

# El clima histórico de Catalunya (siglos XIV-XIX). Fuentes, métodos y primeros resultados

MARIANO BARRIENDOS VALLVÉ\*

**Palabras clave:** *climatología histórica, inundaciones, miniglaciación, oscilaciones climáticas, sequías.*

**Key words:** *climatic oscillations, droughts, floods, historical climatology, Little Ice Age.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación toma como tema de estudio la dinámica del clima en época histórica en Catalunya. Los objetivos de la misma se centran en la realización de una aproximación al tema, desarrollando los métodos y criterios de trabajo más adecuados, pero sin profundizar en la documentación disponible. La falta de antecedentes directos obliga a una primera aproximación para validar las pautas de trabajo antes de desarrollar investigaciones posteriores en resoluciones espaciales y temporales más detalladas.

El trabajo desarrollado es la síntesis de una tesis de Doctorado presentada en 1994 en la Universidad de Barcelona, dirigida por el doctor Javier Martín Vide, bajo el título "El clima histórico de Catalunya. Aproximación a sus características generales (siglos XV-XIX)". Esta tesis obtuvo Premio Extraordinario de Doctorado (1995) y fue accésit del "1er Premi Claustre de Doctors de la Universitat de Barcelona" (1997).

### 1.1. La paleoclimatología y la climatología histórica

La paleoclimatología es una ciencia relativamente reciente pero, a pesar de ello, suficientemente compleja. Su tema de estudio es el clima del pasado, teniendo como objetivo la identificación y estudio de las principales características climáticas de una zona determinada y su evolución temporal.

Tanto si se trata de un estudio regional como de un estudio de un ámbito más amplio, la mayor parte de investigaciones paleoclimáticas se basan en largas series de datos, con

\*: Historisches Institut, Universität Bern (1995-1996). Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona (desde 1997)

el fin de observar determinados comportamientos climáticos en diferentes escalas temporales y con diferentes intensidades. La utilidad de estos resultados, además de permitir el conocimiento del clima en el pasado, puede aplicarse en un mejor conocimiento de las incógnitas que se plantean para el futuro (Grove, 1988, p. 10), e incluso para verificar con datos empíricos las modelizaciones que se realizan (Kandel, 1990, p. 88).

La climatología histórica se entiende como la especialidad de la paleoclimatología que se especializa en las fuentes de tipo documental que contienen información interesante a efectos climáticos. Pero climatología histórica puede entenderse también como el período estudiado con cualquiera de las especialidades paleoclimáticas que comprende los últimos siglos. En este trabajo, para evitar confusiones, se utilizará esta expresión en un solo sentido, como especialidad paleoclimática que utiliza documentación manuscrita para obtener la información climática.

## 1.2. Estado de la cuestión en España

La climatología histórica en España es una especialidad que ha tenido un desarrollo discontinuo a lo largo de los últimos dos siglos, a pesar de la ingente cantidad de documentación disponible en los archivos históricos. La primera iniciativa de la que se tiene constancia fue la de Manuel Rico Sinobas, que propuso la recopilación de las noticias meteorológicas que se localizaran en documentos manuscritos, empleando para ello unos criterios homogéneos de selección y referenciación de la información y facilitar así el empleo posterior de todo el material. El esfuerzo no tuvo continuidad, y el material recopilado por el propio autor, contenido en fichas manuscritas, ha quedado a la disposición de los investigadores contemporáneos (Real Academia de Medicina de Madrid, "Fenómenos meteorológicos en la Península Ibérica desde el siglo IV hasta el XIX", M. RICO SINOBAS, c. 1850, Manuscritos, 23-4-15).

Hay que esperar hasta los años 60 de nuestro siglo para encontrar iniciativas de mayor envergadura. En primer lugar, hay que destacar la labor de José María Fontana Tarrats, que dedicó muchos años a la recopilación de datos de diversos archivos españoles. El acopio de datos, aunque realizado sin unos criterios específicos, permitió al autor desarrollar una serie de monografías regionales, cuyos mecanoscritos inéditos permanecen completos en la biblioteca del INM. Esta es la relación detallada:

FONTANA TARRATS, J.M. (1971-1977): *Entre el cardo y la rosa. Historia del clima en las Mesetas*, Madrid, 269 pp.

ID. (1976): *Historia del clima en Cataluña. Noticias antiguas, medievales y en especial de los siglos XV, XVI y XVII*, Madrid, 248 pp.

ID. (1976): *Quince siglos de clima andaluz*, Madrid, 166 pp.

ID. (1977): *Historia del clima del Finis-Terrae gallego*, Madrid, 127 pp.

ID. (1978): *Historia del clima en el litoral mediterráneo: Reino de Valencia más Provincia de Murcia, Javea*, 206 pp.

ID. ET ALII (1974-1975): *El clima de Baleares, hoy y ayer: 1450-1700*, Madrid, 104 pp.

En este nivel de desarrollo de la climatología histórica, ha aparecido recientemente una obra general de síntesis sobre el clima histórico de España (FONT TULLOT, 1988), en la que se apuntan las tendencias más generales del mismo, constituyendo un estímulo para el inicio de investigaciones en ámbitos temporales y espaciales más específicos.

Dentro de lo que podríamos considerar como estudios modernos referidos a Catalunya, las obras son también limitadas pero con un notable salto cualitativo, especialmente en la vertiente metodológica. Puede destacarse, por su originalidad y precocidad, el trabajo de E. Giralt en unos aspectos propios de historia económica pero indicando ya las posibilidades de la climatología histórica (GIRALT, 1958). La utilización a efectos climáticos de

las rogativas *pro pluvia* en un estudio referido a Barcelona constituyó el punto de partida de una nueva línea de investigación. La importancia de la obra queda reiterada por las palabras de Emmanuel Le Roy Ladurie:

“Emili Giralt, l’historien et démographe catalan, a donné, pour la première fois, une vue exhaustive de la sécheresse en Méditerranée au XVIe. siècle, grâce aux Rogations barcelonaises” (LE ROY LADURIE, 1963, p. 765). Dentro de la línea de E. Giralt se encuentran otros estudios, pero aún son escasos si los comparamos con la producción bibliográfica de otros países europeos (PARADEDÁ, 1975; PEÑA DÍAZ, 1984; VIÑAS RIERA, 1975; VIÑAS RIERA, 1976).

En los años ochenta se apuntó ya el empleo de series documentales y el tratamiento cuantitativo de informaciones climáticas indirectas (*proxy-data*), como las rogativas por problemáticas ambientales. En este aspecto son interesantes los ejemplos de Tarragona (ALBENTOSA, 1981-1982) y Zamora (ÁLVAREZ VÁZQUEZ, 1986). Estas iniciativas tampoco tendrían una continuidad en el ámbito universitario, por lo que se debe esperar hasta la década de los 90 en que aparecen las dos primeras tesis doctorales de la especialidad en España (BARRIENDOS, 1994; SÁNCHEZ RODRIGO, 1994).

## 2. FUENTES DOCUMENTALES Y TIPOS DE INFORMACIÓN

### 2.1. Tipología de las fuentes documentales en climatología histórica

Las fuentes documentales pueden ser de dos tipos según el modo en que se han generado: directas u originales e indirectas o no originales. Entre las dos hay, obviamente, unas diferencias notables. Las fuentes directas se caracterizan por contener íntegramente todas las informaciones tal como fueron escritas en su momento. Sea cual sea su forma o composición interna, el valor de este tipo de fuentes es que constituyen un cuerpo documental en el cual hay garantías de que no se han producido pérdidas ni alteraciones en la información.

El aprovechamiento de las fuentes indirectas, en contrapartida, presenta numerosas complicaciones. El problema para los climatólogos es que las transcripciones o copias que se consultan presentan unas pérdidas de información, ya que son selecciones de obras íntegras y pueden presentar errores de copia o transcripción no identificables. En consecuencia, su valor queda limitado desde el momento en que ya no se puede construir una serie continua de datos, sino que únicamente se podrán utilizar los datos mediante comparaciones muy puntuales de hechos climáticos observados en series completas. Estas fuentes, sin embargo, suelen presentar la información de forma organizada, o con herramientas de consulta, por lo que su acceso suele ser más fácil que las fuentes directas.

La utilización de series climáticas procedentes de este tipo de fuentes ha comportado la generación de unos estudios climáticos desde el siglo XIX y parte del XX que se basan en información errónea, lo que les convierte en textos inservibles. Esta situación es duramente criticada por E. Le Roy Ladurie, cuando en los años 60 definió el inicio de una nueva etapa en la disciplina, caracterizada por el rigor en la selección y el tratamiento de las fuentes (LE ROY LADURIE, 1967, p. 22). En esta línea, la solución propuesta por P. Alexandre es radical: es necesario partir de cero, trabajando con fuentes directas, haciendo una cuidadosa crítica de las fuentes, y evitando la utilización de los trabajos anteriores: “... pour remédier à cette situation, il serait nécessaire que des historiens établissent de nouveaux recueils des faits climatiques contenus dans les sources écrites médiévales et modernes, en faisant la critique de ces sources et en les datant soigneusement afin de ne conserver que des témoignages dignes de foi et contemporains des faits.” (ALEXANDRE, 1977, p. 183).

Atendiendo a los aspectos formales, estas fuentes presentan una amplísima gama de tipos de series documentales con posibilidades de utilización. Además, existe la certeza de que cualquier documento puede contener una información interesante para el análisis paleoclimático, lo que requiere forzosamente establecer una selección previa. Por otra parte, intentar efectuar una clasificación y valoración de las fuentes documentales puede resultar un ejercicio poco eficaz debido a la complejidad y diversidad de posibilidades que se plantean según el autor y el objetivo del documento: puede tratarse de documentos generados por instituciones públicas o privadas, por instituciones religiosas o centros administrativos, y también por personas particulares. En cuanto a los objetivos con que se genera la documentación, pueden ser de tipo fiscal, administrativo, económico, notarial, documentación rutinaria institucional, correspondencia, etc.

Un esquema o primera clasificación muy general comprende todas las posibles fuentes en las que encontrar información interesante:

- Sagas y leyendas.
- Crónicas, anales y dietarios.
- Actas municipales y documentación de diferentes autoridades.
- Libros de contabilidad de explotaciones agrarias particulares.
- Documentos personales con observaciones esporádicas o intermitentes.
- Dietarios meteorológicos y diarios de mediciones.
- Periódicos y revistas.

(PFISTER, 1988, cap. 2)

La información que puede encontrarse en la documentación histórica puede también clasificarse según las características que esta información puede tener a efectos paleoclimáticos. En una obra reciente (BRADLEY, R.S. y JONES, P.D., 1992), se efectúa una clasificación de los tres tipos de información que puede extraerse de la documentación histórica a efectos climáticos:

- Información meteorológica directa (*weather phenomena*).
- Información hidrodépendiente (*water dependent phenomena*).
- Información fenológica (*biological phenomena*).

Sin duda, los contenidos más interesantes que se pueden encontrar en la documentación medieval y moderna son las observaciones meteorológicas directas no instrumentales que algunos eruditos medievales y renacentistas emprendieron a título particular. Desafortunadamente, ninguno de estos incipientes meteorólogos pertenecía al ámbito del Mediterráneo.

