

Avenidas fluviales y obras de defensa y encauzamiento en la vega media del río Segura: la riada de 1948

Y. Álvarez-Rogel¹, R. García Marín¹

¹ Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. Campus La Merced, 30001 Murcia.

yalvarez@um.es, ramongm@um.es

RESUMEN: Esta investigación deriva del Proyecto "Dinámica y cambios morfológicos recientes del Bajo Segura. Vega Media (DYCAM-SEG)", financiado por la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. Los caudales de crecida son, sin duda, responsables de los cambios morfológicos naturales más drásticos en un río, y su resultado suele plasmarse en la conformación de la llanura de inundación y variaciones bruscas de trazado, ya sean estas en forma de estrangulamientos *cut-off* o acortamientos *cut-neck*. En el primer caso, pueden estar vinculados a la evolución continuada de uno de los arcos de los meandros libres, aguas abajo en la dirección del río; mientras que en el segundo suelen retomar, generalmente, antiguos paleocauces localizados en la llanura de inundación. No obstante, con el fin de evitar inundaciones y daños en la población y sistema socioeconómico asociado, en este territorio (Vega Media del río Segura) han sido constantes las obras de encauzamiento y regulación del cauce con el fin de amortiguar este peligro con origen natural. Fundamentalmente, en este trabajo, se aborda el estudio de las obras de defensa y encauzamiento de la margen izquierda del río Segura aguas abajo de Murcia capital, como consecuencia de la avenida ocurrida en octubre de 1948. Se estudia la evolución de las obras proyectadas en 1950, con las que se pretendía reparar los daños causados por este episodio hidrológico extraordinario y corregir el trazado del río con el fin de evitar desastres por crecidas futuras, analizando con detalle materiales, costes, plazos de ejecución y actuaciones llevadas a cabo en los lugares afectados.

Palabras-clave: avenidas fluviales, planificación hidrológica, río Segura, ordenación del territorio.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Segura, ubicada en el SE Peninsular, presenta una historia hidráulica caracterizada por la conjunción de dos situaciones climáticas antagónicas: por un lado, la escasez e irregularidad interanual de las precipitaciones (200-300 mm anuales) que favorece el desarrollo de estrategias destinadas al óptimo aprovechamiento de los recursos disponibles; por otro, el carácter torrencial de las lluvias, llegando a máximos históricos como los 480 mm/h del intenso aguacero del 14 y 15 de octubre de 1871 (Calvo et al., 2001) o los datos recogidos por el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), para el 28 de septiembre de 2012 (Riada de San Wenceslao), que sitúan la cifra máxima diaria de precipitación en el entorno de las cuencas del Segura y Guadalentín en 179 l/m², con una intensidad de 17 l/m² en cinco minutos (CHS, 2013), y que provocan inundaciones causantes de graves daños materiales y personales.

Estos episodios extraordinarios han sido determinantes para impulsar la mayor parte de las obras realizadas en la cuenca del Segura, con el objetivo de mitigar los efectos, en ocasiones catastróficos, provocados por las riadas. En este sentido se constata la vinculación directa entre la ocurrencia de crecidas extraordinarias y la mayor parte de las obras construidas teniendo como punto de partida la "Riada de Santa Teresa" (1879), a partir de la cual, cada catástrofe se convirtió en el "motor" que dio origen a multitud de proyectos de prevención, en ocasiones abandonados hasta que una nueva crecida los revalidaba y generaba otros nuevos (Melgarejo, 2002). La avenida de 1879 propició la celebración en marzo de 1885 en Murcia del "Congreso contra las inundaciones de la Región de Levante" que sirvió para el desarrollo, por parte de los ingenieros de Caminos D. Ramón García Hernández y D. Luis Gaztelu Maritorea del "Proyecto de Defensa contra las inundaciones en el Valle del Segura" (1889), considerado como el primer plan integral de actuación para el conjunto de la Cuenca del Segura y que ha servido de base para muchos de los trabajos realizados con posterioridad por el organismo gestor de la cuenca, la Confederación Hidrográfica del Segura.

En el caso de las inundaciones que afectan a la ciudad de Murcia, numerosos estudios (Calvo, 1968; López, 1975; Pelegrín, 2006; García, 2006) confirman la relación entre el incremento de los daños y la coincidencia de las puntas de crecida del río Segura y su principal afluente, el río Guadalentín.

En la Vega Media del Segura, debido a la elevada población asentada, sobre todo en torno a la ciudad de Murcia, las actuaciones encaminadas a paliar o minimizar los daños ocasionados por avenidas fluviales han sido seculares. Murallas circundando el recinto urbano, sistema de desagües, muro de defensa frente al río (Malecón) y corta de meandros para que el agua circule con rapidez son los elementos defensivos más antiguos y permanentes frente al problema de las inundaciones. Las posibilidades de ampliación de la ciudad, muy escasas, se centran en la corta de meandros (terrenos de Condomina) o en el trazado del muro del Malecón, aguas abajo y arriba de Murcia respectivamente (Calvo, 1997).

