

Estudio de las crecidas en la cuenca del río Pancrudo y su influencia en las del Jiloca

Chabier de Jaime Lorén

RESUMEN. Se estudia el comportamiento hidrológico en situaciones de avenida en el río Pancrudo a partir de los datos de la estación de aforo en Navarrete del Río y se analiza su influencia en las crecidas en el río Jiloca. Se establecen los factores que determinan la notable frecuencia de aguas altas y su extraordinario caudal en situaciones extremas. Aunque existe un control climático, también existen factores topográficos, litológicos y relacionados con la cubierta vegetal que también contribuyen a las avenidas. Palabras clave: Río Pancrudo / Río Jiloca / avenidas / factores ambientales.

ABSTRACT. We study the Pancrudo river hydrological behavior in flood situations using the information from gauging station in Navarrete del Rio and how it influences Jiloca river freshets. The factors that determine the high frequency of floods and sharp level rises in extreme situations are established in this study. Although there is climate control, there are topographical, lithological and related to vegetation cover factors that also contribute to floods. Key words: Pancrudo river / Jiloca river / floods / environmental factors.



Río Pancrudo en la vega de Cutanda.



Los Tollos de Navarrete.

1. Introducción

Una avenida es un fenómeno hidrológico consistente en un incremento en el nivel de un curso de agua significativamente mayor al caudal medio de éste. Se produce por la recepción de un volumen hídrico tal que supera su capacidad de almacenamiento, desagüe e infiltración (MARTÍNEZ *et. al.*, 1987). Como consecuencia tiene lugar un ascenso en el nivel del agua y, en ocasiones, su desbordamiento inundándose los terrenos próximos.

Las avenidas, también conocidas como riadas, crecidas o aguas altas, son procesos naturales que acontecen de forma periódica y que ejercen una gran influencia en el modelado del relieve en aquellas zonas donde son frecuentes por la gran capacidad de erosión, transporte y sedimentación que presentan los ríos. Esta capacidad de acción geomorfológica es capaz de modificar rápida e intensamente el biotopo de los ecosistemas fluviales lo que favorece los procesos dinámicos y a las comunidades adaptadas a los mismos. Los efectos geológicos y ecológicos tienen lugar tanto en la propia cuenca hidrológica del curso de agua como en el litoral costero próximo al lugar donde desembocan esas aguas.

En función de los factores que las determinan, las avenidas pueden ser de dos tipos: permanentes (o continuas) y momentáneas (o discontinuas).

Las crecidas permanentes tienen bajos periodos de retorno (tiempo que tarda en producirse una avenida de determinada magnitud) y una alta probabilidad de ocurrencia (probabilidad de que en un año tenga lugar una riada de las mismas características). Están controladas por las características de la cuenca.

Las crecidas momentáneas tienen, por el contrario, periodos de retornos elevados y una probabilidad de ocurrencia muy pequeña. Su factor determinante es el clima. Son características de la región Mediterránea ámbito en la que se producen intensas y muy localizadas precipitaciones en un breve periodo con una frecuencia esporádica e irregular.

El desarrollo de estas avenidas viene determinado por las características de las tormentas (frecuencia, velocidad, tamaño y modelo de precipitación), la capacidad de intercepción por la cubierta vegetal, el grado de evaporación, la capacidad de almacenamiento hídrico en el suelo y en las rocas, así como el grado de infiltración del terreno.

El ser humano históricamente ha ocupado las llanuras de inundación por el fácil acceso al agua, la fertilidad de las tierras y las adecuadas condiciones para abrir vías

de comunicación. Al instalarse en las vegas compite con el río por su dominio a costa de un alto riesgo por la pérdida de vidas humanas y de bienes durante las inundaciones que acompañan a las crecidas.

Al mismo tiempo, la enorme capacidad transformadora del medio por el ser humano ha creado unas condiciones que favorecen el desarrollo de las avenidas, produciéndose con mayor frecuencia e intensidad. Algunas actuaciones causantes han sido la deforestación y ciertas prácticas agrícolas, en especial, pero también la urbanización o las canalizaciones de los ríos. Por otra parte, los sistemas de regulación de los cursos de agua (embalses) han permitido laminar las avenidas lo que ha reducido la frecuencia e intensidad de las inundaciones.

En la cuenca del Jiloca, por su situación en la vertiente mediterránea, las avenidas también han sido un rasgo que caracteriza el funcionamiento de sus sistemas fluviales. Estos cursos de agua, unos más regulares (Jiloca y Pancrudo) y otros más esporádicos (ramblas, barrancos y arroyos), presentan esporádicos episodios de aguas altas que son el resultado de sus características climáticas, geológicas (litología y geomorfología) y el uso antrópico del territorio debido a su incidencia en la cubierta vegetal y el relieve (DEL VALLE, J. *et. al.*, 2007). Algunas de las crecidas han sido de tal intensidad que han ocasionado graves daños, sobre todo en los tramos medios y bajos de la cuenca. Por ello, la cuenca del Jiloca ha sido incluida entre las zonas con problemas por inundación establecida en el “Informe General sobre las inundaciones en España” elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo en 1985.



Noguera soterrada por los arrastres de una avenida en Villanueva de Jiloca (Archivo: C.E.D.).



Hundimiento del puente del ferrocarril sobre el río Pancrudo en 1904. Luco de Jiloca. (Archivo: C.E.J.).

Algunas de las inundaciones forman parte ya de la cultura popular en la comarca, como es el caso de la que se produjo el 22 de junio de 1904 tras una intensísima tormenta en la cabecera de la cuenca del Pancrudo que originó la rotura del puente del ferrocarril en su desembocadura en el Jiloca (Entrambasguas) al paso de un tren de pasajeros. Esta catástrofe ferroviaria, al año de abrir la línea Calatayud-Valencia, ocasionó la muerte de cinco personas y una conmoción social que tuvo su eco en la prensa española y que quedó grabada en la historia local (MARTÍN & MARTÍN, 1998).

En ocasiones, en la toponimia popular se plasman con rotundidad los rasgos del medio físico. El río Pancrudo, también conocido en el ámbito local como río Navarrete, tiene una denominación menos conocida pero muy elocuente: el río Matapanizos.

2. Objetivos

En el siguiente estudio se pretende:

- Caracterizar el régimen hidrológico de las avenidas en la cuenca del Pancrudo.
- Establecer los factores que favorecen el desarrollo de las avenidas del Pancrudo.
- Determinar la influencia de las crecidas del río Pancrudo en las del río Jiloca.

3. Material y métodos

3.1. Características de la cuenca del Pancrudo

3.1.1. Situación geográfica

La cuenca del río Pancrudo se encuentra situada entre la depresión del Jiloca (Calatayud-Teruel) y la rama Aragonesa de la cordillera Ibérica, con la que conecta a través de las sierras de Fonfría y de Lidón.

El río Pancrudo es el principal afluente del Jiloca. Recoge las aguas de las sierras de Fonfría, de Lidón y de otras pequeñas formaciones montañosas que delimitan su cuenca. Tiene una superficie total de aproximadamente 468 km².

Nace en el término municipal de Pancrudo a 1.260 m. de altitud y desemboca cerca de Luco de Jiloca (T.M. de Calamocha) a 850 m. El punto más elevado es el monte Pelarda (1.510 m.s.n.m.) situado cerca del puerto de Fonfría. La mayor parte del territorio se encuentra situado en un rango de altitudes comprendido entre los 1.000 y los 1.300 m.

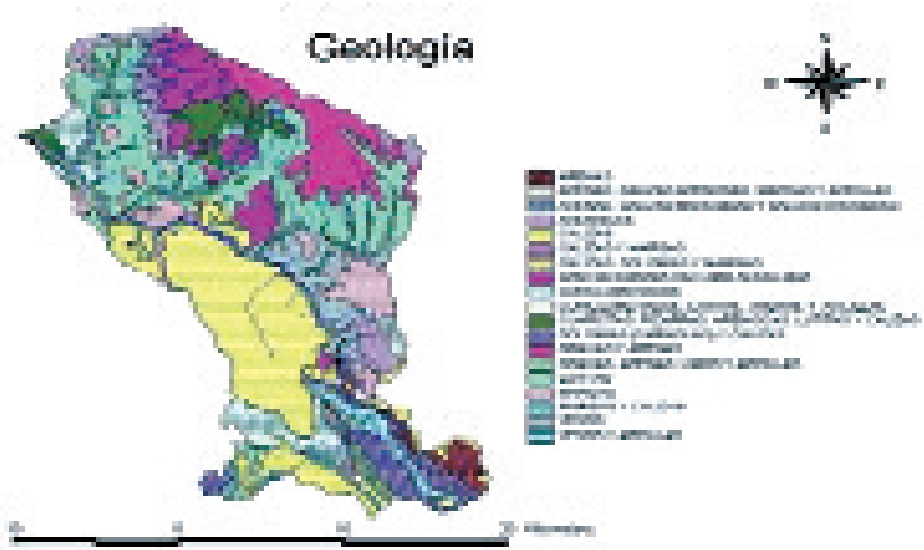
3.1.2. Litología

La mayor parte de los materiales terrestres que afloran en la cuenca del Pancrudo son rocas sedimentarias depositadas a lo largo del Terciario aunque existen rocas metamórficas paleozoicas y sedimentos cuaternarios en el fondo del valle.

