

El Terremoto de Lisboa de 1 de noviembre de 1755

José Manuel Martínez Solares¹

Recibido: 11/06/2017 / Aceptado: 25/09/2017

Resumen. El terremoto de 1755 del 1 de noviembre ha sido denominado de Lisboa por ser la principal ciudad que sufrió sus múltiples efectos: terremoto, maremoto e incendio. No obstante, el área afectada fue muy extensa, podría estimarse en una decena de millones de kilómetros cuadrados. El movimiento del suelo provocó muchos daños en amplias zonas de España, Portugal y Marruecos, dando lugar a importantes costes económicos y sociales. El terremoto, con epicentro marino, generó también una muy notable alteración del mar cuyas olas arrasaron las costas atlánticas de la Península y del norte de África. Asimismo, como sucede con terremotos de gran magnitud (8,5 Mw, Martínez Solares, 2001), se produjeron también la mayoría de los efectos hidrogeológicos que pueden suceder en la naturaleza, desde grietas en el terreno hasta licuefacción.

Palabras clave: Terremoto de Lisboa; intensidad; magnitud; maremoto; efectos geológicos.

[en] The Lisbon Earthquake of November 1, 1755

Abstract. The 1755 earthquake of November 1, also called the Lisbon Earthquake for being the main city that suffered its multiple effects: earthquake, tsunami and fire. However, the affected area was very extensive, could be estimated at ten million square kilometres. The movement of the soil caused much damage in large parts of Spain, Portugal and Morocco, resulting in significant economic and social costs. The earthquake, with marine epicenter, also generated a noticeable alteration of the sea whose waves swept the Atlantic coasts of the Peninsula and North Africa. Also, as with large earthquakes (8,5 Mw, Martínez Solares, 2001), most of the hydrogeological effects that can be produce in nature, from cracks in the field to liquefaction, also occurred.

Key words: Lisbon earthquake; intensity; magnitude; tsunami; geological effects.

Sumario: Introducción. 1. Características del terremoto. 2. La intensidad. 3. La magnitud. 4. El maremoto. 5. Efectos sismogeológicos. 6. Las víctimas. 7. Otros efectos secundarios. 8. Conclusiones. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Martínez Solares, J. M. (2017). El Terremoto de Lisboa de 1 de noviembre de 1755. *Física de la Tierra*, Vol. 29, (2017), 47-60.

Introducción

El terremoto del sábado 1 de noviembre de 1755, día de Todos los Santos, ocurrido a la hora de la misa mayor causó un enorme desastre en la península Ibérica y en el

¹ Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento.
jmmsolares@fomento.es

norooeste del continente africano, ya que produjo miles de víctimas y pérdidas materiales importantes. Los daños económicos en España, aunque en menor medida que en Portugal, fueron cuantiosos y varios años después del acontecimiento todavía se estaban presupuestando y ejecutando obras en distintas casas y edificios públicos.

En este área de contacto entre las placas Europea y Africana, sismos de estas características son muy poco frecuentes y algunos de sus efectos no se han vuelto a repetir, lo que aumenta notablemente el interés por analizar y conocer su comportamiento y evaluar de forma precisa su localización junto con sus consecuencias. Tal es el caso de uno de los hechos más significativos y conocidos asociados al movimiento sísmico como fue la gran agitación del mar que produjo olas gigantescas que al llegar arrasaron las costas atlánticas de la península y norte de Africa y que en España ocasionó más muertes que el mismo terremoto.

Los aspectos más característicos de este terremoto fueron la excesiva duración que tuvo su movimiento, la larga serie de réplicas que le siguió durante algunos años, la observación a través de toda la Península de numerosos efectos sismogeológicos o la percepción de sucesos extraños difíciles de interpretar. Todo esto permite definirle como uno de los terremotos más extraordinarios que han sucedido en época reciente, por supuesto en Europa, pero quizá también a nivel mundial, pues aunque se ha exagerado en algunos estudios, el área de perceptibilidad en la que fue sentido el terremoto podría ascender a los 10 millones de kilómetros cuadrados y sus efectos directos, sin tener en cuenta el maremoto, se llegaron a observar a casi 4.000 km de distancia.

Las fuentes de información han sido en su mayor parte informes manuscritos conservados en archivos, bibliotecas, iglesias, etc. así como las publicaciones de todo tipo editadas como consecuencia del desastre. En España sobresale como fuente más importante de datos la que coleccionó el Archivo Histórico Nacional como consecuencia de la encuesta que el rey de España Fernando VI ordenó llevar a cabo solicitando información sobre lo acaecido en las ciudades y pueblos más significativos. La encuesta contenía las siguientes preguntas:

1. ¿Se sintió el terremoto?
2. ¿A qué hora?
3. ¿Qué tiempo duró?
4. ¿Qué movimientos se observaron en los suelos, paredes, edificios, fuentes y ríos?
5. ¿Qué ruinas o perjuicios se han ocasionado en las fábricas?
6. ¿Han resultado muertas o heridas en personas y animales?
7. ¿Ocurrió otra cosa notable?
8. Antes de él ¿hubo señales que lo anunciase?

