

JONATAN MORELL CUEVAS*
ALEJANDRO J. PÉREZ CUEVA*

VOLÚMENES HÍDRICOS DE LAS PRECIPITACIONES INTENSAS EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

RESUMEN

El presente trabajo se centra en la caracterización pluviométrica de las precipitaciones intensas, fenómeno habitual en la zona mediterránea de la Península Ibérica. Nos centramos en la cuantificación volumétrica de la precipitación ocurrida durante los episodios intensos producidos en la cuenca hidrográfica del Júcar (CHJ). Posteriormente se realizan comparaciones con diferentes parámetros para establecer qué elementos son los más determinantes en la producción de mayor o menor volumen de precipitación y se proponen tipologías de episodios intensos.

ABSTRACT

This paper focuses on the pluviometric characterisation of heavy rainfall episodes, a frequent phenomenon on the Mediterranean part of the Iberian Peninsula. The main focus is on the volumetric quantification of rainfall happening during heavy rainfall episodes in the hydrographic basin of the Jucar river (CHJ). Later on, comparisons using different parameters are carried out in order to identify the key elements that determine the overall volume of rainfall, and some heavy rainfall episode typologies are proposed.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El estudio de los fenómenos meteorológicos extremos ha despertado gran interés entre los científicos por sus consecuencias catastróficas y las pérdidas económicas que representan. En el ámbito mediterráneo uno de los fenómenos más frecuentes es el de los episodios de lluvias torrenciales. Las precipitaciones intensas han producido gran número de estudios, tras haberse producido un episodio de lluvias catastrófico en forma de avenida. Las crónicas históricas ya destacaban la fuerte intensidad de las lluvias como generadoras de avenidas (BOIX, 1865). Ya en nuestro siglo, abundan artículos publicados después de la riada de Tous en 1982, (PÉREZ CUEVA y ARMENGOT, 1983; ROSSELLÓ, 1983, GIL OLCINA, 1983, etc.). Otras investigaciones se han centrado en el análisis de las causas meteorológicas y climáticas de las riadas (GIL OLCINA, 1989; RIBALAYGUA, 1996; GUIJARRO,

* Departament de Geografia. Universitat de València

1997; ARMENGOT, 2000, etc.). Como vemos, el análisis de las precipitaciones intensas siempre está estrechamente relacionado con las consecuencias hídricas que produce.

Objetivos

El acercamiento a las precipitaciones intensas se centra en dos de sus aspectos fundamentales: por un lado, los elementos meteorológicos que originan la situación de lluvias intensas y, por otro, el volumen de precipitación que producen estas lluvias. La respuesta de las cuencas fluviales a la entrada de grandes volúmenes de precipitación depende de varios factores interrelacionados, como la duración del episodio, su intensidad, reparto espacial, etc. El análisis de la respuesta hídrica necesitaría un estudio mucho más amplio que queda fuera de los objetivos de este artículo.

El objetivo principal aquí es el análisis cuantitativo de los volúmenes de precipitación. Nos centraremos en la frecuencia de los episodios según su volumen de precipitación. Relacionaremos estos volúmenes con parámetros meteorológicos, como el tipo genético de la precipitación. También relacionaremos los volúmenes con otras características de los episodios como su extensión, duración e intensidad máxima, así como su variabilidad espacial. Con todo ello intentaremos establecer qué elementos de los episodios de lluvia intensa condicionan un mayor o menor volumen de precipitación.

Metodología

La metodología se divide en dos partes fundamentales. Una inicial consiste en la delimitación y análisis de los episodios de lluvia intensa, y otra se centra en los aspectos meteorológicos de esos episodios.

En cuanto a los episodios de lluvia intensa, el análisis parte de la explotación de la base de datos de precipitación diaria del Instituto Nacional de Meteorología (INM). Esta red de pluviómetros cuenta con observatorios de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) y zonas limítrofes. La mayoría de observatorios dependen del centro de prevención y vigilancia zonal de Valencia.

La Cuenca Hidrográfica del Júcar cuenta con una extensión total de 42.989 Km². Esta superficie se reparte de manera desigual entre las comunidades autónomas de Aragón (13'1%), Castilla-La Mancha (36'6%), Cataluña (0'7%) y Comunidad Valenciana (49'6%).

En primer lugar se ha realizado un listado de días de precipitación intensa. Aquí se incluyen todos los días que, entre 1950 y 1995, han superado el umbral de los 50 mm de precipitación en uno o más observatorios situados en el interior de la CHJ. El umbral escogido no es aleatorio. Según estudios realizados, a partir de esta cifra podemos hablar de lluvia útil. Es cuando comienza a superarse la capacidad de infiltración del suelo y comienza la circulación en superficie. En algunas ramblas mediterráneas, la circulación de escorrentía superficial comienza entre los 40 y 70 mm (MATEU, 1982; NAVARRO, 1985; SEGURA, 1989). Además, adoptamos esta cifra para poder comparar nuestro estudio con otros que se han realizado sobre lluvias intensas y avenidas (PALANCA, 1998; MORELL, 1999; ARMENGOT, 2000).

