

ANÁLISIS DE LAS LESIONES PRODUCIDAS POR LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS DEL 21 DE SEPTIEMBRE DEL 2004 EN EL MUNICIPIO DE QUERALBS (GIRONA)

A. Paricio ⁽¹⁾, J. Irizarry ⁽²⁾, y T. Susagna ⁽²⁾

⁽¹⁾ *Universitat Politècnica de Catalunya*

⁽²⁾ *Institut Geològic de Catalunya*

antoni.paricio@upc.edu

RESUMEN

El 21 de Septiembre de 2004 ocurrió un sismo en el municipio de Queralbs (Girona) de magnitud local 4.0 que fue sentido ampliamente en gran parte de Cataluña causando gran alarma en la población. Se presenta el estudio y análisis del sismo, así como de sus consecuencias en los edificios de los municipios de Queralbs y Ribes de Freser. Días después del sismo una visita técnica permitió examinar los principales daños de los edificios. Posteriormente, se analizaron las encuestas macrosísmicas distribuidas a los municipios que percibieron el terremoto y los acelerogramas registrados en la región. Con estos datos se determinó el grado de daño en las edificaciones y se estimó una intensidad epicentral de V-VI usando la escala EMS-98 (Grünthal, 1998). Los daños observados se comparan también con las matrices de probabilidad de daño utilizadas actualmente en España para la realización de escenarios de riesgo sísmico. Los desperfectos producidos en los edificios de Queralbs se analizan para establecer una tipificación de la relación del parque edificado con la topografía. En un segundo nivel de análisis se clasifican las lesiones observadas según el grado de responsabilidad del elemento afectado y su repercusión en el conjunto del edificio.

Palabras clave: Ripollès, Queralbs, daños, lesiones, roturas, intensidad macrosísmica

SUMMARY

On September 21, 2004 an earthquake occurred in the municipality of Queralbs (Girona) with a local magnitude of 4.0 that was felt throughout all the region of Catalonia causing a great alarm in the population. This work presents an analysis of the earthquake and its consequences on the buildings of the municipalities of Queralbs and Ribes de Freser. Some days after the earthquake, a technical visit was performed to examine the principal damages to the buildings. Afterward, the macroseismic surveys sent to the municipalities that felt the earthquake and the acceleration records obtained in the region were analyzed. With this data, an intensity of V-VI degrees based on the EMS-98 (Grünthal, 1998) scale was assigned to the earthquake. The observed damages were compared with the damage probability matrices used nowadays in Spain for generating seismic risk scenarios. The damages caused by the earthquake in the municipality of Queralbs were analyzed to establish a classification based on the relation between the buildings stock and the topography. On a second level, the observed damages were classified according to the importance of the damaged element and its effects on the whole building.

Keywords: Ripollès, Queralbs, damage, injured, ruptured, macroseismic intensity

1. Introducción

La región del Ripollès (Girona) ha sido afectada en el pasado por terremotos fuertes

como los ocurridos durante la crisis sísmica de 1427-1428 (Olivera et al., 2006a). De esta crisis sísmica destaca el terremoto del 2 de febrero de 1428 con una intensidad epicentral de IX (EMS-98) y una magnitud correspondiente a $6.5M_w$ (Olivera et al., 2006b) causando importantes daños en la región.

En la zona epicentral de este terremoto ocurrió el 21 de Septiembre de 2004 un terremoto moderado con magnitud local de 4.0 (Figueras et al., 2006). El mismo se sintió ampliamente en la región de Cataluña causando daños moderados cerca de su epicentro. Dado el potencial sísmico de la región del Ripollès y que el terremoto del Ripollès de 2004 es el terremoto reciente más importante de la región se presenta un análisis de las observaciones realizadas durante la visita técnica realizada a los municipios de Queralbs y Ribes de Freser, los más afectados por el terremoto.

2. Objetivos

Este trabajo expone los daños observados durante una visita técnica realizada a los municipios de Queralbs y Ribes de Freser debido al terremoto ocurrido en la zona del Ripollès el 21 de Septiembre de 2004. Los objetivos principales son la determinación de la intensidad epicentral del terremoto basado en los daños observados y encuestas macrosísmicas, así como, el estudio de los daños observados para determinar sus causas y estudiar la vulnerabilidad sísmica de los edificios de la región.

3. Información Macrosísmica

A las 15h 48 m (T.U.) del día 21 de Septiembre de 2004 se produjo un sismo en la zona del Ripollès de magnitud 4.0 que produjo daños en la zona epicentral. Este sismo ha sido el más importante de los últimos 20 años ocurrido en Catalunya y es conocido que la zona ha sufrido en el pasado terremotos importantes, especialmente la crisis sísmica de 1427-1428 (Olivera et al., 2006a, 2006b, 2007; Figueras et al., 2006).

El sismo principal fue seguido de numerosas réplicas, algunas percibidas por la población, en los dos meses siguientes y fue motivo de estudios detallado a partir del análisis de las réplicas registradas en una red de intervención sobre el terreno que ha permitido localizar mejor el hipocentro del sismo. El foco, situado en 42.35 de latitud N, 2.15 de longitud E y una profundidad de 1 km, está a menos de 5 km de la población de Queralbs donde se produjeron los daños más importantes.

Para conocer los efectos del sismo se realizó una encuesta macrosísmica a una gran parte de poblaciones de Catalunya (unos 600 municipios) pudiéndose constatar que el sismo se dejó notar hasta unos 120 km de distancia. El análisis de los cuestionarios y su posterior constatación sobre el terreno ha permitido asignar una intensidad máxima epicentral de V-VI en la escala EMS-98. En la Figura 1 se muestra la distribución de intensidades con una menor atenuación en dirección Norte-Sur.

En el cuestionario de la población de Queralbs se describe que fue percibido por todos los habitantes con una fuerte vibración, bateo de puertas y ventanas, caída de objetos, daños ligeros y moderados en muchas edificaciones de tipo A, etc. En los apartados siguientes se dará más información sobre la percepción del movimiento por la población.

