

## **INUNDACIONES EN LA REGIÓN DE MURCIA EN LOS INICIOS DEL SIGLO XXI**

Gregorio Castejón Porcel, Asunción Romero Díaz

Universidad de Murcia.

Email: [gregorio.castejon@um.es](mailto:gregorio.castejon@um.es); [arodi@um.es](mailto:arodi@um.es)

Recibido: 10 de junio de 2014; devuelto para revisión: 22 de septiembre de 2014; aceptado: 2 de octubre de 2014

### **Inundaciones en la Región de Murcia en los inicios del siglo XXI (Resumen)**

Las inundaciones han sido y son un riesgo climático, con efectos catastróficos, siempre presente en la Región de Murcia. Las esporádicas, pero recurrentes, lluvias torrenciales han sorprendido en cualquier época histórica a sus habitantes, provocando graves daños a infraestructuras, viviendas y campos de cultivo, así como gran número de pérdidas de vidas humanas. Aquí se analizan los seis episodios más importantes registrados en el periodo 2000-2012, sus causas y consecuencias.

Para ello, se han utilizado los mapas sinópticos en superficie y a 850 hPa del Servicio Alemán de Meteorología (*Wetterzentrale*), registros de precipitación y caudales de diversos organismos oficiales (AEMET, SIAM, CHS); y mediante gvSIG (en casos concretos), se ha realizado una cartografía de las zonas inundadas.

Los resultados muestran cómo las lluvias intensas son consecuencia de DANAs, producidas en otoño. Se constata la eficacia de las presas para mitigar los efectos de las avenidas y también la recurrencia de inundaciones en cuencas (especialmente ramblas), que aún no están reguladas.

**Palabras clave:** Inundación, DANA, precipitación de alta intensidad horaria, Sureste de España.

### **Floods in the Murcia region in the early twenty-first century (Abstract)**

Floods have been and remain a climate risk with catastrophic effects, always present in the Region of Murcia. The sporadic, but recurrent, floods have surprised any historical period its inhabitants, causing severe damage to infrastructure, homes and fields and many deaths. Here, we analyze the six most important events recorded in the period 2000-2012, its causes and consequences.

Synoptic maps in surface have been used for it and 850 hPa of German Meteorological Service (*Wetterzentrale*), precipitation and flow records of government agencies (AEMET, SIAM, CHS); and by using gvGIS (in specific cases), a mapping of the flooded areas has been made.

Results show how heavy rains are consequences from DANAs, produced in autumn. The effectiveness of dams to mitigate the effects of floods is confirmed, and also recurrence of floods in basins (especially “ramblas”) that are not yet regulated.

**Key words:** *Flash flood, DANA, intense rainfall, Southeast Spain.*

## Antecedentes

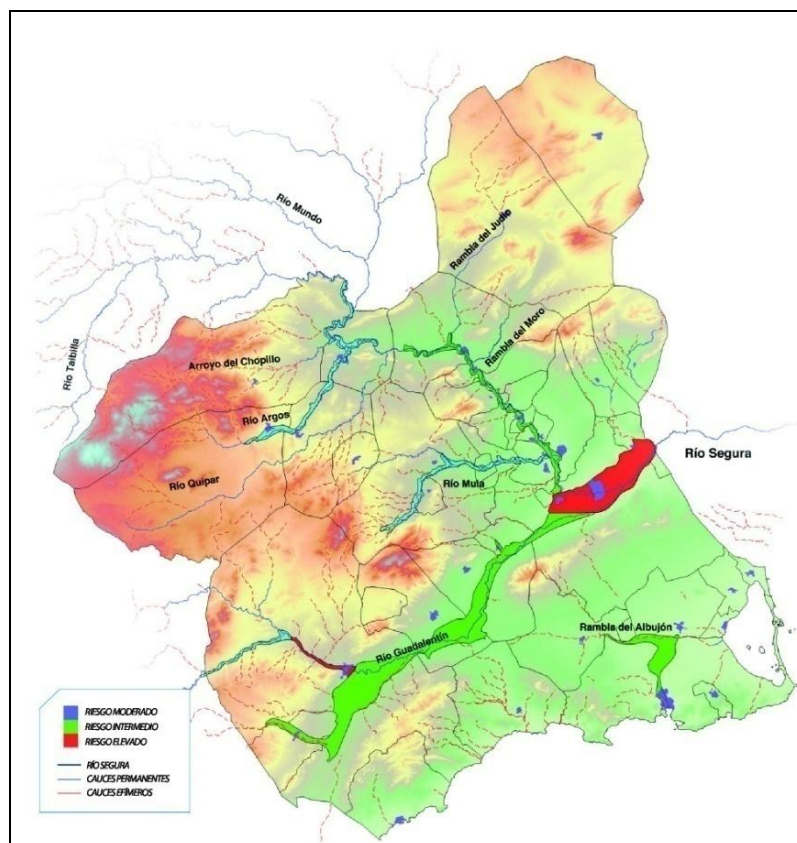
Las inundaciones se han configurado en España como la catástrofe natural de mayor impacto económico y social [1]. En la Región de Murcia las referencias más antiguas sobre inundaciones datan del año 47 a.C. en el que aparece fechada la inundación que se denomina de Julio César. En el estudio realizado por Romero Díaz [2], en la Región aparecen cuantificadas 238 inundaciones para el periodo 1143 a 2005. Como es lógico, la información sobre inundaciones es más abundante y está mejor documentada, en los últimos siglos. De los siglos XII a XVI el número de inundaciones recopiladas es escaso, lo cual no quiere decir que no se produjeran. En el siglo XVII el número de sucesos de inundaciones es ya de 44, en el siglo XVIII de 43 y en los siglos XIX y XX de 53 y 59 respectivamente. También se ha de tener en cuenta que, en algunos años, se han producido varios sucesos de inundaciones. En los dos últimos siglos se podría decir que han ocurrido, como promedio, una inundación cada dos años. Analizando el siglo XX por décadas, las décadas más desastrosas y en las que se registraron el mayor número de inundaciones fueron la década de 1920 a 1930 (con 13 episodios), seguida de la década de 1940 a 1950 (con 11 episodios), y las décadas de 1950 a 1960 y de 1980 a 1990 (con 6 episodios en cada una de ellas). La época del año en la que las inundaciones se dan con mayor frecuencia es el otoño (con un 53,3%), siendo el mes de octubre en el que se registran el mayor número de ellas (28% respecto al total anual) y las de consecuencias más devastadoras, tanto por el número de pérdidas humanas como por las pérdidas materiales. Especialmente desastrosas fueron las inundaciones provocadas por la *Riada de Santa Teresa* el 14 de octubre de 1879, en la que el caudal que se registró en Murcia fue de 1.900 m<sup>3</sup>/s y el número de muertos 761, junto a 22.000 animales y miles de barracas totalmente destruidas [3].

En las regiones semiáridas las sequías y avenidas han constituido el motor de la historia hidráulica [4] [5] ya que cada catástrofe climática individual supone la reflexión y el impulso de nuevos proyectos [6]. La lucha por impedir los “desmadres” del río Segura, a fin de evitar las terribles inundaciones, no es algo reciente. Prevenir las inundaciones primero y combatir las después, ha sido una constante a lo largo del tiempo. Pero se puede establecer la Edad Moderna (siglos XVI y XVII) como el inicio de notables actuaciones para su prevención [7]. En los siglos XIX y XX en relación con las actuaciones realizadas para regular la Cuenca del Segura y prevenir las inundaciones se han de citar los siguientes proyectos [8]: (1) Proyecto de obras de Defensa contra las inundaciones en el valle del Segura (1886); (2) Plan Nacional de Obras Hidráulicas (1909-1918); (3) Quinto Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933 (Plan Lorenzo Pardo); (4) Plan General de Defensa contra avenidas de la Cuenca del Segura (P.G.D.A.) 1977; (5) y Real Decreto Ley 4/1987, de 13 de noviembre, en el que se adoptan medidas urgentes para reparar los daños causados por las inundaciones.

Todos estos proyectos y planes tuvieron como resultado la construcción de un número muy elevado de obras de infraestructuras, tanto de defensa como de regulación. Según se recoge en el Libro Blanco del Agua, la cuenca del Segura ha alcanzado la “madurez hidráulica”. En la actualidad, la cuenca del Segura, con una superficie de 18.870 km<sup>2</sup>, posiblemente puede ser considerada como la cuenca más regulada de España y de Europa, ya que posee una regulación de más del 80% de su aportación natural [9]. Cuenta con 33 embalses de los que 13 son exclusivamente de regulación y otros 6 de regadío y defensa. Lo que supone que más del 50% de los embalses tienen la función de prevenir o minimizar las inundaciones. La práctica totalidad de los ríos y ramblas

afluentes del Segura cuentan con un embalse y, en ocasiones, con varios, como es el caso de la Cuenca del Guadalentín o la pequeña cuenca del río Mula. Este hecho contrasta con los datos a nivel español en donde hay construidas cerca de 1.300 embalses, pero sólo el 2% de estos tiene como objetivo principal o único la laminación de avenidas [10].

El estudio de las inundaciones registradas, ha posibilitado la delimitación de las principales zonas de riesgo de inundación en la Región de Murcia (Figura 1). El Plan hidrológico de la cuenca del Segura ya clasificó en 1988 [11] las zonas de riesgo en tres categorías de peligrosidad potencial: máxima, media y mínima. (1) Las zonas con peligrosidad natural potencial máxima son principalmente: La Vega Media del Segura y el Valle del Guadalentín, aguas arriba de Lorca. (2) Las zonas con peligrosidad media son: La Vega Alta del Segura, desde Los Almadenes a La Contraparada; El Valle del Guadalentín, desde Puerto Lumbreras hasta el Reguerón; y la zona de influencia de las ramblas del Albuñón y Benipila, en las proximidades de Cartagena. (3) Las zonas con peligrosidad moderada son: El valle de la rambla de Corneros, aguas arriba del embalse de Puentes; los valles de los ríos Pliego y Mula; El valle de la rambla de Arcos y el valle alto del Segura, aguas arriba de Los Almadenes. Los cauces de algunas ramblas como la de Totana, Charco, Las Moreras, del Judío y del Moro, también se han clasificado de peligrosidad natural potencial máxima. Ha de tenerse en cuenta que, en la actualidad, debido a las diferentes obras de infraestructura realizadas (encauzamientos y presas) la peligrosidad real es menor.



**Figura 1. Zonas de inundación de la Región de Murcia.**

Fuente: Romero Díaz [12]

Las causas de las avenidas e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo en general y en la cuenca del Segura en particular, son principalmente climáticas [13]. No obstante,

existen otros factores secundarios (características morfoestructurales de las cuencas y sistemas de sus redes de drenaje) que, al combinarse con precipitaciones intensas, producidas en un periodo muy corto de tiempo, dan lugar a inundaciones más o menos importantes, en distintas áreas de la cuenca [14]. Un elemento especial, a tener en cuenta en la Región de Murcia, es el efecto difusor de la inundación que se produce mediante el complicado sistema de riego de la cuenca del Segura, que compuesto por 36 “azudes” de derivación y 89 tomas de acequias dan riego a 52.000 has a lo largo de unos 200 km del río. La red de acequias (aguas nuevas) y azarbes (aguas viejas), constituyen todo un complejo sistema, en el cual las acequias se sitúan en las posiciones más elevadas, mientras que los azarbes ocupan los surcos u hondonadas [15]. En época de crecidas toda esta red de riego que cubre la superficie de la huerta puede llegar a distribuir la crecida por todos los rincones.

Para la prevención de las avenidas e inundaciones se han propuesto y realizado, a lo largo de la historia, distintas actuaciones que pueden ser clasificadas en acciones estructurales y no estructurales [16] [17]. Las acciones estructurales han consistido fundamentalmente en obras de infraestructura hidráulica [18], que modificando el régimen natural, o las condiciones de desagüe del cauce, permitan reducir el riesgo de inundación o aminorar los caudales de la misma. Entre ellas se pueden citar: construcción de embalses, diques, malecones y muros de contención, encauzamientos, trasvases, desvíos, cortas y corrección de cuencas.

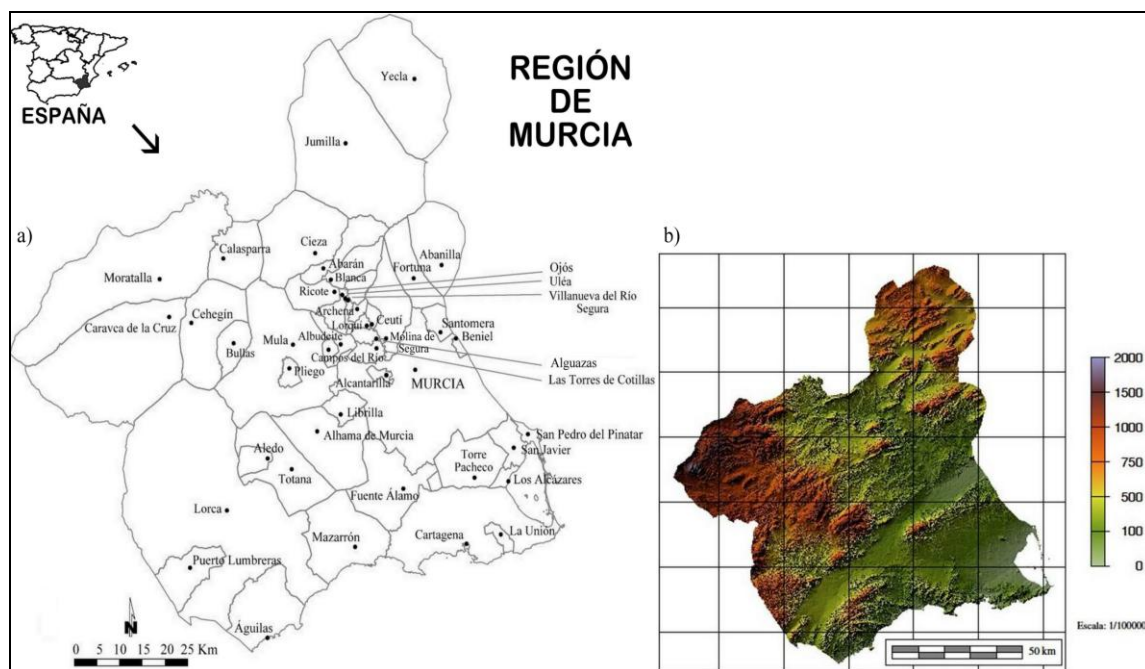
Entre las acciones no estructurales realizadas en la cuenca del Segura para la prevención de las inundaciones, destaca la implantación del S.A.I.H (Sistema Automático de Información Hidrológica), como una de las medidas más eficaces. Se trata de una red de telemetría de variables hidrometeorológicas (precipitaciones, niveles en ríos y embalses, caudales en ríos y canales, posiciones de compuertas y válvulas de presas, etc.) que registran y transmiten en tiempo real sus datos al centro de control de cuenca, donde se dispone de herramientas de análisis de la información con el fin de facilitar la toma de decisiones, tanto para la gestión de avenidas como para los recursos en general. La cuenca del Segura desde 1992 [19], con posterioridad a la del Júcar, fue pionera en implantar este sistema que hoy en día está prácticamente operativo en toda España. Los centros inicialmente concebidos exclusivamente para monitorizar la red de sensores, se van convirtiendo en centros de información y de gestión integral de la cuenca, apoyados en sistemas de ayuda a la decisión (SAD) auscultación y prevención de inundaciones [20]. El SAIH Segura se ha puesto a prueba ante cada inundación registrada y ha mostrado su eficacia.

## **Área de estudio**

La Región de Murcia es una Comunidad autónoma situada al Sureste de la Península Ibérica que cuenta con 45 municipios (Figura 2a) y en la que la mayor parte de la población se concentra en las ciudades de Murcia, Cartagena y Lorca.

Topográficamente, es un territorio bastante accidentado con la presencia de numerosas sierras que superan los 1.000 m de altitud (Figura 2b). Junto a estas sierras, existen valles, cubetas, depresiones, corredores, llanuras y altiplanos, lo que unido a los numerosos relieves, ha configurado una topografía contrastada y una gran diversidad paisajística de enorme interés [21]. La mayor parte de la superficie regional se sitúa por debajo de los 600 m (el 64,5% del territorio), entre los 600 y 1.000 m la superficie es

del 26.2% y entre los 1.000 y 2.000 m la representación superficial es tan sólo del 9,4% [22].



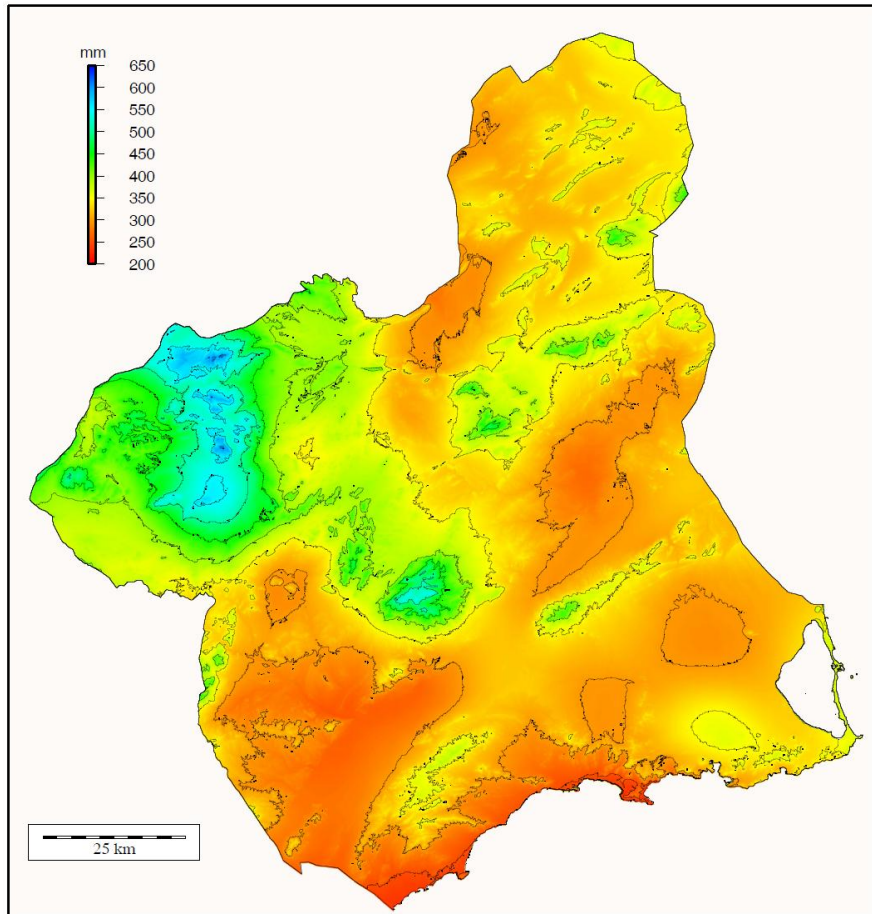
**Figura 2. a) División municipal de la Región de Murcia. Fuente: Elaboración propia. b) Modelo digital de elevaciones de la Región de Murcia. Elaborado por: Francisco Alonso Sarriá.**

La orientación general del relieve tiene una clara concordancia con los principales alineamientos de los relieves Béticos (SO-NE) hecho que ayuda a la canalización de los vientos procedentes del Atlántico. Se trata pues de vientos frescos y húmedos en los sectores montañosos del noroeste pero que van adquiriendo características Foehn conforme se desplazan hacia el interior. En este sentido, los vientos de procedencia N-NO, que predominan durante el invierno, son secos y fríos debido a su largo recorrido por la Península. La presencia de borrascas en el Mediterráneo asociadas a fenómenos de convección da lugar a un régimen de vientos del este, con características húmedas en el flanco oriental de la Región que se van desecando hacia el interior. Esta situación predomina en primavera y verano, extendiéndose al otoño [23].

