

**PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN LA
SIERRA DE GUARA Y SU ENTORNO**
CÁLCULO DE VALORES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Javier DEL VALLE MELENDO¹

RESUMEN.—En la sierra de Guara (Prepirineo aragonés) se producen con cierta frecuencia precipitaciones muy intensas, especialmente en primavera, verano y otoño. Pueden ser muy peligrosas para ciertas actividades deportivas y para algunas instalaciones, por lo que conocer su frecuencia y periodos de retorno resulta útil para realizar una ordenación adecuada.

ABSTRACT.—In Sierra de Guara (Aragonese Prepirenee) have place, from time to time, heavy rainfalls, specially in spring, summer and autumn. It can be dangerous for some sport activities, and for some equipments. Knowing the frequency and the return periods can be usefull for the regulation of these activities.

KEY WORDS.—Heavy rainfalls, return periods, Sierra de Guara (Aragonese Prepirenee).

¹ Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Paseo de Sagasta, 24. E-50006 ZARAGOZA.

INTRODUCCIÓN

La sierra de Guara es la alineación montañosa más importante del Prepirineo aragonés y centro de una zona de enorme valor ecológico y paisajístico, reconocido por la declaración de la misma como espacio protegido (Ley autonómica 14/90 de 27 de diciembre) y por su consideración como zona especial de protección para las aves (Zepa) por la Sociedad Española de Ornitología.

Su clima presenta unas características marcadamente mediterráneas en la vertiente meridional, mientras en la septentrional quedan algo atenuadas por una mayor influencia oceánica. Como es bien sabido, una de las características de los climas mediterráneos es la intensidad que pueden alcanzar las precipitaciones en determinados momentos, especialmente si la orografía refuerza la inestabilidad de ciertas situaciones atmosféricas. Con estas condiciones, pueden producirse chubascos abundantes, a veces en cortos lapsos de tiempo, lo que aumenta su intensidad y permite poner en funcionamiento toda la red de drenaje natural, arrastrando suelo y produciendo en ciertos casos heridas en el paisaje y en las infraestructuras.

Consideramos que el conocimiento de este rasgo climático, su frecuencia, épocas de mayor ocurrencia, periodos de retorno y situaciones atmosféricas generadas por las precipitaciones intensas, es importante para calcular los caudales circulantes por la red de drenaje y por lo tanto para diseñar ciertas infraestructuras que tengan que estar preparadas para soportar las avenidas, así como para regular algunas actividades deportivas acuáticas desarrolladas en los ríos de la zona, especialmente en los meses de verano.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

Hemos considerado la precipitación media mensual (en el periodo 1956-84 en los observatorios de San Julián de Banzo y Panzano y entre 1970 y 1984 en los de Santa María de Belsué, Nocito, Apiés y Arcusa), además del número medio de días de precipitación, datos con los que hemos hallado la intensidad media mensual de la precipitación, valor teórico resultado de dividir la precipitación media mensual y anual entre el número de días de precipitación y al que le asignamos un valor meramente comparativo.

También hemos utilizado los datos de precipitación diaria observados en seis observatorios, tres de ellos situados en la vertiente septentrional de la sierra: Santa María de Belsué (990 m), Nocito (931 m) y Arcusa (869 m); y otros tres en la meridional: Apiés (680 m), San Julián de Banzo (720 m) y Panzano (650 m). Su localización se aprecia en la figura 1.

Las series disponibles son las siguientes:

- 1 Santa María de Belsué: 63-66 y 68-86
- 2 Nocito: 73-76, 78 y 84-86
- 3 Arcusa: 64 y 74-86
- 4 Apiés: 69-86
- 5 San Julián de Banzo: 55-71, 73-74, 77, 79-86
- 6 Panzano: 70-83 y 86

