

LAS INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL SEGURA EN LAS DOS ÚLTIMAS DÉCADAS DEL SIGLO XX. ACTUACIONES DE PREVENCIÓN.

Asunción Romero Díaz* y Antonio Maurandi Guirado**

*Dpto. de Geografía Física. Universidad de Murcia. Campus de La Merced, 30001-Murcia.

Tel.: 968-36 31 44. Fax: 968-36 34 17. E-mail: arodi@fcu.um.es

** Confederación Hidrográfica del Segura. Plaza Fontes, 30001 - Murcia.

Tel. 968- 35 88 90.

RESUMEN

En este trabajo se tratan las inundaciones que han tenido lugar en el periodo 1980-2000 en la cuenca del Segura, citándose los autores que con distintos enfoques las han estudiado.

Se analizan sus características, causas e impactos, así como las conclusiones que se derivan de ellas. Se describen todas las actuaciones realizadas en la cuenca para prevenir o minimizar el riesgo de las avenidas, prestando especial atención a las obras estructurales y al actual sistema de información hidrológica.

Por último, se discuten las actuaciones realizadas y se proponen otras actuaciones no estructurales para minimizar en lo posible el riesgo de inundaciones.

Se concluye, con la convicción de que erradicar las inundaciones por completo de la cuenca del Segura, es casi imposible. De ahí la necesidad de convivir con un riesgo, pero "asegurado en pérdidas", y la necesidad de contar con un plan integrado, siendo necesario desarrollar una política eficaz de prevención de inundaciones.

Palabras clave: Inundaciones, Prevención, Cuenca del Segura, SE de España.

ABSTRACT

In this work are tried the floods that have had place in the period 1980 - 2000 in the Segura basin, being cited the authors that with different approaches the have studied.

They are analysed their characteristic, causes and impacts, as well as the conclusions that are derived from they. They are described all the proceedings executed in the basin to prevent or minimise the risk of the flooding, paying special attention to the structural works and to the present hydrological information system.

Finally, they are discussed the proceedings executed and are proposed other not structural proceeding to minimise, in what is possible, the floods risk.

It is concluded, with the conviction of the fact that to eradicate the floods completely of the Segura basin, it is almost impossible. From there the need of living together with a risk, but "assured in losses", and the need of to have an integrated plan, being necessary to develop an effective prevention policy of floods.

Key words: Floods, Prevention, Segura basin, SE of Spain.

1. INTRODUCCIÓN. FRECUENCIA DE LAS INUNDACIONES Y ANTECEDENTES

Las inundaciones constituyen un desastre natural que se sucede con relativa frecuencia en España en general, y en la vertiente mediterránea en particular, en la que se localiza la cuenca del Segura. Es, sin duda, la catástrofe natural más importante producida por cuantiosas e intensas lluvias que amenazan, y en ocasiones destruyen, tanto a vidas humanas, como a propiedades e infraestructuras a lo largo de ríos y ramblas.

De manera global en España desde 1957, la pérdida de vidas humanas se ha cifrado en 1439 muertos y los daños se elevan a cientos de miles de millones de pesetas (Berga Casafont, 1987). Y según estimaciones de ITGE, las pérdidas por inundaciones, que representan en nuestro país el primer riesgo potencial de pérdidas por catástrofes naturales, se estiman en 2,8 billones de pesetas entre 1986 y el año 2016 (Recuero 1992).

Pese a ser un fenómeno frecuente, y no de aparición reciente, cuando se produce, las pérdidas siguen siendo cuantiosas. De lo cual se deduce que el hombre en este medio, aún tiene mucho por hacer para tratar de minimizar al máximo, los riesgos de inundación y sus consecuencias. Sorprende la escasa atención que se le presta a estos fenómenos de tal magnitud. Y aunque, si bien, inmediatamente de producirse la avenida y la inundación, la atención es grande, esta suele decaer a los pocos años de producirse el desastre, hasta que nuevamente ocurre la siguiente.

Según el informe de "Las inundaciones en la España Peninsular" (Dirección General de Obras Hidráulicas, 1988), en los últimos cinco siglos se tiene constancia documentada de que se hayan producido hasta 2.438 inundaciones en todo el territorio peninsular, lo que arroja un promedio de cinco inundaciones importantes de cierta gravedad al año. Y casi todas las inundaciones han tenido lugar siempre en las mismas zonas, de manera que se han podido localizar 1.036 puntos negros o zonas de riesgo. La mayoría de esos puntos se encuentran en los valles medios y finales de los ríos del Norte y Levante (Recuero, 1992).

La cuenca del Segura, desde la primera avenida histórica fechada en el año 738 antes de J.C., hasta la más reciente de 1997, ha te-

nido que soportar innumerables inundaciones. Según López Bermúdez *et al.* (1978) las crecidas más significativas entre el periodo comprendido entre 1256 y 1974 en el Segura fueron 111. Por otra parte, la Dirección de Obras Hidráulicas y Milla Riera (1988) para el periodo 1482-1982 contabilizan 214. Sin entrar en la discusión de que todos las noticias o registros pudieran ser consideradas como avenidas, por la fiabilidad de las fuentes (Calvo García-Tornel, 1989), lo cierto es que el número de sucesos extraordinarios de tipo hidrológico es muy elevado para la cuenca que nos ocupa.

Por ello, son numerosos los trabajos que, sobre inundaciones y con diferentes enfoques, en la cuenca del Segura se han escrito. Sin haber establecido ningún orden, a nuestro juicio, merecen destacarse los siguientes: Bentabol y Ureta (1995), Couchoud Sebastián y Sánchez Ferlosio (1984), López Bermúdez (1973), López Bermúdez *et al.*, (1978), Albacete (1944), Arevalo *et al.*, (1965), Calvo García-Tornel (1968, 1986, 1989), Couchoud Sebastián (1963), García y Gaztelu (1887), Gil Olcina (1968), Gil Olcina y Morales Gil (1989), Herin y Trizpt (1975), Museros y Rovira (1885), Pérez Gómez (1958, 1962), Torres Fontes y Calvo García-Tornel (1975), Hernández Franco *et al.*, 1989, Gil Olcina (1968), Juárez *et al.*, (1989), etc.

Parece conveniente mencionar que, en los trabajos arriba indicados y en otros tantos referidos al tema inundaciones, se habla indistintamente de: crecidas, avenidas, inundaciones o riadas, etc. No vamos a entrar aquí en discutir cada uno de los términos, pero si diremos que no son sinónimos. Siguiendo a Calvo García-Tornel (1989) las "crecidas" en sentido estricto se producen sólo a partir de un cierto caudal cuyos efectos ya no pueden ser fácilmente controlados por el hombre; mientras que una "inundación" sería cuando se supera el caudal regulable por el sistema humano de defensa establecido y comienzan a producirse daños no previstos.

2. LAS INUNDACIONES PRODUCIDAS EN EL PERIODO 1980-2000 Y ESTUDIOS DERIVADOS

En las dos últimas décadas del siglo XX, en la cuenca del Segura se han registrado 8 inundaciones. En la década de los 80 las tierras del Segura fueron muy castigadas por ellas, produciéndose 7 episodios lluviosos de tal intensi-

dad que provocaron avenidas e inundaciones tanto en el cauce principal del río Segura, como en sus principales afluentes y ramblas que vierten directamente al mar. Octubre de 1982, julio y octubre de 1986, noviembre de 1987, noviembre de 1988 y septiembre de 1989, fueron las fechas en las que se produjeron inundaciones. Por el contrario, en la década de los 90, sólo ha tenido lugar una avenida en octubre de 1997.

Todas estas avenidas han despertado desigual interés por parte de los investigadores, de distintas ramas de la ciencia, que han tratado de analizar sus causas, características y consecuencias. A continuación se citan los trabajos que tratan de algún aspecto de las inundaciones en este periodo. Pedimos disculpas si no se ven reflejados algunos autores, que en nuestra búsqueda bibliográfica no hayamos podido localizar.

La avenida de octubre de 1982, ha sido descrita tanto en su génesis, como en sus características hidrológicas y geomorfológicas por López Bermúdez y Gutiérrez Escudero (1983). También pueden consultarse las características de esta avenida en el informe publicado de la C.H.S. (1988a) y su incidencia en la fertilidad de los suelos (Gasco Montes, 1983).

La avenida de 1986, pese a haberse repetido el suceso en tres ocasiones sólo hemos podido obtener las referencias del informe de la C.H.S (1988b), un trabajo de Morales Gil (publicado en 1987 y 1988) para el municipio de Jumilla, y algunos datos climáticos de las inundaciones de julio en el trabajo de Capel Molina y Olcina Cantos (1993).

La avenida de 1987, al parecer tuvo mayor eco entre los investigadores a juzgar por los trabajos que de ella se derivaron. Merecen destacarse la evaluación que de esta inundación hizo la C.H.S. (1988c); la descripción de la situación atmosférica que dio lugar a estas precipitaciones intensas de Capel Molina (1989a) y Tudela Serrano (1990); la función que desempeñaron algunas ramblas de pequeñas cuencas vertientes (Gil Meseguer, 1988); e incluso, el análisis de las características físico-químicas de las aguas superficiales después de la riada (Ortega *et al.*, 1988).

De la avenida de 1988, no hemos hallado ninguna referencia a cerca de las lluvias o características de esta avenida, a excepción el informe de la C.H.S.

De las inundaciones de 1989, son de destacar los trabajos de Capel Molina (1989b), que trata de la convección profunda que dio lugar a estas intensas precipitaciones en toda la vertiente mediterránea española y el estudio geomorfológico del tramo final de la rambla de Las Moreras (DRRH de la Comunidad Autónoma de Murcia, 1991; Rodríguez Estrella *et al.*, 1992; y Rodríguez Estrella, 1993), una de las áreas más castigada por esta inundación.

Por lo que respecta a la última avenida de 1997, tampoco hemos encontrado ningún trabajo relacionado con ella.

Otros trabajos en relación con las inundaciones en la Cuenca del Segura en estas dos décadas, pero que no se ciñen a ninguna inundación en concreto, son los de Conesa García (1985, 1987 y 1995), López Bermúdez (1987), Juárez Sánchez-Rubio *et al.*, (1989) y García Tornel (1984 y 1989). De destacar son también los trabajos referidos a planes de defensa o gestión como los de Bautista Marín (1989), San Miguel (1991), Botía Pantoja (1992) y Maurandi Guirado (1995); los de legislación de avenidas como los de Pérez Pérez (1989) y Solchaga Catalán (1989); el trabajo de Calvo García-Tornel (1997) respecto a la transformación de los espacios urbanos de la Cuenca del Segura y su relación con las inundaciones; y el del ITGE (1995) sobre peligrosidad y riesgos de inundaciones.

3. SÍNTESIS DE LAS PRINCIPALES AVENIDAS

A continuación se resumen las características principales de las avenidas e inundaciones que han tenido lugar en el periodo estudiado (tabla 1), así como las consecuencias derivadas de ellas y las actuaciones a realizar en cada caso. La información ha sido obtenida fundamentalmente de los informes elaborados por la Confederación Hidrográfica del Segura.

3.1. Avenida del 20-24 de Octubre de 1982

Las precipitaciones más importantes que dieron lugar a la avenida de octubre de 1982 se produjeron en la cuenca alta del Segura y río Mundo, registrándose 135 l/m² en el embalse del Talave caídos en 32 horas.

Consecuencia de estas precipitaciones fueron las importantes crecidas de las ramblas

	Estación	Oct-82	Jul-86	Oct-86 2ª	Oct-86 2ª	Nov-87	Nov-88	Sep-89	Oct-97
Cabecera río Segura	Miller	68	41	51	10	38	18	76	121
	Fuentsanta	84	56	30	36	76	24	114	215
	Talbilla					69	42	99	113
	Cenajo	103	109	48	137	108	84	145	130
Río Mundo	Lietor					23	73	93	244
	Talave	135	66	27	148	69	65	123	156
	Camarillas	94	128	42	80	102	63	150	106
Altiplano	Yecla	68	94	37	59				
	Jumilla	127	143	43	51	50	48	71	45
Vega Alta	Moratalla	99	70	51	17	64		40	96
	Argos	106	7	90	84	174	79	179	152
	Alfonso XIII	103	13	61	54	138	73	136	106
	Almadenes	95	10	63	43	147	80	143	104
	Azud Ojos	65	4	69	51	128	68	177	81
	Mayés	74	5	71	73	160	98	83	69
Guadalentín	La Cierva	60	0	106	194	305	110	97	120
	Valdeinfierno	87	1	82	110	41	16	134	133
	Puentes	60	24	78	56	22	6	129	94
	Lorca	51	14	81	2	38	26	81	137
Vega Media	Totana	76	8	153	6	33	46	143	120
	El Palmar	78	2	165	46	199	15	123	146
	Guadalupe					134	11	96	83
	Murcia	62	3	137	37	136	11	106	88
Vega Baja	Santomera	59	5	115	16	181	17	150	97
	Orihuela	67	1	87	30	311	15	176	30
	La Pedrera	53	1	111	81	242	12	207	124
Campo de Cartagena	Almoradí	50	0	108	74		27	121	83
	San Javier	59	1	207	10	304	3	130	97
	Cartagena	75	2	92	4	27	3	42	122

Tabla 1: Precipitaciones (l/m^2) registradas en las inundaciones del periodo 1980—2000.

de la margen derecha: Minateda, Agua Amarga, Judío, Moro y Tinajón; así como la crecida del río Mula y las ramblas de Algeciras y Librilla, afluentes de la margen izquierda.

Las crecidas de las ramblas de Algeciras y Librilla fueron controladas por el Regueirón, y junto con los caudales del río Mula, no excesivamente importantes (del orden de los $20 m^3/s$), fueron vertidos al río Segura, con anterioridad a la gran avenida que provenía de la cabecera y afluentes de la margen izquierda.