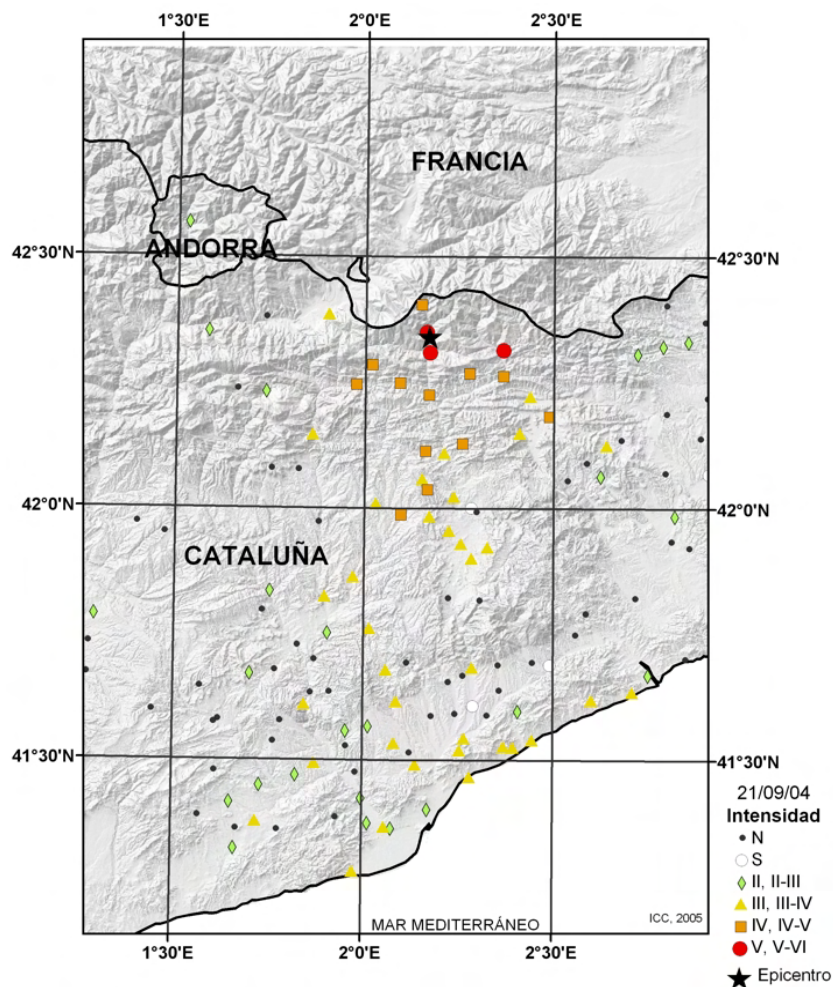


Figura 1 : Mapa de las intensidades obtenidas a partir de la encuesta macrosísmica.

4. Movimiento del suelo: datos de aceleración

El sismo principal fue registrado en 6 estaciones de la red permanente de acelerógrafos de Catalunya con distancias epicentrales entre 20 y 80 km alcanzando un valor de aceleración máxima de aproximadamente 0.01g (10 cm/s²). En la Tabla 1 se muestran los valores obtenidos en cada uno de los equipos.

STA	A _E (cm/s ²)	A _N (cm/s ²)	A _V (cm/s ²)	Dist. (km)
Llívia 2	4.7	5.3	5.8	21
Llívia 1	5.3	3.8	5.4	23
Olot	7.2	9.7	10.6	32
Andorra	1.6	1.7	1.1	56
Celoni 1	0.8	1.4	1.3	77
Celoni 2	2.3	---	1.9	78

Tabla 1 : Valores de aceleraciones correspondientes al sismo principal de la red permanente en Catalunya.

En la Figura 2 se sitúan los valores de aceleración horizontal medida en cm/s^2 junto con las intensidades de la encuesta macrosísmica. Los valores representados en azul corresponden a registrados en roca y en rojo registrados en suelo. En el caso de Llivia las dos estaciones más cercanas (unos 20 km), se apreció un fuerte efecto de amplificación local a bajas frecuencias debido a la presencia de materiales sedimentarios de río Segre, no así en los valores a frecuencias altas (Figura 3). Las intensidades asignadas están en concordancia con los valores de aceleración obtenidos. También se dispone de datos de aceleración de la red permanente francesa RAP (Réseau Accélérométrique Permanent) con registros a distancias de hasta 500 km (Figura 4).