Con sus elementos de protección, la ciudad de Murcia modifica la dinámica fluvial propia de un río de llanura con pendiente muy escasa en el ámbito próximo al núcleo. Su papel de asentamiento de colonización impulsa, por otra parte, actuaciones de gran magnitud, como es la corta de meandros y el acondicionamiento del valle para el cultivo (Calvo, 1982). El secular proceso de acondicionamiento y puesta en cultivo de la llanura aluvial del Segura tiene, sin duda, importantes efectos sobre la circulación de las aguas y, por tanto, sobre la seguridad de los núcleos de población. Ante todo, el cese de la migración de los meandros, incompatible con el aprovechamiento agrario permanente. El corte artificial de varios de ellos permite mejorar de forma puntual el desagüe en ciertos sectores, aunque en conjunto el trazado fluvial sigue siendo muy meandrizante, lo que proporciona un tiempo precioso para elevar las defensas (motas) antes de la llegada de la lenta onda de crecida.

Las primeras reformas urbanas que tienen presente el río como elemento de primera importancia corresponden ya en el entorno de la ciudad de Murcia al siglo XVIII. Diversas iniciativas, tanto en relación con la organización del caserío como con el propio cauce fluvial en su tramo más o menos urbanizado, se relacionan directamente con el inicio de una serie de acciones de defensa tanto "próxima" como "remota" que buscan hacer más segura la ocupación del valle huertano. La reconstrucción de la muralla del Malecón con revestimiento de piedra, la construcción de tramos canalizados a impulsos del proyecto de Floridablanca, la continuación de la modificación del cauce mediante la corrección de meandros y la construcción del sólido puente diseñado por Martínez de la Vega y Bort tratan de proporcionar seguridad inmediata a este territorio urbano.

La gran avenida ocurrida en el río Segura y sus afluentes durante los días 22 y 23 de octubre de 1948 tuvo consecuencias devastadoras en buena parte de la cuenca del Segura. A su paso por la ciudad de Murcia, la estación de aforos situada en Vistabella quedó destruida ese día 22 debido a un caudal punta estimado superior a 1000 m³/sg. Un día después, en Beniján (aguas abajo), las aportaciones máximas del Guadalentín se sitúan en 757 m³/sg (MOPU, 1983).

Como en ocasiones anteriores, este episodio supuso un nuevo impulso para la puesta en marcha de proyectos y obras de regulación, encauzamiento y defensa del río Segura y sus principales afluentes que "aportándole considerables caudales al producirse alguna fuerte tormenta, contribuyen en no despreciable proporción a dar carácter catastrófico a las avenidas del río principal" (CHS, 1948). Un análisis detallado de la situación sinóptica que dio lugar a esta riada y una reconstrucción del hidrograma en el curso medio del Segura y Vega Baja puede encontrarse en el trabajo realizado por Pérez y Gil (2012). También se analiza en dicho estudio el impacto socioeconómico de la catástrofe.

A consecuencia de la avenida de 1948, se redactó el proyecto de encauzamiento del río Segura a su paso por la ciudad de Murcia, cuyas obras, adjudicadas en 1954 y que se retrasarán hasta 1971, mejorarían la protección de la ciudad frente a los desbordamientos del río (Ezcurra Cartagena, 2002).

2. METODOLOGÍA

Mediante el análisis cartográfico-histórico, planos técnicos realizados por los ingenieros de la Confederación Hidrográfica del Segura, se describen las zonas de ruptura del cauce principal provocadas por la dinámica del río Segura, enfatizando en la ubicación de los hechos e interpretando cuidadosamente el material cartográfico analizado. La falta de proyección de esta cartografía histórica determina que la información que suministran estos documentos, fundamentalmente en lo referente al trazado del cauce, sea, en la mayoría de los casos, aproximada. Es por ello que tan sólo ha sido utilizada como elemento de referencia.

Técnicamente hablando es posible digitalizar cualquier fuente histórica e integrarla correctamente en nuevas (re-)construcciones. Mapas históricos así como otro material cartográfico tienen un nivel de

referencia en el cual basar el contenido de la información representada. La escala, la precisión del levantamiento, la exactitud de los datos o el propósito mismo por el cual los mapas fueron hechos, entre otros, fijan este nivel de referencia, lo cual a su vez fija las limitaciones en el uso de la información cartográfica. Es importante resaltar la dificultad existente en la comparación de las fuentes cartográficas históricas. Encontrar relaciones espaciales entre éstas resulta ser un proceso muy delicado. Usualmente, existe el problema de definir cuál es la verdadera correspondencia entre puntos representados en diferentes mapas (planos, croquis) y su situación real, lo cual no es más que el problema general de la investigación llevado a la práctica en el proceso de geo-referenciación.

Además de cartografía histórica, han sido recopilados numerosos documentos relacionados con avenidas fluviales y riadas ocurridas en la Vega Media del Segura. Se ha llevado a cabo una investigación documental específica, por lo que el procedimiento empleado se ha basado fundamentalmente en el estudio de documentos e informes técnicos encontrados en el Archivo Histórico de la Confederación Hidrográfica del Segura.