Los días de precipitación intensa se han agrupado por eventos: días consecutivos de lluvias intensas. Los episodios se han individualizado cogiendo un Tiempo Mínimo de Intervalo de un día (BEDIENT, 1992). Separamos los diferentes episodios cuando existen uno o más días sin precipitación superior a los 50 mm entre ellos. A cada episodio se le

denomina por la fecha del día que registra la máxima precipitación. La duración del episodio incluye los días consecutivos con lluvias intensas y, sistemáticamente, el día anterior y posterior. Esto es debido a que estamos analizando un volumen ingente de información, en la que pueden aparecer multitud de errores de anotación o descentrado de datos de lluvia. Englobando estos dos días también incluimos, en la mayoría de casos, la mayor parte del volumen real del episodio, aunque éste no supere el umbral establecido.

Debido a que el número de episodios durante el periodo analizado es muy elevado (915 casos), se ha realizado una selección aleatoria de los mismos según su rango de intensidad, y se han elegido 300 casos, casi 1/3 del total de episodios. De los episodios con intensidades superiores a los 200 mm, se estudian la totalidad de casos (51 episodios). De los de más de 100 mm, el 50%, un total de 114 episodios, y de los de más de 50 mm, los más numerosos, 1/4 parte, es decir, 135 episodios. De cada episodio escogido, se ha calculado el volumen de precipitación mediante la utilización de programas de bases de datos y de interpolación (Surfer). Estos métodos de análisis están más detalladamente explicados en trabajos recientes (MORELL, 1999 y ARMENGOT, 2000). Sólo queremos destacar que el sistema de interpolación escogido es el *inverso a la distancia elevado a la cuarta potencia* y el método numérico de cálculo de volumen de precipitación adoptado es el trapezoidal. También se han extraído las áreas que ocupan las isoyetas de más de 50 mm y 100 mm de precipitación.

Otro apartado básico es el estudio de la situación meteorológica que ha originado la precipitación intensa. Estas se forman por la conjunción de una serie de elementos meteorológicos que conforman determinadas situaciones sinópticas. El estudio de estos parámetros se realiza a partir de la información diaria del Boletín Meteorológico que publica el Instituto Nacional de Meteorología (INM). De cada episodio hemos extraído la situación sinóptica, tanto en superficie como en altura (500mb de presión), durante el día que registra la máxima precipitación del episodio. Se ha analizado la situación de los centros de acción, tipo de advección, masa de aire que origina la inestabilidad, presión atmosférica sobre nuestra cuenca y el factor desencadenante de la inestabilidad en altura. Tras analizar todas estas características hemos individualizado tres situaciones meteorológicas o tipos de tiempo inestable (CLAVERO, 1994). El elemento fundamental es la existencia de una situación de aire frío en capas altas ya sea en forma de vaguada como de gota fría:

1. Advecciones de Levante: se forman lluvias intensas por la entrada de masas de aire inestables y húmedas procedentes del Mediterráneo.
2. Advección zonal: la inestabilidad se produce por la llegada de aire y humedad procedentes del océano Atlántico.
3. Fenómenos convectivos: tormentas provocadas por irradiación diurna. Ésta, provoca la elevación del aire caliente que se inestabiliza al entrar en contacto con el aire frío situado en las capas altas de la atmósfera.

Posteriormente hemos confrontado los datos de volúmenes de precipitación con elementos de cada episodio, como intensidad máxima, extensión y duración, y también con los elementos meteorológicos antes mencionados.

Cuadro 1. Volúmenes de precipitaciones durante el periodo 1950-95 en la CHJ y porcentaje respecto al volumen total.

Volúmenes	Hm ³	%
Volumen total	1.013.738	100,0
Días intensos ¹	602.850	59,5
PP periférica ²	442.711	43,7
Núcleos > 50 mm ³	116.778	11,5
Núcleos > 100 mm ³	43.361	4,3

¹ Volumen producido durante los días que superan los 50 mm.

² Volumen de zonas donde no se han superado los 50 mm en los días considerados intensos.

³ Volúmenes que engloban las isoyetas de más de 50 mm y 100 mm respectivamente.

Elaboración propia. Fuente: INM.

VOLÚMENES DE PRECIPITACIÓN

Nos centramos ahora en una caracterización cuantitativa de la pluviometría de los episodios intensos en la CHJ. En primer lugar analizaremos los volúmenes totales de precipitación durante el periodo estudiado. A continuación, nos centramos en parámetros de los episodios de precipitación intensa, como sus características espacio-temporales, frecuencia y duración.

Volúmenes totales de precipitación

Por lo que respecta a los volúmenes totales, cabe destacar que entre 1950 y 1995 se ha producido un volumen de precipitación total sobre la CHJ de más de un millón de Hm³ (ver cuadro 1). Como se puede observar, la importancia del volumen de precipitación caída durante los días de precipitación intensa es muy destacada pues representa más de la mitad del volumen total. Pese a todo, cabe recordar que las isoyetas que superan el umbral de los 50 mm y 100 mm representan apenas el 20% y el 10% respectivamente del volumen producido durante los días intensos. La mayor parte del volumen se considera precipitación periférica, es decir, producida durante los días intensos pero que no ha superado el umbral de los 50 mm.

El reparto interanual de estos volúmenes es muy variable (ver figura 1), como es característico del clima mediterráneo. Los años con cifras elevadas son escasos. En cambio los años con volúmenes bajos suelen agruparse en largos periodos. Basta recordar el largo periodo de sequía que afectó a nuestras tierras desde fines de los 1970 y hasta mediados de los 1980.

