

Los terremotos de los siglos XIV y XV en Cataluña (NE de la Península Ibérica) *The earthquakes of the XIV and XV centuries in Catalonia (NE Iberian Peninsula)*

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

⁽¹⁾ Servei Geològic de Catalunya. 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

⁽³⁾ Universitat de Barcelona, Facultat de Geografia i Història, Baldiri Reixac, s/n, 08028 Barcelona

SUMMARY

In 1985 the Geological Survey of Catalonia started a project to compile a comprehensive catalogue of seismic activity in Catalonia in order to provide a correct evaluation of seismic hazard. The project concludes with the publication, in 2006, of a book that gathers the results of the interdisciplinary work carried out on the most important historical earthquakes in Catalonia, which took place in the XIV and XV centuries. One of the most prominent features of this monograph is that it provides a compilation of all the documentation concerning the earthquakes of the late medieval period. For the first time it has been possible to undertake a joint analysis of all the documentation of the earthquakes of the late medieval period in Catalonia and to evaluate these events using homogeneous criteria. Our evaluation of the earthquakes is a marked improvement on earlier studies in two respects: name and quality of the descriptions, and homogeneity.

A catalogue of the earthquakes of the XIV and XV centuries has been compiled. From this catalogue it can be deduced that the earthquake with the greatest intensity, IX, occurred on 2 February 1428 and that its magnitude corresponds to the highest value M_w of 6.5. The second largest earthquake occurred on 3 March 1373, with a magnitude M_w of 6.2 and epicentral intensity of VIII-IX. Focal parameters of the 8 earthquakes with $I_o > VI$ are presented. These are the 2 events previously mentioned (1373, 1428), 5 events of the 1427 seismic sequence and another earthquake occurred in 1448.

1. INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de disponer de un catálogo fiable y completo para una correcta evaluación del riesgo sísmico, en 1985, el *Servei Geològic de Catalunya* inició un proyecto de revisión del catálogo sísmico. Un primer análisis de los catálogos existentes hacía sospechar de la existencia de sismos falsos y/o duplicaciones, debidos en gran parte a errores de transmisión. La prioridad del proyecto fue el estudio de los terremotos destructores, los cuales se concentran en los siglos XIV y XV (Olivera et al., 1991).

La revisión consistió en llevar a cabo la recopilación y el análisis de fuentes primarias dentro del contexto histórico. Para ello se creó un equipo de trabajo con historiadores de la Universidad de Barcelona. Puesto que los efectos destructores de los terremotos afectan también localidades francesas, se estableció una colaboración con el *Service Aménagement et Risques Naturels, BRGM*, organismo que trabaja en la re-evaluación de la peligrosidad sísmica en Francia, para el estudio conjunto de algunos sismos históricos del Pirineo.

En base a la recopilación documental llevada a cabo por Fontserè y Iglésies (1971), algunos autores habían efectuado estudios de evaluación de terremotos concretos. Es el caso de los trabajos de Cadiot (1979) y Banda y Correig (1984) sobre el terremoto del 2 de febrero de 1428 que causó graves daños en el Pirineo Oriental. No obstante, en estos estudios no se revisó la documentación original.

Los resultados publicados hasta ahora, fruto de la revisión documental a partir de fuentes primarias, son parciales ya que se obtuvieron analizando sólo parte de la documentación y con criterios no homogéneos en la asignación de intensidades (Olivera et al., 1992; Lambert, 1993; Riera-Melis et al., 1993; Olivera et al., 1994a, 1994b, 1999).

El proyecto iniciado hace 20 años culmina con la publicación, en 2006, de un libro (figura 1) en el que se presentan los resultados del trabajo interdisciplinario llevado a cabo sobre los terremotos ocurridos en los siglos XIV y XV en Cataluña. El libro contiene un apéndice documental extenso, la catalogación de todos los terremotos, y el estudio completo y detallado de los terremotos históricos más importantes ocurridos en Cataluña, los cuales sucedieron durante este periodo de tiempo.