Junto a la desembocadura del Pancrudo sobre el Jiloca y también en un enclave localizado de la zona central (Valverde y Collados), la erosión ha dejado al descubierto pizarras cámbricas. Son poco representativos en cuanto a su extensión territorial.

Por otra parte, en la sierra de Lidón que hace de divisoria con la cuenca del Alfambra y que forma la cabecera de la del Pancrudo, la erosión fluvial ha exhumado arcillas triásicas y calizas jurásicas y cretácicas.

En la parte norte hay arenas, limos y conglomerados con arcillas rojas paleógenas en la divisoria con el Huerva en la sierra de Fonfría. En un amplio sector que ocupa la mayor parte de la cuenca y que comprende el resto del sector sur, casi todo el oeste y buena parte del este el río se ha abierto paso en unos gruesos paquetes de calizas y margas neógenas. En amplias zonas localizadas en el sector oriental afloran margas yesíferas que también son neógenas.



Mapa litológico de la cuenca del Pancrudo.

Por último, en el fondo del valle se acumulan diversos sedimentos cuaternarios formados por limos, arenas y arcillas procedentes de la erosión de los relieves más pronunciados y conforman una terraza fluvial. Al pie de la sierra de Fonfría se han formado extensas rañas y glasis constituidos por materiales detríticos silíceos depositados durante el Cuaternario.

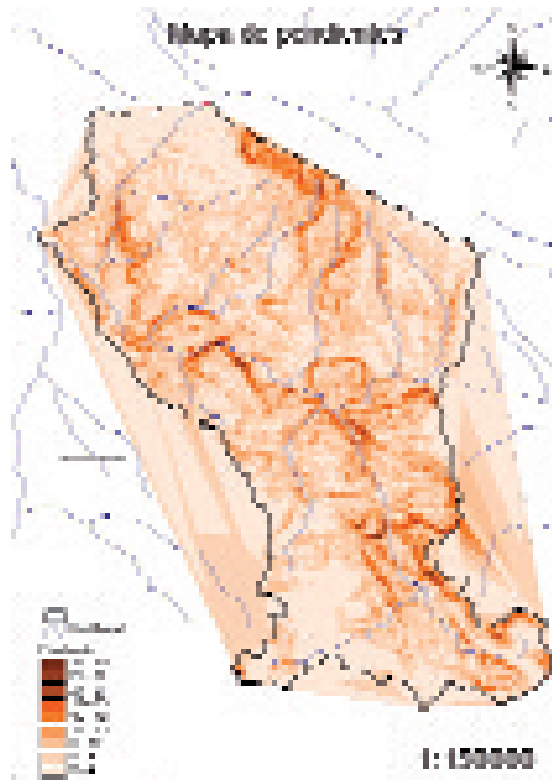
3.1.3. Geomorfología

La mayor parte de la cuenca del Pancrudo está formado por una red de barrancos de incisión lineal. Se extiende por las sierras orientales formadas por materiales detríticos silíceos paleógenos (sierra de Pelarda-Fonfría), sobre las zonas altas que cierran por el sector S. y SO. compuestas materiales carbonatados (estribaciones de la sierra de Lidón), así como en los reducidos afloramientos de pizarras paleozoicas. En algunos enclaves donde predominan las arenas, margas y arcillas sin consolidar se forman cárcavas.

Cuando la erosión ha exhumado los bancos calizos neógenos sin plegar se forman muelas en cuyos márgenes hay escarpes de variadas dimensiones. En algunos materiales carbonatados mesozoicos de la cabecera de la cuenca que se vieron afectados por la orogenia Alpina se aprecian crestas y superficies de erosión.



Barranco de Valhondo y muelas de Lechago.



Mapa de pendientes en la cuenca del Pancrudo (elaboración Fernando Herrero).

En el fondo de los barrancos de incisión lineal hay valles de fondo plano. Estas formas deposicionales coinciden con la red de ramblas de funcionalidad estacional. El fondo del valle del Pancrudo presenta una llanura de inundación de anchura hectométrica.

En la imagen siguiente se expresa la distribución de las pendientes en el conjunto de la cuenca del Pancrudo:

- a) Sierra de Fonfría: pendientes notables y sustratos detríticos silíceos poco consolidados.
- b) Escarpes del tramo medio: relieve tabular con vertientes notables en laderas con margas.
- c) Aljezares de Torre los Negros: margas yesíferas con largas e inclinadas pendientes.
- d) Montes de Alpeñés: calizas jurásicas y yesos triásicos.

3.1.4. El clima

La reducida extensión del valle del Pancrudo en relación a las cuencas vecinas (Jiloca y Huerva) puede hacer pensar que en toda ella se den unas características climáticas uniformes no llegando a identificarse ambientes climáticos claramente diferenciados. Sin embargo, las variaciones en altitud desde los 850 m. en su desembocadura hasta los 1.458 de los altos páramos de su cabecera y los 1.510 de la sierra de Fonfría permiten establecer un gradiente que tendrá su expresión en los parámetros climáticos.

El clima de la cuenca del Pancrudo podría encuadrarse dentro de los climas templados del interior peninsular. Es decir, un mediterráneo moderadamente cálido matizado por importantes rasgos continentales, que presenta inviernos secos exceptuando las zonas más altas de la cuenca donde se atenúa ésta sequedad. Bajo un punto de vista bioclimático es un clima supramediterráneo seco (SAZ, 2001).

En la cuenca del Pancrudo hay cinco estaciones en las que se recogen los datos pluviométricos: Alpeñés, Barrachina, Godos, Portalrubio y Torre los Negros. Fuera de la cuenca, aunque casi en su divisoria, también se disponen de registros de precipitaciones en Bañón. Así mismo, en Luco de Jiloca se tienen datos de pluviometría y además de temperaturas. En todos ellos, la serie de años registrados no es suficiente para poder caracterizar el clima de este territorio.

Para ello, se han empleado los registros de la estación meteorológica de Calamocho, situada fuera de la cuenca del Pancrudo pero a menos de dos kilómetros de la misma,

en la que además se dispone de información de insolación y viento. En ella, la serie de datos suficientemente larga.

El valle del Pancrudo es una pequeña cuenca enclavada dentro de la Rama Oriental (o Aragonesa) de la cordillera Ibérica. Su orografía no presenta ni una elevación ni un vigor excepcional ni su topografía se muestra muy accidentada. Sin embargo estas modestas montañas sí que son capaces de matizar el clima en relación con el de la depresión del Jiloca, donde se ubican las estaciones meteorológicas de Bañón, Luco de Jiloca y, especialmente la principal referencia: Calamocha.

Para complementar la información se ha empleado la cartografía climática de la provincia de Teruel (PEÑA *et. al.*, 2002) y de Aragón (CABRERA *et. al.*, 2009) de donde se pueden inferir datos indirectos y no tan precisos.

En Calamocha la temperatura media anual es de 10,5 °C. En la parte más baja de la cuenca del Pancrudo, en las inmediaciones de su desembocadura en el Jiloca, este valor térmico supera ligeramente los 11 °C como consecuencia de la menor altitud y la influencia de las masas de aire que ascienden desde el Bajo Jiloca. En una amplia parte de la cuenca del Pancrudo que incluye casi todo el sector bajo y medio, la temperatura media anual se sitúa entre los 10 y los 11 °C.

Por último, las zonas más altas de la cuenca, como es la cabecera en los páramos de Pancrudo (divisoria con la del Alfambra) y en la sierra de Pelarda-Fonfría (divisoria con la del Huerva) los valores descienden, encontrándose ya entre los 9 y los 10 °C.

Estos valores no tienen una gran significación ya que no recogen uno de los rasgos térmicos más característicos de este territorio como son las importantes oscilaciones estacionales y diarias, consecuencia de su carácter continental.

Junto a la fuerte oscilación, más que las temperaturas medias, el rasgo térmico más definitorio lo configuran las mínimas, y dentro de ellas, los días de helada. Estas heladas son más frecuentes de lo que correspondería por altitud, tienen una larga duración (hasta cuatro meses libres de heladas) y son de gran intensidad (un tercio de ellas dan valores por debajo de -5).