Por otro lado, la Región de Murcia se encuentra en una zona de transición entre los climas mediterráneos y los climas semiáridos, lo que se traduce en temperaturas más altas y precipitaciones escasas. Su posición latitudinal, favorece que en la Región se registren temperaturas cálidas durante casi todo el año, teniendo en cuenta que la influencia marítima suaviza los valores extremos en la costa. En el área cercana a la ciudad de Murcia, la cuenca de Abanilla-Fortuna (al oeste) y el litoral, se superan los 17 °C de media anual, mientras que en torno a Águilas se alcanzan valores de hasta 20 °C de media anual. Por el contrario, en el interior se desciende hasta los 14 °C en el Altiplano y 12 °C en el Noroeste. Por lo que respecta a los valores máximos, las cuencas interiores ostentan los valores más altos mientras que las zonas de montaña y el litoral registran los valores más moderados. Además, la influencia del desierto del Sahara se manifiesta de forma extrema, en ocasiones, por la entrada de masas de aire sahariano que, sin apenas superficie marina que recorrer, mantienen su temperatura y sequedad, originando olas de calor de especial importancia [24]. Las amplitudes térmicas anuales en el territorio de estudio son de 12-13 °C en el litoral, 14-16 °C en depresiones y valles interiores, y de 17 °C en el Altiplano.

En cuanto a la precipitación, la influencia del relieve explica el gradiente de precipitación E-O en la mitad meridional de la Región (Figura 3). La fachada oriental recibe antes y más directamente los vientos de componente este cargados de humedad, debido a la potente inercia térmica del Mediterráneo [25], y además participa de la llegada de advecciones del sureste de trayectoria más corta. Utilizando las isoyetas de 500 y 300 mm como frontera, se puede diferenciar una Murcia subhúmeda, semiárida y otra árida. De este modo, la zona subhúmeda se limita a las zonas más elevadas del Noroeste, mientras que la árida abarca casi todo el sur y noroeste [26]. Como sectores más lluviosos destaca la Sierra de la Muela y estribaciones septentrionales de Moratalla y las sierras interiores de la Región. El noreste resulta más seco ya que aparece mucho más resguardado, tanto de los vientos de poniente como de los de levante, debido a la presencia de la masa montañosa de la provincia de Alicante. Cabe decir que una de las características básicas del clima semiárido, en el que se enmarca la Región de Murcia, es la irregularidad de las precipitaciones. El reparto anual de éstas muestra un máximo de otoño y otro máximo secundario de primavera, mientras que la estación seca es claramente el verano. Sin embargo, es patente la presencia de variaciones espaciales relevantes en este reparto, mostrando valores porcentuales más elevados de precipitación que el resto de la Región el Altiplano y el interior regional, lo que constituye un rasgo de continentalización. Por otra parte, los porcentajes de otoño son considerablemente mayores en el litoral, donde tienen lugar la mayor parte de las tormentas originadas en el mediterráneo. Con todo, la Región posee unas precipitaciones medias escasas (de 300 a 350 mm anuales) debido a que su disposición orográfica (al este de las Cordilleras Béticas) dificulta la llegada de las borrascas atlánticas, como consecuencia del llamado Efecto Foehn [27].

Abril y octubre son los meses con más precipitaciones, siendo frecuentes las trombas de agua en un solo día, ocasionadas por DANAs (Depresión Aislada en Niveles Altos), especialmente en otoño, y que son las causantes principales de las inundaciones que han tenido lugar en el S.XXI en el área estudiada. Se puede observar como, con una circulación de bajo índice entre los anticiclones de bloqueo, se desarrollan vaguadas de baja presión, acompañadas de entradas de aire frío hacia el sur. Si estas situaciones se acompañan en superficie de vientos del este, pueden producir lluvias de alta intensidad, y cuanto mayor sea el recorrido de estos sobre el mediterráneo, mayor será la precipitación caída. Lluvias que, en muchas ocasiones, provocan el desbordamiento de los cauces hacia sus llanuras de inundación propiciando, debido a la ocupación antrópica de estas áreas de riesgo, problemas serios, tanto económicos como de pérdidas de vidas humanas. De este modo, el riesgo se incrementa cuando el hombre, amparado en la falsa seguridad de las obras de infraestructura construidas, ocupa las llanuras de inundación de los cauces [28].



**Figura 3. Mapa pluviométrico de la Región de Murcia.**

Fuente: Alonso Sarria [29].

## Objetivos

Los objetivos principales de este estudio han sido (1) analizar los acontecimientos climáticos que han provocado inundaciones en la Región de Murcia, en los primeros años del siglo XXI y (2) las consecuencias que se han derivado de las mismas. Se pretende dar una visión pormenorizada de cada uno de los episodios de lluvia registrados, de los caudales que han circulado por los diferentes cauces y de las inundaciones producidas; además de poner de relieve las causas y consecuencias de este riesgo climático de primer orden, que con regularidad azota al sureste de la Península Ibérica.

Por otro lado, también se intenta poner de manifiesto los efectos que tienen en las inundaciones las numerosas infraestructuras construidas en los diferentes cauces de la Cuenca del Segura, o los recientes cambios que, en los usos del suelo, se han producido en gran parte de la Región de Murcia; si son suficientes las obras de infraestructura para prevenir las inundaciones; y la importancia de las medidas no estructurales.

## Fuentes y métodos

Se han analizado los mapas sinópticos en superficie y a 850 hPa obtenidos del Servicio Alemán de Meteorología [30], desde el inicio de la situación que generó las

precipitaciones de alta intensidad horaria hasta que se produjeron las diferentes inundaciones.

Los registros de precipitación se han obtenido, principalmente, de la red gratuita del Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia [31] y con ellos se han establecido las zonas más afectadas por las lluvias y la cuantía de las mismas. En algunos casos se ha utilizado también información pluviométrica de la AEMET y del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Segura [32]. Para los episodios más representativos, y en los que los datos de precipitación eran similares a la red SIAM, se han tomado del SAIH los mapas de precipitación acumulada.

Los caudales de las ramblas y ríos que sufrieron avenidas y que en la mayoría de los casos dieron lugar a inundaciones y desbordamientos en alguno de sus tramos, proceden de la CHS. Con ellos se han podido elaborar los hidrogramas de los diferentes cursos de agua (ramblas y ríos) en los que tuvieron lugar las crecidas.

Por otro lado, se han recogido noticias documentales de diferentes medios de comunicación, lo que ha ayudado a ubicar las principales zonas afectadas por las inundaciones, las pérdidas y los principales sucesos acontecidos, como resultado de estos eventos atmosféricos extraordinarios, en ocasiones, con un alto grado destructivo.

Finalmente, en algunos casos concretos, mediante gvSIG (Sistemas de Información Geográfica) se ha elaborado una cartografía de las zonas inundadas, lo que permite delimitar las futuras zonas de posible riesgo y señalar los puntos donde deberían llevarse a cabo medidas de prevención y mitigación del riesgo.

## Resultados

En poco más de una década transcurrida en lo que va de S.XXI, la Región de Murcia se ha visto afectada por seis inundaciones notables, provocadas por episodios de pluviometría intensa en los que se registraron valores de precipitación muy elevados.

**Cuadro 1.**  
**Inundaciones más importantes registradas en los inicios del siglo XXI en la Región de Murcia (2000-2012).**

Nº	Día	Mes	Año
1	22-23	Octubre	2000
2	16-17	Octubre	2003
3	28	Septiembre	2009
4	17	Agosto	2010
5	18-23	Noviembre	2011
6	28	Septiembre	2012

El otoño (octubre y septiembre principalmente) se perfila como la estación más susceptible de sufrir intensas precipitaciones, reforzando así su ya conocida estacionalidad [33] [34] [35]. Estas copiosas lluvias, en algunos casos, suponen más del 50% de la precipitación total media estimada para la Región de Murcia (300 mm) y llevan asociadas un incremento súbito y extraordinario de los caudales de los cursos fluviales, provocando así graves inundaciones en las áreas colindantes a los cauces,



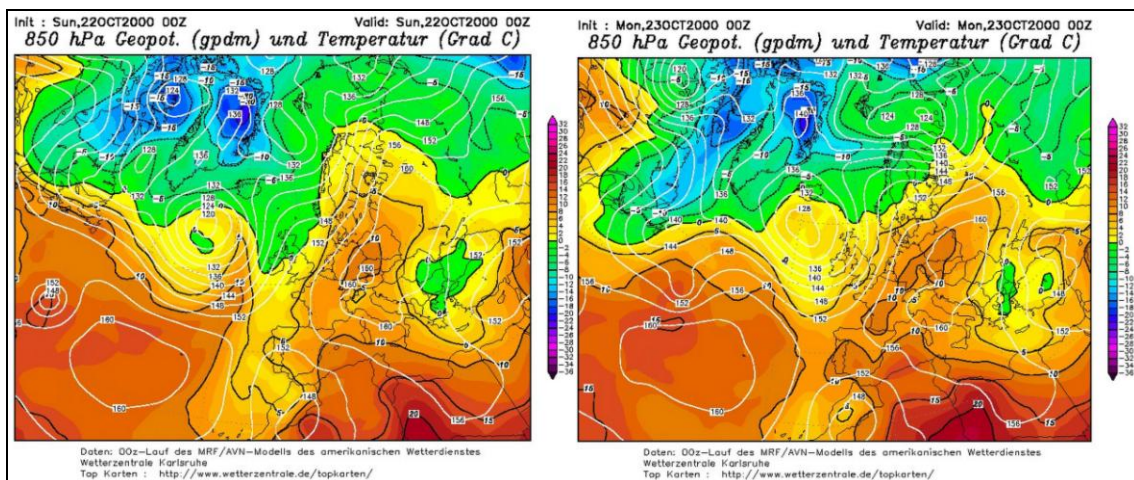
convirtiéndose, por tanto, en un grave riesgo natural que, junto con las sequías, se constituye como el principal riesgo del mediterráneo [36].

### ***Inundaciones del 22-23 de octubre del año 2000***

#### ***Análisis de la situación sinóptica***

El día antecedente al 22 de octubre, tanto en el mapa en superficie como en el mapa en altura (500 y 850 hPa) se pudo apreciar una pronunciada vaguada, resultado de una circulación zonal de bajo índice, cuyo eje se alineaba prácticamente con la costa oeste peninsular llegando casi a rozar la isoterma de 0 °C a 850 hPa en las costas gallegas. Con el paso de las horas, el frente frío comenzó a barrer la Península de oeste a este, dejando algunas precipitaciones, preferentemente en el sector occidental, aunque éstas no fueron de elevada importancia.

El día 22 de octubre, la vaguada, visible en el análisis en superficie y en altura del día 21, había sufrido un estrangulamiento desgajándose, por tanto, definitivamente de la circulación zonal y dando origen en altura a un vórtice frío muy pronunciado situado frente al Golfo de Cádiz que comenzó a introducir en la Península vientos cálidos y húmedos del sureste y este, que eran reforzados por el anticiclón situado sobre Centroeuropa y que propiciaron una gran inestabilidad atmosférica. En altura (850 hPa) el día 22, el surco seguía siendo visible sobre el territorio español (Figura 4), aunque con temperaturas más elevadas y con menor intensidad, registrándose sobre la vertical de la Región de Murcia valores de entre 6 °C y 8 °C.



**Figura 4. Mapas sinópticos de los días 22 y 23 de octubre del 2000.**

Fuente: *Wetterzentrale* [37].

A continuación, el día 23 de octubre, la depresión se desplazó hacia el sureste localizándose entonces su núcleo sobre el norte de África, mientras que en altura comenzó a percibirse una baja al este de las Islas Canarias. En esta situación de gran inestabilidad, el aire cálido y húmedo de superficie, resultado de la conjunción de la DANA y del *Low Level Jet* del sureste-este [38], comenzó a ascender, generando así procesos convectivos que dieron lugar a la formación de cumulonimbos y núcleos tormentosos de gran desarrollo en todo el litoral mediterráneo que tuvieron como consecuencia precipitaciones de elevada intensidad horaria. Finalmente, el día 24, el fenómeno presentaba síntomas claros de agotamiento y la depresión fría en niveles altos fue perdiendo fuerza, con lo que el episodio se dio por finalizado.

### Precipitaciones

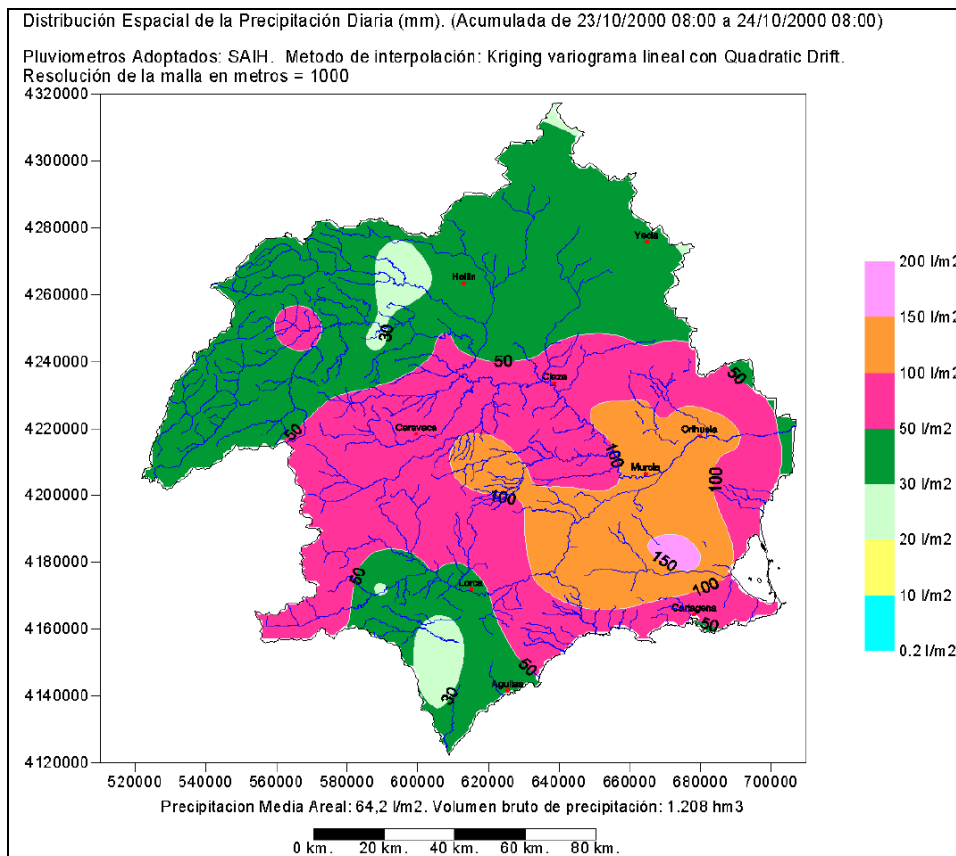
El día 22 (Cuadro 2) se registraron precipitaciones moderadamente intensas en el noroeste (Caravaca, Cehegín y Moratalla) y suroeste (Lorca y Puerto Lumbreras) de la Región de Murcia, siendo el mayor valor pluviométrico registrado el de 51,8 mm en La Paca (Lorca).

Durante el día 23 tuvieron lugar las precipitaciones más importantes del episodio (Cuadro 2 y figura 5). Aunque éstas fueron intensas en toda la Región, tuvieron especial relevancia en el Campo de Cartagena, área muy propicia a sufrir tales aguaceros [39]. En este caso, los valores pluviométricos fueron de 166 mm en Los Martínez del Puerto (Murcia), 162,8 mm en La Aljorra (Cartagena), 158 mm en Balsapintada (Fuente Álamo), 144,8 mm en Corvera (Murcia) y 128,9 mm en el Campillo de Abajo (Fuente Álamo). Sin embargo, en otros muchos municipios como Totana, Librilla, Ulea, Molina, Abanilla, Fortuna, La Alberca o La Vereda, se superaron los 100 mm, hecho que refuerza la importancia e intensidad de las precipitaciones de éste día.