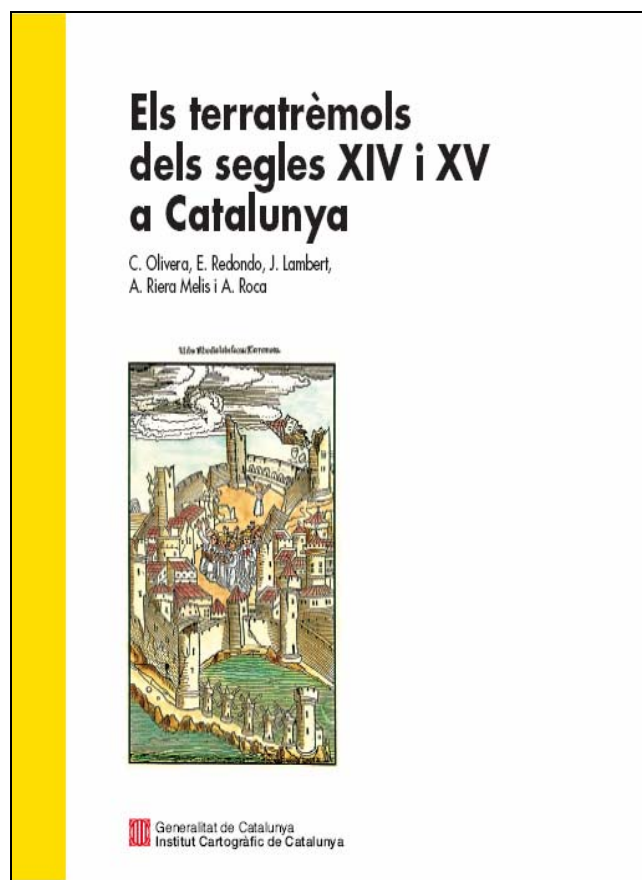


Figura 1 – Portada de la publicació sobre el estudi de los terremotos bajo-medievales ocurridos en Catalunya. (Cover of the publication about the study of the late medieval earthquakes occurred in Catalonia.)

2. METODOLOGIA

Aunque las escalas de intensidad existentes no son, probablemente, adecuadas para la evaluación de la intensidad de descripciones de sismos históricos, si el objetivo es proporcionar datos útiles para la evaluación de la peligrosidad, es preciso utilizar escalas de intensidad estandarizadas. Por ello y puesto que el objetivo es la catalogación conjunta de los terremotos históricos e instrumentales, se ha adoptado la utilización de la escala de intensidades EMS-98 (Grunthal 1998), la más actual en Europa.

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 conocimiento sobre la historia de un edificio. 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).

En la elaboración de las isosistas se han considerado los valores de intensidad puntual y los correspondientes códigos de calidad. A partir del área de las isosistas se ha calculado el momento sísmico, M_0 , siguiendo las relaciones establecidas por Johnston, A.C. (1996a), y mediante la relación de Hanks i Kanamori (1979) se obtiene la magnitud momento M_w . Cuando no es posible calcular el área de las isosistas, se hace una estimación de la magnitud M_w a partir del valor de I_{max} según las relaciones propuestas por Johnston, A.C. (1996b).

3. RESULTADOS

El libro proporciona la recopilación de toda la documentación sobre los terremotos históricos bajo-medievales.

Por primera vez se ha tenido la posibilidad de analizar el conjunto de la documentación referente a todos los terremotos históricos bajo-medievales y aplicar criterios homogéneos de valoración.

Respecto a estudios anteriores, nuestra evaluación de los terremotos mejora en dos aspectos: la cantidad y calidad de las descripciones, y la homogeneidad en la interpretación.

Se ha elaborado el catálogo de los terremotos acaecidos durante los siglos XIV y XV que incluye la localización, la intensidad epicentral (EMS-98) y la calidad asignada a cada uno de estos parámetros. Del catálogo, compuesto por unos 50 sismos, se desprende que el terremoto de intensidad más elevada, IX, ocurrió el 2 de Febrero de 1428, y su magnitud corresponde también al valor más grande, $M_w=6.5$. El otro terremoto importante, sucedido el 3 de Marzo de 1373, tiene una magnitud M_w de 6.2 i una intensidad epicentral de VIII-IX. Para los sismos más importantes ($I_0>VI$), se han calculado los parámetros focales (tabla 1) i se han representado los epicentros en la figura 2.

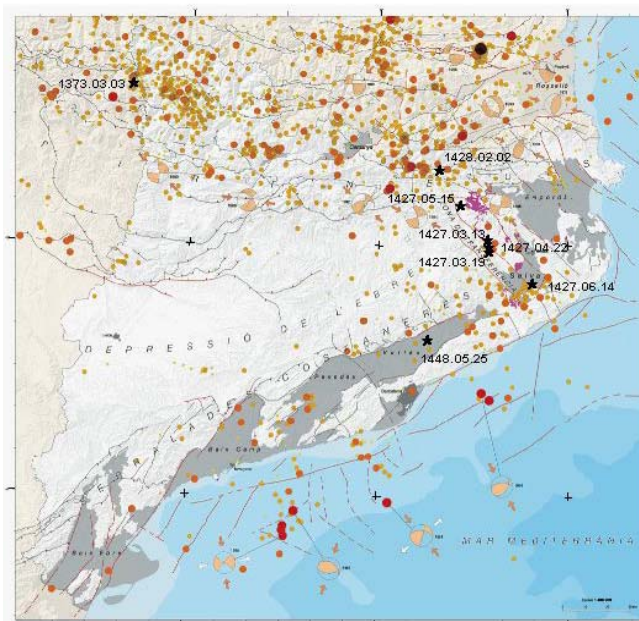


Figura 2 – Situación de los epicentros correspondientes a los terremotos de los siglos XIV y XV, con $I_0>VI$. Se presentan sobre un mapa de sismicidad del período 1977-1997 y un fondo estructural (ICC, 1999). (Epicentres for the earthquakes of the XIV and XV centuries, with $I_0>VI$. These historical events are plotted on a seismicity map for the period 1977-1997, which includes structural features of the region (ICC, 1999).