La amplitud térmica media se sitúa en 17,1 °C, valor muy elevado e indicativo del clima continental. Estos contrastes térmicos se dan todos los meses del año, pero en los meses de verano se acentúan mucho más los diurnos. Muy expresivos resultan los valores extremos que ofrecen una oscilación extrema anual de 59 °C.

Las **precipitaciones medias anuales** se sitúan entre los 400 mm, en las zonas bajas de la cuenca (415 mm. en Calamocha o 423 mm. en Luco de Jiloca) y los 600 mm. en las zonas más altas de las sierras que la delimitan (515 mm. en Torre los Negros, 589 mm. en Alpeñés y 591 mm. en Portalrubio).

Para Calamocha se observa una notable variabilidad interanual. Este parámetro puede estimarse relacionando la desviación estándar de las precipitaciones de los respectivos años con la precipitación media anual y expresándose en tanto por ciento. En la mayor parte de la cuenca del Pancrudo, presenta valores comprendidos entre el 22 y 24%, sin embargo, en las cuencas próximas del Martín y del Jiloca estos ya se encuentran entre el 24 y el 26%, indicador del incremento de mediterraneidad, y por tanto de irregularidad pluviométrica, de dichos valles. En cualquier caso, suele ser máxima para el invierno, estación en la que las precipitaciones son más inciertas.

La zona aparece caracterizada por un régimen de precipitaciones de tipo mediterráneo, con máximos equinociales (la primavera concentra alrededor de un 35% y el otoño un 30% del volumen anual) y mínimos en invierno y en verano (15 y 20% respectivamente). Se trata pues de un régimen mediterráneo modificado y marcado en gran medida por la continentalidad, ya que el mínimo absoluto lo da el invierno por la influencia del anticiclón ibérico.

El número de días con precipitaciones oscila entre 60 y 70. Estos valores son algo más altos de los esperables a juzgar por su posición geográfica y parecen estar relacionados con la alta frecuencia de fenómenos convectivos.

El grado de concentración de la precipitación es un parámetro climático de gran interés para explicar el fenómeno de las avenidas en la cuenca del Pancrudo. Se obtiene calculando la proporción que suponen las diez jornadas de mayores precipitaciones en relación con el total anual de precipitación. Es, en definitiva, un índice de la mediterraneidad pluviométrica. En el valle del Pancrudo, el porcentaje de los diez valores máximos de precipitación caída en 24 horas respecto de la media anual se encuentra entre el 44 y el 46%. Este dato, sin ser tan acusado como en otras comarcas aragonesas, apunta la notable concentración de las precipitaciones.

El volumen máximo de precipitación caída en 24 horas es un dato de gran interés para evaluar la capacidad erosiva de las aguas salvajes y predecir el desarrollo de riadas en la cuenca. La mayor parte de la cuenca del Pancrudo ofrece valores comprendidos entre los 90 y los 100 mm caídos en 24 horas (periodo 1970-2000). La corta serie de datos aportados desde la red de estaciones ubicadas en ella ya apuntan registros de 62 mm/día en Godos, 70 mm/día en Barrachina y 77 mm/día en Bañón.

La lluvia es el meteoro principal, puesto que la nieve es poco frecuente debido a la escasez de borrascas invernales. Los días de nieve tienen frecuencias anuales de 2,4 días, siendo ligeramente mayores en las sierras y zonas más altas de la cuenca, con una probabilidad máxima entre diciembre y febrero.

La estabilidad atmosférica de los meses más fríos favorece la formación de nieblas en el fondo del valle. Las precipitaciones en forma de granizo también son escasas, tienen frecuencias anuales de 2,4 días, especialmente concentrados en los meses de mayo a julio.

La media anual de días tormentosos es de 22,9 días con una distribución que puede comprender todos los meses del año, aunque principalmente los meses estivales. Las lluvias veraniegas son principalmente tormentosas suponiendo un importante aporte en muchos casos, estando la máxima frecuencia entre mayo y septiembre.

El carácter seco del clima de este territorio que expresan las precipitaciones se justifica aún más si se tienen en consideración las temperaturas y las pérdidas de agua por evaporación del suelo y por transpiración a través de las plantas.

Los vientos dominantes son el frío cierzo que viene del Norte y Noroeste, el cálido y seco bochorno que procede del Sur en verano y el frío regañón que llega del Oeste (castellano).

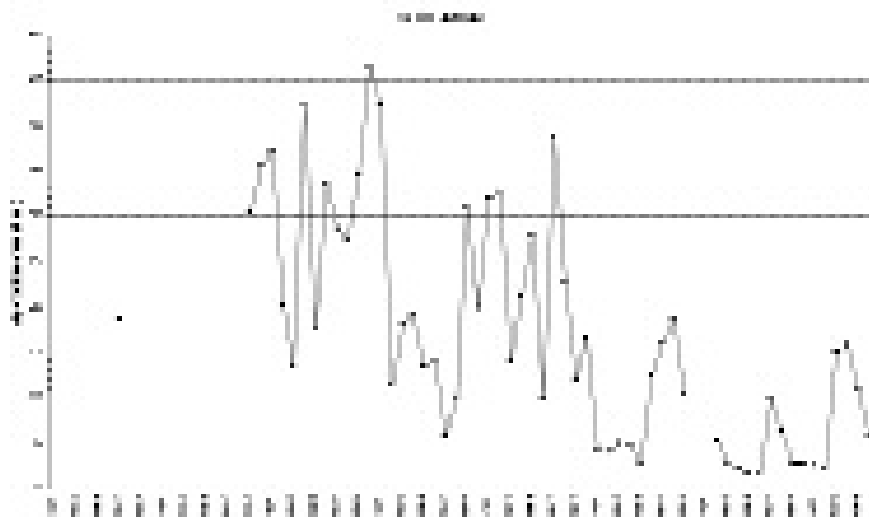
Al analizar series largas de datos climáticos pueden apuntarse tendencias de lo que pueden ser cambios climáticos. En el valle del Pancrudo se observan descensos en las precipitaciones, que oscilan entre el 12 y el 15% por década para el periodo 1950-2002, siendo mayores los producidos en otoño y en invierno. Las temperaturas medias anuales muestran una tendencia al incremento de 0,10-0,15 mm./década en la mayor parte de la cuenca que se hace del 0,15-0,20 mm./década en la sierras nor-orientales, para datos del periodo 1950-2002, siendo mayor en verano e invierno, que en primavera y otoño.

3.1.5. Hidrología

El río Pancrudo es el principal afluente del Jiloca, cuyas aguas se suman primero a las del Jalón y después al Ebro por su margen derecha. Tiene una longitud de 45 km. Recoge la mayor parte de las aguas de las sierras de Fonfría-Pelarda, de Lidón y otras pequeñas formaciones montañosas que delimitan su cuenca por el Este, Sur y Oeste. Tiene una superficie total de aproximadamente 468 km². La suma de la longitud de los diferentes cursos de agua (ramblas y arroyos) que alimentan al Pancrudo y que se distribuyen por su cuenca alcanza 194 km. lineales.

El río Pancrudo presenta un único aforo en Navarrete del Río. Aporta al Jiloca 16,81 hm³ anuales (periodo entre 1930/31 y 2005/06) mediante un módulo anual de 0,54 m³/s y un caudal específico de 1,56 L/km²/s.

Presenta una acusada irregularidad interanual como corresponde a un río cuyo régimen se debe al marco climático mediterráneo. Su aportación anual ha oscilado entre los 1,24 hm³ del año 1994/1995 y los 46,28 hm³ del 1959/60.



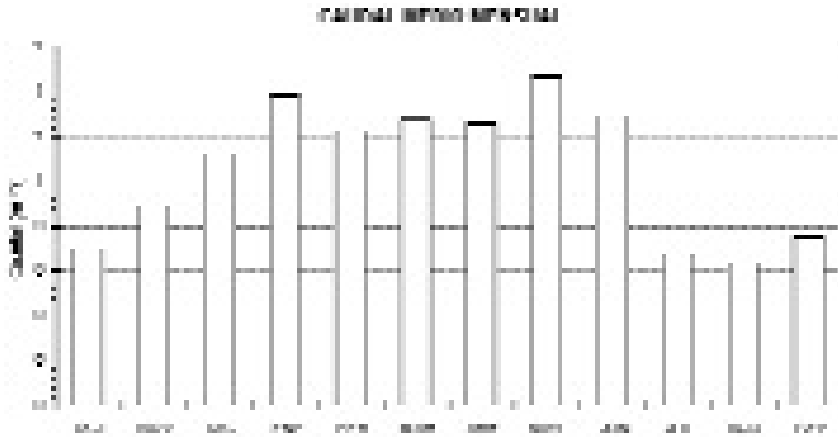
Gráfica de la variación interanual de la aportación del río Pancrudo (Fuente: C.H.E.).

