LA INUNDACIÓN DE OCTUBRE DE 1879 EN EL BAJO SEGURA. MAGNITUD Y EFECTOS INDUCIDOS

POR

**F. CALVO GARCÍA-TORNEL, C. CONESA GARCÍA
Y Y. ÁLVAREZ ROGEL**

La catastrófica inundación que los días 14 y 15 de octubre de 1879 asoló las tierras drenadas por el Guadalentín y las vegas media y baja del Segura, causando casi un millar de víctimas y cuantiosas pérdidas y materiales, está considerada como un hito en los anales hidrológicos de la cuenca del Segura, razón por la cual las referencias bibliográficas sobre ella son muy numerosas.

Tiene también la singularidad de ser uno de los primeros acontecimientos de esta índole sobre el que existió una información detallada en el ámbito internacional, desencadenante de un amplio movimiento de solidaridad, precursor de la trascendencia que en el momento presente tienen las crisis asociadas a riesgos naturales. El enorme poder de los medios de comunicación, en este caso la prensa escrita, lo pone de manifiesto el hecho de que se aportó ayuda económica desde treinta y tres países (europeos, americanos, africanos y asiáticos), todas las provincias españolas y las colonias. Podría valorarse esta inundación como una de las primeras catástrofes «modernas», tanto por el esfuerzo científico que se efectúa para conocer su génesis y efectos, como por su trascendencia social mucho más allá de las fronteras del país. Es posible, sin embargo, que ciertos rasgos de este acontecimiento hayan que-

F. Calvo García-Tornel, C. Conesa García y Y. Álvarez Rogel. Departamento de Geografía. Universidad de Murcia.

Estudios Geográficos, LXII, 242, 2001

— 7 —

dado difuminados en el apasionamiento del momento. Revisarlos quizá permita ampliar, aunque sea en términos modestos, nuestros conocimientos sobre ciertos aspectos de los mecanismos de aquellas catástrofes que suelen denominarse «naturales».

La inundación de 1879 tuvo como inmediata consecuencia la creación de una Junta de Senadores y Diputados (Real Decreto de 18-10-1879) orientada a gestionar el socorro a las poblaciones afectadas. Éstos designaron a su vez una Comisión de Ingenieros de Caminos que habrían de evaluar sobre el terreno los efectos de la inundación. Nombrados diez días después de la catástrofe, bajo la presidencia de D. Santiago Bausá, se realizaron los trabajos de campo pertinentes en los últimos meses de 1879, de manera que el 16 de diciembre de dicho año ya habían elevado un informe a la Junta.

Al año siguiente, la R. O. de 31 de mayo nombra una nueva comisión, ahora ampliada con la presencia de ingenieros agrónomos, con el fin de estudiar con mayor detalle las características de la catástrofe. El informe de ese grupo de expertos se publica hacia el final de 1880 (Memorias..., 1880). Esta comisión estimó pertinente iniciar sus trabajos tratando de recabar la mayor información posible sobre las causas de la catástrofe, es decir los caracteres climáticos e hidrológicos que actuaron en su génesis, a la vez que analizan con bastante detalle los efectos de la inundación.

La Junta de Senadores y Diputados, por su parte, al concluir su actividad publica una extensa Memoria, basada en las opiniones expresadas por los ingenieros (Memoria... 1883), que proporciona también amplia información sobre el acontecimiento.

Los rasgos de la catástrofe.—El área afectada por las aguas extraordinarias se extendió por la amplia depresión murciana, desde el núcleo de Lorca donde penetra en ésta el río Guadalentín, considerado el principal responsable de la tragedia, hasta la desembocadura del río Segura. Los sectores más dañados fueron los núcleos de Lorca, Murcia y Orihuela, así como áreas inmediatas a éstos más o menos extensas. Conviene señalar el hecho de que la crecida afectó al núcleo lorquiano la mañana del día 14, alcanzó el área de la ciudad y huerta de Murcia durante la noche del 14 a 15 y llegó a Orihuela en la tarde del día 15. Esta secuencia temporal, relacionada con la mayor pendiente del tramo recorrido por el Guadalentín y el trazado altamente sinuoso del Bajo Segura, fue, sin duda, determinante del número de pérdidas humanas.

Las valoraciones que la Junta de Senadores y Diputados efectuó, a propósito de los perjuicios materiales causados por la inundación, permiten en líneas generales estimar la estructura de estos daños en los tres municipios más afectados:

CUADRO I

VALORACIÓN DE DAÑOS EN LORCA, MURCIA Y ORIHUELA EXPRESADA EN PORCENTAJES RESPECTO AL TOTAL DE CADA LOCALIDAD

Tipo de daño	Lorca	Murcia	Orihuela
Pérdidas agrícolas	90,4	64,7	57,9
Daños en edificaciones	9,6	28,0	35,5*
Perjuicios industriales	0,0	7,3	6,6

* El 82 por ciento de estas pérdidas fueron originadas en fincas urbanas.

Nos parece bastante congruente esta estructura de los daños con las consideraciones que se realizan a continuación. Baste aquí destacar el carácter agrario predominante de las pérdidas, originadas no sólo por la acción del agua, sino también por importantes aportes sólidos. De producirse en la actualidad los mismos límites de inundación y condiciones de sedimentación, circunstancia poco probable tras los numerosos planes de defensa contra avenidas ejecutados en las últimas décadas, este tipo de pérdidas se incrementaría muy sustancialmente, sobre todo en el tramo bajo del Segura (cuadro II). Los datos expuestos en dicho cuadro resultan de aplicar los módulos «overlay» y «query» de IDRISI (Clark University) a las capas de información de usos del suelo actuales (figura 1) y sedimentos de la citada inundación histórica (figura 2).