La rambla de Minateda, que produjo un caudal punta de $750 m^3/s$ fue laminada por el embalse de Camarillas (figura 1), al mismo tiempo que se consiguió un retraso en tiempo para que no confluyera con las ramblas aguas abajo, que estaban desaguando en el Segura.

En el Azud de Ojós se derivó un caudal de $20 m^3/s$ por el canal de la margen izquierda, pero pese a la máxima laminación posible, las huertas de Cieza, Blanca, Archena, Villanueva, Ulea, Ojós, Ceutí, Lorquí, Alguazas y Molina de Segura se vieron inundadas.

Por la Contraparada llegó a pasar un caudal de $250 m^3/s$ (figura 2), con una altura de agua en Murcia de 5,85 m., lo que ocasionó la rotura de motas, produciéndose desbordamientos generales aguas abajo de Murcia, a lo que contribuyó la abundancia de cañas existentes en el cauce que impedía la circulación del agua.

A partir de Orihuela la avenida discurrió con normalidad sin producir desbordamientos, desaguando en el mar un caudal punta de $120 m^3/s$.

Consecuencias de esta inundación, además de unas pérdidas económicas cuantiosas, fue la convicción de una necesidad urgente de: regular a los principales afluentes del río Segura, canalizar al río Segura y mantener limpios los cauces.

3.2. Avenida del 25-29 de Julio de 1986

Las inundaciones de julio de 1986 afectaron principalmente al norte de la región de Murcia: río Benamor y ramblas de Minateda y

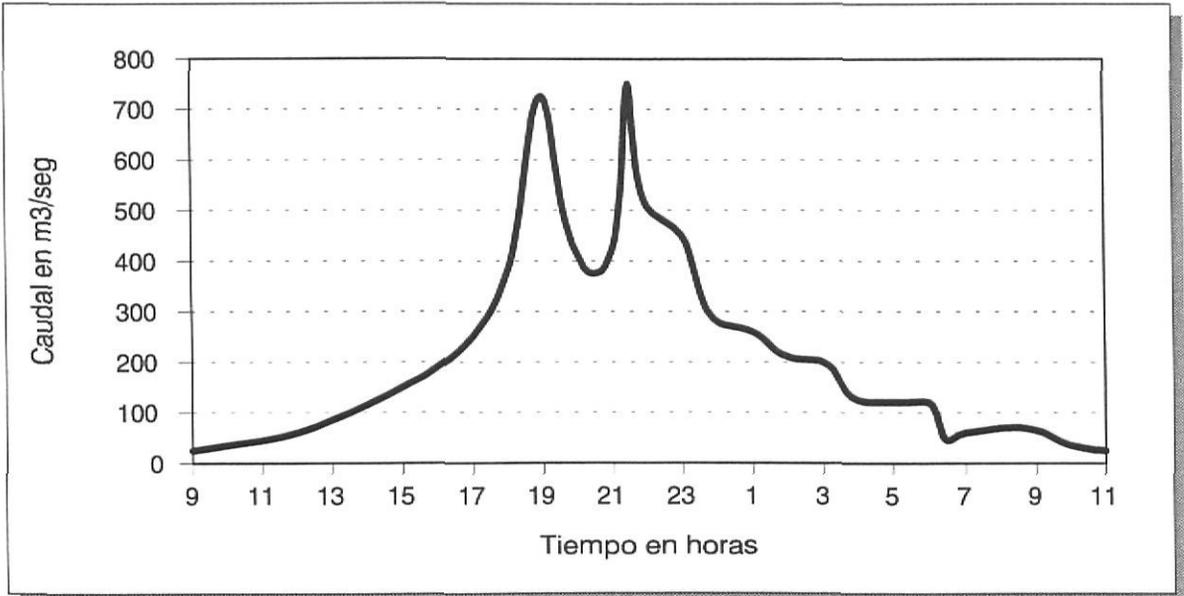


Figura 1.- Hidrograma de la avenida de 20-21 de octubre de 1982 en el embalse de Camarillas.



Figura 2.- Avenida de octubre de 1982 en La Contraparada. Obsérvese la torrencialidad de los caudales y la elevada concentración de sedimentos.

Judío. Las precipitaciones máximas (tanto de lluvia como de granizo) se registraron en Jumilla donde cayeron 143 l/m² en 5 horas.

El caudal generado por la rambla de Minateda, con un máximo de 250 m³/s fue retenido totalmente en el embalse de Camarillas, el cual se encontraba al 50% de su capacidad. Por el contrario, el río Benamor y la

rambla del Judío, sin ninguna obra de regulación, aportaron todos sus caudales al río Segura y con poco intervalo de tiempo. Los caudales máximos en la confluencia del río Benamor con el Segura fueron de 280 m³/s y los de la rambla del Judío de 250 m³/s, lo que hizo que en Cieza el Segura discurriera con 500 m³/s.

En algunos sectores de la rambla del Judío, se calcula que circuló un caudal de 450 m³/s, lo que ocasionó desbordamientos del cauce y la colmatación de la cuenca endorreica de la laguna de El Ardal. Esta laguna llegó a tener unas dimensiones máximas de 3.500 m de larga, 300 m de ancha y una altura media de agua de 1,20 metros (Morales Gil, 1989) y el agua permaneció en ella casi 30 días, tiempo que tardó en infiltrarse y evaporarse.

Aguas abajo, el único punto de control era el Azud de Ojós, a partir de donde se derivaron 22 m³/s por el canal de margen izquierda del Trásvase, hacia el embalse de La Pedrera, y 11 m³/s por el canal de la margen derecha hacia el embalse del Mayés. Estas derivaciones redujeron considerablemente los caudales, de tal manera que ya en la Contraparada el caudal se había reducido a 210 m³/s. En Murcia, al existir un tramo del río encauzado, y en esta ocasión limpio de cañas, se produjo una laminación, disminuyendo el caudal a su paso por la ciudad a 150 m³/s. No obstante, en el tramo Murcia - Beniel se produjeron diversas roturas de motas, descendiendo los caudales, pero al mismo tiempo produciendo inundaciones.

El resumen de caudales de esta avenida se cifró en 16 hm³ retenidos en embalses, 17 hm³ que circularon por los cauces, 12 hm³ que se derivaron y 5 hm³ que desembocaron en el mar.

En esta ocasión el área más perjudicada por las inundaciones fue el altiplano Jumilla - Yecla y, sin duda, se hubieran podido evitar, en gran medida, con una buena política de ordenación del territorio. Al mismo tiempo, se confirmó una vez más, la necesidad de controlar la rambla del Judío antes de su confluencia con el Segura.

3.3. Avenida del 4-5 de Octubre de 1986

Tres meses después de las inundaciones de julio, en octubre, la cuenca del Segura se vio nuevamente afectada por otras inundaciones, y en dos sucesos climáticos espaciados escasamente una semana.

Las lluvias que tuvieron lugar los días 4 y 5, a diferencia de las de julio, fueron prácticamente generalizadas en toda la cuenca y muy superiores a aquellas, registrándose un máximo de 270 l/m² en San Javier, caídos en 21 horas.

En esta ocasión las mayores dificultades se produjeron aguas abajo de Murcia, ya que la aportación del canal del Reguerón, estimado en 80 m³/s, entorpeció el desagüe del río Segura, quedando remansado en el tramo canalizado, al igual que en Orihuela, donde el riesgo de inundaciones se acrecentó.

Con motivo de esta inundación se pusieron de manifiesto la importancia de otro tipo de actuaciones en otros sectores de la cuenca. Al igual que la necesidad de mantener limpio los cauces de cañas y malezas de forma permanente todo el año.

3.4. Avenida del 11-13 de Octubre de 1986

Las precipitaciones se dieron un breve descanso, pero nuevamente durante los días 11, 12 y 13 la cuenca del Segura se vio afectada por intensas precipitaciones. En esta ocasión afectaron principalmente, a la cuenca del río Mula (194 l/m² en 10 horas), cabecera del Guadalentín (110 l/m² en 8 horas) y cabecera del río Mundo (93 l/m² en 18 horas).

La característica principal de esta crecida fue la sucesión de ondas de avenidas por distintos cauces y en diferentes días, al sucederse las precipitaciones (figura 3). En esta ocasión fueron los afluentes de la margen derecha, río Benamor, río Mula, Rambla Salada y río Guadalentín, los que registraron un importante aumento de caudal. Destacan los caudales que circularon por el río Mula (debido a las aportaciones, en exclusiva, de su principal afluente, el río Pliego), con máximos de 130 y 200 m³/s en diferentes días y los de rambla Salada, con caudales de 130 m³/s.

En esta inundación es de destacar la función ejercida por los embalses de La Cierva, Puentes, Camarillas y Alfonso XIII, que a pesar de su poca capacidad, evitaron que la avenida tuviera proporciones catastróficas. Nuevamente el Azud de Ojós desempeñó un papel fundamental, evitando una auténtica catástrofe aguas abajo de la Contraparada, ya que la situación del río era bastante precaria después de haber soportado las avenidas de los días anteriores.

Otra de las conclusiones que se desprenden de esta avenida es la necesidad de acondicionar el cauce del río Segura entre Molina y Guardamar, para poder absorber los caudales que sean imposibles de regular.

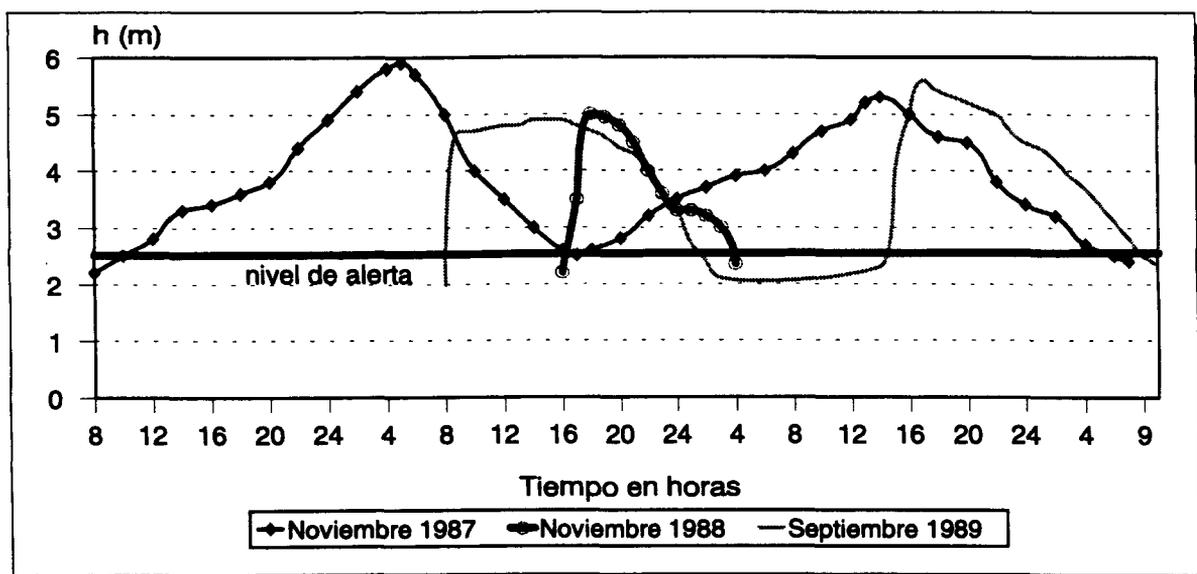
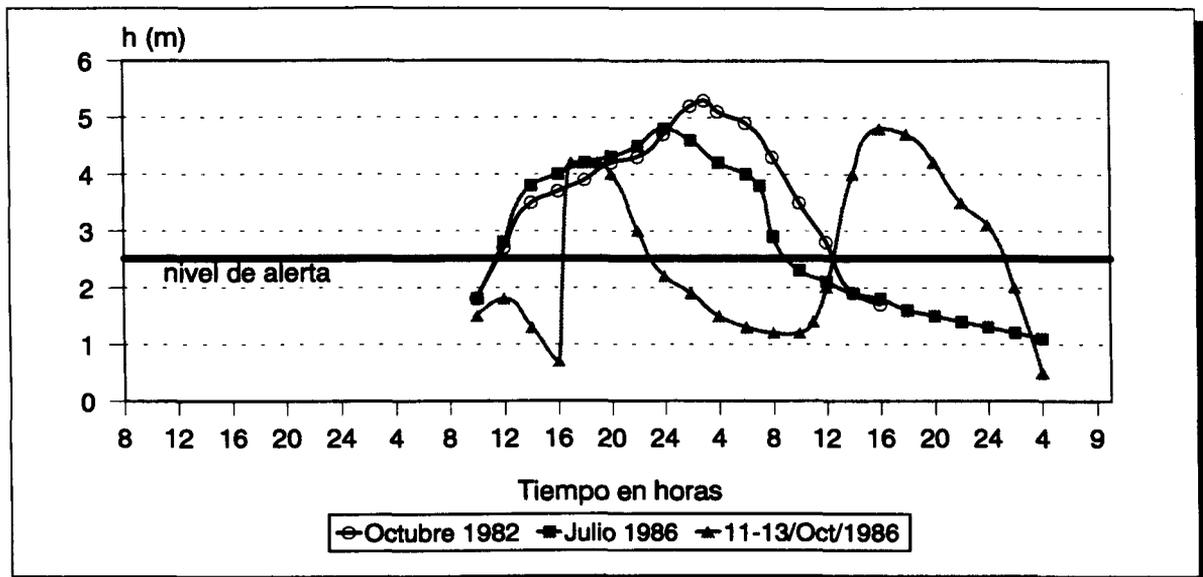


Figura 3.- Alturas de agua medidas en la estación de La Contraparada en diferentes avenidas.