Aunque no se pregunta por los efectos que ocasionó el maremoto, en muchas contestaciones de localidades costeras se incluyen referencias sobre este fenómeno. El conjunto de respuestas recibidas se encuentran documentadas en el Archivo Histórico Nacional (AHN), que aportan más del 90% de la información en España, si bien existe otra documentación recopilada en archivos locales que complementa la anterior. También se generaron numerosos escritos y publicaciones de muy distinto tipo como cartas, poemas, sermones y otras de carácter filosófico y científico. En total se dispone de información procedente de 1.273 pueblos en toda España, aunque

ha de señalarse que estos no tienen una distribución geográfica uniforme, existiendo zonas con muy pocos puntos de información (p.e. una sola localidad en Asturias) frente a otras con una densidad seguramente excesiva (123 pueblos en la provincia de Segovia).

Respecto a la información recogida en Portugal, el Marqués de Pombal ordenó, de forma similar a España, una encuesta sobre las consecuencias del terremoto en cada una de las parroquias portuguesas. El cuestionario era más explícito que el español y contenía las siguientes 13 preguntas junto con una extra (Oliveira, 2008):

1. ¿A qué hora empezó el terremoto y cuánto duró?
 2. ¿Notó un impulso mayor hacia un lado que en otro?
 3. ¿Qué número de casas se arruinaron en cada parroquia? ¿Había edificios notables y en qué estado quedaron?
 4. ¿Qué clase de personas murieron? ¿Había algunos nobles?
 5. ¿Qué novedades se observaron en el mar, ríos o fuentes?
 6. ¿La marea, primero subió o bajó; cuánto creció más de lo normal, cuantas veces se observó el flujo o reflujo extraordinario? ¿Cuánto tiempo tardó en bajar el agua y en volver a subir?
 7. ¿Hubo algunas grietas en el suelo, qué se observó en ellas, y si reventó alguna fuente de nuevo?
 8. ¿Qué medidas se adoptaron en cada lugar por el sacerdote, por los militares o por los ministros?
 9. ¿Se repitieron los terremotos? ¿Cuándo? ¿Qué daños causaron?
 10. ¿Recuerda si han sucedido anteriormente otros terremotos y qué daños causó en cada lugar?
 11. ¿Cuántas personas viven en cada parroquia, declarando siempre que sea posible cuántos hombres y cuantas mujeres?
 12. ¿Hubo alguna falta de alimentos?
 13. Si hubo fuego, ¿cuánto duró y que daño hizo?
- Extra: Si padeció alguna ruina por el terremoto de 1755, ¿de qué tipo y si ya está reparada?

Los resultados de esta encuesta sirvieron a Pereira de Sousa (1914, 1916, 1928) para realizar numerosos estudios en Portugal.

Los datos de Marruecos provienen de dos tipos de fuentes, por un lado las aportadas por documentos europeos y por otra la de fuentes árabes. Ambas pueden ser consultadas en Levret (1991) y en Abdelaziz (2005).

1. Características del terremoto

Con la información aportada por todos los documentos disponibles se han podido deducir muchas de las características y parámetros del terremoto, como son el epicentro, la hora origen, la magnitud estimada, las réplicas o la duración del movimiento (Martínez Solares and López Arroyo, 2004).

Considerando una fuente puntual como epicentro, su localización ha ido modificándose en el tiempo desde las iniciales coordenadas próximas a Lisboa hasta posiciones situadas al oeste del Cabo de San Vicente, más acordes con el accidente

Azores-Gibraltar (Reid, 1914; Munuera, 1963; Machado, 1966; Martínez Solares et al., 1979; Levret, 1991; Johnston, 1996; Martínez Solares, 2001). En cualquier caso un terremoto de esta magnitud no tiene una fuente puntual y el posicionamiento y las dimensiones de la ruptura (entre 150 y 315 km) varían según los autores (Johnston, 1996; Zitellini et al, 1999; Martínez Solares, 2001; Baptista, 2003; Stich et al. 2007; Grandin et al, 2007; Sallarès, 2016).

Respecto a la hora en que se había percibido el movimiento sísmico, la variedad que indican las respuestas es grande, entre 9 y 11 de la mañana, referidas cada una a su tiempo local. No obstante, la hora aportada en Cádiz, ciudad donde se había instalado en 1753 el primer Observatorio Astronómico existente en España, ha permitido concretar las 9 horas 52 minutos como hora local en que fue sentido el terremoto en esa ciudad. Teniendo en cuenta su longitud geográfica se ha podido deducir un tiempo origen de 10 horas y 16 minutos (GMT). Este valor está completamente de acuerdo con la hora local de 9^h 40^m con que fue sentido el terremoto en Lisboa.

Como se ha señalado anteriormente, una de las características más sorprendentes del terremoto fue su gran duración. La mayoría de los informes tienen una tendencia clara hacia los 7 y 8 minutos, justamente la mitad de un cuarto de hora. Hay una gran coincidencia entre los textos consultados para Lisboa y Cádiz, diferenciando tres intervalos violentos separados por dos pausas. La secuencia sísmica se podría establecer, a grandes líneas, de la siguiente forma: una primera fase poco violenta de una duración entre 1 ó 2 minutos, seguida de una corta pausa inferior a 1 minuto y continuando con un movimiento muy violento durante un intervalo de 2 ó 3 minutos, para después de otra pequeña pausa, iniciarse otro periodo de unos 3 ó 4 minutos, de menor violencia y amortiguándose hasta desaparecer. Este registro temporal del movimiento ha sugerido a algunos autores que se trata de un evento múltiple (Martínez Solares et al, 1979). No obstante otros autores han planteado un terremoto principal localizado en el mar que ha inducido otro sismo mediante la ruptura de la falla LTV (Lower Tagus Valley) situada a unos 350 km del principal (Vilanova et al, 2003).