Bajo esta situación hipotética los depósitos de arenas y limoarenosos, localizados perfectamente en zonas marginales del cauce y terrenos deprimidos del lecho de inundación próximos a puntos de desbordamiento, son los más perjudiciales, ya que cubren una superficie de gran rentabilidad agrícola (el 65 por ciento de las tierras ocupadas por cítricos y asociaciones de herbáceos y arbóreos). Los sedimentos finos se extienden hacia sectores más distantes y, aunque afectan a estos cultivos en menor proporción, abarcan un área también importante: 7.782 ha.

CUADRO II

USOS DEL SUELO ACTUALES QUE SUPUESTAMENTE HABRÍAN SIDO
AFECTADOS POR LOS SEDIMENTOS DE LA RIADA DE SANTA TERESA
(resultados en hectáreas)

Usos del suelo	Arenas	Tarquín arenoso	Tarquín semi- compacto	Tarquín compacto
Cultivos arbóreos agrios	2.397,4	7.779,7	1.220,1	349,9
Otros cultivos arbóreos	0,0	45,4	0,1	0,0
Cultivos herbáceos	172,5	2.305,6	122,7	8,8
C. herbáceos y arbóreos	688,7	10.351,9	4.690,1	1.126,9
Matorral	0,1	332,8	52,4	0,0
Coníferas	5,8	240,9	58,3	0,0
Improductivo	133,3	1.116,8	102,3	50,9
Superficie total	3.397,8	22.173,2	6.246,0	1.536,5

Caracterización física del suceso

Datos pluviométricos.—Por falta de observatorios meteorológicos en la zona afectada, no se dispone de datos precisos sobre las características de la tormenta (cuantía, duración e intensidad de la lluvia, dirección y velocidad del viento, tensión de vapor...). La única información pluviométrica disponible se refiere a un dato puntual recogido por la citada Comisión de Ingenieros (Memorias, 1880) en sus diligencias sobre el esclarecimiento de las causas físicas de la inundación: «A ocho kilómetros de Vélez Rubio y tres de la sierra de las Estancias existe el cortijo de Calderón con un corral espacioso. En su centro había aquella mañana una caldera de forma prismática rectangular, cuyas dimensiones eran de dos metros de largo, medio de ancho y sesenta centímetros de profundidad. Al comenzar la lluvia se hallaba del todo vacía y lejos de las paredes del corral; cuando hacía una hora que las nubes vertían el agua a torrentes, el dueño del cortijo dispuso trasladar la caldera al interior de la casa para recoger en la misma las goteras que amenazaban anegar la planta baja, y se vio que estaba completamente llena, rebosando agua por todas partes». De ser cierta la noticia, podría estimarse en más de 600 l/m² la lluvia caída en una hora. La Memoria de la Junta de Se-

FIG. 1.—Usos actuales del suelo en la Vega Baja del Segura, afectados por una inundación de extensión similar a la de Santa Teresa. Base cartográfica: mapas de aprovechamiento agrícola, 1/50.000 (Hojas de Murcia y Orihuela).

FIG. 2.—Distribución espacial de los materiales depositados por la avenida en la Vega Baja del Segura. Base cartográfica: mapa de la Inundación de Santa Teresa, octubre 1879, 1/50.000 (Memoria, 1880).

nadores y Diputados (1883) emplea el término «artesa» en lugar de «caldera» para referirse al citado recipiente, acepción que de ser correcta situaría los umbrales de intensidad entre 480 y 540 mm/h. En cualquier caso se trata de valores extraordinarios, excesivos en opinión de algunos autores (López Bernúdez, 1973), que rebasan los cálculos de máximos pluviométricos diarios para tiempos de retorno de 500 e incluso 1.000 años.

Asumiendo la misma intensidad máxima (600 l/m^2) para el área alcanzada por la tormenta (150 km^2) se infiere un volumen de agua precipitada de 90 hm^3 en la primera hora de lluvia. Esta cifra debe adoptarse con ciertas reservas, por cuanto que la intensidad de la lluvia pudo variar sustancialmente en tan dilatada zona, en función de la altitud y orientación de sus terrenos. A pesar de ello, el volumen total caído en las dos horas que duró el suceso debió de superar con creces dicho valor, dado que la intensidad desarrollada en la segunda hora, según apuntan las citadas fuentes, fue también considerable. Si se tiene en cuenta la aportación absoluta del Guadalentín a su paso por Lorca (58 hm^3 , Gil Olcina, 1968) y se asume como coeficiente de escorrentía el valor 0,46, obtenido de aplicar la media aritmética entre el coeficiente de escorrentía registrado en avenidas históricas similares (octubre 1973) a la altura de Puentes (0,62) y el deducido para las condiciones del tramo medio durante el suceso (0,3), el volumen de precipitación caída aguas arriba de Lorca puede estimarse en $126,09 \text{ hm}^3$, de los cuales una buena parte debió de corresponder al área de mayor intensidad pluviométrica concentrada en torno a las cuencas del Luchena, Vélez y Caramel.

Factores generadores de la avenida.—Según consta en el informe de la Comisión de Ingenieros (Memorias, 1880), el intenso aguacero fue originado por una borrasca proveniente del suroeste, dotada de fuerte carga higrométrica, trayectoria forzada por el estrecho de Gibraltar y probablemente aire frío en altura, situación generalmente típica de las tormentas otoñales en la vertiente sur mediterránea (Quereda Sala, 1988; Gil Olcina, 1988; Capel Molina, 1990; Olcina Cantos, 1994; Gallego, 1995). A estos factores se unió el efecto orográfico de las sierras de Oria, María y las Estancias, que originó un rápido enfriamiento adiabático y una brusca condensación de vapor de agua. En poco tiempo la tormenta alcanzó las laderas de Montalviche y Maimón, en la cordillera de la Culebrina, tras haber cruzado la rambla de Chirivel por Vélez Rubio y cubrir una superficie de 150 km^2 (Memorias, 1880).