Las obras de reparación de daños en infraestructuras de todo tipo, en especial hidráulicas, como consecuencias de las dos avenidas de octubre, fueron muy elevadas.

3.5. Avenida del 3-5 de Noviembre de 1987

Las inundaciones de 1987, han sido los más importantes de las registradas en estas dos últimas décadas, no sólo por las intensidades de las precipitaciones, sino también por las consecuencias catastróficas que estas tuvieron. Algunas de las precipitaciones caídas, superiores a 300 mm en 24 horas, corresponden a periodos de retorno superiores a 500 y 1000 años, como las registradas en los observatorios de Orihuela o San Javier.

Se produjeron dos avenidas de características diferentes. La primera, del día 3, fue muy localizada en los ríos Mula y su afluente el Pliego; y la segunda, días 4 y 5, estuvo ocasionada por lluvias más generalizadas y muy intensas que afectaron fundamentalmente a la Vega Baja y al Campo de Cartagena – Mar Menor.

La avenida producida en el río Mula llegó a tener un caudal punta en su desembocadura al Segura de 400 m³/s, lo que ocasionó la destrucción de un puente y de varios muros de defensa, numerosos daños en Baños de Mula y Albudeite, el arrasamiento de la huerta de Molina y la inundación de amplias zonas de la huerta de Murcia. En esta ocasión, la Vega Baja parecía que podía quedar a salvo

de las inundaciones, ya que la confluencia con el Guadalentín no presentaba demasiados problemas, al haberse derivado la mayoría de los caudales generados por este río a través del canal del Paretón, y además, encontrarse el cauce del Segura en buen estado hasta su desembocadura, pero no fue así.

El día 4 se produjeron en la Vega Baja precipitaciones muy intentas que ocasionaron el desbordamiento de numerosas ramblas y ramblizos, tanto por la margen derecha, ramblas del Garruchal y de Tabala (Gil Meseguer, 1988); como por la margen izquierda, ramblas de Santomera y Abanilla. Las ramblas de la margen derecha, aunque de pequeña extensión, en su camino hacia el río Segura inundaron amplias extensiones de huerta y zonas urbanas. La rambla de Santomera afluyó directamente al embalse del mismo nombre, que en ese momento se encontraba casi vacío, pero la de Abanilla desbordó la capacidad del canal (250 m³/s) que la conduce al mismo embalse, provocando inundaciones. En la Vega Baja de Alicante se produjeron igualmente importantes crecidas en ramblas y ramblizos con las mismas consecuencias catastróficas (Juárez Sanchez-Rubio *et al.*, 1989). Es de destacar los 8 hm³ de agua que acumuló el embalse de La Pedrera en tan sólo un día y con una cuenca de 40 km².

Los daños fueron también cuantiosos en el Campo de Cartagena – Mar Menor, y se vio afectada la práctica totalidad de la infraestructura del trasvase Tajo-Segura.

Una vez más se comprobó la insuficiencia de la capacidad de desagüe del río Segura desde la Contraparada hasta la desembocadura, y la necesidad urgente de acometer las obras de adecuación del cauce en su totalidad.

Estas inundaciones también dejaron constancia de la torrencialidad que pueden llegar a presentar pequeñas ramblas, como la del Garruchal con solo 43 km² de cuenca (Gil Meseguer, 1988) y el poder devastador que ejercen cuando varias de estas ramblas se suman.

Por otro lado, las inundaciones producidas en el Campo de Cartagena – Mar Menor, también pusieron de manifiesto la importancia de respetar los drenajes, cuando se realizan aterrazamientos o acondicionamientos de tierras para el cultivo, o cualquier otro tipo de obra de infraestructura vial o urbana.

3.6. Avenida del 11 de noviembre de 1988

El 11 de noviembre se registraron lluvias importantes en toda la cuenca, siendo especialmente intensas en el área de Sierra Espuña y Cieza. Consecuencia de ellas fueron las crecidas de los ríos: Guadalentín, Mula, cabeceras del Quipar y Argos, y Segura.

La crecida del río Guadalentín es desviada por los "sangradores" hacia la rambla de Tiata, utilizándose para riego. Aguas abajo otra crecida se incorpora al Segura por el Reguerón pero discurre sin dificultad.

La avenida del río Mula queda almacenada en el embalse de La Cierva y la del río Pliego produce desbordamientos en Baños de Mula y Albudeite al registrarse caudales punta superiores a 300 m³/s, y posteriormente en la confluencia con el río Segura por insuficiencia de capacidad del cauce.

Las crecidas de los ríos Quipar y Argos son retenidas en los embalses de Alfonso XIII y Argos, que se incrementan en 3 y 1 hm³ respectivamente.

Respecto a las crecidas de las ramblas de Agua Amarga, Judío, Cárcavo y Moro se vierten directamente al río Segura. En el Azud de Ojós la avenida se lamina y se retrasa con respecto a la del río Mula. A pesar de ello, es inevitable pequeños desbordamientos e inundaciones en la Vega media y baja.

Es de destacar la velocidad a la que discurrieron los caudales debido a la reciente limpieza del cauce lo que evitó mayores inundaciones. El volumen retenido en los embalses fue de 16 hm³ y el evacuado al mar se estimó en 10 hm³.

3.7. Avenida del 5-7 de Septiembre de 1989

La década de los ochenta se despidió tristemente con una nueva inundación, en la que se produjeron, como consecuencia de ella, numerosas víctimas humanas.

En esta ocasión las precipitaciones se produjeron durante los días 5 y 7, dando como resultado en toda la cuenca dos ondas de avenida. En esta ocasión se dio la particularidad de que se produjeron lluvias de gran intensidad en algunas zonas y de alta intensidad en el resto, por lo que salieron multitud de ramblas que aportaban caudales a las ya crecidas aportaciones del Segura. Por ello, el tiempo de duración

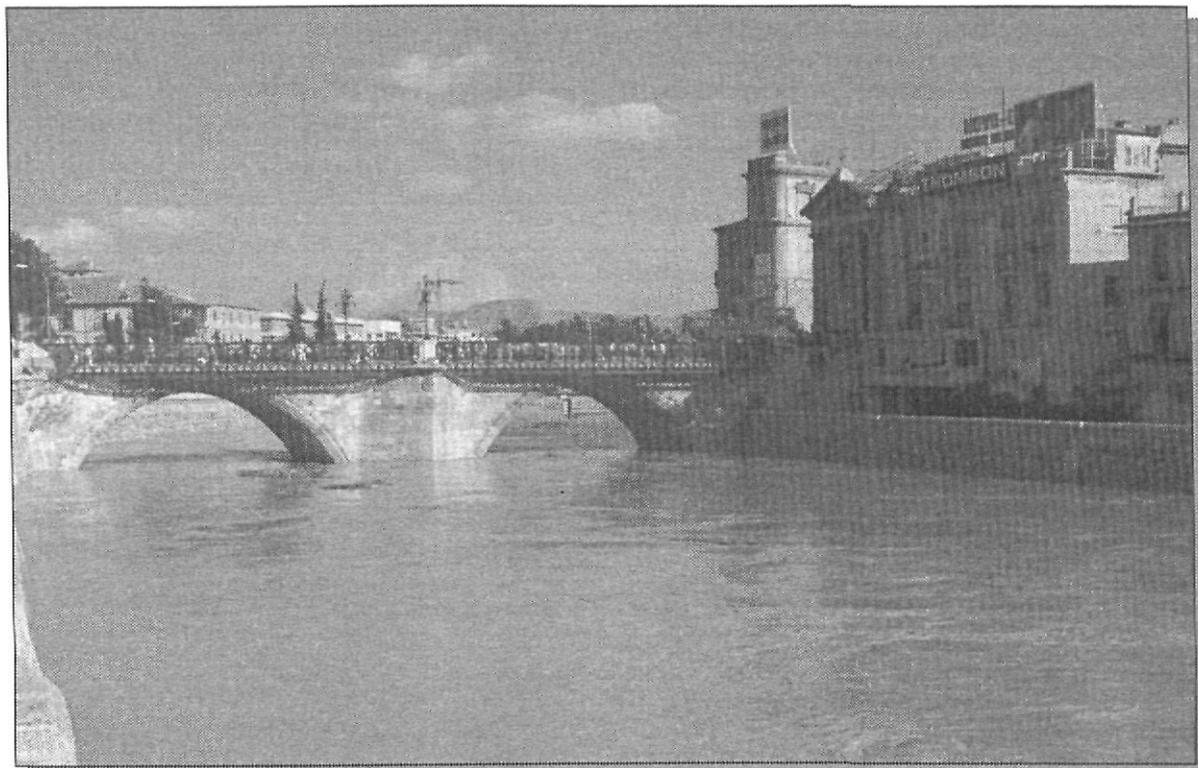


Figura 4.- Avenida de septiembre de 1989. Caudales circulantes por el puente viejo de Murcia.

de máximos caudales en todos los tramos fue 3 o 4 veces superior al de otras ocasiones.

Afortunadamente, debido a las inundaciones de los años anteriores, se habían realizado numerosos trabajos y las motas entre la Contraparada y Guardamar estaban recrecidas y consolidadas. El cauce también se encontraba limpio, por lo que hubo mayor capacidad de evacuación y velocidad.

Se realizaron retenciones, laminaciones y desvíos de aguas, pero a pesar de ello en el puente viejo de Murcia se midieron alturas de 5,20 m (figura 4), 7,25 en Beniel, y 7,27 en Rojales, las cuales produjeron inundaciones en distintos tramos de las cuencas media y baja del Segura.

Las lluvias torrenciales, con las consecuentes avenidas, se produjeron en diferentes puntos de la cuenca del Segura, pero son de destacar los caudales que circularon por la rambla de Las Moreras. Según cálculos realizados por la C.H.S. por dicha rambla llegó a circular un caudal punta de 1.300 m³/s. La onda de avenida de varios metros de altura, al estrecharse la rambla a 1,5 km. en dirección al poblado de Bolnuevo, desbordó su lecho de inundación estacional y arrasó infraestructuras urbanísticas, invernaderos agrícolas y el propio camping de

Bolnuevo (Rodríguez Estrella *et al.*, 1993). Hay que decir que todos estos usos del suelo se encontraban ubicados en el lecho de inundación de la rambla y en el delta de desembocadura. Además, otro factor de incidencia en esta inundación fue la existencia de un puente, aguas arriba de la carretera Mazarrón – Aguilas, incapaz de evacuar tal cantidad de agua (se sobrepasó en dos metros) y que actuó como presa. El nuevo puente, construido un año después, se hizo con la sección suficiente para poder evacuar caudales de avenida de hasta 1.500 m³/s y se acondicionó el cauce de la rambla.

Las consecuencias catastróficas en este tipo de ramblas se acrecienta por la velocidad de las aguas circulantes y por la gran cantidad de arrastres sólidos, en ocasiones de gran volumen, que llevan consigo. La instalación de un camping en el lecho fluvial de una rambla y la catástrofe que se ocasionó no sirvió de experiencia, y años más tarde (agosto de 1996) se producía, otra catástrofe humana en el camping aragonés de Biescas.

3.8. Avenida del 26 de septiembre a1 10 de Octubre de 1997

En la década de los 90, afortunadamente, sólo son de mencionar dos episodios lluviosos de alta intensidad. El primero de ellos

tuvo lugar entre los días 26 de septiembre al 1 de octubre, y el segundo del 4 al 6 de octubre. En algunas estaciones la precipitación acumulada sobrepasó el 50% de la media anual, y como precipitaciones puntuales máximas se pueden citar los 244 l/m² recogidos en Lietor o los 215 en el embalse de Fuensanta.

Las lluvias más importantes se concentraron en la cabecera del río Segura, Vega Alta y Guadalentín. En esta ocasión, los caudales circulante no fueron excesivamente elevados, produciéndose picos de crecida en el río Moratalla, Pliego, y rambla Salada del orden de 70-90 m³/s y mas de 120 en Lorca. Circularon caudales de 160 m³/s en Murcia y mas de 200 m³/s en Orihuela, tras la confluencia del Guadalentín.

Las distintas obras de infraestructura proyectas y terminadas, entraron en esta ocasión en funcionamiento y cumplieron el papel esperado, por lo que en esta ocasión no hubo que lamentar pérdidas notables.

3.9. Características comunes de las inundaciones.

Las inundaciones acaecidas en las dos últimas décadas del siglo XX, presentan prácticamente las mismas características que el resto de inundaciones sufridas en la cuenca del Segura (ITGE, 1988) entre las que podrían citarse las siguientes:

- Se presentan como consecuencia de temporales de lluvias intensas, generalmente en otoño.
- La duración media suele ser de 3-4 días;
- Los daños materiales son principalmente en agricultura (aunque en las inundaciones de 1987 fueron muy importantes los daños en infraestructuras);
- Las inundaciones más graves se han producido por la confluencia de las ondas de crecida del Segura con alguno o algunos de los tributarios. Históricamente era muy temida la confluencia del Segura con el Guadalentín, pero en las inundaciones de la década de los ochenta han sido determinantes las ramblas de Minateda, Judío y Río Mula.
- Los caudales son generalmente de carácter repentino, como lo reflejan la mayoría de los hidrogramas de crecidas del Segura, Guadalentín o rambla de Minateda, y suelen

producir caudales máximos instantáneos espectaculares, como lo fueron los del Guadalentín en 1973 (3.000 m³/s), o los 1.300 de las Rambla de Las Moreras en 1989.

4.- CAUSAS DE LAS AVENIDAS E INUNDACIONES

Las causas de las avenidas en la Cuenca del Mediterráneo y en la del Segura, son principalmente climáticas. No obstante, existen otros factores secundarios (características morfoestructurales de las cuencas y sistemas de sus redes de drenaje) que, al combinarse con unas precipitaciones intensas, producidas en un periodo muy corto de tiempo, dan lugar a inundaciones más o menos importantes, en distintas áreas de la cuenca.