**Cuadro 2.**  
**Precipitaciones del 22 y 23 de octubre del año 2000 en la Región de Murcia.**

22 de octubre del 2000								
Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)		Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
CR12	Barranda	Caravaca	30		LO11	Purias	Lorca	40,8
CR32	El Chaparral	Cehegín	31,9		LO41	La Paca	Lorca	51,8
CR42	Venta Ulea	Moratalla	31		LO61	El Esparragal	Puerto Lumbreras	37,2
CR52	La Torrecica	Cehegín	35,7					
23 de octubre del 2000								
Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)		Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
AL31	Lebor	Totana	113		JU81	Román(Aljonzarejo)	Jumilla	76,4
AL41	La Calavera	Alhama	94,7		LO11	Purias	Lorca	46,4
AL51	La Egesa	Librilla	108,2		LO31	La Pilica	Águilas	40,2
AL62	Cañada Gallego	Mazarrón	63,2		LO41	La Paca	Lorca	85,4
AL71	Huerta Espuña	Alhama	95,2		ML12	Yechar	Mula	71,4
CA21	Corvera	Murcia	144,8		ML21	Mula	Mula	81,7
CA42	Balsapintada	Fuente Álamo	158,6		MO12	Pilica	Las Torres De Cotillas	80
CA52	La Aljorra	Cartagena	162,8		MO22	Campotejar	Molina	121,3
CA72	Roche	La Unión	65,6		MO31	El Llano	Molina	91
CA91	Campillo De Abajo	Fuente Álamo	128,9		MO41	La Jaira	Abanilla	119,6
CI22	Estación De Blanca	Blanca	77,1		MO51	Charco Taray	Fortuna	128
CI32	Estación Ulea	Ulea	104,8		MO61	El Cajal	Ojós	76
CI42	La Carrichosa	Cieza	43,3		MU31	La Vereda	Murcia	120,7
CI52	Rotas	Calasparra	58,1		MU52	Cabezo De La Plata	Murcia	88,1
CR12	Barranda	Caravaca	79,9		MU62	La Alberca	Murcia	110,6
CR32	El Chaparral	Cehegín	88,3		TP22	Santiago De La Ribera	San Javier	60,3
CR42	Venta Ulea	Moratalla	78		TP42	Torreblanca	Torre Pacheco	81,1
CR52	La Torrecica	Cehegín	89		TP73	Los Infiernos	Torre Pacheco	83
JU12	C <sup>a</sup> Del Judio	Jumilla	50,2		TP81	Los Martinez Del Puerto	Murcia	166

Fuente: SIAM [40]



**Figura 5. Distribución espacial de la precipitación diaria acumulada de 23/10/2000-24/10/2000**  
Fuente: CHS [41].

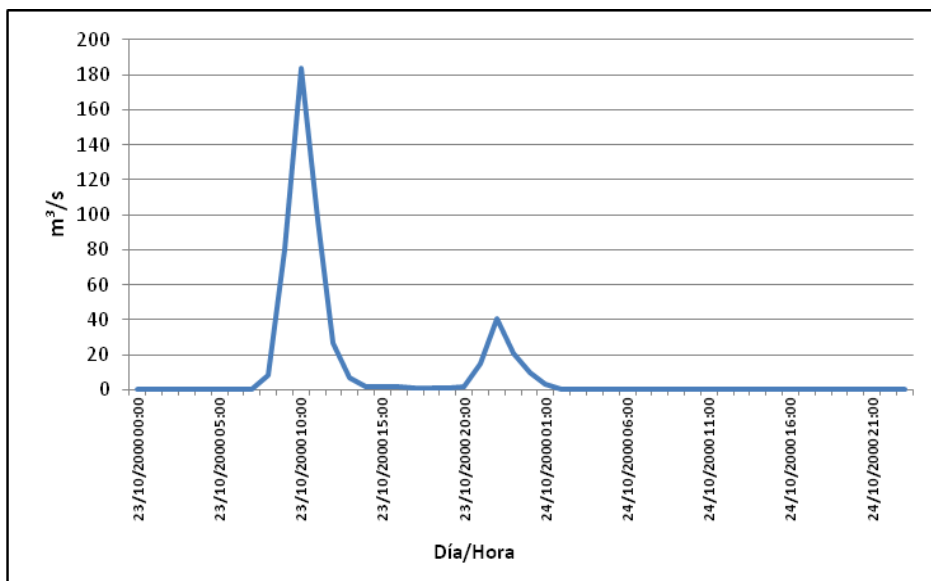
### Caudales

Las precipitaciones del día 22 de octubre generaron la avenida de la Rambla de Ramonete, situada en el término municipal de Lorca, aunque al no existir estación de aforos, no se ha podido realizar la curva de caudales de la misma.

Posteriormente, el día 23 de octubre, las intensas precipitaciones dejaron notar sus efectos en los caudales de ríos y ramblas de toda la Región, destacando la Rambla de Benipila (Cartagena) y la Rambla del Albuñón (Campo de Cartagena - Mar Menor) y, en menor medida, en la Rambla de las Moreras (Mazarrón).

Si se observa el hidrograma de la Rambla de Benipila (Figura 6), a las 7:00 h del día 23, el caudal registrado era de 0 m<sup>3</sup>/s y, tan sólo, tres horas después, a las 10:00 h éste alcanzaba el caudal punta del episodio con 183,46 m<sup>3</sup>/s, dándose un pronunciado limbo de ascenso. Posteriormente, se produjo un descenso continuado del caudal hasta las 17:00 h cuando, de nuevo, se dio un repunte desde los 1,22 m<sup>3</sup>/s hasta los 40,99 m<sup>3</sup>/s a las 22:00 h, que supuso el segundo máximo del episodio de avenida de esta rambla.

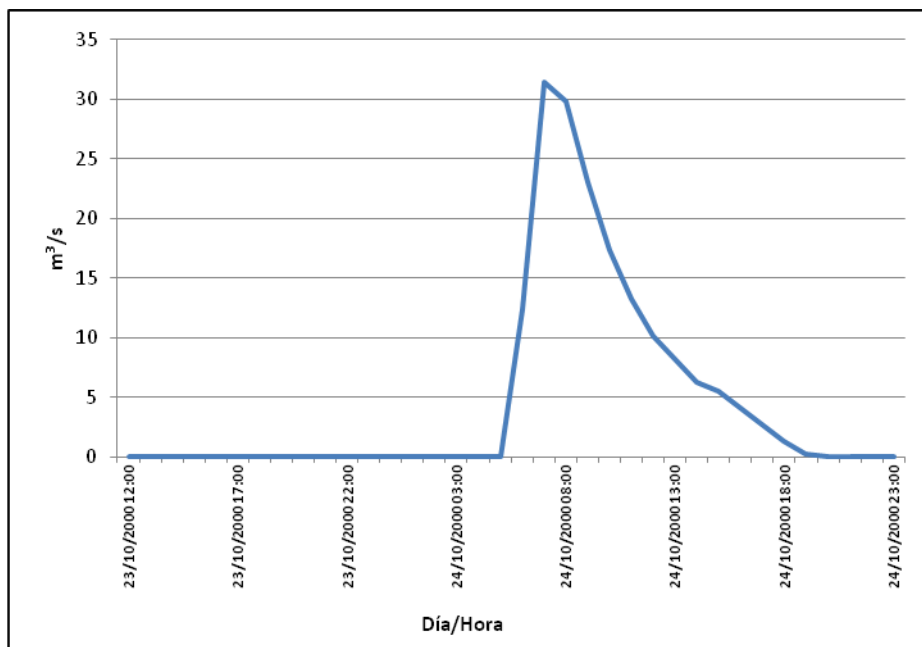
En la Rambla de las Moreras-Paretón de Totana (Figura 7) también tuvo lugar una avenida importante, aunque no comparable a la de la Rambla de Benipila, de 0 m<sup>3</sup>/s registrados a las 5:00 h se pasó a un máximo de 31,4 m<sup>3</sup>/s a las 7:00 h. En este caso, aunque en menor grado que la anterior, también puede hablarse de avenida relámpago o *flash-flood*.



**Figura 6. Hidrograma de la Rambla de Benipila 23/10/2000-24/10/2000**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CHS [42].

En otros cauces, como el Río Guadalentín, Río Segura, etc., también se produjeron crecidas pero de relevancia no equiparable a las ya señaladas. En las ramblas de El Albuñón o Ramonete (entre otras), la ausencia de estación de aforos dificultó la cuantificación de las avenidas y la obtención de los correspondientes hidrogramas. Aún así, el comportamiento observado indica que, al igual que en los casos anteriores, se produjeron avenidas relámpago, ante las cuales el margen de reacción de la población es muy reducido [43].



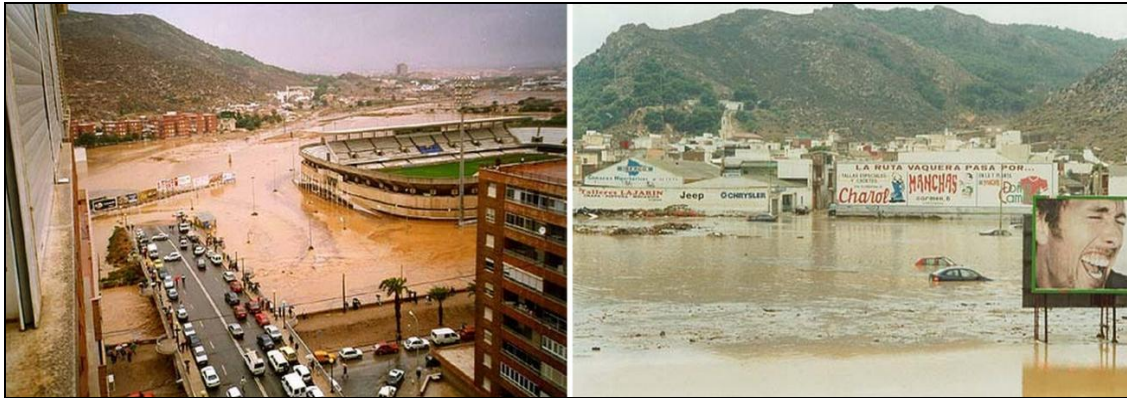
**Figura 7. Hidrograma de la Rambla de las Moreras-Paretón de Totana 23/10/2000-**

**24/10/2000.** Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CHS [44].

### *Consecuencias*

Con las precipitaciones del día 22 se produjo la crecida de la Rambla de Ramonete que tuvo como consecuencias más destacables la inundación de un gran número de

viviendas de la pedanía de Ramonete (Lorca) y la pérdida de dos vidas humanas, debido a que su vehículo fue arrastrado por el torrente de agua, lodo y piedras de la citada rambla [45]. Un día después, el 23 de octubre, las intensas y cuantiosas precipitaciones provocaron la crecida de numerosos cauces entre los que es de destacar la Rambla de Benipila, que se desbordó a su paso por Cartagena, hecho que propició la inundación de un área muy extensa de la ciudad (Figuras 8 y 9), la correspondiente a la zona adyacente al estadio de fútbol Cartagonova, con cuantiosas pérdidas económicas. Además, ésta misma avenida ocasionó la muerte de una persona que fue arrastrada por la rambla junto con su vehículo.



**Figura 8. Cartagena inundada por la crecida de la Rambla de Benipila en octubre del año 2000.**  
Fuente: *La Verdad* (24-10-2000).



**Figura 9. Área inundada en Cartagena por el desbordamiento de la Rambla de Benipila en octubre del 2000.** Fuente: Elaboración propia

Es de señalar que el área inundada se corresponde con parte del territorio donde se ubicaba, desde época histórica, el almarjal de Cartagena. Esta área, por sus condiciones

topográficas, fue siempre propicia a las inundaciones [46], ya que constituye la llanura de inundación de la Rambla de Benipila y, en la actualidad, ha sido ocupada por la población, pese a ser una de las áreas con mayor riesgo potencial de inundación de toda la Región de Murcia.

### ***Inundaciones del 16-17 de octubre del año 2003***

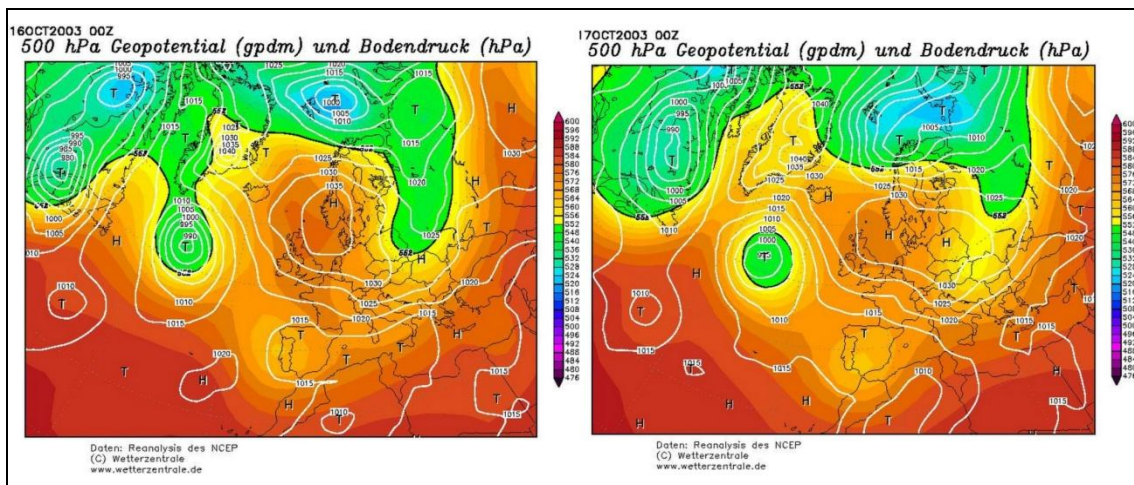
#### *Análisis sinóptico de la situación*

Al analizar el mapa en superficie del día 16 de octubre de 2003, se observa la presencia de una depresión en la costa oeste peninsular, así como también la existencia de una circulación zonal de bajo índice con dos vaguadas o senos muy importantes, una al norte de Las Azores y otra al este de Escandinavia.

A 500 hPa (Figura 10), se intuye un vórtice frío en altura, al noroeste de Lisboa, que tiene como repercusión la introducción sobre la Península de vientos del suroeste.

Con el paso de las horas, la vaguada existente el día 16 al norte de Las Azores, sufre un estrangulamiento, desgajándose de la circulación zonal una depresión con 995 mb en su centro. Por otro lado, en altura, el vórtice frío, visible ya el día 16, se desplaza hacia el sureste, situándose entonces sobre el suroeste de la Península Ibérica.

A 850 hPa se observaba como la segunda vaguada, antes mencionada, y que se encontraba sobre Centroeuropa, se mantenía aunque, en este caso, haciéndose notar también sobre el territorio peninsular.



**Figura 10.** Mapas sinópticos de los días 16 y 17 de octubre de 2003. Fuente: *Wetterzentrale* [47].

Con todo, la presencia de la DANA provoca la existencia de vientos del sureste y del este que afectan directamente sobre la Región de Murcia y que son los principales causantes de los elevados valores precipitados, debido a que el Mediterráneo actúa como una fuente de vapor que alimenta los procesos convectivos.

#### *Precipitaciones*

Tanto el día 16 como el 17 de octubre registraron importantes precipitaciones en numerosos puntos de la Región de Murcia (Cuadro 3 y Figura 11). En el primer día, las lluvias fueron más significativas que en el segundo, alcanzándose 92 mm en 24 h en La Pilica (Las Torres de Cotillas) y 67 mm en El Llano (Molina de Segura). Por otro lado,

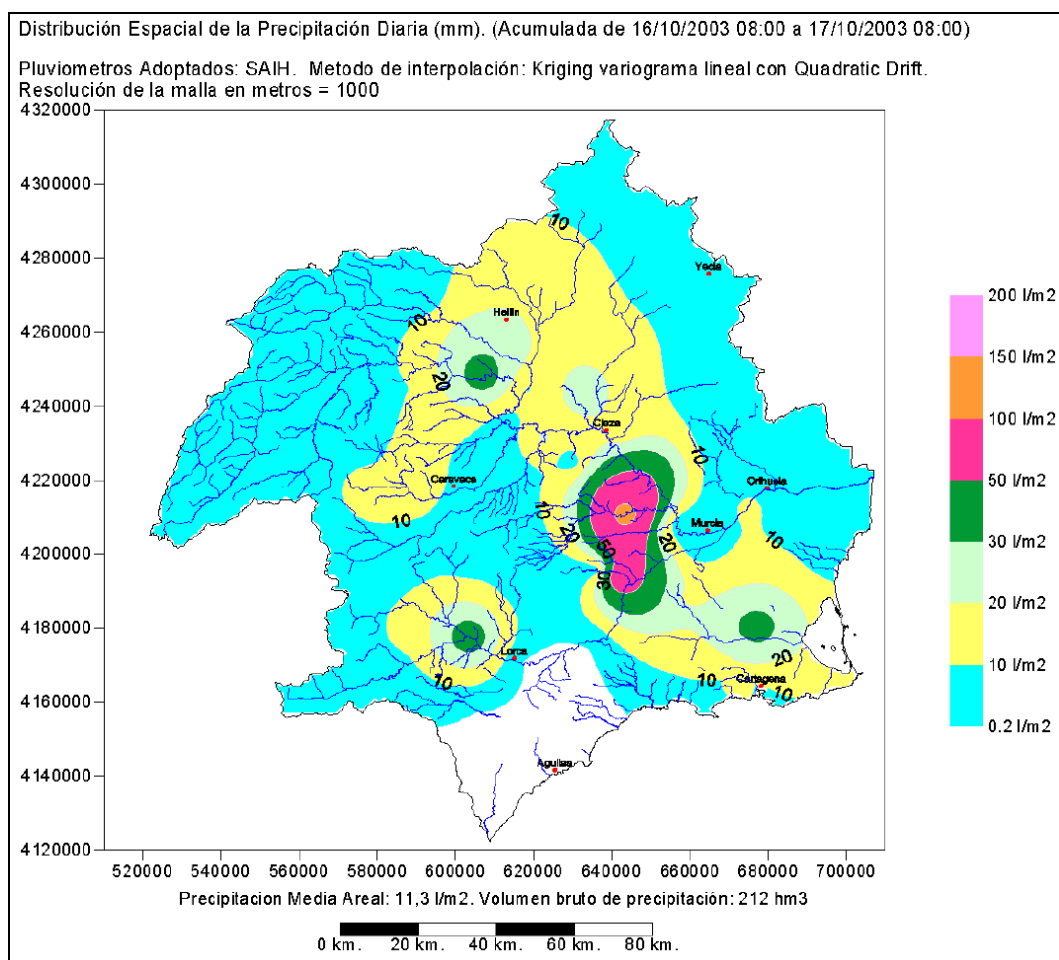
en estaciones tan dispersas como Balsapintada (Fuente Álamo de Murcia), Roche (La Unión), Yéchar (Mula) y Campotéjar (Molina de Segura) se superaron los 30 mm de lluvia en 24 h.