Este tipo de documentación, al estar generada con el objetivo específico de recopilar el comportamiento de determinados elementos meteorológicos, es la que permite un análisis paleoclimático más completo, fiable y detallado. Cuando las investigaciones paleoclimáticas pueden contar con varias series documentales de este tipo, las posibilidades de éxito y la calidad de los resultados quedan bien garantizados. El ejemplo de Pfister para el caso del clima suizo es envidiable, pues consigue recopilar un total de 33 series documentales de este tipo, pudiendo establecer una serie cronológica casi ininterrumpida y con amplios solapamientos, entre 1545 y 1863. Además, aunque ello no siempre represente una ventaja, la mayor parte de los documentos fueron transcritos y publicados hace tiempo, lo que permite una accesibilidad total a la información contenida (PFISTER, 1988, p. 27).

El segundo tipo de informaciones que se encuentran regularmente en la documentación son los fenómenos hidrodépendientes. Se trata de aquellos fenómenos no considerados directamente como meteorológicos, pero que se producen por una causa directa de tipo meteorológico, tales como sequías o inundaciones, denominándose también fenómenos parameteorológicos (BRADLEY, R.S. y JONES, P.D., 1992) o *proxy-data*. En las latitudes mediterráneas, los fenómenos hidrodépendientes que se han registrado documentalmente con mayor detalle se centran en los que por sus efectos ocasionan daños graves en las comunidades humanas. Por este motivo, se podrían denominar como "hidrometeoros catastróficos", término con el que se comprenderían aquellos fenómenos (grandes episodios llu-

viosos con inundaciones, temporales de mar, nevadas) que por su intensidad y efectos perjudiciales alteran la actividad cotidiana de las comunidades humanas afectadas.

El tercer y último tipo de información es la fenológica, que se centra en el desarrollo de los cultivos, ofreciendo anualmente las fechas en que se producen las diferentes labores relacionadas con el crecimiento de los cultivos agrícolas, como las siembras, siegas o vendimias, así como sobre el propio comportamiento biológico de las plantas: floración, fructificación, o maduración. Dentro de este tipo de información, también pueden incluirse las observaciones sobre el comportamiento de determinadas especies animales, siendo especialmente útiles las observaciones sobre los hábitos de las especies migratorias y sus alteraciones.

## 2.2. Acontecimientos meteorológicos identificables

A diferencia de los estudios climáticos de época contemporánea, el climatólogo histórico tiene como inconveniente que no puede seleccionar la información de que dispondrá para realizar su trabajo. En Europa, esta disponibilidad está marcando una división muy clara: los países norte y centroeuropeos trabajan, fundamentalmente, con datos térmicos y con las consecuencias de las alteraciones de sus valores, como daños en los cultivos, en las vías de comunicación, etc. Los países mediterráneos, en cambio, disponen preferentemente de datos referentes al régimen de precipitaciones, destacando aquellos que acusan los extremos de dicho régimen: el déficit o ausencia de precipitaciones, seguido por las rogativas *pro pluvia*, y el exceso, seguido por la descripción de los daños producidos por las riadas e inundaciones. Con esta polarización quedan bien definidas las servdumbres ecológicas de estos dos ámbitos del continente europeo.

En definitiva, para el ámbito mediterráneo, los fenómenos meteorológicos de los que ha quedado constancia documental, y que por tanto son más fáciles de estudiar, son precisamente aquellos que destacan por su carácter extraordinario. En contrapartida, es más difícil apreciar las condiciones medias del clima porque, precisamente, no era en su momento una noticia destacable. En este caso, es la ausencia de noticias la que constituye en sí una información a efectos climáticos.

## 3. EL SISTEMA DE ROGATIVAS

### 3.1. Características generales

En la Península Ibérica, las informaciones que, sin duda alguna, aportan el mayor volumen de datos ambientales y específicamente climáticos son los registros de ceremonias de rogativas. La regularidad y fiabilidad con que han quedado registradas en las fuentes municipales y eclesiásticas, como instituciones solicitantes y organizadoras, respectivamente, son elementos favorables a su utilización. Diversos autores han mostrado una actitud positiva hacia el estudio de estas ceremonias desde que E. Giralt las utilizara en su estudio sobre la Barcelona del siglo XVI (GIRALT, 1958). Realmente, el hombre del Mediterráneo, frente a los avatares meteorológicos que hacían peligrar sus cosechas, no tenía otro recurso: “no podía actuar de otra forma que implorando el favor de Dios y el beneficio de la lluvia” (GIRALT, 1958, p. 47). E. Le Roy juzga de este modo las rogativas:

“Voici maintenant une source primaire neuve, d’origine documentaire et “cérémonielle”: les Rogations pour la pluie, significatives de sécheresses. En Espagne les autorités municipales obtiennent assez souvent de l’Eglise, en cas d’urgence, des journées de processions. Emili Giralt Raventos présente “en nombre de jours de prières”, les Rogations de Barcelone au XVIe. siècle; elles sont complètement recensées grâce à la bonne tenue des registres “de l’antique Conseil Barcelonais”; (...) Emili Giralt souligne lui-même la relativité de sa serie: à coté du déficit pluviométrique facteur principal, la ferveur religieuse,

dont l'intensité varie (et peut-être augmenté à la fin du siècle, avec la Contre-Réforme?) peut contribuer à influencer les diagrammes. La série, dans l'ensemble, ne paraît vraiment dense et objectivement représentative qu'à partir de 1520" (LE ROY LADURIE, 1965, p. 905).

Además de la exactitud en la datación de los documentos y su fiabilidad, al encontrarse siempre estas referencias en los libros de acuerdos municipales o acuerdos de cabildos catedralicios, las rogativas en si mismas constituyen un mecanismo fiable pues en su determinación participan un buen número de instituciones con unas funciones muy bien delimitadas. En síntesis, las rogativas partían de las autoridades gremiales cuando algún problema alteraba el desarrollo de las cosechas. Las autoridades municipales asumían el

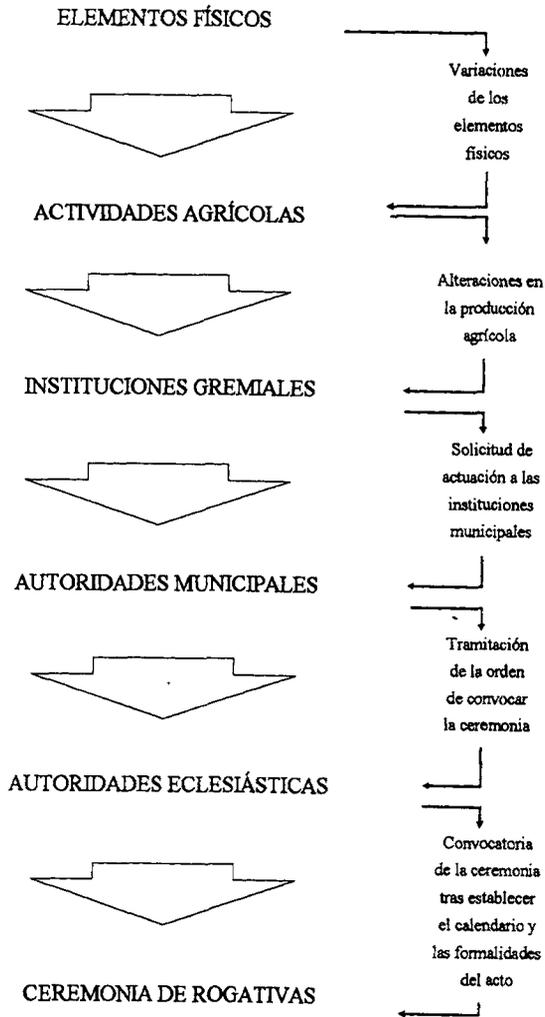


Fig. 1. Proceso de génesis y resolución de las ceremonias de rogativas

problema y deliberaban la realización de las rogativas. La orden se transmitía a las autoridades religiosas, que integraban la ceremonia dentro del calendario de celebraciones religiosas, organizando y convocando las rogativas (fig. 1).

### 3.2. Diferentes tipos de ceremonias

Las características climáticas del clima mediterráneo ya permiten comprender que los problemas ambientales más frecuentes en este ámbito geográfico son los ligados a la escasez esporádica o prolongada de precipitaciones. En consecuencia, las rogativas *pro pluvia* son las protagonistas más frecuentes de la documentación civil y eclesiástica en los ámbitos municipales. Pero además de la sequía, existían otras circunstancias climáticas que llegaban a producirse, teniendo en cuenta precisamente el amplio marco temporal comprendido. Los factores que podían incidir con mayor efectividad en el desarrollo de las cosechas eran las situaciones de déficit o exceso hídrico. Las rogativas a este efecto eran las ya citadas *pro pluvia* y las *pro serenitate* o *pro remissione*. Una vez obtenida la lluvia o la remisión de la lluvia, era habitual celebrar ceremonias de acción de gracias a los intercesores, los *Te Deum Laudamus*.

Otros tipos de ceremonias responden a situaciones muy específicas, por lo que su identificación y objetivización es muy simple. Se trataba de ceremonias muy poco habituales, con un periodo de recurrencia muy prolongado. El hecho de estar reguladas por la liturgia católica facilitaba el que, aunque sin ser puestas en práctica, se tuviera conocimiento de ellas para aplicarlas si la situación lo requería.

El trabajo puntual en un número limitado de poblaciones impide tener una imagen completa del abanico de situaciones que pueden llegar a desarrollar una ceremonia de rogativa específica. Se registran, por ejemplo, rogativas por exceso de frío en zonas de montaña, o rogativas para contener el nivel de crecida de un río que amenazaba desbordar, en el caso de localidades cercanas a grandes ríos.

### 3.3. Mecanismo básico para objetivizar las ceremonias

Después de entrar con algo de detenimiento en las características de las ceremonias de rogativas, puede llegarse a una esquematización muy general del ceremonial utilizado en diferentes localidades. En el caso de las rogativas *pro pluvia* la propia intensidad y duración del fenómeno facilitó el desarrollo de diferentes tipos de ceremonias según la gravedad de la situación. La objetivización de las rogativas parte, en definitiva, de los aspectos formales de las ceremonias desarrolladas.

Después de trabajar en siete localidades de ámbitos geográficos suficientemente diferentes, puede llegarse a una síntesis en las ceremonias desarrolladas para la obtención de lluvia. Salvando algunas peculiaridades o variaciones en el ceremonial, el siguiente cuadro sintetiza los pasos seguidos en las rogativas según la gravedad y duración de la sequía:

- Oraciones simples en el interior de las iglesias
  - Exposición de un intercesor dentro del ámbito de las iglesias
  - Procesión con el intercesor por el interior de la población
  - Inmersión de un intercesor en agua (ríos, pozos, fuentes, etc.)
  - Peregrinación a un intercesor en un santuario fuera de la población
- (MARTÍN VIDE y BARRIENDOS, 1995)

El desarrollo de estos sistemas de niveles en cada localidad no fue un proceso instantáneo, sino que fue desarrollándose durante la Edad Media, a medida que las comunidades

humanas iban haciéndose más densas y complejas, para alcanzar su madurez durante la Edad Moderna. Esta estructura litúrgica emanaba del Vaticano y su cumplimiento era obligatorio so pena de incurrir en graves faltas. Pero dentro de esta estructura, correspondía a cada comunidad humana, de nivel regional, comarcal o local, dar contenido a la liturgia católica para estos casos extraordinarios. A medida que aparecen fenómenos o circunstancias ambientales no conocidas hasta el momento o de una intensidad inusitada, el mecanismo debe adaptarse y las autoridades implicadas generan un nuevo tipo de rogativa o un nuevo nivel de intensidad acorde a la situación.