Al tratarse de un terremoto de gran magnitud, generó numerosas réplicas que continuaron a lo largo de varios años. Pereira de Sousa (1928) cita que la tierra tembló 250 veces en los primeros seis meses después del terremoto principal, y que durante el año 1756 se estuvo repitiendo más de 600 veces. Un listado completo de las réplicas puede verse en Martínez Solares y Mezcuca (2002).

2. La intensidad

Las áreas de la Península donde fue sentido con mayor intensidad se circunscriben al suroeste, tanto de Portugal como de España. En la figura 1 se presenta el mapa de isosistas formado por Oliveira (2008) a partir de la información aportada por otros autores (Martínez Solares *et al.* 1979; Levret, 1991; Moreira, 1984; Mendes *et al.* 1999). En Portugal se alcanzó un máximo grado X de intensidad, mientras que en España fue de grado VIII y en Marruecos de grado VII-VIII. En este mapa, las líneas isosistas correspondientes a España (Martínez Solares *et al.*, 1979) se obtuvieron a partir de un resumen de la encuesta real que redactó la Real Academia de la Historia y que posteriormente fue nuevamente evaluada por el mismo autor a partir de los documentos originales del Archivo Histórico Nacional, lo que dio lugar a una ligera modificación de las isolíneas tal y como se muestra en la figura 2.

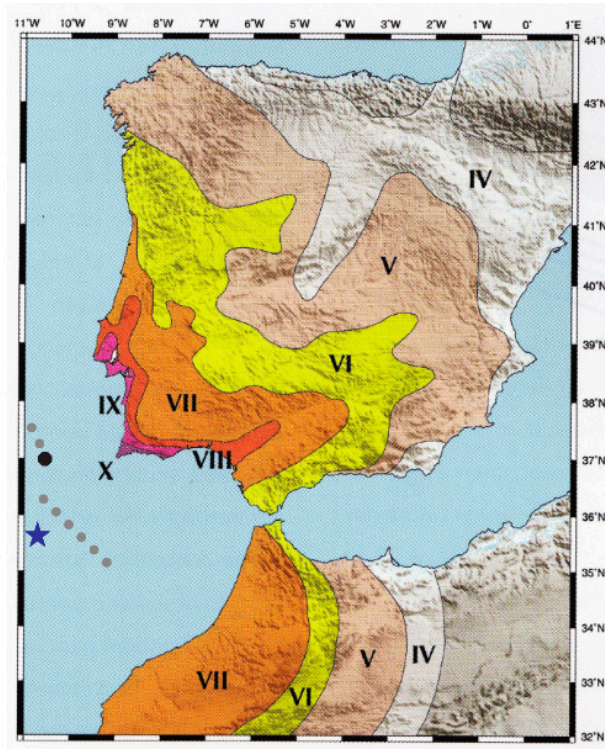


Figura 1. Mapa de isosistas basado en Martínez Solares et al. (1979); Levret (1991); Moreira (1984) and Mendes et al. (1999). (Según Oliveira, 2008)

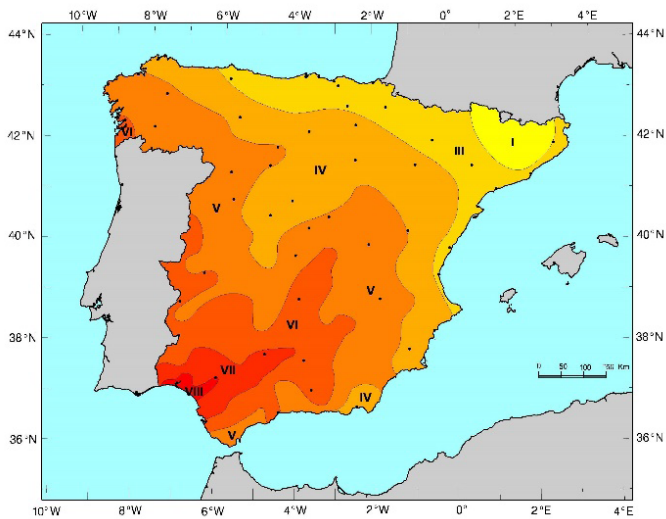


Figura 2. Mapa de isosistas obtenido a partir de la información proporcionada por el Archivo Histórico Nacional (según Martínez Solares, 2002).

En España el nivel máximo de daños (intensidades VII y VIII) se alcanzó en algunos pueblos de las provincias de Huelva, Cádiz y Sevilla. Las capitales más castigadas fueron Sevilla y Huelva con intensidad de grado VIII (escala EMS-98), mientras que en la ciudad de Cádiz fue algo menor (grado VI-VII). Una relación completa con las intensidades de todos los pueblos se puede obtener en Martínez Solares y Mezcuca (2002).