Al mismo tiempo su caudal también muestra una notable variación estacional, con aguas altas desde diciembre a junio y un mínimo estival que se extiende hasta bien entrado el otoño. Las precipitaciones torrenciales de primavera y verano originan crecidas de notables proporciones.

La alimentación kárstica de la cabecera del Pancrudo y la ausencia de extracciones para regadío hacen que los estiajes sean poco frecuentes en el tramo alto del río. En el tramo medio sigue recibiendo agua del acuífero y desde algunos arroyos deudores pero el inicio de la irrigación en la vega de Torre los Negros acentúa los estiajes desde Barrachina hasta Navarrete del Río.

Recibe varios arroyos y ramblas desde barrancos laterales.

Por la margen izquierda se alimenta de La Rambla, curso estacional que drena los páramos de Corbatón, y del río Cosa, uno de los afluentes más regulares.



Histograma de la variación mensual en el caudal medio del río Pancrudo en la estación de Navarrete del Río (Fuente: C.H.E.).

Por la margen derecha, le llegan aguas desde la sierra de Fonfría a través de una serie de riachuelos, como la rambla del Monte (que desciende del puerto de Mínguez), un conjunto de pequeñas ramblas (Zarzuela, Chorrillo, Povar y la del Monte) que descienden del monte de Fuenferrada hacia Torre los Negros y la rambla del Pinar (lo bastante regular como para albergar varios molinos) que recoge aguas del monte de Torrecilla del Rebollar; junto a Barrachina llega la Riera de Nueros o río de Pelarda y, algo más abajo, el barranco del Regajo que recoge agua de los montes de Olalla y Cutanda; en Lechago desemboca la gran rambla de Cuencabuena que tiene una notable extensión y que recoge las aguas de las estribaciones occidentales de la sierra de Fonfría (Valverde, Collados, Cuencabuena).

3.1.6. *Cubierta vegetal*

La vegetación actual dista mucho de la etapa clímax como consecuencia de la intensa y secular acción humana para la obtención de tierra de cultivo, pastos y combustible (DE JAIME, 2009). Así pues, los ecosistemas forestales se han reducido en extensión, han modificado su estructura y su funcionamiento, siendo sustituidos por estadios inmaduros de la sucesión ecológica (eriales, pastizales, matorrales) o transformados completamente en ecosistemas agrarios de carácter artificial.

3.1.7. *Usos humanos del territorio*

El poblamiento humano del valle del Pancrudo es muy antiguo a juzgar por la presencia de yacimientos arqueológicos lo que se ha traducido en un intenso aprovechamiento de los recursos naturales que ofrece el territorio.

Los bosques originales fueron talados y roturados para conseguir tierras de labor y pastizales para la ganadería extensiva quedando relegados los restos forestales a las zonas altas y donde se presentan como densos matorrales subarbóreos.

Buena parte de las vertientes está cubierta por lastonares, tomillares y aliagares con herbáceas vivaces bien adaptadas a la intensa insolación y a las condiciones de xericidad que predominan. El ganado ovino en régimen extensivo y el fuego del pastor ha mantenido estas series vegetales impidiendo su evolución hacia fases más maduras.

En aquellas vertientes donde las pendientes se suavizan o bien en aquellas más inclinadas pero tras la creación de bancales, las tierras se dedicaron a la agricultura de secano. Este uso del suelo se extiende por la zona baja y media de las laderas de todo el valle conectando los restos forestales y los pastizales con la vega. Predominan las parcelas de media extensión y que están muy adaptadas al relieve donde se cultiva en régimen extensivo tanto cereal como leguminosas forrajeras. Muchas parcelas están en bancales o tienen ribazos poblados de herbáceas (sin pared) para aminorar las pendientes.



Bancales recientemente abandonados entre Lechago y Cuencabuena.

El fondo del valle también fue roturado y drenado para su puesta en cultivo dedicándose a la agricultura de regadío tras la construcción de las correspondientes infraestructuras hidráulicas. Antaño tuvieron importancia el cáñamo textil, la patata, los frutales y la remolacha azucarera, pero en las últimas décadas se imponen aquellos cultivos que requieren menos dedicación como el cereal, el girasol y la populicultura de chopos híbridos.

3.2. Metodología

El estudio de las avenidas en la cuenca del Pancrudo se ha basado en dos tipos de fuentes documentales:

3.2.1. Publicaciones de época

Se ha recabado información publicada en periódicos sobre noticias de inundaciones en la cuenca en épocas previas a la existencia de mediciones de caudal. Se han encontrado dos referencias:

- El periódico madrileño “La Esperanza” con fecha del 17 de septiembre de 1845 informa de una riada catastrófica para los vecinos de Lechago:

“A las 12 del día 8 del que rige un nublado descargó tan copiosa lluvia en el término de Lechago, acompañada de truenos y relámpagos tan horrosos que los vecinos por no atreverse a salir de sus casas veían con dolor desaparecer los cáñamos y otras producciones agrícolas que existían en la vega, arrastrados por el agua que de todas partes bajaba a torrentes, en términos de convertir la comarca en un Océano, llegando en las habitaciones bajas de las casas el agua al pecho, y arrojando peligros muchos vecinos, pudieron salvar casi o nada de sus animales domésticos: a la media hora el viento Este que había reinado se mudó en Norte y la lluvia se convirtió de repente en granizo extraordinariamente abundante. Los daños que ha ocasionado la tempestad no pueden calcularse aún, pero son muy considerables. Con esto y con que el ataque al pueblo de Lechago el sistema tributario, tienen con que divertirse”.
- El “El Noticiero” de 25 y 26 de junio de 1904 y “Heraldo de Aragón” de los días 24 al 27 de junio del mismo año. En ambos se recoge información remitida por reporteros allegados a la desembocadura del río Pancrudo sobre el accidente ferroviario de la línea Calatayud-Valencia que tuvo lugar como consecuencia del paso de un convoy sobre este río en la avenida que aconteció el 22 de junio de 1904. La información más relevante para el presente estudio ha sido extraída por Agustín Martín. Es la siguiente:

“Ese día una gran tormenta produjo una crecida repentina (quizá la más extraordinaria de las que se tienen referencia) del río Pancrudo. Apenas duró 15 horas, pero sus efectos fueron devastadores. Ya en cabecera, en el (actual) puente de la N-211, aguas arriba de Torre los Negros, la corriente alcanzó 3 m. sobre la altura del cauce, lo cual llevó a estimar un caudal de 330 m³/s. Allí saltó el agua sobre un viejo azud, llegando hasta el camino de Alpeñés”.

3.2.2. Estaciones de aforo

Se han consultado los datos de aforo de Navarrete del Río (Estación 41) de la Confederación Hidrográfica del Ebro. La serie de datos es incompleta entre 1930/31 y 1941/42, se interrumpe desde entonces hasta 1948/49 y, desde este año ofrece continuidad hasta la fecha (con alguna breve interrupción en el periodo 1989/91).

Los datos corresponden a los niveles medios diarios. No se ha podido consultar los niveles máximos diarios, lo que resultaría de gran interés ya que las avenidas de ciertos ríos, como el Pancrudo, pueden mostrar fuertes variaciones horarias en una misma jornada. Es decir, los datos no serán las puntas reales de la riada, sino el promedio de 24 horas.

Para conocer la influencia de las avenidas del Pancrudo en el Jiloca y para comparar regímenes hidrológicos en episodios extremos, se han consultado también los datos de aforo este río en Calamocha (Estación 42) y en Daroca (Estación 10). También son caudales medios diarios. La primera de ambas comienza su andadura en 1930/31 pero ofrece mucha irregularidad y amplias lagunas hasta que se retoma en la década de 1940 con gran regularidad hasta nuestros días. La segunda estación es más veterana pues se inicia en 1912/13 con una serie incompleta hasta 1942, algún año de interrupción y una práctica continuidad desde 1948 hasta 2005/2006.

A efectos de conocer el número absoluto y la magnitud de los sucesos se han aprovechado todos los datos disponibles en las respectivas estaciones. Sin embargo, para realizar comparaciones y valorar la aportación de caudales entre ellos solo se han empleado las de aquellos años que hay series completas o que, al menos, las interrupciones son puntuales.

En este trabajo se ha considerado que un río se encuentra en un episodio de crecida cuando el caudal que lleva en ese momento es superior a cinco veces su caudal medio diario (módulo). Es decir, 2,7 m³/s para el Pancrudo en Navarrete, 15,5 m³/s para el Jiloca en Calamocha y 17,0 m³/s para el Jiloca en Daroca.