En este aspecto, las dimensiones de cada población o la importancia de las instituciones implicadas, apenas representa una variación en el sistema de tipificación de rogativas, lo que obviamente favorece la objetivización de las series de registros de rogativas y los posteriores análisis comparativos entre los puntos de observación. El mecanismo parece ser igual en todas las poblaciones estudiadas, y el tipo de rogativa aplicado a cada circunstancia parece que, en última instancia, estaba condicionado por cuestiones estrictamente económicas. Sólo se ha encontrado un texto en Tarragona en el que se hace mención a los niveles de rogativas y su condicionamiento económico:

“Rogativas por agua. Según la antigua consueta y libros de rebus gestis y de notas ha habido alguna variación en el orden de estas rogativas pues antes era primero la traslación del Sto. Cristo de Nazaret y ultimamente se acudía primero a la Virgen de la Misericordia.

Por los informes q se han tomado estaba en el espíritu de la practica de esta Sa. Iglesia el orden siguiente

1º Cuando se hacia sentir ya la necesidad del agua se añadía a la Misa conventual y rezadas q permite la rubrica la oracion ad petendam pluviam, por una temporada indeterminada y si la necesidad urgía se pasaba al

2º periodo, o sea Traslacion de la Virgen de la Misericordia con la letanía lauretana todos los días despues de Tercia, si a los tres días no se alcanzaba el agua se pasaba al

3º o sea Traslacion y procesion del Sto. Cristo de Nazaret, continuando las letanías, y si a los tres días no se alcanzaba el beneficio del agua se acudía al

4º o sea exposicion del Sto. Brazo y del Ssmo. Sacramento con Procession &: mas para pasar a cada uno de estos periodos es necesario q previamente lo solicite el Ayuntamiento q lo hace a peticion del gremio de labradores, y se dice q es necesaria la solicitud previa del Ayuntamiento por q son de cuenta de este la cera toda y demas gastos q ocurren en todas estas funciones. y como en cada una de ellas la cera y gastos son distintos, es necesario q todo este prevenido con anticipacion.” (Archivo Histórico Archidiecésano de Tarragona, “De rebus gestis”, pág. 225, 1868).

### 3.4. Posibilidades de las rogativas a efectos climáticos

Las últimas consideraciones que pueden realizarse entorno a las ceremonias de rogativas son relativas a su potencial utilidad en los análisis paleoclimáticos. Las características comunes que presentan en diferentes puntos de observación las ceremonias de rogativas las convierten en una útil fuente de información paleoclimática.

A pesar de tratarse de *proxy-data*, que no informan directamente de fenómenos meteorológicos, las rogativas ofrecen suficientemente credibilidad para su utilización en series climáticas. Además, la minuciosidad con que se registraban en la documentación municipal y eclesiástica permite la reconstrucción de series continuas en unas dimensiones temporales óptimas. Con ello se compensa la relativa limitación en cuanto a los tipos de información que suelen registrar las rogativas.

Por otra parte, la utilización de las rogativas en resoluciones temporales estacionales o mensuales, gracias a la precisión y fiabilidad en la datación de las informaciones, puede desarrollarse sin dificultades y ofrecer interesantes resultados.

En definitiva, las ceremonias de rogativas son una interesante fuente de datos paleoclimáticos en un amplio entorno geográfico: todo el ámbito cultural de la Iglesia Católica es susceptible de ofrecer series documentales en este sentido, tanto en fondos municipales como en cualquier nivel de la jerarquía eclesiástica: cabildos catedralicios, archivos parroquiales, archivos conventuales o monásticos. Puede considerarse que en toda Europa Occidental y en buena parte del continente americano existen posibilidades para este tipo de estudio, considerando que en sectores con características climáticas o ambientales específicas pueden aparecer rogativas pensadas para determinados problemas que no se reproducen en otros ámbitos (MARTÍN VIDE y BARRIENDOS, 1995).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Criterios de selección de la información

Siempre ha existido la conciencia de que la documentación generada en un momento dado debía conservarse para las generaciones venideras. Esta reflexión queda muy bien sintetizada en las palabras de un escribano de Puigcerdà cuando decía:

“Per quant la memoria dels homens es debil y caduca y lo que nos posa en scriptura ab la diuturnitat y longitut dels temps ve a posarse en oblit, Perço los Illtes. y molt magcs. sòrs. (...) han fet lo pnt. llibre...” (Biblioteca de Catalunya, Ms. 778, “Llibre de serimónies y coses memorables de la vila de Puigcerdà”, fol. 83).

El investigador en climatología histórica dispone de una gran cantidad de documentación susceptible de ofrecer información interesante. Se plantea entonces la necesidad de preparar con una especial minuciosidad los diferentes tipos de series documentales a consultar. El primer problema no es, pues, buscar la documentación apropiada, sino excluir aquella que contiene menos información útil. Esta selección se puede realizar a diferentes niveles: tanto por el tipo de fuente documental, la forma, el contenido o la información meteorológica que transmiten. La labor no es fácil, ya que se realiza la selección sabiendo de antemano que, conscientemente, se producirá la pérdida de una parte de la información de la que se podría disponer. El establecimiento de unos criterios de selección se convierte en una necesidad.

En este sentido, E. Le Roy Ladurie estableció unos criterios de selección muy simples pero, al mismo tiempo, muy exigentes. Para este autor, la documentación ha de contener elementos meteorológicos con cuatro características, para poderla aprovechar a efectos climáticos: han de ser continuos, anuales, homogéneos y cuantitativos (LE ROY LADURIE, 1967).

Al analizar las fuentes documentales con estos cuatro criterios se seleccionan, en primer lugar, las series más largas, en las que tiene gran importancia la dimensión temporal y la constancia en los criterios de generación de la documentación.

Una vez seleccionada la documentación que ofrece sus datos con continuidad, el siguiente paso consiste en descartar aquellas fuentes que, a pesar de contener información meteorológica, no están organizadas de forma anual y homogénea. Con esta segunda selección, quedan configuradas definitivamente las fuentes utilizables dentro de la climatología histórica. El análisis de los contenidos de estas series permitirá establecer una última selección al aplicar el cuarto criterio de E. Le Roy Ladurie: la obtención de datos cuantitativos.

Para el caso de Catalunya, las series que mejor se ajustan a estas especificaciones son las series de libros de acuerdos, tanto de las instituciones municipales como de los cabildos catedralicios. En ocasiones, pueden complementarse con libros de memorias o dietarios, llevados por personas a menudo ligadas a estas instituciones, o con un nivel cultural fuera de lo habitual.

#### 4.2. Objetivización

Después de la selección cuidadosa de fuentes documentales a consultar, hay que empezar a trabajar con las informaciones que se desprenden de las mismas. Este punto merece ser analizado con detalle dada su importancia, ya que constituye el paso de una información estrictamente histórica a una información meteorológico-climática.

La presente investigación ha limitado los fenómenos a analizar en dos bloques principales: los hidrometeoros catastróficos y los diferentes niveles de sequía percibidos a través de las rogativas *pro pluvia*. Por lo que respecta a los hidrometeoros catastróficos, el proceso de objetivización es muy simple. Las descripciones de cada fenómeno registrado por los testimonios contemporáneos son tan cuidadosas que permiten identificarlo y darlo sin problemas. El criterio empleado consiste en que cada uno de los hidrometeoros (inundaciones, temporales de mar, nevadas o episodios de lluvia prolongada) ha de ser de tal magnitud que provoque daños de consideración: daños en edificios e infraestructuras o daños graves en las actividades agrarias. En definitiva, debe tratarse de fenómenos de carácter catastrófico. Brevemente, éstos son algunos de los efectos más habituales en cada tipo de hidrometeoro catastrófico:

Daños graves o destrucción completa en:		
Infraestructuras	Poblaciones	Agricultura
* Molinos	* Edificios públicos y privados	* Cultivos
* Puentes	* Murallas	* Terrazas
* Puertos	* Fuentes y alcantarillado	* Edificaciones
* Acequias		* Sistemas de regadío
* Caminos reales		

(BARRIENDOS, 1994b)

**INUNDACIÓN:** Episodios de lluvias intensas que provocan el desbordamiento de ríos o rieras con una magnitud tal que ocasiona la inundación de casas y campos, interrupción de las comunicaciones, daños en las infraestructuras importantes, como puentes, acequias, molinos, murallas, etc. Suelen producirse también pérdidas humanas, aunque en este caso no son un indicador válido de la gravedad del episodio analizado.

**TEMPORAL DE MAR:** Episodios de fuertes borrascas en las que la intensidad de las precipitaciones y vientos ocasiona daños graves o incluso el hundimiento de buques anclados en las instalaciones portuarias o frente a los puntos de observación. También se consideran los daños ocasionados en las infraestructuras portuarias o en las murallas de mar.

**NEVADA:** Nevadas generales y de tal intensidad que provocan serios problemas en el punto de observación, limitando o bloqueando los transportes y las comunicaciones. Se consideran también los daños en edificios y las pérdidas humanas por el frío y los problemas de comunicación.

**PERÍODO DE LLUVIA PROLONGADA:** Se trata de episodios no muy habituales en el régimen pluviométrico mediterráneo pero que una vez registrados pueden llegar a producir graves daños en las actividades agrarias, en el cereal en épocas de siembra o recolección, y en los árboles frutales. En determinados casos pueden llegar a producirse daños en las infraestructuras de los núcleos urbanos.

El seguimiento de las sequías representa un tratamiento mucho más laborioso, pero, sin duda, con unos resultados que ofrecen un grado de matización más rico y, en consecuencia, más útil para el posterior análisis climático. Los diferentes tipos de actos litúrgi-

cos, ligados directamente a la gravedad de la situación de sequía, permite una objetivización automática de las diferentes rogativas *pro pluvia* en unos niveles de sequía. De forma sintetizada, el cuadro que puede establecerse para Catalunya es el siguiente:

NIVELES	Grado de sequía	Tipo de rogativa <i>pro pluvia</i>
Nivel I	Leve	Oración simple
Nivel II	Medio	Exposición del intercesor
Nivel III	Grave	Procesión con el intercesor
Nivel IV	Muy grave	Inmersión del intercesor
Nivel V	Crítico	Peregrinación al intercesor

(BARRIENDOS, 1994b)

Desde principios del siglo XVII la única alteración perceptible en este cuadro fue la prohibición de las inmersiones en agua de reliquias e imágenes. A partir de entonces, cada localidad desarrollaría unas rogativas de similar solemnidad.