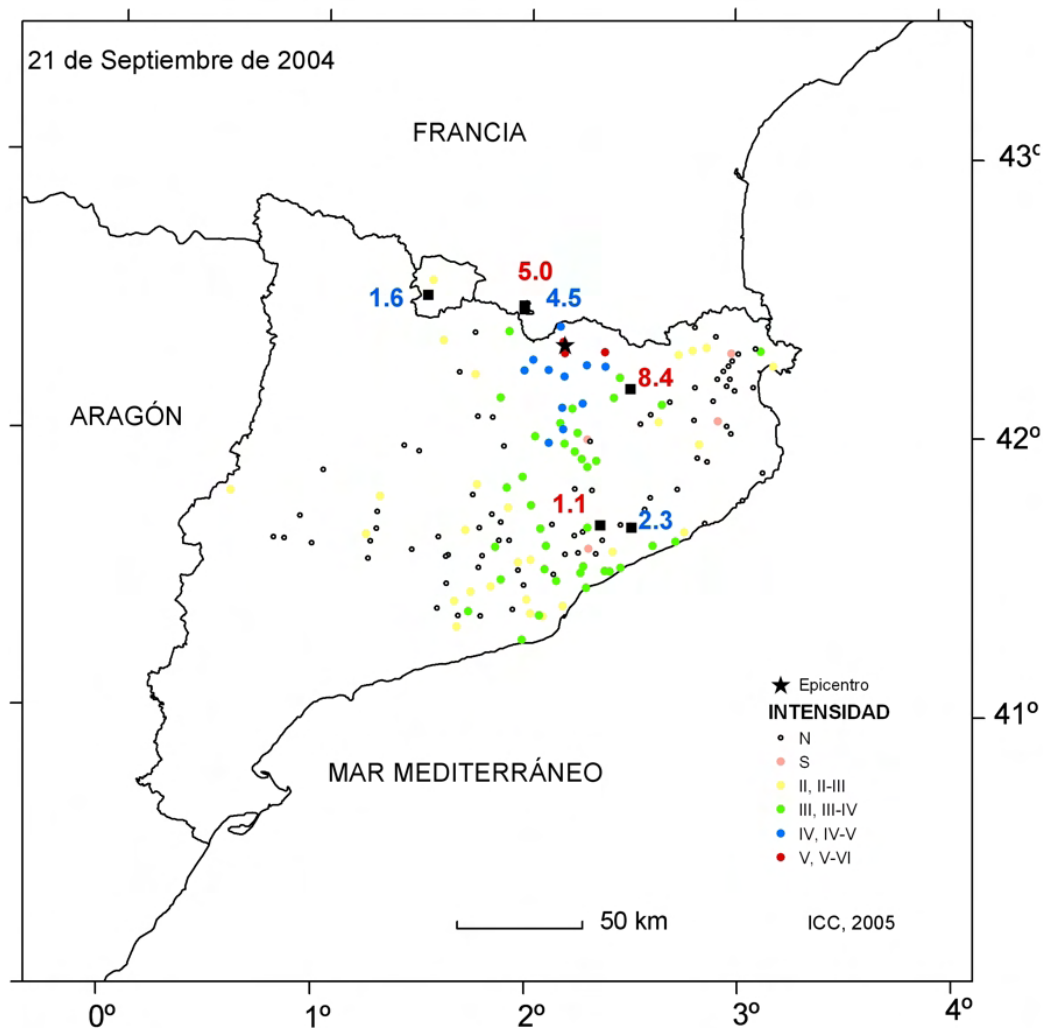


Figura 2 : Situación de los acelerógrafos junto con los valores de aceleración media horizontal registrada (en cm/s^2) y los valores de intensidad macrosísmica observados.

Como se ha dicho anteriormente, este sismo fue seguido de numerosas réplicas. Las 2 más importantes ocurrieron el día 23 a las 09h 50m (T.U.) y a las 09 h 58 m (T.U.) de magnitudes 2.7 y 3.3 respectivamente. Los valores de aceleración en las estaciones más cercanas son de 10^{-3} g (1 cm/s^2) aproximadamente. A partir del día 23 y durante poco más de un mes, se instaló en el Ayuntamiento de Queralbs un equipo portátil que permitió registrar réplicas (39) con una distancia epicentral de 6 km y magnitudes inferiores a 2.

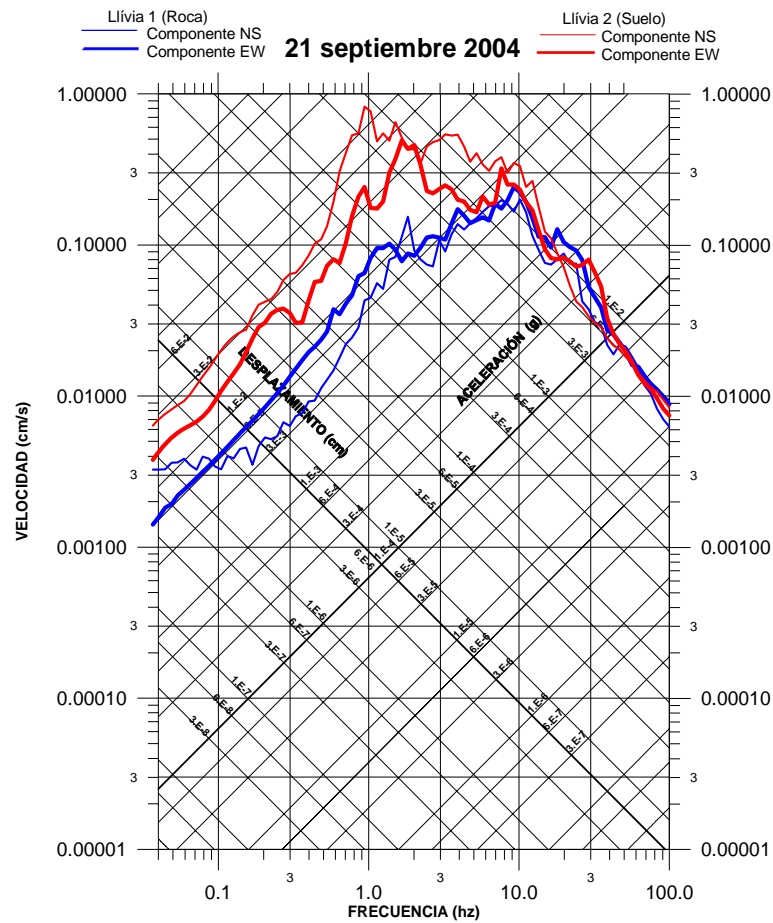


Figura 3 : Espectros de repuesta de los acelerogramas de Lívia 1 y Lívia 2 del sismo del 21 de Septiembre de 2004.