La reconstrucción del trazado del río Segura en 1948-1950 se realizó digitalizando el trazado del cauce del río Segura sobre las hojas correspondientes a la zona de estudio del que está considerado como el primer catastro a nivel de parcela elaborado en España: el Mapa Nacional Topográfico Parcelario (MTNP), realizado por el Instituto Geográfico y Catastral. Esta cartografía, a escala 1:2.000 y que para los municipios de Murcia y Beniel data de 1950-1957, se encuentra en formato papel y fue localizada en el Archivo Técnico de la sede en Murcia del Instituto Geográfico Nacional.

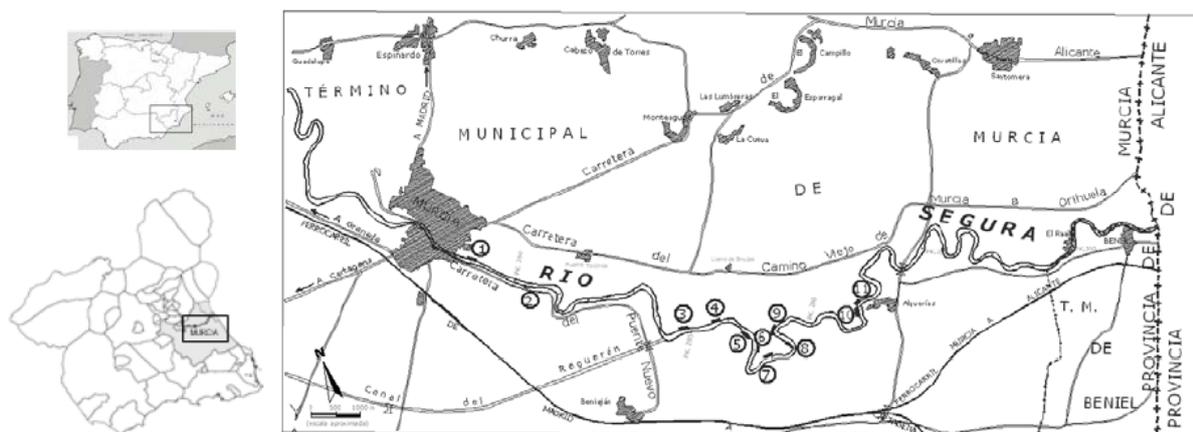
En una primera fase del proyecto se llevó a cabo el escaneado de la cartografía histórica de la zona, proceso necesario para la posterior georreferenciación e inclusión en un Sistema de Información Geográfica. Para su correcta ubicación espacial se utiliza como cartografía de base para la georreferenciación el parcelario catastral actual, debido a la similitud que presentan algunas parcelas catastrales en el MTNP y el catastro actual, que apenas han variado, siendo posible su identificación con claridad. Adicionalmente se utiliza como apoyo los ortofotogramas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y la fotografía aérea correspondiente al Vuelo Americano de 1956, aprovechando la información que promocionan sobre ubicación de los cruces de caminos, carreteras o tipo de cultivo.

La georreferenciación se realiza con el software libre Quantum Gis versión 1.8.0 Lisboa, por la diversidad de formatos raster que es posible gestionar. Permite también controlar las deformaciones de cada uno de los puntos así como el error medio de la transformación. Se estima que por los niveles de escala las deformaciones deben ser resultantes de fallos en su representación local en el espacio papel y por deformaciones de éste. Por ello se utiliza una transformación Helmert de cinco parámetros (traslación y escala en ambos ejes y giro), ya que ofrece buenos resultados. Para generar un mosaico completo con todas las imágenes se utilizó Global Mapper V. 12, ya que permite realizar recortes de imágenes en función de geometrías tipo área y el posterior ensamblado de teselas colindantes.

Sobre la reconstrucción del trazado del Segura en el tramo situado aguas abajo de la ciudad de Murcia y el límite con la provincia de Alicante, se localizan gráficamente los lugares donde está previsto realizar obras tendentes a evitar que se repitan los problemas derivados de las inundaciones de 1948. La identificación de estos puntos se realiza mediante el análisis de la documentación e informes técnicos encontrados en el archivo de histórico de la Confederación Hidrográfica del Segura, y se incorporan a la base de datos del sistema, incluyendo en cada caso los detalles sobre el tipo de obra que se va a realizar. La superposición de capas en el SIG con información relativa a distintas fechas (1950 y 2009) permite apreciar cambios significativos experimentados por el trazado del río en el área de estudio.

3. RESULTADOS

Uno de los primeros trabajos realizados con el objetivo de reparar los daños producidos por las inundaciones de octubre de 1948 aguas abajo de la ciudad de Murcia es el "Proyecto de obras de urgente ejecución en las márgenes del río Segura en el tramo comprendido entre la capital de Murcia y el límite de la provincia de Alicante", redactado en noviembre de 1948 (CHS, 1948). El principal objetivo de este proyecto fue la defensa provisional de las márgenes del Segura en los puntos que habían resultado más afectados por los efectos destructivos de la avenida (Figura 1) y que debían ser reparados con la urgencia que la situación requería.