La objetivización de los hidrometeoros catastróficos y de las ceremonias de rogativas por sequía presenta, a efectos climáticos, una característica muy positiva: al reducir las noticias de las series documentales a datos simples, codificables, permite que el proceso se repita en diferentes puntos de observación -allí donde la documentación es más adecuada- hasta poder constituir una red de puntos con sus correspondientes series de datos interrelacionables entre sí.

### 4.3. Cuantificación

La información meteorológica, una vez codificada según las tipologías antes descritas, queda preparada para su tratamiento cuantitativo. Hay un principio que rige estas operaciones, siguiendo la experiencia de otros países en esta materia: la simplicidad de las informaciones obtenidas aconseja la aplicación de métodos cuantitativos igualmente simples (ALEXANDRE, 1987, p. 45). La aplicación de técnicas complejas parece adecuado reservarla sólo cuando se trabaja con datos que expresan directamente elementos climáticos. Por ejemplo, todos los datos fenológicos, datos de innivación, u otros tipos de observaciones directas, y no en el caso de datos indirectos o *proxy-data*.

Diferentes climatólogos históricos europeos han trabajado ya con informaciones de este tipo y pueden ofrecer algún tipo de orientación. P. Alexandre ya efectuó una síntesis de los tratamientos utilizados hasta el momento en climatología histórica (ALEXANDRE, 1987, pág. 772) con el siguiente resultado: en primer lugar, un tratamiento simple, como el utilizado por C.E.P. Brooks, basado en una simple suma de los fenómenos registrados o de las informaciones recopiladas. Alexandre da por bueno este tipo de tratamiento, aunque requiere un especial cuidado en la selección de las fuentes a utilizar para evitar problemas de homogeneidad y continuidad, pues reflejarían situaciones inexistentes en las series climáticas sin rectificación posible.

Otro sistema fue el utilizado por C. Easton, que se basaba en una recopilación rápida y poco cuidadosa de datos, para dar prioridad a un tratamiento de los mismos que consistía en atribuir valores de temperatura y precipitación a las informaciones obtenidas en la documentación tras la comparación de hechos puntuales de la actualidad con los de la época. El sistema, criticado por P. Alexandre, presentaba como problemas fundamentales la escasa calidad de las series de datos y la arriesgada y abusiva extrapolación de magnitudes instrumentales a las informaciones recopiladas, ya de por sí escasamente fiables. Por

último, P. Alexandre presenta como método más adecuado para tratar los datos obtenidos en climatología histórica, el sistema desarrollado por H.H. Lamb, basado en el establecimiento de un sistema de índices aplicados a las diferentes variables climáticas de las que ha podido recopilarse suficiente información. Con este tratamiento, se consiguen percibir las variaciones que sufre una variable a lo largo del tiempo, sin quedar desvirtuados los datos por un excesivo tratamiento estadístico.

En el estado actual de la investigación, parece apropiado trabajar con los valores obtenidos de las propias series. Para ello, se han desarrollado índices para cada uno de los parámetros estudiados, empleando el valor medio de cada serie como magnitud de referencia. Posteriormente, se han obtenido las medias móviles de 31 años de estas series con dos finalidades: atenuar los posibles errores cometidos en cualquiera de las fases del trabajo, desde un registro documental de un escribano hasta algún error informático. Y destacar las oscilaciones de escala temporal más amplia, el objetivo de este trabajo, por encima de la variabilidad interanual propia del clima mediterráneo.

En etapas futuras de la investigación, debe realizarse la calibración de los valores *proxy-data* con las series instrumentales más largas de que se pueda disponer. Con ello se dispondría de un periodo de solapamiento suficientemente fiable. Este tipo de tratamiento cuantitativo puede ofrecer resultados muy útiles en resoluciones temporales estacionales o mensuales, mientras que en resoluciones anuales parece suficiente el empleo de índices anuales.

## 5. RESULTADO MATERIAL DE LA RECOPIACIÓN

La relación detallada de la documentación consultada por puntos de observación, así como las referencias documentales y las características de las series ocuparían un espacio demasiado amplio en este artículo, por lo que debe limitarse su descripción a algunos aspectos generales.

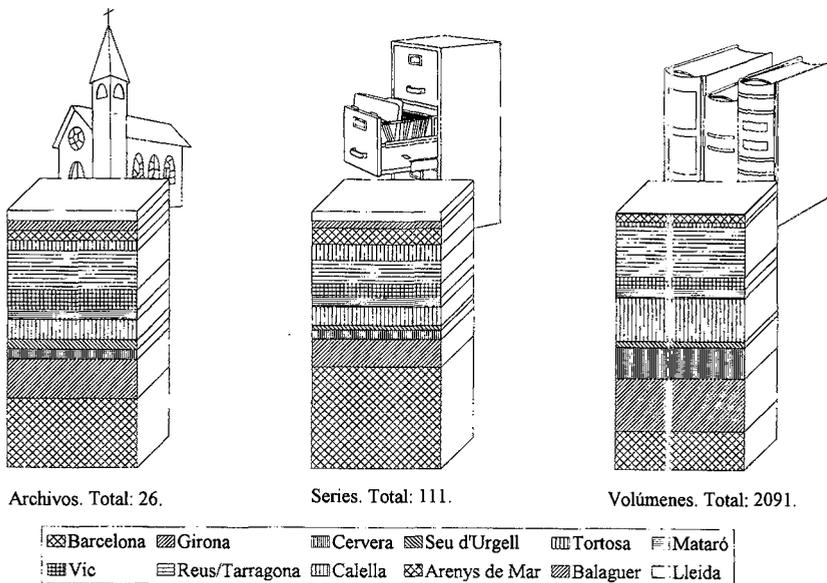
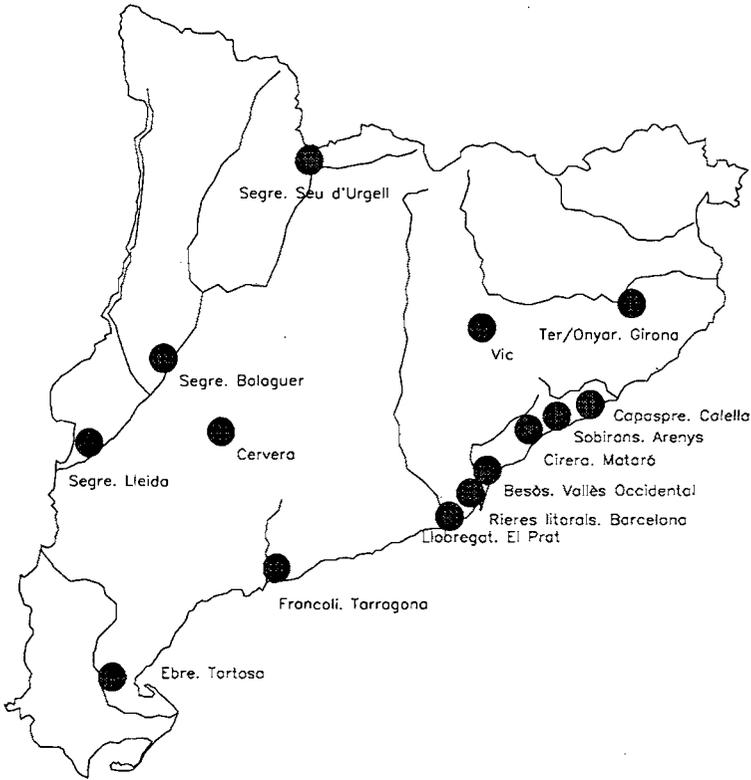


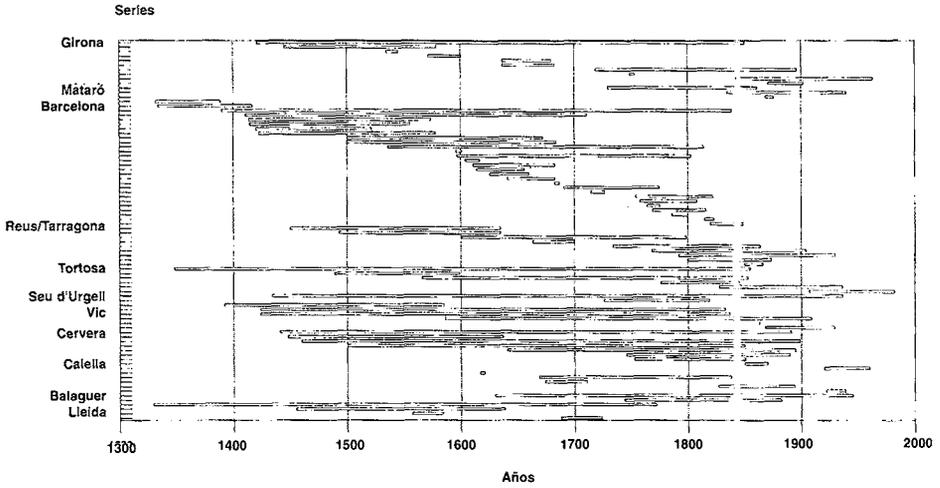
Fig. 2. Documentación utilizada para la elaboración de las series climáticas definitivas



**Fig. 3.** Localización de los puntos de observación

Del mismo modo, tampoco se detalla la abundante producción bibliográfica consultada de autores que recogen noticias sobre episodios meteorológicos extremos, especialmente inundaciones, como las que hacen referencia a los ríos Ter y Onyar (J. DE CHÍA), Llobregat (J. CODINA VILA), Besòs (M. SANZ), Turia (F. ALMELA) o las rieras del Maresme (M. BARRIENDOS y J. POMÉS).

El volumen de documentación que ha debido consultarse para obtener las series de datos es difícil de calcular, teniendo en cuenta que es necesario consultar documentación que resulta en primera instancia interesante para la investigación, pero que no responde necesariamente a las expectativas en toda su dimensión. La documentación consultada para elaborar las series de datos definitivas de los puntos de observación presenta los siguientes resultados: 111 series documentales de 26 archivos, con un total de 2091 volúmenes. La cantidad de documentación manuscrita que se ha consultado para esta investigación asciende aproximadamente a 2000000 de páginas (fig. 2). Todo este material pretende cubrir de una forma homogénea el territorio catalán, estableciéndose una malla entre los puntos de observación de unos 100 km de distancia (fig. 3). Otro aspecto importante era la cobertura temporal de las series (fig. 4), que en cada punto de observación no podían dejar lagunas temporales sin cubrir pues las series carecerían de homogeneidad.



**Fig. 4.** *Relación de los períodos abarcados por las series documentales con información continua*

### 5.1. Tipología de la información recopilada

Las series de información que se han ido elaborando presentan unas características formales muy bien definidas, tanto en la procedencia de la documentación, como en los tipos de acontecimientos detectados y la duración misma de las series. Un conjunto de características que conviene definir con detalle pues constituyen el marco que delimita la investigación y sus resultados.