Frecuencia de los volúmenes de precipitación intensa

Los episodios de precipitación intensa son bastante comunes en la CHJ. Se producen anualmente algo más de 20 episodios de lluvia en los que se supera en algún punto los 50 mm de precipitación. La variabilidad interanual es muy elevada, como ya se ha

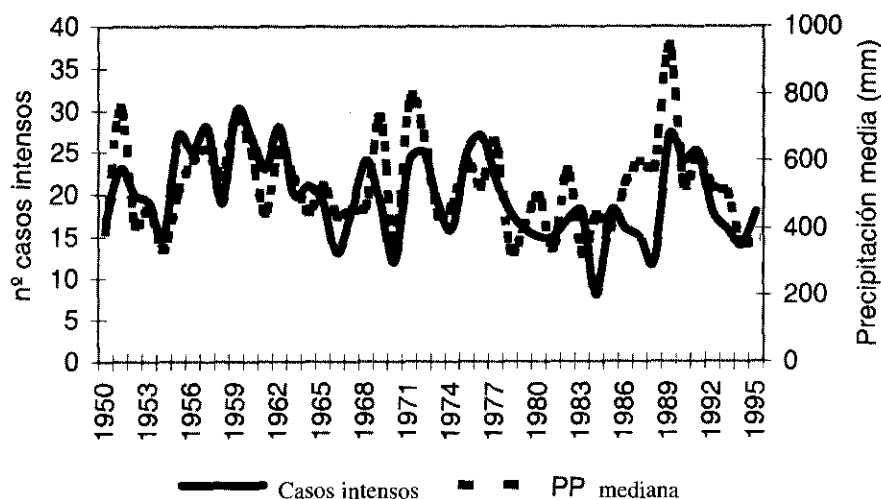


Figura 1. Distribución anual de la precipitación media de la CHJ y el número de casos intensos durante el periodo 1950-95. Elaboración propia. Fuente: INM.

comentado en el caso de los volúmenes anuales. Como puede verse en la figura 1, encontramos años con menos de 10 casos anuales (1984) y otros que alcanzan los 30 casos (1959). Aunque las líneas no son paralelas, sí que hay una gran relación entre el aumento del número de episodios intensos y la elevación de la precipitación media anual y viceversa. Los episodios más habituales son aquellos que producen volúmenes pequeños de precipitación intensa. Así, los episodios con menos de 500 Hm³, representan el 40% de los casos estudiados (figura 2). El número de episodios de precipitación desciende rápidamente conforme aumenta el intervalo del volumen: los casos por debajo de los 1000 Hm³ ya representan casi 2/3 del total de episodios. Apenas un 25% de casos rebasa los 1500 Hm³ y tan sólo 19 casos supera los 3000 Hm³. Pese a que las precipitaciones intensas producen lluvias y catástrofes importantes, la mayor parte de ellas generan volúmenes no demasiado destacables. Esto es debido a que muchos episodios ocupan poca extensión o porque dentro de los casos analizados predominan los casos con intensidades máximas inferiores a los 100 mm.

FACTORES PLUVIOMÉTRICOS Y METEOROLÓGICOS DEL VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN

Una vez descritos algunos rasgos del volumen de precipitación intensa pasamos a determinar qué factores influyen en que un episodio tenga un volumen determinado, comparándolo con elementos del episodio tan fundamentales como duración, extensión o intensidad.

Correlación volumen-intensidad-extensión

En este apartado interrelacionamos los 4 elementos más definatorios de los episodios de precipitación intensa. El volumen analizado puede ser total o intenso, es decir, caído

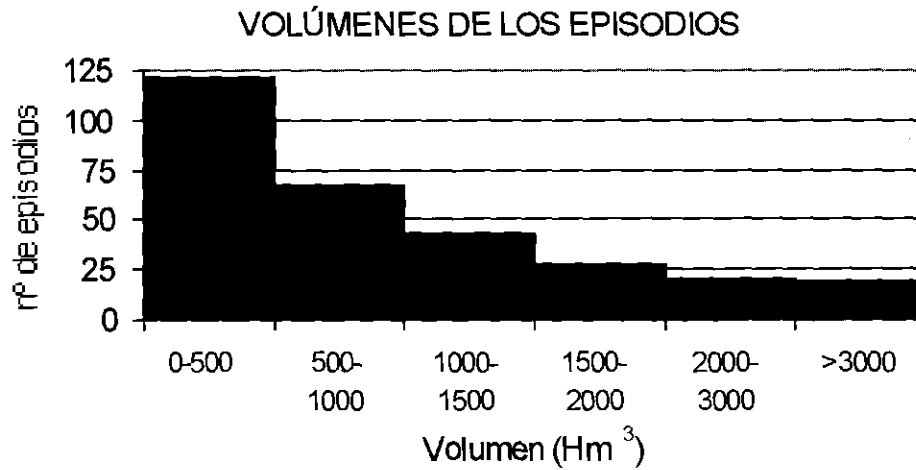


Figura 2. Frecuencia de los episodios de lluvia intensa según el volumen total que producen. Elaboración propia. Fuente: INM.

dentro de la isoyeta de más de 50 mm. En nuestro estudio consideramos como duración al número de días que forma el episodio. La extensión es el área englobada por la isoyeta de 50 mm y, en el caso de que superen los 100 mm de intensidad diaria, la superficie que ocupe la isoyeta que engloba esta última cifra. Por lo que se refiere a la intensidad máxima del episodio es la cifra de precipitación más elevada registrada en algún observatorio de la CHJ en el día que la precipitación ha sido más elevada en el caso de que el episodio lo formen varios días consecutivos.

