

JUAN CARLOS GARCIA CODRON y OLIVA BERMEJO ZUBELZU\*

## CONSECUENCIAS CLIMATICAS DE LA CREACION DE UN EMBALSE: ESTADISTICA Y PERCEPCION\*\*

### RESUMEN - RÉSUMÉ - ABSTRACT

Se analiza el impacto del embalse del Ebro (Cantabria-Burgos) sobre el clima local, contrastando la importancia de los efectos estadísticamente constatables con la percepción que los afectados tienen de los mismos. El ligero descenso de las temperaturas, el de las precipitaciones, la mayor inercia térmica y el impresionante aumento de los días de niebla son valorados muy desigualmente dependiendo de la incidencia que cada tipo de acontecimiento tiene en la vida diaria.

*Conséquences climatiques de la construction d'un barrage: Statistique et perception.* - On analyse l'impact climatique du barrage «del Ebro» (Cantabria-Burgos, Nord de l'Espagne) en comparant la portée des effets statistiquement constatables avec la perception qu'ont les riverains des dits impacts. La légère descente des températures, leur décalage saisonnier, la diminution des pluies et l'impressionnante augmentation des jours de brouillard son perçus très différemment selon l'incidence de chaque sorte d'événement sur la vie quotidienne.

*Climatic effects of building a dam: Statistics and perception.* - We analyse microclimatic impacts of the Ebro reservoir (Cantabria-Burgos, Northern Spain) comparing statistically demonstrable effects with the perception that the people of the zone have of these effects. Slight temperature diminution, rainfall decrease, greater thermic inertia and striking increase in fog days have been unequally evaluated depending on their influence on day-to-day life.

PALABRAS CLAVE: Microclima, impacto, percepción, embalse.

MOTS CLÉS: Microclimat, impact, perception, barrage.

KEY WORDS: Microclimate, impact, perception, reservoir.

El presente trabajo trata de evaluar el impacto que puede causar en el clima la construcción de un gran embalse comparando a la vez la utilidad de dos fuentes diferentes de información: la estadística y la oral. Se ha escogido para ello una zona sometida a unas duras condiciones climáticas y en la que, desde antiguo, nos ha llamado la atención el convencimiento, expresado por numerosas personas, de que el tiempo «ya no es como antes».

El área objeto de estudio es el Campóo, comarca situada entre la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica y los contrafuertes más septentrionales del Sistema Ibérico. El vértice en el que se entrecruzan las direcciones de ambos sistemas está representado por el Pico Tres Mares (2.175 m.) y aunque sus altitudes decrezcan rápidamente hacia el Este y hacia el SE respectivamente bastan para delimitar claramente el amplio valle campurriano, de forma triangular y cuya altitud media ronda el millar de metros.

El Campóo muestra un clima oceánico continentalizado de inviernos fríos, sufriendo, dada su disposición orográfica, los efectos de frecuentes inversiones térmicas. Está drenado por el Hija y el Ebro

que, a pesar de recibir escasos afluentes, logran reunir un caudal apreciable gracias a un balance hídrico muy favorable.

El posible factor perturbador de las condiciones climáticas iniciales es el «Pantano del Ebro» que entró en servicio en 1945 como culminación de un antiguo proyecto destinado a regular el caudal del río y que, una vez construido, anega todo el fondo del valle. Su superficie, que sobrepasa las 6.250 Ha., hace de él uno de los más extensos de España y basta para transformar radicalmente el paisaje y la economía de toda una comarca en la que han desaparecido irreversiblemente bajo el agua pueblos enteros a la vez que algunas de las mejores tierras.

Todas estas circunstancias hacen verosímiles, al menos «a priori», las opiniones de los que creen en un cambio climático, al menos a escala local, y justifican sobradamente la verificación que emprendemos.

El método de trabajo seguido ha sido el de analizar los datos disponibles a la vez que, por separado y sin intercambiar información que pudiera introducir un factor de sesgo involuntario, realizar una encuesta entre personas residentes en los núcleos rurales que

\* Depto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria.