En primer lugar, puede describirse la composición de la documentación utilizada según su procedencia. El origen de la documentación puede ser institucional o particular, y dentro de la institucional, sólo proviene de instituciones municipales o eclesiásticas:

Punto de observación	Ins. Municipales	Ins. Eclesiásticas	Particulares
Girona	99%	0%	1%
Mataró	88%	0%	12%
Barcelona	59%	2%	38%
Reus/Tarragona	96%	4%	0%
Tortosa	34%	66%	0%
Seu d'Urgell	98%	0%	2%
Vic	57%	43%	0%
Cervera	95%	5%	0%
<b>Inundaciones</b>			
Calella	94%	0%	6%
Arenys de Mar	82%	0%	18%
Balaguer	100%	0%	0%
Lleida	100%	0%	0%
Media	84%	10%	6%

Tras la campaña de recopilación documental, se han definido también los tipos de información que pueden formar parte de las series definitivas de datos, tanto por su aparición continuada y homogénea en la documentación, como por la posibilidad de cuantificar sus registros. Básicamente, hay dos tipos de informaciones que pueden constituir estas series: informaciones relativas a las sequías o déficits hídricos, reflejados a través de las rogativas *pro pluvia*. Por otro lado, pueden registrarse también con detalle todos los fenómenos que comportan un exceso de precipitación: inundaciones, temporales de mar, grandes nevadas y rogativas *pro serenitate* ocasionadas por períodos muy prolongados de lluvia.

## 5.2. Alcances temporales

El aspecto más importante que caracteriza las series de datos es su longitud temporal. Una vez que las series definidas cumplen los criterios de continuidad y homogeneidad, el factor que hace más útil o valiosa una serie en esta investigación es que tenga una dimensión temporal lo más dilatada posible. Desgraciadamente, este hecho viene determinado por un cúmulo de factores totalmente ajenos a la propia información y a quienes la redactaron. El factor más usual que incide en la limitación temporal de las series es la pérdida de documentación por algún accidente (incendios, robos, inundaciones) o por circunstancias bélicas. A veces, la interrupción es breve, pero es suficiente para impedir la prolongación de una serie de forma sustancial.

Las dimensiones definitivas que pueden considerarse para los diferentes puntos de observación se exponen a continuación desglosadas en series de ceremonias de rogativas (fig. 5) y series de inundaciones (fig. 6). En cuanto al resto de variables analizadas (temporales de mar y nevadas catastróficas), pueden considerarse asociadas a las series de inundaciones o, en su defecto, a las de ceremonias de rogativas.

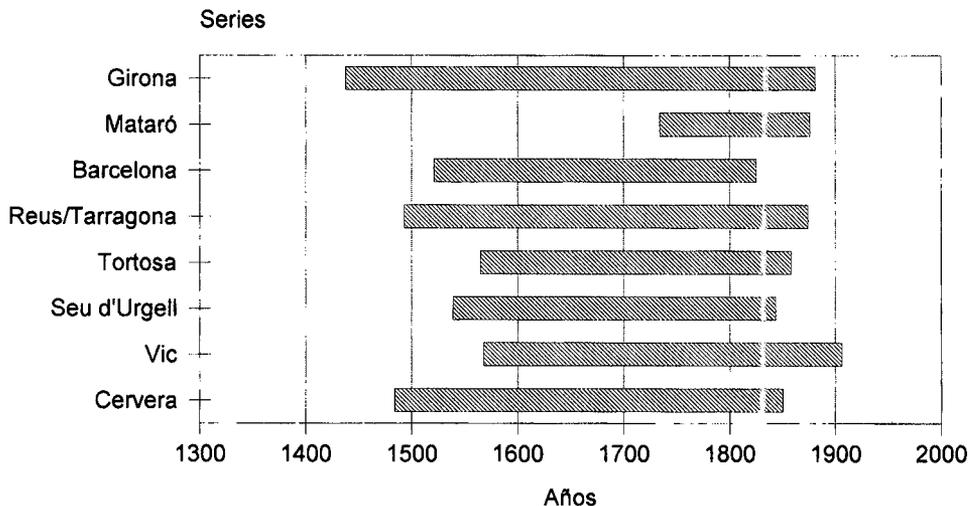


Fig. 5. Alcance de las series climáticas definitivas (ceremonias de rogativas)

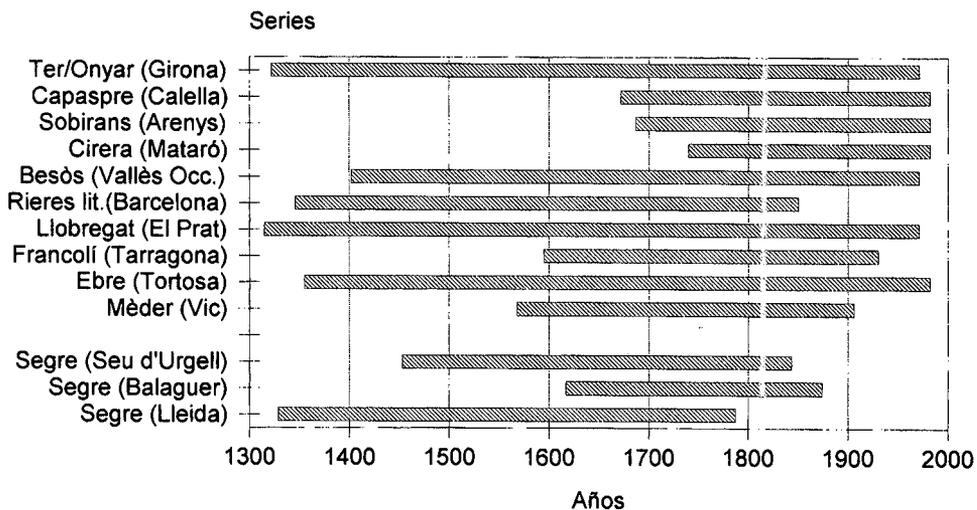


Fig. 6. Alcance de las series climáticas definitivas (inundaciones extraordinarias y catastróficas)

<b>CEREMONIAS DE ROGATIVAS</b>		
<b>Localidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>Años</b>
Girona	1438-1881	444
Mataró	1734-1876	143
Barcelona	1521-1825	305
Reus/Tarragona	1493-1874	382
Tortosa	1565-1858	294
Seu d'Urgell	1539-1843	305
Vic	1568-1906	339
Cervera	1484-1850	367
media		322
media sin Mataró		348

<b>INUNDACIONES</b>			
<b>Río/Riera</b>	<b>Localidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>Años</b>
Ter/Onyar	Girona	1322-1971	650
Capaspre	Calella	1672-1982	311
Sobirans	Arenys	1687-1982	296
Cirera	Mataró	1740-1982	243
Besòs	Vallès Occidental	1402-1971	570
Rieras litorales	Barcelona	1389-1850	462
Llobregat	El Prat	1315-1971	657
Francolí	Tarragona	1595-1930	336
Ebre	Tortosa	1355-1982	628
Segre	Seu d'Urgell	1453-1843	391
Segre	Balaguer	1617-1874	258
Segre	Lleida	1329-1787	459
media			438

En términos generales, las series de ceremonias de rogativas se inician a mediados del siglo XVI, apuntándose dos causas específicas para ello. En unos casos, la aplicación de los criterios de calidad preestablecidos limita las series, debido a los numerosos vacíos documentales. La segunda causa radica en una cuestión institucional. Las ceremonias de rogativas eran competencia de la Iglesia, pero desde finales del siglo XV y durante el siglo XVI, las autoridades municipales asumieron paulatinamente la responsabilidad de su celebración. Es en ese momento cuando las ceremonias, como tales, generan registros documentales, pues hay un intercambio de acuerdos y mensajes entre la Iglesia y el Ayuntamiento, quedando todo consignado en los libros de actas respectivos.

La finalización de las series es más homogénea, produciéndose a lo largo del siglo XIX. En este período, ya no existen los problemas de pérdida de documentación que afec-

taban el origen de las series. La finalización de las mismas depende de un factor de tipo socio-cultural: la serie pierde validez y debe concluirse cuando se detecta algún cambio de actitud respecto a la utilidad y conveniencia de las ceremonias de rogativas por parte de las autoridades municipales, que las convocaban. La irrupción durante este siglo de los valores políticos y sociales de la burguesía representó un fuerte quebranto de todo aquello que se relacionase con el sistema anterior, con el Antiguo Régimen: instituciones como la nobleza o la Iglesia vieron afectada seriamente su influencia y prestigio en la sociedad.

El proceso no fue simultáneo, sino que se inició en las poblaciones de mayor desarrollo social y económico. Barcelona es el caso más evidente para la zona estudiada, al haber vivido un temprano proceso de industrialización y la apertura hacia nuevas ideas procedentes del extranjero. Por esta razón, la serie no puede ir más allá de 1825. El resto de poblaciones estudiadas, al estar localizadas en zonas agrarias, mantuvieron durante más tiempo el prestigio e influencia de la Iglesia. En consecuencia, las ceremonias de rogativas continuaron en su funcionamiento sin el menor problema hasta bien entrado el siglo XX.

Las series de inundaciones, al reflejar un fenómeno que afectaba directamente los intereses municipales, pueden prolongarse más allá de las series de rogativas, tanto en su inicio como en su final. De este modo, las series de inundaciones reflejan directamente el inicio de la documentación municipal continua y homogénea, mientras que pueden concluirse prácticamente en la actualidad, salvo algunas excepciones muy definidas. Por ejemplo, el caso de Barcelona, en el que la construcción del alcantarillado del Ensanche redujo las molestias ocasionadas por el desbordamiento de las rieras del Pla de Barcelona, o después de la construcción de grandes obras hidráulicas.

### 5.3. Exposición del sistema de índices

Antes de entrar en la interpretación directa de las series de datos, es conveniente dejar constancia de los valores medios que se han obtenido en las series de cada punto de observación, y que se consideran como bases para la elaboración de los índices:

Rogativas *pro pluvia*:

NI : Nivel I. NII : Nivel II. NIII : Nivel III. NIV : Nivel IV. NV : Nivel V.

Hidrometeoros catastróficos:

CR : Rogativa pro serenitate

TEM : Temporales de mar

NEV : Nevadas catastróficas

INE : Inundaciones extraordinarias

INC : Inundaciones catastróficas

IMCS : Índice Medio Combinado de Sequía. Resultado de la suma anual de las rogativas *pro pluvia* efectuadas (NI= 1; NII= 2; NIII= 3; NIV= 4; NV= 5).