Respecto a los edificios se han considerado solamente dos tipologías: ordinarios (viviendas) y monumentales. Los daños ocasionados por el terremoto se han podido cuantificar en 410 localidades españolas, de las cuales 189 corresponden a viviendas, 376 a edificios monumentales y 156 a pueblos con daños en ambos tipos de edificios. La Figura 3 representa el histograma del número de localidades, y su proporción, según los grados de daño y el tipo de edificio. Se observa que los lugares con daños en los grandes edificios son el doble que el correspondiente a los ordinarios. A este respecto la escala macrosísmica de 1998 (Grunthal, 1998) cita dos razones para justificarlo: I) Las grandes construcciones son más importantes para los autores de los informes debido a su valor social, religioso o económico, y II) la complejidad estructural y no estructural les hace tener mayor probabilidad de sufrir daño que las construcciones ordinarias, incluso aunque estén mejor construidas. Se pueden añadir otras dos razones más: III) El terremoto sucede un día eminentemente religioso a una hora en que el pueblo se encontraba oyendo misa en las iglesias, y IV) el epicentro se localiza a una distancia de varios cientos de kilómetros, haciendo que el movimiento del terreno tenga un contenido en bajas frecuencias acorde con las estructuras más esbeltas de estos edificios. Asimismo, del examen de la Figura 3 también se deduce que los edificios monumentales sufrieron proporcionalmente más daños en los niveles pequeños, por contra los desperfectos son más severos para las viviendas.

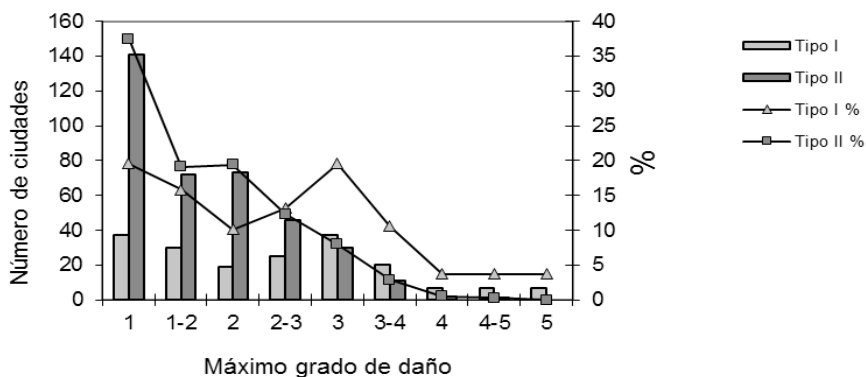


Figura 3. Histograma de los niveles de daño para cada tipo de edificio en España.

Por otro lado, considerando las localidades distribuidas por casi toda España en los que la intensidad sísmica es igual o superior a V, es decir en las que es posible que las construcciones sufran lesiones de cualquier nivel (1 a 5), Martínez Solares (2001) ha podido establecer una relación entre ambos parámetros. La intensidad sentida en una determinada estructura y el daño causado en ella está relacionada mediante las matrices

de probabilidad de daño (MPD). Estas matrices representan la probabilidad condicionada de que un edificio sufra un daño de nivel i como consecuencia de un terremoto de intensidad j

$$MPD = [P(D_i / I_j)]$$

Los elementos de las dos matrices de probabilidad de daño, una para cada una de las clases de vulnerabilidad: edificios ordinarios y edificios monumentales, están recogidas en Martínez Solares (2001).

En relación con Portugal, Oliveira (2005) realiza un estudio sobre los daños en estructuras monumentales en la ciudad de Lisboa. La figura 4 resume los daños separando la información por tipologías y grado de los daños. De la distribución en el gráfico se puede observar que las estructuras de mayor envergadura fueron las que sufrieron más daños, al contrario por ejemplo de las ermitas que presentaron un mejor comportamiento. Esta circunstancia es la misma que ya se reseñó anteriormente para el caso de España.

En Marruecos, Levret (1991) anota importantes daños, especialmente en Meknes con grado VIII-IX, Marrakech con VIII, Fez con VII-VIII y ciudades como Tánger, Larache, Sale, Agadir o Safi con intensidad VII.

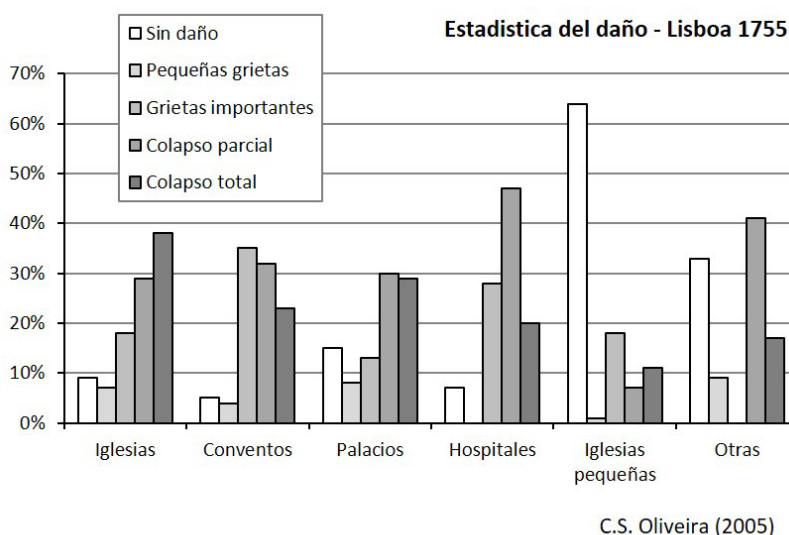


Figura 4. Estadística de los daños ocurridos en estructuras monumentales en Lisboa (Oliveira, 2005)