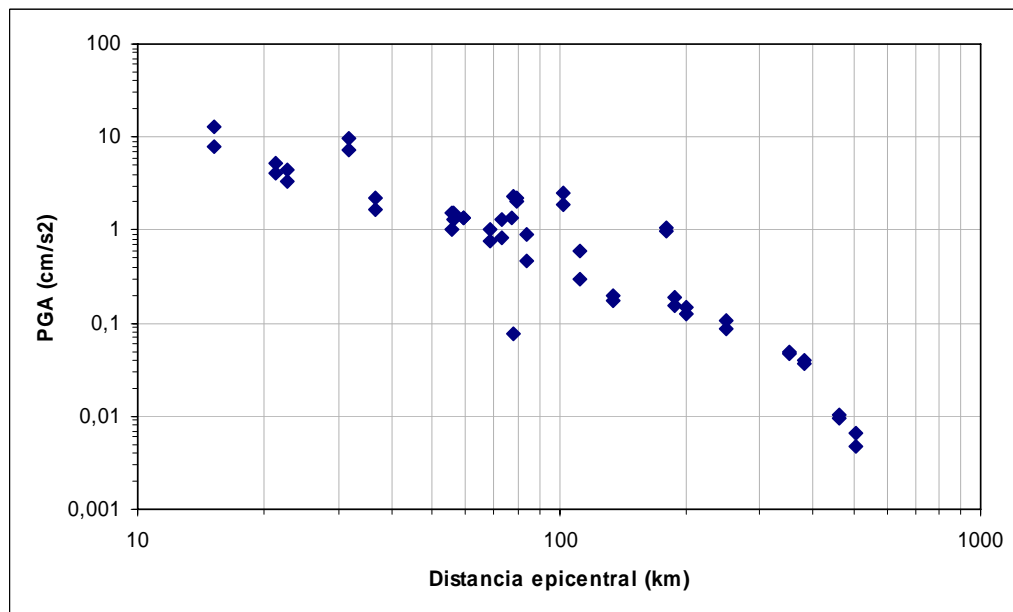


Figura 4 : Valores de aceleración máxima de los registros obtenidos para el sismo principal del 21 de Septiembre de 2004.

5. Visita técnica a la zona epicentral

Un equipo pluridisciplinar de técnicos efectuó una visita de inspección para evaluar sobre el terreno los efectos y daños producidos sobre los edificios de viviendas. Las visitas se concentraron mayormente en Queralbs y puntualmente en algún edificio de Ribas de Freser. Al ser los más cercanos al epicentro del terremoto (Figura 5) estos dos municipios sufrieron los mayores daños. Debido a los días transcurridos desde el terremoto principal hasta la visita técnica, se plantearon inicialmente dos grupos de información que pretendían ser una ayuda en la acotación del problema a analizar. Por un lado se recabó información de los servicios técnicos del municipio así como también de sus vecinos, por el otro, se analizaron y tipificaron los daños así como los modelos de edificios y su relación con el terreno. De estos grupos iniciales de información se concretaron los siguientes puntos:



Figura 5 : Municipios visitados para el reconocimiento de los daños causados por el terremoto.

a) Daños producidos por los movimientos sísmicos según la percepción ciudadana.

En este apartado se hace una relación de los daños a partir de la información proporcionada por los vecinos y la administración local, según los siguientes grupos:

- Caída de algún cuadro
- Pequeños desplazamientos de objetos y muebles
- Caída de fragmentos de revestimientos de pintura y/o yesos
- Fisuras y grietas diversas
- Algunos desplazamientos de losas de piedra de cubiertas.
- Caída de fragmentos de molduras o revestimientos exteriores.
- Desplazamiento de algún sombrero de chimenea.

b) Tipologías edificatorias básicas

Del análisis del parque edificado se pueden sintetizar los siguientes grupos o tipos de edificios:

- Casas unifamiliares tradicionales

- Casas unifamiliares tradicionales rehabilitadas
- Edificios de nueva construcción
- Edificios singulares (Iglesias, etc.)

6. Asignación de la intensidad epicentral según los daños observados

La asignación de la intensidad epicentral se llevó a cabo utilizando la escala macrosísmica europea de 1998 (EMS-98). La escala EMS-98 permite clasificar los daños observados en grados de daños y los edificios que los han sufrido en función de clases de vulnerabilidad. Además establece descripciones de los efectos en personas, objetos o la naturaleza que, junto a una cuantificación del grado de daño a los edificios, sirven para determinar la intensidad con que se sintió un terremoto en determinado emplazamiento. La Figura 6 muestra las tipologías estructurales asociadas a las clases de vulnerabilidad, la descripción de los grados de daño y la definición de cantidades propuestas por la escala EMS-98.

Durante la visita técnica se observaron daños en estructuras de clase A y B. En muchas de estas estructuras se observaron daños de grado 1 correspondientes a grietas finas en pocos muros y la caída de pequeños trozos del revestimiento de los mismos (Figura 7). En unas pocas estructuras de vulnerabilidad clase A se observaron daños de grados 2 y 3, los cuales se muestran en la Figura 8 y la Figura 9, respectivamente. También se visitó una edificación de vulnerabilidad clase A dado el estado ruinoso en el que se encontraba, sufrió daño estructural al romperse un dintel como se muestra en la Figura 14.

La Tabla 2 resume los grados de daños observados en la zona epicentral de este terremoto asociándolos con las clases de vulnerabilidad de las estructuras visitadas y las medidas de cantidad propuestas por la escala EMS-98. Según esta distribución de daños y los efectos sentidos por la población obtenidos durante la visita técnica y por medio de las encuestas macrosísmicas este terremoto del 21 de Septiembre de 2004 podría tener una intensidad epicentral de V ó VI grados en la escala EMS-98. La descripción de estos dos grados de intensidad se presenta en la Tabla 3.

Se ha asignado a este terremoto una intensidad epicentral de V-VI, pues en este terremoto no se tuvo conocimiento de daños en estructuras de vulnerabilidad clase C como lo indica la descripción del grado de intensidad VI. Aún cuando la descripción del grado de intensidad V coincide con las consecuencias del terremoto, se ha adoptado la asignación de un grado intermedio por la existencia de edificios de vulnerabilidad clase A con daños de grado 2.