Puntos de observación:

GIR : Girona

BCN : Barcelona

REU : Reus

TAR : Tarragona

TOR : Tortosa

SEU : Seu d'Urgell

VIC : Vic

CER : Cervera

MAT : Mataró

ARE : Arenys de Mar

CAL : Calella

BES : Besòs

LLO : Llobregat

SBA : Segre. Balaguer

SLE : Segre. Lleida

	NI	NII	NIII	NIV	NV	IMCS	CR	TEM	NEV	INE	INC
GIR	0.22	0.10	0.05	0.04	.006	0.80	0.20	**	.006	0.10	0.02
BCN	0.53	0.44	0.10	0.06	0.01	2.05	0.09	0.12	0.04	**	0.06
REU	0.13	0.08	0.00	0.02	0.02	0.50	**	**	**	**	**
TAR	0.38	0.19	0.10	0.06	0.10	1.78	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04
TOR	0.69	0.38	0.37	0.25	0.11	4.08	0.09	**	**	0.02	0.02
SEU	0.07	0.05	0.04	0.02	**	0.36	0.06	**	.003	0.01	0.02
VIC	0.40	0.19	0.14	0.12	0.08	2.05	0.06	**	0.01	**	**

CER	0.20	0.14	0.13	0.11	0.02	1.41	0.01	**	0.01	**	**
MAT	0.10	0.04	0.01	**	**	0.22	0.05	**	**	0.23	0.14
CAL										0.07	0.04
ARE										0.10	0.11
BES										**	0.04
LLO										**	0.05
SBA										0.02	0.01
SLE										0.03	0.02

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

El análisis de los resultados obtenidos se desarrolló durante la investigación en diferentes niveles, tanto a escala local como general, aunque el objetivo final consistía en identificar y caracterizar las variaciones climáticas de alcance general. Las limitaciones obvias de espacio obligan a mostrar los resultados de este último nivel de interpretación y en un nivel de síntesis por motivos obvios.

Entre los diferentes aspectos a tratar, deberían mencionarse al menos dos consideraciones. En primer lugar, el desarrollo de la especialidad en Europa ofrece unas amplias facilidades en el momento de interpretar los resultados del ámbito mediterráneo. Una circunstancia que no deja de ser necesaria pues las manifestaciones climáticas en este ámbito geográfico son realmente complejas y requieren un especial esfuerzo para distinguir entre las variaciones de carácter general y la componente estrictamente regional o local.

Por otra parte, en la pretensión final de identificar y caracterizar las variaciones climáticas de carácter más general se estableció un Índice General en el que se expresaba el valor medio de cada variable unificando todas las series generadas. En los próximos apartados se hará referencia a los resultados de estos índices.

### 6.1. Identificación de las variaciones climáticas

El primer paso en la identificación de las variaciones climáticas consiste en la datación de aquellas oscilaciones cuyos valores presentan una acusada diferencia respecto a los valores medios (en el caso del Índice General, el valor base en todas las series es 1). A continuación se presentan los periodos temporales con una persistencia definida de los valores más acusados en las diferentes variables.

#### Índice Medio Combinado de Sequía

Periodos muy secos ( $\geq 1,5$ )	Periodos poco secos ( $\leq 0,5$ )
1761 y 1763-1769	1453-1523
1773-1790	1583-1589
1867-1886	1848

#### Periodos con valores superiores al doble del índice medio de cada variable ( $\geq 2$ )

Inundaciones catastróficas	Índice Medio de Inundaciones (Ine + Inc)
1584-1619	1589-1597 y 1602-1614
1772-1781 y 1784-1787	1769-1770 y 1772
1838-1843 y 1846-1863	1778-1780 y 1787-1790
	1838-1839 y 1848-1859

Rogativas *pro serenitate*

1740-1743  
1746-1762  
1764-1799

## Nevadas catastróficas

1650-1655  
1738-1744  
1781-1811  
1849-1859

## Temporales de mar

1584-1609  
1630-1632  
1833-1839

## Índice General de Hidrometeoros Catastróficos

1605-1609  
1778 y 1781-1798  
1851-1852 y 1854-1859

Las tablas de persistencia permiten la datación exacta de unas pulsaciones climáticas en los momentos de máxima coincidencia entre los elementos analizados. En concreto, se identifican tres pulsaciones climáticas. La primera y la última de características similares y una central con características peculiares. Para las pulsaciones Inicial y Final, se ha datado el período en que, simultáneamente, las rogativas *pro pluvia* eran inferiores a la media, y las inundaciones y los hidrometeoros catastróficos eran superiores a la media. Para la pulsación Maldà, de características específicas, se contempla el período en el que las tres variables antes mencionadas superan las medias respectivas. El resultado es el siguiente:

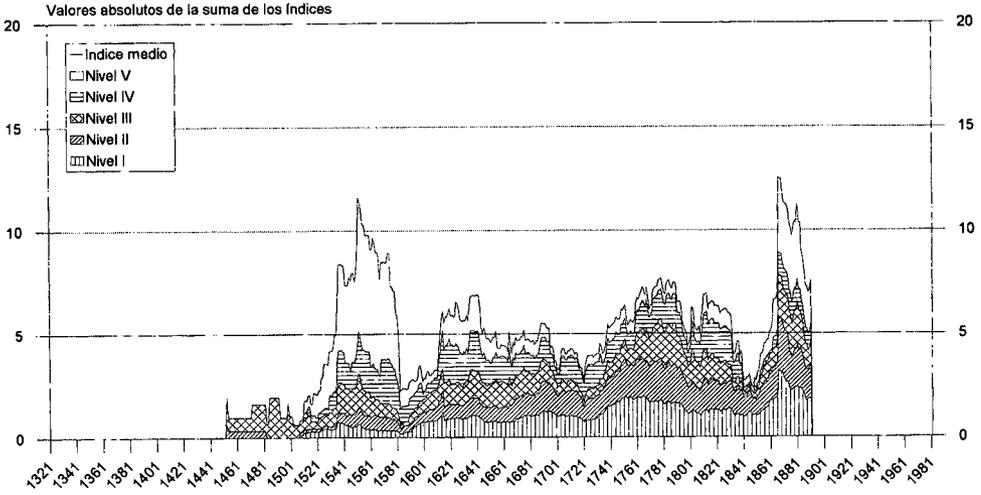
<b>Pulsación Inicial</b>	1588-1610	23 años
<b>Pulsación Maldà</b>	1767-1798	32 años
<b>Pulsación Final</b>	1840-1859	20 años

## 6.2. Interpretación de los resultados

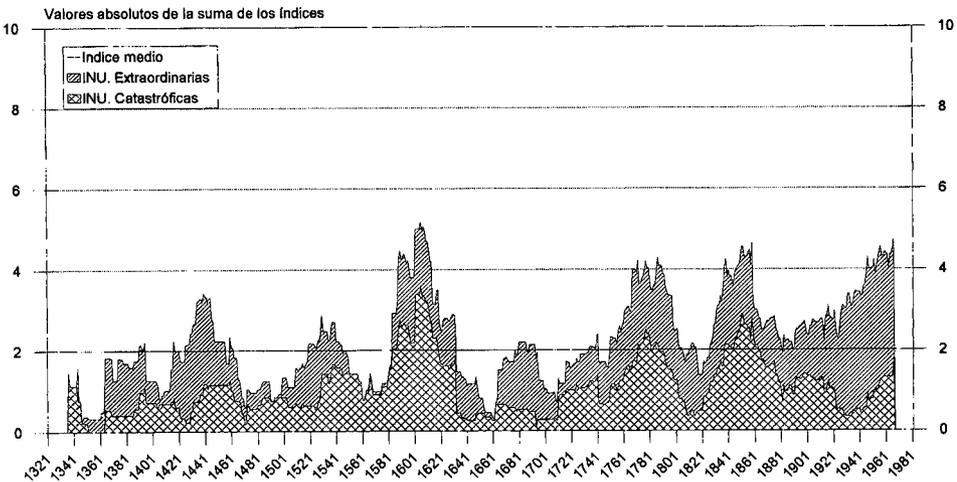
Las diferentes series expresadas gráficamente ofrecen por sí mismas las variaciones climáticas detectadas en Catalunya. De la selección de materiales aportados puede desprenderse la siguiente relación de pulsaciones (figs. 7 a 11).

El primer aspecto interesante a destacar es la pequeña pulsación de mediados del siglo XV, que representa un incremento de las inundaciones y los hidrometeoros catastróficos. Podría coincidir con alguna de las cronologías establecidas para la Miniglaciación, y que determinan su inicio en las décadas centrales del siglo XV (LAMB, 1963; LOCKWOOD, 1979; GRIBBIN, 1992). Esta posibilidad se refuerza por los bajos valores registrados en el índice *pro pluvia* durante las últimas décadas del siglo XV, aunque esta serie tiene un importante problema formal, pues los puntos de observación que en época tan temprana generaban datos se limitaban prácticamente a uno (Girona), por lo que sus resultados deben tomarse con cierta precaución.

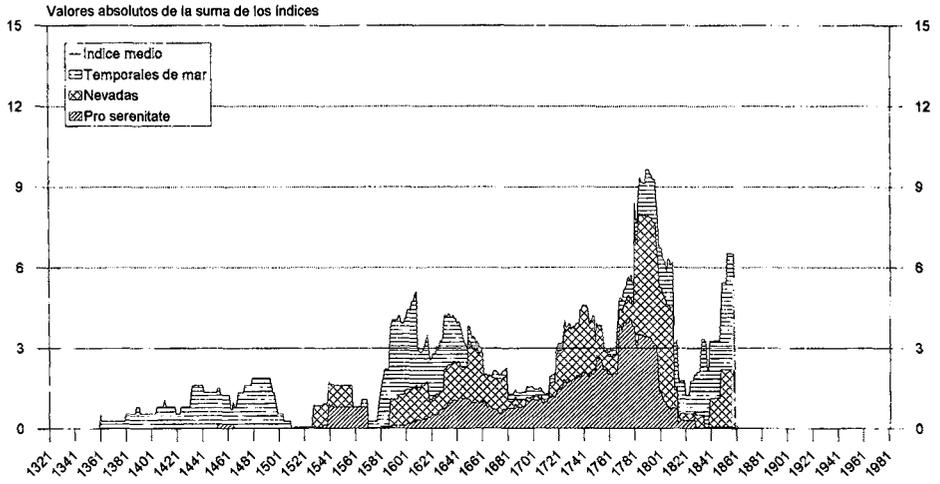
A continuación, se produce una nueva pulsación con un máximo hacia las décadas centrales del siglo XVI. Se trata de un incremento tanto de los hidrometeoros como de las rogativas *pro pluvia*, aunque las intensidades respectivas son muy poco significativas: sólo las rogativas *pro pluvia* superan levemente la media entre los años 1530 y 1560. La falta de otros elementos impide una interpretación detallada de lo que pudo ocurrir realmente durante estas décadas. Según las investigaciones que datan el inicio de la Miniglaciación en el siglo XV, este comportamiento respondería al inicio de una serie de oscilaciones climáticas consecutivas, relativamente breves pero intensas, que caracterizarían con su irregularidad todo el episodio Neoboreal. Un hecho podría reforzar esta suposición: es precisamente en estas décadas del siglo XVI cuando se desarrollan, o al menos empiezan a registrarse documentalmente, las rogativas *pro pluvia* en toda su diversidad y jerarquía