El denso sistema de drenaje primario (barrancos y arroyos) desarrollado en estas vertientes se mostró especialmente activo durante el suceso, ocasionando crecidas en el Almanzora, Segura y Guadalentín, sobre todo en este último, que recogió una ingente cantidad de agua, a través de sus afluentes Vélez, Luchena y Turrilla y del sistema Nogalte-Viznaga, exorréico únicamente cuando sobrevienen grandes avenidas. De hecho el río Segura no registró aumento de caudal que pudiera considerarse extraordinario hasta recibir los cuantiosos aportes del Guadalentín (Memorias, 1880). La mayoría de estos aportes fueron principalmente generados en su tramo alto, donde concurrieron factores físicos muy favorables a la producción y concentración de escorrentía superficial (cuadro III): i) inusual torrencialidad de la lluvia; ii) existencia de relieves enérgicos, con laderas muy empinadas, en la zona de máxima intensidad pluviométrica; iii) elevado coeficiente de escorrentía asociado en unos casos a la escarpada disposición de los materiales (sierras del Gigante y María) y en otros a la naturaleza metamórfica de las rocas (sierra de la Estancias); iv) profusión de torrentes que concentran las aguas superficiales y aumentan el potencial energético de la corriente; v) densidad de drenaje en torno a 4 km/km² (Navarro Hervás, 1991); vi) estructura palmeada de los afluentes de cabecera, y vii) cubierta vegetal escasa o inexistente. Desde que se une con el Luchena hasta confluir con el Segura el valle se ensancha, recibiendo por una y otra margen un conjunto de ramblas y barrancos, que apenas tuvieron incidencia, dado el carácter moderado de las lluvias.

Erosividad pluvial.—Para medir la erosividad que se produjo en la zona de máxima intensidad pluviométrica se ha utilizado como indicativo la energía cinética, dependiente de la intensidad y del tamaño medio de las gotas. Aunque existe una variabilidad considerable de la relación entre ambos parámetros según el origen de la lluvia, es posible obtener ecuaciones generales entre energía cinética e intensidad de la precipitación (Carter, 1971; Houze *et al.*, 1979; Styczen y Hough-Schmidt, 1988). Estas relaciones han sido ya empleadas dentro de un amplio espectro de ambientes (Hudson, 1965; Onaga, Shirai y Yoshinaga, 1988). Por las características de la lluvia torrencial aquí se ha adoptado la fórmula aplicada en Italia por Zamchi y Torri (1988):

$$KE = 9,81 + 11,25 \log_{10} I$$

donde I es la intensidad de lluvia (mm/h) y KE es la energía cinética (Jm⁻²mm⁻¹). Multiplicando los valores KE por la lluvia registrada, según

CUADRO III

CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES PRESENTES EN LA RIADA DEL GUADALENTÍN DE OCTUBRE DE 1879

Tramo	Condiciones meteorológicas	Topografía	Litología
Cabecera (hasta el embalse de Puentes).	Área de lluvia intensa: 150 km ² . Duración del período de mayor intensidad pluviométrica 2 horas. Estimación de la intensidad máxima de lluvia: 600 l/m ² (*). Energía cinética de la lluvia: 24.636 J m ⁻² .	Importante energía de relieve. Pendiente media del curso principal: Vélez, 18 por mil; Caramel, 16 por mil; Turrilla, 19 por mil. Pendiente máxima de las vertientes: Vélez, 22,2%; Caramel, 71,1%; Turrilla, 60,3%.	Materiales calizo-dolomíticos con intercalaciones margosas en las sierras del Gigante, María, Pericay. Rocas metamórficas (esquistos, filitas...) con alternancia de rocas carbonatadas en la sierra de las Estancias
Tramo medio (hasta el abanico aluvial de Lorca).	Lluvia moderada.	Rupturas de pendiente. Difluencias en el abanico aluvial de Lorca. Pendiente general de 7 por mil.	Terrenos metamórficos (esquistos, pizarras cuarcitas...) en las sierras de la Torrecilla Enmedio y Almenara, y relleno aluvial en los fondos del valle.
Tramo bajo (hasta el abanico aluvial de Sangonera).	Lluvia moderada o nublada.	Pendiente general: 4,6 por mil. Pendiente en desembocadura: 3,4 por mil. Abanico aluvial de Sangonera.	Extensos terrenos aluviales flanqueados por relieves margocalizos (sierras de la Muela, de Cura...) y unidades de Bético s.str. con gran variedad litológica (dolomías, argilitas, cuarcitas, yesos...); sierra de Espuña y Carrascoy

interpretación de los datos disponibles, se obtiene la energía cinética total de la tormenta (cuadro IV).

Los valores de energía cinética calculados para las intensidades que pudieron corresponder al suceso varían entre 40 y 41 Jm⁻²mm⁻¹. Son

(Fuentes consultadas: Gil Olcina, 1968; Calvo García-Tornel, 1969; López Bermúdez *et al.*, 1988; Navarro Hervás, 1991; Conesa García, 1995).