\*\* Deseamos agradecer la colaboración prestada por el

personal del Centro Meteorológico Zonal de Santander y, en especial, de Dña. Carmen Gozalo, sin cuya constante colaboración este trabajo no hubiera sido posible.

circundan la cola del embalse (Horna de Ebro, Arroyo, Orzales, Quintanilla...). Sólo al final, una vez concluida la etapa de recogida de información, se han contrastado los resultados procedentes de una y otra fuente.

Aunque se ha recurrido a los de otras estaciones cada vez que se hacía necesaria la comparación, el trabajo estadístico se ha basado en el análisis de los datos de Reinosa que, situada a 2 km de la cola del embalse, cuenta con una serie de excepcional calidad y continuidad gracias a la meticulosa dedicación de D. J. Francisco Hernández observador desde los años veinte hasta 1975. La permanencia de un único responsable durante tantos años nos garantiza una uniformidad de criterio y un significado homogéneo de los datos desde el principio hasta el final de la serie, requisito imprescindible en nuestro caso. De hecho, en algunas ocasiones, y cuando los datos disponibles eran suficientes, se ha prescindido de los registrados con posterioridad al cambio de observador, fecha tras la cual aparecen algunas discontinuidades en el registro y cabe temerse algún tipo de distorsión involuntaria que podría alterar los resultados de nuestro análisis.

La realización de la encuesta ha exigido entrevistar a cuarenta personas de edades avanzadas (se consideraba imprescindible que hubieran sido, en su momento, testigos presenciales del anegamiento del fondo del valle). Aunque pueda parecer reducido, este número de encuestas es perfectamente significativo dados los escasos efectivos demográficos de las aldeas afectadas y el carácter redundante que a partir de cierto momento tienen las opiniones recogidas.

## I. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El 84% de los encuestados se ha declarado convencido de la existencia de cambios recientes en el clima. Este convencimiento deriva de la interpretación personal y más o menos racional de diversos indicadores cotidianos pero acusa, a la vez, la influencia de

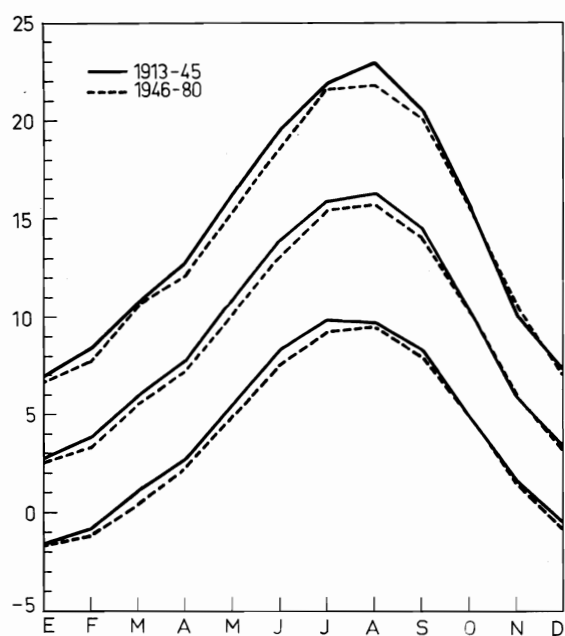


Fig. 1. Temperaturas medias de las máximas, medias y medias de las mínimas de las series anterior y posterior a la construcción del embalse.

los medios de difusión que, en los últimos años, conceden una gran importancia a todo lo relacionado con el tiempo. Esto hace que cada encuestado perciba de forma distinta los diversos elementos del clima según hayan sido sus vivencias personales y su capacidad para interpretar, «filtrar» y valorar las noticias; los resultados obtenidos son diferentes según el entrevistado atribuya el cambio de clima a la construcción del embalse (24% de los encuestados), a la «guerra nuclear», o a la polución en general (13%): recuérdese que, en todos los casos se trata de personas mayores y, en general, de escaso nivel cultural.

Dado lo contradictorio de muchos datos y la desigual importancia de los resultados obtenidos en los distintos parámetros del clima, éstos serán analizados por separado.