3. La magnitud

El gran radio de perceptibilidad de este terremoto, su duración y los efectos causados sugieren lógicamente un valor de magnitud muy elevado. Gutenberg y Richter (1949) ya propusieron una magnitud de $8 \text{ y } \frac{3}{4}$. Otros autores con diferentes metodologías han obtenido valores similares comprendidos entre 8,5 y 8,7. Con la información aportada

por los relatos históricos de las alturas “run-up” de este evento, Abe (1979) obtiene una magnitud momento de 8,5. Siguiendo la metodología de Bakun y Wentworth (1997) la cual obtiene una relación entre la magnitud momento y las distancias entre el epicentro y los diferentes puntos con valores de intensidad, Mezcua et al, (2004) llega a calcular un valor de M_w 8,7. A partir del nuevo mapa de isosistas confeccionado para España (figura 2) Martínez Solares (2001) determinó una magnitud momento $M_w = 8,5 \pm 0,3$ usando la metodología de Johnston (1996) que a su vez había obtenido un valor superior de 8,7 pero partiendo de un mapa de isosistas mucho menos realista.

4. El maremoto

El maremoto fue sin duda uno de los acontecimientos relacionados con la catástrofe sísmica que mayor impacto causaron en la población. Además de registrarse en las costas atlánticas de la Península y Norte de África, e incluso también en algún punto del Mediterráneo, el movimiento del mar fue perceptible en las Islas Azores, Madeira o Canarias. También existen referencias de que se percibió en Brasil y en las Antillas, en particular en la Isla Antigua, Barbada y Martinica. En Europa también fue observado en Penzance y Plymouth situadas en la península de Cornualles (Inglaterra).

Las costas españolas más afectadas fueron las del Golfo de Cádiz, donde el mapa de la figura 5 señala los lugares de las provincias de Huelva y Cádiz donde fue registrado. En pueblos de las costas del Mediterráneo se observó la alteración del mar en Ceuta, Marbella o Estepona. También en las ciudades gallegas de Pontevedra, Baiona, La Coruña, Betanzos, Corcubion y Ferrol. Incluso en el Cantábrico hay anotaciones del movimiento en Vivero (Lugo) y Santander. Asimismo, se tiene constancia de que fue observado por algunos barcos navegando en alta mar.



Figura 5. Términos municipales de Huelva y Cádiz donde se tiene constancia de que se percibió el maremoto.

El tiempo de recorrido de la ola hasta llegar a las costas constituye un factor determinante para la valoración del riesgo de maremotos. Estos tiempos en España fueron muy diferentes, desde los 30 minutos que tardó en llegar a Lepe (Huelva), hasta las dos horas y cuarto a Corcubión (La Coruña). Tomando valores medios para las dos ciudades más importantes del litoral, las velocidades medias serían aproximadamente de 300 km/h para Cádiz y de 380 km/h para Huelva. Para el caso de Cádiz se tienen además referenciadas las llegadas a la ciudad de las primeras cinco alteraciones del mar: 11^h 10^m; 11^h 30^m; 12^h 00^m; 12^h 35^m y 13^h 15^m. Estas horas darían periodos entre las crestas de las sucesivas llegadas de 20, 30, 35 y 40 minutos y unas longitudes de onda teóricas (no observadas) en su aproximación a la costa que podrían estar comprendidas entre 25 y 50 km (Martínez Solares, 2001).

Para la costa portuguesa, en el punto más próximo al epicentro, el cabo San Vicente, el tiempo de viaje de la ola fue de 16 minutos, llegando a Oeiras (cerca de Lisboa) en 25 minutos y a Figueira da Foz en 40 minutos (Baptista et al, 2003; Oliveira, 2008). Respecto a Marruecos, la ola tardó 15 minutos en llegar a la ciudad de Salè (próxima a Rabat). Otras ciudades de la costa atlántica que lo percibieron fueron Agadir, Safi, Arzila y Tanger (Abdelaziz, 2005).

Respecto a las alturas alcanzadas por la ola y la inundación en las diferentes costas atlánticas de la Península y Marruecos existe una gran variabilidad, tanto por la localización geográfica como por la autoría del documento. En Lisboa, la ola penetró en la parte baja de la ciudad alrededor de 250 m, alcanzando una altura de 5 m. Al norte, en Oporto, la máxima altura se ha estimado en 1,2 m y en el Cabo San Vicente superaría los 10 m. (Baptista et al, 1998a,b). En Huelva las aguas del río Odiel entraron formando olas hasta las primeras calles y en Ayamonte el flujo del mar ocupó las calles de la población. En Conil de la Frontera el agua penetró una legua y media ($\approx 8,3$ km) y en Tarifa la ola sobrepasó una isla de 14 varas de elevación (≈ 12 m). (IGE, 1886). En Cádiz el agua alcanzó tres metros de altura en el barrio de La Viña y el arrecife que comunica con San Fernando quedó completamente cubierto por las aguas, donde todavía pueden apreciarse los daños sufridos en la calzada entre Torregorda y San Fernando (J.A. Aparicio Florido, comunicación personal) (AHN, 1755; Campos, 1992; Martínez Solares, 2001).

