



Los terremotos destructores bajomedievales en Cataluña (NE de la Península Ibérica) *The destructive earthquakes in the Late Middle Age in Catalonia (NE Iberian Peninsula)*

Olivera C.⁽¹⁾, Redondo E.⁽¹⁾, Lambert, J.⁽²⁾, Riera, A.⁽³⁾ y Roca A.⁽¹⁾

⁽¹⁾Institut Cartogràfic de Catalunya, Parc de Montjuïc, 08038 Barcelona, colivera@icc.es

⁽²⁾Bureau de Recherches Géologiques et Minières, BP 6009, 45 060 Orléans cedex 02, j.lambert@brgm.fr

⁽³⁾Universitat de Barcelona, Facultat de Geografia i Història, Baldri Reixac, s/n, 08028 Barcelona, riera@trivium.gh.ub.es

SUMMARY

The results of a completed study on the important earthquakes that took place in Catalonia in 1373, 1427, 1428 and 1448 are outlined. The joint analysis of the large amount of historical sources available for all the earthquakes in this periods yields to a new more accurate and more reliable interpretation.

Some encountered problems related to documentary source analysis, separation of effects of individual events in a sequence, building vulnerability assessment and evaluation of seismic parameters are discussed.

1. INTRODUCCIÓN

Si bien actualmente la actividad sísmica en Cataluña (NE de la Península Ibérica) es moderada, durante el período 1373-1448 ocurrieron diversos terremotos destructores (ver figura 1). Con la finalidad de obtener un catálogo homogéneo y fiable, elemento básico para una correcta evaluación del riesgo sísmico, ya en 1985, el Servei Geològic de Catalunya inició un proyecto de revisión de los sismos destructores bajomedievales (Olivera et al., 1991). Dentro del marco del proyecto se estableció una colaboración con historiadores de la Universidad de Barcelona para llevar a cabo la recopilación y el análisis de fuentes primarias, ya conocidas o de nueva aportación, dentro del contexto histórico. Además, se ha establecido una colaboración con el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), organismo que trabaja en la re-evaluación de la peligrosidad sísmica en Francia, para el estudio conjunto de algunos sismos históricos del Pirineo.

Con anterioridad a los trabajos de revisión documental mencionados, Banda y Correig (1984) estudiaron, en base al análisis de la recopilación documental llevada a cabo por Fontserè y Iglésies (1971), el terremoto del 2 de febrero de 1428 ($I_0 = IX$ (MSK)) que tuvo lugar en el Pirineo Oriental, cerca de la frontera con Francia.

Los resultados de los estudios publicados hasta ahora (Olivera et al., 1994; Olivera, et al., 1999; Salicrú, 1995; entre otros) son preliminares en el sentido que se obtuvieron analizando sólo parte de la documentación y con criterios no homogéneos en la asignación de las intensidades. En el trabajo que se expone a continuación, presentaremos un resumen de los resultados finales de la recopilación, análisis e interpretación conjunta de toda la documentación disponible relativa a los terremotos importantes sucedidos en Cataluña en los años 1373, 1427, 1428 y 1448. El estudio completo se publicará próximamente en una monografía.

2. METODOLOGÍA

Afortunadamente, la documentación conservada para el período bajomedieval es muy abundante y, además, en ocasiones, contiene descripciones detalladas que permiten una reconstrucción relativamente fiable de los acontecimientos. Una de las premisas del proyecto de investigación de los terremotos históricos ha sido la utilización únicamente de fuentes primarias, a fin de evitar la aparición de posibles errores de transmisión o de interpretación. Tan solo en casos excepcionales, si las fuentes primarias se encuentran desaparecidas pero están referenciadas y el contexto histórico lo justifica, se han usado las descripciones de fuentes secundarias, quedando reflejado mediante el índice de calidad.

El hecho de poder disponer y analizar el conjunto de las noticias de los terremotos históricos (1373, 1427, 1428, 1448) ha permitido comparar el efecto de distintas sacudidas en una misma localidad, incluso a veces, las descripciones de cómo ha sido afectado un mismo edificio, proporcionando homogeneidad a la interpretación.

La aplicación de la escala de intensidades (en nuestro caso la escala EMS-98) a los datos históricos presenta fundamentalmente dos dificultades:

- es en general muy difícil establecer la clase de vulnerabilidad de los edificios dañados.

- la apreciación estadística: en muchos casos, sobre todo cuando se trata de sismos medievales, las descripciones de daños se refieren a uno o unos pocos edificios -frecuentemente propiedades de la Iglesia o de la Corona- no hallándose en los documentos, información sobre posibles efectos en el resto de las edificaciones. Este problema se ha puesto de manifiesto en la mayoría de investigaciones sobre sismicidad histórica de épocas anteriores a la Edad Moderna y ya en la definición de la escala EMS-98, Grunthal (1998) se refieren específicamente a este tema. Si bien este problema, en sentido estricto, es insalvable, se trata de tenerlo en cuenta en la necesaria asignación de intensidad mediante la utilización de indicadores de calidad, de la misma forma que se asignan a la naturaleza de las fuentes documentales.