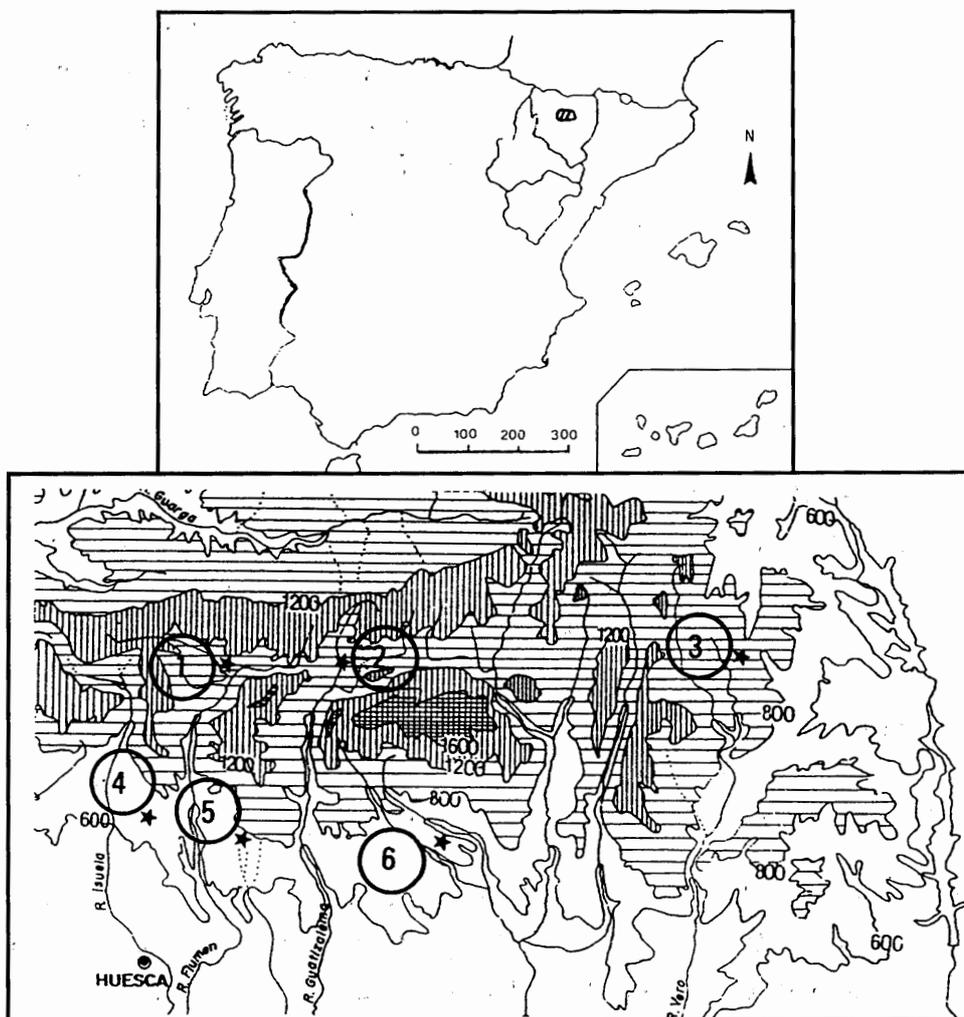


Fig. 1. Mapa de localización de la zona y situación de los observatorios (la numeración se corresponde con la de la lista superior).

Son series fiables pero fragmentarias, como podemos apreciar, lo que impide llevar a cabo una comparación totalmente rigurosa entre ellas, pues al centrarnos en las precipitaciones más abundantes caídas en 24 horas nos parece más conveniente ceñirnos a los datos observados sin establecer correlaciones entre ellos para homogeneizar las series. También hemos de señalar que no hay disponibles datos desagregados por horas, por lo que nos vemos obligados a utilizar el día como unidad temporal, lo que amortigua mucho la intensidad de la precipitación, que en la mayoría de las ocasiones cae concentrada en unas pocas horas.

A partir de las lluvias máximas anuales y mensuales que se han producido en un día, hemos hallado la cantidad de lluvia que se puede esperar que caiga en un día cada cierto número de años, cálculo realizado mediante los llamados *periodos de retorno o de recurrencia de Gúmbel*, tanto para cada mes como para el conjunto del año. Se trata de una técnica frecuentemente empleada y útil para dar idea de la cantidad de precipitación máxima que se puede esperar en una zona, tanto anualmente como mensualmente, mostrando así los meses más susceptibles de generar precipitaciones intensas.

RESULTADOS

Intensidad media anual y mensual

El sector septentrional de la sierra de Guara presenta una intensidad media de la precipitación más elevada que el meridional (14,1 mm en Santa María de Belsué, 10,2 mm en Nocito y 14 mm en Arcusa). Hemos de señalar a este respecto que en Nocito el 7,2% de los días de precipitación aporta una cantidad igual o superior a 30 mm, porcentaje bastante elevado en el entorno del Prepirineo y Somontano aragonés (DEL VALLE, 1997). La intensidad media es algo menor al sur de la sierra (11,4 mm en San Julián de Banzo, 10,8 mm en Panzano y 8 mm en Apiés).

La intensidad media mensual más elevada (Tabla I) la encontramos en distintos meses según el observatorio: aparece en septiembre en Santa María de Belsué, San Julián de Banzo y Arcusa y de forma secundaria en Apiés, donde el valor más elevado aparece en octubre, al igual que en Panzano. Por último, noviembre es el que aporta las lluvias más intensas en Nocito.