Un día después, el 17 de octubre, se llegaron a registrar valores pluviométricos de hasta 50,8 mm en Yéchar (Mula) y 43,2 mm en Las Encebras (Jumilla).

**Cuadro 3.**  
**Precipitaciones del 16 y 17 de octubre de 2003 en la Región de Murcia.**

16 de octubre de 2003				17 de octubre de 2003			
Estación	Paraje	Municipio	Prec (mm)	Estación	Paraje	Municipio	Prec (mm)
CA42	Balsapintada	Fuente Álamo	38,2	JU61	Jumilla	Jumilla	23,8
CA72	Roche	La Unión	30,6	JU71	Las Encebras	Jumilla	43,2
ML12	Yechar	Mula	35,4	LO61	El Esparragal	Puerto Lumbreras	25,1
MO12	Pilica	Las Torres De Cotillas	92	ML12	Yéchar	Mula	50,8
MO22	Campotéjar	Molina	34,4	ML21	Mula	Mula	26,4
MO31	El Llano	Molina	67,1				

Fuente: SIAM [48].



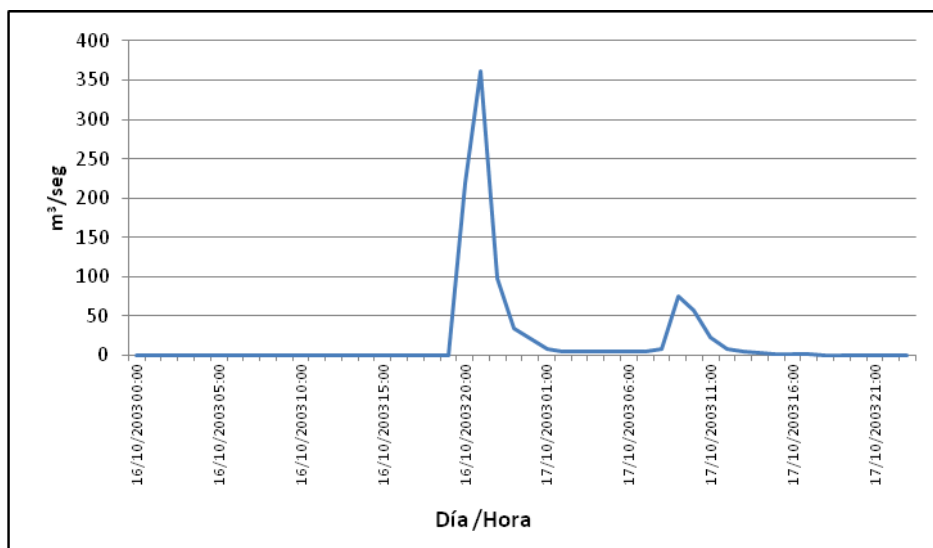
**Figura 11. Distribución espacial de la precipitación diaria acumulada de 16/10/2003-17/10/2003**

Fuente: CHS [49].

### Caudales

El área más afectada durante este episodio fue, principalmente, el sector central de la Región de Murcia. El río Mula, como se observa en el hidrograma (Figura 12), sufrió una importante crecida pasando de 0 m<sup>3</sup>/s a las 18:00 h a un caudal punta de 361,35

$\text{m}^3/\text{s}$  a las 21:00 h. Más tarde, tras un descenso continuado del caudal, volvió a darse otro pico pasando de  $5,34 \text{ m}^3/\text{s}$  a las 7:00 h del día 17 de octubre, a los  $74,66 \text{ m}^3/\text{s}$ , tan solo dos horas después, a las 9:00 h. Por otro lado, en Rambla Salada también se registraron caudales excepcionales de  $336,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Figura 12. Hidrograma del Río Mula 16/10/2003-17/10/2003.**

Fuente: Elaborado a partir de datos de la CHS [50].

### *Consecuencias*

Los daños sufridos en Albudeite y Campos del Río fueron considerables debido a la enorme cantidad de agua que circulaba por el río Mula. Antes de la confluencia del río Mula con el río Segura, el primero fue laminado por el embalse de Los Rodeos, que se encontraba prácticamente vacío. En el azud de la Contraparada (a 13 km de la ciudad de Murcia), el pico de caudal fue de  $445,1 \text{ m}^3/\text{s}$  a las 23:00 horas, por lo que en este punto se tuvo que derivar caudal por las acequias de riego, debido a que la canalización actual del río Segura sólo admite un caudal máximo de  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ . En Albudeite y Campos del Río el agua superó los puentes existentes, desbordó y rompió los muros de contención (Figura 13) entró en numerosas viviendas y hubo que lamentar la muerte de una persona.



**Figura 13. Efectos de las inundaciones del 16 y 17 de octubre de 2003 en Albudeite.**

Fuente: E. García Cruz.



Otra causa negativa de esta riada fue el incremento de los procesos de erosión y sedimentos asociados de la cuenca margosa de Mula [51]. Mientras que un efecto positivo fue el aumento significativo del nivel de agua acumulada en los embalses, con una subida total de  $6,57 \text{ Hm}^3$  [52].

### Inundaciones del 28 de septiembre del año 2009.

#### Análisis sinóptico de la situación

En este caso, si se observa el mapa de superficie y a 500 hPa de los días 25, 26, 27 y 28 (Figura 14), se puede apreciar el desplazamiento de un vórtice frío que desde el noroeste de las costas africanas se mueve con dirección Oeste-Este hasta posicionarse en la zona de Orán (Figura 14d).

Este vórtice frío, con poco reflejo en superficie, se situaba al noreste de Marruecos favoreciendo la existencia de aire frío en capas altas atmosféricas y la ubicación de la zona de divergencia en altura, más o menos, frente a las costas del sureste de la Región de Murcia, en concreto frente a Cartagena. En superficie, se observa una circulación del Este o Levante sobre Murcia por la isobara 1020, lo que permite deducir un amplio recorrido marítimo de esta masa de aire, con una humedad elevada. De este modo, la conjunción de una masa de aire muy recalentada en su base y un vórtice frío en altura, generó un acusado gradiente térmico vertical y mucha inestabilidad.

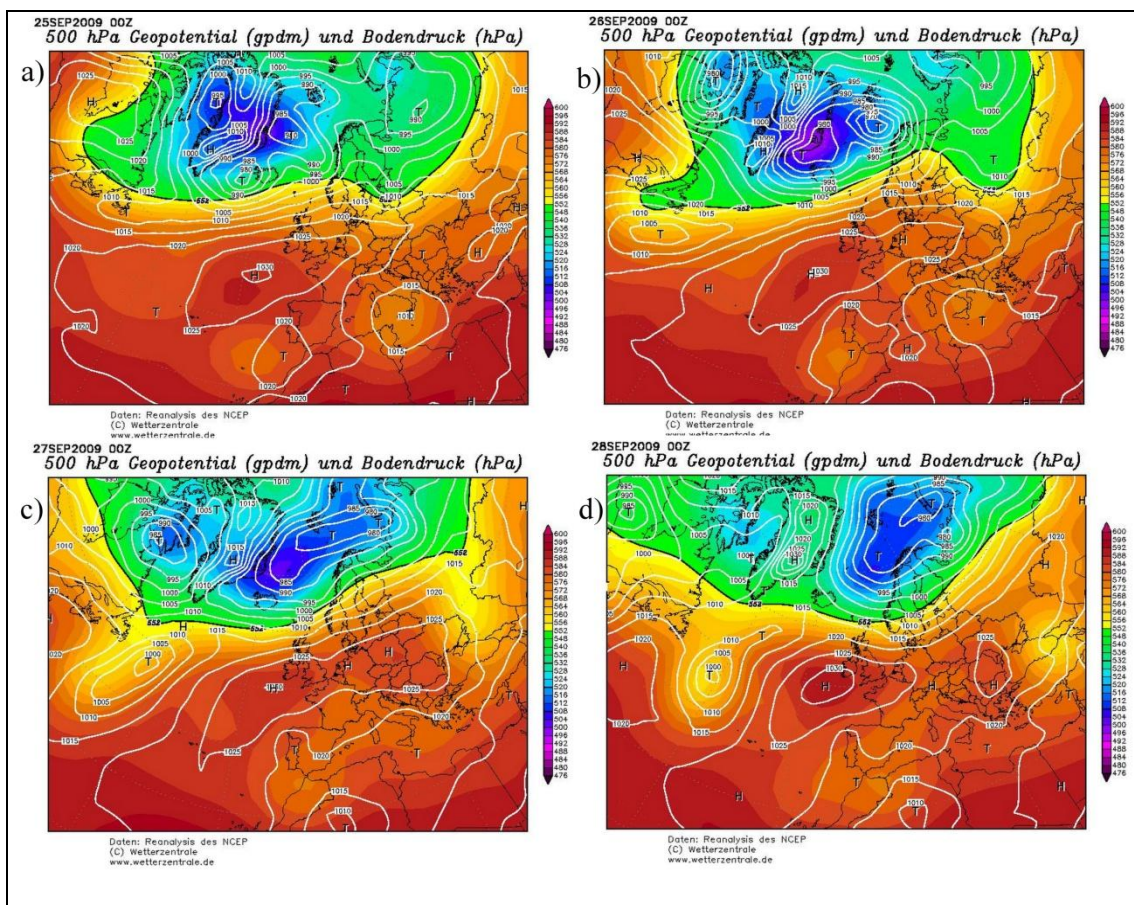


Figura 14. Mapas sinópticos de los días 25-28 septiembre de 2009. Fuente: Wetterzentrale [53].

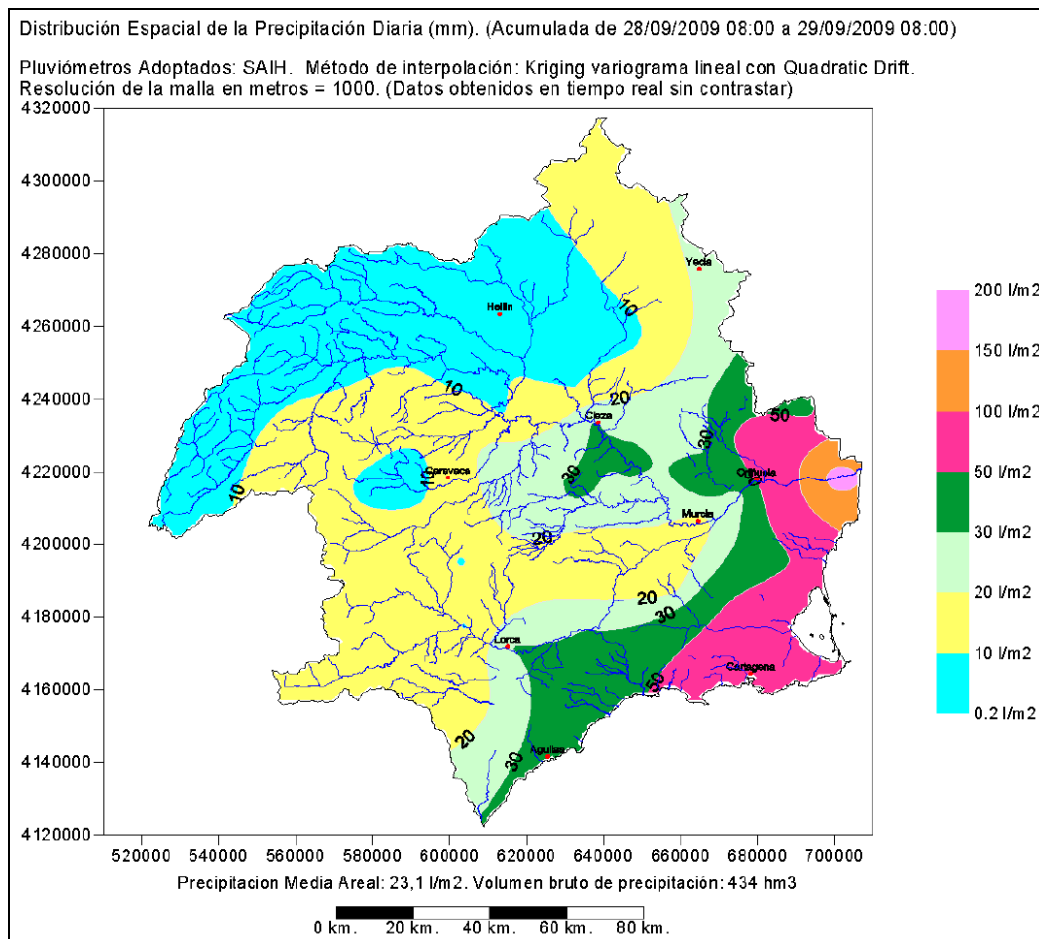
Es importante señalar que, en este caso, esta situación se podría clasificar como pseudoDANA, puesto que no se aísla totalmente. Pese a esto, ésta tiene una importancia

suficiente como para generar lluvias intensas en el sureste de la Región de Murcia, como así ocurrió de forma generalizada.

A 850 hPa la Península Ibérica estaba bajo la influencia de una dorsal africana cálida, hecho que ayudó a recalentar la superficie. El día 28 (Figura 14c) se produce una advección polar continental del noreste, produciéndose entonces el choque de las masas frías con el viento cálido de levante en superficie y ocasionando una potente conectividad traducida en el desarrollo de cumulonimbos que dieron lugar a precipitaciones copiosas y de alta intensidad horaria (Cuadro 4).

### *Precipitaciones*

El Campo de Cartagena fue la comarca con los registros de precipitaciones más elevados, cuantificándose casi 160 mm en La Palma (Cartagena), 115 mm en La Aljorra (Cartagena), unos 75 mm en Fuente Álamo y 70 mm en Torre Pacheco (Cuadro 4 y Figura 15). Por otro lado, en más de veinte municipios del resto de la Región de Murcia se superaron los 30 mm, reforzando así la importancia de este episodio de lluvias.



**Figura 15. Distribución espacial de la precipitación diaria acumulada de 28/09/2009-29/09/2009**  
Fuente: CHS [54].

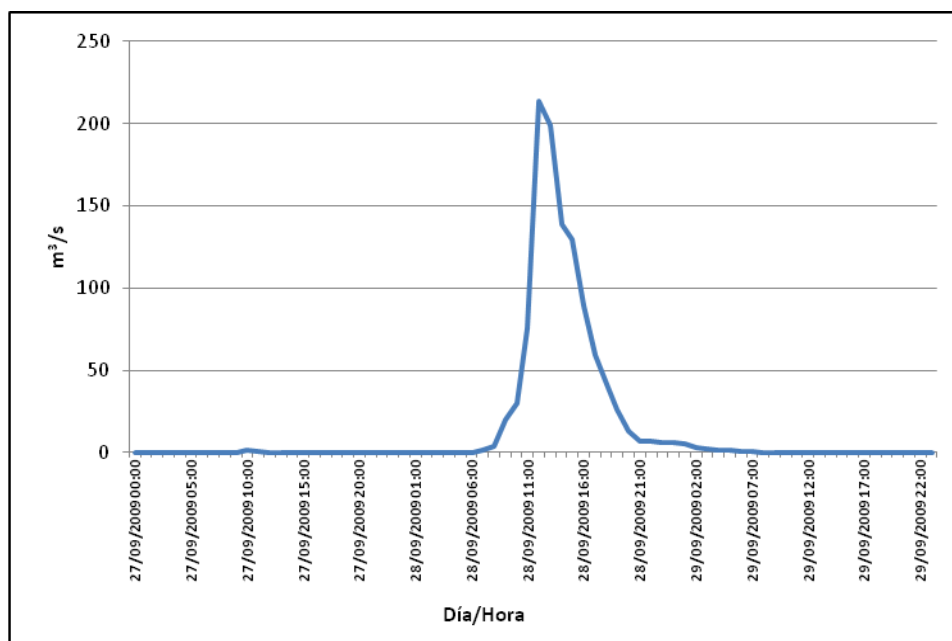
**Cuadro 4.**  
**Precipitaciones en la Región de Murcia el 28 de septiembre de 2009.**

Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)	Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
AL31	Lebor	Totana	43,4	MO22	Campotejar	Molina	38,8
AL41	La Calavera	Alhama	45,1	MO31	El Llano	Molina	32,2
AL51	La Egesa	Librilla	33,8	MO41	La Jaira	Abanilla	36,1
AL62	Cañada Gallego	Mazarrón	50,6	MO51	Charco Taray	Fortuna	37,2
CA12	La Palma	Cartagena	159,8	MO61	El Cajal	Ojós	38,8
CA21	Corvera	Murcia	36,8	MU21	Los Álamos	Beniel	35,8
CA42	Balsapintada	Fuente Álamo	77,2	MU31	La Vereda	Murcia	43,9
CA52	La Aljorra	Cartagena	115,2	MU52	Cabezo De La Plata	Murcia	39,1
CA72	Roche	La Unión	76,8	MU62	La Alberca	Murcia	31,5
CA91	Campillo De Abajo	Fuente Álamo	72,2	TP22	Santiago De La Ribera	San Javier	55,4
LO11	Purías	Lorca	41,6	TP42	Torreblanca	Torre Pacheco	65,3
ML12	Yechar	Mula	31,4	TP52	El Mirador	San Javier	51,9
ML21	Mula	Mula	34,1	TP73	Los Infiernos	Torre Pacheco	69,5
MO12	Pilica	Las Torres De Cotillas	34,2	TP91	Torre Pacheco	Torre Pacheco	73,5

Fuente: SIAM [55].