	Paraje	Margen río	Longitud (m)	Sección tipo *
1	Vistabella	Izquierda	19	1
2	Rincón del Conejo	Derecha	35	2
3	Llano de Brujas 1	Izquierda	18	1
4	Llano de Brujas 2	Izquierda	123	1
5	La Escuela	Derecha	45	2
6	Los Paquitos 1	Izquierda	68	1
7	Los Paquitos 2	Izquierda	46	1
8	La Tía Vigueras	Izquierda	37	1
9	Ermita de San Antón	Izquierda	45	2
10	Rincón de Santa Cruz	Izquierda	125	1
11	Barca de Alquerías	Izquierda	34	1

*Sección-tipo-1: Reconstrucción de malecones o motas. Terraplén defendido en su pie por una doble fila de pilotes de madera arrostrados con correderas y jabalcones, en los que se apoyan haces de cañas.

*Sección-tipo-2: Protección del pie de los márgenes erosionados. Terraplén con armazón de doble fila de pilotes clavados sobre el lecho del río con escollera entre ambas filas protegido por encachado de piedra en seco.

Figura 1. Croquis de localización de medidas provisionales de reparación de márgenes según proyecto de obras de urgente ejecución en las márgenes del río Segura en el tramo comprendido entre la capital de Murcia y el límite de la provincia de Alicante (Avenidas extraordinarias de Octubre de 1948).

Siendo conscientes de la provisionalidad de las medidas adoptadas, la inmediatez con la que debían acometerse las obras queda reflejada también en tipo de defensa y materiales que se destinan a su ejecución: pivotes de madera, haces de cañas, tierra y piedra seca, estableciendo dos secciones tipo, en función de la obra a realizar. El proyecto, redactado con carácter urgente en noviembre de 1948, contempla un presupuesto para la ejecución de las obras de 373.948,91 pesetas. Este trabajo será el punto de partida para la elaboración de grandes proyectos para reparar de manera definitiva los daños producidos por la avenida del 48 y realizar las obras necesarias para evitar las consecuencias catastróficas de estos sucesos (figura 2).

Para la margen derecha del río Segura se elaboran dos proyectos:

El primero, correspondiente al término municipal de Beniel, se adjudicó en diciembre de 1949 con un presupuesto de 1.910.000,00 pesetas, iniciándose las obras en febrero de 1950. En agosto de este mismo año se aprueba una revisión de precios elevándose el presupuesto de ejecución a 2.304.945,55 pesetas. En el pliego de condiciones particulares se establece como periodo de ejecución de las obras dos años, debiendo estar terminadas en 1952.

El segundo gran proyecto de la margen derecha divide el territorio en dos tramos: i) tramo primero: pedanías de Beniaján y Torreaguera, cuyo plazo de ejecución se estima en dos años; ii) y tramo segundo: pedanía de Alquerías, que se estima pueda estar concluido en dieciocho meses. Se establece la realización de muros con alturas entre 5,5 y 7,0 metros, coronados por petriles de 0,80 a 1 metro y anclados mediante pilotaje. Se opta por mampostería hidráulica para evitar el desplome del muro sobre el cauce producido por socavamiento basal al recibir el impacto de las aguas de avenida. La adjudicación definitiva de las obras data de 1954, con un presupuesto de contrata de 6.601.301,67 pesetas para el primer tramo, y en ambos casos, se redactan proyectos reformados de obras y diversas propuestas de revisión de precios en 1956, 1957 y 1958.

En la margen izquierda, las actuaciones se centran también en dos tramos: i) tramo primero correspondiente a las pedanías de Puente-Tocinos y Llano de Brujas, ii) el segundo que se extiende desde la intersección del río Segura con la carretera Alquerías-Santomera hasta el límite con la provincia de Alicante.

El tipo de defensa planteado para el tramo primero de la margen izquierda es nuevamente mampostería hidráulica, justificando su empleo por los buenos resultados obtenidos con su aplicación en otros lugares próximos del cauce (Tello Báguena, 1950). Se deja constancia de la renuncia a utilizar gaviones metálicos, pese a su economía, por la escasa amplitud del cauce en esta zona y las dificultades de conservación que presentan ante la violencia de las aguas en estos parajes durante las crecidas extraordinarias del río.

Para establecer la altura de las defensas se tiene en cuenta el nivel máximo alcanzado por las aguas en las avenidas de los años precedentes, proyectando muros de entre 6,5 y 7,0 metros de altura con petriles entre 0,55 y 1 metro, y anchuras en la base de 2,75 m y 0,95 m en coronación. La profundidad del río en esta zona aconseja profundizar en el pilotaje hasta los 5 metros en lugar de los 4,10 m utilizados en las obras provisionales. El proyecto se redactó en 1950, con un presupuesto de ejecución por contrata de 5.083.227,34 pesetas y un tiempo estimado para su conclusión de dos años. Sin embargo, las obras no se adjudican hasta junio de 1954, iniciándose un mes más tarde, en el periodo de estiaje del Segura. Esta circunstancia motivó un replanteo de las obras, incluyendo mayor longitud de algunas defensas y la necesidad de aumentar sus alturas hasta un máximo de 7,75 metros, para que el muro propiamente dicho partiera del nivel de estiaje de las aguas. Con fecha 5 de noviembre de 1956 se redacta un nuevo proyecto reformado de obras con un presupuesto adicional de 4.648.299,10 pesetas, por lo que el presupuesto total se situó en 9.731.526,44 pesetas.