4. Resultados

4.1. Número de jornadas con episodios de avenidas

Desde que se inició la estación de aforo E-41 el río Pancrudo ha llevado 352 días un caudal diario superior en cinco veces o más al caudal medio diario. Si se considera que el número total de registros es de 26.049 resulta que el 1,35% de las jornadas este río se haya con una crecida y, en promedio anual, corresponden 4,93 días/año.

En la Estación 42 (Jiloca en Calamocha) se han registrado 119 jornadas con avenidas. Si se tienen en cuenta el número total de datos (24.045) se obtiene una proporción del 0,49% de los casos y una media de 1,80 de avenidas/año.

En la Estación 10 (Jiloca en Daroca), situada aguas debajo de la desembocadura del Pancrudo, da unos valores mayores que en Calamocha aunque algo inferiores a los del Pancrudo. Desde su puesta en funcionamiento se han registrado 271 días de avenida en 32.799 jornadas, es decir, el 0,82% de los casos. Trasladado a un año medio, correspondería 3,01 avenidas/año.



Crecida del Jiloca en Calamocha el 5 de agosto de 2009.

4.2. Número total de episodios de aguas altas

Una avenida puede prolongarse durante varios días en función de la superficie y el relieve de la cuenca, pero sobre todo según el régimen de precipitaciones. En este apartado se indica el número de episodios de aguas altas (mínimo de cinco veces el módulo) con independencia de su duración.

Ahora bien, puede ocurrir que cuando una avenida entra en fase de normalización tras haber tenido lugar su punta, tenga lugar un nuevo aumento de caudales como consecuencia de alguna nueva tormenta en alguna zona de la cuenca; en este caso, se ha considerado que se produce una nueva crecida cuando la segunda supera el caudal de la primera en al menos un 50%.

Este parámetro aporta información sobre la probabilidad de ocurrencia.

Para toda la serie de datos disponibles del Pancrudo en Navarrete se observa que se han producido 90 episodios tormentosos capaces de generar avenidas. Esto supone el 0,34% de los días o lo que es lo mismo 1,26 días/año.

En la estación de aforo del Jiloca en Calamocha se han registrado 9 situaciones atmosféricas independientes capaces de provocar avenidas en 24.045 jornadas. Es decir, desde que esta estación se haya en funcionamiento resulta un 0,03% de los días, lo que referido a jornadas año da un valor de 0,12.

En la estación de aforo del Jiloca en Daroca salen 77 episodios atmosféricos independientes en la serie completa lo que representa el 0,23 % de las jornadas. Es decir, 0,85 días/año.

4.3. Duración de las avenidas

Si en cada estación de aforo se relaciona el número de días en las que el río tiene avenida con el número de crecidas independientes en cuanto a su origen en el tiempo puede calcularse la duración media de cada una. Si durante un episodio de avenida en fase de descenso sobreviene otro pico, se considerará diferente a la anterior si supera el 50% con respecto al mínimo valor de la anterior, siempre que en todos los casos sean valores que igualan o superan al módulo en cinco veces.

Las duraciones medias de las avenidas registradas del Pancrudo en Navarrete son de 3,94 días/avenida, las del Jiloca en Calamocha es de 12,67 días/avenida y, por último, las del Jiloca en Daroca son de 3,5 días/avenida.

Por otra parte, también se pueden agrupar los sucesos para conocer su distribución en cada una de las localidades.

Duración de las avenidas (días)	1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-15	16-20	21-30	31-40	+ 40
Nº de casos en Navarrete	38	27	16	7	2	4	1	1	1	0
Nº de casos en Calamocha	3	5	0	0	0	1	0	0	0	1
Nº de casos en Daroca	39	24	6	2	3	5	0	2	0	0

4.4. Intensidad de las avenidas

A partir de los valores de caudal medio diario de la estación de Navarrete, se han agrupado las jornadas con avenidas:

Caudal en nº de módulos (m ³ /s)	5-10	10-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-54	55-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	+ de 90
	(2,7-5,4)	(5,5-8,1)	(8,2-10,8)	(10,9-13,5)	(13,6-16,2)	(16,3-18,9)	(19,0-21,6)	(21,7-24,3)	(24,4-27,0)	(27,1-29,7)	(29,8-32,4)	(32,5-35,1)	(35,2-37,8)	(37,9-40,5)	(40,6-43,2)	(43,3-45,9)	(46,0-48,6)	(+ de 48,7)
Nº total de días	246	54	16	8	5	3	0	2	4	2	5	0	1	1	1	0	1	3

En la Estación Jiloca en Calamocha se ha obtenido estos resultados:

Caudal en nº de módulos (m ³ /s)	5-10 (15,5-31,0)	11-15 (31,1-46,5)	16-20 (46,6-62,0)	21-25 (62,1-77,5)	+ de 25 (+ de 77,6)
Nº total de días	114	4	0	1	0

En la Estación Jiloca en Daroca se ha registrado la distribución siguiente:

Caudal en nº de módulos (m ³ /s)	5-10 (17-34)	11-15 (35-51)	16-20 (52-68)	21-25 (69-85)	+ de 25 (más de 86)
Nº total de días	205	38	15	14	0

4.5. Distribución mensual de las avenidas

En la tabla siguiente se indica cómo se distribuyen el total de días de avenida en el Pancrudo a partir de los datos del aforo de Navarrete a lo largo del año agrupándolos por meses. También se indican las avenidas importantes, considerándose así aquellas que portan un caudal igual o superior a veinte veces el módulo. Así mismo, se señalan los casos *extremos*, es decir los que llevan un caudal sesenta veces o más superior al del módulo:

Estudio de las crecidas en la cuenca del río Pancrudo y su influencia en las del Jiloca

En Navarrete del Río se obtiene la tabla:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nº total de días con avenida (> 5 Q _m)	48	16	23	36	64	61	7	11	11	1	0	37
Nº de días con avenida import. (20-60 Q _m)	5	0	0	0	12	7	4	3	3	0	0	2
Nº de días con avenidas extremas (+ de 60 Q _m)	0	0	0	0	3	1	2	1	1	0	0	0

Las crecidas del Jiloca, tanto en Calamocha como en Daroca, no muestran relativo un incremento tan acusado como el Pancrudo en relación con el módulo. Por ello, para este río se considera una avenida *importante* en una localidad a aquella cuyo caudal se encuentra entre 10 y 19 veces el módulo del río y extrema cuando es igual o superior a 20 veces el módulo.

En la estación de Calamocha se tienen los siguientes datos:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nº total de días con avenida (> 5 Q _m)	25	2	0	0	0	18	2	3	2	27	22	22
Nº de días con avenida import. (10-19 Q _m)	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	02
Nº de días con avenidas extremas (+ de 20 Q _m)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Y para la estación de Daroca estos otros:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nº total de días con avenida (> 5 Q _m)	28	12	4	4	48	35	18	13	43	34	3	25
Nº de días con avenida import. (10-19 Q _m)	0	0	0	1	13	15	5	8	6	1	0	0
Nº de días con avenidas extremas (+ de 20 Q _m)	0	0	0	0	4	4	2	1	1	0	0	0

4.6. Distribución interanual de las avenidas

La irregularidad interanual de las precipitaciones es uno de los rasgos del clima mediterráneo. Esto también concierne a las precipitaciones tormentosas de alta intensidad y, por tanto, a las avenidas que ocasionan en los ríos.

En las siguientes tablas se reflejan las distribuciones interanuales del total de días de avenida, de las avenidas importantes (entre 20 y 60 Q_m para el Pancrudo y entre 10 y 20 Q_m para el Jiloca) y de las avenidas extremas ($> 60 Q_m$ en el Pancrudo y $> 20 Q_m$ en el Jiloca).

Hay que hacer constar que las series no tienen la misma duración ni mantuvieron la misma continuidad en las tres estaciones, sobre todo en la década 1930 y 1940 por lo que deben interpretarse con prudencia.