Comparando el volumen con la duración del episodio, sólo cabe apuntar que, en términos generales, cuanto mayor es la duración total del episodio, mayor volumen de precipitación tenemos. Por ejemplo: los episodios que duran un solo día, producen un volumen medio de 310 Hm³. En cambio, los que duran dos días ya tienen un volumen medio de 721 Hm³. Conforme aumenta el número de días, aumenta el volumen medio. Así, los que superan los 6 días de duración tienen volúmenes medios de más de 3.000 Hm³. Pero dentro de cada intervalo encontramos episodios con volúmenes muy dispares. La duración es un parámetro bastante influyente en la mayor o menor producción de volumen, pero ni mucho menos determinante. Como vemos en la figura 3, la comparación entre el volumen total y la superficie que engloba la isoyeta de más de 50 mm en la CHJ es bastante acorde. Cuanto mayor es la extensión de un episodio, mayor es el volumen que produce. Esta comparación es bastante efectiva en episodios con volúmenes y superficies pequeños y medianos, los más abundantes. En episodios con una extensión superior a 20.000 Km² ya empezamos a encontrar una dispersión de los puntos. Así, episodios con extensiones de unos 25.000 Km², pueden generar volúmenes de entre 2.500 a 7.000 Hm³. También hemos realizado regresiones entre los volúmenes de precipitación que engloban las isoyetas de 50 mm y 100 mm con las superficies que superan estos mismos umbrales. La situación es la misma: en los episodios con volúmenes y superficies menores los casos se ajustan mejor a la línea de tendencia y, conforme las dos variables aumentan, se produce una mayor dispersión de casos.

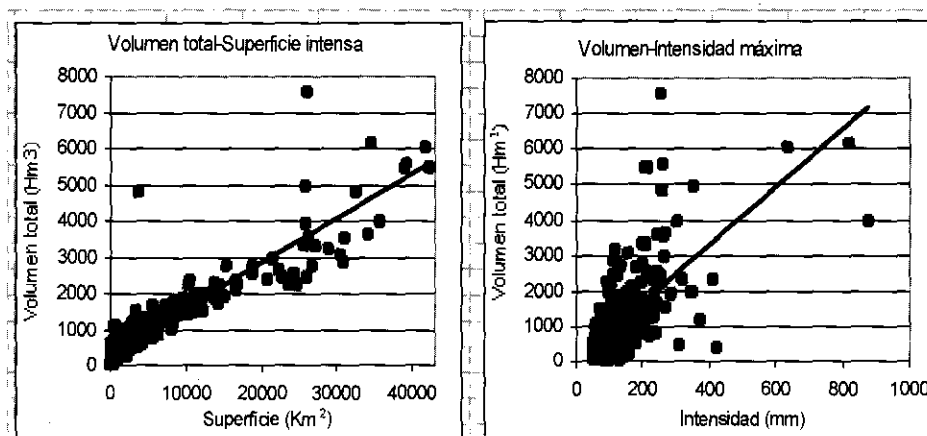


Figura 3. Gráficos de regresión en los que se compara el volumen de precipitación de cada episodio con su extensión y su intensidad máxima en la CHJ. Elaboración propia. Fuente: INM.

En lo que respecta a la comparación entre el volumen y la precipitación máxima diaria, se puede apreciar claramente que la tendencia no está tan definida como en el caso anterior. A pesar de que sí se produce un aumento de la intensidad a medida que crece el volumen, a partir del umbral de 100 mm y, sobretodo del de 200 mm, la dispersión de los datos es muy elevada. Incluso se puede observar que la tendencia es a que aumente mucho más el volumen que la intensidad.

Dentro de las características del episodio, cabe apuntar que para que un episodio tenga un mayor volumen de precipitación es más determinante que la superficie que ocupe sea extensa que la intensidad máxima alcanzada. También es importante destacar que cuantos más días dure un episodio, mayor suele ser el volumen producido.

Comparación con características meteorológicas

A continuación vamos a incidir en elementos de la situación sinóptica que genera las lluvias intensas y el volumen resultante. Como ya se explicó en la metodología, analizaremos parámetros meteorológicos producidos durante el día de máxima inestabilidad del episodio, como la posición de la borrasca, el tipo de advección que produce la inestabilidad y la masa de aire existente en momento.

Por lo que se refiere a la posición de los centros de acción, hemos estudiado cuáles eran los causantes de las lluvias intensas en un amplio espacio geográfico que engloba nuestra área de estudio. Hemos analizado la posición de las borrascas (causantes de la precipitación intensa el 87% de los casos) respecto a 4 cuadrantes que dividen la Península Ibérica. Además de estos cuatro sectores, hemos diferenciado, en grupos aparte, las borrascas situadas sobre la vertical peninsular (PEN) y los anticiclones centro-europeos que han originado lluvias intensas (ANT). Hay que destacar que el 40% de los episodios intensos analizados son consecuencia de la presencia de bajas presiones en del SE peninsular, el 16% de casos en el centro peninsular (PEN) y el 15% en el sector SW. Es significativo notar que el 13% de episodios fueron consecuencia de la presencia de un fuerte anticiclón centro-europeo.