Tabla I. Intensidad media mensual y anual de la precipitación (mm).

| | E | F | Mz | Ab | My | Jn | Jl | Ag | S | O | N | D | Año |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Apiés | 6,1 | 7,0 | 6,7 | 6,6 | 8,6 | 9,9 | 6,9 | 8,9 | 12,1 | 17,0 | 8,3 | 7,0 | 8,0 |
| Arcusa | 14,0 | 12,4 | 12,0 | 11,7 | 12,7 | 15,5 | 11,1 | 16,0 | 17,7 | 14,7 | 17,1 | 14,1 | 14,0 |
| Nocito | 11,9 | 7,6 | 8,2 | 8,2 | 9,4 | 10,1 | 8,4 | 9,8 | 13,2 | 11,0 | 15,4 | 10,9 | 10,2 |
| Panzano | 10,9 | 7,2 | 9,3 | 7,3 | 11,9 | 11,8 | 11,0 | 13,0 | 12,9 | 14,4 | 13,9 | 9,2 | 10,8 |
| San Julián | 12,1 | 10,0 | 12,9 | 10,9 | 9,7 | 14,0 | 7,6 | 12,6 | 14,3 | 12,3 | 12,4 | 9,4 | 11,4 |
| Sta. M ^a de Belsué | 14,0 | 13,0 | 12,0 | 12,0 | 16,7 | 15,3 | 8,7 | 15,6 | 18,9 | 15,5 | 12,7 | 14,4 | 14,1 |

Apreciamos que en todos los casos los valores más altos se observan en los meses otoñales (septiembre, octubre y noviembre), mientras las intensidades más bajas aparecen en los invernales (enero, diciembre y febrero), aunque en Santa María de Belsué se retrasan a marzo. Las precipitaciones intensas de otoño suelen producirse por llegadas repentinas de aire frío septentrional que contrasta fuertemente con el aire todavía caliente tras el verano, lo que produce ascensos bruscos de aire. También pueden obedecer a la llegada de profundas borrascas, que en ocasiones derivan hacia la formación de gotas frías, especialmente en octubre.

Las precipitaciones más intensas en 24 horas

En la figura 2 mostramos las precipitaciones máximas absolutas en 24 horas caídas a lo largo de la serie en cada uno de los meses del año y también hemos incluido la media de las precipitaciones máximas en 24 horas.

Del análisis de estos gráficos podemos señalar:

—Hay una clara concentración de las precipitaciones más intensas en 24 horas en los meses otoñales.

—Las precipitaciones máximas en los meses invernales tienen poca relevancia, es difícil encontrar valores sobresalientes.

—Las medias de las precipitaciones máximas en 24 horas presentan los valores más altos en las estaciones equinocciales, con bastante similitud entre el otoño y el final de primavera - principios de verano. Por el contrario, en julio suelen aparecer los más bajos, pues en este mes la situación atmosférica suele estar dominada por un anticiclón que dificulta las precipitaciones.