Las *TEMPERATURAS* manifiestan una clara tendencia a decrecer: la comparación de la serie 1913-45 con la de los años 1946 a 1980 nos muestra un significativo descenso de 0,42°C en la media anual. Tal descenso, que contradice la opinión generalizada de que «antes hacía más frío», aparece en otras estaciones cercanas lo que nos permite relacionarlo con la evolución secular de las temperaturas de la región a la vez que sitúa en un segundo plano la influencia del embalse.

Llama la atención sin embargo la desigual evolución estacional de las temperaturas: las medias mensuales, las medias de las máximas, las de las mínimas y las mínimas absolutas decrecen durante la primavera y principio del verano para aumentar o mantenerse sin grandes variaciones durante el final del verano y el otoño. Aparentemente, y en esto coincide con la opinión expresada por nada menos que el 47% de los encuestados, las estaciones «vienen retrasadas» lo que podría deberse a la inercia térmica de la masa de agua. Como puede verse en la gráfica correspondiente, el desplazamiento hacia agosto de las temperaturas más elevadas es muy significativo en el caso de las mínimas, como significativo es que la evolución de los valores extremos no muestre una tendencia clara: la influencia del embalse, caso de existir, es a escala local y resulta insuficiente para contrarrestar los efectos de las situaciones meteorológicas excepcionales que afectan a volúmenes muy grandes de aire y que son las que originan estos valores extremos.

No disponemos de información estadística que refleje convenientemente la evolución de la *HUMEDAD ATMOSFERICA*, el elemento del clima que más ha debido de cambiar tras la construcción de la presa. Tenemos por ello que dar crédito a los testimonios de los paisanos que atribuyen al aumento de la humedad el que la hierba cortada se pudra en el campo (igual que le ocurriría al trigo lo que, en cualquier caso, tiene un significado más dudoso dados los cambios que se han producido entretanto en el cultivo de dicho cereal).

Tampoco los datos disponibles de *NUBOSIDAD*, parámetro relacionado con el anterior, resultan concluyentes tras el estudio de la estadística de días despejados, nublados y cubiertos: si el período anterior a la construcción del embalse nos arroja un promedio de 90 días despejados al año y el posterior de sólo 51, un análisis más detenido permite atribuir la diferencia a algún cambio de criterio en la toma o transcripción de los datos a partir de 1936-38. Este hecho resta fiabilidad a la serie y nos hace desistir de

utilizar la información que contiene a pesar de su evidente interés.

Aunque los datos de nubosidad expresados en octavos presenten las mismas limitaciones y nos impidan la obtención de cifras globales, es interesante reseñar la aparente tendencia al aumento de la nubosidad durante los meses finales del verano (máxima entre agosto y septiembre) y el escaso aumento o incluso práctica estabilidad de los valores invernales (octubre a febrero).

Dentro de este apartado merece especial atención el capítulo dedicado a la *NIEBLA*, fenómeno muy frecuente dadas las características orográficas del valle<sup>1</sup> y sobre el que existen registros perfectamente fidedignos. Si la coincidencia en las apreciaciones de la mayoría de los encuestados es ya reveladora (más de la mitad creen percibir un claro aumento y, dentro de ellos, el 70% piensa que éste es máximo en los meses de verano), el análisis de la información meteorológica oficial no deja lugar a dudas: el número de días al año en que se registra este meteoro pasa de 56,8 a 136,7 como promedio (con  $\delta_{n-1} = 11,27$  y 21,8 respectivamente).

Este aumento relativo del 140,8% es máximo durante los meses invernales (febrero y abril triplican el número de observaciones) a pesar de ser el verano la estación que más días de niebla registra: julio conocía este meteoro 7,85 días antes de la construcción del embalse, promedio que desde aquel momento se ha situado en 16,1.

El aumento citado, por fin, no puede imputarse a un simple accidente estadístico relacionado con la variabilidad interanual: hasta la puesta en funcionamiento del embalse nunca se habían sobrepasado los 69 días de niebla del año 1937. Sin embargo, una vez

anegado el valle, el año en que menos veces se ha observado la niebla, 1950, registra 89 casos. La existencia de un «antes de» y de un «después de» resulta indiscutible y si algunos encuestados creen adivinar una disminución de las nieblas en los últimos años el hecho podría deberse a un factor de hábito o de acomodo a la nueva situación.