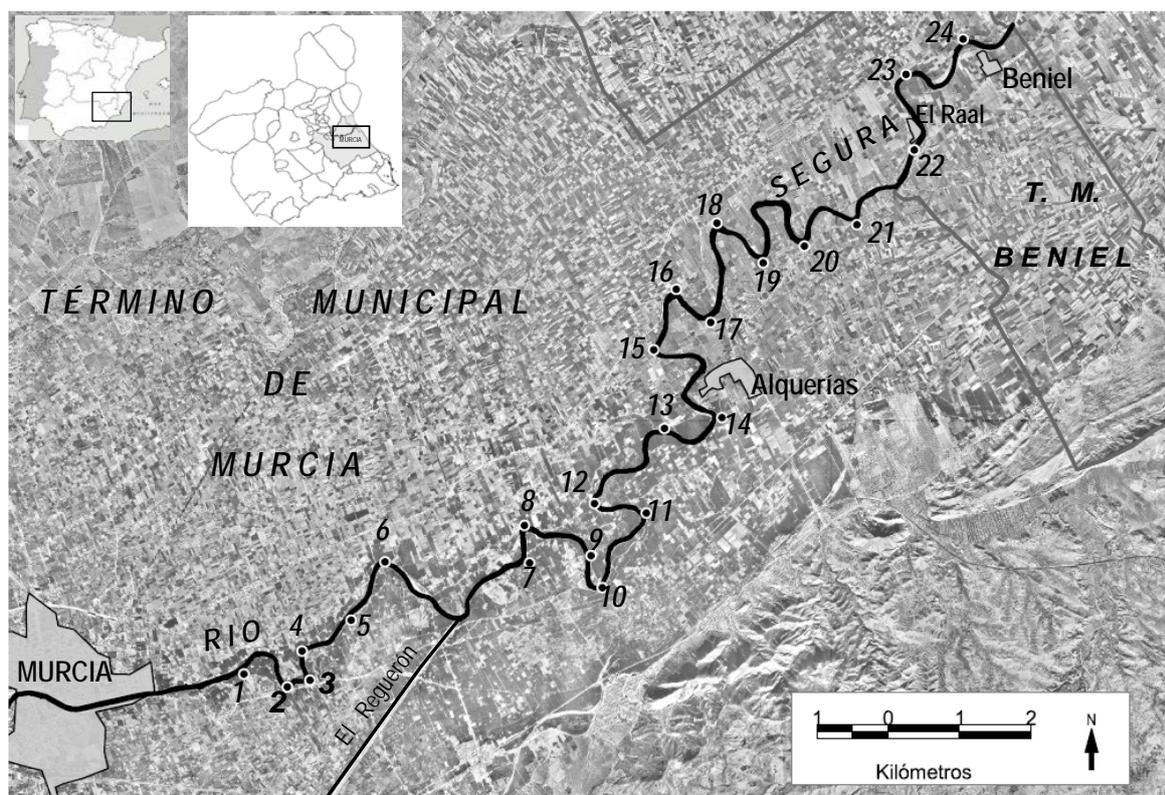
La documentación disponible sobre el segundo tramo de la margen izquierda se limita a un proyecto de obras de urgente ejecución en los parajes de Trenque de Fontes, Los Baltasares, El Raal y Barca de Beniel, situados aguas abajo de Alquerías, antes del límite con la provincia de Alicante, fechado en noviembre de 1948 con un presupuesto de 197.705,57 pesetas.

A pesar de la completa regulación de cabecera del río Segura, nuevas e importantes riadas pondrán de manifiesto que el problema de las avenidas aún era una cuestión pendiente. Primero será la del 19 de octubre de 1973, que afectó gravemente sobre todo a las zonas de Puerto Lumbreras, con el desbordamiento de la rambla de Nogalte, y Lorca, donde perdieron la vida 83 y 13 personas respectivamente, y que motivará la redacción de los Planes Coordinados de Obras a realizar por el Ministerio de Obras Públicas de 1974, y particularmente para la cuenca del Plan General de Defensas contra Avenidas de la Cuenca del Segura de 1977 del ingeniero de José Bautista Martín. En este se justificará la necesidad de las obras mediante un detallado estudio de las características en que se producen las lluvias torrenciales y las medidas necesarias para evitar la llegada al río Segura –por parte de sus afluentes– de caudales superiores a los de su capacidad, una vez se hubiese acondicionado.

Sin embargo, tendrían que ocurrir tres nuevas inundaciones, en octubre de 1982, julio y octubre de 1986, y las más graves del 4 y 5 de noviembre de 1987, para que una década después de aquel se afrontara de forma definitiva este secular problema, a través del R.D.L. 4/1987 de “Medidas urgentes para reparar los daños causados por las inundaciones en la Comunidad Autónoma de Murcia”, por el que se declararon de interés general, urgente tramitación y urgencia el conjunto de obras incluidas en el anterior Plan General de Defensas, destacando finalmente el completo encauzamiento del río Segura desde la Contraparada (aguas arriba de la ciudad de Murcia) hasta Guardamar (desembocadura), concluido en 1994, con una longitud de 88 Km y con el que se han suprimido numerosos meandros y acortado en 12,5 km la longitud del río (Ezcurra Cartagena, 2002; CHS, 1998).