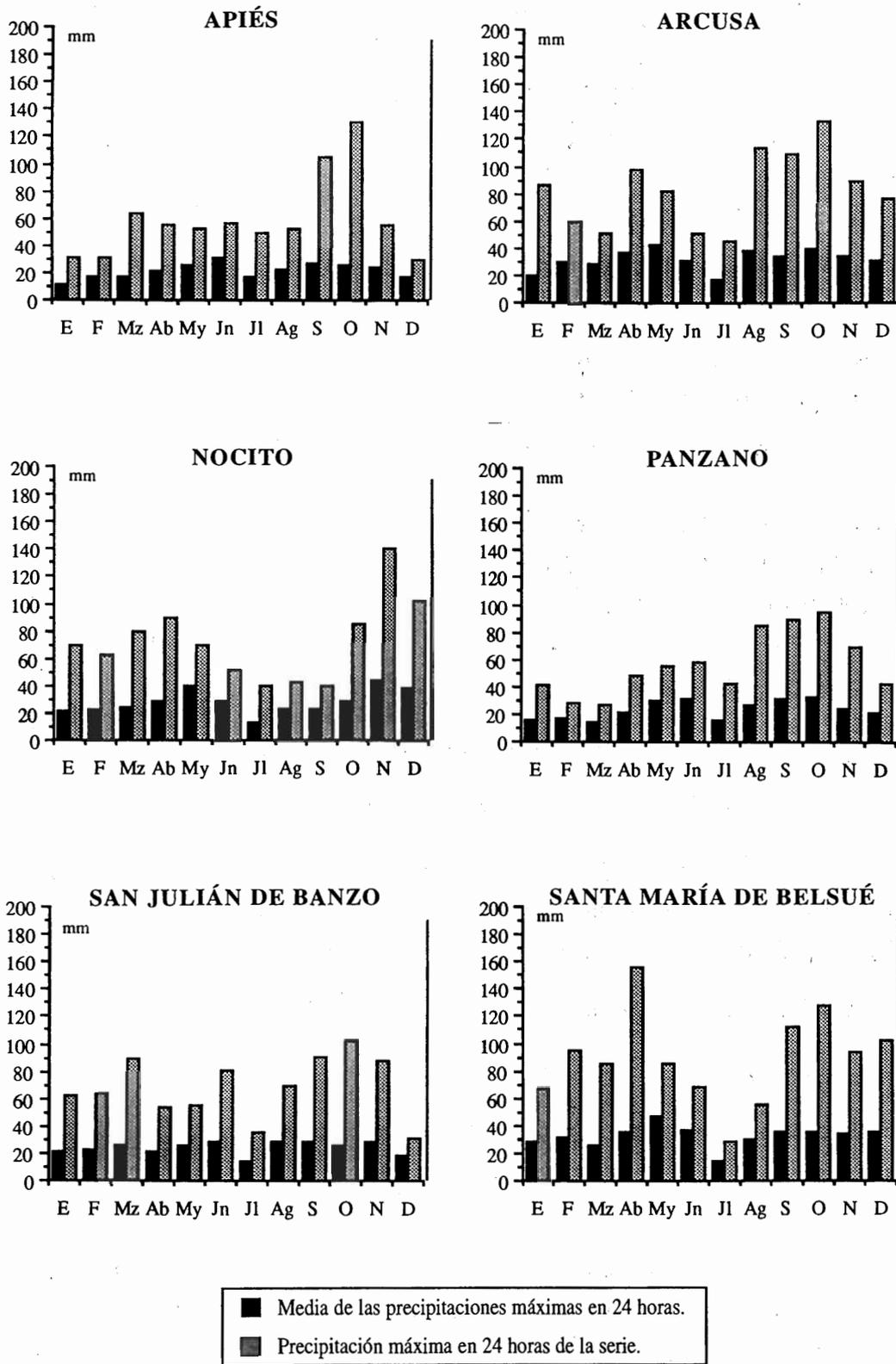


Fig. 2. Precipitaciones máximas absolutas en 24 horas y medias de las máximas mensuales de la serie (mm).

Día: 22-10-82

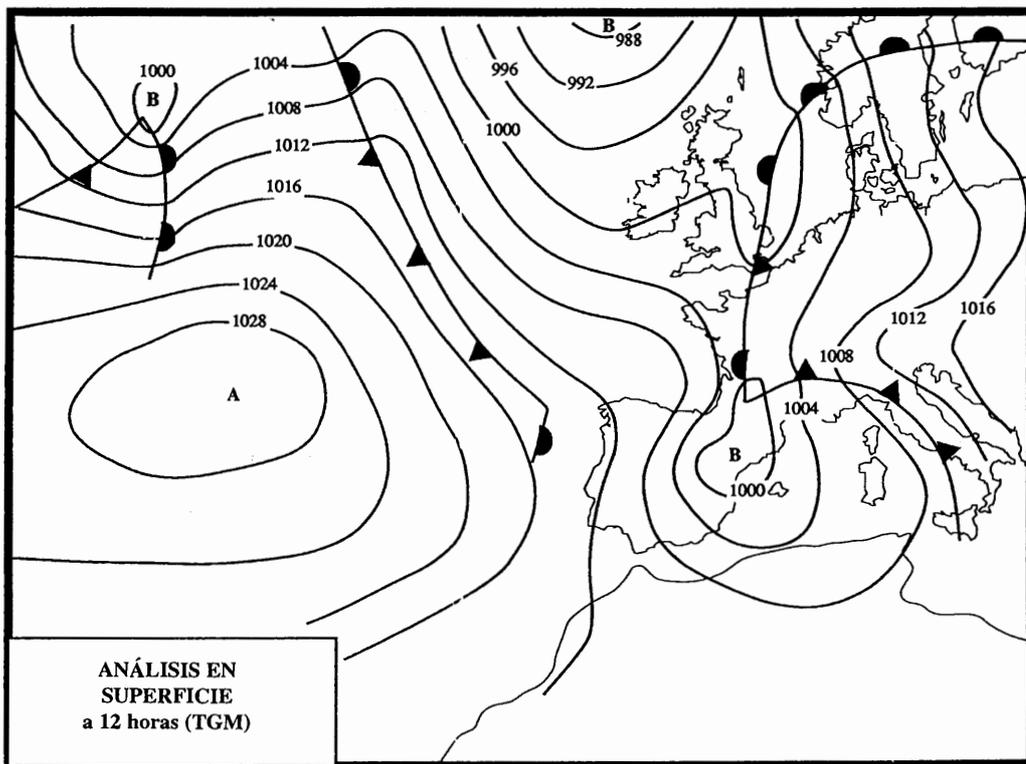
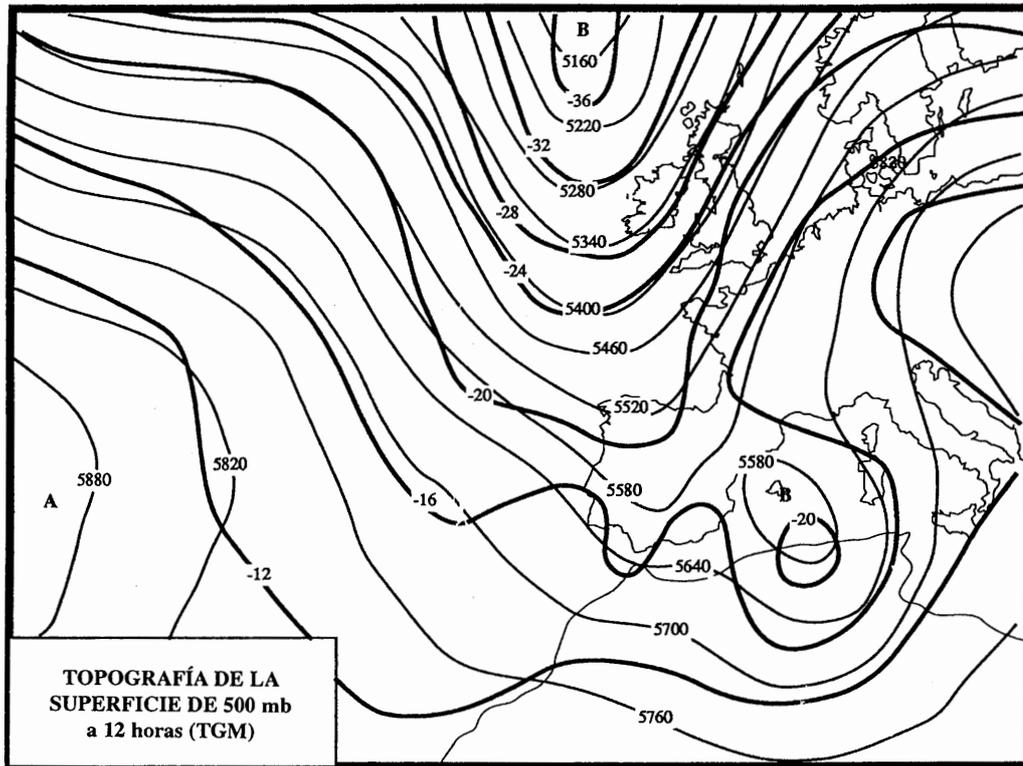