4.1. Causas climáticas

Numerosos han sido los autores que han tratado de explicar los fenómenos por los cuales se llegan a producir las precipitaciones intensas, que originan las inundaciones en la cuenca del Mediterráneo y en la del Segura, a los que remitimos y entre los que pueden citarse: Capel Molina (1980, 1987, 1989a, 1989b), Capel Molina y Olcina Cantos (1993), Font Tullot (1983), García de Pedraza (1983), Gil Olcina (1988, 1989), López Gómez (1983), Martín Vide (1987), Miró Granada (1983), Peinado Serna (1983), Pérez Cueva y Armentgot (1983), Quereda (1985, 1989), etc.

De una forma muy sucinta, se podría decir que, las lluvias intensas en la vertiente mediterránea suelen estar estrechamente ligadas al fenómeno climático de la "gota fría". Se trata de una anomalía meteorológica que tiene lugar generalmente a finales del verano y comienzos del otoño, al producirse bruscos procesos de evaporación y condensación atmosférica que empujan grandes masas nubosas contra las cordilleras montañosas que bordean la costa.

No obstante, la fuerte inestabilidad termodinámica generadora de grandes precipitaciones puede darse también en primavera, e incluso en verano, aunque en menor medida, como se puede comprobar en los registros recientes e históricos. De las siete inundaciones producidas en estas dos últimas décadas, siete de ellas han tenido lugar en otoño y una en verano.

Río o rambla	Superficie (km ²)	Longitud (km)	Pendiente (% ^o)
MARGEN DERECHA			
Río Moratalla	345	49	24
Río Argos	506	48	18.6
Río Quipar	814	51	17
Río Mula	647	57	13
Río Guadalentín	3302	121	3
MARGEN IZQUIERDA			
Río Mundo	3508	119	9.2
Rambla del Judío	623	59	11
Rambla del Moro	380	41	23
Rambla Salada (Santo)	172	24	13
RAMBLAS VERTIENTES DIRECTAMENTE AL MAR			
Rambla del Albujón	764	42	
Rambla de Las Moreras	266	25	
CUENCA DEL SEGURA COMPLETA			
	18870	276	4.8

Tabla 2: Características de los principales afluentes del río Segura responsables de gran número de inundaciones.

4.2. Causas morfoestructurales.

La cuenca del Segura es un territorio donde abundan los desniveles topográficos, alternando sierras, depresiones y llanuras litorales. Las cabeceras de las cuencas del Segura, Mundo y Guadalentín son montañosas y de elevadas pendientes, lo que favorece la torrencialidad.

La geomorfología de las distintas partes de la cuenca influye directamente en la circulación de las aguas en caso de avenida:

- En los valles de cabecera de todos los cauces y especialmente en las ramblas, los cauces discurren encajados sin llano de inundación y se pueden alcanzar alturas de agua y velocidades importantes. Si la red de drenaje está bien jerarquizada, los importantes caudales generados en estas cabeceras se vierten al cauce principal (es decir al Segura); si se trata de pequeñas cuencas costeras desembocan en el mar (ramblas del campo del Mar Menor - Cartagena - Mazarrón; y en ocasiones se vierten a amplios llanos de inundación (Rambla de Nogalte al valle del Guadalentín, o Rambla del Garruchal al Segura, etc.), configurando en estos casos, abanicos aluviales de dimensiones variables.
- En el tramo del Segura y afluentes principales, donde existen terrazas fluviales, el río ocupa el fondo del valle habitualmente y se expande por la primera terraza cuando el caudal aumenta.
- En la vega media y baja del Segura, debido al recrecimiento constante de las motas de

contención y de los propios aportes, el lecho menor del río ocupa una posición topográfica más elevada que su llano de inundación (relieve invertido). Al sobrepasarse los caudales que pueden circular por este estrecho cauce, o se rompe una mota de contención, la inundación está asegurada.

Por otra parte, la litología predominante en la cuenca del Segura son: calizas, margas y depósitos cuaternarios. Como es sabido, las margas, existentes en todas las depresiones intramontañosas, son impermeables, lo que favorece las escorrentías; pero las calizas, que se suelen encontrar en la mayoría de las cabeceras de las cuencas, aunque se consideran permeables por las abundantes redes de diaclasas y planos de estratificación, ante lluvias de gran intensidad, se comportan también como impermeables, especialmente en aquellos sectores desprotegidos por la vegetación. En este sentido es bastante significativo los valores obtenidos por Segura (1987), respecto a la cantidad de lluvia necesaria en ramblas de distinta litología para producir escorrentías (30 mm en ramblas margosas y de 65 mm en ramblas calizas).

Otros factores que intervienen en las puntas de crecida son: la densidad y naturaleza de la cubierta vegetal, la potencia y características de los suelos, y los usos del suelo (Mateu Bellés, 1990). Los suelos de la cuenca del Segura, como corresponde a una región semiárida y, en especial, los desarrollados sobre margas están muy degradados y son fácilmente erosionables. Por otra parte, la cubierta vegetal es escasa debido a una deforestación milenaria y incendios frecuentes, de ahí la necesidad de acometer trabajos de restauración hidrológico-forestales, a un ritmo mucho mayor de lo que se está haciendo.

do. Respecto a los usos del suelo, la intervención humana ha supuesto la modificación artificial de la respuesta del llano de inundación mediante cultivos (que cambian la rugosidad natural), construcción de viviendas y vías de comunicación, que son capaces de desviar los flujos hídricos, e incluso, de producir importantes catástrofes.

4.3. Características de la red de drenaje

La red fluvial de la cuenca del Segura está constituida fundamentalmente por ramblas (aunque a algunas de ellas se las llame ríos) y caracterizada por poseer cuencas bastantes redondeadas, elevadas densidades de drenaje y cauces de escasa longitud pero de elevada pendiente (Vidal Abarca, *et al.*, 1997). Todo ello le hace tener un elevado índice de torrencialidad, como se ha puesto de manifiesto en numerosas ocasiones, y en especial, en estas últimas inundaciones en las ramblas del Judío, Moro, Las Moreras, Garruchal, cabecera del Guadalentín o río Mula.

Las ramblas son corrientes fluviales efímeras, labradas sobre rocas blandas. Presentan un ruptura de pendiente importante entre la cabecera y la cuenca baja y suelen poseer amplios lechos en su tramo medio - bajo, con frecuencia pedregosos. Estos amplios lechos sugieren los importantes caudales que por ella pueden circular en épocas de crecida y el poder devastador de la carga sólida que pueden transportar, como se evidenció en la inundación de septiembre de 1989 en la rambla de Las Moreras.

Otro factor que incrementa de modo acusado la peligrosidad de inundaciones por avenidas es la convergencia hidrográfica. Las inundaciones más importantes, que siempre se citan en la cuenca del Segura, se produjeron por el solapamiento de las ondas de crecida del río Segura y del río Guadalentín. El río Segura desde el kilómetro 158 en el que confluye el río Mundo, hasta el 283 en el que desemboca el Guadalentín, recibe la totalidad de sus grandes tributarios. Este sector del río que comprende el 36% de su recorrido total, es propicio a peligrosas concurrencias de ondas de crecida que ocasionan graves inundaciones principalmente en la Huerta de Murcia y Vega Baja.

No obstante, es importante mencionar la disimetría de la red de drenaje principal, como un factor importante a considerar (López Bermúdez y Gutiérrez Escudero, 1983). Los

afuentes de la margen derecha son más numerosos y con una superficie de cuenca mayor (tabla 2); mientras que los afluentes de la margen izquierda a excepción del río Mundo son ramblas, pero con longitudes y superficies nada despreciables.

4.4. Otras causas

Es importante mencionar 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 ha. a lo largo de unos 200 km. del río. Intimamente unida con la red de acequias se ha desarrollado una red de "azarbes", que son los cauces que drenan las tierras regadas, y cuyas aguas si la calidad lo permite, pueden volverse a utilizar para regar tierras situadas aguas abajo. 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 (Roselló Verger, 1989).

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. Los azarbes invierten el sentido de su flujo normal (desde los campos de cultivo hacia el Segura o Reguerón) y se transforman en nuevos brazos de la crecida (Juárez Sanchez-Rubio, 1989). En las inundaciones de 1987 especialmente, toda esta red de riego y drenaje tuvo un efecto muy negativo.

5.- IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES

5.1. Impactos geomorfológicos

Entre los impactos geomorfológicos que producen las precipitaciones intensas y las inundaciones destacan tres procesos fundamentales: erosión, transporte y sedimentación.

En las laderas, tiene lugar una importante erosión producida bien, por el impacto de las lluvias de alta intensidad, bien por la lamina de agua que escurre, dando como resultado una pérdida de suelo considerable, tanto por erosión laminar como por la creación de surcos o desprendimientos en masa. Sirva como dato las observaciones realizadas por López Bermúdez y Gutiérrez Escudero (1983) de las inundacio-



Figura 5.- Surcos de erosión producidos por la avenida de 1982 en Hellín (Albacete).

nes de octubre de 1982 en la rambla de Minate-da, donde midieron pérdidas de suelo de hasta 80 cm (figura 5).

En los cauces, se suelen producir soca-vamientos en los márgenes, modificaciones en el trazado y en lecho fluvial. Junto a esto, los arrastres sólidos transportados se depositan a modo de lodos cubriendo amplias superficies, formando barras y otras formas de depósito en el fondo de los cauces, o conos de deyección donde la topografía y la disminución de la energía de transporte lo permiten.

En definitiva una avenida tiene implicacio-nes hidrológicas, geomorfológicas y sedimentológicas en la respuesta del sistema fluvial (Mateu Bellés, 1990).

5.2. Empobrecimiento de los suelos por sedimentación

Uno de los impactos de las inundaciones es el anegamiento de cultivos por los sedimentos dejados tras la inundación (figura 6). Desde antiguo se tiene la creencia de que las inundaciones fertilizan los suelos, que se ven agotados por el cultivo. La creencia estaba tan arraigada que en ocasiones se practicaba el "entarquinado", que consistía en provocar la erosión de los suelos, por ejemplo mediante

fuegos con anterioridad a las lluvias torrenciales, de tal manera que estas arrastraran las sustancias más fértiles de los horizontes superficiales y al ser posteriormente depositadas en las vegas, contribuirían a enriquecerlas en sustancias orgánicas.

En la actualidad, bien por el uso de fertilizantes artificiales en las áreas de cultivo intensivo, bien por la erosión que ya soportan los suelos que tras las lluvias torrenciales son arrastrados, los sedimentos que se depositan en una inundación, no sólo no son beneficiosos, sino que en la mayoría de los casos, son perjudiciales para los suelos agrícolas.

Estudios realizados tras las inundaciones de 1982 (Gasco Montes, 1983), han puesto de manifiesto como en estos sedimentos arrastrados, los elementos fertilizantes nutritivos son más bajos que los de los suelos que los han recibido, además de presentar elevados contenidos en caliza activa, suficientes para producir clorosis férrica. Por otra parte, en áreas donde la fertilización artificial es intensa desde hace mucho tiempo, los niveles de fósforo y particularmente los de potasio resultan perjudiciales para el mantenimiento de las productividades que se venían obteniendo. Sólo en el caso de cultivos tradicionales poco intensivos, sin fertilización artificial, un aumen-

to en fósforo y potasio podría ser beneficioso. Además, como la materia orgánica presenta valores muy bajos (inferiores al 1%), y al no existir estructura en la fracción mineral, se favorece la formación de una costra superficial que cuando el suelo se seca, favorece la es-correntía superficial e impide la infiltración.

Respecto al aumento de la salinidad no hay resultados concluyentes, pero sin duda, el lavado de los suelos de la cuenca del Segura, con rocas de alto contenido en sales, junto con los suelos que ya soportan una importante salinidad, lleva a pensar que tras una inundación, el aumento de esta en los suelos fértiles, también puede ser importante.

5.3. Impactos socioeconómicos

Las consecuencias más visibles de una inundación son, sin duda, las que sufre la población y su economía. Pérdidas de vidas humanas y de animales, daños en los cultivos, en las viviendas y en las infraestructuras en general, son los impactos más destacados.



Figura 6.- Árboles de la huerta de Murcia cubiertos por los sedimentos dejados tras las inundaciones de 1989

Las inundaciones, aunque como se ha visto, son un fenómeno natural, físico e hidrológico, cuando se producen sobre zonas donde hay actividades humanas se convierten en un importante problema territorial con grandes implicaciones socioeconómicas. La actividad humana ha tendido a localizarse tradicionalmente en los terrenos aluviales cercanos a los ríos, donde la topografía llana y la fertilidad de los suelos, favorecen su cultivo y rendimiento.

Las áreas inundables de primer orden según han sido identificadas en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (CHS, 1992), y que suelen sufrir los mayores impactos socioeconómicos son: el tramo del valle del río Segura, comprendido desde Cieza hasta el mar; el tramo medio – bajo del río Guadalentín; las ramblas principales del Campo de Cartagena – Mar Menor; y las ciudades de Murcia, Lorca, Cartagena y Orihuela.

6.- ACTUACIONES REALIZADAS EN LA CUENCA DEL SEGURA PARA PREVENIR O MINIMIZAR LAS CONSECUENCIAS DE LAS AVENIDAS

Para la prevención de las avenidas se han propuesto y realizado distintas actuaciones, que suelen ser clasificadas en acciones estructurales y no estructurales (Carles Genovés, 1989; Mateu Bellés, 1990, Palancar Pennella, 1990, etc.).