Utilizando el método de las matrices de probabilidad de daño aplicado a Cataluña (Roca et al. 2006) se calculó la distribución de daños para la zona epicentral del terremoto para compararla con la evaluación de los daños realizada en la zona. La Figura 10 muestra la distribución de daños obtenida para la región epicentral con una intensidad de V-VI. En la misma se puede observar que la mayoría (>50% según la escala EMS-98) de los edificios no sufren daño, muchos (10-60% según la escala EMS-98) experimentan daños de grado 1 y pocos (0-10% según la escala EMS-98) sufren grados de daños 2 y 3. Esta distribución de daño es bastante similar a la observada durante la visita técnica. La única diferencia a destacar lo es el porcentaje de edificios con grado de daño 3, pues un 1% de los edificios en la zona epicentral representaría que unos 9 edificios sufrirían daños de grado 3. Durante la visita técnica a la zona dañada por el terremoto, este grado de daño solo se observó en un edificio que ya estaba en mal estado antes del terremoto.

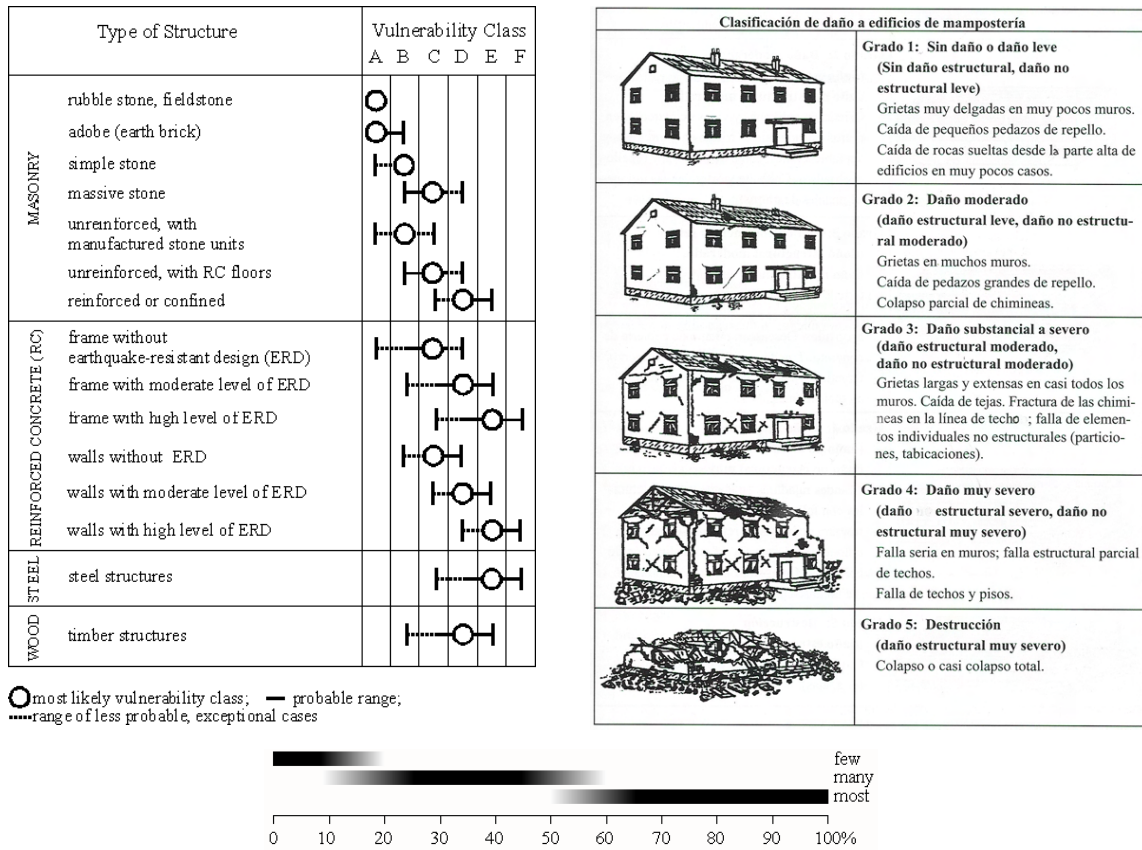


Figura 6 : Clases de vulnerabilidad, grados de daño para edificios de mampostería y definición de cantidades propuestas por la escala EMS-98.



Figura 7 : Daños de Grado 1 en el Ayuntamiento de Queralbs de vulnerabilidad clase B.



Figura 8 : Daños de Grado 2 observados en viviendas de vulnerabilidad clase A.



Figura 9 : Daños de Grado 3 observados un estructura de vulnerabilidad clase A.

Clase de Vulnerabilidad	Grado de Daño Observado	Cantidad
A	1	Muchos
A	2	Pocos
A	3	Pocos
B	1	Muchos

Tabla 2 : Cantidades asociadas a los daños observados en la zona epicentral.

Grado de Intensidad	Definición
V Fuerte	<p>a) El sismo es percibido en el interior de los edificios por la mayoría de las personas y por muchas en el exterior. Muchas personas que duermen se despiertan y algunas huyen. Los animales se ponen nerviosos.</p> <p>b) Las construcciones se agitan con una vibración general. Los objetos colgados se balancean ampliamente. Los cuadros golpean sobre los muros o son lanzados fuera de su emplazamiento. En algunos casos los relojes de péndulo se paran. Los objetos ligeros se desplazan o vuelcan. Las puertas o ventanas abiertas baten con violencia. Se vierten en pequeña cantidad los líquidos con tenidos en recipientes abiertos y llenos. La vibración se siente en la construcción como la producida por un objeto pesado arrastrándose. En ciertos casos se modifica el caudal de los manantiales.</p> <p>c) En las construcciones de tipo A son posibles ligeros daños (clase 1)</p>
VI Daño Leves	<p>a) Lo siente la mayoría de las personas, tanto dentro como fuera de los edificios. Muchas personas salen a la calle atemorizadas. Algunas personas llegan a perder el equilibrio Los animales domésticos huyen de los establos.</p> <p>b) En algunas ocasiones, la vajilla y la cristalería se rompen, los libros se caen de los estantes, los cuadros se mueven y los objetos inestables vuelcan. Los muebles pesados pueden llegar a moverse. Las campanas pequeñas de torres y campanarios pueden sonar. En ciertos casos pueden abrirse grietas de hasta un centímetro de ancho en suelos húmedos. Pueden producirse deslizamientos en montañas. Se observan cambios en el caudal de los manantiales y en el nivel de agua de los pozos.</p> <p>c) Se producen daños moderados (clase 2) en algunas construcciones del tipo A. Se producen daños ligeros (clase 1) en algunas construcciones del tipo B y en muchas del tipo A. Muy pocas construcciones del tipo C sufren daños ligeros (clase 1).</p>

Tabla 3 : Descripción de los grados de intensidad V y VI según la escala EMS-98.