Fig. 3. Situación sinóptica de superficie y 500 mb de las 12 horas del 22 de octubre de 1982.

A continuación mostramos los valores de precipitaciones más abundantes en 24 horas en cada una de las series que hemos utilizado, que muestran una clara concentración en los meses de otoño. Son los siguientes:

Santa María de Belsué: 156,7 mm (22 de abril de 1971)
Nocito: 140 mm (6 de noviembre de 1982)
Arcusa: 133,2 mm (21 de octubre de 1977)
Apiés: 130 mm (22 de octubre de 1982)
San Julián de Banzo: 101,8 mm (22 de octubre de 1982)
Panzano: 95 mm (5 de octubre de 1965)

Las máximas precipitaciones absolutas de las series utilizadas también se concentran principalmente en los meses de otoño, coincidiendo incluso en dos casos en la misma fecha (22 de octubre de 1982), por lo que creemos conveniente analizar con detalle la situación sinóptica de la misma, pues es muy representativa de situaciones de marcada inestabilidad y precipitaciones intensas.

22 de octubre de 1982

Una profunda borrasca (1.000 mb) está situada sobre el valle del Ebro, provocando entrada de vientos del noroeste por la mitad occidental del país. En altura se corresponde con el sector meridional de una vaguada planetaria que se extiende desde el noroeste de las islas Británicas hasta Argelia y que permite un embolsamiento de aire a una temperatura entre -18° y -20° sobre la zona de estudio. Este embolsamiento frío da síntomas de estrangulamiento, pero no evoluciona hacia gota fría en los días posteriores.

Además de las cifras registradas en San Julián de Banzo (101,8 mm) y en Apiés (130 mm), que suponen máximas absolutas en 24 horas en sus series utilizadas, podemos mencionar los 78 mm registrados en Arcusa y, fuera de la zona de estudio pero en sus proximidades, los 198,9 mm registrados en Huesca («Obras Públicas») o los 122 mm de Linás de Marcuello.

Consideramos importante hallar los valores máximos que pueden esperarse dentro de diferentes periodos de retorno para los diferentes meses (Tabla II).

Tabla II. Precipitaciones máximas en 24 horas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