Si analizamos los volúmenes de precipitación de los episodios según dónde se ha situado el centro de acción, apreciamos que casi la mitad del volumen lo producen episodios asociados a borrascas situadas en el SE de la Península Ibérica, es decir, sobre el Mar de Alborán, Argelia o Baleares. No sólo son los episodios más numerosos sino los que producen un mayor volumen por término medio, con casi 1.500 Hm³ por episodio. Le siguen, a mucha distancia, los episodios con borrascas situadas en el SW (Golfo de Cádiz) y los producidos por anticiclones centro-europeos con cifras medias algo superiores a los 1.000 Hm³. Muy por debajo se sitúan el resto de sectores y destaca el escaso volumen producido con bajas térmicas producidas sobre el centro peninsular (PEN) que apenas rebasan los 500 Hm³ de media por episodio. La comparación de la situación de los centros de acción con el volumen intenso (el caído dentro de la isoyeta de más de 50 mm) se reparte de la misma manera. Cabe fijarse en que el volumen intenso representa más de la mitad del volumen total en las situaciones en las que se genera un volumen medio mayor y menos de la mitad en el resto de casos. Esto indica que los episodios originados por borrascas situadas sobre los sectores SE y SW o por el Anticiclón Centroeuropeo, tienden a tener intensidades medias de precipitación más elevadas que el resto. Por ello, las borrascas situadas en el cuadrante NW, son poco abundantes, producen escaso volumen y menos aún, volumen intenso. También producen volúmenes bajos las lluvias con borrascas sobre la Península Ibérica.

En lo que se refiere a la relación con las masas de aire, sólo destacar que influyen mucho en el volumen de precipitación, pues dependiendo de sus características, lugar de origen y recorrido, pueden aportar mayor o menor humedad e inestabilidad. Hemos diferenciado varios tipos de masas de aire, tanto de origen marítimo (m) como continental (c). Las más habituales son la tropical continental (Tc), seguida por la Polar continental (Pc). En la mayoría de casos hablamos de masa Mediterránea, cuando estas dos masas, aunque de origen continental, tienen un largo recorrido sobre el Mediterráneo occidental, donde adquieren humedad y se inestabilizan. También destaca la Polar marítima (Pm). Dentro de la Pm diferenciamos la Polar marítima transformada (Pm t), caracterizada por tener un recorrido marítimo mucho más meridional, con un aporte mucho mayor de humedad. Mucho más escasas son la Ártica marítima (Am) y tropical marítima (Tm).

Como vemos en el cuadro 2, la masa de aire con recorrido sobre el Mediterráneo es la más habitual, con 80 de los 186 casos analizados. Además es la que mayor volumen produce, ya que reúne el 63% del volumen total analizado. Cada temporal producido por la masa Mediterránea produce una media de 1.618 Hm³. Otra masa de aire capaz de producir importantes volúmenes de precipitación es la Polar marítima transformada. Pese a representar apenas el 10% de los casos, cada episodio produce una media de más de 1.000 Hm³. El resto de masas producen, en general, volúmenes menores, aunque nada desdeñables. Señalemos por último que las masas continentales aportan casi el mismo volumen que las marítimas, pues antes de llegar a la Península Ibérica siempre se calientan y aumentan en humedad, mientras que las otras, o son demasiado frías o demasiado estables.

Otro factor determinante en el volumen de un episodio de precipitación intensa es el factor genético que lo produce. Las situaciones de entrada de viento procedente del Mediterráneo, son las más abundantes, ya que representan más de las 2/3 partes del total de casos analizados (cuadro 3). El resto de casos se reparte entre precipitaciones de origen convectivo, con el 16% de episodios, y las situaciones zonales, con poco más de una

veintena de casos. Como es lógico, los temporales de levante son los que más volumen total producen. Pero si nos fijamos en el volumen medio cabe destacar que son los que originan mayor cantidad de agua por temporal. Más del doble de Hm^3 por episodio que los otros tipos genéticos. Los volúmenes totales de los frentes atlánticos o de las tormentas son bajos, pero también lo son sus volúmenes medios, con poco más de 600 Hm^3 por episodio. En el caso de volúmenes intensos, las diferencias se mantienen, pero cabe reseñar que la precipitación convectiva genera núcleos intensos de mayor extensión de la advección zonal.

Cuadro 2. Análisis de volúmenes de precipitación intensa según dos parámetros meteorológicos: posición de centros de acción y masa de aire.

Volumen (Hm^3)	NW	SW	NE	SE	PEN	ANT	Total
nº de casos	14	28	16	73	31	24	186
Volumen total	8.582	34.972	10.912	105.631	17.050	28.488	205.635
Volumen medio	613	1.249	682	1.447	550	1.187	5.728
Volumen intenso	84	780	292	806	170	800	2.932
% (V. intenso-V. total)	14	62	43	56	31	67	45
Volumen (Hm^3)	Am	Pc	Pm	Pm t	Med.	Tc	Tm
nº de casos	11	21	21	17	80	20	2
Volumen total	8.327	15.015	12.894	19.686	129.440	16.340	468
Volumen medio	757	715	614	1.158	1.618	817	234
Volumen intenso	259	310	182	363	1.059	342	16
% (V. intenso-V. total)	34	43	30	31	65	42	7

Los datos en cursiva significan el porcentaje que representa el volumen incluido en la isoyeta de los 50 mm respecto del volumen total. Elaboración propia. Fuente: INM.