### Caudales

Las copiosas lluvias provocaron crecidas “moderadas” en numerosos cursos fluviales de la Región, como fue el caso de la Rambla de Fuente Álamo (más conocida como Rambla del Albuñón) aunque, sin duda, la curva de caudales a destacar en este episodio es la de la Rambla de Benipila. Como se observa en el hidrograma (Figura 16), el cauce seco de la Rambla de Benipila alcanzó un caudal punta de 213,99 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 16. Evolución del caudal de la Rambla de Benipila 27/09/2009-29/09/2009.**

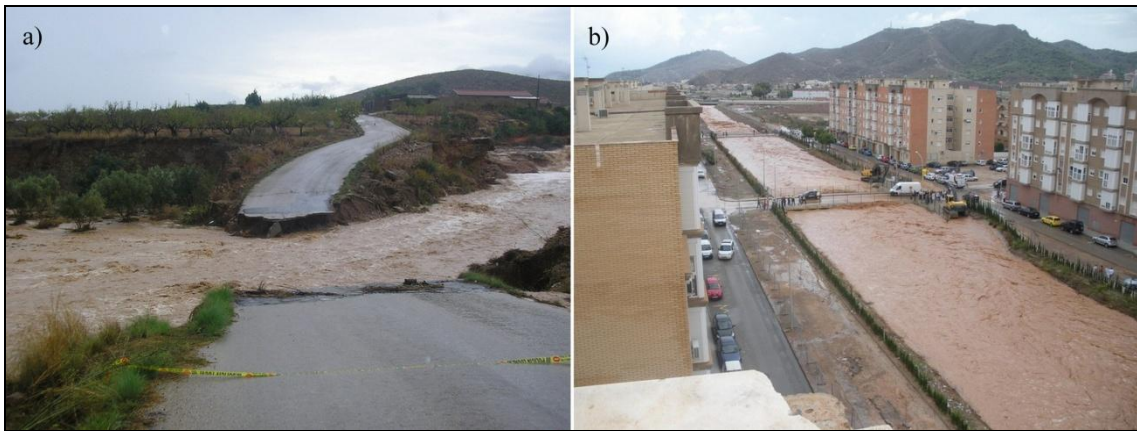
Fuente: Elaborado a partir de datos de la CHS [56].

### Consecuencias

Consecuencia de estas intensas y cuantiosas precipitaciones fue el desbordamiento de gran número de ramblas. Varios centros educativos se vieron obligados a suspender las clases y en la zona de Los Alcázares fueron desalojadas cien personas por la rotura de un dique ocasionado por la crecida de la Rambla del Albuñón.

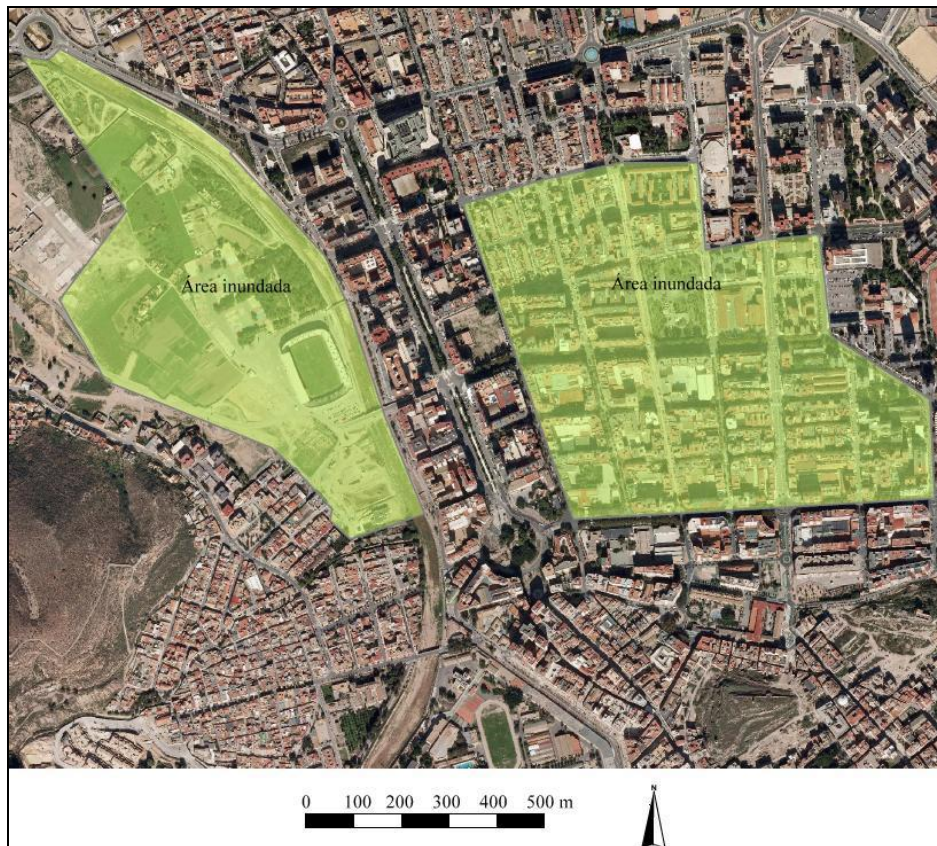
La zona oeste de la ciudad de Cartagena (Figuras 17 y 18) fue la más afectada por el desbordamiento de la Rambla de Benipila, a la que debe sumarse gran parte del área central de Cartagena (Figura 14). Además, se cortaron multitud de carreteras,

preferentemente aquellas que unían Cartagena con la zona de Cuesta Blanca, Tallante, Canteras, Perín, Los Dolores, etc. En estas carreteras varios conductores tuvieron que ser rescatados de sus vehículos, debido al nivel del agua.



**Figura 17. a) Rotura de una carretera por la crecida de la Rambla de Agüera. Fuente: Balanza; b) Rambla de Benipila a su paso por Cartagena. Fuente: Juanfran.**

La crecida de la Rambla del Portús arrastró un camión que se encontraba estacionado en uno de los márgenes de su cauce junto al Camping del Portús. Por fortuna, su conductor no estaba dentro del vehículo en el momento del incidente. Por último, el suceso más grave fue la muerte de una persona en la localidad costera de Los Nietos cuyo coche fue arrastrado por las aguas provocando que colisionase éste con un convoy del ferrocarril.

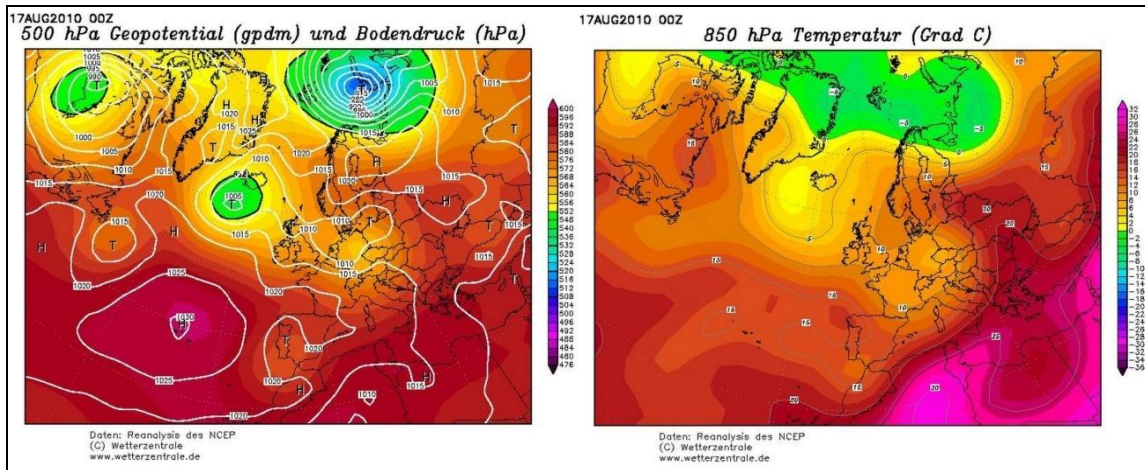


**Figura 18. Área inundada en Cartagena por las precipitaciones del 28 de septiembre de 2009. Fuente: Elaboración propia**

## ***Inundaciones del 17 de agosto del año 2010.***

### *Análisis sinóptico*

Al analizar los mapas sinópticos de los días previos al día 17 y los de este mismo día (Figura 19), se puede observar la existencia de un vórtice frío aislado, muy potente para la época del año que aparece, localizado sobre la vertical del Golfo de Cádiz. Además, al realizar un análisis térmico, se puede añadir que existía una amplia diferencia de temperatura entre la DANA y el anticiclón de Las Azores, situado al oeste de la Península, hecho que generó una gran inestabilidad.



**Figura 19. Mapas sinópticos del 17 de agosto de 2010. Fuente: Wetterzentrale [57].**

Por la localización de esta depresión, se puede deducir que la zona de difluencia en altura afectaría principalmente a la zona almeriense y al litoral sur-suroeste murciano. Por otro lado, a 850 hPa se observa que, en días anteriores al 17 de agosto, las temperaturas fueron muy altas en la zona, ayudando así a caldear la superficie y favorecer la génesis de la inestabilidad que dará lugar a copiosas lluvias en toda la Región de Murcia el día 17.

### *Precipitaciones*

Las precipitaciones registradas, como consecuencia de esta situación sinóptica, fueron generalizadas en la Región, pero especialmente abundantes en la zona sur-sureste, destacando los municipios de Mazarrón (100 mm en Cañada Gallego), Águilas (75,8 mm) y Totana (64,4 mm en Lébor). A estos le siguen Alhama de Murcia (59,7 mm en La Calavera) y Fuente Álamo (42,1 mm en el Campillo de Abajo). Se debe señalar, que en otros muchos municipios las precipitaciones fueron también importantes (Cuadro 5).

### *Caudales*

En este caso, la falta de estación de aforos no permite conocer la curva de caudales de la Rambla de las Culebras cuya crecida fue la que tuvo peores consecuencias para la población de Águilas. El resto de ramblas a su paso por las poblaciones en las que se contabilizaron lluvias intensas, prácticamente no sufrieron avenidas.

### *Consecuencias*

Los principales aspectos negativos de las lluvias del 17 de Agosto de 2010 y de las inundaciones que éstas provocaron, se dejaron sentir en el litoral suroeste de la Región de Murcia, especialmente en el municipio de Águilas. Aquí tuvo lugar el

desbordamiento de la Rambla de las Culebras que desemboca en la playa de Las Delicias (Figura 20), inundando garajes y sótanos y causando destrozos en coches, calles, árboles y elementos del mobiliario urbano. La crecida de esta rambla arrastró hasta el mar, en la playa de Las Delicias, siete coches que estaban aparcados en los alrededores de la misma (pese a su prohibición). Además, otros ocho turismos fueron empotrados por la acción del agua contra palmeras y muros en los paseos de Las Delicias y Párraga. Igualmente, las consecuencias de las lluvias hicieron casi imposible circular por el centro de esta población costera.

**Cuadro 5.**  
**Precipitaciones en la Región de Murcia el 17 de agosto del año 2010.**

Estación	Paraje	Municipio	Prec (mm)
AL31	Lebor	Totana	64,4
AL41	La Calavera	Alhama	59,7
AL62	Cañada Gallego	Mazarrón	100
CA42	Balsapintada	Fuente Álamo	31,4
CA91	Campillo De Abajo	Fuente Álamo	42,1
LO11	Purias	Lorca	30,2
LO31	La Pilica	Águilas	75,8
LO41	La Paca	Lorca	37,7
LO51	Tébar	Águilas	35,9

Fuente: SIAM [58].

En este estado, la Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio cortó al tráfico varias carreteras por las fuertes lluvias caídas en la zona de Águilas, Lorca y Mazarrón, siendo las vías más afectadas la RM-332 (de Mazarrón a Águilas), en el tramo que va desde Cañada de Gallego hasta El Ramonete; la que va de Mazarrón a Morata (RM-D4); la que conecta Águilas con El Cocón (RM-D18), la que va de Cuesta de Gos a la autovía Lorca-Águilas (RM-D13) y la que conecta la RM-332 con Puntas de Calnegre (RM-D21).



**Figura 20. a) Desembocadura de la Rambla de Las Culebras (Águilas). b) Coches arrastrados por la riada en la Playa de Las Delicias (Águilas).** Fuente: *La Verdad* (18.08.2010)

### ***Inundaciones del 18-23 Noviembre del año 2011.***

#### ***Análisis sinóptico 18-21 de noviembre de 2011.***

Si se observa el análisis en superficie del día 18 de Noviembre de 2011 (Figura 21a), se puede apreciar cómo se va desprendiendo de la circulación del oeste una vaguada o

depresión fría cuyo frente frío se sitúa al oeste de la Península Ibérica dirigiendo hacia ésta una gran masa de aire frío y húmedo. Un día después, el 19 de noviembre (Figura 21b) el surco se va estrangulando y su eje pasa a tener dirección sur-norte estando éste prácticamente alineado con las costas portuguesas del oeste.

El día 20 de noviembre se puede apreciar (Figura 21c) cómo surge una potente baja al suroeste de la Península situándose ésta sobre el Cabo de San Vicente, lo que provocó la entrada de vientos húmedos y cálidos al sureste de España de dirección sur y este. Esta baja se desplazó hacia el este el día 21 (Figura 21d) repercutiendo en la inestabilidad imperante en el levante y favoreciendo la génesis de intensas precipitaciones provocadas por potentes fenómenos convectivos.

A 850 hPa, la temperatura sobre la Región de Murcia no superaba los 7,5 °C provocando una gran diferencia térmica entre la temperatura cálida en superficie, beneficiada por los vientos de componente sureste y este, y las temperaturas más frías a 850 hPa, lo que generaría una potente inestabilidad traducida en fuertes lluvias en toda la fachada mediterránea.

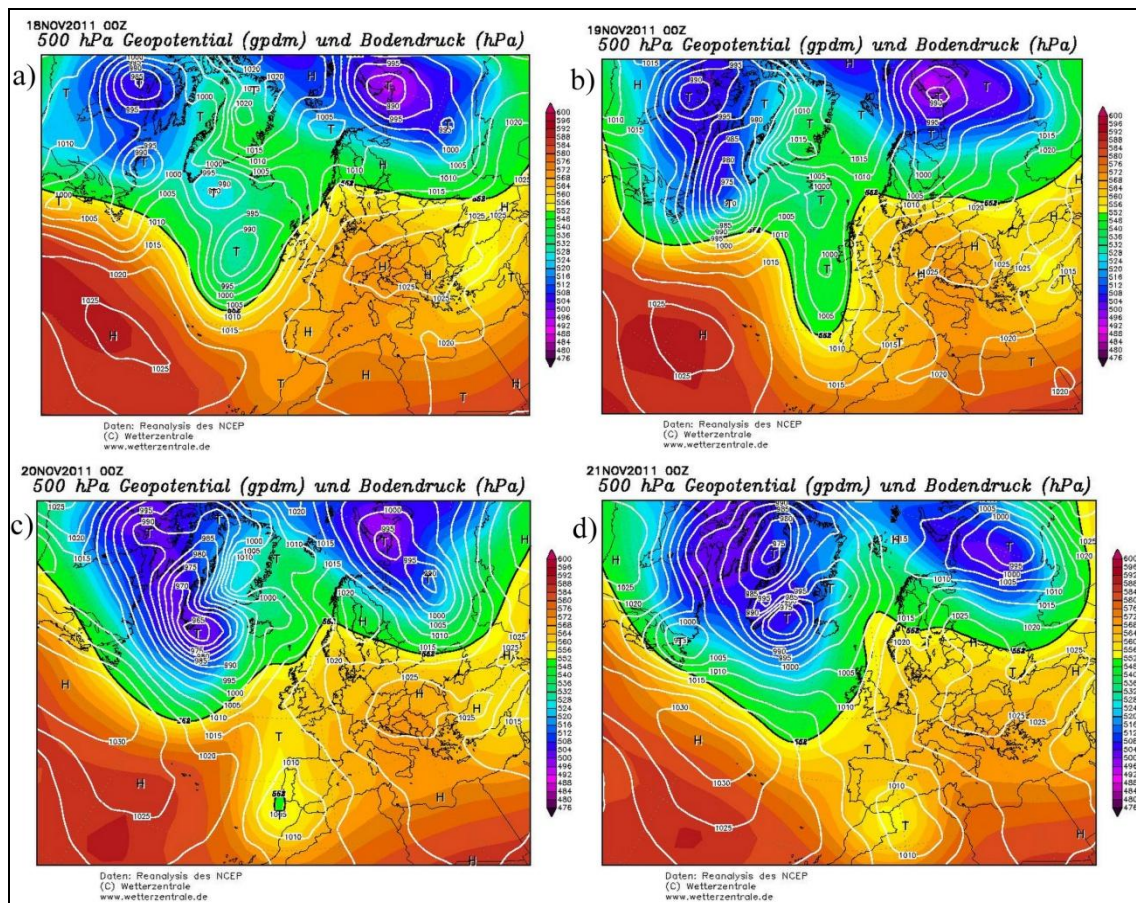


Figura 21. Mapas sinópticos de los días 18-21 de noviembre de 2011. Fuente: Wetterzentrale [59].

### Precipitaciones

El frente frío del 18 noviembre fue el causante de las precipitaciones registradas en ese día (Cuadro 6) donde se destacan los valores pluviométricos de la ribera oeste del Mar Menor (78,6 mm en Santiago de la Ribera y 69,9 mm en San Javier). Estas lluvias tuvieron consecuencias negativas sobre todo en San Pedro del Pinatar donde, precipitaron hasta 117 mm en tres horas y 90 mm en San Javier.

Tres días después (Cuadro 6), el 21 de Noviembre, la DANA que se situaba en el norte de África ocasionó un episodio de lluvias generalizadas en casi toda la Región, a excepción de las zonas costeras y el Altiplano, donde las precipitaciones fueron casi nulas. En este caso, como valores más importantes destacan los 96 mm de Campotéjar (Molina de Segura), 62,7 mm en Pilica (Las Torres de Cotillas), 57 mm en Cajal (Ojós), 54,4 mm en Mula y 40,2 mm en La Alberca (Murcia). Por tanto, las precipitaciones más intensas se registraron en la zona centro de la Región, en donde también fueron importantes las consecuencias derivadas de ellas, en especial en la pedanía de Espinardo (Murcia).