Vegetación	Parámetros hidrológicos	Circunstancias particulares
Escasa cobertura vegetal arbórea.	Disposición palmeada de los afluentes de cabecera.	El embalse de Puentes está derruido y el de Valdeinfierno aterrado. Imposibilidad de laminación en cabecera.
Cultivos en laderas, terrazas.	Densidad de drenaje media: 3,91 km/km ² . Tiempo de concentración: Vélez, 7,07 h; Caramel, 3,04 h; Turrilla, 3,06 h. Coeficiente de torrencialidad: 18,12. Caudal estimado: 1.700 m ³ /s.	Carencia de instalaciones meteorológicas.
Cultivos.	Disposición ortogonal de los afluentes. Aportaciones de mantenimiento. Tiempo de concentración: Nogalte, 3,6 h.	Reducción de la sección transversal del cauce por edificaciones en Lorca. La presa de Los Sangradores desvía la inundación sobre cauces secundarios del abanico aluvial de Lorca.
Cultivos.	Velocidad del agua: 5 m/s. Caudal estimado: 1.300 m ³ /s. Tiempo de concentración: Lébor, 2,32 h; Algeciras, 2,32 h; Salinas, 1,59 h.	No causa daños importantes hasta el tramo final. La onda de crecida se dispersa en el abanico del Guadalentín. El terraplén del ferrocarril actúa de represa, elevando el agua hasta 2,7 m, rompiéndose finalmente. Ineficacia del Canal del Reguerón para derivar la avenida. La desembocadura de este cauce artificial, en alto respecto al Segura, provoca la rotura de su margen izquierda y la inundación del NE huertano.

valores muy elevados, que podrían estimarse en torno a un 15 por ciento más por producirse la tormenta en una zona montañosa situada entre 1.300 y 2.000 m sobre el nivel del mar, acordes con el aumento que experimenta la energía cinética de la precipitación en relación con la al-

CUADRO IV

VALORES DE EROSIVIDAD CALCULADOS PARA VARIOS SUPUESTOS DE INTENSIDAD MÁXIMA PLUVIOMÉTRICA

Supuesto	Intensidad de la lluvia (mm/h)	KE (Jm-2mm-1)	Energía cinética total (Jm-2)
Primero	480	39,97	19.185
Segundo	540	40,55	21.897
Tercero	600	41,06	24.636

titud (Tracy, Renard y Fogel, 1984). A partir de altas intensidades, mayores de 100 mm/h, se comprueba que existe un rango de variación pequeño de *KE*, lo que explica la escasa diferencia producida entre intensidades de 480 mm/h y 600 mm/h. De hecho estos valores no son muy superiores a los registrados, por ejemplo, en Samaru (Nigeria) para intensidades de 110 mm/h (Kowal y Kassam, 1976) o los calculados en Italia y Okinawa para intensidades de 150 mm/h. La energía cinética de la lluvia se emplea como parámetro básico en numerosos modelos empíricos de erosión del suelo con base física: CREAMS (*Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems*), WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), GUESS (*Griffith University Erosion Sedimentation System*), EUROSEM (*European Soil Erosion Model*). Sin embargo, ninguno de ellos puede adoptarse en la zona de estudio, ya que precisan una detallada información de campo. El método de Morgan, Morgan y Finney (1984) es un modelo de predicción anual de la erosión hídrica, pero maneja funciones operadoras, que incluyen parámetros de entrada disponibles (intensidad pluviométrica, energía cinética de la lluvia), junto a otros de fácil deducción a partir del empleo de fotogramas aéreos y de las tablas de valores proporcionadas por dicho autores para diferentes tipos edáficos, grados de interceptación y usos del suelo. Adoptando este modelo con las reservas que requiere su aplicabilidad a un único suceso pluviométrico, se ha estimado la tasa de desprendimiento del suelo en 28,2 t/ha y la capacidad de transporte del flujo superficial en 36,4 t/ha para la pendiente media de las laderas afectadas (9°) y en 90,9 t/ha en zonas de máxima pendiente (23°).

Estimación de caudales máximos

La densa información de la Vega Baja del Segura recogida en la «Memoria sobre efectos causados en la provincia de Murcia por la inundación de los días 14 al 15 de octubre de 1879» ha permitido aplicar diversos procedimientos para el cálculo de caudales máximos en este tramo. Como secciones de control se han elegido dos tramos transversales próximos a Murcia, compuestos de cauce principal y lecho episódico de inundación y con datos suficientes para la aplicación de los citados métodos (tipos de cultivos, superficie ocupada por distintos usos agrícolas, cotas diferenciadas a lo largo de cada transecto...): I) Sección Puente Tocinos-San Benito, y II) Sección Llano de Brujas-Torreagüera. Los modelos aquí aplicados se basan en el método pendiente-área, pero difieren en la forma de estimar el factor de rugosidad o resistencia a la corriente (n).

Los parámetros de rugosidad más usados son los coeficientes de Manning, Strickler, Darcy-Weisbach (Keith, 1982; Morisawa, 1985) y la variable k (altura de la rugosidad) (Kouwen, 1992). La estimación de la velocidad de flujo depende muy sensiblemente de este factor de fricción, de modo que su cálculo debe hacerse con extremada precisión. Una fórmula comúnmente adoptada es la de Manning $v = (Rh^{2/3} S^{1/2})/n$, siendo v la velocidad media de la corriente, Rh el radio hidráulico y S la pendiente en tantos por uno. Los parámetros hidráulicos (w , anchura de la zona inundada; Rh) y los morfológicos (S , n) han sido obtenidos a partir de la citada memoria y del mapa anexo, donde se representan las cotas de agua.

Para el cálculo de n se han aplicado las determinaciones de rugosidades del *U. S. Geological Survey* y del *U. S. Department of Agriculture* según los usos del suelo observados en las secciones del estudio (cuadro V).