Se ha considerado un índice de calidad para las intensidades puntuales que refleja el resultado de valorar el tipo de fuente documental, la abundancia de noticias, la riqueza descriptiva y el



Figura 1 – Terremotos bajomedievales con $I > VI$ revisados en este estudio: 1373.03.03, serie sísmica 1427, 1428.02.02 y 1448.05.25.



conocimiento sobre la historia de un edificio a fin de asignarle la vulnerabilidad en el momento de producirse un terremoto.

Los parámetros macrosísmicos, epicentro e intensidad epicentral, también tienen asociado un indicador de calidad que coincide con la definición del catálogo de sismos de Francia (SIRENE) (Lambert et al., 1996):

- el error estimado para el epicentro se refleja en 5 códigos: A (unos pocos km), B (entorno a 10 km), C (10-20 km), D (20-50 km) y E (>50 km).

- la calidad de la intensidad epicentral esta definida por 5 códigos según la densidad y distribución de puntos: A (buena), B (media), C (incierta), K (media, deducida del calculo de la ley de atenuación) y E (arbitraria).

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los terremotos revisados presentan distintos patrones de comportamiento: en el año 1373 los sismos se suceden a lo largo de todo el año constituyendo una serie formada por un precursor, un sismo principal y réplicas. En cambio, los movimientos sísmicos del año 1427 configuran una secuencia donde no hay un sismo principal mucho más intenso que el resto; el numero elevado de eventos, muy seguidos en el tiempo, provocan superposición en los efectos observados debido a la rapidez con que se suceden. Esta situación corresponde a los eventos del año 1427, que a su vez contaminan la valoración de parte de los efectos del terremoto de 1428 y de 1448.

El primer estudio que se abordó fue la serie sísmica del año 1373, obteniéndose resultados interesantes con implicaciones en el cálculo del riesgo sísmico (Olivera et al., 1994). La reinterpretación del sismo principal, conjuntamente con la de los otros sismos posteriores, no modifica el valor asignado a I_0 (VIII-IX) del primer estudio, pero sí en cambio permite proponer un epicentro; la principal dificultad es la escasa información detallada de los daños en la zona epicentral

Por lo que respecta a la secuencia de 1427, sólo el análisis crítico de conjuntos de fuentes de diferente naturaleza, unas referidas a localidades cercanas a la zona epicentral -detalles en los daños pero silencio en cuanto a la datación- y otras a localidades lejanas -sin descripción de daños pero precisas en el día y la hora del sismo- nos ha permitido realizar una identificación de los distintos eventos (ver tabla 1). Los sismos más intensos se incluyen en la tabla 2.

Tabla 1. Secuencia sísmica del año 1427, resultado de la revisión. Se indica para cada sismo las coordenadas del epicentro (Lat, Lon), el índice de calidad del epicentro (Q_Ep), la intensidad epicentral I_0 (EMS-98) y el índice de calidad de I_0 .

Fecha	Hora	Lat N	Lon E	Q_Ep	I_0	Q_ I_0
1427.02.finales		42° 00'	2° 36'	C	<IV	C
1427.03.02	21	42° 00'	2° 36'	C	V	C
1427.03.03	1-2	42° 00'	2° 36'	C	V	C
1427.03.13	11	42° 00'	2° 36'	B	VI-VII	C
1427.03.14	12	42° 00'	2° 36'	B	VI	C
1427.03.15	23	42° 00'	2° 36'	A	VI	C
1427.03.19	21	41° 57'	2° 35'	B	VIII	C
1427.03.21	12	41° 57'	2° 35'	B	IV-V	C
1427.03.22	13	41° 57'	2° 35'	B	IV-V	C
1427.04.13	1-24	41° 59'	2° 35'	B	<IV	C
1427.04.22	22	41° 59'	2° 35'	A	VI-VII	C
1427.04.23	11	41° 59'	2° 35'	A	IV	C
1427.05.15	15-16	42° 09'	2° 25'	B	VIII	B
05.15 - 06.04	1-24	42° 09'	2° 25'	C	<IV	C
1427.06.08		41° 51'	2° 48'	B	V	C
1427.06.12	1-24	41° 51'	2° 48'	B	<VI	C
1427.06.14	8	41° 51'	2° 48'	B	VII-VIII	C
06.15 - 08.31		41° 51'	2° 48'	C	<V	C
1427.12.25		41° 51'	2° 48'	C	<V	C

Respecto al terremoto del 2 de febrero de 1428, no hay grandes discrepancias respecto a los resultados obtenidos por Banda y Correig (1984). No obstante, hay dos elementos nuevos en la interpretación: se han incorporado datos de localidades francesas y se ha considerado en la interpretación los efectos destructores

previos producidos en algunas localidades por los terremotos de 1427.