En la estación de Navarrete el río Pancrudo presenta los siguientes resultados:

Década	Nº total de días con avenida	Nº de días con avenida importante ($60 Q_m > > 20 Q_m$)	Nº de días con avenida extrema ($> 60 Q_m$)
1930-1939	45	0	0
1940-1949	2	0	0
1950-1959	93	9	8
1960-1969	57	8	0
1970-1979	115	4	0
1980-1989	21	3	0
1990-1999	4	0	0
2000-2004	12	2	0

En la estación del Jiloca en Calamocha se han distribuido así las jornadas con avenida:

Década	Nº total de días con avenida	Nº de días con avenida importante ($20 Q_m > > 10 Q_m$)	Nº de días con avenida extrema ($> 20 Q_m$)
1930-1939	0	0	0
1940-1949	0	0	0
1950-1959	23	1	1
1960-1969	94	0	0
1970-1979	1	0	0
1980-1989	0	0	0
1990-1999	0	0	0
2000-2004	0	0	0

Mientras que estos son los del Jiloca en Daroca:

Década	Nº total de días con avenida	Nº de días con avenida importante ($20 Q_m > 10 Q_m$)	Nº de días con avenida extrema ($> 20 Q_m$)
1910-1919	36	0	0
1920-1929	49	0	0
1930-1939	1	0	0
1940-1949	1	0	0
1950-1959	121	46	14
1960-1969	28	0	0
1970-1979	29	3	0
1980-1989	0	0	0
1990-1999	0	0	0
2000-2004	3	1	0

4.7. Incidencia de las avenidas del Pancrudo en las crecidas del Jiloca

Para reflejar la contribución del Alto Jiloca y del Pancrudo en las crecidas del Jiloca en Daroca se van a expresar mediante tablas los caudales medios diarios registrados en las estaciones de aforo de Calamocha, Navarrete del Río y Daroca durante las mismas fechas.



Crecida del Jiloca en Daroca. (Fuente: C.E.D.).

Se han seleccionado las crecidas mayores del Jiloca en Daroca, así como algunas de menor rango para ver la influencia de los citados cursos de agua en dicho fenómenos.

Además, se han escogido también algunas inundaciones importantes del Pancrudo y del Jiloca en Calamocha y se ha relacionado con el comportamiento del Jiloca en Daroca.

Se han seleccionado sucesos acontecidos en épocas en las que las tres estaciones de aforo estaban operativas. Por eso casi todos los casos son de los años 1950 en adelante.

4.7.1. Avenidas del Jiloca en Daroca

Cuando el río Jiloca llega a Daroca trae parte del caudal que llevaba el mismo río en Calamocha, además del que recibe del Pancrudo en Entrambasaguas y la que le han aportado el conjunto de ramblas que vierten entre Calamocha y Daroca.

Caso 1

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
07.09.1951	24,48	07.09.1951	1,5	07.09.1951	0,25
08.09.1951	80	08.09.1951	4,0	08.09.1951	95
09.09.1951	55,64	09.09.1951	3,72	09.09.1951	8
10.09.1951	29,44	10.09.1951	3,86	10.09.1951	2,62

Caso 2

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
21.07.1952	22,64	21.07.1952	2,26	21.07.1952	0,46
22.07.1952	52	22.07.1952	7,36	22.07.1952	24
23.07.1952	23,6	23.07.1952	7,16	23.07.1952	2,62
24.07.1952	43,68	24.07.1952	5,6	24.07.1952	0,56
25.07.1952	40,88	25.07.1952	5,6	25.07.1952	2,62

Caso 3

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
03.08.1952	12	03.08.1952	7,36	03.08.1952	0,56
04.08.1952	32,8	04.08.1952	24,6	04.08.1952	0,46
05.08.1952	53,04	05.08.1952	72	05.08.1952	0,36
06.08.1952	80	06.08.1952	13,8	06.08.1952	0,32
07.08.1952	14,28	07.08.1952	2,62	07.08.1952	0,28

Estudio de las crecidas en la cuenca del río Pancrudo y su influencia en las del Jiloca

Caso 4

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
01.06.1954	9,04	01.06.1954	0,58	01.06.1954	1,68
02.06.1954	36,4	02.06.1954	1,57	02.06.1954	2,68
03.06.1954	79,2	03.06.1954	3,2	03.06.1954	16,65
04.06.1954	79,2	04.06.1954	3,2	04.06.1954	8
05.06.1954	49,73	05.06.1954	2,86	05.06.1954	4,09

Caso 5

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
21.06.1954	8,34	21.06.1954	0,58	21.06.1954	1,17
22.06.1954	52,26	22.06.1954	1,35	22.06.1954	37,6
23.06.1954	34,87	23.06.1954	0,93	23.06.1954	9
24.06.1954	9,9	24.06.1954	0,66	24.06.1954	4,8

Caso 6

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
21.05.1956	0,4	21.05.1956	0,43	21.05.1956	0,32
22.05.1956	20,32	22.05.1956	1,11	22.05.1956	0,32
23.05.1956	38,8	23.05.1956	1,66	23.05.1956	0,36
24.05.1956	32,4	24.05.1956	2,25	24.05.1956	0,9
25.06.1956	52,28	25.06.1956	4,38	25.06.1956	1,34
26.05.1956	78,04	26.05.1956	6,88	26.05.1956	82,5
27.05.1956	79,04	27.05.1956	7,18	27.05.1956	40,25
28.05.1956	79,4	28.05.1956	6,88	28.05.1956	9,75

Caso 7

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
15.09.1956	0,45	15.09.1956	0,43	15.09.1956	0,29
16.09.1956	26,72	16.09.1956	0,43	16.09.1956	0,32
17.09.1956	51,64	17.09.1956	0,8	17.09.1956	0,32
18.09.1956	27,6	18.09.1956	2,5	18.09.1956	0,32
19.09.1956	2,42	19.09.1956	2,88	19.09.1956	0,36

Caso 8

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
03.08.1959	0,32	03.08.1959	2,98	03.08.1959	0,88
04.08.1959	54,2	04.08.1959	6,81	04.08.1959	47
05.08.1959	7,12	05.08.1959	6,51	05.08.1959	1,91

Caso 9

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
28.07.1960	4,31	28.07.1960	6,54	28.07.1960	0,17
29.07.1960	80	29.07.1960	7,6	29.07.1960	0,17
30.07.1960	80	30.07.1960	35,4	30.07.1960	73,5
31.07.1960	26,4	31.07.1960	19	31.07.1960	3,95

Caso 10

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
04.06.1973	8,39	04.06.1973	3,74	04.06.1973	0,13
05.06.1973	43,75	05.06.1973	4,08	05.06.1973	0,6
06.06.1973	43,75	06.06.1973	4,16	06.06.1973	1,3
07.06.1973	43,75	07.06.1973	4,92	07.06.1973	5,57
08.09.1973	21,1	08.09.1973	4,58	08.09.1973	4,99

Caso 11

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
06.05.2003	1,9	06.05.2003	1,85	06.05.2003	1,67
07.05.2003	25,72	07.05.2003	3,22	07.05.2003	29,29
08.05.2003	39,12	08.05.2003	3,22	08.05.2003	14,98
09.05.2003	15,95	09.05.2003	3,22	09.05.2003	3,1

4.7.2. Avenidas del Jiloca en Calamocha (sin repercusión en Daroca)

Caso 12

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
20.01.1966	8,5	20.01.1966	11,21	20.01.1966	7,3
21.01.1966	10,15	21.01.1966	32,6	21.01.1966	5,44
22.01.1966	11,8	22.01.1966	32,6	22.01.1966	3,58
23.01.1966	11,8	23.01.1966	32,6	23.01.1966	3,04
24.01.1966	10,15	24.01.1966	12,59	24.01.1966	2,68

4.7.3. Avenidas del Pancrudo en Navarrete (sin repercusión en Daroca)

Caso 12

Jiloca-Daroca		Jiloca-Calamocha		Pancrudo-Navarrete	
Fecha	Caudal	Fecha	Caudal	Fecha	Caudal
28.06.1990	0,35	28.06.1990	1,82	28.06.1990	0,04
29.06.1990	3,5	29.06.1990	1,82	29.06.1990	32
30.06.1990	1,05	30.06.1990	1,82	30.06.1990	4,38

5. Análisis y discusión de los resultados

5.1. Noticias de prensa de la época

Tienen el valor de aportar noticias sobre un periodo del que no se disponen de datos de aforo sobre avenidas de gran intensidad en la cuenca del Pancrudo.

La primera de las informaciones se refiere a un curso de agua próximo a la localidad de Lechago. No es citado en ningún momento por el periodista pero, a juzgar por proximidad al núcleo urbano, parece referirse a una crecida de la rambla de Cuenca buena y no del río Pancrudo, una de las más dinámicas del valle y que, por cierto, no contabiliza sus caudales en la estación de Navarrete. Corresponde a una tormenta de finales de verano.

En el segundo caso hay más información. Describe otra tormenta que se intuye de gran intensidad y cierto desarrollo temporal (15 horas) caída en la cabecera del Pancrudo. En este caso el periodista (que después fue director de “Heraldo de Aragón” indica una altura precisa del nivel de las aguas lo que le ayuda a estimar el caudal: 330 m³/s. Esta cifra, que correspondería al tramo alto de la cuenca, es tres veces mayor al máximo aforo registrado en Navarrete desde 1930. Puede ser una cifra evaluada al alza pero refleja la intensidad de las avenidas de este río.

5.2. Los datos de los aforos

El número total de días con avenidas es mayor en el río Pancrudo a la altura de Navarrete que en el Jiloca tanto en Daroca como, especialmente, en Calamocha.