Las acciones estructurales consisten fundamentalmente en obras de infraestructura hidráulica, 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 estarían el establecimiento de buenos sistemas de información y predicción meteorológica e hidrológica, la restauración hidrológico forestal de las cuencas, ordenación del territorio (mediante zonación de riesgo), sistemas de pólizas de seguros, elaboración o actualización de planes de emergencia, etc.

6.1. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

6.1.1. Las primeras obras de prevención

Si se hace un poco de historia, parece ser que fueron los romanos los que iniciaron, tímidamente, algunas obras de aprovechamiento de avenidas, como lo atestiguan los restos encontrados en el congosto de Puentes o en los parajes de "Peñones", "Torrecilla" y "San Julián" (Bautista Martín y Muñoz Bravo, 1986). En época árabe no existía ninguna obra de regulación y estos trataron de controlar las avenidas y de utilizarlas, por medio de los "cauces de diseminación de avenidas". Una avenida es subdividida sucesivamente, por cauces de sección decreciente, con un trazado similar a los dedos de una mano, de forma que en el mínimo tiempo posible el agua, cargada de tarquines, llegaba a los regadíos más lejanos, los fertilizaba y quedaba simultáneamente reducido el efecto destructor de la avenida (Bautista Marín, 1989). Ejemplos de estos cauces de diseminación los encontramos tanto en la huerta de Murcia (la construcción de la Contraparada, presa de la que parten las acequias de riego de la Huerta de Murcia, data del 980), como en la cuenca del río Guadalentín (Los Sangradores). Aún hoy a o largo de numerosas ramblas se pueden encontrar "boqueras" que aprovechaban el agua de avenidas para riego, al mismo tiempo que hacían disminuir el caudal (Morales Gil, 1969 y 1989; Morales Gil *et al.*, 1989).

En época más reciente, tras cada inundación y pérdidas cuantiosas, se diseñaron obras y proyectos de actuación para controlar las avenidas, y que aún continúan en nuestros días. Como opina Lemeunier (1989), "la catástrofe es el motor de la historia hidráulica".

La primera obra importante que se acometió fue la construcción del embalse de Puentes (en la cabecera del río Guadalentín), cuyas primeras obras se iniciaron en 1647. Con posterioridad, en 1785 se empiezan las presas de Valdeinfierno y Puentes, estando en funcionamiento en 1787. En marzo de 1802 a consecuencia de intensas lluvias la presa de Puentes se rompió produciendo una gran catástrofe. La riada de Santa Teresa, el 15 de octubre de 1879, aceleró la construcción del nuevo embalse de Puentes (tercera presa), comenzándose a explotar en 1884. Dos años después de otra importante riada (la de Ascensión, el 22 de mayo de 1884), en

1986 se redactó el "Proyecto de Obras de Defensa contra las inundaciones en el Valle del Segura", siendo el primer Plan de defensas contra avenidas que se hace en España, y según algunos autores que hacen referencia a el (Bautista Marín, 1977, 1989; Botía Pantoja, 1993; Maurandi Guirado, 1995), constituyó un plan modélico.

6.1.2. El Plan de Defensa de Avenidas en la Cuenca del Segura de 1886.

El plan agrupaba las obras en tres capítulos (Bautista Marín, 1989 y Maurandi Guirado, 1995):

- Obras que se oponen el desbordamiento (diques longitudinales o motas)
- Obras que modifican el régimen de las aguas rebajando el nivel máximo (diques transversales, presas de embalse o repoblaciones)
- Acciones indirectas de minimización de daños (seguros, reglamentación de zonas inundables, etc.).

De las obras propuestas se llegaron a realizar las siguientes:

- Recrecimiento de la Presa de Valdeinfierno en 1897. Esta presa ha funcionado como presa agujero hasta 1953 pues no tenía compuerta de desagüe de fondo. En la década de los 60 se le construyó un aliviadero y se recreció un metro. En la actualidad está casi totalmente aterrada de sedimentos.
- Construcción del Embalse de Alfonso XIII en el río Quipar, en 1917, para un volumen de embalse 30 Hm³.
- Construcción del Embalse del Talavé en el río Mundo, en 1918, para un volumen de 33 hm³.
- Construcción del Embalse de Fuensanta en el río Segura en 1932, para un volumen de 240 hm³.
- Aliviadero de Puentes, modificado posteriormente en los años 60.
- Canal del Paretón, para derivación del río Guadalentín, para un caudal de 200 m³/s.
- Canal del Reguerón, para derivación del río Guadalentín, para un caudal de 150 m³/s.
- Los embalses de los ríos Argos y Taibilla, que aunque proyectados en el siglo pasado, se realizaron en 1973 y 1974 respectivamente.
- Corrección hidrológica de los torrentes en los ríos Luchena y Velez (cabecera del río

Guadalentín), y de otras ramblas de la cuenca baja del Guadalentín.

- Las obras complementarias de este plan no se llegaron a ejecutar.

6.1.3. El Plan Nacional de Obras hidráulicas de 1933.

En 1926 al crearse la Confederación Hidrográfica del Segura (C.H.S.), se inicia una campaña sistemática de aforos y mediciones pluviométricas, se analiza la situación de la cuenca y se redacta el Plan Nacional de obras Hidráulicas de 1933. Proponiéndose la construcción de las embalses del Cenajo, Camarillas, Santomera, Moro y Los Luisos.

Los embalses del Cenajo y Camarillas se concibieron tanto para defensa de avenidas, como para regulación de regadíos. Con la puesta en explotación de ambos en 1953 se ampliaron los regadíos de la cuenca del Segura en 20.000 Has.

Con la construcción embalse del Cenajo, de 470 hm³ (el mayor de la cuenca), junto con el ya construido de Fuensanta hizo que la cabecera del Segura quedara completamente regulada.

El embalse de Santomera con sólo 26 hm³ de capacidad, tiene la función de defensa de avenidas de la rambla de Santomera, y mediante un canal de trasvase de la rambla de Abanilla. Desde la entrada en funcionamiento del trasvase Tajo-Segura, también puede recibir aguas del Segura en épocas de avenida, a partir de la derivación del Azud de Ojos.

La construcción del embalse de Los Luisos en el río Mundo se desestimó posteriormente. La presa en la rambla del Moro es de muy reciente construcción.

No obstante, pese a todas estas importantes obras, la regulación del río Segura estaba aún muy lejana y tras otras importantes avenidas e inundaciones en la cuenca, especialmente la avenida de 1973, se redactó otro plan de defensa contra avenidas en 1977.

6.1.4. El Plan de Defensa de Avenidas en la Cuenca del Segura de 1977.

Del estudio realizado con posterioridad a la construcción de los embalses del Cenajo y Camarillas, se determinaron como muy peli-

grosos los ríos Guadalentín y Mula, y las ramblas del Cárcavo, Judío y Moro.

En el plan de defensa de 1977, según su autor (Bautista Marín, 1989) se han seguido las mismas directrices del plan de 1886, no obstante se han distinguido defensa de ciudades y defensa de vegas. El conjunto de obras, se agrupan en encauzamientos, trasvases, presas exclusivamente de laminación de avenidas, corrección de cauces y repoblaciones forestales.

Defensa de ciudades:

- Cartagena: Encauzamiento de la rambla del Hondón.
- Lorca: Acondicionamiento del río Guadalentín y rambla de Tiata.
- Orihuela: Variante del río Segura a su paso por la ciudad.

Defensa de vegas:

- Acondicionamiento del canal del Reguerón.
- Presa del Romeral.
- Presa del río Pliego.
- Presa de Los Rodeos.
- Acondicionamiento del canal del Paretón
- Encauzamiento del río Segura desde Murcia hasta Guardamar.
- Presa del Moro
- Presa del Cárcavo
- Presa del Judío
- Recrecimiento del embalse de Puentes
- Encauzamiento del río Guadalentín aguas arriba y abajo de Lorca.
- Traspase del río Argos al río Quipar.

El presupuesto total de las obras de defensa era de 5.415.492.000 pts., y el de las acciones correctoras sobre la erosión de la cuenca, proyectado para una segunda fase, se estimaba en 11.827.030.000 pts. Es decir más del doble de las obras de defensa.

Las obras de este plan proponen actuaciones en todos los puntos problemáticos de la cuenca, diferenciando cuatro sectores:

1. *Cuenca del Segura hasta Almadenes.* En este tramo por la regularización del Segura que ya existe, sólo se propone el canal de trasvase del Argos al Quipar para evitar inundaciones en las vegas de Calasparra y conseguir que los caudales aportados por el río Argos al Segura en avenidas sean moderados.
2. *Cuenca del Segura desde Almadenes hasta Murcia.* Este tramo presenta una gran

Presa	Río o rambla	Area (Km ²)	Año de construcción	Capacidad Hm ³	Uso
Puentes I a III	Río Guadalentín	1490	1884	31.6 (13.9 en 1976)	Defensa y Riego
Valdeinfierno	Río Guadalentín	540	1897	25 (14.2 en 1976)	Defensa y Riego
Alfonso XIII	Río Quipar	571	1916	42 (21.6 en 1976)	Defensa y Riego
Talave	Río Mundo	994	1918	55 (33 en 1983)	Defensa y Riego
La Cierva	Río Mula	215	1929	7 (5.2 en 1985)	Defensa y Riego
Fuensanta	Río Segura	1235	1933	235 (205 en 1977)	Defensa y Riego
Anchuricas	Río Segura	84	1957	8 (6.25 en 1979)	Hidroeléctrico
La Vieja (Novia)	Río Zumeta	272	1959	1	Hidroeléctrico
Cenajo	Río Segura	1430	1960	472 (439 en 1984)	Defensa y Riego
Camarillas	Río Mundo	1380	1960	40 (35.84 en 1983)	Defensa y Riego
Santomera	Rambla Santomera	143	1965	26	Defensa y R T-S
Argos	Río Argos	495	1970	12 (11.14 en 1976)	Defensa y Riego
Taibilla	Río Taibilla	205	1973	10 (9.1 en 1981)	Defensa y Riego
Ojos	Río Segura		1975	2.2	Regulación T-S*
Mayés	Rambla del Mayés		1980	1.4	Regulación T-S
La Pedrera	Canal Post. T-S	40	1980	250 (246)	Defensa y R T-S
Moro	Rambla del Moro	380	1990	9.5	Defensa
Judío	Rambla del Judío	570	1993	10	Defensa
Cárcavo	Rambla del Cárcavo	35	1993	55	Defensa
Pliego	Río Pliego	206	1994	9.0	Defensa
Doña Ana	Río Pliego	19.8	1994	2.75	Defensa
El Romeral	Río Guadalentín		1995	5.55	Defensa
Los Rodeos	Río Mula	647	1996	16.0	Defensa
Algeciras	Rambla de Algeciras	65	1997	10.5	Defensa
El Boquerón	Rambla Boquerón	299	1998	17	Defensa
Bayco	Rambla Bayco	242	1998	19	Defensa
Los Charcos	Rambla Los Charcos	29	1999	5	Defensa
Puentes IV	Río Guadalentín	1490	1999	29.5	Defensa y Riego

Tabla 3.- Presas de la Cuenca del Segura. Las superficies y las capacidades se encuentran en proceso de actualización por parte de la CHS.

* R T-S = Regulación Trasvase Tajo-Segura.

peligrosidad, por lo que se propuso la construcción de tres presas en las ramblas del Cárcavo, Judío y Moro, y las presas de Pliego y Los Rodeos en el río Mula.

3. *Cuenca del Segura desde Murcia hasta la desembocadura.* En este sector al no poderse realizar ninguna obra de regulación, por la planitud del terreno se propone la adecuación del cauce del río Segura, con capacidad suficiente para evitar desbordamientos.
4. *Cuenca del Guadalentín.* En este río, de terribles avenidas, se propone, el recrecimiento del embalse de Puentes, la construcción de la presa del Romeral, el encauzamiento del río Guadalentín aguas arriba y abajo de Lorca y el acondicionamiento del canal del Paretón para desvío de las aguas del Guadalentín al mar, para una capacidad de 800 m³/s.

Después de las inundaciones de 1982 se creó dentro de la Comisión Nacional de Protección Civil (1983), una Comisión Técnica de Emergencia para Inundaciones, elaborándose para cada cuenca un estudio de las inundaciones catastróficas y un mapa de riesgos potenciales. Pero será tras las inundaciones catastróficas de 1987, cuando las obras de defensa vuelven a cobrar un nuevo impulso y por Real Decreto Ley de 13 de noviembre de 1987, se señalaron las obras a realizar y las anualidades correspondientes para su finalización en 1992.

6.1.5. Obras de Defensa de Avenidas en la Cuenca de Segura, previstas en el Real Decreto Ley de 13 de Noviembre de 1987.

Las obras presupuestadas en esta ocasión fueron 23, que correspondían a 10 encauzamientos (5 de los cuales en el río Segura) y 13 presas. Algunas de estas obras ya estaban incluidas en el Plan de Defensa de

1977, pero otras eran nuevas. Los trece nuevos embalses con una capacidad de 178 hm³, aseguran que para un periodo de retorno de 50 años, por el cauce del río Segura no circularán caudales superiores a 400 m³/s. Para aumentar el periodo de retorno sería necesario construir embalses de mucha más capacidad, que por otra parte la topografía no permite. (Botía Pantoja, 1992).

En la actualidad, los encauzamientos previstos están todos realizados. Para acometer el encauzamiento del río Segura (terminado en 1994), este se dividió en 5 tramos, desde la Contraparada hasta Guardamar, en una longitud de 88 kilómetros. El caudal proyectado ha sido de 400 m³/s (el anterior era de 120 m³/s), para lo que ha sido necesario aumentar la sección y realizar numerosas cortas de meandros, aumentado la pendiente y reduciendo su longitud total en un 30% (Botía Pantoja, 1992). La capacidad proyectada coincide con el caudal de avenida para un periodo de retomo de 50 años, una vez que estén en funcionamiento todos los embalses previstos.

