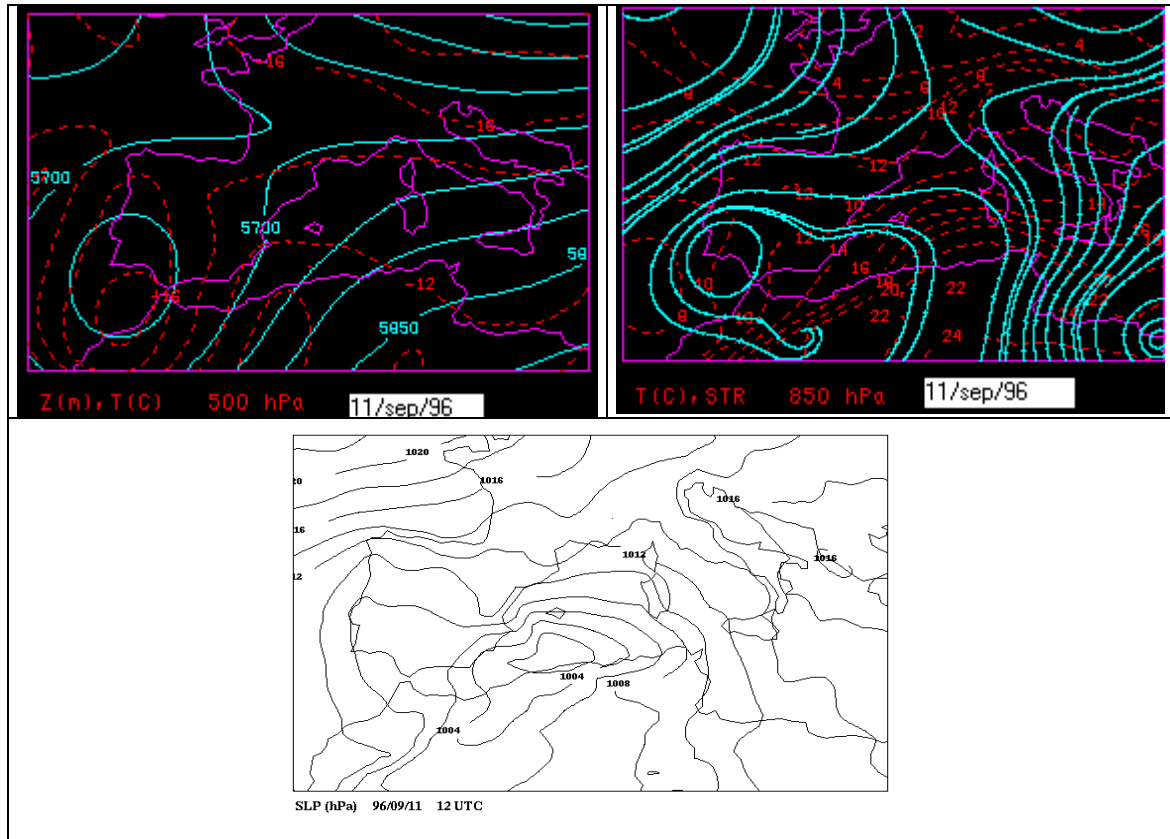


Figura 3: Análisis del día 11 de Septiembre de 1996 a 12 Z según el modelo *HIRLAM*

Las lluvias afectaron principalmente a la Safor, comarca del litoral Sur de la provincia de Valencia, durante la mañana y horas centrales del día. La torrencialidad y persistencia estuvieron presentes en la zona donde el flujo fue más intenso en capas bajas. Además la orografía próxima al litoral ayuda a que la cálida y húmeda masa en niveles bajos se eleve. Así se recogen valores en torno a 500 mm en 24 horas en Tabernes de la Valldigna (Valencia). Las intensidades fueron localmente torrenciales (Figura 4).