El número de episodios durante los cuales el Jiloca entra en crecida es muy bajo en Calamocha en relación con los que presenta este mismo río en Daroca. Una explicación puede encontrarse en la influencia del Pancrudo, que desemboca entre ambos aforos, ya que presenta una cifra aún superior de eventos de aguas altas a la que se produce en esta última localidad.

Estos datos ya apuntan que las aportaciones del Jiloca desde Calamocha a las crecidas desarrolladas en Daroca son escasas, dependiendo la frecuencia de estas de los caudales entregados desde el Pancrudo. Sin embargo, el mayor número de crecidas de este pequeño río puede explicarse por que un buen número de ellas se laminan al llegar a Daroca, sobre todo si se producen durante el verano, cuando el caudal del Jiloca es bajo. Aún así, el alto número de crecidas en aquella ciudad, además de circunstancias relacionadas con la topografía del valle, también se ve favorecido por las dinámicas ramblas que vierten entre las dos localidades con aforo del Jiloca.



Crecida en La Rodadera en 1972. Daroca (Fuente: C.E.D.).

La mayoría de las avenidas tienen una duración comprendida entre uno y tres días, lo que se explica por su origen en los procesos tormentosos. Sin embargo, en situaciones de temporales prolongadas los ríos pueden encontrarse en estado de aguas altas durante varias semanas, si bien no son avenidas tan caudalosas como las primeras; este hecho se aprecia bien en el Pancrudo en Navarrete y en el Jiloca en Calamocha, aunque es menos manifiesto en el Jiloca en Daroca.

Las crecidas con caudales comprendidos entre 5 y 20 veces el módulo son las más numerosas, representando el 99,13% de las del Jiloca en Calamocha, el 94,84% las de este río en Daroca y el 89,78% de las del Pancrudo en Navarrete.

La magnitud relativa de las crecidas del Pancrudo es muy superior a las del Jiloca en ambas estaciones de aforo. En 20 jornadas el caudal ha superado en 40 veces su módulo y en seis de ellas ha sido 70 veces mayor al mismo. Pero la intensidad de las crecidas de este pequeño río también debe valorarse por los datos absolutos ya que las dos mayores crecidas registradas mediante aforo en cualquiera de las tres estaciones se han producido en el Pancrudo, con 95,5 m³/s el día 08.09.1951 y con 82,5 m³/s el día 26.05.1956.

Si se considera la distribución anual de los días de avenida del río Pancrudo en Navarrete puede apreciarse que estos se concentran a finales de la primavera (mayo-junio) ya que son producidas por las frecuentes tormentas primaverales. Un segundo periodo corresponde a las crecidas invernales (diciembre-enero) que suelen producirse asociadas a temporales de otoño e invierno prolongados e intensos; estas, si bien pueden prolongarse durante varias semanas no suelen llevar caudales extraordinarios. Por último, con menor frecuencia, también tienen lugar episodios de aguas altas durante el verano, en este caso relacionados con las tormentas por desarrollo vertical. Los episodios extremos se concentran en la segunda mitad de la primavera y en los meses de verano.

El río Jiloca en Calamocha concentra el 80,67% de los días con avenida entre el otoño y la primera mitad del invierno, mientras que casi todas las restantes tienen lugar a finales de primavera (junio) y a lo largo del verano. Este hecho es debido al singular régimen pluviométrico de los años 1959-60 y el consecuente régimen hidrológico. Después de las copiosas y prolongadas precipitaciones de 1958 y 1959, el Jiloca se mantiene triplicando prácticamente su caudal medio habitual durante más de 300 días desde septiembre de 1959 hasta enero de 1961; en dicho periodo, los episodios tormentosos más intensos, todavía incrementaron más los niveles de partida. Este acontecimiento desvirtúa el comportamiento del Jiloca en dicha localidad en cuanto a las avenidas de carácter más bien esporádico y asociadas a tormentas de final de primavera y verano.

El Jiloca en Daroca, integra el comportamiento hidrológico de su tramo de cabecera ya comentado, el carácter impulsivo del Pancrudo que recibe en Entrambasguas y las aportaciones irregulares pero puntualmente importantes de las ramblas del tramo intermedio. Por ello, los días con avenida quedan más repartidos a lo largo del año. Presenta máximos al final de la primavera (mayo-junio) y en septiembre-octubre, pero ocasionalmente concentra días en inviernos húmedos y en veranos tras tormentas de cierta torrencialidad.

La distribución de los días con avenida del Pancrudo en Navarrete tampoco ofrece regularidad interanual. El periodo que más episodios (114) de aguas altas concentra es la década de 1970 y aunque no es la época con mayor número de crecidas importantes e incluso extremas. A continuación le sigue la de 1950 con 93 casos, produciéndose los momentos de máximos caudales registrados. En ambas décadas, en casi todos los años tuvieron alguna avenida. Las de 1930 y 1960 ofrecen valores intermedios mientras que las de 1940, 1970 y 1990 se produjeron un bajo número de ellas lo que se debe a las sequías que afectaron a este territorio.

El Jiloca en Daroca concentra el mayor número de días con aguas altas (121) en la década de 1950 cuando no hubo año sin tales; en este periodo se produjo la gran mayoría de avenidas *importantes* y la totalidad de las *extremas*. A mucha distancia, se encuentran la década de 1920 y 1910 (de gran interés por carecer de otros registros de aforo en la cuenca), seguidos de 1970 y 1960. En cambio, en la de 1930 y 1940 no se produjeron más que una (la serie es incompleta) y ninguna en las de 1980 y 1990.

Las avenidas del Jiloca en Daroca tienen lugar por que tienen lugar precipitaciones muy copiosas en una zona más o menos extensa de su cuenca hidrológica. Analizando las las crecidas más importantes que se han producido en aquella localidad y relacionándolas con los datos de aforo de Calamocha y Navarrete se pueden establecer tres situaciones causantes.

Las más habituales se han debido al aporte de caudales de las ramblas que desembocan directamente en el Jiloca entre Calamocha y Daroca. Son muy numerosas y drenan un amplio territorio comprendido entre la cuenca endorreica de Gallo-canta y la del Huerva. Algunas de las más importantes se encuentran en Calamocha (Cirugeda), Lechago (Cuencabuena), Burbáguena (Valdeardiente), Báguena (del Val y de Anento), de San Martín (de la Parra) o de la misma Daroca (de Balconchán, de Valdeorna o de la Mina). Algunas veces son debidas estrictamente a estas ramblas, como reflejan los casos 7 y 10. Aunque en buena parte de ellos, la contribución de los caudales del Pancrudo es notable (casos 2 y 4) o importante (casos 6 y 9).

Pero también son frecuentes las ocasiones inversas. Es decir, aquellas en las que el río Pancrudo es el único desencadenante de las crecidas del Jiloca en Daroca (caso 8) o el principal responsable con una contribución más (caso 5) o menos destacada (casos 1 y 11) de las citadas ramblas.

Por último, son muy raros los episodios de aguas altas del Jiloca en Daroca que hayan sido debidos fundamentalmente al aporte de caudales desde la cabecera de este río (caso 3).

5.3. Factores que determinan la frecuencia e intensidad de las avenidas del Pancrudo.

Son variadas las características del medio físico que participan en el desarrollo de las crecidas del río Pancrudo y lo hacen con contribuciones variables.

En principio, las avenidas de este río pueden considerarse dentro del grupo de las momentáneas o discontinuas. Esto es, aquellas que están controladas por factores

climáticos y que necesitan un número de años elevado para que se repitan. Pero este extremo no es estrictamente cierto ya que, como se ha visto, el periodo de retorno para que se produzcan no es muy elevado y la probabilidad de ocurrencia no es pequeña. Las características de la cuenca del Pancrudo tienen una notable influencia en su frecuencia e intensidad. Esto es, también tienen una cierta componente de avenida continua o permanente.

El factor determinante es el régimen de precipitaciones de este territorio. Las tormentas tienen aquí una alta frecuencia, precipitaciones intensas y pueden tener una gran duración, además de un desplazamiento lento. Pero no todo lo explica el clima.

La intercepción de las gotas de lluvia por la cubierta vegetal es muy escasa debido a la intensidad de la deforestación de origen antrópico que ha sufrido la cuenca. En amplios territorios como los extensos páramos de cabecera (Cosa, Pancrudo y Alpeñés), el conjunto de montes del tramo medio (Torre los Negros, Barrachina, Godos y Olalla) y del tramo inferior (Cutanda y Navarrete) durante la mayor parte del siglo XX la superficie del territorio ha estado constituida por tierras de labor o por pastizales con formaciones abiertas (lastonares y tomillares).