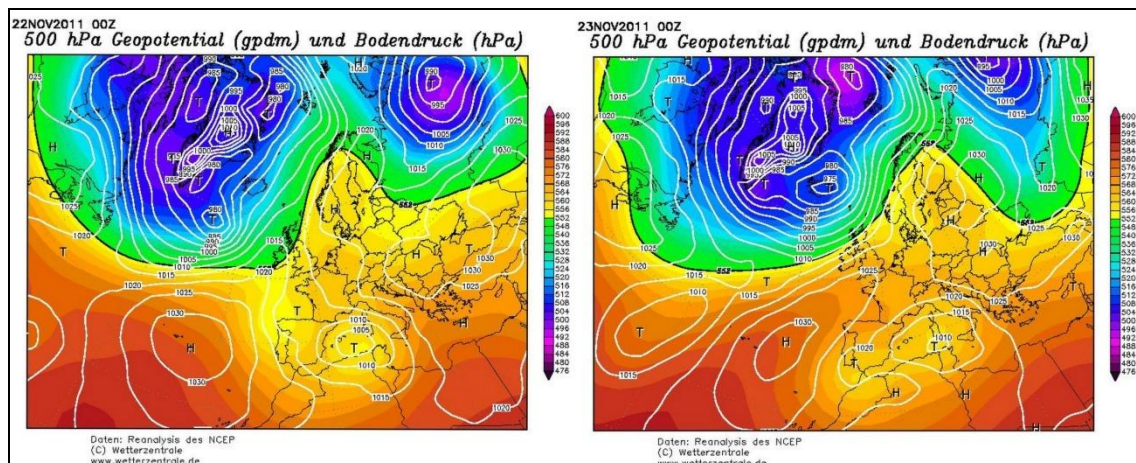
**Cuadro 6.**  
**Precipitaciones en la Región de Murcia del 18 y 21 de noviembre de año 2011.**

18 de noviembre de 2011			
Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
TP22	Santiago De La Ribera	San Javier	78,6
TP52	El Mirador	San Javier	69,9
TP73	Los Infiernos	Torre Pacheco	37,3
21 de noviembre de 2011			
Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
CI52	Rotas	Calasparra	33,1
CR32	El Chaparral	Cehégín	37,4
ML12	Yechar	Mula	49
ML21	Mula	Mula	54,4
MO12	Pilica	Las Torres De Cotillas	62,7
MO22	Campotejar	Molina	96,5
MO61	El Cajal	Ojós	57,4
MU21	Los Álamos	Beniel	33,7
MU62	La Alberca	Murcia	40,2

Fuente: SIAM [60].

#### Análisis sinóptico 22-23 de noviembre de 2011

Con el paso de los días, la baja que se situaba al principio de la situación analizada (18 de noviembre) sobre el Cabo de San Vicente, se desplazó hacia el este por todo el norte de África, hasta situarse el día 23 entre Cerdeña y Túnez, provocando la entrada a España de vientos húmedos de dirección noroeste (Figura 22), dando lugar a una advección del oeste.



**Figura 22.** Mapas sinópticos del 22 y 23 de noviembre de 2011. Fuente: Wetterzentrale [61].



### Precipitaciones

El resultado fueron lluvias en Yecla el día 23 de Noviembre de 2011 de más de 55 mm, además de superarse los 20 mm registrados en casi todos los municipios de la Región. Llama la atención que los municipios costeros de La Unión, Cartagena y Águilas prácticamente no recibiesen ninguna precipitación (Cuadro 7).

**Cuadro 7.**  
**Precipitaciones en la Región de Murcia el día 23 de noviembre del año 2011.**

Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
CI32	Estación Ulea	Ulea	38,2
JU42	Las Moratillas	Yecla	57,2
JU52	Pinillos	Yecla	55,3
MO22	Campotejar	Molina	30,4
MO41	La Jaira	Abanilla	39,5
MO51	Charco Taray	Fortuna	36,8
MO61	El Cajal	Ojós	30,8

Fuente: SIAM [62].

### Consecuencias

Las consecuencias más significativas de las precipitaciones del día 18 fueron las inundaciones que tuvieron lugar en San Pedro del Pinatar y San Javier (Figura 23), donde el agua llegó a alcanzar una altura en las calles de casi medio metro, dejando incomunicados a muchos vecinos y produciendo grandes pérdidas económicas a los propietarios de comercios y coches, y a aquellos que vieron como el agua entraba en sus casas y sótanos.



**Figura 23. a) Calles inundadas en San Pedro del Pinatar. b) Calles inundadas en San Javier.**

Fuente: a) *La Opinión* (Edición digital para Murcia, 18.11.2011). b) *La Verdad* (Edición digital para Murcia, 18.11.2011).

### ***Inundaciones del 28 de septiembre del año 2012 (Riada de San Wenceslao).***

#### *Análisis sinóptico*

Al analizar la evolución de la situación sinóptica de los días previos a este gran episodio pluviométrico producido el día 28 de septiembre de 2012, se puede observar (Figura 24a) como el día 26 una gran vaguada desprendida de la circulación del oeste y con centro en el Reino Unido (900 mb) llega a incidir sobre la Península Ibérica, con un

gran frente aportando aire húmedo y frío, y favoreciendo las precipitaciones en todo el litoral cantábrico y el interior de la Península, además de provocar un descenso generalizado de las temperaturas. En la Región de Murcia, por el contrario, la orientación de su orografía dificultó las precipitaciones, sobre todo en el sur y sureste, hecho muy normal con estas situaciones del noroeste.

Los días posteriores al 26 (Figura 24b, c y d), este surco se reincorpora a la circulación zonal del oeste, pero al oeste de Portugal se genera un vórtice frío que con el paso de las horas se desplaza hacia el sureste de la Península, favoreciendo la penetración de vientos de levante en España y generando así una gran inestabilidad que se tradujo el día 28 en copiosas precipitaciones, seguidas de importantes avenidas e inundaciones.

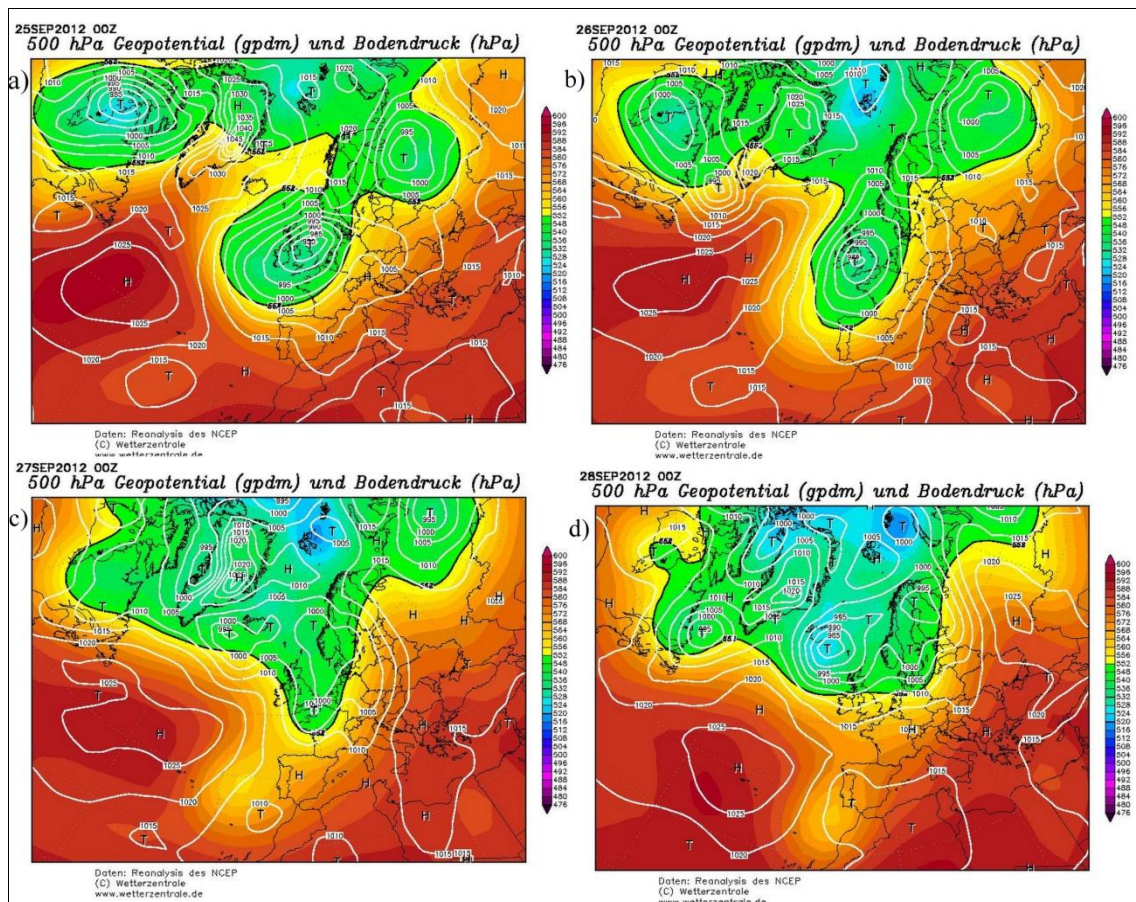


Figura 24. Mapa en superficie de los días 25, 26, 27 y 28 de septiembre de 2012.

Fuente: Wetterzentrale [63].

### Precipitaciones

Esta situación sinóptica dejó elevados valores pluviométricos en toda la Región de Murcia. Al analizar la figura 25 y el cuadro 8, llama la atención los valores superiores a los 100 mm registrados en ocho de las cuarenta y cinco estaciones de la red SIAM en la Región de Murcia, aunque también se pueden incluir los 96 mm recogidos por la estación de Mula, por rozar los 100 mm. Estas cifras fueron muy importantes, pero también lo fue la homogeneidad de las precipitaciones, puesto que fueron muy copiosas en casi toda la Región, registrándose una media en todas las estaciones de más 70 mm. Pero, sin duda, el área que recibió las precipitaciones mas abundantes fue la cuenca alta del río Guadalentín (Cuadro 9), registrándose en Puerto Lumbreras 220 mm.

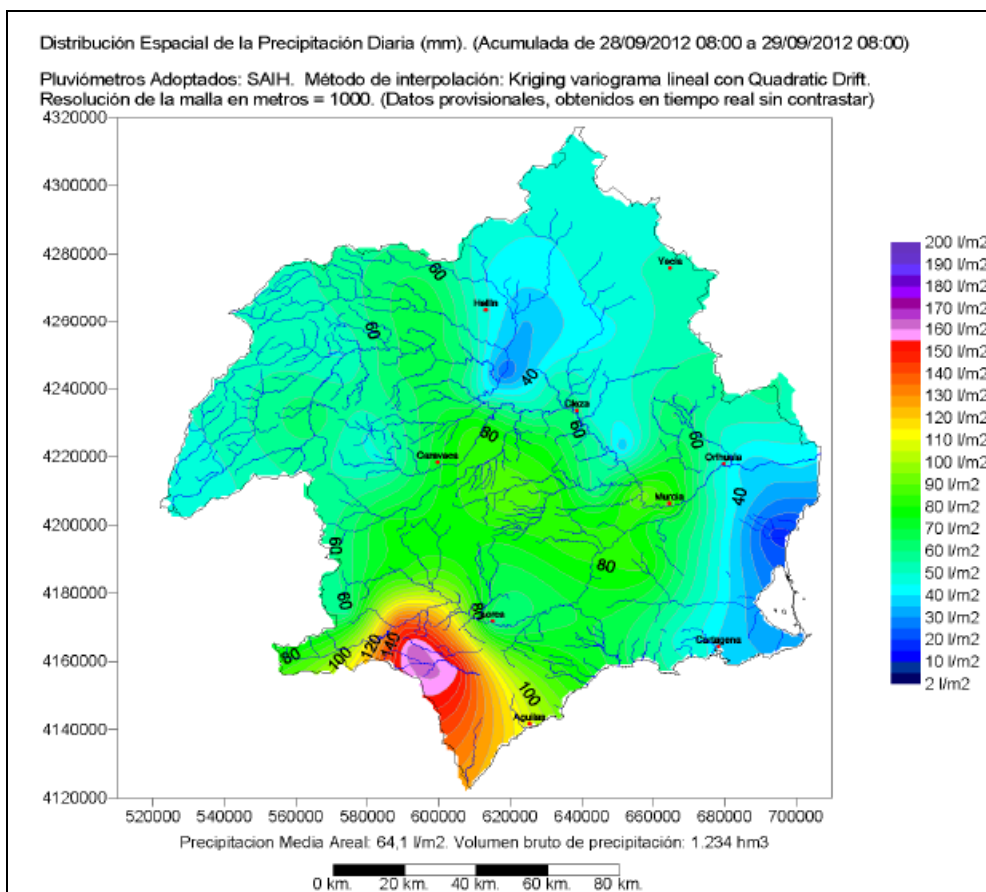


Figura 25. Distribución espacial de la precipitación diaria acumulada de 28/09/2012-29/09/2012

Fuente: CHS [64].

Cuadro 8.  
Precipitaciones en la Región de Murcia el día 28 de septiembre del año 2012.

Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)	Estación	Paraje	Municipio	Prec. (mm)
AL31	Lebor	Totana	84,8	JU81	Román(Aljuzarejo)	Jumilla	35,9
AL41	La Calavera	Alhama	84	LO11	Purias	Lorca	106,4
AL51	La Egesa	Librilla	80,8	LO21	Pozohiguera	Lorca	118
CA12	La Palma	Cartagena	58,2	LO41	La Paca	Lorca	67,8
CA21	Corvera	Murcia	45,9	LO51	Tébar	Águilas	66,7
CA42	Balsapintada	Fuente Álamo	57,3	LO61	El Esparragal	Puerto Lumbreras	123,2
CA52	La Aljorra	Cartagena	53,9	ML12	Yechar	Mula	125,6
CA72	Roche	La Unión	49,9	ML21	Mula	Mula	96,7
CA91	Campillo De Abajo	Fuente Álamo	117,1	MO12	Pilica	Las Torres De Cotillas	68,8
CI22	Estación De Blanca	Blanca	49	MO22	Campotejar	Molina	67,5
CI32	Estación Ulea	Ulea	55,3	MO41	La Jaira	Abanilla	57,4
CI42	La Carrichosa	Cieza	46,8	MO51	Charco Taray	Fortuna	83,6
CI52	Rotas	Calasparra	86,6	MU21	Los Álamos	Beniel	65,7
CR12	Barranda	Caravaca	56,1	MU31	La Vereda	Murcia	102,4
CR32	El Chaparral	Cehegín	107,7	MU52	Cabezo De La Plata	Murcia	67,3
CR42	Venta Ulea	Moratalla	89	MU62	La Alberca	Murcia	74,6
CR52	La Torrecica	Cehegín	113,3	TP22	Santiago De La Ribera	San Javier	30,9
CR61	Casas Del Rey	Moratalla	70,6	TP42	Torreblanca	Torre Pacheco	77,2
JU12	Cª Del Judío	Jumilla	43,8	TP52	El Mirador	San Javier	41,9
JU42	Las Moratillas	Yecla	53,7	TP73	Los Infernos	Torre Pacheco	71,5
JU52	Pinillos	Yecla	65,1	TP91	Torre Pacheco	Torre Pacheco	66,4
JU71	Las Encebras	Jumilla	69,1				

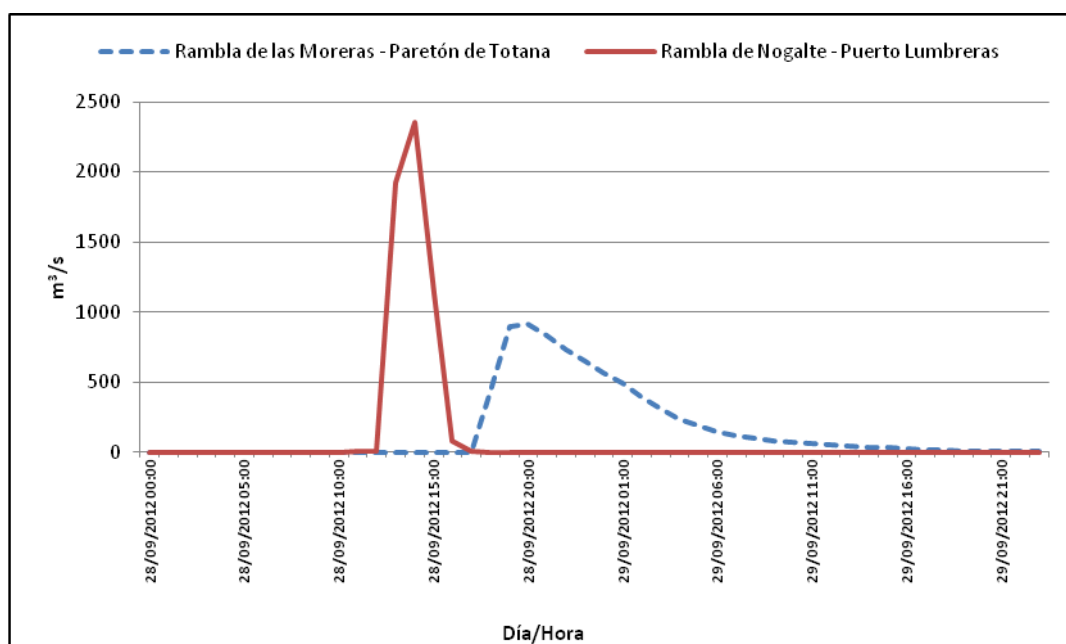
Fuente: SIAM [65].

**Cuadro 9.**  
**Precipitaciones en la Cuenca alta del río Guadalentín día 28 de septiembre del año 2012.**

Fuente	Estación	Prec. (mm)
AEMET	Puerto Lumbreras	220.0
SAIH	Cabecera Rbla. Nogalte	177.5
SAIH	Rbla. Nogalte (P. Lumbreras)	161.4
SAIH	Venta del Castillo (Lorca)	144.7
AEMET	Lorca	140.7
SAIH	Embalse de Valdeinfierno	116.6
AEMET	Totana	115.6

### Caudales

Las copiosas precipitaciones de alta intensidad fueron la causa de que casi todas las ramblas y ríos de la Región de Murcia sufriesen importantes crecidas. Entre todas ellas, aquí se han representado los hidrogramas de la Rambla de las Moreras (Paretón de Totana) (Figura 26), Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras) (Figura 26) y Río Pliego (Figura 27).