La costas atlánticas de Marruecos percibieron perfectamente el fenómeno, sin embargo la información que tiene es muy variable dependiendo del autor, pues por ejemplo en Tánger la altura de la ola varía entre 2,5 y 15 m y en Salè entre 2,5 y 4 m. (Cherkaoui et al, 2017).

5. Efectos sismogeológicos

El terremoto de Lisboa produjo en muchos lugares de la Península y de Marruecos una alteración de las aguas en lagos, ríos, fuentes, pozos y otros fenómenos geológicos asociados. En el caso de España, los informes del AHN han proporcionado bastantes datos sobre estos efectos, que siguiendo las indicaciones que señala la escala macrosísmica europea EMS-1998, se pueden clasificar en las siguientes cuatro categorías: hidrológicos, rotura de laderas, procesos horizontales en el terreno y procesos convergentes. Los más abundantes en este terremoto fueron los hidrológicos, afectando al nivel de agua de los pozos, caudal de los manantiales o alteración de la superficie del agua de lagos, estanques o en ríos. Dentro de la rotura de laderas el

efecto que se observó fue la caída de pequeñas rocas. En la categoría de los procesos horizontales se produjeron pequeñas grietas en el terreno y por último, como procesos convergentes, fueron detectados fenómenos de licuefacción y deslizamiento de laderas. Una descripción detallada de todos estos fenómenos puede consultarse en Martínez Solares (2001).

Siguiendo la clasificación de la escala EMS-98, la tabla 1 representa, con los datos de este terremoto, la relación existente entre los grados de intensidad macro-sísmica asignada y el tipo de efecto geológico observado. Del examen de esta tabla se puede deducir una aceptable coincidencia con la que representa teóricamente la EMS-98 (tabla 7-1, página 97, en Grunthal, 1998).

Tabla 1. Relación entre los efectos sismogeológicos y los grados de intensidad para el terremoto de 1755.

Tipo de efectos	Intensidad													
	1	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5	5-6	6	6-7	7	7-8	8
EFFECTOS HIDROLOGICOS														
Fuentes. Interrupción temporal					—	—	—	—	—	o	o	o		
Fuentes. Variación del caudal	o		—		—	—	—	o	•	•	•	•		
Fuentes. Turbiedad	•		•	•	o	o	—	—	—	o	—			
Variación del nivel de los pozos				—		—	—	o	o	•	•	•	•	
Alteración de los ríos							—	o	—	o	o	o	•	•
Ondas de largo periodo	•			—		—	—	—		—		•		
EFFECTOS SOBRE EL TERRENO														
Pequeñas grietas en el terreno											*	Δ		Δ
Pequeño derrumbe de montañas									Δ	□	*			
Licuefacción											*	*	Δ	Δ
Deslizamiento								+						

— Inferior al 5%

o Entre el 5% y 10%

• Superior al 10%

* Moda

Δ Otro valor posible

+ Unico valor

6. Las víctimas

De todas las víctimas causadas directamente por el movimiento de tierra en España, la gran mayoría fueron motivadas por el colapso de los edificios sepultando a la gente, o también por el desprendimiento de elementos constructivos o decorativos.

Otras causas fueron por atropello en la huida o por pánico. En total la cifra ascendió a 61. No obstante, el maremoto en las costas de Huelva y Cádiz fue el responsable del mayor número de víctimas mortales. La cantidad de ahogados no es tarea fácil de calcular, ya que para algunas ciudades existen contradicciones entre las distintas referencias documentales. Por ejemplo en Huelva, donde unas indican 2.000 ahogados mientras que otras señalan solamente 66. Lo que sí es muy posible es que los cuerpos de muchos desaparecidos no se recuperasen, o tardasen en hacerlo, y también que no resultara fácil contabilizarlos, dado que parte de la gente dedicada a la pesquería en esas costas eran originarios de otros lugares de España como Cataluña o Valencia. Una estimación del número total de víctimas podría ser de alrededor de 2.000.

Respecto a Portugal, se ha exagerado mucho el número de muertos, variando desde 30.000 hasta 70.000 dependiendo del autor. Moreira de Mendonça (1758) ya establecía la imposibilidad de conocer de forma fiable el número de personas que murieron en la ciudad de Lisboa, bien a causa del terremoto, del incendio o del movimiento del mar. Este autor, que fue contemporáneo con los hechos, realiza una estimación más realista y evalúa en 5.000 las personas fallecidas por alguno de los tres motivos (parece que solamente 900 de ellas fueron a causa del maremoto), si bien incluye otros 5.000 muertos más entre los muchos heridos que hubo. Analizando los datos que aporta el mismo Moreira de Mendonça, y posteriormente Pereira de Sousa (1914), es posible que la cifra total para Portugal ascendiese a las 12 mil personas.