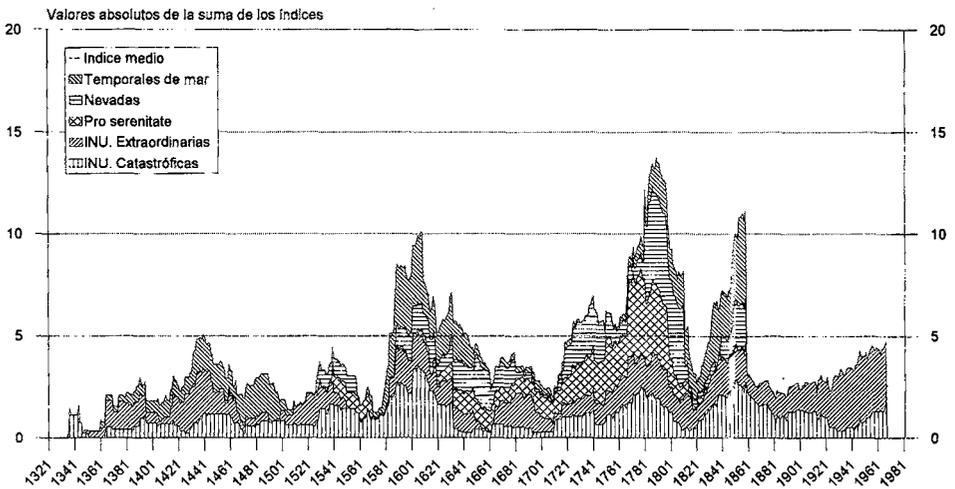
**Fig. 7.** Frecuencia de las rogativas pro lluvia, 1453-1891. Medias móviles de 31 años de los índices de cada variable. (Valor base: 5)



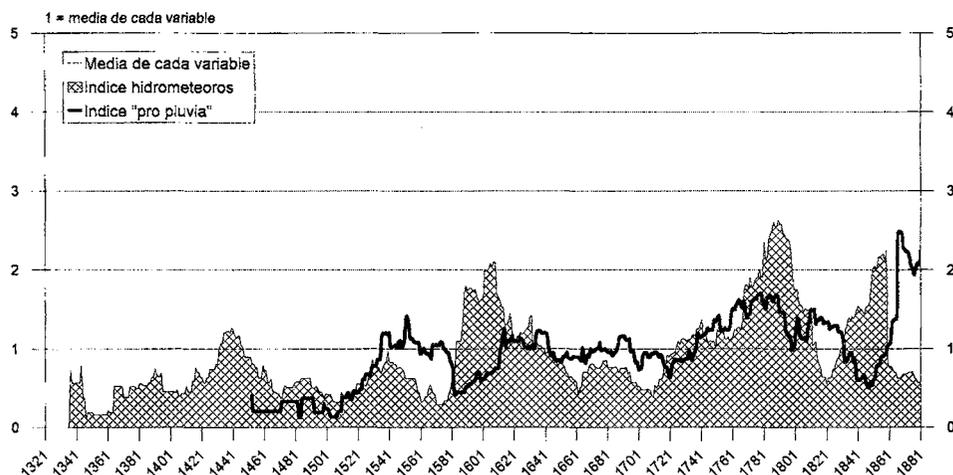
**Fig. 8.** Frecuencia de las inundaciones, 1337-1967. Medias móviles de 31 años de los índices de cada variable. (Valor base: 2)



**Fig. 9.** Frecuencia de los hidrometeoros catastróficos, 1361-1891. Medias móviles de 31 años de los índices de cada variable. (Valor base: 3)



**Fig. 10.** Inundaciones e hidrometeoros catastróficos, 1337-1967. Medias móviles de 31 años de los índices de cada variable. (Valor base: 5)



**Fig. 11.** Índices de frecuencia combinados. Medias móviles de 31 años.  
 Índice "pro lluvia": valor medio de los cinco niveles de rogativas pro lluvia.  
 Índice de hidrometeoros: valor medio de las inundaciones, nevadas, temporales y lluvias prolongadas

ción. Hasta ese momento, las ceremonias de rogativas eran un fenómeno esporádico, de carácter extraordinario y, consecuentemente, no requerían estar regidas por un ceremonial y protocolo específicos.

A continuación de esta pequeña oscilación, se produce entre los siglos XVI y XVII una pulsación realmente intensa y prolongada. Los hidrometeoros alcanzan por primera vez el doble de su valor medio, mientras las rogativas *pro lluvia* descienden notablemente. A lo largo de la presente investigación ya se le ha aplicado a esta pulsación la denominación de Inicial, por tratarse cronológicamente del inicio de la Miniglaciación, el episodio Neoboreal, según buena parte de las investigaciones paleoclimáticas desarrolladas hasta la actualidad.

Las características de esta pulsación, según las series obtenidas en Catalunya, representan una situación nueva, por lo menos desde el inicio de los registros, a mediados del siglo XIV. Por otra parte, la situación deja poco lugar a la duda, pues el fenómeno se registra simultáneamente en dos variables regidas por mecanismos diferentes: las rogativas *pro lluvia* eran un mecanismo fundamentalmente humano, aunque de origen físico, mientras las inundaciones e hidrometeoros catastróficos se rigen por factores físicos. La coincidencia entre ambas variables confirma la hipótesis de que en aquellas décadas se produjo un fenómeno climático nuevo, y que a tenor de las investigaciones paleoclimáticas ya efectuadas en otros países, podía corresponder a las manifestaciones iniciales en latitudes mediterráneas del episodio climático Neoboreal.

Desgraciadamente, después de la investigación efectuada en la documentación histórica, no consta la existencia de registros en los que se haga una referencia específica a la existencia de algún tipo de anomalía climática. De hecho, la pulsación climática no presenta unos aspectos nuevos, diferentes a los existentes previamente, sino que sólo representa un incremento o descenso en la frecuencia de unos fenómenos ya conocidos. Además, estas variaciones en la frecuencia de los fenómenos, en términos absolutos, hacían difícil que los contemporáneos pudieran llegar a percibirlos, habida cuenta de que no exis-

tían en la Monarquía Hispánica instituciones ni particulares que efectuaran observaciones ni registros sistemáticos en esta materia. En definitiva, la pulsación Inicial dio paso a la Miniglaciación, un episodio climático caracterizado en términos generales por una fuerte variabilidad, tanto en los regímenes térmico como pluviométrico, que se prolongaría hasta mediados del siglo XIX.

En las décadas centrales del siglo XVII se produce una recuperación de los valores anteriores a la pulsación Inicial. Es decir, desciende la frecuencia de los hidrometeoros y las inundaciones mientras se incrementan las rogativas *pro pluvia*. Concretamente la sequía, que durante la pulsación Inicial había disminuido claramente, vuelve a alcanzar unos niveles algo superiores a la media. En el Índice General los valores de rogativas *pro pluvia* registrados no son muy elevados, destacando quizás la década 1630-1640, aunque en las series por puntos de observación, se observa que en alguno de ellos los valores son muy elevados. De hecho, en poblaciones como Vic fue durante este periodo se llegó a situaciones extremas, llegando a agotar los niveles de rogativas y requiriendo la creación de nuevos niveles.

Durante las décadas finales del siglo XVII y las primeras décadas del siglo XVIII, los valores de las rogativas *pro pluvia* no muestran ninguna tendencia significativa, a pesar de que el período es suficientemente prolongado.

Los hidrometeoros e inundaciones, sin embargo, presentan una pulsación perceptible, aunque breve y de una intensidad poco apreciable, entre 1660 y 1700. En este periodo, se registró en las latitudes medias y altas del continente europeo una sucesión de años con unas temperaturas extremadamente bajas, que representó el periodo frío de máxima intensidad de todo el episodio Neoboreal. La ausencia de noticias de carácter térmico en Catalunya, según los datos recogidos hasta el momento, impide profundizar más en las características de esta pulsación, ya que con los elementos disponibles, de carácter primordialmente hídrico, no es posible abordar un análisis más complejo.

Desde mediados del siglo XVIII hasta principios del siglo XIX, se produce una pulsación de características peculiares. Por su intensidad y duración, precisa de la máxima atención, ya que es de unas magnitudes considerables. Por otra parte, debido a sus características internas, esta pulsación sí dejó algunos testimonios de personas contemporáneas que, sin ser estudiosos o científicos, llegaron a percibir que las características climáticas no respondían a lo que hasta aquel momento habían experimentado.

Esta pulsación Maldà, denominada así en honor a un noble catalán contemporáneo de la misma y gran aficionado a la observación de fenómenos meteorológicos, representó un incremento simultáneo en la frecuencia de las rogativas *pro pluvia*, los hidrometeoros catastróficos, y las inundaciones. Consecuentemente, cabe suponer ya de antemano que los años centrales de esta pulsación se caracterizaron por una intensa irregularidad climática, expresada en un incremento de la variabilidad interanual y un aumento de los contrastes estacionales. Existen algunos testimonios directos en los que se percibe efectivamente una sucesión relativamente rápida de fenómenos contrastados y de gran intensidad: grandes nevadas, sequías prolongadas, inundaciones, olas de calor, etc.

Rafel d' Amat i de Cortada (1746-1819), barón de Maldà, registraba en su diario personal los acontecimientos y situaciones que se producían en su entorno inmediato, en la ciudad de Barcelona, después de un filtrado en el que el propio autor añadía sus opiniones subjetivas sobre cada tema. Este es su testimonio:

“Lo dels trons ha vingut molt de nou per cosa extrahordinaria, pues que no acostuman a comensar les tronades que a mediats de Abril fins al Octubre. Es prova de haver fet mutació los Climes, y variat se lo temps per lo que mira a les estacions alguns anys ha.” (Archivo Histórico de la Ciudad de Barcelona, Ms. A-202, pág. 79, 20/3/1786). Traducción: “Lo de los truenos ha sorprendido como cosa extraordinaria, pues las tormentas no suelen empezar más que desde mediados de abril hasta octubre. Esto es una prueba del cambio que ha sufrido el clima y de la alteración del tiempo en lo que respecta las estaciones desde hace algunos años a esta parte”.

Entre 1820 y 1850 se produce la pulsación Final, de unas características generales casi idénticas a las de la pulsación Inicial: un brusco descenso de la frecuencia de las rogativas *pro pluvia* simultaneado con un fuerte incremento de los hidrometeoros catastróficos y las inundaciones. Su duración es relativamente breve, como el caso de la pulsación Inicial, representando, según los estudios paleoclimáticos ya anteriormente citados, el final del episodio Neoboreal en las latitudes mediterráneas. La práctica totalidad de las cronologías realizadas coinciden en datar el final de la Miniglaciación a mediados del siglo XIX.

A pesar de tratarse de una pulsación de la que ya puede disponerse de observaciones instrumentales en algunos de los puntos de observación, no existen testimonios directos que manifiesten una percepción del fenómeno por parte de los contemporáneos. Sólo existen testimonios sobre la violencia de algunas de las inundaciones registradas y los graves daños ocasionados en el territorio catalán debido al aumento demográfico y el incremento de las actividades industriales que ya se venían produciendo desde finales del siglo XVIII.

La pulsación Final concluyó con un nuevo y acusado descenso en la frecuencia de los hidrometeoros catastróficos. Por otro lado, la frecuencia de rogativas *pro pluvia* volvía a unos valores superiores a la media, aunque en esta ocasión, los escasos puntos de observación que aún ofrecen datos hacia finales del siglo XIX, hacen que los valores no sean excesivamente representativos. De todos modos, se aprecia efectivamente una tendencia al incremento de estas rogativas.