Los restantes encauzamientos corresponden a la rambla de Minateda en Albacete, desvío del Guadalentín en el Paretón, rambla del Hondón en Cartagena, Reguerón y canal aliviadero Argos-Quipar.

Las presas son las siguientes:

- La del Boquerón, situada en la rambla que le da nombre, pretende laminar las aguas de su cuenca y las de la rambla de Mullidar y defender áreas de Tobarra y Hellín.
- Las del Bayco y Los Charcos, se sitúan igualmente en estas dos ramblas.
- El Romeral, está situada en el río Guadalentín, próximo a Librilla y se proyectó para defender el tramo de la cuenca del Guadalentín comprendido entre el Paretón y Murcia.
- Puentes, constituye un nueva presa (desestimándose el recrecimiento contemplado en el Plan de Defensa de 1977), y se ha construido inmediatamente aguas arriba de la presa anterior. Esta presa servirá también como reguladora de regadíos.
- La Cierva, en el río Mula se ha recrecido 6,5 m la antigua.
- Los Rodeos, en río Mula, pero ya cerca de su confluencia con el Segura.
- Pliego y Doña Ana, situadas en el río Pliego, el afluente más peligroso del río Mula.
- Moro, Judío y Cárcavo, situadas en cada una de estas ramblas defienden el tramo del Segura entre Almadenes y Murcia.

- Algeciras, se sitúa en la rambla de Algeciras, afluente del río Guadalentín. Esta presa está concebida como defensa y regulación de las aguas del trasvase.

El plan ha supuesto una inversión superior a 50.000 millones de pts. y una vez que estén en explotación, la cuenca del Segura contará con 27 presas, incluidas las de regulación del postrasvase Tajo-Segura (tabla 3). La capacidad de embalse existente se habrá incrementado en 146 hm³, que sumados a los 1.070 anteriores da un total para toda la cuenca de 1.216 hm³.

Los expertos han hecho una valoración de los daños que se evitarán a partir de ahora con el plan. Para ello han tenido en cuenta, por una parte, los daños directos que se producirían sobre cultivos herbáceos, arbóreos e infraestructuras hidráulicas, agrarias y urbanas, en caso de no haber adoptado ningún tipo de medidas; y por otra, los daños indirectos, que hacen referencia sobre todo al problema del paro de la actividad laboral que se origina cuando se produce una avenida. A ello han añadido el valor que van a generar los recursos hidráulicos regulados adecuadamente y el número de puestos de trabajo que supone la construcción de las obras y su futura conservación. Todo ello implica unos beneficios de alrededor de 998.000 millones de pesetas a lo largo de la vida útil de estas obras, una cifra que es cinco veces superior a la inversión que se pretendía realizar (San Miguel, 1991).

El plan tiene previsto en una segunda fase, un conjunto de trabajos hidrológico-forestales (repoblaciones, obras de corrección de ramblas y barrancos, tratamientos de masas de vegetación degradadas e infraestructura viaria) y de conservación de suelos. Con las obras de corrección hidrológica (diques de mampostería o gaviones, albarradas y cadenas), se pretende disminuir las ondas de avenida y amortiguar sus efectos, tales como reducir los arrastres y el aterramiento de los embalses. Con la repoblación forestal de las cuencas se propicia una cubierta vegetal que reduzca la escorrentía y frene la erosión.

La repoblación aún no ha sido abordada, y en lo referente a la corrección de ramblas y barrancos en la actualidad se han realizado 7 proyectos, para las cuencas de: Puentes, Paretón, Argos, Alfonso XIII, La Cierva, Pliego, Los Rodeos, Moro y Judío; y la margen izquierda del río Mundo desde el Talave

al Camarillas. De todos los proyectos hasta el momento se han terminado los cuatro primeros. Sólo los siete proyectos suponen una inversión próxima a los 2.000 millones de pesetas, pese a que todo el conjunto de estas obras (incluidas las repoblaciones, que suele ser lo más costoso) se hubiesen cuantificado inicialmente en 1.587 millones de pesetas.

Por último, las obras de defensa como ampliación a las previstas en D.D.L. 4/1987 de 13 de Noviembre, con igual finalidad de defensa son: las presas de la Risca en el río Alharabe, de Moratalla en el río Moratalla, la Salada, la del Puerto de la Cadena, la del Puerto Garruchal, la de Tabala, la del Arrollo Grande, la de Torregorda y la Seca-Salada en las ramblas de igual nombre, así como los encauzamientos de: rambla de Abanilla en el río Segura, rambla de Castelar al embalse de Crevillente y ramblas de San Cayetano, Amoros y el Hondo hasta la laguna del Hondo. De todas estas actuaciones se han realizado los proyectos, pero aún no se han iniciado las obras.

6.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA. EL S.A.I.H.

Entre los problemas que lleva consigo una inundación está el escaso tiempo de reacción de que se dispone, desde que empieza a producirse una situación de peligro, hasta que tiene lugar una catástrofe (Camarasa, 1988).

La necesidad de prever con suficiente antelación la formación de avenidas exige la implantación de técnicas que permitan conocer, en tiempo real, los valores de precipitaciones y caudales, así como una modelización, que permita predecir los hidrogramas en determinados tramos del río, para adoptar las medidas más oportunas de protección civil, al mismo tiempo que utilizar con la máxima eficacia las infraestructuras de regulación que existan en la cuenca.

Sistemas de predicción en tiempo real se han ido desarrollando en diversos países (USA, Japón, Francia, etc.) y con posterioridad a las inundaciones de 1982 que sufrió toda la vertiente mediterránea y cantábrica se empezaron a diseñar en España. La cuenca del río Júcar (en agosto de 1985), seguida de la del Segura (en febrero de 1986), fueron las dos cuencas pioneras en implantar este sistema, debido a la importancia de las inundaciones que en ellas se registran.

En la cuenca del Segura, gran parte del riesgo de inundación, junto a la construcción de las obras hidráulicas, ha comenzado a reducirse mediante la implantación del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica). Se trata de un complejo sistema de sensores repartidos estratégicamente por toda la superficie de la cuenca y que suministran información en tiempo real de la situación hidrometeorológica e hidrológica. La recepción de la información se realiza mediante una red de radio en el centro de control de la cuenca, que es la Confederación Hidrográfica del Segura. Aquí, en un corto espacio de tiempo, se procesa toda la información recibida, pudiéndose aplicar modelos de predicción, e incluso modelos de gestión, para ayudar a la toma de decisiones.

Entre los objetivos iniciales del SAIH están: la previsión y seguimiento de las avenidas, la optimización de la gestión de los recursos hídricos, la mejora y seguridad de las presas y la mejora de las bases de datos hidrometeorológicos e hidrológicos, tanto en cantidad como en calidad (Pedrero González, 1996).

Respecto al primer objetivo mencionado, ante una inundación es imprescindible el disponer, de forma rápida y segura, de información pluviométrica y foronómica de los ríos y ramblas principales, orientada a servir de ayuda para la predicción de avenidas y la anticipación de medidas para la protección contra sus efectos dañinos (Cabezas Calvo-Rubio, 1989). Además, a partir de la puesta en funcionamiento del SAIH en la cuenca del Segura en 1986, se dispone de datos completos y fiables que, sin duda, serán muy beneficiosos para el conocimiento y la mejor explotación de los recursos hidráulicos.

Para dar una idea de la magnitud del SAIH de la cuenca del Segura, se resumen los distintos elementos que lo integran (Cabezas Calvo-Rubio, 1992):

- 296 sensores, distribuidos entre pluviómetros (64), pluviométricos (3), niveles de embalse (15), caudalímetros en tubería (14), medidores en posición de compuerta (38), alarmas de nivel (48), medidores de nivel piezométricos (35), medidores de nivel ultrasónico (55), medidores de nivel y velocidad en cauce abierto (4), detectores de apertura de compuerta (16) y detectores de circulación en bombeo (4).

- 92 puntos de control, situados en embalses (15), pluviómetros y pluviométricos aislados (25), aforos de ríos (23), aforos en canales (17), aforos en ramblas (6) y control de impulsiones (6).
- 7 puntos de concentración, localizados en: Murcia, Ojós, Camarillas, Cenajo, Puentes, Cartagena y La Pedrera.
- 16 estaciones repetidoras de radio.
- 175 equipos de radio.
- 123 enlaces radioeléctricos.

En situaciones de avenida, con posterioridad a su puesta en funcionamiento (julio y octubre de 1986, noviembre de 1987 y 1988, septiembre de 1989 y septiembre de 1997), el SAIH ha funcionado con buenos resultados, en la cuenca del Segura. No obstante, hay que decir, que un buen sistema de información hidrológica debe de actuar conjuntamente con las necesarias obras de infraestructura, sin las cuales no se pueden regular los caudales circulantes (Herrerías Espino, 1996). Además, no se deberían de olvidar otros proyectos, o medidas a realizar, de tanta o más importancia que aquél (Palancar Penella, 1990), sin las cuales no se logrará erradicar las inundaciones.

6.3. RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL

La restauración hidrológico forestal es una actuación fundamental, pero desgraciadamente a largo plazo, por lo que no siempre suele tener la atención necesaria de los Poderes Públicos. Valga como ejemplo nuestra cuenca, en la que se han realizado casi totalmente las obras estructurales proyectadas, habiéndose dejado para una segunda fase los trabajos de restauración forestal. Cuando, en nuestra opinión tendrían que haberse iniciado mucho antes, por el hecho de que la creación de una masa forestal necesita bastante tiempo para formarse.

Está demostrado que la deforestación y la falta de vegetación acentúa los fenómenos de erosión (López Bermúdez y Romero Díaz, 1993), y con ellos los daños que se producen tras las inundaciones. La vegetación, tanto arbórea como arbustiva, no sólo amortigua el impacto de la lluvia en el suelo, mediante su capacidad de interceptación (Belmonte Serrato y Romero Díaz, 1999), sino que también reduce la escorrentía y su velocidad. Por otra parte, la existencia de una cobertura vegetal importante, reduce los arrastres (Romero Díaz

et al., 1995 y 1998) y contribuye a ampliar la vida útil de los embalses, al impedir su aterramiento (López Bermúdez y Gutiérrez Escudero, 1982; Romero Díaz et al., 1992).

Se calcula que, tras una tromba de agua, una hectárea de bosque mediterráneo puede retener hasta 400 m³ de agua. Las raíces y la cubierta vegetal ayudan asimismo a retrasar su evaporación. Según algunos estudios de ICONA, los efectos devastadores de la mayor parte de las inundaciones en las cuencas de Levante podrían disminuirse considerablemente si en las riberas existiera un bosque denso capaz de reducir la escorrentía en un 50% (Recuero, 1992).

No obstante, existen discrepancias entre los especialistas sobre los efectos cuantitativos producidos por las repoblaciones y por las diversas actuaciones de conservación de suelos. El papel de la vegetación parece ser escaso en grandes avenidas, con importantes volúmenes de lluvias y de elevada intensidad, ya que se produce rápidamente la saturación del suelo. Por el contrario, se ha demostrado su eficacia en pequeñas avenidas, retrasando avenidas mayores, dando tiempo a los mecanismos de previsión y alarma, y disminuyendo la erosión (Ruiz de la Torre, 1987).

La ley de aguas hace de la conservación del medio ambiente hidráulico y de la reforestación una de las prioridades de la planificación hidrológica. Todos los planes hidrológicos de la cuenca tienen ya realizados inventarios de los puntos donde la acción erosiva se manifiesta con mayor violencia en los tramos fluviales y contemplan actuaciones de reforestación para atajarla.

Esperamos que los trabajos de repoblación y restauración vegetal, tanto por parte de la Comunidad Autónoma, como por parte del Ministerio de Medio Ambiente se realicen con la mayor prontitud posible.

6.4. OTRAS MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Cuando a pesar de realizar toda una serie de medidas estructurales se siguen produciendo inundaciones, se hace necesario la creación de unas medidas complementarias que disminuyan o palien la magnitud de las pérdidas ocasionadas por ellas. Entre las actuaciones más recomendables de adaptación al riesgo están: la ordenación del territorio en

relación con las zonas inundables, la creación de seguros y la elaboración o actualización de los planes de emergencia.

6.4.1. Ordenación del territorio

Las avenidas de los ríos constituyen "fenómenos naturales" pero se convierten en "desastres naturales" cuando el hombre ocupa sus llanos de inundación y construye en ellos sus casas e instala sus cultivos. De esta forma el hombre asume un "riesgo" que será mayor o menor en función de donde se instale.

Por ello, se hacen muy necesarias la creación de medidas no estructurales, entre las que se encuentran las relacionadas con la *ordenación del territorio* para preservar, en primer lugar, la ocupación de los cauces públicos y en segundo lugar, ordenar los usos de las riberas.

En España, la antigua Ley de Aguas de 1879 apenas dio lugar a deslindes y en el año 1975 ante la inoperancia de la ley, se promulgó el Decreto 2508/1975 según el cual las Comisarias de Aguas determinarían la zona correspondiente a la avenida de 500 años y en ausencia de este trámite se fijaba el límite de esta avenida en 100 m en terrenos rústicos. A pesar de esta práctica tan simplista, la experiencia ha demostrado la poca efectividad de este Decreto.

La nueva Ley de Aguas de 1985 puede constituir un punto de partida al determinar que el Gobierno puede establecer las limitaciones de uso de las zonas inundables que estime necesarias para garantizar la seguridad de personas y bienes, considerándose como zona inundable las que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo periodo de retorno sea 500 años. Igualmente se establece una zona de servidumbre de 5 m y otra de policía de 100 m en la que se puede condicionar el uso del suelo y las actividades que se desarrollen. Como el uso del suelo en las zonas inundables está directamente relacionada con la ordenación del territorio, materia de competencia exclusiva de las Comunidades Autónomas, la ley prevé posibles limitaciones en el uso del suelo, disponiendo que se aplicarán sin menoscabo de las competencias de aquellas (Pérez Pérez, 1989).