En una avenida de tan amplia extensión el radio hidráulico coincide con la altura del agua, resultando así más fácil el cálculo de la sección mojada y por tanto del caudal máximo instantáneo generado en ambas secciones (cuadro VI)

Sin embargo, al tratarse de una llanura de inundación vegetada, con presencia de cultivos de diferente altura y flexibilidad, resulta más conveniente utilizar un método de rugosidad relativa (Kouwen, 1992), basado en relaciones empíricas que consideran la altura efectiva de la ru-

CUADRO V

ESTIMACIÓN DE 'N' A PARTIR DE LOS USOS AGRÍCOLAS DEL SUELO

Sección	Longitud del transecto (m)	Cultivos bajos alineados (%)	Cultivos bajos no alineados (%)	Cultivos medianos	Arbustos (%)	Valor 'n'
I	6.500	21,6	12,3	63,7	2,4	0,046
II	5.200	17,2	12,7	66,3	6,8	0,048

gosidad como una función de la corriente (Kouwen, 1988). Siguiendo las recomendaciones del ASCE Task Force on Friction Factors in Channels (1963), puede relacionarse la rugosidad relativa con el factor de fricción de Darcy-Weisbach, $f = (8g Rh S)/v^2$, a través de la fórmula logarítmica $1/\sqrt{f} = a + b \log_{10} (y_n/k)$, donde a y b = coeficientes dependientes del punto de inflexión de la vegetación, y_n = la profundidad normal de la corriente y k = la altura de la rugosidad. Los coeficientes a y b se basan en diversos umbrales establecidos por Kouwen & Li (1980), a partir de datos experimentales, que relacionan la tensión normal de corte (v^*) con la velocidad crítica de corte (v_{*crit}) para diferentes tipos de vegetación. $v^* = \sqrt{(g y_n S)}$ donde g es la aceleración debida a la gravedad. $v_{*crit} = \text{mínimo de } (0,028 + 6,33 MEI^2, 0,23 MEI^{0,106})$, donde MEI es el grado de inflexibilidad de la planta (Kouwen, 1988).

Para el cálculo de k se utiliza la fórmula de Kouwen & Li (1980), $K = 0,14 h ((MRI/\tau)^{0,25}/h)^{1,59}$, basada en medidas de corrientes sobre rugosidad plástica flexible, y siendo τ la tensión de corte del flujo y h la altura media del tallo de las plantas. Este método conocido con el nombre

CUADRO VI

PARÁMETROS HIDRÁULICOS EMPLEADOS EN LA ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO DE AVENIDA (método de Manning)

Sección	w (m)	Rh (m)	S	n	v (m/s)	Q _{max} (m³/s)
I	6.500	0,89	0,0004	0,046	0,40	2.314
II	5.200	1,05	0,0004	0,048	0,42	2.348

de MEI ha sido empleado aquí para estimar la velocidad de la corriente obteniendo los resultados que figuran en el cuadro siguiente.

CUADRO VII

PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD
RELATIVA DE LA PLANICIE INUNDADA (método MEI)

Sec.	MEI	yn (m)	τ (N/m ²)	k	h (m)	v* (m/s)	v*crit (m/s)	v*/ v*crit	(a)	(b)	f	v (m/s)	Q (m ³ /s)
I	0,221	0,89	3,492	0,085	0,36	0,059	0,196	0,23	0,15	1,85	0,242	0,324	1.967
II	0,427	1,05	4,120	0,100	0,39	0,064	0,210	0,30	0,15	1,85	0,241	0,37	2.020

De este cuadro se desprende que los valores de velocidad y caudal deducidos por el método MEI son algo menores que los calculados por la fórmula de Manning. Además concuerdan mejor con las estimaciones hechas para el tramo medio del Guadalentín tras producirse la riada (Gil Olcina, 1968): 1.744 m³/s en Puentes y 1.300 m³/s en Totana, a los que hay que sumar los caudales del Segura ($Q \approx 300$ m³/s).

Efectos geomorfológicos

La fuerte erosión del suelo producida en los sectores altos de la cuenca del Guadalentín y la enérgica capacidad de transporte de los numerosos cursos de agua torrenciales que la componen, provocaron la movilización de un enorme volumen de sedimentos. En pocas horas el Guadalentín se convirtió en vehículo de una ingente carga sólida en suspensión, gran parte de la cual fue depositada aguas debajo de su confluencia con el Segura sobre las tierras llanas de las huertas de Murcia y Orihuela (Memorias, 1880)

Los depósitos de desbordamiento del Bajo Segura estaban esencialmente integrados por materiales de granulometría fina, limos y arcillas, con frecuentes intercalaciones de arenas. El espesor medio de sedimentos calculados tras el suceso por Barco *et al.* (1981) se cifra en 0,07 m, alcanzándose puntualmente espesores máximos de 0,45 m en los banco de limos y arcillas y de 1,5 m en los arenales. Admitiendo como vá-

lidos estos datos para la zona inundada (7.922 ha), puede estimarse en torno a 5,54 hm³ el volumen total de material depositado por la riada en la huerta de Murcia.

Junto al río se originaron diques naturales formados predominantemente por arenas, pero su escasa inestabilidad, unida a las sucesivas oscilaciones en el nivel y energía de la corriente, causó en muchos casos la rotura de los bancos arenosos y la formación de amplios lóbulos de derrame sobre la llanura de inundación (Memorias, 1880). Estos depósitos marginales se disponían en capas de gran espesor, con estructura tabular y laminar, a diferencia de los más distantes, que presentaban menor espesor y estructura masiva. El cambio lateral de facies de arenas a finos debió producirse de forma muy gradual a lo largo de la llanura, pasando de textura arenosa a francolimosa en los sectores ribereños y a limo arcillosa compacta en las zonas distales.

La dimensión de estos efectos geomorfológicos trascendió espectacularmente al ámbito económico, ya que supuso pérdidas muy considerables en tierras de cultivo e infraestructuras de riego.