Cuadro 3. Distribución del volumen de precipitación de los episodios intensos según el tipo de situación meteorológica que los origina.

Volumen (Hm^3)	Levante	Zonal	Convectiva
nº casos	141	23	31
Volumen total	179.838	14.497	20.356
Volumen medio	12.235	630	657
Volumen intenso	53.235	841	4.940
% (V. total-V. intenso)	30	6	24

Los datos en cursiva significan el porcentaje que representa el volumen incluido en la isoyeta de los 50 mm respecto del volumen total. Elaboración propia. Fuente: INM.

ASPECTOS ESPACIALES DE LOS VOLÚMENES DE PRECIPITACIÓN INTENSA

Una vez conocidos los volúmenes de los episodios de precipitación intensa en la cuenca hidrográfica del Júcar, y analizados algunos de los factores que los limitan o propician, vamos a ver las diferencias espaciales en el reparto de estos volúmenes dentro del espacio geográfico estudiado.

Contrastes interior-costa

En cuanto al reparto espacial de los casos intensos, la primera desigualdad que nos aparece es la dualidad entre las tierras interiores de la CHJ y la zona litoral. Nuestra cuenca de estudio tiene una serie de relieves bastante enérgicos que forman una orla montañosa que delimita claramente la zona litoral. Estos relieves aíslan de manera bastante efectiva las zonas montañosas interiores, como la cordillera Ibérica, sus depresiones internas y el borde oriental de la meseta.

Si analizamos espacialmente los episodios de precipitación intensa en cada sector hidrológico que forma la CHJ, el primer dato que salta a la vista es que el volumen intenso precipitado en las zonas litorales es cinco veces superior al producido en los sectores hidrológicos interiores (recordemos que ambos bloques tienen superficies similares que rondan los 21.000 Km²). Además, la concentración de la precipitación intensa es especialmente destacable en los relieves septentrionales de las comarcas de Castelló (Rambles Septentrionals) pero, sobre todo, en las comarcas meridionales del Golfo de Valencia donde la orientación de la línea de costa y los relieves de la cordillera bética originan unas condiciones que disparan fácilmente la inestabilidad atmosférica. La comarca hidrológica de Serpis-Marina, con una extensión que ocupa poco más del 10% del territorio de la CHJ concentra casi el 30% del volumen de precipitación intenso total. En cambio, a sotavento de estos relieves encontramos la costa sur, en el sector Vinalopó-Montnegre, donde

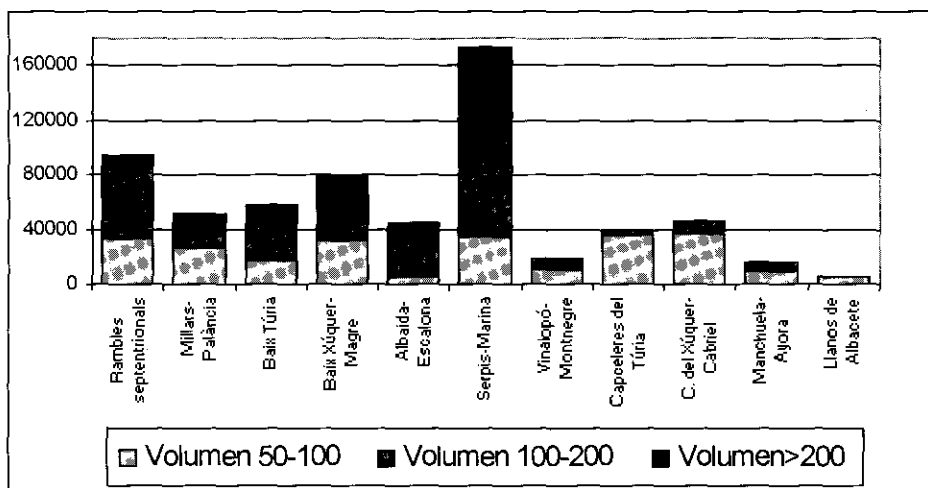


Figura 4. Distribución espacial, en sectores hidrológicos, del volumen de precipitación intensa durante el periodo 1950-95. Elaboración propia. Fuente: INM.

la precipitación intensa pierde importancia rápidamente. El resto de sectores litorales tienen volúmenes importantes pero ya lejos de los anteriormente descritos (figura 4).

Otra diferenciación importante entre el interior y la costa es que en el primero predominan los volúmenes originados por episodios con intensidades máximas inferiores a los 100 mm. En cambio, estos volúmenes son poco escasos en las zonas litorales del Golfo de Valencia y son mucho más relevantes los volúmenes consecuencia de temporales con intensidades de más de 100 mm. Cabe resaltar el importante papel en las cifras de volumen de los episodios de más de 200 mm en Serpis-Marina y en los otros sectores litorales, mientras que su ausencia es absoluta en los sectores interiores y en Vinalopó-Montnegre. Dentro de los sectores interiores, pese a poseer cifras muy bajas (siempre por debajo de los 50.000 Hm³) existen importantes diferencias de volumen entre los sectores cercanos a los relieves ibéricos respecto a los situados en la llanura meseteña.