| APIÉS | | | | | | | ARCUSA | | | | | | |
|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| E | 11,5 | 19,7 | 25,1 | 32,0 | 37,1 | 42,1 | E | 16,3 | 41,3 | 57,8 | 78,7 | 94,2 | 109,6 |
| F | 16,5 | 24,6 | 29,9 | 36,7 | 41,8 | 46,8 | F | 27,2 | 45,1 | 56,9 | 71,9 | 83,0 | 94,0 |
| Mz | 15,7 | 30,4 | 40,1 | 52,4 | 61,6 | 70,6 | Mz | 25,9 | 43,0 | 54,3 | 68,6 | 79,2 | 89,8 |
| Ab | 21,5 | 38,1 | 49,1 | 63,1 | 73,4 | 83,6 | Ab | 33,3 | 56,0 | 71,1 | 90,1 | 104,3 | 118,3 |
| My | 22,7 | 37,2 | 46,8 | 58,9 | 67,9 | 76,9 | My | 39,1 | 61,0 | 75,4 | 93,7 | 107,3 | 120,8 |
| Jn | 28,4 | 42,8 | 52,3 | 64,4 | 73,3 | 82,2 | Jn | 28,4 | 53,8 | 70,5 | 91,7 | 107,4 | 123,0 |
| Jl | 15,2 | 27,2 | 35,1 | 45,1 | 52,5 | 59,9 | Jl | 15,0 | 28,8 | 37,9 | 49,4 | 58,0 | 66,5 |
| Ag | 18,1 | 33,8 | 44,2 | 57,3 | 67,0 | 76,7 | Ag | 33,7 | 65,2 | 86,0 | 112,3 | 131,8 | 151,1 |
| S | 22,5 | 50,8 | 69,6 | 93,4 | 111,0 | 128,4 | S | 29,7 | 61,8 | 83,0 | 109,9 | 129,8 | 149,5 |
| O | 21,2 | 52,2 | 72,8 | 98,7 | 118,0 | 137,1 | O | 34,5 | 75,3 | 102,3 | 136,4 | 161,7 | 186,8 |
| N | 23,4 | 43,2 | 56,3 | 72,9 | 85,2 | 97,4 | N | 30,4 | 62,5 | 83,7 | 110,6 | 130,5 | 150,2 |
| D | 16,0 | 23,5 | 28,5 | 34,9 | 39,6 | 44,2 | D | 28,1 | 52,2 | 68,1 | 88,3 | 103,3 | 118,1 |
| Año | 51,2 | 77,4 | 94,8 | 116,7 | 133,0 | 149,2 | Año | 77,0 | 106,7 | 126,4 | 151,3 | 169,8 | 188,1 |
| NOCITO | | | | | | | PANZANO | | | | | | |
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| E | 17,8 | 43,0 | 59,7 | 80,8 | 96,5 | 112,0 | E | 14,4 | 28,3 | 37,5 | 49,1 | 57,7 | 66,3 |
| F | 20,6 | 42,9 | 57,6 | 76,3 | 90,1 | 103,8 | F | 16,3 | 25,0 | 30,8 | 38,2 | 43,6 | 49,0 |
| Mz | 22,0 | 44,4 | 59,2 | 77,9 | 91,8 | 105,6 | Mz | 13,2 | 20,7 | 25,6 | 31,8 | 36,4 | 41,0 |
| Ab | 24,7 | 50,7 | 67,8 | 89,5 | 105,6 | 121,6 | Ab | 19,0 | 35,7 | 46,7 | 60,7 | 71,0 | 81,3 |
| My | 37,6 | 51,3 | 60,3 | 71,7 | 80,1 | 88,5 | My | 27,9 | 44,7 | 55,8 | 69,8 | 80,2 | 90,6 |
| Jn | 26,4 | 38,1 | 45,8 | 55,6 | 62,9 | 70,1 | Jn | 28,6 | 48,1 | 61,1 | 77,4 | 89,5 | 101,6 |
| Jl | 11,8 | 23,4 | 31,1 | 40,8 | 48,0 | 55,1 | Jl | 14,0 | 27,1 | 35,8 | 46,8 | 54,9 | 63,0 |
| Ag | 21,7 | 36,6 | 46,5 | 59,0 | 68,2 | 77,4 | Ag | 22,8 | 50,1 | 68,2 | 91,0 | 108,0 | 124,8 |
| S | 20,0 | 41,8 | 56,2 | 74,4 | 88,0 | 101,4 | S | 27,7 | 56,6 | 75,8 | 100,1 | 118,1 | 135,9 |
| O | 25,7 | 54,3 | 73,1 | 97,0 | 114,7 | 132,3 | O | 29,9 | 56,2 | 73,6 | 95,7 | 112,0 | 128,2 |
| N | 37,9 | 92,2 | 128,2 | 173,6 | 207,4 | 240,9 | N | 20,6 | 44,4 | 60,1 | 80,0 | 94,8 | 109,4 |
| D | 33,8 | 67,3 | 89,4 | 117,5 | 138,3 | 158,9 | D | 20,3 | 32,1 | 40,0 | 50,0 | 57,3 | 64,7 |
| Año | 74,8 | 113,7 | 139,4 | 171,9 | 196,0 | 219,9 | Año | 55,0 | 75,9 | 89,8 | 107,4 | 120,4 | 133,4 |
| SAN JULIÁN DE BANZO | | | | | | | SANTA MARÍA DE BELSUÉ | | | | | | |
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| E | 18,4 | 35,1 | 46,2 | 60,2 | 70,6 | 80,9 | E | 25,6 | 45,8 | 59,2 | 76,2 | 88,7 | 101,2 |
| F | 21,3 | 35,4 | 44,7 | 56,4 | 65,2 | 73,8 | F | 27,8 | 52,6 | 69,1 | 89,8 | 108,3 | 120,6 |
| Mz | 22,1 | 44,2 | 58,8 | 77,3 | 90,9 | 104,5 | Mz | 22,6 | 40,7 | 52,8 | 67,9 | 79,2 | 90,4 |
| Ab | 20,0 | 33,1 | 41,8 | 52,8 | 60,9 | 69,0 | Ab | 29,9 | 64,9 | 88,1 | 117,4 | 139,1 | 160,7 |
| My | 23,2 | 36,5 | 45,2 | 56,3 | 64,5 | 72,7 | My | 43,9 | 68,6 | 85,0 | 105,7 | 121,0 | 136,3 |
| Jn | 25,7 | 41,3 | 51,6 | 64,7 | 74,3 | 83,9 | Jn | 34,2 | 50,3 | 60,9 | 74,3 | 84,2 | 94,1 |
| Jl | 12,7 | 20,3 | 25,3 | 31,6 | 36,4 | 41,0 | Jl | 12,7 | 26,6 | 35,7 | 47,3 | 55,9 | 64,4 |
| Ag | 25,3 | 47,3 | 61,8 | 80,2 | 93,8 | 107,7 | Ag | 27,1 | 45,8 | 58,2 | 73,8 | 85,3 | 96,8 |
| S | 24,5 | 46,8 | 61,5 | 80,1 | 94,0 | 107,7 | S | 31,7 | 61,3 | 81,0 | 105,8 | 124,2 | 142,5 |
| O | 22,0 | 42,8 | 56,5 | 73,8 | 86,7 | 99,4 | O | 30,7 | 62,4 | 83,5 | 110,0 | 129,8 | 149,3 |
| N | 24,7 | 46,4 | 60,8 | 79,0 | 92,5 | 105,9 | N | 28,8 | 61,0 | 82,3 | 109,2 | 129,2 | 149,0 |
| D | 17,4 | 26,0 | 31,7 | 39,0 | 44,3 | 49,6 | D | 31,4 | 58,2 | 76,0 | 98,4 | 115,1 | 131,6 |
| Año | 47,8 | 67,7 | 80,8 | 97,5 | 109,8 | 122,1 | Año | 59,3 | 91,9 | 113,5 | 140,8 | 161,0 | 181,1 |