Las *PRECIPITACIONES* de lluvia no han merecido la atención de los encuestados (sólo tres, de hecho, hablan de «sequía», término poco útil a nuestros efectos y que puede estar determinado por un excesivo número de factores). Sin embargo el estudio de los datos muestra unas anomalías de gran interés que merecen una exposición detallada:

El número de días de lluvia ha pasado de un promedio de 136,7 (con  $\delta_{n-1} = 16,19$ ) a otro de 126,8. Sin embargo, el descenso es muy desigual a lo largo del año alcanzando sus máximos valores estacionales entre noviembre y abril (meses que, en términos relativos, pierde más del 23% de sus días de lluvia) pero resultando en cambio poco importante durante el verano y principios del otoño (septiembre y octubre registran incluso un incremento apreciable del número de días en que se registran lluvias).

Sin embargo, si en términos estadísticos las diferencias reseñadas parecen significativas con un nivel de confianza superior al 95%, este nivel de confianza alcanza el 99,5% cuando el análisis se centra en la evolución del número de días de «lluvias inapreciables». Estas, muy relacionadas con la humedad ambiental en su conjunto, pero relativamente independientes de las situaciones frontales que generan la mayor parte de las precipitaciones anteriores, muestran un aumento sólo comparable al experimentado por la niebla: entre 1921 y 1945 el promedio registra-

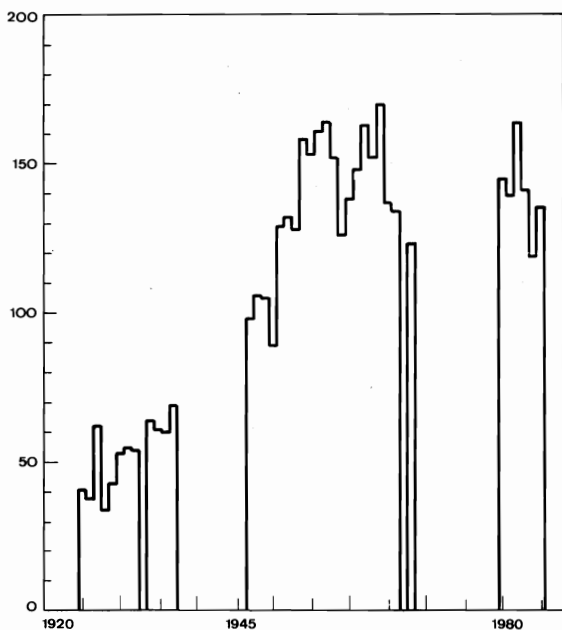


Fig. 2. Número de días de niebla al año.

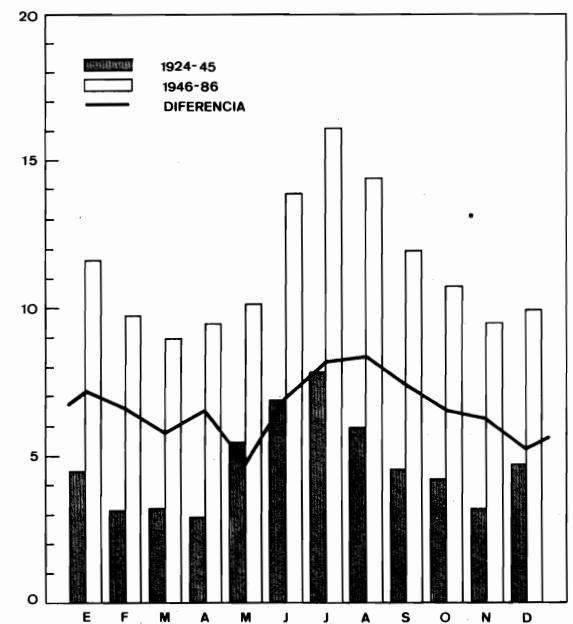


Fig. 3. Distribución por meses de los días de niebla y aumento tras la construcción del embalse.