Zonificación de predominio de tipos genéticos

Ya hemos visto que los volúmenes de precipitación intensa tienden a concentrarse claramente hacia la costa. Esto es consecuencia de que la mayor parte de los episodios de precipitación intensa se originan por la formación de advecciones de levante. El aire cálido e inestable que entra desde el Mediterráneo afecta, de manera especial, las zonas litorales, sobre todo aquellas que tengan condiciones especialmente favorables. La presencia de importantes relieves prelitorales origina que las precipitaciones descarguen sobre zonas litorales y prelitorales. Cuando estas masas inestables avanzan hacia el interior pierden gran parte de su humedad, por lo que llegan aquí desgastadas y apenas producen volúmenes destacables.

Los otros dos tipos de tiempo generadores de lluvias intensas tienen un comportamiento completamente diferente. Las advecciones zonales son escasas pues entran por el occidente peninsular, donde descargan ingentes volúmenes de precipitación en el W de la Península Ibérica. En nuestro ámbito de estudio, ya llegan muy desgastadas y afectan sólo a zonas muy interiores, con relieves que reactivan la inestabilidad. Las tormentas son fenómenos más característicos de las zonas interiores, donde son más frecuentes y alcanzan mayor energía.

La CHJ queda dividida en varios sectores según el predominio de unos tipos de tiempo que producen precipitaciones intensas. Las lluvias de levante, la más numerosas, ocupan una amplia zona litoral que llega hasta los rebordes montañosos de la cordillera Ibérica, como las sierras de Gúdar y Javalambre, y que penetra por la meseta a través del corredor del Júcar. Las precipitaciones zonales predominan en las zonas montañosas de los Montes Universales y Serranía de Cuenca. Por último, los fenómenos convectivos conforman la mayoría de episodios intensos en zonas aisladas, como en la depresión intra-ibérica de Teruel-Alfambra y zonas de la meseta castellana. Aunque tienen presencia en muchos sectores litorales y en el sector dominado por la precipitación zonal.

Contrastes espaciales por estaciones

Otra importante diferenciación espacial se produce en el reparto estacional del volumen de precipitación intensa en los sectores litorales o en los interiores. Si analizamos el gráfico de la figura 6, observamos que el volumen intenso en el litoral se concentra preferentemente en la estación otoñal. Esta estación recoge el 52% del volumen intenso total



Figura 5. Zonas de predominio de los diferentes tipos de tiempo en la CHJ. Elaboración propia. Fuente: autor.

de los sectores litorales. El máximo mensual lo tiene octubre, con gran diferencia sobre septiembre y noviembre. Después encontramos un segundo máximo muy secundario en la primavera (marzo-mayo). Otra característica de este sector es el fuerte estiaje de las precipitaciones, centrado en julio, y la aparición de un mínimo secundario invernal (febrero).

La primera característica que diferencia el litoral del interior es que en esta última zona los volúmenes son mucho más modestos. El reparto mensual es mucho más complicado. Encontramos cuatro momentos donde el volumen supera los 3.000 Hm³. Dos en invierno (diciembre y febrero), ligados a la entrada de grandes perturbaciones del Atlántico. Otro en primavera (mayo), ligado a este factor y a la aparición de tormentas. Este último tipo de precipitación es el que produce un nuevo aumento de las precipita-

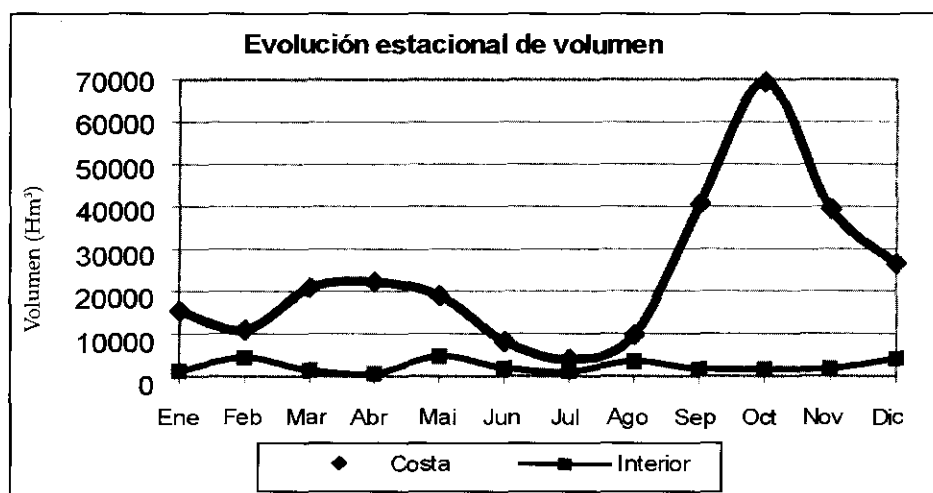


Figura 6. Distribución estacional de los volúmenes de precipitación intensa. El sector Costa engloba a los sectores hidrológicos situados junto al Mediterráneo, mientras que los situados en la meseta o en los relieves ibéricos conforman el sector Interior. Elaboración propia. Fuente: CHJ.

ciones en agosto, haciendo que el estiaje se reduzca al mes de julio. El otoño es la única estación más regular con cantidades próximas a los 2000 Hm³ mensuales. Cabe destacar que también encontramos el mínimo de invierno dividido entre enero y mayo-abril.

Como vemos, ambos sectores de la misma cuenca hidrográfica son antagónicos, no sólo por las diferencias cuantitativas de volumen, sino también por su diferente reparto estacional.