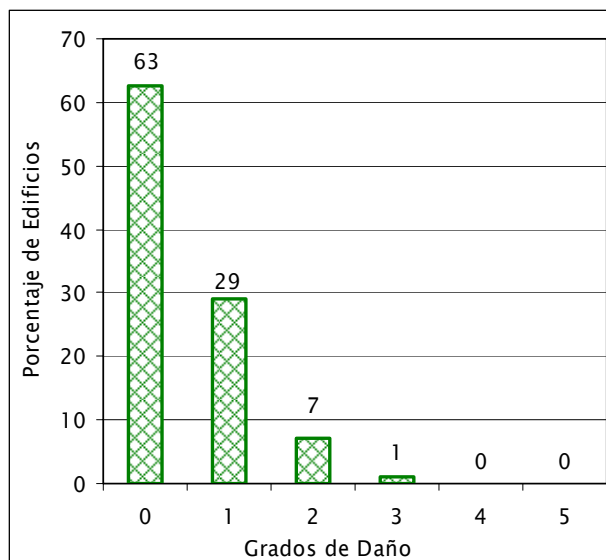


Figura 10 : Distribución de daños para la zona epicentral (intensidad V-VI) según el método de las matrices de probabilidad de daño.

7. Análisis de los daños observados

En general, por los comentarios de los residentes y por los partes de denuncia aportados, se puede indicar que en mayor o menor medida en la mayoría de edificios se ha detectado algún incidente. En nuestro caso y a fin de acotar los daños, se ha puesto especial énfasis en el primer grupo de edificios mencionados, esto es, las casas unifamiliares tradicionales. En esta “categorización” de edificios y a fin de acotar en todo lo posible la relación causa-efecto, se ha fragmentado al máximo la información para así poder concretar los problemas. Las visitas se han concentrado en los edificios con afectaciones diversas. En dichas visitas nos ha acompañado un representante municipal. Del trabajo de campo se ha podido concretar el estudio en los siguientes apartados.

7.1 Relación del parque edificado con la topografía

Debido a la especial topografía existente en todo el pueblo de Queralbs, que se encuentra asentado en la ladera de una montaña, se constata que las calles se trazan básicamente siguiendo las curvas de nivel, esto es, con calles relativamente paralelas pero trazadas en diferente cota. (Figura 10).

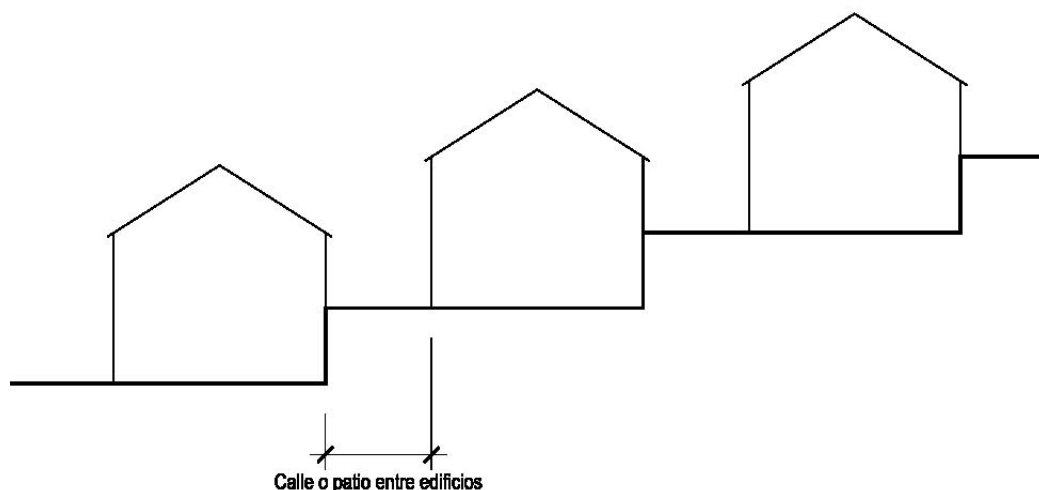


Figura 11 : Esquema de la relación entre la topografía y la edificación.

7.2 Relación de los edificios con el terreno

En consecuencia de la disposición anterior, se constata que mayormente los edificios se encuentran semiempotrados (Ver esquema de la Figura 12). Este hecho es fundamental ya que las fachadas reciben diferentes vibraciones del terreno, es decir, que un mismo edificio tiene diferentes rigideces según sus distintos contactos con el terreno.

7.3 Casuísticas según el tipo de edificio

En esta valoración más general, se ha contado con la inestimable colaboración del arquitecto municipal de Queralbs. Para ello se constatan las casuísticas que se desglosan a continuación. En definitiva, para concretar nuestro estudio descartamos los dos últimos grupos y nos centramos básicamente en las casas tradicionales.

a) Casas unifamiliares tradicionales

Son las que han sufrido más daños por sus características técnicas sencillas. Debido al hecho de que se trata de un modelo muy repetitivo y popular, esto ha facilitado la tipificación de lesiones.

b) Casas unifamiliares tradicionales rehabilitadas

En general, se constata que han sufrido pequeños daños muy localizados. Estas casas se han “beneficiado” de que en la mayoría de intervenciones se ha zunchado el último techo y como consecuencia, han tenido un comportamiento más solidario.

c) Edificios de nueva construcción

En este conjunto se ha constatado que hay cierta diversidad de modelos constructivos tanto de paredes de carga como de sistemas porticados y mixtos, no se ha tenido en cuenta su valoración de conjunto aunque exista alguna lesión puntual.