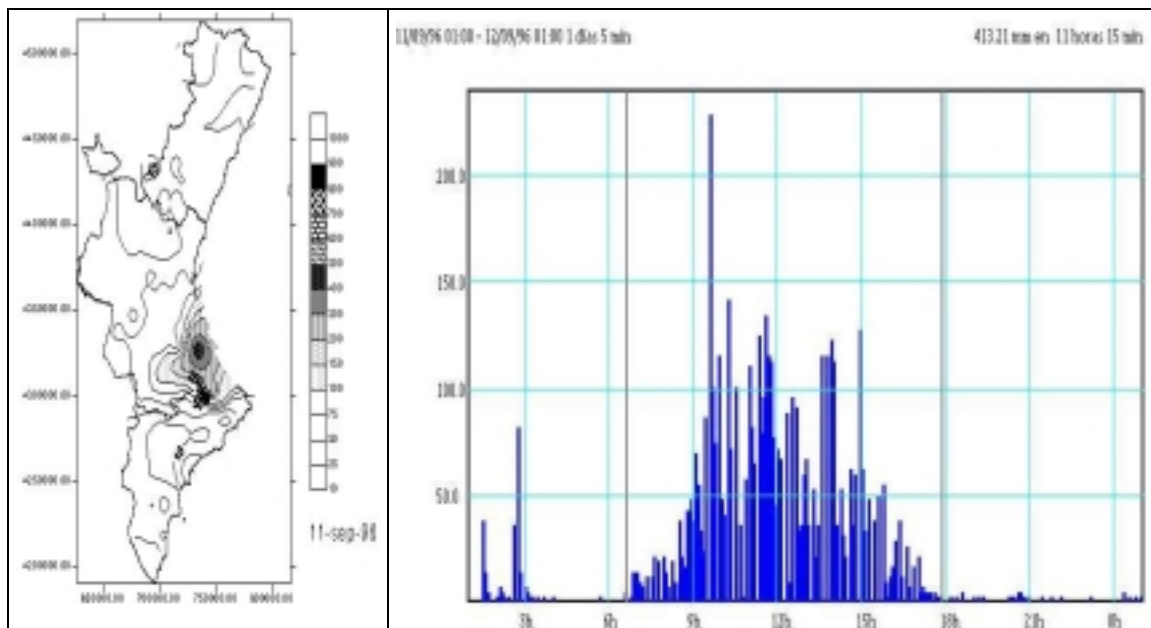


Figura 4: Lluvias del día pluviométrico, junto al hietograma de Pinet (obtenido de la red SAIH)

### 3.1 Sistemas Convectivos surgidos a lo largo del día

Un sistema pegado a la costa del Golfo de Valencia surgió durante la mañana. En niveles medios el flujo es muy débil -zona difluente bastante alejada del centro de la depresión-. En capas bajas la circulación es claramente del este, con intensidad moderada. Es precisamente en la zona del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante donde el viento se acelera llegando con persistencia a lugares costeros. La presencia orográfica será un factor fundamental para la liberación de la energía convectiva. Los desarrollos no son profundos y el número de descargas eléctricas nube- tierra es bajo. El flujo marítimo (cálido-húmedo) queda anclado en la zona referida durante varias horas, e interacciona con la orografía dando lugar a una acumulación de importantes cantidades de precipitación. Un gran caudal de humedad llega continuamente y es forzado a elevarse por la orografía. Los desarrollos no son muy altos. En cambio, durante la tarde aparece un Sistema Convectivo de Mesoescala, originado en zonas costeras próximas al Cabo San Antonio. Su génesis parece ser una marcada zona frontera en niveles bajos de dos masas de aire bien diferenciadas. Se aprecia en el análisis mesoescalar objetivo en superficie, una masa más fría al norte y una más cálida y húmeda al sur, como se destaca en la frontera ciclogénética marcada ya con anterioridad -durante la mañana- en diversos campos térmicos en superficie, cuyos gradientes son reveladoramente acusados. Hay que destacar el giro del viento en la masa más fría (al norte), pasando a ser del NNW, ayudando sobremanera a la aparición de una especie de frente bastante activo, introduciéndose el aire frío, a modo de cuña, por debajo del aire cálido de procedencia sureña. Se formaría, pues, un gran sistema convectivo organizado (¿supercélula?) sobre esa zona frontera. El movimiento es rápido hacia el Este, afectando posteriormente a Ibiza. Los desarrollos nubosos presentan, pues, gran espesor vertical. Existe una gran organización, así como actividad eléctrica.

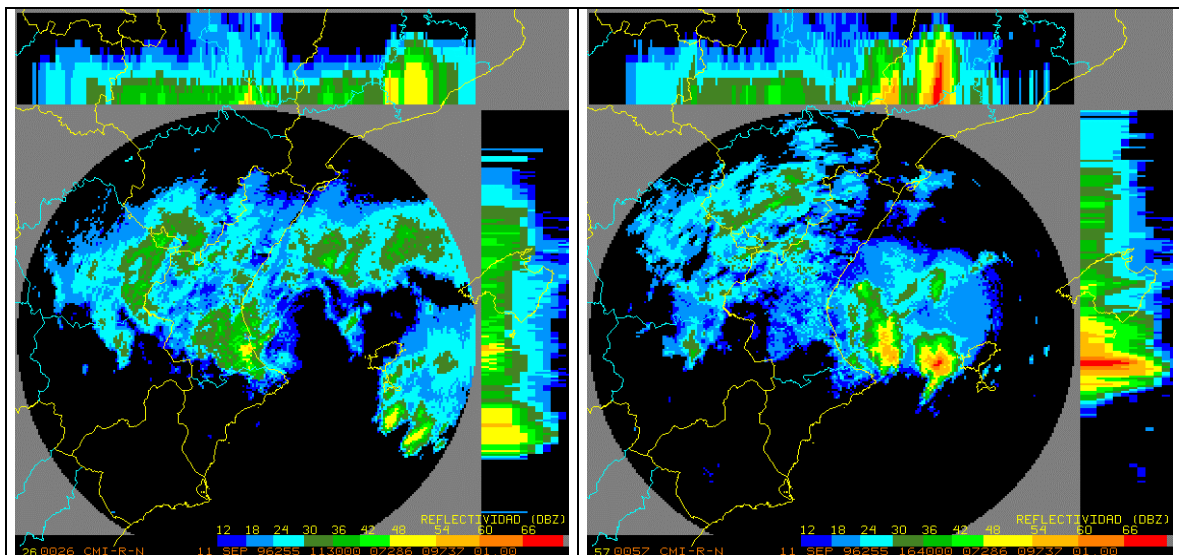


Figura 5: Producto ZMAX del radar de Valencia. 11 de septiembre de 1996 (Izda, 11:30 Z; Dcha: 16:40 Z)