Situación de la cuenca ante el riesgo de inundación

Debido a sus caracteres hidrológicos y a la larga tradición de devastadoras inundaciones en la cuenca del Segura, el establecimiento de sistema de defensa es muy antiguo (Bautista Martín, 1988). Uno de los aspectos fundamentales en el desarrollo de los acontecimientos de 1879 fue, precisamente, el estado de los dispositivos instalados con el fin de prevenir catástrofes. Por otra parte, el sistema de ocupación y aprovechamiento de suelo, y, en particular, la presencia de ciertas infraestructuras, tuvieron una importancia de primer orden al facilitar o retener el desagüe.

Obras hidráulicas de defensas. Respecto al primero de los aspectos señalados, la coyuntura resulta particularmente crítica en la cuenca del Guandalentín, que parece ser la responsable principal de la situación de catástrofe. Esta cuenca disponía desde finales del siglo XVIII de los embalses de cabecera de Valdeinfierno y Puentes, cuya capacidad conjunta ascendía inicialmente a 83 hm³ (Mula Gómez *et al.*, 1986). Sin embargo en la fecha de la inundación a la que nos venimos refiriendo, el primero de ellos estaba totalmente relleno de sedimentos y la presa de Puentes,

por su parte, había reventado en 1802, sin haberse acometido aún su reconstrucción. Pese, por tanto, a la existencia de estas dos obras, en el momento de producirse el suceso carecían por completo de capacidad de retención y laminación de crecidas.

Próximo ya a la ciudad de Murcia y con carácter estricto de obra de defensa, el canal de El Reguerón establecía un cauce definido en los materiales del abanico aluvial de Sangonera, que conducía desde allí las aguas del Guadalentín hasta desembocar en el Segura, aguas abajo del núcleo citado. Ejercía, por tanto, una función de defensa de la ciudad y del poblado sector oriental de su huerta inmediata. Tanto la escasa capacidad y el estado de abandono de este canal, como su afluencia en alto respecto al talweg del Segura, lo convierten en un peligro añadido. No es capaz de absorber la crecida del Guadalentín y, además, la cascada artificial de su desembocadura rompe la margen vecina del Segura y extiende la inundación hacia el sector huertano nororiental. De hecho las aguas conducidas por el Reguerón, apoyadas en la red de cauces de riego y en la propia topografía del valle, se encaminan paralelas a la margen derecha del Segura inundando la huerta suroriental, a la vez que por el boquete abierto en la margen izquierda de este cauce invaden la huerta septentrional.

Está claro que, al menos, dos sistemas mayores de defensa contra inundaciones no funcionaron o lo hicieron defectuosamente, en este evento.

Efectos de otras infraestructuras. Sin desempeñar una función de defensa, diversas obras de infraestructura tuvieron también una incidencia relevante en el desarrollo de la catástrofe.

Junto al núcleo de Lorca, los muros de acompañamiento del puente, que se había acabado de construir el mismo año de la catástrofe, actúan como embudo elevando el nivel del agua, con ello se sobrepasó la altura de los modestos muretes de defensa de los barrios de San Cristóbal y San Ginés, situados en ambas márgenes aguas arriba del puente. Éste, por su parte, no sufrió daños, así como tampoco sus muros de mampostería, pero en los sectores urbanos citados, situados al nivel de lecho fluvial, se registraron las primeras víctimas y destrozos.

Unos centenares de metros aguas debajo de este puente, una presa con compuertas («Los Sangradores») cerraba el cauce principal, derivando el agua por la llamada «rambla de Tiata» con finalidad de riego. No fueron destruidas por el agua pero provocaron la circulación no je-

rarquizada sobre el abanico aluvial del Guadalentín (figura 3). Las aguas inundaron así la huerta lorquina y, rompiendo los márgenes de tierra de la rambla de Tiata, provocaron víctimas humanas en el barrio de Santa Quiteria, situado en su margen izquierda.

FIG. 3.—*Trayectoria de los flujos de avenida del Sistema Guadalentín-Segura en relación con el emplazamiento y disposición de las infraestructuras. (Elaboración propia a partir de la documentación citada sobre la riada.)*

Salvado el rellano lorquiano, las aguas realizan el largo trayecto hasta las inmediaciones del núcleo murciano sin rebasar, al parecer, su cauce y tan sólo causando daños menores en algún puente. Ya en el tramo final del Guadalentín, al alcanzar la cabecera del abanico aluvial de Sangonera, se observa un comportamiento similar al acaecido en Lorca. El río recupera sus cauces antiguos y las compuertas denominadas «Puertas de Murcia», que estaban también cerradas, favorecen la dispersión de las aguas, que aprovechan la red de riego para extenderse por el sector meridional huertano. En este caso la acequia de Turbedal

ejerce un papel similar al de la rambla de Tiata en Lorca. Es muy probable que ambos canales sean antiguos cauces de cono, abandonados y aprovechados para riego, que vuelven a ser funcionales al presentarse las aguas extraordinarias desviadas por las presas de derivación aludidas.

A partir de este momento la onda de crecida del Guadalentín entra en contacto con la de Segura y se extiende por el área más poblada y con mayor número de infraestructuras de todo su trayecto. La extensión afectada por la inundación se hace muy grande, pero en este amplio espacio de riesgo cabe distinguir situaciones muy diferentes en función de la altura que alcanzan las aguas.

Ciñéndose exclusivamente a los sectores donde las aguas superaron 1,90 m de altura se advierte lo siguiente:

Sector A, las aguas alcanzan 2,40 m debido a la retención producida por el terraplén del ferrocarril, que finalmente cede. Esta retención y posterior rotura produce las únicas víctimas humanas en la huerta de Murcia.