Posteriormente, las actuaciones propuestas en materia de defensa frente a avenidas e inundaciones en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura de 1998, serán la culminación de las actuaciones relacionadas con el Real Decreto-Ley 4/1987 en el primer horizonte del Plan de Defensa, como serán las Obras complementarias del encauzamiento del Segura en Murcia y en Alicante (Grindlay y Hernández, 2007).

Desde el punto de vista metodológico, los procedimientos que existen para eliminar, o al menos paliar, los daños que suelen ocasionar las inundaciones se pueden clasificar en dos grandes grupos según se acometan antes y durante o después de su ocurrencia. Los del primer grupo tienen el carácter de preventivos, mientras que los del segundo se concretan en actividades encuadradas en el marco de las emergencias y de la lucha directa contra la inundación cuando ya se ha presentado. Cada uno de estos aspectos se analiza a continuación atendiendo a sus posibilidades técnicas generales y, simultáneamente, se indican algunas de las realizaciones representativas conseguidas en este tramo del río Segura.



DEFENSA	MARGE	DEFENSA	MARGE
	N		N
1.- Rincón del Conejo	Derecha	13.- Rincón de Santa Cruz	Izquierda
2.- Azacaya Tramo 1	Derecha	14.- Tío Napoleón	Derecha
3.- Azacaya Tramo 2	Derecha	15.- Trenque de Los Marines	Izquierda
4.- Los Cárceles	Izquierda	16.- Trenque de D. Payo	Izquierda
5.- Rincón de Villanueva	Derecha	17.- Cinco Piezas	Derecha
6.- Vereda de Solís	Izquierda	18.- Trenque de Fontes	Izquierda
7.- La Escuela	Derecha	19.- Tierras Nuevas Tramo 1	Derecha
8.- Las Zorreras	Izquierda	20.- Tierras Nuevas Tramo 2	Derecha
9.- Los Paquitos	Izquierda	21.- Torre Alquerías	Derecha
10.- Rincón de Almodovar	Derecha	22.- El Raal	Izquierda
11.- Torre Miralles	Derecha	23.- Los Baltasares	Izquierda
12.- Rincón de San Antón	Izquierda	24.- Barca de Beniel	Izquierda

Figura 2. Localización de las obras de defensa y encauzamiento del río Segura en el tramo comprendido entre la capital de Murcia y el límite de la provincia de Alicante, proyectadas entre 1948 y 1956.

Los métodos de prevención, es decir, los que se concretan en acciones a realizar previamente a la ocurrencia de la inundación, se pueden clasificar en dos clases completamente diferentes según impliquen la construcción de obras, generalmente importantes –métodos estructurales–, o, por el contrario, se trate de actividades en las que la gestión tenga mucha mayor importancia que los costes materiales asociados; estos últimos se suelen denominar métodos no estructurales o de gestión.

En el caso aquí tratado se analizan aquellos procedimientos estructurales, que exigen, generalmente, inversiones bastante cuantiosas, incluso en valor actualizado, y suelen ser de mayor efecto inmediato, sin que esto quiera decir que sean necesariamente más eficaces a largo plazo. Entre las soluciones más frecuentemente utilizadas se pueden incluir correcciones y regulación de cauces y encauzamientos.

En la corrección y regulación de cauces se incluyen todas aquellas obras que permiten modificar el cauce actual de un río aumentando su capacidad de transporte, para cada nivel del agua, de manera que los terrenos ribereños estén protegidos frente a caudales superiores a los que los inundarían en la situación actual; además de la resolución de los problemas hidráulicos, más o menos triviales, que comporta la

construcción de las obras incluidas en este grupo, las verdaderas dificultades del tema se presentan en el análisis y previsión de los fenómenos relativos al transporte de sedimentos y su influencia sobre la estabilidad del cauce modificado, tanto por cuanto se refiere a la extensión de dicha influencia (local o generalizada) como a su evolución en el tiempo. Los trabajos que se pueden realizar son de índole muy diversa (disminución de la rugosidad o dragado del cauce) (Herrerías y Marín, 2000), aunque en este trabajo se estudian sobre todo las cortas en el río y la protección de cauces, obras proyectadas fundamentalmente tras la riada de 1948.

Las cortas –como su propio nombre indica– enlazan mediante un nuevo cauce artificial de menor longitud dos puntos del río, en zonas generalmente meandriformes. Al disminuir la longitud del cauce aumenta la pendiente de la línea de agua, por lo que se incrementa la velocidad y disminuye consecuentemente su calado, que es el objetivo perseguido. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que este aumento de velocidad implica una erosión en el tramo de aguas arriba que producirá a su vez un aumento de los sedimentos y, en consecuencia, su transporte hacia el tramo de aguas abajo de la corta hasta que se estabilice la pendiente longitudinal del río, que, finalmente, será paralela a la inicial y producirá un descenso del lecho del río aguas arriba de la corta. Cuando las cortas se suceden –por ejemplo en una zona de meandros que se regulariza–, el problema se complica por las sucesivas acciones superpuestas de cada una de ellas, pero el efecto final es un descenso global del lecho del río. Esto mismo sucede en el tramo del río Segura en este trabajo analizado (figura 3).