CONCLUSIONES

El volumen de precipitación producido durante los episodios de lluvia intensa es muy destacable en la CHJ. En general, el volumen que se genera durante esos días supone más de la mitad del volumen total precipitado. Esto es un dato importante pues si tenemos en cuenta que en esta zona llueve una media de 60 días al año, en una tercera parte de ellos ya se obtiene la mayor parte del volumen.

La cantidad de agua precipitada viene determinada, en primer lugar, por las características meteorológicas del episodio. Los mayores volúmenes se consiguen con situaciones de levante, masas de aire mediterráneas y con borrascas situadas en el cuadrante SE de la Península Ibérica. En cambio, los episodios producidos por fenómenos convectivos, asociados a borrascas térmicas sobre la península, o advecciones zonales, originados por profundas borrascas sobre el Atlántico, producen volúmenes mucho menores y son poco frecuentes en general. Entre los factores no meteorológicos cabe destacar el papel de la extensión y el de la duración del episodio, mucho más determinantes que el factor magnitud.

Debido a los elementos meteorológicos, la diferenciación espacial en el reparto del volumen también es muy destacada. Los volúmenes intensos tienden a situarse en las zonas que rodean al golfo de Valencia, asociados a temporales de levante. Las zonas interiores tienen volúmenes intensos mucho más escasos y, además, asociados a fenómenos

convectivos o advecciones zonales. Como consecuencia del predominio de estos elementos meteorológicos, el reparto estacional entre ambas zonas es muy desigual.

Agradecimientos.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación de la CICYT CLI95-1890: *Caracterización de las precipitaciones intensas como riesgo y/o recurso en las principales cuencas valencianas.*

BIBLIOGRAFÍA

- ARMENGOT, R. (2000): *Caracterización de las precipitaciones intensas a escala diaria en el País Valenciano*. Tesis doctoral, Universitat de València. 431pp.
- BOIX, V. (1965): *Memoria histórica de la inundación de la Ribera de Valencia*. Valencia, La Opinión. 261pp.
- BEDIENT, P.B. et al. (1992): *Hydrology and Floodplain Analysis*. Massachusetts, Addison-Wesley. 692 pp.
- CAMARASA, A. M. (1995): *Génesis de crecidas en pequeñas cuencas semiáridas. Barranc de Carraixet y Rambla de Poyo*. Valencia, M.O.P.T. y C.H.J., 251pp.
- CLAVERO, P.L. (1994): Tipos de tiempo. En *Atlas Climático de la Comunidad Valenciana*, Generalitat Valenciana, COPUT, Valencia, pp. 46-49
- FONT TULLOT, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*. Madrid, INM, 295 pp.
- GIL OLCINA, A. (1983): Lluvias excepcionales en la noche del 19 al 20 de octubre de 1982 y riada en el Barranco de las Ovejas. *Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante*. Universidad de Alicante, pp. 5-23
- GIL OLCINA, A. (1989): Causas climáticas de las riadas. En *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*, CAM e Inst. Geogr. Univ. Alicante, Alicante, pp.15-30
- GUIJARRO, J.A. (1997): Some Climatological Aspects of Heavy Rainfall in Mediterranean Spain. *Simposio internacional INM/OMM sobre ciclones y tiempo adverso en el Mediterráneo*. Palma de Mallorca, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 377-383
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1982): Las lluvias catastróficas mediterráneas. *Estudios Geográficos*, nº 170-71, pp. 11-29
- MATEU, J. F. (1982): *El norte del País Valenciano. Geomorfología litoral y prelitoral*. Valencia. Universidad de Valencia, Sección de Geografía, 286 pp.
- MORELL, J (1999): *Les revingudes de la conca alta del Turia*. Valencia. Tesis de Licenciatura. Dpto. de Geografía, Universitat de València. 241 pp.
- NAVARRO, F. (1991): *El sistema hidrográfico del Guadalentín*. Cuadernos Técnicos, nº 6, Cons. Pol.Terr., Obras Publ. y Medio Ambiente, Región de Murcia, 256 pp.
- PALANCA, J.I. (1998): *Análisis hidrológico de las avenidas del alto Palancia. Periodo 1960-1990*. Trabajo Fin de Carrera, Depto. de Geografía, Univ. de València, 144 pp.
- PÉREZ CUEVA, A. J. (1994): *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana*. València, Generalitat Valenciana. 205 pp.
- PÉREZ CUEVA, A.J. y ARMENGOT, R. (1983): El temporal de Octubre de 1982 en el marco de las lluvias torrenciales en la cuenca baja del Júcar. *Cuadernos de Geografía*, 32-33, pp. 61-86
- QUEREDA, J. (1989): Las interacciones atmósfera-océano en la climatología del Mediterráneo occidental. En *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*. pp 67-87

- RIBALAYGUA, J. *et al.* (1996): Clasificación de repartos de precipitación diarios sobre la España peninsular y baleárica. Aplicación para la generación de clasificaciones sinópticas de apoyo a la predicción de precipitaciones. *IV Simposio Nacional de Predicción*, Madrid, INM, pp. 241-252
- ROSSELLÓ, V.M. (1983): La revinguda del Xúquer i el desastre de la Ribera (20-21 octubre 1982). Una perspectiva geogràfica. *Cuadernos de Geografia*, 32/33, pp. 3-38
- SEGURA, F. (1990): *Las ramblas valencianas*. Valencia, Dpto. Geografia, Universitat de València, 229 pp.