### 6.3. El clima en Catalunya, en relación a la dinámica climática general

El análisis comparativo de los resultados obtenidos en Catalunya con los trabajos paleoclimáticos recientes de ámbito continental llevan como paso previo la consideración que que, efectivamente, cada una de las tres pulsaciones climáticas identificadas y caracterizadas constituyen un fenómeno íntegro, y no a simples coincidencias en las variaciones experimentadas por cada variable analizada. Para ello, se realizaron una serie de cálculos para obtener los coeficientes de correlación entre variables de diferente procedencia (rogativas *pro pluvia* e hidrometeoros catastróficos). Los resultados en periodos concordantes fueron francamente desconcertantes, pero el retraso de las variables correspondientes a los excesos hídricos respecto a las del régimen de sequía ofreció muy buenos resultados, confirmando la existencia de un fenómeno específico con diferentes manifestaciones. La síntesis de un estudio más detallado (BARRIENDOS Y MARTÍN VIDE, 1994) ofrece los siguientes resultados:

		IMCS/IMINU	IMCS/INUC	IMCS/IGHC
Pulsación Inicial	1583-1623	-0,91 (20)*	-0,93 (20)	-0,84 (20)
Pulsación Maldà	1765-1805	0,82 (5)	0,76 (5)	0,75 (10)
Pulsación Final	1840-1880	-0,85 (0)	-0,87 (10)	-0,79 (10)

\*: En paréntesis aparecen los años de desfase de la segunda variable respecto a la primera.

La identificación de unas variaciones determinadas en la dinámica climática plurisecular de Catalunya, a pesar de su limitada extensión temporal, comporta la inmediata necesidad de analizar el grado de integración que alcanza este comportamiento a escala regional con la dinámica climática general.

Para ello, se podría acudir a un buen número de cronologías paleoclimáticas obtenidas en regiones muy diferentes con una amplia gama de técnicas. Los resultados generales pueden mostrar con relativa facilidad la coincidencia de las tres pulsaciones climáticas identificadas con pulsaciones en latitudes más altas ligadas preferentemente a un déficit térmico. Para no extender la explicación, resulta interesante la comparación entre los resultados propios y la serie de pulsaciones de avance glaciario en los glaciares de Grindel-

wald, en los Alpes Berneses. La coincidencia temporal es absoluta y denota, en términos generales, que la atmósfera presenta unos procesos comunes, aunque manifiesten sus efectos en ámbitos geográficos diferentes a través de variables completamente diferentes (PFISTER, 1988).

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1. Aspectos metodológicos

El aspecto más importante que merece destacarse en este apartado es la situación de la especialidad en la Península Ibérica, sin apenas disponer apenas de referencias bibliográficas sobre las que basar el desarrollo metodológico y el análisis de los datos obtenidos. La falta de trabajos previos representa ciertamente una dificultad por el mayor tiempo que se requiere en las diferentes etapas de la investigación. La recompensa es muy grata, pues se obtienen datos climáticos de unos fondos documentales no explorados hasta el momento con esta finalidad. Un gran especialista europeo describía ya esta situación no hace muchos años con unas motivadoras palabras:

“It is greatly to be hoped that the documentary archives of the Spanish and Italian cathedrals will some day be systematically studied for what they may contain in the way of direct information on the climatic history of the Mediterranean region.” (LAMB, 1982, p. 197).

Otro aspecto a destacar es la gran potencialidad que ofrecen las ceremonias de rogativas como *proxy-data* en la construcción de series para los análisis paleoclimáticos. La alta resolución temporal, la fiabilidad de sus registros documentales, y la posibilidad de extender su búsqueda a cualquier región del ámbito católico, son elementos muy favorables para su explotación en paleoclimatología.

### 7.2. Aspectos climáticos

El desarrollo de la investigación a escala anual ofrece unas limitaciones obvias en la interpretación de los datos obtenidos. Puede considerarse como un trabajo adecuado para la identificación de las variaciones climáticas más generales, de una magnitud de varias décadas, pero es necesario bajar a una resolución estacional o mensual cuando se pretende estudiar con detalle las pulsaciones climáticas de unas pocas décadas de duración o las anomalías climáticas de duración aún más corta.

Una de las conclusiones más interesantes que puede extraerse de la presente investigación, por otra parte, es la de que el comportamiento del clima en las latitudes mediterráneas, en líneas generales, responde de forma solidaria a las oscilaciones ya detectadas en las investigaciones referidas a latitudes superiores, aunque mediante unas variables diferentes.

Un último aspecto a destacar es la necesaria colaboración con centros de investigación internacionales, especialmente aquéllos que disponen de medios informáticos en los que se integran datos a escalas muy generales. En Europa destacan el “Climatic Research Unit” de la Universidad de East Anglia, Norwich. Y la base de datos EURO-CLIMHIST del Departamento de Historia Ambiental, Universidad de Berna. Sólo con estos medios puede llegar el conocimiento humano a conocer mínimamente el complejo conjunto de elementos y procesos que configuran el sistema climático.

## Bibliografía

- ALBENTOSA, L.M. (1981-1982): "La importancia del conocimiento de las fluctuaciones climáticas en los estudios históricos. Aproximación al clima de Tarragona durante el siglo XVIII", *Universitas Tarraconensis*, Facultad de Filosofía y Letras, Tarragona, IV, pp. 73-90.
- ALEXANDRE, P. (1977): "Les variations climatiques au Moyen Age (Belgique, Rhénanie, Nord de la France)", *Annales ESC*, París, XXXII, pp. 183-197.
- ALEXANDRE, P. (1987): *Le climat en Europe au moyen âge*, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, París.
- ÁLVAREZ VÁZQUEZ, J.A. (1986): "Drought and rainy periods in the province of Zamora in the 17th, 18th, and 19th centuries", en LÓPEZ VERA, F. (dir.): *Quaternary climate in western Mediterranean*, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- BARRIENDOS, M. (1994a): *El clima histórico de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss. XV-XIX)*, Dep. de Geografía Física y AGR, Universidad de Barcelona. Tesis doctoral inédita dirigida por el Dr. Javier Martín Vide, 500 pp.
- BARRIENDOS, M. (1994b): "La climatología histórica en España", en VVAA: *Cambios y variaciones climáticas en España*, Departamento de Geografía, Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 47-61.
- BARRIENDOS, M. y MARTÍN VIDE, J. (1994): "Algunos métodos cuantitativos en climatología histórica: las correlaciones lineales con desfase en el análisis de series", en JUSTICIA, A. (dir.): *Perfiles actuales de la Geografía cuantitativa en España*, Departamento de Geografía, Universidad de Málaga, Málaga, pp. 39-48.
- BARRIENDOS, M. y POMÉS, J. (1993): *L'aigua a Mataró. Inundacions i recursos hídrics (ss. XVIII-XX)*, Caixa d'Estalvis Laietana, Mataró.
- BRADLEY, R.S. y JONES, P.D. (1992): "Climate since AD 1500: Introduction", en ID. (ed.): *Climate Since A.D. 1500*, Routledge, Londres, pp. 1-16.
- DE VRIES, J. (1981): "Measuring the impact of Climate on History: The Search for Appropriate Methodologies", en ROTBERG, R.I. y RABB, T.K. (ed.): *Climate and History*, Princeton University Press, Princeton, pp. 19-50.
- FONT TULLOT, I. (1988): *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*, INM, Madrid.
- GIRALT, E. (1958): "En torno al precio del trigo en Barcelona durante el siglo XVI", *Hispania*, Madrid, XVIII, pp. 38-61.
- GRIBBIN, J. y M. (1992): *Hijos del Hielo. Clima y orígenes del hombre*, Pirámide, Madrid.
- GROVE, J. (1988): *The Little Ice Age*, Routledge, Londres.
- KANDEL, R. (1990): *Le devenir des climats*, Hachette, París.
- LAMB, H.H. (1963): "On the nature of certain climatic epochs which differed from the modern (1900-1939) normal", *Changes of Climate. Proceedings of the Rome Symposium*, Unesco, París.
- LAMB, H.H. (1977): *Climate: Present, Past and Future. Fundamentals and Climate Now*, Methuen, Londres.
- LAMB, H.H. (1982): *Climate: Present, Past and Future. Climate, history and the modern world*, Methuen, Londres.
- LE ROY LADURIE, E. (1959): "Histoire et climat", *Annales ESC*, París, XIV, pp. 3-34.
- LE ROY LADURIE (1963): "La conférence d'Aspen", *Annales ESC*, París, XVIII, pp. 764-766.
- LE ROY LADURIE, E. (1967): *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, París. 2ª ed. 1983.
- LOCKWOOD, J.G. (1979): *Causes of Climate*, Edward Arnold, Londres.
- MARTÍN VIDE, J. y BARRIENDOS, M. (1995): "The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain)", *Climatic Change*, XXX, Kluwer Academic Publishers, pp. 201-221.
- OLAGÜE, I. (1950-51): *La decadencia española*, Mayfe, Madrid, 4 vols.
- PARADEDA, C. (1975): "Notas climatológicas del siglo XVII en Barcelona", *Actas de las VII Jornadas de la Asociación de Meteorólogos Españoles*, Tarragona, pp. 71-94.
- PEÑA DIAZ, M. (1984): "Aproximación a la climatología en la Cataluña del siglo XVII", *Actas del "I Congrés d'Història Moderna de Catalunya"*, Barcelona, I, pp. 225 y ss.

- PFISTER, Ch. (1988): *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860*, Paul Haupt, Berna.
- Proceedings of the Conference on the Climate of the eleventh and sixteenth centuries*, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, 1962.
- SÁNCHEZ RODRIGO, F. (1994): *Cambio climático natural. La Pequeña Edad del Hielo en Andalucía. Reconstrucción del clima histórico a partir de fuentes documentales*, Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada. Tesis doctoral inédita dirigida por la Dra. Yolanda Castro Díez.
- VIÑAS RIERA, J. (1975): "El clima de Barcelona", *Actas de las VII Jornadas de la Asociación de Meteorólogos Españoles*, Tarragona, pp. 245-256.
- VIÑAS RIERA, J. (1976): "El clima de Barcelona en los primeros años del siglo XVIII", *Actas de la IIª Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica*, II, pp. 849-861.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a una beca FPI y una beca post-doctoral, ambas del Ministerio de Educación y Ciencia.

### Abstract: The historic climate in Catalonia (14th.-19th. centuries). Sources, methods and first results.

This paper is a brief synthesis of a doctoral thesis about the climate in Catalonia (14th. to 19th. centuries). The climatic information was obtained in documentary sources: manuscripts of municipal and ecclesiastical authorities. The european experience in historical climatology methods was applied in this sector of the Iberian Peninsula. Data series established only contain hydric information: the regime of droughts and the frequency of floods, sea storms, rainy periods and catastrophical snowfalls. Thermic information only is available for sporadic situations. The results allow to observe the climatic dynamics. It is possible to determine three climatic oscillations during the last Little Ice Age.