Para ordenar y regular las márgenes de los ríos, diversos autores han propuesto distintas metodologías, distinguiendo en general tres zonas: de prohibición, restricción y precaución. Siguiendo a Berga Casafont (1987)

se podrían distinguir las siguientes zonas de riesgo de avenidas:

- Zona A: Con prohibición total de usos, que viene a corresponder al cauce público y zona de servidumbre.
- Zona B: Márgenes correspondientes a la avenida de 100 años, con fuertes restricciones a los usos del suelo.
- Zona C: Márgenes correspondientes a la avenida de 500 años con restricciones más suaves a los usos del suelo.

A nuestro juicio, a pesar de que cualquier zonación, sería muy difícil de aplicar en la cuenca del Segura, debida a la concentración de viviendas y cultivos desarrollados junto a los cauces, se hace necesaria, con el fin de evitar o reducir posibles catástrofes.

Para políticas de ordenación territorial es muy necesario contar con "mapas de riesgos" a la escala más adecuada (recomendable a 1:5.000, por ser la escala de planeamiento), al objeto de que los diferentes planes urbanísticos se realicen a la vista de estos mapas. El IGME (1987) realizó mapas previos de riesgos de inundación para los municipios de Puerto Lumbreras (escala 1:10.000), Lorca (escala 1:8.000), Totana (escala 1:5.000) y Archena (escala 1:5.000); y con motivo de la inundación de la rambla de Las Moreras (septiembre de 1989) la Dirección Regional de Recursos Hidráulicos de Murcia (1991) elaboró un estudio que incluía mapas de riesgos. No obstante, los estudios realizados no cubren todas las áreas inundables de la cuenca del Segura.

6.4.2. Seguros

En los años 80 se aplica por primera vez una medida relativa al régimen de seguros, para riesgos de inundaciones. Con respecto a la "valoración y reparación de años", La ley de Aguas no dice nada y sólo con ocasión de las inundaciones de 1987, se promulgó por el Ministerio de Economía y Hacienda el Decreto Ley 4-87 y la O.M. de 25-11-87 disponiendo que el Consorcio de Compensación de Seguros, satisficiera indemnizaciones para la reparación de los daños ocasionados por las inundaciones de aquél año.

Con anterioridad a la ley 21/1990 de 19 de diciembre, la cobertura de riesgos extraordinarios era competencia exclusiva del Consorcio de Compensación de Seguros, pero ahora, cualquier persona puede contratar con

otras entidades privadas aseguradoras. El seguro de inundaciones podría incluirse dentro del sistema de seguros agrarios. El problema ahora radica en concienciar a los agricultores de la importancia de la contratación de pólizas de seguros, con el fin de poder paliar los daños que se pudieran producir ante una posible inundación.

6.4.3. Planes de emergencia y de actuaciones de defensa.

A este aspecto apenas se le suele prestar atención, sin embargo, el éxito de cualquier actuación depende del equipo humano responsable y de su buena organización (Palancar Penella, 1990).

En ocasiones, las distintas competencias de las administraciones públicas, hacen que en el momento de producirse hechos catastróficos, no se sepa muy bien que hacer o quién debe dirigir las operaciones. Es imprescindible una actuación conjunta coordinada de las distintas administraciones públicas, con delimitación clara de objetivos y cometidos.

A nivel nacional, pero para aplicar en las distintas comunidades autónomas, respecto a planes de emergencia el Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 aprobó la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, que establece los requisitos mínimos sobre fundamentos, estructuras, organización y criterios operativos y de respuesta que debían cumplir los distintos planes especiales que se redactaran sobre emergencias por inundaciones.

En relación con las actuaciones de defensa en 1983, la Comisión Nacional de Protección Civil elaboró el *Estudio de inundaciones históricas. Mapa de riesgos potenciales*. Ese mismo año la Dirección General de Obras Hidráulicas realizó otro estudio *sobre Acciones para prevenir y reducir los daños por inundación en la Cuenca del Segura*. Y en 1997 el Grupo de Trabajo sobre Análisis e Riesgos de Inundaciones en España, elaboró una *Guía metodológica para la elaboración del Catálogo de Inundaciones Históricas*, que supone la actualización del catálogo anterior de 1983.

7. CONCLUSIONES

De todo lo escrito anteriormente se desprende que, las inundaciones en la cuenca del Segura a finales del siglo XX, se han seguido produciendo cada vez que se han presentado lluvias de carácter torrencial. No obstante, hay que mencionar el gran esfuerzo que la administración está realizando, en especial en estos últimos años, mediante la construcción de numerosas obras de infraestructura para su control.

La década de los 80 pasará a los anales de la historia del Segura, como una de las décadas en la que se han registrado mayor número de inundaciones, destacando las de noviembre de 1987 y las de septiembre de 1989, como las más catastróficas de este periodo.

Las causas de las crecidas analizadas aquí, como en otras ocasiones, han sido siempre climáticas, favorecidas por las características particulares de la cuenca del Segura y su red de drenaje. Las precipitaciones intensas, hoy por hoy, no se pueden detener en su caída; pero queda aún mucho por hacer para tratar de corregir, en lo posible, la generación de escorrentías súbitas y veloces, que lo arrasan todo a su paso.

Las catástrofes se suelen producir por la ocupación indebida de los lechos fluviales, así como por malas actuaciones humanas, tanto desde el punto de vista de acondicionamientos de terrenos para usos agrícolas o urbanos, como por la construcción de obras de infraestructuras sin los drenajes o dimensiones adecuadas.

Si bien, las acciones estructurales son muy necesarias, la catástrofe, como consecuencia de una inundación, que se pretende evitar mediante la construcción de una presa, en ocasiones no se logra por completo; por ejemplo, al construirse una presa, se aumenta el riesgo de seguridad aguas abajo, con el consiguiente aumento de la ocupación humana de los llanos de inundación y de las áreas ribereñas, reduciendo incluso el tamaño de los cauces, con lo que en caso de posibles inundaciones la catástrofe suele mayor.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que las grandes obras de infraestructura tienen una vida limitada, por lo que es muy difícil que se pueda controlar "totalmente" al río Segura y a sus afluentes. Se estima que los em-

balses recién realizados con el objetivo de defensa, tendrán una vida útil de entre 50 y 100 años, por lo que deberán arbitrarse medidas para la defensa de las Vegas Media y Baja del Segura, para cuando se colmaten los mismos. Se prevé realizar a medio plazo el estudio correspondiente, que se concretará en la habilitación de un cauce adicional del río Segura que discurra por las zonas más bajas de la huerta, excavado totalmente en el terreno. Sin embargo, las importantes dimensiones de este posible cauce y su trazado inciden de manera notable en la ordenación del territorio, debiendo ser sometido a un severo análisis para adoptar la solución definitiva en función de las repercusiones económica y social (Botfa Pantoja, 1992). También se ha de pensar que la afección no puede eliminarse por completo y tampoco sería deseable encarecer las obras hasta extremos antieconómicos.

A veces, en el afán proteccionista frente a las inundaciones, no se tienen en cuenta los impactos medioambientales que con ello se producen. La sustitución de los cursos naturales de los ríos por canales artificiales, lleva consigo la destrucción de los ecosistemas de las riberas. Para evitar esto en algunos países se está realizando la adquisición de terrenos ribereños que pasan a formar parte del patrimonio forestal (Ministerio de Medio Ambiente, 1998). Siempre que sea posible deberían buscarse soluciones lo menos agresivas posibles para los ecosistemas.

Respecto a las obras de corrección hidrológica, aunque absolutamente necesarias, por sí solas, tampoco resuelven totalmente el problema. Sirva como ejemplo una lluvia de 2 horas caída en Sierra Espuña, la única zona perfectamente repoblada en la cuenca, y que provocó en la rambla de Santa Ana una avenida de 200 m³/s, saltó por encima del puente existente en el centro de Totana, e hizo que se encauzara dicha rambla en los años 60 y posteriormente en 1976 el río Espuña (Bautista Marín, 1989).

Ante la imposibilidad de controlar todas y cada una de las ramblas existentes en la cuenca del Segura y habiendo visto la importancia que pueden llegar a tener, incluso aquellas de muy pequeñas dimensiones (inundaciones de 1987), sería conveniente mantener los tradicionales sistemas de derivación de aguas en perfectas condiciones de funcionamiento, así como el aterrazamiento de las laderas, del cual se ha comprobado su eficacia en la disminución y retraso de las

crecidas. También es importante respetar los cauces naturales, evitando construir edificaciones que sirvan de presas de contención en época de avenidas.

No hay que olvidar aquellas otras actuaciones no estructurales, que en ocasiones pueden ser tan importantes como aquellas, tal es el caso de los sistemas de información hidrológica, si bien en la cuenca del Segura, al parecer, desde la puesta en funcionamiento del SAIH funcionan bastante bien; las mencionadas políticas de ordenación territorial; seguros; y planes de emergencia.

En conclusión, compartiendo la opinión de Genovés (1989), todas las medidas de prevención a realizar, deben de estar interrelacionadas, y su eficacia dependerá de la existencia de una planes integrales de cuenca y coordinados en función de las características de cada área, y de unas prioridades y objetivos previamente establecidos.

La lucha por controlar las avenidas e inundaciones en la cuenca del Segura, 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 murciana y alicantina, además de seguir conviviendo con el riesgo, el cual a través de todas las actuaciones realizadas, se intenta que cada vez sea menor.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albacete, E. (1944). *Anteproyecto de defensa de la Huerta de Murcia contra las avenidas del Guadalentín*. Confederación Hidrográfica del Segura. Murcia (Inédito).
- Arévalo, E., Sánchez, R. & Couchoud, R. (1965). *Hidrología del Segura (1535-1874)*. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 104 pp.
- Bautista Marín, J. (1977). *Plan de Defensa de Avenidas de la Cuenca del Segura*. Ministerio de Obras Públicas. C.H.S. Murcia.
- Bautista Marín, J. & Muñoz Bravo, J. (1986). *Las presas del estrecho de Puentes*. Confederación Hidrográfica del Segura. Murcia, 256 pp.

- Bautista Martín, J. (1989). Las avenidas en la cuenca del Segura y los planes de defensa. *Avenidas fluviales e Inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. (A. Gil Olcina y A. Morales Gil, Eds.). Alicante, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo: 469-500.
- Belmonte Serrato, F. & Romero Díaz, A. (1999). *Interceptación en algunas especies de matorral mediterráneo*. Cuadernos de Ecología y Medio Ambiente, 7. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Bentabol y Ureta, H. (1995). *Las aguas de España y Portugal: un enfoque hidrológico moderno con cien años de antigüedad* (Eds. Facsímil 1900). I.T.G.E., 347 pp.
- Berga Casafont, L. (1987). La problemática de las inundaciones y sistemas de alarma y previsión de avenidas. En *Avenidas sistemas de previsión y alarma de avenidas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, pp
- Botía Pantoja, A. (1992). Problemática de las inundaciones con afecciones urbanas en la Cuenca del Segura. *Actas del tercer Curso de Avenidas*. E.T.S. Ingenieros de Caminos y canales Barcelona. Monografía 10: 361-378
- Botía Pantoja, A. (1993). Plan de Defensa de Avenidas. *IV Jornadas Españolas de Presas*. Murcia.
- Cabezas Calvo-Rubio, F. (1989). La problemática de las avenidas en la cuenca del Segura. Criterios para la implantación del Sistema Automático de Información Hidrológica. En Gil Olcina, A Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 491-500.
- Cabezas Calvo-Rubio, F. (1992). Sistema Automático de Información Hidrológica. Cuenca del Segura. *60ª Reunión Ejecutiva del Comité Internacional de Grandes Presas*. Granada, 3-10.
- Calvo García-Tornel, F. (1968). La Huerta de Murcia y las avenidas del Guadalentín. *Papeles Geografía*, 1: 111-137. Universidad de Murcia
- Calvo García-Tornel, F. (1984). La Geografía de los riesgos. *Geocrítica*, 54: 23-34.
- Calvo García-Tornel, F. (1986): Los riesgos en relación con el agua. En *Agua, riegos y modos de vida en Lorca y su comarca*. Murcia, Caja de Ahorros de Alicante y Murcia, 121-132.
- Calvo García-Tornel, F. (1989). Grandes avenidas e inundaciones históricas. En Gil Olcina, A Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 335-345.
- Calvo García-Tornel, F. (1997). Las transformaciones de los espacios urbanos fluviales en zonas áridas: lecciones de la cuenca del Segura. *Doc. Anál. Geogr.* 31: 103-116. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Camarasa Belmonte, A.M. (1988). El SAIH en la Cuenca Hidrográfica del Júcar. *Cuadernos de Geografía. Universidad de Valencia*. 44: 235-240.
- Capel Molina, J.J. (1980). Situaciones sinópticas típicas de lluvias torrenciales en el litoral mediterráneo español. *Anales del Colegio Universitario de Almería*. I: 121-138.
- Capel Molina, J.J. (1987). Inundaciones y avenidas de los ríos del Sureste Español. *Papeles de Geografía*. 13: 75-138.
- Capel Molina, J.J. (1989a). Las lluvias torrenciales de noviembre de 1987 en Levante y Murcia. *Estudios Románicos*, Universidad de Murcia. 6: 1551-1559.
- Capel Molina, J.J. (1989b). Convección profunda sobre el mediterráneo español. Lluvias torrenciales durante los días 4 al 7 de septiembre de 1989 en Andalucía oriental, Murcia, Levante, Cataluña y Mallorca. *Paralelo 37. Revista de Estudios Geográficos*. 13: 51-79.
- Capel Molina, J.J. & Olcina Cantos, J. (1993). Ondas cortas atmosféricas estivales y fenómenos tormentosos con granizo en el Sureste Peninsular Ibérico. *Papeles de Geografía*, 19: 1-35. Universidad de Murcia.
- C.H.S. y Dirección General de Recursos Hidráulicos de la Comunidad Autónoma de Murcia (1988a). Monografías: Evaluación Inundaciones 1982 en la Cuenca del Segura. Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, *Cuadernos informativos* 5: 20-24.