La capacidad de infiltración hídrica en las tierras agrícolas depende de varios factores. El grado de remoción de la tierra es escaso en los meses que se producen la mayor parte de las tormentas (final de primavera y verano). La cobertura vegetal depende de la fase del cultivo siendo mayor en primavera y menor en verano y otoño, cuando el cereal se ha cosechado. La pendiente, aunque históricamente se ha intentado aminorar mediante la construcción de terrazas y bancales, también es elevada sobre todo en los tramos medio y bajo de la cuenca.

Las zonas no cultivadas han sido aprovechadas como pastizales o por sus leñas. Tras la erosión consecuente de la deforestación inicial, los suelos ya sin horizonte húmico y poco desarrollados, son incapaces de absorber buena parte del volumen hídrico, lo que es más manifiesto en episodios de tormentas.

La capacidad de infiltración se ve reducida, además, donde afloran materiales de escasa permeabilidad, como son las arcillas y las margas miocenas o triásicas, lo que ocurre en una amplia superficie de la cuenca. Tan solo se produce con eficacia en los afloramientos de calizas jurásico-cretácicas del tramo alto o miocenas del tramo bajo, así como en los de arenas y gravas terciarias de la sierra de Fonfría. En conjunto, su extensión es menor.

Otra circunstancia de especial influencia es el relieve. Si bien es suave en los altos páramos de la cabecera o en algunas muelas de la parte baja, las largas laderas pre-

dominan en la mayor parte de la cuenca. Es extenso el territorio que presenta pendientes superiores al 12%.

Hay un último grupo de parámetros que tiene gran trascendencia a la hora de explicar la frecuencia e intensidad de las avenidas del Pancrudo y que también contribuyen a darle un carácter de continuas a dichas crecidas. Son las características del canal.

La pendiente entre su nacimiento y la desembocadura es de 0,0091 m/m. Este valor casi duplica al del Jiloca entre Calamocha y Daroca (0,0054 m/m) y triplica al del mismo río entre Monreal del Campo y Calamocha (0,0032). Es decir, tiene una pendiente notable en relación con el río en el que desemboca.

La rugosidad del lecho es muy escasa por la inexistencia de bloques y ser muy escasos los guijarros en el cauce, lo que restaría energía al caudal durante la avenida. La alternancia de rápidos y de pozas puede contribuir también el rozamiento aunque su influencia se limita a las avenidas de escaso caudal debido a la angostura del cauce menor.

Así mismo, la vegetación de ribera se reduce a formaciones de chopos cabeceros en una banda inferior a 15 m. en cada margen. Ni en estructura ni en extensión el soto puede favorecer el frenado de las aguas y su desvío hacia la llanura de inundación lo que podría laminar las crecidas.

Hay último rasgo que resulta decisivo: la sección transversal del cauce y de la llanura de inundación. El cauce menor se ha ido estrechando por la presión agrícola, ampliándose las fincas próximas y levantando pequeñas motas en su orilla. El cauce mayor o vega es una artesa ligeramente cóncava y con una anchura media de unos 270 m. (rango entre 70 y 620 m.); sus márgenes son las inclinadas laderas de los montes encajantes. Esta estrechez también reduce la laminación de las avenidas por lo que la infiltración es menor y la mayor parte del caudal llega a su desembocadura.

Al margen de las variaciones en el clima, en la cuenca del Pancrudo y durante las últimas décadas se han producido algunos cambios que pueden influir en el régimen de avenidas del río, al menos en las de menor intensidad.

El más importante es el incremento en la cubierta vegetal. Entre 1950 y 1980 se han realizado extensos trabajos de plantación de coníferas en las vertientes de toda la cuenca, pero en especial en la sierra de Fonfría. Por otro lado, se ha producido una notable recuperación de la vegetación natural en los últimos veinte años. La reduc-

ción de la presión ganadera (con sus quemas de pastizal) y el abandono de las parcelas agrícolas menos rentables han favorecido el desarrollo del matorral (aliagar y estepar). En paralelo, la menor extracción de leñas ha propiciado la recuperación en extensión y en estructura de los robledales y carrascales.

La caída de los muros de los bancales se ha compensado con la rápida cobertura del matorral a los efectos de la infiltración y la escorrentía.

Por otra parte, se han producido cambios en los cultivos de la vega. Aquellos terrenos más bajos y con el freático más próximo comienzan a abandonarse por su tendencia a la inundación y el desarrollo del carrizal. Entre Navarrete y Cutanda se están recuperando algunos espacios que pueden funcionar como zonas de acumulación en crecidas de baja intensidad.

6. Conclusiones

Analizando los datos aportados por la bibliografía y por las estaciones de aforo de Navarrete, Calamocha y Daroca, desde su puesta en funcionamiento puede afirmarse que:

- El número de días en los que el río Pancrudo se encuentra como avenida en Navarrete es mucho más alto que el Jiloca en Calamocha y que el Jiloca en Daroca, correspondiéndole un valor medio de 4,91 crecidas/año.
- El número de episodios de crecida, considerando que cada una suele durar más de un día, es también muy superior en el Pancrudo (1,26 sucesos/año) que en el Jiloca tanto en Daroca (0,85) como especialmente en Calamocha (0,12).
- En el río Pancrudo la mayor parte de las crecidas tiene un día de duración, casi son tan numerosas las que duran 2 ó 3 días y algo menos las que lo hacen 4 ó 5 días. Mucho más escasas son las que se prolongan más. El Jiloca en Daroca, tiene un comportamiento muy similar en este aspecto, sin embargo en Calamocha, aún siendo más escasas en términos absolutos, predominan las que duran 2 ó 3 días.
- La mayor parte de las crecidas del Pancrudo son la que portan unos caudales comprendidos entre 5 y 9 veces el caudal medio diario o módulo (Q_m) y, en segundo lugar, lo son aquellas que llevan entre 10 y 14 Q_m , si bien durante nueve jornadas ha habido caudales que superan en 60 veces dicho valor. El Jiloca en Daroca también tiene un comportamiento similar, si bien no ha tenido avenidas que superen sus 25 módulos. Casi todas las crecidas del Jiloca en Calamocha no superan los 9 módulos correspondientes.
- El mayor número de días con avenida del Pancrudo en Navarrete se produce a final de primavera y durante el invierno aunque las más caudalosas ocurren a

final de primavera y en el verano. El Jiloca en Calamocha concentra sus avenidas en el invierno, mientras que en Daroca se encuentran más repartidas a lo largo del año, predominando en primavera.

- El mayor número de días con avenida del Pancrudo en Navarrete se ha producido durante las décadas de 1970 y de 1950, siendo muy escasas en 1980 y 1990. La totalidad de los episodios extremos tuvo lugar en la de 1950.
- El aporte de las avenidas del Pancrudo tiene un gran importancia en la frecuencia e intensidad del Jiloca en Daroca aunque también es considerable la contribución de las ramblas que desembocan en este río entre Calamocha y Daroca.

7. Bibliografía

- CABRERA, M.; CUADRAT, J.M. & LÓPEZ, F. [dirs. coords.] (2007): *Atlas climático de Aragón*, Gobierno de Aragón, Zaragoza.
- DE JAIME, CH. (2009): “Introducción a la avifauna del valle del Pancrudo”, *Xiloca*, 37, pp. 41-58, Calamocha.
- DEL VALLE, J.; OLLERO, A. & SÁNCHEZ, M. (2007): *Atlas de los ríos de Aragón*, PRAMES y Gobierno de Aragón, Zaragoza.
- HERRERO, F. (2004): “El chopo cabecero (*Populus nigra* L.). *Cartografía y estudio de la población actual en los bosques de ribera de la cuenca del río Pancrudo (Teruel)*. Propuestas de gestión”. Inédito.
- MARTÍN, A. & MARTÍN, A.V. (1998), “La catástrofe ferroviaria de Entrambasaguas”, *Xiloca*, 22, pp. 37-47, Calamocha.
- MARTÍNEZ, J.; GARZÓN, M.G. & ARCHE, A. (1987): *Avenidas e inundaciones*, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.
- OLLERO, A. (2009): *Aplicación del índice hidrogeomorfológico en la cuenca del Ebro. Guía metodológica*. Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- PEÑA, J.L.; CUADRAT, J.M. & SÁNCHEZ, M. (2002): *El clima de la provincia de Teruel*, Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.
- RABANAQUE, M.I. (2002), “Cartografía, estudio del paisaje y análisis de los factores físicos del comportamiento hidrológico de las ramblas del río Jiloca”, *Xiloca*, 30, pp. 97-141, Centro de Estudios del Jiloca, Calamocha.
- SAZ, J. (2001), “*Del paisaje integrado a la cartografía de suelos*”, Geoforma e Instituto de Estudios Turolenses. Zaragoza.