En la tabla II podemos apreciar:

Las precipitaciones intensas ocurren con cierta frecuencia. Ya en un periodo corto como cinco años encontramos cantidades superiores a los 100 mm en Arcusa y Nocito y próximas a esa cifra en Santa María de Belsué.

Si nos fijamos en las precipitaciones máximas calculadas en los diferentes meses para distintos periodos de retorno, observamos que sigue siendo en los meses de otoño en los que cabe esperar precipitaciones más intensas en 24 horas. Podemos hacer una mención especial al observatorio de Arcusa, en el que dentro de periodos de sólo 5 años cabe esperar precipitaciones superiores a 60 mm en 24 horas en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, y superiores a 80 mm en periodos de 10 años. Estos datos adquieren especial importancia si consideramos que en las proximidades de esta localidad nacen diversos ríos como el Vero, Mascún y Alcanadre, en los que se practican actividades deportivas durante el verano y algunos periodos de primavera y otoño, principalmente barranquismo. Estos tramos aparecen en la figura 4.

Algo muy expresivo de lo expuesto anteriormente es el hecho de que la ciudad de Barbastro, localizada a orillas del río Vero, en su tramo inferior, ha sufrido 16 graves inundaciones en los últimos 500 años (ESTUDIO DE INUNDACIONES HISTÓRICAS, 1985), entre las que podemos destacar las de 1617, 1682 (causó ésta 12 muertos), 1727, 1788, 1956, octubre de 1963, noviembre de 1963 y 1982. Además, en la ciudad se conocen numerosos aumentos importantes y frecuentemente repentinos del nivel del río sin que lleguen a producir efectos tan graves como los de las inundaciones mencionadas.

Por lo tanto, se deduce que el caudal de los ríos de la zona puede verse incrementado abundante y bruscamente con lluvias de estas características, pues, debido a las condiciones de sus cuencas, son ríos de respuesta muy rápida a las lluvias intensas, lo que supone un riesgo para las personas que puedan desarrollar estas actividades, agravado por el hecho de que su práctica se concentra en los tramos más estrechos y angostos; los de mayor interés deportivo y también los de mayor riesgo en caso de riada por la concentración y aceleración del caudal y la dificultad para salir o evacuar con rapidez.