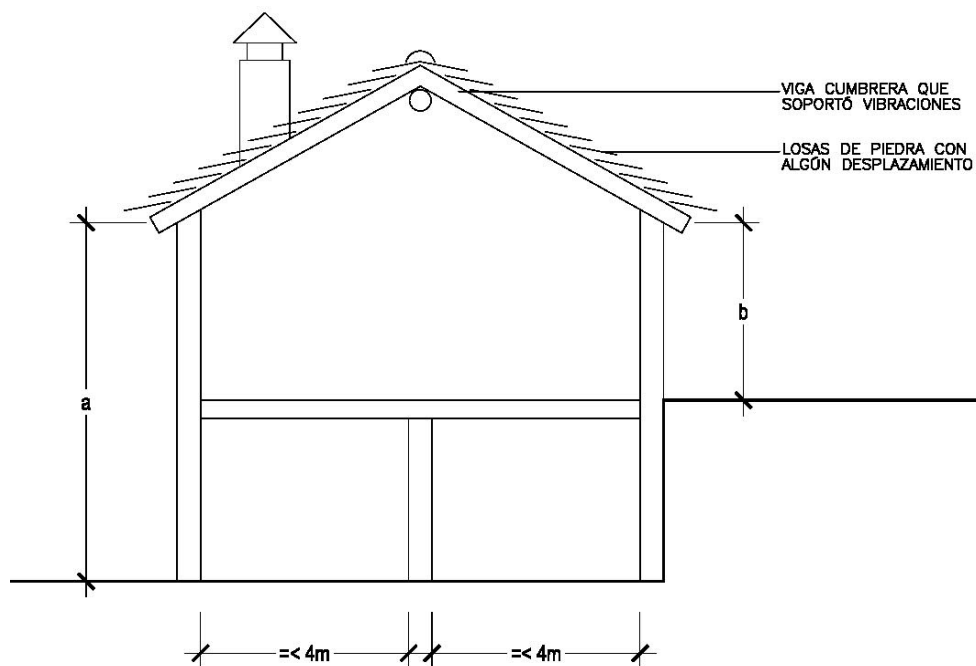


Figura 12 : Esquema del modelo tipificado de casa con desnivel topográfico.

7.4 Descripción técnica del modelo de casa tradicional

Tal como muestra el esquema de la Figura 12, estas casas se sustentan a base de un sistema de paredes de carga de 45 a 50 centímetros de espesor. Estas paredes están formadas con mampostería unida con fango. Los huecos están apeados con dinteles de piedra o madera. En algunos casos hay una mezcla de paredes de piedra y fábrica de ladrillo.

Los techos, generalmente están formados por vigas y entarimado de madera. Los que están reparados o substituidos son a base de viguetas de hormigón pretensado. Las cubiertas están formadas a dos aguas con pendientes entre el 40 y el 45%. Las viguetas de las cubiertas están dispuestas según la pendiente y apoyadas en las fachadas y en una viga cumbreira. La impermeabilización está realizada tradicionalmente con losas de pizarra solapadas y apoyadas en un entarimado fijado a las viguetas.

7.5 Descripción y análisis de las principales lesiones detectadas

Debido al movimiento sísmico que han sufrido estas casas se ha podido tipificar los siguientes grupos de lesiones:

a) Grietas en el enlace de paredes perpendiculares. Se trata de una rotura típica en el encuentro de paredes donde precisamente se concentran esfuerzos. Los casos más habituales son los encuentros de fachadas principales con paredes perpendiculares. (Figura 13)

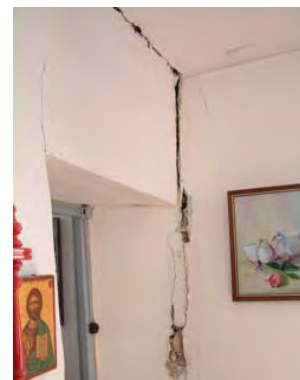
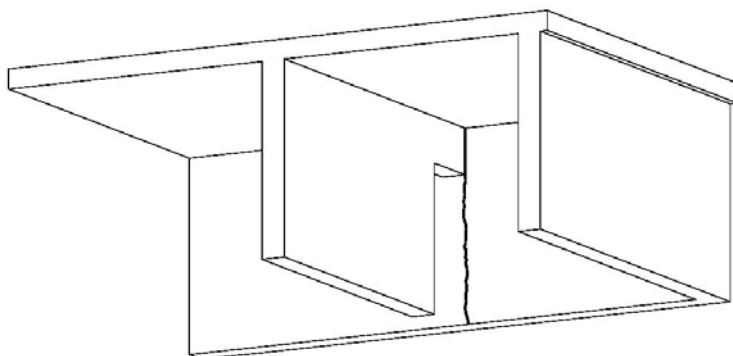


Figura 13 : Lesión típica producida en el encuentro de muros.

b) Roturas sistematizadas en dinteles (Figura 14, Figura 1 y Figura 15). Se han detectado tres tipos de lesiones:

- Formación de arco de descarga.
- Rotura de dintel
- Desplazamiento y rotura de dintel

c) Daños simples

- Desprendimiento de revestimientos debido a la vibración de techos
- Fisuras en encuentros entre vigas y paredes
- Fisuras en bóvedas de escaleras
- Pequeños desplazamientos de losas de cubierta



Figura 14 : Rotura de dintel.



Figura 15 : Desplazamiento y rotura de dintel.