4. CONCLUSIONES

- Se ha creado una base de datos documental del periodo estudiado.
- Se han asignado, a los diferentes terremotos, parámetros macrosísmicos (I_0 , I_e , Lat , Lon) con sus correspondientes índices de calidad.
- Se han cuantificado los parámetros focales de los terremotos más importantes sucedidos durante los siglos XIV y XV.
- Creemos que es altamente improbable la existencia de otros terremotos bajo-medievales ($I_0>VII$) en nuestra área de estudio que no estén catalogados en este trabajo

Tabla 1 - Terremotos bajomedievales con $I_0>VI$ (EMS-98) resultado de la revisión. Nomenclatura: Lat_N (latitud Norte, Lon_E (longitud Est), Q_e (calidad del epicentro), I_0 (intensidad epicentral), Q_i (calidad de I_0), h (profundidad en km), M_w (magnitud momento), M_0 (momento sísmico en N.m). (Late medieval earthquakes with $I_0>VI$ (EMS-98) obtained as a result of the review. Lat_N = latitude north, $Long E$ = Longitude east, Q_e = quality of epicentre, I_0 = epicentral intensity, Q_i = quality of I_0 , h = depth in km, M_w = moment magnitude, M_0 = seismic moment in N.m.)

Fecha	Hora	Lat N	Lon E	Q_e	I_0	Q_i	h	M_w	M_0
1373.03.03	1-2	42° 38'	0° 41'	D	VIII-IX	C	15	6.2	2.56×10^{18}
1427.03.13	11	42° 02'	2° 35'	C	VI-VII	C		5.0	
1427.03.19	21	41° 59'	2° 35'	B	VIII	C	6	5.9	8.45×10^{17}
1427.04.22	22	41° 59'	2° 35'	B	VI-VII	C		5.0	
1427.05.15	15-16	42° 10'	2° 26'	B	VIII	C	<5	5.8	6.90×10^{17}
1427.06.14	12	41° 51'	2° 49'	C	VII	C		5.3	
1428.02.02	8-9	42° 18'	2° 20'	B	IX	C	9	6.5	5.50×10^{18}
1448.05.25	1	41° 38'	2° 17'	C	VII-VIII	C		5.6	

5. REFERENCIAS

- Banda, E. and A. M. Correig (1984): "The catalan earthquake of February 2, 1428". *Engineering Geology*, **20**, 89-97.
- Cadiot, B. (1979): "Les effets en France du séisme Catalan de 1428". In : *Les tremblements de terre en France. Memorie du BRGM 96*, 166-172.
- 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. (1998): "European Macroseismic Scale 1998". *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg*, 15, 99p.
- Hanks, T. C. and, Kanamori (1979): "A moment –magnitude scale". *J. Geophys. Res.*, **84**, 2348-2350.
- ICC (1999): "Mapa de sismicitat de Catalunya 1977-1997". *Institut Cartogràfic de Catalunya*, Barcelona.
- Johnston, A. C. (1996a): "Seismic moment assessment of earthquakes in stable continental regions-I. Instrumental seismicity". *Geophys. J. Int.*, **124**, 381-414.
- Johnston, A. C. (1996b): "Seismic moment assessment of earthquakes in stable continental regions- II. Historical seismicity". *Geophys. J. Int.*, **125**, 639-678.
- Lambert, J. (1993): "The Catalonian (1428) and Alpine (1564, 1644) earthquakes: review of research in France". In *Stucchi, M. (editor): Historical investigation of european earthquakes*. CNR, Milan, **1**, 145-159.
- 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, and A. Roca (1992): "Study of the 1427 earthquakes in Catalonia". In: *A. Roca and D. Mayer-Rosa (Editors). Proc. XXII ESC General Assembly and Activity Report 1988-1990*. Barcelona, 17-22 September 1990, **1**, 327-331.
- Olivera, C., A. Riera, J. Lambert, E. Banda and P. Alexandre (1994a): "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., A. Riera-Melis, B. Martínez, and A. Roca. (1994b). "Revision of the 1427 earthquakes in the Eastern Pyrenees. Delimitation of the epicentral area and intensity assessment for the March 15 and May 15 events". In: *Albini, P. and Moroni, A. (editors): Historical investigation of european earthquakes*. CNR, Milan, **2**, 169-179.
- Olivera, C., E. Redondo, A. Riera, J. Lambert and A. Roca (1999): "Problems in assessing focal parameters to earthquake sequences from historical investigation: the 1427 earthquakes in Catalonia". *Proceedings I Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Simposium Ibero Maghrebian historical and instrumental seismicity SIM2_7*. (CD- ROM). Madrid, 1-8.
- Riera-Melis, A., A. Roca and C. Olivera (1993): "Analysis of the Pastoral Visit of 1432 to the Diocese of Girona for the study of the seismic series 1427-1428 in Catalonia". In *Stucchi, M. (editor): Historical investigation of european earthquakes*. CNR, Milan, **1**, 161-172.