DISCUSIÓN

En la sierra de Guara y su entorno se producen con cierta frecuencia precipitaciones de notable intensidad. Los periodos de mayor frecuencia en su ocurrencia son el final del verano y, especialmente, el otoño. La precipitación en estos meses muestra la intensidad media más elevada y no es raro que en un solo día se alcance o supere la cifra de la precipitación media mensual.

Estas precipitaciones intensas aparecen en periodos de retorno relativamente cortos, especialmente a finales de verano y otoño.

En el espacio que nos ocupa, las precipitaciones intensas pueden provocar repentinos aumentos de caudal, pues en ella nacen varios ríos en los que la regulación natural es escasa y la artificial inexistente. Hay suficiente constancia histórica de este comportamiento en las inundaciones que ha sufrido la ciudad de Barbastro.

Por ello, es necesario tener en cuenta estos hechos para la adecuada instalación de algunas infraestructuras, principalmente turísticas, evitan-

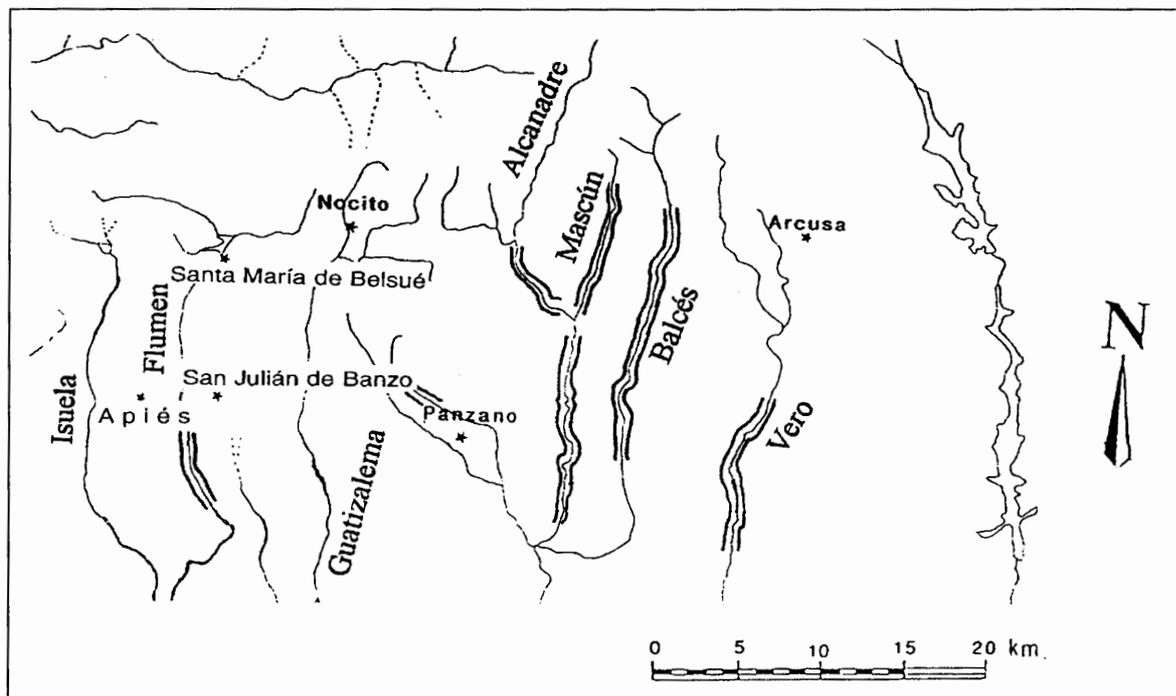


Fig. 4. Mapa de localización de los tramos fluviales más encajados en los que se practican actividades deportivas.

do las proximidades de los cauces fluviales, y para el desarrollo de actividades deportivas acuáticas, fundamentalmente el barranquismo, muy difundido últimamente en la zona debido a las excepcionales condiciones que ofrece.

BIBLIOGRAFÍA

- DEL VALLE, J. (1991). La sierra de Guara: riqueza ambiental e impactos humanos. *Actas del XIV Encuentro de Jóvenes Geógrafos*: 92-103. Zaragoza.
- DEL VALLE, J. (1993). Aspectos climáticos de la sierra de Guara y su entorno. *Surcos de Aragón*, 40: 11-15. Zaragoza.
- DEL VALLE, J. (1995). *El clima de la provincia de Huesca*. Fascículo publicado por el *Diario del Altoaragón* (Col. Huesca Natural). 16 pp. Huesca.
- DEL VALLE, J. (1997). *El clima del Prepirineo central y occidental aragonés y sus somontanos*. Ed. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. 327 pp. Zaragoza.
- ESTUDIO DE INUNDACIONES HISTÓRICAS Y MAPA DE RIESGOS POTENCIALES EN LA CUENCA DEL EBRO (1985). Informe para la CHE. Consultor: Ingeniería 75 S. A.
- MONTSERRAT, I., y MARTÍ, J. M. (1986). *Flora y vegetación de la sierra de Guara*. Diputación General de Aragón, Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.