Sector B, la inundación, reactivada por la rotura del terraplén ferroviario, alcanza un altura de 2,20 m frente al muro de defensa de la ciudad de Murcia («El Malecón») y el estrechamiento urbano del cauce.

Sector C, las aguas derivadas por el canal de El Reguerón, ya aludido, elevan nuevamente su nivel hasta 1,90 m al unirse en su desembocadura con las del Segura.

Sector D, frente a la ciudad de Orihuela, las aguas que se han mantenido altas a lo largo de un tramo con gran número de meandros, registran la altura récord de 3,70 m, favorecida también por lo angosto de este tramo fluvial urbano (Calvo, 1997). No se producen, sin embargo, víctimas humanas puesto que, como se ha indicado, ha habido tiempo suficiente para dar la alarma y la topografía del emplazamiento de Orihuela favorece que la población gane altura con rapidez. Los daños materiales, por el contrario, son muy cuantiosos.

Sector E, se alcanza por última vez la cota de 1,90 m en las proximidades de la localidad de Molins, debido a la desembocadura en el Segura, a través del azarbe de Hurchillo, de caudales procedentes de El Reguerón, que han recorrido el flanco meridional huertano.

Conclusión

Parece que, a la vista de lo indicado, los caracteres de la ocupación del territorio tuvieron un papel decisivo para que la inundación de 1879 alcanzara los rasgos catastróficos que la hicieron famosa. Sin duda el calificativo de «diluvio mortífero» que se le ha aplicado (Pardé, 1956) refleja una parte de la realidad. Sin embargo los parámetros físicos del evento, al ser revisados, nos acercan cada vez más a la valoración de la vulnerabilidad que proporciona al territorio una ocupación humana inadecuada, que puede inclinar peligrosamente la balanza hacia una situación crítica.

Resulta evidente, en el caso analizado, que en la extensa superficie sometida al riesgo de inundación, tan sólo en determinados espacios ésta se concretó en una situación verdaderamente catastrófica, conjugando las pérdidas humanas y las económicas. Estos espacios de catástrofe coinciden, sin excepción, con la presencia de núcleos de población y algún tipo de modificación en los caracteres naturales del cauce, a menudo asociada a una finalidad defensiva frente al riesgo. La inadecuación entre el sistema humano de uso y los rasgos de la cuenca determinó estrictamente los ámbitos concretos de crisis.

Frente a estos espacios de catástrofe claramente definidos, la mayor parte del territorio sólo sufre pérdidas agrícolas, que no debieron de ser excesivamente elevadas, dada la época del año en relación con el ritmo de cultivo. Resulta razonable estimar que en la mayor parte del área la inundación aportó un riego extraordinario, aumentó los recursos subterráneos e incluso favoreció la renovación de la fertilidad del suelo mediante la enorme masa de sedimentos aportados, de manera que a medio plazo sus efectos fueron sin duda beneficiosos.

La presencia de infraestructuras de defensa, que advierte de la conciencia del riesgo, muestra también su carácter limitado, al proporcionar seguridad hasta un umbral determinado. El riesgo así asumido lleva consigo una intensa ocupación del área y, por tanto, la posibilidad de que aumente considerablemente el carácter calamitoso de un acontecimiento posterior de dimensiones no previstas. Esta incertidumbre, hasta el momento sólo abordable mediante procedimientos estadísticos, convierte en círculo vicioso la protección contra inundaciones, cuando se fía exclusivamente a la eficacia de las obras de defensa instaladas.

BIBLIOGRAFÍA

- BARCO, J.; SAN JUAN, V.; CARRETERO, E.; VIDAL, J. R. y RODRIGÁNEZ, C. (1881): *Croquis de la zona inundada en la huerta de Murcia y provincia de Alicante el 15 de octubre de 1879*. Establecimiento Tipográfico de La Paz, Murcia.
- BAUTISTA MARTÍN, J. (1989): «Las avenidas de la cuenca del Segura y los Planes de Defensa». En *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*, Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 469-482.
- CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (1969): «La huerta de Murcia y las inundaciones del Guadalentín», *Papeles del Departamento de Geografía*, 1, Universidad de Murcia, pp. 111-138.
- CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (1997): «Las transformaciones de los espacios urbanos fluviales en zonas áridas: lecciones de la cuenca del Segura», *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 31, Universidad Autònoma de Barcelona / Universidad de Gerona.
- CAPEL MOLINA, J. J. (1990): «Ciclogénesis violenta en el Mediterráneo. La inundación de Málaga de noviembre de 1989». *Papeles de Geografía*, 16. Universidad de Murcia, pp. 9-34.
- CARTE, A. (1971), «Raindrop spectra in Pretoria». *South Africa Geographical Journal*, 53. 100-3.
- CONESA GARCÍA, C. (1995): «Torrential Flow Frequency and Morphological Adjustments of Ephemeral Channels in South-East Spain», en E. J. Hickin (Ed), *River Geomorphology*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, ch. 9, 169-192.
- GALLEGO, F. (1995): *Situaciones del flujo mediterráneo y precipitaciones asociadas. Aplicación a la predicción cuantitativa en la Cuenca del Segura*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, 422 p.
- GIL OLCINA, A. (1968): «El régimen del río Guadalentín». *Saitabi*, Universidad de Valencia, XVIII, 163-181.
- GIL OLCINA, A. (1989): «Causas climáticas de las riadas». En *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*, Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 15-30.
- HOUZE, R. A., HOBBS, P. V., PARSONS, D. B. & HERZEG, P. H. (1979), «Size distribution of precipitation particles in frontal clouds». *Journal of Atmospheric Science*, 36: 156-62.
- HUDSON, N. W. (1965), «The influence of rainfall on the mechanics of soil erosion with particular reference to Southern Rhodesia»: MSc Thesis, University of Cape Town.
- KEITH, R. (1982): *Rivers, form and process in alluvial channels*. Methuen, London, 56-66.
- KOWAL, J. M. & KASSAM, A. H. (1976), «Energy load and instantaneous intensity of rainstorms at Samaru, northern Nigeria». *Tropical Agriculture*, 53: 185-97.
- KOUWEN, N. (1988): «Field estimation of the biomechanical properties of grass». *Journal Hydraul. Res.*, 26(5), 559-568.
- KOUWEN, N. (1992): «Modern approach to design grasses channels». *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Vol. 1, No. 5, 733-743.
- KOUWEN, N. & LI, R. M. (1980): «Biomechanics of vegetated channel linings», *Journal Hydr. Div., ASCE*, 106 (6), 1085-1103.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1973): *La Vega Alta del Segura: clima, hidrología y geomorfología*. Universidad de Murcia, Dpto. de Geografía, 288 p.

- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. *et al.* (1988): *Geometría de cuencas fluviales: las redes de drenaje del Alto Guadalentín*, Proyecto LUCDEME IV, ICONA, Monografías 50. Madrid, 233 p.
- Memoria de la Junta de Senadores y Diputados... para la distribución de socorros a las comarcas inundadas de las provincias de Alicante, Almería y Murcia* (1883) Madrid, Imprenta y Litografía de Nicolás Gonzalez, 186 p.
- Memorias escritas por la Comisión de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos e Ingenieros Agrónomos...* (1880), Murcia, Establecimiento Tipográfico de La Paz, 37 p.
- MORGAN, R. P. C., MORGAN, D. D. V. & FINNEY, H. J. (1984): «A predictive model for the assessment of soil erosion risk». *Journal of Agricultural Engineering Research*, 30, 245-53.
- MULA GÓMEZ, A. J., HERNÁNDEZ FRANCO, J. y GRIS MARTÍNEZ, J. (1986): *Las obras hidráulicas en el Reino de Murcia durante el Reformismo Borbónico. Los reales pantanos de Lorca*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Murcia, 268 p.
- MORISAWA, M. (1985): *Rivers*, Geomorphology Texts. Longman, London, 37-88
- NAVARRO HERVÁS, F. (1991): *El sistema hidrográfico del Guadalentín*, Cuadernos Técnicos 6, Conserjería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Murcia, 235-256.
- OLCINA CANTOS, J. (1994): *Riesgos climáticos de la Península Ibérica*. Libros Pentha-lon/Acción Divulgativa S. L., Madrid, 440 p.
- ONAGA, K., SHIRAI, K. & YOSHINAGA, A. (1988): «Rainfall erosion and how to control its effects on farmland in Okinawa». In S. Rimwanich (ed), *Land conservation for future generations*. Bangkok, Department of Land Development: 627-39.
- PARDÉ, M. (1956): «Sobre los coeficientes y déficits de desagüe de las grandes crecidas», *Geographica*, 9-12, Universidad de Zaragoza.
- QUEREDA SALA, J. (1989): «Las interacciones atmósfera-océano en la climatología del Mediterráneo Occidental», En *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*, Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 67-88.
- STYCZEN, M., HOGH-SCHMIDT, K. (1988), «A new description of splash erosion in relation to raindrop sizes and vegetation». In R. P. C. Morgan and R. J. Rickson (eds), *Erosion assessment and modelling. Commission of the European Communities Report* No. EUR 10860 EN: 147-84.
- TRACY, F. C., RENARD, K. G. & FORGEL, M. M. (1984), «Rainfall energy characteristics for southeastern Arizona». In *Water today and tomorrow*. New York, Irrigation and Drainage Division ASCE: 559-66.
- ZANCHI, C. & TORRI, D. (1980), «Evaluation of rainfall energy in central Italy». In M. De Bo-odt and D. Gabriels (eds), *Assessment of erosion*. London, Wiley: 133-42.

RESUMEN: Este artículo constituye una nueva aproximación en el análisis de la castrófica inundación ocurrida los días 14 y 15 de octubre de 1875 en la cuenca del Guadalentín y vegas media y baja del Segura, dedicando especial atención a esta última, por su extraordinaria gravedad y mayor grado de información. En primer lugar se describe la trascendencia del suceso dentro de los ámbitos científico, político y socio-económico, así como la magnitud del mismo, valorada en términos de daños materiales y efectos geo-

morfológicos. A continuación se estudian los factores físicos que contribuyeron a la catástrofe, haciendo una revisión de los datos pluviométricos e hidrológicos existentes y deduciendo otros nuevos (energía cinética de la lluvia, erosividad pluvial, obtención de parámetros hidráulicos por los métodos de Manning y MEI). Finalmente se muestra la situación de la cuenca ante el riesgo, destacando los efectos derivados de las obras de defensa y de otras infraestructuras como un claro indicador de la fragilidad de este medio impuesta por el hombre.

ABSTRACT: This article constitutes a approach in the analysis of the catastrophic flood occurred on october 1875 in the Guadalentin Basin and Lower Segura river. In first place, event implications within scientist, political and socioeconomic contexts areis described, as well as the magnitude of the same, valued in terms of material damages and morphological effects. Next the physical factors that contributes to the disaster are studied, revising the pluviometric and hydrological data and deducing another new (kinetic energy of the rain, rainfall erosivity, hydraulic parameters for the methods of Manning and MEI). Finally the situation of the basin in relation to the risk is shown, emphasizing the effects derived of the works of defense and other civil structures like an clear indicator of the environmental fragility imposed for the human action.