<sup>1</sup> Las nieblas siempre han abundado en el Campó; así en 1918 Lorenzo Pardo, tratando de recoger el sentir popular, afirma en el proyecto del embalse que su construcción acabará definitivamente con las insanas humedades y nie-

blas de la llanura de la Virga... Aunque no explica la base de su argumentación, el tiempo ha demostrado lo equivocado que fue su aserto.

do era de 6,24 días al año ( $\delta_{n-1} = 4,65$ ) mientras que en la serie posterior a esta última fecha el promedio supera los 23 días lo que supone un aumento próximo al 270%.

Este aumento es máximo al final del invierno (febrero multiplica casi por nueve el número de observaciones) lo que podría relacionarse con el del número de días de niebla que se produce en los mismos meses; las bajas temperaturas y las inversiones térmicas, en presencia de una gran masa de agua que humedece la atmósfera, favorecen la aparición de nieblas y éstas, al levantarse, producen las precipitaciones «inapreciables».

El incremento en el número de días con lluvias inapreciables no compensa, sin embargo, la ya comentada disminución global de los días de precipitación. El resultado es un acusado descenso de los totales anuales que pasan de 1.033,4 mm. ( $\delta_n = 170$ ) en el período 1912-1945 a 889,7 ( $\delta_n = 158,8$ ) entre esta última fecha y 1975. Este hecho resulta especialmente sorprendente si tenemos en cuenta el carácter frontal de la mayor parte de las precipitaciones de la zona. Sin embargo, el análisis de la curva correspondiente y el de la evolución de las medias móviles (que nos permiten «limar» los dientes de sierra de la gráfica y resaltar las tendencias decenales) no dejan lugar a dudas sobre la importancia de un descenso que, en términos estadísticos, parece significativo con un nivel de confianza, de nuevo, superior al 99,5%.

Por lo que respecta a su incidencia estacional, y aunque la tendencia no resulte tan clara como en otros casos, el descenso parece más acusado al final del invierno que en verano y otoño, registrando incluso noviembre un aparente incremento de las precipitaciones (imputable a la presencia de dos años excepcionalmente lluviosos, 1961 y 1971, capaces por sí solos de alterar sensiblemente la media del conjunto).

Es con todo la NIEVE el elemento del clima que más ha llamado la atención de los encuestados: salvo una persona, todas las demás estiman unánimemente que las nevadas son en la actualidad menos importantes y frecuentes que las antiguas. A pesar de ello, el estudio de los datos parece demostrar lo contrario: el promedio ha pasado de 34,1 ( $\delta_{n-1} = 9,24$ ) a 39,4 días

al año lo que, en principio, es suficiente para estimar significativo el incremento.

Es posible que esta cifra (que, en términos relativos supone un aumento del 15% del número de días de nieve) deba compensarse con la del número de días de lluvia: una precipitación de «aguanieve» considerada como «lluvia» al principio de la serie bien puede haber terminado siendo anotada como «nieve» al final de la misma, produciendo así la ilusión de un descenso en el total de las primeras y un aumento de las segundas. Sin embargo, y aun admitiendo esta última explicación (que no puede ser comprobada) es evidente que no sólo no han descendido la frecuencia e intensidad de las nevadas sino que los valores más importantes corresponden a los últimos años: durante los años ochenta se están batiendo todas las marcas y los 63 y 64 días registrados en 1982 y 1984 respectivamente son los valores más altos del siglo.

No disponemos de información explotable sobre el resto de los elementos cuantificables del clima. Creemos sin embargo que los comentarios son suficientes tanto para demostrar la existencia de fluctuaciones que, razonablemente, podemos imputar a la construcción del embalse, como para ayudarnos a evaluar en su justa medida la validez de los testimonios orales.

## II. SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Los efectos climáticos de la construcción del embalse son cuantificables y, contrariamente a lo que ocurre en otros lugares (PHILIP, 1984), se relacionan de forma perfectamente lógica cuando se analizan en su conjunto: la masa de agua recién creada introduce un factor de inercia térmica (seguramente más importante a escala de la oscilación diaria que de la anual) a la vez que supone un aporte de humedad a la atmósfera suficientes para alterar ligeramente el régimen de las temperaturas y, con él, el comportamiento del agua atmosférica (lo que influiría en la distribución y total de las precipitaciones y, sobre todo, en el volumen de la condensación así como en la esta-