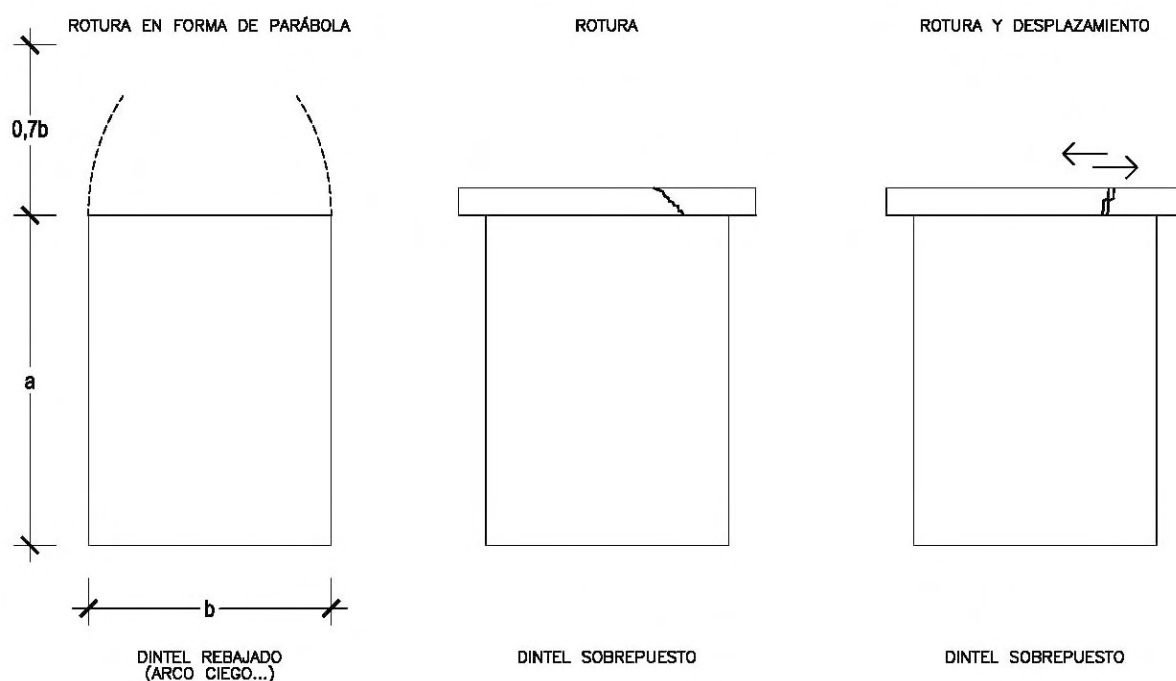


Figura 14 : Esquema de las roturas sistematizadas en dinteles.

8. Conclusiones

Con los daños observados durante la visita técnica realizada a la zona dañada por el terremoto del Ripollès del 21 de Septiembre de 2004 se ha realizado una evaluación del movimiento ocurrido en términos de aceleración e intensidad, y un análisis de los daños sufridos por los edificios de la zona epicentral. La asignación de la intensidad epicentral se ha complementado con la información de las encuestas macrosísmicas enviadas a las zonas que percibieron el terremoto. De esta manera se ha asignado a este terremoto una intensidad epicentral de V-VI grados en la escala ESM-98. Los daños causados por el terremoto se pueden clasificar como leves.

Con esta intensidad epicentral de V-VI grados se obtuvo una distribución de daño esperado aplicando las matrices de probabilidad de daño propuestas en Roca et al. (2006) que es bastante similar a los daños observados durante la visita técnica. Sería aconsejable que en una futura ocasión se inspeccionaran todos los edificios de la zona afectada para poder establecer una estadística más detallada del daño y así poder utilizar esta información para ajustar las matrices de probabilidad de daño con datos propios de la región.

Los edificios analizados, parten de una proporción de muros relativamente favorable, que a su vez, le confieren auto estabilidad, es decir, que la organización del sistema tiene una relevancia relativa respecto a la estabilidad del conjunto. La parte más débil del sistema la constituye la cubierta. Con la disposición de las vigas en pendiente y sobretodo apoyadas en la viga cumbreira, éstas han sufrido una doble vibración que es lo que ha motivado algún desplazamiento de losas y caída de revestimientos inferiores.

9. Referencias

- Figueras, S., Villaseñor, A., Frontera, T., Olivera, C., Fleta, J., Ruiz, M, Díaz, J., Gallart, J., Vergès, J., (2006), "Analysis of the September 2004 seismic crisis in the area of the 1428 earthquake (Io=IX), eastern Pyrenees (Spain)", First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, 3-8 September 2006, N° 1034
- Grünthal, G. (editor) (1998), "European Macroseismic Scale 1998". *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, 7, Luxembourg, 99 pp.
- Olivera, C., Redondo, E., Lambert, J., Riera Melis, A. y Roca, A., (2006a), "Els terratrèmols dels segles XIV i XV a Catalunya", Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona, 407 pp
- Olivera, C., Redondo, E., Lambert, J., Riera, A. y Roca, A., (2006b), "The earthquakes of XIV and XV centuries in Catalonia (NE of Spain).", First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, 3-8 September 2006, N° 848
- Olivera, C., Redondo, E., Lambert, J., Riera Melis, A. y Roca, A. (2007), "Los terremotos de los siglos XIV y XV en el ne de la península ibérica. Contribución a los estudios de peligrosidad sísmica". 3er Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, 8-11 Mayo 2007, Girona.
- Roca A., Goula X., Susagna T, Chávez J., González M. y Reinoso, E. (2006), "A simplified method for vulnerability assessment of dwelling buildings and estimation of damage scenarios in Spain", *Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol 4, pp 141 -158.

Normativas.

E. BOJÓRQUEZ Y S.E. RUIZ “Factores de transformación entre S1GL y SMGL, correspondientes a ductilidades, a distorsiones máximas de entrepiso y a energía histerética normalizada”

J.C. VIELMA, A.H. BARBAT Y S. OLLER “Factores de reducción de respuesta en la norma NCSE-02 y el Eurocódigo 8”

J.G. SÁNCHEZ-CABAÑERO Y A.M. JIMÉNEZ JUAN “Revaluación sísmica de las CC.NN. Españolas en operación”