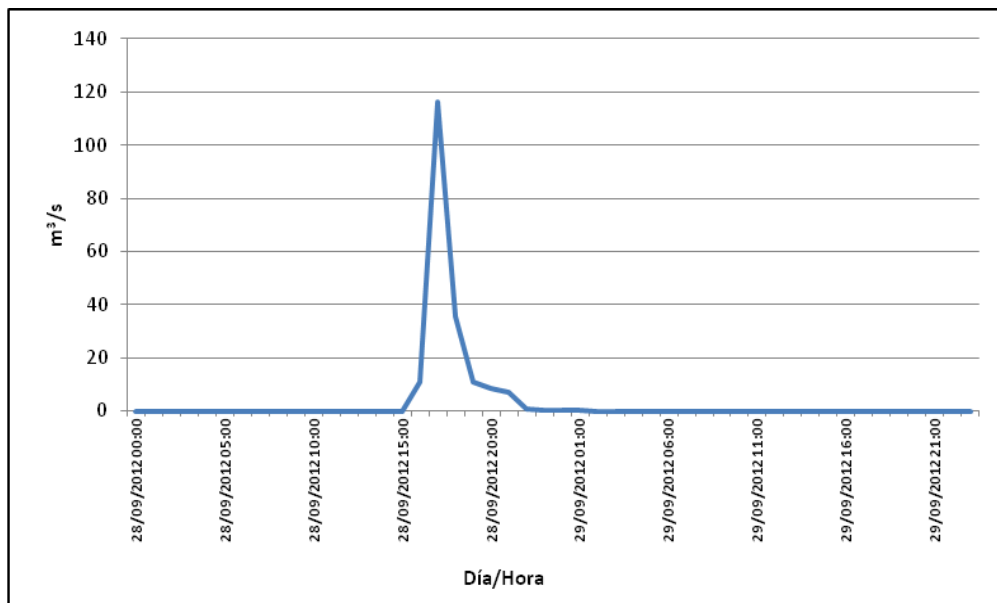


**Figura 26. Hidrograma de la Rambla de las Moreras-Paretón de Totana y de la Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras) 28/09/2012-30/09/2012.** Fuente: Elaborado a partir de datos de la CHS [66].

En el hidrograma de la Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras) (Figura 26), se puede apreciar como la crecida fue prácticamente súbita (*flash-flood*), dándose un limbo de ascenso muy pronunciado. En una hora se pasó de 7,4 m<sup>3</sup>/s (12:00 h) a 2.356,7 m<sup>3</sup>/s (13:00 h). Estas cifras de caudales no quedan lejos de las que se registraron también en esta misma rambla en octubre de 1973 (1.974 m<sup>3</sup>/s), o en inundaciones anteriores, con consecuencias devastadoras y catastróficas [67] [68], aunque en aquella ocasión la rambla no estaba encauzada a su paso por Puerto Lumbreras.

Por otro lado, la curva de caudales de la Rambla de Las Moreras (Figura 26) también aporta valores especialmente importantes. En su análisis se observa como a las 17:00 h no circulaba agua por su cauce y tan solo una hora después, a las 18:00 h, ya se

cuantificaban  $436,92 \text{ m}^3/\text{s}$ , aunque el pico máximo de crecida se alcanzó a las 20:00 h con un registro de  $912,22 \text{ m}^3/\text{s}$ . No obstante, hay que mencionar que parte de estos caudales fueron derivados del río Guadalentín, para evitar más inundaciones en las márgenes de este último río, que iba muy crecido.



**Figura 27. Hidrograma del Río Pliego 28/09/2012-30/09/2012.**

Fuente: Elaborado a partir de datos de la CHS [69].

Por último, el hidrograma del pequeño Río Pliego (Figura 27) también desvela una importante crecida del caudal. En este caso, de las 15:00 h a las 17:00 h se produjo un incremento del caudal desde los  $0 \text{ m}^3/\text{s}$  a los  $116,3 \text{ m}^3/\text{s}$  que fue el caudal punta de esta avenida.

### *Consecuencias*

Toda la Región de Murcia se vio sacudida por importantes avenidas e inundaciones pero, sin duda, fue en Lorca y Puerto Lumbreras en donde las consecuencias fueron más graves, hasta el punto de que se constituyó la “Plataforma de afectados por la inundación del 28S 2012” debido a las miles de hectáreas que quedaron inundadas, produciéndose la muerte de centenares de animales de numerosas granjas y la pérdida de un alto número de cosechas y bienes. Quizás, la imagen de esta gran avenida fuese la destrucción del puente de la autovía A-7 que conectaba Lorca con Puerto Lumbreras (Rambla de Béjar) (Figura 28a) o el imponente caudal de la Rambla de Nogalte a su paso por Puerto Lumbreras (Figura 28b). Además, otros municipios como Fuente Álamo de Murcia, Cartagena, Murcia, Mazarrón, etc., también sufrieron importantes inundaciones.

Es de reseñar como el Embalse de Puentes recibió  $10 \text{ hm}^3$  en apenas cinco horas, cifras muy considerables y que refuerzan la importancia de las infraestructuras hidráulicas a la hora de luchar contra los riesgos por inundación.

En total, según algunas estimaciones, en toda la Región de Murcia, 15.000 viviendas se vieron afectadas por las inundaciones, así como 2.000 comercios, 3.400 vehículos y 26.000 hectáreas de cultivo. Desgraciadamente la mayor pérdida fue la de tres personas,

dos de ellas en una rambla entre las pedanías de Lorca y Puerto Lumbreras y otra en Sangonera La Verde.



**Figura 28. a) Puente de la Autovía A-70 destruido por la avenida. b) Pico de avenida de la Rambla de Nogalte a su paso por Puerto Lumbreras 28.09.2012. Fuente: *La Verdad* (29.09.2012).**

## Discusión

### *Características de las precipitaciones e inundaciones producidas en el siglo XXI*

Es de destacar como en tan solo en un periodo de 12 años, en la Región de Murcia, se han producido 6 episodios de precipitaciones intensas que han tenido como consecuencias avenidas e inundaciones. El número de episodios con inundaciones producidos en estos inicios de siglo es similar al de algunas décadas del siglo XX [70], no obstante se constata como las inundaciones en la cuenca del Segura a principios del siglo XXI, se siguen produciendo cada vez que se presentan lluvias de carácter torrencial y son uno de los riesgos naturales más importantes que sufre la Región, ocasionando grandes pérdidas económicas y, a veces, de vidas humanas.

Las precipitaciones registradas, en diferentes puntos de la Región en cada uno de los episodios aquí estudiados, superaron los 100 mm en 24 horas y en algunos casos los 200 mm. Así son de citar los 162,8 mm registrados el 23 de octubre del año 2000 en La Aljorra (Cartagena); los 159,8 mm en el mismo lugar el 28 de septiembre de 2009; o los 220 mm en Puerto Lumbreras el 28 de septiembre de 2012. Sin duda, estas precipitaciones pueden ser consideradas eventos extraordinarios, aunque en la Región se hayan registrado, en diversas ocasiones, valores similares y superiores, teniendo también como resultado inundaciones [71].

Si se analizan en conjunto las inundaciones que han tenido lugar en los inicios del siglo XXI, en todos los casos estudiados, el origen de las precipitaciones intensas e inundaciones derivadas, han sido consecuencia de DANAs, producidas principalmente en otoño, que es cuando se dan las condiciones más favorables. Las avenidas han sido siempre de tipo relámpago y con caudales punta muy elevados.

Los episodios de lluvias torrenciales aquí estudiados se caracterizan por la precipitación de grandes volúmenes de agua en un breve intervalo de tiempo, lo que se acompaña de la crecida de cursos fluviales, desbordamiento e inundación de terrenos situados en los tramos medio y bajo. De manera súbita (avenidas relámpago) por diferentes cauces (habitualmente secos) de la Región de Murcia, han llegado a circular importantes caudales, que son imposibles de contener, como es el caso de los 2.356,7 m<sup>3</sup>/s que circularon por la Rambla de Nogalte el 28 de septiembre de 2012. En relación con las series históricas, esta última avenida en la Rambla de Nogalte, se trata de una avenida

similar en precipitaciones y caudales a la registrada en 1973 [72], aunque afortunadamente menos catastrófica, por la amplia canalización actual de la rambla a su paso por Puerto Lumbreras; y también similar, respecto a los caudales que circularon en la famosa riada de Santa Teresa, ocurrida el 14 de octubre de 1879, en donde se estimaron caudales del orden de los  $1.900 \text{ m}^3/\text{s}$  [73].

Al analizar los datos de precipitación de los episodios de lluvias intensas para el periodo 2000 y 2012, se observan los municipios en donde se han registrado las precipitaciones más importantes y, por tanto, las áreas en donde han tenido lugar (preferentemente) las inundaciones. En primer lugar, destacan los municipios de Puerto Lumbreras, Lorca, Murcia, Cartagena y Fuente Álamo con precipitaciones máximas en 24 horas superiores a los 150 mm. En segundo lugar, se deben mencionar los municipios de: Totana, Cehegín, Mula, Librilla, Molina, Fortuna y Abanilla, en donde se registraron precipitaciones máximas entre 100 y 150 mm. Por tanto, desde el punto de vista de ordenación del territorio, estos municipios serían en los que se deberían concentrar las distintas actuaciones a llevar a cabo, por ser los que poseen un mayor riesgo de sufrir inundaciones.

### ***La regulación en la cuenca del Segura y sus efectos en las inundaciones***

Las presas, sin duda, constituyen elementos muy eficaces para mitigar los efectos de avenidas y se ha puesto de manifiesto en numerosas ocasiones en la cuenca del Segura. En relación con las inundaciones aquí estudiadas, merece destacarse la función de prevención que ejercieron determinadas presas en las inundaciones de octubre de 2003 y de septiembre de 2012. En octubre de 2003 la función principal la ejerció la Presa de Los Rodeos, situada antes de la confluencia del río Mula con el Segura, al retener una importante cantidad de agua ( $361,35 \text{ m}^3/\text{s}$  de punta de caudal) y evitar la confluencia con el Segura; por el contrario, los también notables caudales de Rambla Salada ( $336,6 \text{ m}^3/\text{s}$  de punta de caudal), paralela por el sur al río Mula, y sin presa de regulación, si que se vertieron al Segura.

En septiembre de 2012, los embalses de la cuenca del Segura acumularon unos 24 millones de  $\text{m}^3$ ; y los embalses de cabecera de la Cuenca del Guadalentín, la más afectada en esta ocasión, retuvieron 14 millones de  $\text{m}^3$  el de Puentes y 5 millones de  $\text{m}^3$  el de Valdeinfirno. Es de reseñar como el embalse de Puentes recibió  $10 \text{ hm}^3$  en apenas cinco horas, cifras muy considerables y que refuerzan la importancia de las infraestructuras hidráulicas a la hora de luchar contra los riesgos por inundación. Según la Confederación Hidrográfica del Segura, la retención de esta avenida de  $2.000 \text{ m}^3/\text{s}$  en el Embalse de Puentes, evitó la inundación de la ciudad de Lorca, por la que, a pesar de ello, circularon  $538 \text{ m}^3/\text{s}$ , caudales procedentes tan sólo de las escorrentías producidas entre Puentes y la ciudad (unos 15 km de distancia). En las catastróficas inundaciones de 1973 la presa de Puentes ya existía, aunque era más pequeña que la actual y el agua pasó dos metros por encima de ella.

Por el contrario, las inundaciones que tuvieron lugar en octubre del año 2000, septiembre de 2009 y agosto de 2010, como consecuencia de las avenidas de la ramblas de Benipila (Cartagena), Albuñón (Campo del Mar Menor), Rambla de Las Moreras (Mazarrón) y Rambla de Las Culebras (Águilas), al no existir presas en estas cuencas, no pudieron ser reguladas. En las ramblas litorales, a excepción de algunas canalizaciones, no existen otras obras contra inundaciones, pero debido a la importancia y recurrencia de ellas en algunas áreas, en la actualidad [74], ya están proyectadas

diferentes obras de infraestructuras entre las que se encuentran 13 nuevas presas de laminación: Las Moreras-Casas de La Torrecilla, Tabala, Arroyo Grande, Torregorda, Secasalada, Garruchal, Nogalte, Béjar, El Estrecho, Puntarrón, Torrecilla, Rambla Salada y Lébor. De construirse éstas, el número de presas en la cuenca del Segura ascendería a 46, siendo de defensa 32, lo que representaría el 70% del total.

### ***Otras posibles causas de la existencia de inundaciones en el siglo XXI en la cuenca del Segura.***

Las inundaciones analizadas en este estudio, han puesto de manifiesto que a pesar del enorme esfuerzo que la administración ha realizado, mediante la construcción de un número muy elevado de obras de infraestructura, en la cuenca del Segura en general y en la Región de Murcia en particular, las inundaciones se siguen produciendo. Ya se ha comentado como en las que han tenido lugar en estos últimos años, gran parte de ellas han sido en cuencas no reguladas (ramblas litorales y Rambla de Nogalte). No obstante, es posible señalar otras posibles causas como pueden ser: (1) el aumento del número de episodios de precipitaciones intensas; o (2) los cambios de usos del suelo que pueden provocar un aumento de las escorrentías.

Según el Observatorio *Dartmouth* [75] que recopila datos sobre avenidas y sus consecuencias procedentes de fuentes gubernamentales y medios de comunicación a nivel mundial, en el estudio realizado para el periodo 1985-2007, se detecta una tendencia creciente del número de episodios, superficie afectada y eventos de gran magnitud. Respecto a la posible incidencia del cambio climático en las inundaciones, el 4º Informe del IPCC [76], mencionaba como muy probable el incremento de eventos de lluvia de alta intensidad. El 5º informe del IPCC [77], recientemente conocido, sigue indicando un aumento de las inundaciones. A pesar de ello, en la cuenca del Segura, según el análisis realizado de las precipitaciones, con los datos disponibles [78] de la *Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones de origen fluvial en la demarcación hidrográfica del Segura*, no parece indicar que en el futuro, el cambio climático pueda suponer un incremento de la severidad de los episodios de precipitación que puedan ser causantes de inundaciones. Es decir, que existe una gran incertidumbre en cuanto al efecto del cambio climático sobre las precipitaciones, tanto de carácter medio como de carácter extremo. Por otra parte, aunque parece haberse observado un aumento global de los episodios de precipitación extrema, en el caso de la Demarcación Hidrográfica del Segura, no se aprecia un incremento significativo de la intensidad de los episodios lluviosos. En opinión de Olcina Cantos [79], no es cierto que se estén produciendo más episodios de inundación ahora que hace unos años en virtud de un incremento de procesos de lluvia abundante o torrencial; su estudio en la comunidad valenciana, vecina a la de Murcia y con características similares, no muestra, en la actualidad, una tendencia de incremento de las inundaciones.

En relación a los cambios en los usos del suelo, en especial el aumento de superficies urbanas, puede multiplicar los daños causados por lluvias intensas debido a: (1) la extensión considerable de superficie de suelo urbano que tiene un coeficiente de retención muy débil, debido al incremento del agua de las escorrentías y a la rapidez y aceleración del fluido, discurriendo sobre todo por antiguas ramblas y barrancos que en el momento actual ya se han convertido en “cauces” asfaltados; y (2) a que las precipitaciones importantes generan rápidamente fuertes caudales que no se pueden evacuar normalmente por salidas naturales o artificiales, máxime si dichas salidas no están bien limpias o se encuentran colmatadas en el momento de la arroyada, o bien



están ocupados por la construcción de edificios residenciales, industrias, obras de infraestructura, etc. [80]. El desarrollo urbanístico, en especial, en toda la costa mediterránea española, en la que se incluye la Región de Murcia, en las últimas décadas ha sido muy importante, lo que ha llevado a la formación de una amplia superficie de suelo sellada por el asfalto y las construcciones, impidiendo la infiltración, favoreciendo las escorrentías y, por consiguiente, las inundaciones. En el sector oriental del Campo de Cartagena, en donde han tenido lugar varias de las inundaciones aquí analizadas, las superficies artificiales han pasado de ocupar 1.095 ha en el año 1981 a 6.235 ha en el 2007 [81]. Muy posiblemente el incremento de las inundaciones en el Campo de Cartagena - Mar Menor, se deba al aumento de las superficies artificiales. Así se observa una recurrencia de las inundaciones en algunos cauces de esta comarca, como es el caso de la Rambla de Benipila (años 2000 y 2009) y Rambla del Albuñón (años 2009 y 2011).

Según Olcina Cantos [82], en España existen dos posturas principales en el análisis del peligro de inundaciones durante los últimos años. La Postura “técnica administrativa” que defiende que se estarían produciendo más episodios de inundación por causa climática; y la postura “ético-geográfica” que defiende que el riesgo ante episodios de inundación se habría incrementado como consecuencia de la implantación de usos urbanos y de ocio poco acordes con los rasgos físicos del medio.

#### ***¿Son suficientes las obras de infraestructura para prevenir las inundaciones?***

Un factor a tener en cuenta en relación con la frecuencia de inundaciones es la presencia de presas y embalses. Hay que mencionar que España es el país con mayor número de embalses en el Mundo, posee más de 1.300, de los que 900 son grandes embalses [83]. La construcción de presas se lleva a cabo, en parte, para reducir el problema de las inundaciones, lo que a igualdad de otros factores significa que un aumento en el número de embalses debería dar lugar a una disminución de la frecuencia de las inundaciones. No obstante, el estudio realizado por García Gandara [84], para el conjunto de cuencas españolas, demuestra que un aumento en el número de embalses construidos, especialmente a partir de 1950, no ha producido, de manera general, una reducción de la frecuencia de las inundaciones, sino que, por el contrario, ha aumentado de manera apreciable. No obstante, para la cuenca del Segura es de destacar como la primera mitad del siglo XX muestra estabilidad; y en la segunda mitad del mismo siglo se da incluso una leve disminución de las inundaciones. Esto podría interpretarse como que, en la cuenca del Segura, los embalses de laminación de avenidas son más eficientes, como así ha quedado demostrado en la última inundación de septiembre de 2012.

#### ***La importancia de las medidas no estructurales frente a las inundaciones***

El establecimiento de sistemas de defensa frente a inundaciones, mediante medidas estructurales, contribuye a la reducción del riesgo, sin embargo, el riesgo no puede ser eliminado totalmente. Por ello, medidas no estructurales pueden ser de gran importancia en la reducción del riesgo existente. Estas medidas son: políticas y planeamiento urbano, predicción de inundaciones, comunicación, coordinación y procedimientos de operación, y seguros e indemnizaciones, junto a la imprescindible realización de cartografía de riesgos de inundación [85] [86].