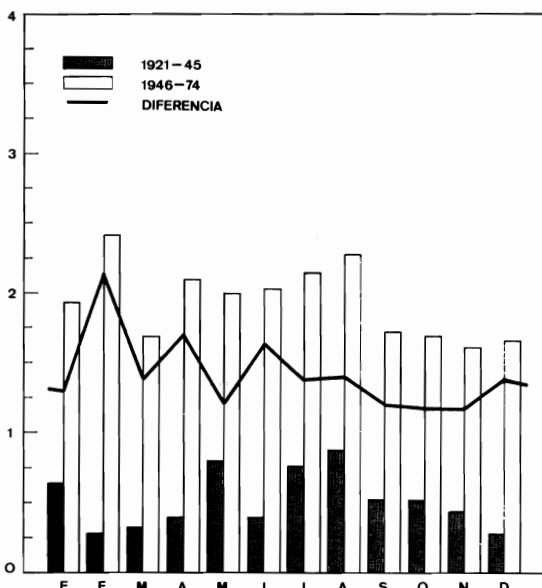


Fig. 4. Precipitación inapreciable: número de días al mes y aumento tras la construcción del embalse.

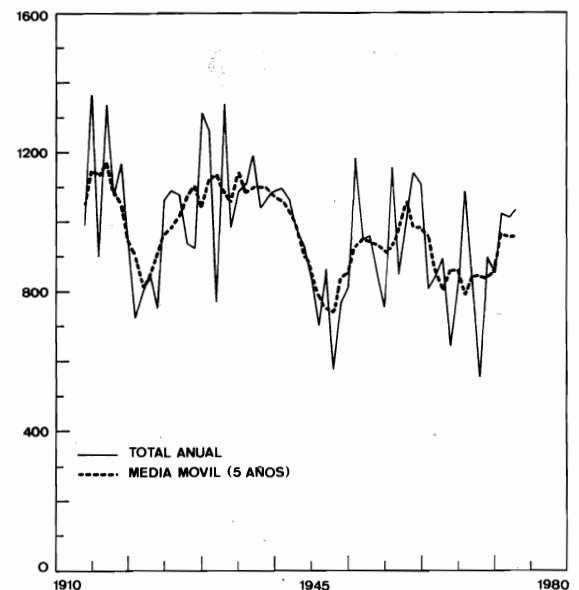


Fig. 5. Totales anuales de precipitación en Reinos.

cionalidad de los distintos fenómenos). Como se puede ver, el balance energético en su conjunto, base de toda la dinámica atmosférica, ve localmente alterados sus parámetros y es en esta dirección hacia donde deben volverse los intentos de explicación global de los impactos observados (ZUKOV; POTAPOVA, 1981).

Aunque no se disponga de datos al respecto, creemos que el cambio que se ha producido en alguno de los caracteres del clima podría ser suficiente para influir en el conjunto del ecosistema, a través de la vegetación, e incluso en ciertas actividades humanas: la frecuencia de las nieblas, conocida por el gran público, compromete seriamente ciertos aprovechamientos agrarios o turísticos a la vez que dificulta el tráfico e influye en la incidencia de numerosas afecciones respiratorias.

Estos impactos se limitan al entorno inmediato del área anegada. La dirección de los flujos dominantes (que son al mismo tiempo los más significativos) dejan la mayor parte del resto del Campóo fuera del área de influencia del embalse gracias a su disposición orográfica. Así, y aunque las fuentes disponibles son escasas, la disminución de las precipitaciones en el fondo del valle no parece corresponderse con el aumento que algunos autores observan en las zonas altas inmediatas a los embalses (FU; ZHU, 1984).

Por otra parte, se demuestra el valor muy relativo que tienen los testimonios orales, frecuentemente utilizados como fuentes indirectas o incluso como indicadores, a la hora de reconstruir el clima de un lugar. Existe una percepción bastante acercada de aquellos elementos o caracteres del clima más directamente relacionados con la vida diaria y con el calendario agrícola: impresiones sobre la niebla, por supuesto, pero también sobre el «retraso de las estaciones», mucho más sutiles, o sobre la humedad que «pudre la hierba».