Figura 3. Detalle de las defensas proyectadas en 1950 y trazado actual del río Segura sobre la ortofotografía realizada por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en 2009.

Debe tenerse en cuenta que la ejecución de una corta modifica –a veces profundamente– la organización territorial de los terrenos ribereños, produciéndose efectos –positivos y negativos– que es preciso analizar en detalle para evaluar las ventajas e inconvenientes de tal solución. El hecho de que se anulen tramos completos del río actual implica también una serie de afecciones a un número importante de servicios, que deben reponerse, y generan la posible recuperación de extensos terrenos en zonas periurbanas que pueden ser recuperados para actividades sociales, pero para los que también existirán importantes apetencias de recalificaciones urbanísticas. Esta consecuencia también se ha producido en el curso medio-bajo del Segura, tras generar la actuación hidráulica una sensación de seguridad (seguridad muy relativa en numerosos casos) entre los agentes implicados en los cambios de uso del suelo.

En cuanto a las obras de protección de cauces, el objetivo fundamental es impedir la erosión de sus márgenes originada por la excesiva velocidad del agua, que tiende a arrastrar el material ribereño. Se incluyen en este grupo únicamente obras localizadas, como son, por ejemplo, la protección de curvas, obras de cruce o zonas de materiales débiles, cuyo colapso acarrearía la inundación de los tramos adyacentes. Dado que, como se ha dicho, este método se aplica en puntos localizados, es especialmente interesante para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación.

Los métodos constructivos que se utilizan no son, en general, de gran sofisticación técnica y se basan en el empleo masivo de materiales que se puedan encontrar in situ; solamente cuando el punto a proteger es de gran importancia desde el punto de vista del servicio público se emplean los materiales y técnicas constructivas más desarrollados y no es raro, en estos casos, acudir al empleo de pantallas de tablestacas metálicas, pantallas continuas construidas mediante empleo de lodos tixotrópicos, pantallas de pilotes secantes, tierra armada, plásticos especiales o geocompuestos. En el caso más común, es decir, cuando se trata de proteger una curva donde la velocidad del agua, para caudales medios, supera a la crítica de arrastre del material de la margen, los métodos de protección normalmente utilizados consisten en máscaras superficiales y en espigones. El carácter de obras puntuales que tienen este tipo de actividades las convierte, generalmente, en poco agresivas hacia el ambiente y de pequeña influencia sobre los ecosistemas del río.

Las obras de encauzamiento intentan fijar, en límites predeterminados, el cauce de un río con objeto de que la sección transversal y la pendiente longitudinal resultantes permitan el paso de un caudal máximo, que se denomina caudal de proyecto. Se trata de conseguir una sección transversal de dimensiones relativamente reducidas en la que, sin embargo, la disminución de la rugosidad por una parte –utilizando materiales, como el hormigón, que producen menos rozamiento que los naturales– y el incremento de la pendiente longitudinal por otra, incrementan la capacidad del río para transportar agua.

Se entiende por canalización de un tramo de río la ejecución de una serie de obras –generalmente muros longitudinales– que delimitan la sección transversal del cauce en espacios relativamente reducidos; pueden ir acompañadas, o no, por otras de protección localizada –máscaras, refuerzos, espigones, etc.– que garanticen la estabilidad del cauce y consigan, frecuentemente mediante la profundización del lecho, una mayor capacidad de transporte durante las avenidas. Este tipo de obras se suele hacer para encauzar los ríos a su paso por las poblaciones, especialmente cuando éstas han crecido tanto a lo largo y ancho de sus márgenes que no es posible ampliar la sección natural de los cauces debido al enorme valor que han adquirido los terrenos.

Al analizar el efecto de este tipo de obras sobre el equilibrio y la evolución del cauce, según Grindlay y Hernández (2007), debe tenerse en cuenta que el estrechamiento del cauce natural aumenta la capacidad de transporte de sedimentos, porque se aumenta la velocidad, y, en consecuencia, el efecto inicial será una erosión ligera en el tramo canalizado, que está protegido, y más fuerte aguas abajo, contra una sedimentación aguas arriba; posteriormente, cuando se estabilice el cauce, la pendiente longitudinal del río será la misma aguas arriba y más suave que la anterior en el tramo en cuestión, pero, en ambos casos, el lecho estará más bajo que el inicial; el efecto aguas abajo se difuminará en una distancia mucho menor.

Anteriormente se aludió al R.D.L. 4/1987, que proyectaba el encauzamiento completo del río Segura desde la Contraparada hasta Guardamar. La repercusión sobre los costes de las obras de la magnitud del caudal de proyecto fue un tema que se analizó detenidamente. Se contemplaron diversos escenarios, definidos por avenidas con diferentes periodos de retorno y varias hipótesis relativas al elenco de estructuras de laminación previstas en el Plan General de Defensas; y después de un detenido análisis de la problemática se decidió proyectar un encauzamiento con capacidad de 400 m³/s, asociado a un periodo de retorno de 50 años, por cuanto caudales superiores significaban costes absolutamente imposibles de asumir, debido a su repercusión sobre la cirugía urbanística que implicaban.

4. CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de la historia hidráulica del Segura se ha revelado que serán fundamentalmente los más graves episodios de avenidas los que dinamicen las actuaciones que, desde finales del siglo XIX y en relación a la defensa, y complementariamente a la regulación, han marcado el amplio y variado desarrollo infraestructural hidráulico de la cuenca, y que la va a situar en la vanguardia de la ingeniería hidráulica.

Los peligros que suponen avenidas e inundaciones fueron percibidos inmediatamente por la población, si bien se agravaron conforme se incrementó la invasión de los llanos de inundación. La sociedad asentada hubo de enfrentarse, desde muy antiguo, a los peligros de estos fenómenos hidrológicos, por lo que se han imaginado numerosos procedimientos para luchar contra ellos –perfeccionados a lo largo del tiempo–, y

existen innumerables ejemplos y experiencias al respecto. Las obras de defensa y encauzamiento proyectadas a raíz de la riada de 1948 constituyen un modelo dechado.

Se observa lo dilatado del proceso de desarrollo de algunas actuaciones, que entre su concepción, proyecto (en ocasiones con varios documentos antes del que se materialice definitivamente) y ejecución, en algunos casos, se van a superar, con distintos planteamientos, varias décadas como sucede en el caso aquí analizado.

AGRADECIMIENTOS

Esta actividad ha sido financiada por la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, a través del proyecto concedido "Dinámica y cambios morfológicos recientes del Bajo Segura (Vega Media), con referencia 15224/PI/10. Agradecemos también la amabilidad del personal del Archivo de Confederación Hidrográfica del Segura.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Calvo García-Tornel, F. (1968): "La Huerta de Murcia y las inundaciones del Guadalentín". *Papeles del Departamento de Geografía*, 1, 79-110.
- Calvo García-Tornel, F. (1982): Continuidad y cambio en la huerta de Murcia. Murcia, Real Academia Alfonso X el Sabio, 353 p.
- Calvo García-Tornel, F. (1997): "Ciudad y río en la cuenca baja del Segura". *Aéreas, Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 17, 145-153.
- Calvo García-Tornel, F. (2001): Sociedades y territorios en riesgo. Barcelona, Ediciones del Serbal.
- Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) (1948): Proyecto de obras de urgente ejecución en las márgenes del río Segura en el tramo comprendido entre la capital de Murcia y el límite con la provincia de Alicante (Avenidas extraordinarias de Octubre de 1948). Memoria. Inédito.
- Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) (1998): Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, Memoria. Ministerio de Medioambiente.
- Ezcurra Cartagena, J. (2002): "La creación, desarrollo y futuro de las infraestructuras. Confederación Hidrográfica del Segura". En Cánovas, J. y Melgarejo, J. (coords.): La Confederación Hidrográfica del Segura, 1926-2001-75º Aniversario. Ministerio de Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Segura. Murcia, 71-95.
- García Galiano, S.G. (2006): "Las aguas superficiales en la cuenca del Río Segura: gestión de situaciones hidrológicas extremas". En Conesa, C. (ed): El Medio Físico de la Región de Murcia. Murcia, Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia (EDITUM), 129-142.
- García, R. y Gaztelu, L. (1889): Proyecto de obras de defensa contra las inundaciones en el Valle del Segura. Edición facsímil de J. Melgarejo Moreno (2001), con prologo de. J. Melgarejo Moreno, A. Gil Olcina, y J. Muñoz Bravo. Murcia, Ministerio de Medioambiente, Confederación Hidrográfica del Segura.
- Grindlay, A. L. y Hernández, E. (2007): "Las infraestructuras hidráulicas en la cuenca del Segura". Actas del V Congreso Nacional de la Ingeniería Civil, Desarrollo y Sostenibilidad en el Marco de la Ingeniería. Sevilla, 26-28 de noviembre. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 15 p. Disponible en: http://www.ciccp.es/biblio_digital/V_Congreso/congreso/pdf/010203.pdf.
- Herrerías, J.A. y Marín, G. (2000): "El tratamiento de los cauces. Protección y defensa de avenidas. Zonas de riesgo". OP. Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 51 (2), 40-49.
- López Bermúdez, F. (1979): "Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia". *Papeles del Departamento de Geografía*, 8, 49-91.
- Melgarejo Moreno, J. (2002): "Política de aguas y modelos territoriales en el Sureste Peninsular". Actas del III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Fundación Nueva Cultura del Agua, Sevilla, 18 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013): Jornada técnica: Obras hidráulicas y la defensa frente a inundaciones. Murcia, 24 de enero de 2013.

- MOPU (1983): Estudio de inundaciones históricas y Mapa de riesgos potenciales-Cuenca del Segura, 2. Madrid, Servicio de Publicaciones del MOPU y Synconsult S.L.
- Pelegrín Garrido, M.C. (2006): 60 años de la cuenca del Segura, 1926-1986. Murcia, Confederación Hidrográfica del Segura.
- Tello Báguena, J. A. (1950): Informe acerca del proyecto de obras de defensa y encauzamiento del río Segura en su margen izquierda aguas abajo de la capital de Murcia (avenidas extraordinarias de Octubre 1948). Trozo primero: pedanías de Puente-Tocinos y LLano de Brujas. Término de Murcia. Inédito.