Salicrú (1995) aportó nuevas noticias sobre localidades afectadas por el terremoto del 25 de Mayo de 1448, pero no realizó una evaluación de los efectos en términos de intensidad. Por otra parte, el estudio de Olivera et al., (2004) sobre los episodios meteorológicos extremos sucedidos unos meses antes del terremoto, en la misma zona epicentral, conduce a una reducción de las intensidades puntuales y, consecuentemente, de la intensidad epicentral, al tener en cuenta por una parte el origen no sísmico de algunos de los efectos reportados en el estudio del terremoto, y por otra, el aumento de la vulnerabilidad sísmica de los edificios previamente sometidos a acciones meteorológicas extremas.

4. CONCLUSIONES

Es evidente que en un estudio como el aquí presentado, basado en documentación histórica no siempre completa, para asignar parámetros macrosísmicos es necesario realizar hipótesis de trabajo basadas en el conocimiento y la percepción de los autores. Es por ello fundamental presentar de forma exhaustiva toda la documentación en que se basan las conclusiones alcanzadas. La monografía (en preparación) sobre estos sismos contiene toda esta información, dando trazabilidad a nuestro estudio.

El análisis crítico de toda la documentación disponible ha permitido obtener la distribución geográfica de intensidades puntuales para los distintos sismos. Por primera vez, las intensidades puntuales tienen asignado un índice de calidad. A partir de estas distribuciones de intensidades puntuales se obtienen los parámetros de localización e intensidad epicentral I_0 . En la tabla 2 se presentan estos resultados, solo para los terremotos con $I_0 > VI$ (EMS-98). A partir de la información macrosísmica se obtienen otros parámetros focales como la profundidad y la magnitud.

A la vista de toda la investigación documental realizada, creemos que es altamente improbable que existan en nuestra área de estudio otros terremotos bajomedievales con $I > VII$ que no estén catalogados en este trabajo.

Tabla 2. Terremotos bajomedievales con $I > VI$ (EMS-98) resultado de la revisión (ver leyenda de la Tabla 1).

Fecha	Hora	Lat N	Lon E	Q_Ep	I_0	Q_ I_0
1373.03.03	1-2	42° 35'	0° 42'	D	VIII-IX	C
1427.03.13	11	42° 00'	2° 36'	B	VI-VII	C
1427.03.19	21	41° 57'	2° 35'	B	VIII	C
1427.04.22	22	41° 59'	2° 35'	A	VI-VII	C
1427.05.15	15-16	42° 09'	2° 25'	B	VIII	B
1427.06.14	12	41° 51'	2° 48'	C	VII-VIII	C
1428.02.02	8-9	42° 18'	2° 20'	C	IX-X	B
1448.05.25	0-1	41° 38'	2° 24'	C	VII-VIII	C

5. REFERENCIAS

- Banda, E. and Correig, A.M. (1984): "The catalan earthquake of February 2, 1428". *Engineering Geology*, 20, 89-97.
- Fontserè, E. and J. Iglésies (1971): "Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906". *Fundació Salvador Vives Casajuana, Barcelona*, 547p.
- Grünthal, G. (editor), 1998: "European Macroseismic Scale 1998". *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg*, 15, 99p.
- Lambert, J., A. Levret-Albaret, M. Cushing and C. Durouchoux (1996): "Mille ans de séismes en France". *Ouest Éditions, Nantes*, 80p.
- Olivera, C., E. Banda and A. Roca (1991): "An outline of historical seismicity studies in Catalonia". *Tectonophysics*, 193, 231-235.
- Olivera, C., A. Riera, J. Lambert, E. Banda and P. Alexandre (1994): "Els terratrèmols de l'any 1373 al Pirineu: efectes a Espanya i França". *Servei Geològic de Catalunya. Generalitat de Catalunya. Monografies*, 3, 220p.
- Olivera, C., E. Redondo, A. Riera, J. Lambert and A. Roca (1999): "Problems in assessing focal parameters for earthquake sequences from historical investigation: the 1427 earthquakes in Catalonia". *Proceedings I Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Simposium Ibero Maghrebien historical and instrumental seismicity (CD-ROM)*, SIM2_7, 8, 1-8.
- Olivera, C., Redondo E., Barriendos, M., Llasat, C. and Roca A. (2004): "Incidencia de los efectos catastróficos producidos por episodios meteorológicos extremos en la valoración de los daños ocasionados por terremotos. El caso del sismo del año 1448 en Cataluña". *Resúmenes 4ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*.
- Salicrú, R. (1995): "The 1448 earthquake in Catalonia. Some effects and local reactions". *Annali di Geofisica*, XXXVIII, no 5-6.