Frente a ello, existe una tendencia inconsciente a esquematizar y a reducir el recuerdo del tiempo meteorológico pasado a los acontecimientos excepcionales que se van magnificando a medida que pasan los años. Tales recuerdos están siempre sesgados por las vivencias de cada persona y por las impresiones procedentes de unos medios de difusión cuyos datos no siempre se entienden en su justa medida. La mejora de las comunicaciones junto a la de las condiciones de vida, sobre todo en lo referente a la vivienda y vestimenta, restan importancia a la lluvia, nieve o fríos extremos; el uso de la radio, teléfono y de las máquinas quitanieves evitan el aislamiento o recortan y minimizan sus consecuencias... Todo ello se traducirá en la creencia de la disminución de estos acontecimientos desagradables.

Llama la atención, en fin, que estas opiniones sesgadas se repitan tal cual generación tras generación; se trata de una constante que, al quedar reflejada en los medios impresos, «avala» el parecer de los paisanos y acaba convirtiéndose en una «verdad» asumida colectivamente y muy difícil de rebatir<sup>2</sup>. La preocupación por la evolución del clima y, dentro de ella, la creencia en una relativa suavización del mismo, son muy antiguas, al menos en esta comarca, no aportando la observación de las consecuencias del embalse más que un argumento más para corroborar algo que se asume de forma generalizada.

Sólo queda esperar que en los futuros proyectos de esta magnitud se tenga en cuenta previamente la incidencia tanto de los aspectos climáticos «objetivos», cuya importancia parece fuera de toda duda a pesar de la escasa atención que han recibido hasta el momento, como los «subjetivos» o perceptuales, esenciales para lograr una aceptación social de la obra a realizar y para facilitar la acomodación a las nuevas condiciones que pudieran generarse.

---

<sup>2</sup> Existen numerosas referencias antiguas sobre el clima de la comarca y sobre sus supuestas variaciones. Así, J. G. de la Puente afirma en 1916:

«En este rincón de la Montaña no nieva ya como antiguamente; una gran nevada es cosa verdaderamente extraordinaria (...) estos temporales son ya, como hemos dicho, casos muy excepcionales, habiéndose observado que cada año nieva menos.»

En esta misma línea Río y Sainz recogía un texto de 1871:

«Además, observamos en otra ocasión las variaciones que se vienen notando de algunos años acá en cuanto al clima, pues ni llueve ya lo que llovía, ni casi nieva, ni las avenidas, más o menos grandes, se suceden como anteriormente (...). No hay nada que no deba estudiarse.»

Esta edificante apostilla, muy propia de la época en que se publicó el citado texto, da valor a ojos del gran público a las interpretaciones que de estas supuestas variaciones del clima se daban, con mayor o menor clarividencia, por aquellos años. En referencia al área que nos ocupa, A. Gaye escribe en 1903:

«Aunque éstas no sean tan copiosas ni menudean tanto [las lluvias] como hace algún tiempo, a causa, según algunos, de la disminución del arbolado en nuestra provincia...»

Baste esta rápida muestra, que dista mucho de ser exhaustiva, para comprender el arraigo de unas preocupaciones que, sin embargo, siguen siendo de la máxima actualidad.

## BIBLIOGRAFIA

- FU, B. P.; ZHU, C. G. (1984): «The effects of Xinjiang reservoir on precipitation». *Geojournal*, 8, 3, págs. 229-234.
- GAYE, A. (1903): *Santander y su provincia. Guía de la Montaña y su capital*.
- LORENZO PARDO, M. (1918): *El Pantano del Ebro. Descripción, juicios y comentarios*.
- PHILIP, A. (1984): «Le lac de Sérre-Ponçon a-t'il modifié le climat d'Embrun?». *Météorologie*, 2, págs. 3-14.
- PUENTE, J. G. de la (1916): *Reinosa y el Valle de Campoo*.
- RIO Y SAINZ, J. A. (1885): *La provincia de Santander considerada bajo todos sus aspectos*.
- ZUKOV, V. M.; POTAPOVA, L. S. (1981): «Ocenka izmenenij radiacionnogo, teplovogo i vodnogo balansa pri iz "jatii i perebroske vod zapadnoj Sibiri». *Izv. Akad. Nauk SSSR*, 2, págs. 47-58.