- C.H.S. y Dirección General de Recursos Hidráulicos de la Comunidad Autónoma de Murcia (1988b). Monografías: Evaluación Inundaciones 1986 en la Cuenca del Segura. Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, *Cuadernos informativos* 5: 25-36.
- C.H.S. y Dirección General de Recursos Hidráulicos de la Comunidad Autónoma de Murcia. (1988c). Monografías: Evaluación Inundaciones 1987 en la Cuenca del Segura. Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, *Cuadernos informativos* 5: 43-53.
- C.H.S. (1992). *Plan Hidrológico: Cuenca del Segura. Proyecto Directrices*. Junio 1992.
- Comisión Nacional de Protección Civil (1983): *Estudio de Inundaciones Históricas. Mapa de riesgos potenciales*.
- Conesa García, C. (1985). Inundaciones en Lorca (Murcia): Riesgo y expectación. *Papeles de Geografía Física*, 10: 33-47.
- Conesa García, C. (1987). La protección del núcleo urbano de Cartagena ante el riesgo de inundación. *Estudios Geográficos*, 48 (188): 480-489.
- Conesa García, C. (1995). Magnitud y frecuencia de sucesos hidrogeomorfológicos del bajo Segura anteriores a su encauzamiento. *Papeles de Geografía Física*, 22: 67-86.
- Couchoud Sebastia, R. (1963). *Medio siglo de trabajos para dominar y aprovechar las aguas del río Segura*. C.H.S, Murcia y M.O.P.U., Madrid, 37 pp.
- Couchoud Sebastia, R. y Sánchez Ferlosio, R. (1984). *Hidrología histórica del Segura: de los anales del Segura*. (Edición facsímil de la obra: Compendio cronológico de las riadas, avenidas e inundaciones que sufrió la huerta del río Segura). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 115 pp.
- Dirección General de Obras hidráulicas (1983). Acciones para prevenir y reducir los daños ocasionados por las inundaciones en la Cuenca del Segura. 2 tomos.
- Dirección General de Recursos Hidráulicos de la C.A.R. Murcia (1991). *Estudio geomorfológico del tramo final de la Rambla de las Morenas (Mazarrón - Murcia) y su utilización en la prevención de avenidas*. Murcia, 152 pp, 2 anexos y 6 planos.
- Font Tullot, I. (1983). Algunas observaciones sobre las lluvias excepcionales en la vertiente mediterránea española. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 55-59.
- García, R & Gaztelu, L. (1887). Proyectos de obras de defensa contra las inundaciones del valle del Segura. Tipografía Rovaicios, Murcia, 443 pp.
- García de Pedraza, L. (1983). Situaciones atmosféricas tipo que provocan aguaceros torrenciales en comarcas del Mediterráneo español. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 61-73.
- Gasco Montes, J.M. (1983). Incidencia de las riadas de octubre de 1982 sobre la fertilidad de los suelos del levante español. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 223-227.
- Genovés, J.C. (1989). Prevención y control de las inundaciones. *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 449-458.
- Gil Meseguer, E. (1988). El papel de las pequeñas áreas vertientes en las inundaciones de la huerta de Murcia: Las ramblas del Garruchal y los Romos tras las precipitaciones del 4 de noviembre de 1987. *Papeles de Geografía Física*, 14: 167-183.
- Gil Olcina, A. (1968). El régimen del río Guadalentín. *Cuadernos de Geografía*. Universidad de Valencia, 8: 1-19
- Gil Olcina, A. (Ed.) (1983). *Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante*, Alicante, Instituto Universitario de Geografía, 129 pp.
- Gil Olcina, A. (1988). Precipitaciones y regímenes fluviales en la vertiente mediterránea española. *Boletín de la A.G.E.* 7: 1-12.
- Gil Olcina, A y Morales Gil, A. (Eds) (1989). *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 586 pp.
- Hernández Franco, J., Gris Martínez, J. & Mu-la Gómez, A.J. (1989). Avenidas y Obras Hidráulicas en el Guadalentín (siglos XVII-XIX). *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universita-

rio de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 435-446.

Herín, R. & Trizpt, J.P. (1975). La genese des crues dans le bassin du Segura. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. Toulouse, 46: 69-100.

Herrerías Espino, J.A. (1996). El SAIH en la explotación de presas y embalses. *Revista de Obras Públicas*, 3350: 41-54.

I.G.M.E. (1987). *Mapas previsoros de riesgos de inundaciones en núcleos urbanos. Puerto Lumbreras, Lorca, Totana y Archena*. Madrid, 53 pp.

I.T.G.M. (1995). *Atlas inventario de riesgos naturales de la Comunidad Autónoma de la región de Murcia*, Madrid, 138 pp, 5 mapas.

Juárez Sanchez-Rubio, Ponce Herrero, G. & Canales Martínez, G. (1989). Inundaciones en el Bajo Segura. Cronología de una lucha intermitente frente a una amenaza constante (1946-1987). En Gil Olcina, A. Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 309-329.

López Bermúdez, F. (1973): *La Vega Alta del Segura. Clima, Hidrología y Geomorfología*. Universidad de Murcia, 288 pp.

López Bermúdez, F. , Navarro Hervás, F., Montaner Salas, E., et al (1978). Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia. *Papeles de Geografía Física*, Universidad de Murcia, 8: 49-91.

López Bermúdez, F. & Gutiérrez Escudero, D. (1982). Estimación de la erosión y aterramientos de embalses en la cuenca hidrográfica del río Segura. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, VIII: 3-18. Logroño.

López Bermúdez, F. y Gutiérrez Escudero, D. (1983). Descripción y experiencias de la avenida e inundación de octubre de 1982 en la Cuenca del Segura. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 87-100.

López Bermúdez, F. (1987). Avenidas e inundaciones en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica, Apuntes para su estudio.

Homenaje al Profesor Juan Torres Fontes. Universidad de Murcia. 913-923.

López Bermúdez, F. & Romero Díaz, A. (1993). Génesis y consecuencias erosivas de las lluvias de alta intensidad en la región mediterránea. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 18-19: 7-28. Logroño.

López Gómez, A. (Ed.) (1983): Reunión de trabajo sobre las lluvias catastróficas mediterráneas. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171), 316 pp.

López Gómez, A. (1983): Las lluvias catastróficas mediterráneas. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 11-29.

Martín Vide, J. (1987). *Características climatológicas de la precipitación en la franja costera mediterránea de la Península Ibérica*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 245 pp.

Mateu Bellés, J. (1990). Avenidas y riesgo de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la península Ibérica. *Boletín de la A.G.E.* 10: 45-86.

Maurandi Guirado, A. (1995). Defensa contra crecidas. Plan de defensa contra avenidas. *Agua y futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional de Murcia: 541-466.

Milla Riera, A. (1996). Origen, objetivos y desarrollo del sistema automático de Información hidrológica (SAIH). *Revista de Obras Públicas*, 3350: 13-20.

Milla Riera, A. (1988). Los embalses en la lucha contra las inundaciones. ICOLD-MOPU. *Segundas Jornadas Españolas de Presas*. Sevilla

Ministerio de Medio Ambiente (M.M.A.) (1998). *Libro blanco del agua en España*, Madrid, 855 pp.

Miró-Granada Gelabert, J. (1983). Consideraciones Generales sobre la meteorología de las riadas en el Levante Español. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 31-53.

Morales Gil, A. (1969): El riego con aguas de avenidas en las laderas subáridas. *Papeles de Geografía*, 1: 167-196. Universidad de Murcia.

Morales Gil, A. (1987). Lluvias torrenciales e inundaciones del 25 y 26 de julio de 1986 en

- el término de Jumilla. *Homenaje al Profesor Juan Torres Fontes*. Universidad de Murcia. 1111-1122.
- Morales Gil, A. (1988). Monografías: Lluvias torrenciales e Inundaciones en el Término de Jumilla. Julio 1986. Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, *Cuadernos informativos* 5: 37-42.
- Morales Gil, A. (1989): Abandono y desorganización de los sistemas de riego de turbias. Su incidencia en la escorrentía. *Los Paisajes del Agua*. Universidad de Valencia, Homenaje al Prof. Antonio López Gómez. Valencia, 199-204.
- Morales Gil, A., Box Amorós, M. & Marco Molina, J.A. (1989). El aprovechamiento de las aguas de avenida: derecho consuetudinario y disposiciones legales. En Gil Olcina, A Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 553-563.
- Museros y Rovira (1885). *Memoria acerca de los efectos producidos por las aguas del Guadalentín en las grandes avenidas de 1879 y 1884, que proceden de las cuencas del Guadalentín, arruinan las frondosas vegas de Murcia y Orihuela. Medios que deben de emplearse para corregir tan desastrosos efectos*. Tipografía Manuel Albaladejo, Murcia.
- Ortega, M., Vidal-Abarca, M. R., Suarez, M., González-Beseran, J.L. y Ramirez-Díaz, L. (1988). Monografías: Características físico-químicas de las aguas superficiales de la Rambla del Moro después de una Riada (Cuenca del Segura, S.E. de España). Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, *Cuadernos informativos* 5: 71-77.
- Palancar Penella, M. (1990). Las inundaciones en España. Valoración de daños, Prevención y Gestión. *Revista de Obras Públicas*: 61-66.
- Pedrero González, A. (1996). El SAIH y su aplicación. *Revista de Obras Públicas*, 3350: 21-40.
- Peinado Serna, A. (1983). Las lluvias copiosas de los días 19 y 20 de octubre de 1992 como extremo puntual en la vertiente mediterránea levantina española. *Estudios Geográficos*, 44 (170-171): 75-85.
- Pérez Cueva, A. & Armengot, R. (1983). El temporal de octubre de 1982 en el marco de las lluvias torrenciales en la cuenca baja del Júcar. *Cuadernos de Geografía*, 32-33: 61-86. Universidad de Valencia.
- Pérez Gómez (1958). Datos bibliográficos sobre inundaciones en Murcia. *Murgetana*, 11: 45-92. Murcia.
- Pérez Gómez (1962). La riada de Santa Teresa del año 1879. *Murgetana*, 18: 25-44. Murcia.
- Pérez Pérez, E. (1989). Leyes y otras normas en torno a crecidas fluviales. *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante: 537-552.
- Quereda Sala, J. (1989). Las interacciones atmósfera-océano en la climatología del Mediterráneo occidental". En Gil Olcina, A Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 67-87.
- Recuero, A. (1992). Entre la sequía y la inundación. *Revista del MOPT*: 6-13.
- Rodríguez Estrella, T., López Bermúdez, F., Navarro Hervás, F. & Albacete Carreira, M. (1992). El riesgo de inundabilidad y zonación de la rambla litoral de Las Moreras. La avenida de septiembre de 1989. *Estudios de Geomorfología en España* (López Bermúdez, F., Conesa García, C. & Romero Díaz, A., Eds). Murcia, 353-363.
- Rodríguez Estrella, T. (1993). El carácter torrencial de las rambla de Las Moreras (Murcia) y su incidencia en la ordenación del territorio. *Problemática Ambiental y Desarrollo* (Ortiz Silla, R. Ed.). Murcia, 835-852.
- Romero Díaz, A., Barberá, G.G. & López Bermúdez, F. (1995). Relaciones entre erosión del suelo, precipitación y cubierta vegetal en un medio semiárido del Sureste de la Península Ibérica. *Lurralde*, 18: 229-243. San Sebastián.

Romero Díaz, A., López Bermúdez, F. & Belmonte Serrato, F. (1998). Erosión y escorren-tía en el campo experimental de "El Ar-da" (Murcia). Nueve años de experiencias. *Papeles de Geografía*, 27: 129-144. Murcia.

Roselló Verger, V. M., (1989). Los llanos de inundación. En Gil Olcina, A Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universita-rio de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 243-283.

Ruiz de La Torre, L. (1987). La cobertura ve-ge-tal como elemento protector frente a las avenidas. Corrección de cuencas y Conserva-ción de Suelos. En *Avenidas, sistemas de pre- visión y alarma de avenidas*. Colegio de Inge- nieros de Caminos, Canales y Puertos. Ma- drid.

San Miguel, M. (1991). Plan de defensa de la cuenca del Segura. Seguro a todo riesgo. *Re- vista del MOPT*: 41-45.

Segura Beltran, F. (1987). *Las ramblas valen- cianas*. Dpto. de Geografía, Universidad de Valencia. Tesis Doctoral, 476 pp.

Solchaga Catalán (1988). Legislación: Recopi- lación de la normativa Generada por la Admi- nistración Central y Autonómica a raíz de las últimas inundaciones en la Cuenca del Segura. Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, *Cuadernos informativos* 5: 86-97.

Torres Fontes, J., & Calvo García-Tornel, F. (1975). Inundaciones en Murcia (Siglo XV). *Papeles de Geografía*, 6: 29-43. Universidad de Murcia.

Tudela Serrano, M.L. (1990). Situación atmos- férica en la Cuenca hidrográfica del Segura. Noviembre-1987. *Papeles de Geografía* , 16: 71-81.

Vidal Abarca, M.R. , Montes, C., Suárez, M.L. & Ramírez Díaz, L. (1987). Caracterización morfológica de la cuenca del río Segura: es- tudio cuantitativo de las formas de las sub- cuencas. *Papeles de Geografía Física*, 12: 19- 31. Universidad de Murcia.