La cuantificación de víctimas en Marruecos presenta gran dificultad debido a que algunos de los documentos de la época detallan la ocurrencia de un terremoto el día 18 de noviembre que por donde fue sentido no parece que fuese una réplica sino más bien un terremoto local. La cuestión aparece cuando se citan los muertos habidos en la ciudades de Meknes o Fez, que alcanzarían cerca de los 15.000 muertos, lo que hace dudar en incluirlos en víctimas del terremoto de Lisboa (Martínez Solares, 2001, Abdelaziz, 2005, Cherkaoui, 2017).

7. Otros efectos secundarios

En muchos de los informes que respondieron al cuestionario del Rey se recogen anotaciones sobre otros efectos que ocurrieron de forma más o menos simultánea y que fueron relacionados con el suceso sísmico, bien porque así fue o bien por influencia de las creencias, las supersticiones y el desconocimiento que existía en la población cuando se produjo el sismo.

Uno de los episodios más citados fue la percepción de un ruido subterráneo que se producía casi simultáneamente al movimiento del suelo. Fue percibido en la casi totalidad de la península Ibérica y en Marruecos. También la ocurrencia de efectos luminosos en el cielo, tanto en España como en Portugal, en la noche anterior al terremoto, llamó mucho la atención ya que las ideas de la época presuponían que los terremotos estaban producidos por fuego subterráneo. Por las características de cómo fue observado no parece que se tratase de un fenómeno meteorológico y se podría considerar como el paso de un cometa o el choque de un meteorito contra la atmósfera terrestre. Un curioso suceso indirecto causado durante el terremoto fue la alteración del vino en algunos lugares de La Mancha, cuya explicación podría estar en que el movimiento del recipiente removió los posos depositados en el fondo, alterando temporalmente su composición.

8. Conclusiones

Un aspecto todavía no resuelto para este terremoto continúa siendo la posible localización de la fuente responsable y de sus dimensiones, pues aunque se haya obtenido el momento sísmico M_0 de forma indirecta, queda sin resolver la superficie de ruptura, el desplazamiento medio y por supuesto la ubicación exacta del proceso.

No parece discutible que este terremoto/maremoto haya sido sin duda la mayor catástrofe natural habida en España por número de víctimas, aunque bien podría extenderse también a Portugal y Marruecos. Desde un punto de vista más optimista se puede señalar que a partir de estudios recientes sobre paleosísmicos ocurridos en la zona, las estimaciones sobre el periodo de recurrencia de un terremoto de estas características estaría entre los 1.500 y 2.000 años (Sallares, 2016). No obstante, debemos estar alertas porque terremotos de menor magnitud, como el ocurrido el 28 de febrero de 1969 (7,9 Ms), han tenido también carácter destructivo con maremoto incluido, si bien la altura de la ola solo fue registrada por los mareógrafos.

Una característica que llama la atención es la exageración que existe, no solo a nivel popular sino también en el ámbito científico, del número total de víctimas que ocasionó el terremoto-maremoto en Portugal, España y Marruecos. En este sentido nos quedamos con una cifra comprendida entre los 15.000 y los 20.000 muertos.

Referencias bibliográficas

- Abdelaziz, C. (2005). Os efeitos do terramoto de Lisboa em Marrocos 1 de novembro de 1755. *O Grande Terramoto de Lisboa*, Fundação Luso-Americana. Volume I, p.265-294.
- Abe, K. (1979).- Size of great earthquakes of 1837-1974 inferred from tsunami data. *J. Geophys. Res.* 84, pp. 1561-1568.
- Archivo Historico Nacional (1755). *Documentos originales manuscritos sobre los efectos del terremoto de 1755 en España*. Madrid, Sección Estado, Legajos 2909, 3173, 3183 y 4821.
- Bakun, W.H. and C. M. Wentworth (1997). Estimating earthquake location and magnitude from seismic intensity data, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 87, 1502- 1521.
- Baptista, M.A., Heitor, S., Miranda, J.M., Miranda, P. and Mendes-Vitor, L. (1998a). The 1755 Lisbon Tsunami; Evaluation of the tsunami parameters. *J. Geodynamics* 25, n. 2, pp.143-157.
- Baptista, M.A., Miranda, P.M.A., Miranda, J.M. and Mendes-Vitor, L. (1998b). Constrains on the source of the 1755 Lisbon Tsunami inferred from numerical modelling on historical data on the source of the 1755 Lisbon Tsunami. *J. Geodynamics* 25, n. 2, pp.159-174.
- Baptista, M.A., Miranda, J.M., Chierici, F. and Zitellini, N. (2003). New study of the 1755 earthquake source based on multi-channel seismic survey data and tsunami modeling. *Nat. Hazards and Earth Sys. Sci.* 3: 333-340.
- Campos Romero, M.L. (1992). *El riesgo de Tsunamis en España. Análisis y valoración geográfica*. Instituto Geográfico Nacional. Monografías 9. pp 204.
- Cherkaoui, T-E., El Hassani, A. et Azaoum, M. (2017).- Impacts du tremblement de terre de 1755 au Maroc: histoire, société et religion. *Testemunhas do Caos. As Faces do Terramoto de 1755*. Academia das Ciencias de Lisboa, p.53-68.
- Grandin, R., Borges, J.F., Bezzeghoud, M., Caldeira, B. and Carrilho, F. (2007). Simulations of strong ground motion in SW Iberia for the 1969 February 28 (Ms = 8.0) and the 1755