Por otra parte, los seguros son un instrumento post-inundación que cada vez se utilizan más. Un sistema de seguros adecuado puede reducir notablemente las consecuencias indirectas de la inundación, de modo que las pérdidas económicas pueden cubrirse rápidamente para restablecer la situación previa. En países desarrollados, las

aseguradoras son el principal mecanismo para financiar las pérdidas producidas por una catástrofe, como es un evento de inundación [87]. En España en 1971 el nº de expedientes de inundaciones era de 31, con 19.665 euros de indemnización y 634 euros de coste medio. Por el contrario, en el año 2012 el número de expedientes fue de 478.219, 5.341.518.583 euros de indemnizaciones y 11.170 de coste medio [88]. En el caso de la última inundación registrada en el sureste y que afectó intensamente a la Región de Murcia (septiembre de 2012), pasado un mes y medio del suceso, el Consorcio de Compensación de Seguros registró 28.789 solicitudes de indemnizaciones, de las que 8.432 correspondían a Murcia. El coste de las indemnizaciones ascendió a 197 millones de euros. Ello constata la importancia de este instrumento para paliar, tras las inundaciones, los desastres ocurridos.

## Conclusiones

El análisis realizado muestra como las inundaciones en la cuenca del Segura a principios del siglo XXI, se siguen produciendo cada vez que se presentan lluvias de carácter torrencial y son uno de los riesgos naturales más importantes que sufre la Región de Murcia, ocasionando grandes pérdidas económicas y, a veces, de vidas humanas.

En las inundaciones analizadas se ha podido constatar la eficacia de las obras de infraestructura contra inundaciones realizadas, y el peligro latente en aquellos lugares donde aún carecen de ellas. Por otro lado, muy posiblemente, la recurrencia de las inundaciones en el Campo de Cartagena - Mar Menor, sea debido al aumento de suelos sellados, consecuencia del notable incremento del uso urbano, que ha tenido lugar en las últimas décadas.

Es necesario tener en cuenta que no se puede conseguir una protección absoluta frente a avenidas e inundaciones. Lo que sí se pueden reducir son los riesgos, desarrollando una adecuada política de gestión, abordando el análisis, la evaluación y la reducción del riesgo, y considerando aspectos hidrológicos, hidráulicos, medioambientales y sociales.

En la actualidad, la cuenca del Segura cuenta ya con el estudio de *Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones de origen fluvial en la demarcación hidrográfica del Segura* [89], dando cumplimiento a la Directiva 2007/60/CE, tras puesta recientemente a la legislación española mediante el RD 903/2010, de 9 de julio, de Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación (BOE 15/07/2010). Este estudio lo ha realizado la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), con la colaboración de los Servicios de Protección Civil de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado. De este modo, se han determinado, de manera específica, aquellas zonas del territorio para las que existe un riesgo potencial de inundación significativo o en las cuales la materialización de ese riesgo puede considerarse probable.

La lucha por controlar las avenidas e inundaciones en la cuenca del Segura y en la Región de Murcia, no ha terminado, ni creemos que termine nunca, constituye un fenómeno que está latente y que aparece a capricho de la Naturaleza. Este es uno de los grandes retos que tiene la sociedad, además de seguir conviviendo con el riesgo, el cual a través de todas las actuaciones realizadas (estructurales y no estructurales), se intenta que cada vez sea menor.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los evaluadores anónimos de la revista, quienes han contribuido a mejorar la versión final del manuscrito.

## Notas

- 
- [1] Pujadas 2002, p. 1.
  - [2] Romero 2007a, p. 250.
  - [3] Romero y Maurandi 2000, p. 107.
  - [4] Lemeunier y Pérez 1989, p. 370.
  - [5] Melgarejo 2002, p. 1.
  - [6] López y Alonso 2001, p. 197.
  - [7] Ojeda 2006, p. 3.
  - [8] Grindlay y Hernández 2007, p. 4.
  - [9] MMA 2000, p. 151.
  - [10] Berga 2011, p. 9.
  - [11] MOPU 1988, p. 339.
  - [12] Romero 2007a, p. 254.
  - [13] López 1983, p. 26.
  - [14] Romero y Maurandi 2000, p. 102.
  - [15] Roselló 1989, p. 280.
  - [16] Carles 1989, p. 450.
  - [17] Mateu 1990, p. 62.
  - [18] Grindlay y Hernández 2007, p. 7.
  - [19] Ródenas 2013, p. 32.
  - [20] Fleitz 2008, p. 113.
  - [21] Romero y Belmonte 2002, p. 120.
  - [22] Romero 2007b, p. 137.
  - [23] Alonso 2007, p. 147.
  - [24] Alonso 2007, p. 151.
  - [25] Camarasa 2002, p. 861.
  - [26] Alonso 2007, p. 152.
  - [27] Alonso 2007, p. 153.
  - [28] Camarasa 2002, p. 860.
  - [29] Alonso 2007, p. 152.
  - [30] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
  - [31] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
  - [32] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
  - [33] Capel 2000, p. 30.
  - [34] Martin 2002, p. 917.
  - [35] Romero 2007a, p. 252.
  - [36] Quereda y Montón 1997, p. 7.
  - [37] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
  - [38] Homar et al. 2002, p. 874.
  - [39] Conesa 1990, p. 212.
  - [40] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
  - [41] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
  - [42] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
  - [43] Camarasa 2002, p. 863.
  - [44] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
  - [45] El País (23.10.2000). [http://elpais.com/diario/2000/10/23/espana/972252002\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2000/10/23/espana/972252002_850215.html)
  - [46] Conesa y García 2003, p. 85.
  - [47] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
  - [48] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
  - [49] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
  - [50] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
  - [51] Romero 2003, p. 155.

- 
- [52] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [53] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
- [54] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [55] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
- [56] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [57] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
- [58] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
- [59] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
- [60] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
- [61] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
- [62] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
- [63] Wetterzentrale. [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)
- [64] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [65] SIAM. Sistema de Información Agraria de la Región de Murcia. [www.imida.es](http://www.imida.es)
- [66] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [67] Conesa 1985, p. 37.
- [68] Calvo 1968-1969, p. 113.
- [69] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [70] Romero y Maurandi 2000, p. 96.
- [71] Romero y Maurandi 2000, p. 94.
- [72] López et al. 1979, p. 75.
- [73] Calvo 2001, p. 19.
- [74] CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. [www.chsegura.es](http://www.chsegura.es)
- [75] [www.dartmouth.edu](http://www.dartmouth.edu)
- [76] IPCC (2007), p. 30.
- [77] IPCC (2013). [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- [78] CHS (2012)
- [79] Olcina 2004, p. 63.
- [80] Arranz 2008, p. 397.
- [81] Romero et al., 2011, p. 614.
- [82] Olcina 2004, p. 64.
- [83] <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas>
- [84] García 2013, p. 11.
- [85] Olcina 2012, p. 126.
- [86] Pérez 2012, p. 58.
- [87] Kovacs 2001, p. 267.
- [88] CCS (2013)
- [89] CHS (2012)

## Bibliografía

ALONSO SARRIÁ, F. El clima. En: ROMERO DÍAZ, A. y ALONSO SARRIA, F. (Coords.) *Atlas Global de la Región de Murcia*. Murcia: La Verdad-CMM S.A (Editores), 2007, p. 146-156.

ARRAZ LOZANO, M. El riesgo de inundaciones y la vulnerabilidad en áreas urbanas. Análisis de casos en España. *Estudios Geográficos*. [En línea]. Madrid: Instituto de Economía, Geografía y Demografía, 2008, vol. LXIX, nº 265, p. 385-416 <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3067549>>

BERGA CASAFONT, L. Las inundaciones en España. La nueva directiva europea de inundaciones. *Revista de Obras Públicas*. [En línea]. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España, 2011, nº 3.520, p. 7-18.

---

<[http://www.unirioja.es/dptos/dd/administrativo/seminarioaguas2012/bibliografia/Berga\\_inundaciones\\_2011.pdf](http://www.unirioja.es/dptos/dd/administrativo/seminarioaguas2012/bibliografia/Berga_inundaciones_2011.pdf)>

CALVO GARCÍA-TORNEL, F. La huerta de Murcia y las avenidas del Guadalentín. *Papeles de Geografía*. [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia, 1968-1969, nº 1, p. 111-137. <<http://revistas.um.es/geografia/article/view/41231>>

CAMARASA BELMONTE, A.M. Crecidas e inundaciones. En: AYALA CARCEDO, J. y OLCINA CANTOS, J. (Coords.). *Riesgos naturales*. Barcelona: Editorial Ariel, 2002, p. 859-877.

CALVO GARCÍA-TORNEL, F; CONESA GARCÍA, C; ALVAREZ ROGEL, Y. La inundación de octubre de 1879 en el bajo Segura. *Estudios Geográficos*. [En línea]. Madrid: Instituto de Economía, Geografía y Demografía, 2001, vol 62, nº 242, p. 7-28. <<http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/viewArticle/292>>

CAPEL MOLINA, J. J. Los sistemas convectivos de mesoescala y su influencia en la España Mediterránea. *Papeles de Geografía*. [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia, 2000, nº 32, p. 29-43. <<http://revistas.um.es/geografia/article/view/47301>>

CARLES GENOVES, J. Previsión y control de avenidas. En Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (eds.). *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*. Alicante: Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía-Universidad de Alicante, 1989, p. 449-458.

CCS. *Estadística Riesgos Extraordinarios. Serie 1971-2012*. [En línea]. Madrid: Consorcio de Compensación de Seguros. Ministerio de Educación y Competitividad, 2013, 141 pp. <[http://www.conorseguros.es/web/c/document\\_library/get\\_file?uuid=548d4f59-b6c5-40dd-b06b-98dbcefd790f&groupId=10124](http://www.conorseguros.es/web/c/document_library/get_file?uuid=548d4f59-b6c5-40dd-b06b-98dbcefd790f&groupId=10124)>

CHS. *Evaluación preliminar del riesgo de inundación de origen fluvial en la Demarcación Hidrográfica del Segura*. Murcia: Confederación Hidrográfica del Segura, 2012.

CONESA GARCÍA, C. Inundaciones en Lorca (Murcia): Riesgo y expectación. *Papeles de Geografía (Física)*. [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia, 1985, nº 10, p. 33-47. <<http://revistas.um.es/geografia/article/view/41981>>

CONESA GARCÍA, C. *El Campo de Cartagena, Murcia*. Murcia: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia, Ayuntamiento de Cartagena y Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, 1990, 450 p.

CONESA GARCÍA, C; GARCÍA GARCÍA, E. Las áreas históricas de inundación en Cartagena: Problemas de drenaje y actuaciones. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. [En línea]. Madrid: Asociación de Geógrafos Españoles, 2003, nº 35, p. 79-100. <<http://www.boletinage.com/35/3504.pdf>>

---

JÜRGEN, F. Auscultación y prevención de inundaciones. *Revista de Obras Públicas*. [En línea]. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España, 2008, n° 3.493, p. 109-116. <[http://ropdigital.ciccp.es/detalle\\_articulo.php?registro=18696&anio=2008&numero\\_revista=3493](http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=18696&anio=2008&numero_revista=3493)>

GARCÍA GANDARA, C. *Evolución temporal de la frecuencia, magnitud y daños por inundaciones, e identificación de los factores determinantes*. Máster universitario en Técnicas de Análisis, Evaluación y Gestión Sostenible de Procesos y Riesgos Naturales. [En línea]. Cantabria: Universidad de Cantabria, 2013, 86 pp. <<http://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/3181>>

GRINDLAY MORENO, A; HERNÁNDEZ GÓMEZ-ARBOLEYA, E. Las infraestructuras hidráulicas en la Cuenca del Segura. En: *Actas del V Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Desarrollo y sostenibilidad en el marco de la ingeniería*. [En línea]. Sevilla: 2007. <[http://www.ciccp.es/biblio\\_digital/V\\_Congreso/congreso/pdf/010203.pdf](http://www.ciccp.es/biblio_digital/V_Congreso/congreso/pdf/010203.pdf)>

HOMAR, V; ROMERO, R; RAMIS, C; ALONSO, S. Estudio numérico de las lluvias torrenciales de Octubre de 2000 sobre el levante peninsular: causas y efectos de la persistencia sinóptica. En: *III Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. [En línea]. Valencia: 2002, p. 874-878. <[http://www.uib.cat/depart/dfs/meteorologia/METEOROLOGIA/ROMU/informal/3ahp\\_gg\\_02/gotafreda\\_proceedings.pdf](http://www.uib.cat/depart/dfs/meteorologia/METEOROLOGIA/ROMU/informal/3ahp_gg_02/gotafreda_proceedings.pdf)>

IPCC. *Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis*. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. OMM. [En línea]. PNUMA. 2008. <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)>

KOVACS, P. The role of insurance in promoting non-structural mitigation of natural disasters. En: SIMONOVIC, S. P. (ed.) *Non-structural measures for water management problems*. Ontario, Canada: 2001, pp. 264–272.

LEMEUNIER, G; PÉREZ PICAZO, M.T. La Sociedad Murciana frente a las Inundaciones (1450-1900). En: GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (eds.). *Avenidas Fluviales e Inundaciones en la Cuenca Mediterránea*. Alicante: Caja de Ahorros del mediterráneo e Instituto de Geografía de la Universidad de Alicante, 1989, p. 365-373.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F; NAVARRO HERVÁS, F; MONTANER SALAS, E. y colaboradores. Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia. *Papeles de Geografía Física*. [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia, 1979, n° 8, p. 49-91. <<http://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/2270>>

LÓPEZ BERMÚDEZ, F; ALONSO SARRIÁ, F. Aridez y sequías en la cuenca del Segura. En: GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (eds.) *Causas y consecuencias de la sequía en España*. Murcia: CAM. Fundación Caja del Mediterráneo, 2001, p. 187-205.

---

LOPEZ GÓMEZ, A. Las lluvias catastróficas mediterráneas. *Estudios Geográficos*. Madrid: Instituto de Economía, Geografía y Demografía, 1983, nº 44 p. 11-29.

MMA. *Libro Blanco del Agua*. [En línea]. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2000. <<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/libro-blanco-del-agua/>>

MARTÍN VIDE, J. Las lluvias máximas diarias. En: AYALA CARCEDO, J. y OLCINA CANTOS, J. (Coords.). *Riesgos naturales*. Barcelona: Editorial Ariel, 2002, p. 914-920.

MATEU BELLES, J. Avenidas y riesgo de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la península Ibérica. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. [En línea]. Madrid: Asociación de Geógrafos Españoles 1990, nº 10, p. 45-86. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1318204>>

MELGAREJO MORENO, J. Política de Aguas y Modelos Territoriales en el Sureste Peninsular. En: *Actas del III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*. Sevilla: Fundación Nueva Cultura del Agua, 2002. 18 pp.

MOPU. *Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1988.

OJEDA NIETO, J. Encauzamientos y mudamientos del río Segura en Orihuela durante los siglos XVI y XVII. *Cuadernos de Geografía*. [En línea]. Valencia: Universidad de Valencia, 2006, nº 79, p. 1-18. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2320435>>

OLCINA CANTOS, J. Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano municipal. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. [En línea]. Madrid: Asociación de Geógrafos Españoles, 2004, nº 37. 49-84. <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/23011>>

OLCINA CANTOS, J. De los mapas de zonas afectadas a las cartografías de riesgo de inundación en España. *Anales de Geografía*. [En línea]. Madrid: Universidad Complutense, 2012, nº 32, p. 91-131. <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/34084>>

PÉREZ MORALES, A. Estado actual de la cartografía de los riesgos de inundación y su aplicación en la ordenación del territorio. El caso de la Región de Murcia. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. [En línea]. Madrid: Asociación de Geógrafos Españoles, 2012, nº. 58, p. 57-81. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3885434>>

PUJADAS FERRER, J. Las inundaciones en España: Impacto económico y gestión del riesgo. En: AYALA-CARCEDO, F. y OLCINA CANTOS, J. (Coords.) *Riesgos naturales*. Barcelona: Editorial Ariel, 2002, p. 879-888.

QUEREDA SALA, J; MONTÓN CHIVA, E. Temporales de Levante en la fachada mediterránea española: ¿sucesos imprevisibles?. *Investigaciones geográficas*. [En

---

línea]. Alicante: Instituto Interuniversitario de Geografía de la Universidad de Alicante, 1997, nº 18, p. 5-17. <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/438>>

RÓDENAS CAÑADA, M.Á. Sistema general de defensa frente a inundaciones en la Cuenca del Segura. *Revista de Obras Públicas*. [En línea]. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España, 2013, nº 3.542, p. 27-33. <[http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua\\_documento/SEGURA%201.pdf](http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/SEGURA%201.pdf)>

ROMERO DIAZ, A; MAURANDI GUIRADO, A. Las inundaciones en la Cuenca del Segura en las dos últimas décadas del S.XX. Actuaciones de prevención. *Serie geográfica*. [En línea]. Madrid: Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía, 2000, nº 9, p. 93-120. <<http://dspace.uah.es/dspace/handle/10017/1096>>

ROMERO DIAZ, A; BELMONTE SERRATO, F. Los paisajes geomorfológicos de la Región de Murcia como recurso turístico. *Cuadernos de Turismo*. [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia, 2002, nº 9, p. 123-142. <<http://revistas.um.es/turismo/article/view/21931>>

ROMERO DIAZ, A. Influencia de la litología en las consecuencias del abandono de tierras de cultivo en medios mediterráneos semiáridos. *Papeles de Geografía*. [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia, 2003, nº 38, p.153-167. <<http://revistas.um.es/geografia/article/view/46031>>

ROMERO DÍAZ, A. (2007a). Inundaciones. En: ROMERO DÍAZ, A. y ALONSO SARRIA, F. (Coords.) *Atlas Global de la Región de Murcia*. Murcia: La Verdad-CMM S.A (eds), 2007, p. 250-260.

ROMERO DÍAZ, A. (2007b). El relieve. En: ROMERO DÍAZ, A. y ALONSO SARRIA, F. (Coords.) *Atlas Global de la Región de Murcia*. Murcia. La Verdad-CMM S.A (eds), 2007, p. 136-146.

ROMERO DÍAZ, A; BELMONTE SERRATO, F; DOCAMPO CALVO, A. M; RUÍZ SINOGA, J. D. Consecuencias del sellado de los suelos en el Campo de Cartagena (Murcia). En: González Pérez, V y Marco Molina, J.A. (eds.) *Urbanismo expansivo de la utopía a la realidad*. Madrid-Alicante: AGE y Universidad de Alicante, 2011, p. 605-616.

ROSELLÓ VERGER, V. Los llanos de inundación. En: GIL OLCINA, J; MORALES GIL, A. (eds.). *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Alicante: Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, 1989, p. 243-283.