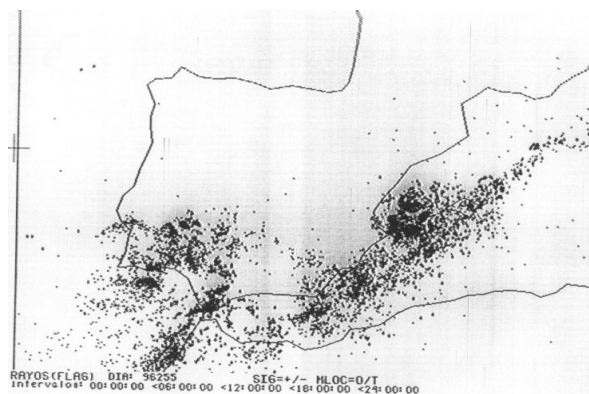


Figura 6: Descargas eléctricas durante el día 11 de Septiembre de 1996.

#### 4. Conclusiones

Se ha visto un episodio en que aparecen dos tipos de convección, próximos en el espacio y el tiempo. El sistema acaecido en el Golfo de Valencia presenta poco desarrollo vertical y escaso número de rayos. No obstante, la intensidad de precipitación es alta. Además, la persistencia debida a un efecto de "tren orográfico", se convierte en un rasgo fundamental. En cambio entre Alicante e Ibiza se mueve un sistema convectivo de gran desarrollo vertical, organización y actividad eléctrica. Parece que sobre este último sistema actúan más ingredientes físicos. Uno de ellos puede ser una zona frontera entre masas de aire que genera una convergencia en niveles bajos.

Ambos casos fueron generadores de lluvias intensas. Queda de manifiesto en primer lugar, la dificultad operativa consistente en la discriminación a priori del tipo de convección que se espera, así como su localización espacio temporal. En el caso de aparición de lluvias de tipo cálido, su detección también puede convertirse en una ardua tarea para el analista, debiendo hacerse uso de información contrastada proveniente de estaciones automáticas con información pluviométrica en tiempo real.

#### Agradecimientos

Al *CMT* en Baleares por su archivo gráfico histórico.

A la Confederación Hidrográfica del Júcar por proporcionar una herramienta para explotación del **SAIH**.

Al personal del *CMT* en Valencia y del *STAP* por sus múltiples enseñanzas.

#### Referencias

- Alcover V., Tamayo J., Palacios, M. 1992: Algunos criterios para la predicción de las situaciones Previmet en el GPV de Valencia. III Symposium Nacional de Predicción., 305-308
- Armengot R., Tamayo J., Alcover V., 1992: Centros de acción y flujo sinóptico en las precipitaciones intensas de la Comunidad Valenciana. III Symposium. 519-526
- Armengot R., 2000: Caracterización de las precipitaciones intensas a escala diaria en el País Valenciano. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- Caracena, F., Maddox, L. Hoxit, and C. Chapell, 1979: Mesoanalysis of the Big Thomson Storm. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 1-17.
- Doswell, C., A., Brooks, H. E. and Maddox, R. A., 1996: Flash flood forecasting: an ingredients-based methodology. *Wea. Forecasting*, 11, 560-581.
- Jansa, A., A. Genoves, R. Riosalido and O. Carretero, 1996: Mesoscale cyclones vs heavy rain and MCS in the Western Mediterranean, *MAP Newsletter*, num 5, 24-25.
- Jansa, A., 1997: A general view about Mediterranean meteorology: cyclones and hazardous weather. pp 33-42
- Martín, F., Elizaga, F., Carretero, O., San Ambrosio, I., 2001: Diagnóstico y Predicción de la Convección Profunda.
- Riosalido, R., Elizaga, F. et al (1998): "*Climatología satélite de Sistemas Convectivos de Mesoescala en las proximidades de la Península Ibérica: aplicación a la predicción de lluvias torrenciales.*" Nota Técnica STAP nº29. Madrid, Instituto Nacional de Meteorología, 275 pp.
- Rivera, A. (1990): "Las situaciones de lluvias torrenciales en el área mediterránea española y el Plan PREVIMET". *La Meteorología en el mundo Iberoamericano*, nº 2, pp.29-39
- Tamayo J., Alcover V., Armengot R. 1992: Carácter de las precipitaciones intensas de otoño en la Comunidad Valenciana. III Symposium Nacional de Predicción. 483-491
- Tamayo J., 1996: Análisis de los factores sinópticos y mesoescalares de la situación de precipitaciones intensas del 27 al 30 de Septiembre de 1994 en la Comunidad Valenciana. IV Symposium Nacional de Predicción.
- Vázquez L., Guzmán B., 1996: Caso de precipitaciones convectivas muy intensas con nubes de desarrollo moderado: 21-9-95.