- November 1 ($M \approx 8.5$) earthquakes. - II. Strong ground motion simulations. *Geophys. J. Int.* 171: 807-822.
- Grunthal, G. (ed.) (1998). *European Macroseismic Scale 1998*. Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie. Vol. 15, 99 pp.
- Gutenberg, B. and Richter, C.F. (1949). - Seismicity of the Earth and Associated Phenomena. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Instituto Geográfico y Estadístico (1886). - Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del Sistema Métrico-Decimal. Instituto Geográfico y Estadístico, Madrid. pp.57.
- Johnston, A.C. (1996). Seismic moment assessment of earthquakes in stable continental regions- III. New Madrid 1811-1812, Charleston 1886 and Lisbon 1755. *Geophys. J. Int.* 126, p.314-344.
- Levret, A. (1991). The effects of the November 1, 1755 "Lisbon" earthquake in Morocco. *Tectonophysics*, 193, p.83-94.
- Machado, F. (1966). Contribuição para o estudo do terramoto de 1 de novembro de 1755. *Rev. Fac. Ciências de Lisboa*. 2ª SerieC, vol.XIV. fasc.1, p. 1931.
- Martínez Solares, J.M. (2001). *Los efectos en España del terremoto de Lisboa (1 noviembre de 1755)*. Monografía 19. Instituto Geográfico Nacional, Madrid. 756 pags.
- Martínez Solares, J.M. & Lopez Arroyo, A. (2004). The great historical 1755 earthquake. Effects and damage in Spain. *Journal of Seismology*. n.8, p. 275294.
- Martínez Solares, J.M. y Mezcua, J. (2002). *Catálogo sísmico de la Península Ibérica (880 a.C. - 1900)*. Monografía 18. Instituto Geográfico Nacional, Madrid. 253 pags. + 1 mapa.
- Martínez Solares, J.M., Lopez Arroyo, A. and Mezcua, J. (1979). Isoleismal map of the 1755 Lisbon earthquake obtained from Spanish data. *Tectonophysics*. 53, p. 301313.
- Mendes, V.L, Baptista, M.A., Miranda, J.M. & Miranda, P.M.A. (1999) Can hydrodynamic modelling of tsunami contribute to seismic risk assessment ? *Phys. and Chem. of the Earth (A)*, vol 24, no 2, p. 139-144.
- Mezcua, J., Rueda, J. and García Blanco, R.M. (2004). Revaluation of historic earthquakes in Spain, *Seismol. Res. Lett.*, 75, 75-81.
- Moreira de Mendonça, J.J. (1758). *Historia universal dos terremotos que tem havido no mundo, de que ha noticia, desde a sua creação ate o seculo presente. Com huna narraçam individual do Terremoto do primeiro de Novembro de 1755, e noticia verdadeira dos seus efeitos em Lisboa, todo Portugal, Algarves, e mais partes da Europa, Africa,, e America, aonde se estendeu e huma Dissertação Physica sobre as causas geraes dos Terremotos, seus efeitos, diferenças, e Prognosticos e as particulares do ultimo*. Offic. Antonio V. De Silva, Lisboa. 272 pags.
- Moreira, V.J.S. (1984). Sismicidade histórica de Portugal continental. *Rev. Inst. Nac. Met. e Geof.* Marzo. pp.79.
- Munuera, J.M. (1963). *A study of seismicity on the peninsula Ibérica area. Technical note n.1 'Seismic Data.'* Inst. Geog. Cat. pp.93.
- Oliveira, C.S. (2005).- Descrição do terremoto de 1755, sua extensão, causas e efeitos. O sismo.O tsunami. O incendio. *O Grande Terramoto de Lisboa*, Fundação Luso-Americana. Volume I, p.23-85. ISBN: 989-619-013-5.
- Oliveira, C.S. (2008). - Review of the 1755 Lisbon Earthquake Based on Recent Analyses of Historical Observations. *Historical Seismology*, Frechet et al. (eds.), Springer Science+Business Media B.V.
- Pereira de Sousa, F.L. (1914). *Ideia geral dos efeitos do megasismo de 1755 em Portugal*. Fac. Scien. de Lisboa. pp. 79.

- Pereira de Sousa, F.L. (1916). *O megasismo do 1º de novembro de 1755 em Portugal. Acompanhado dum estudo demografico e sobre rochas de construção. Distritos de Beja e Evora*. Extracto Revista Obras Publicas e Minas, Lisboa. Vol.II. 216 pags.
- Pereira de Sousa, F.L. (1928). O terremoto do 1º de novembro de 1755 em Portugal e um estudo demografico. Distrito de Lisboa. *Servicios Geologicos*. Vol. III, p. 479949.
- Real Academia de la Historia. (1756). *Noticia individual que da la Academia de la Historia del terremoto del 1º de Noviembre de 1755 por orden del Rey Nuestro Señor a quien la dedica*. Real Academia de la Historia, Madrid. 367 pags.
- Reid, H.F. (1914). The Lisbon earthquake of November 1, 1755. *Bull. Soc. Seism. Am.* Vol.4, n.2, p. 5380.
- Sallares, V. (2016). *Crustal properties of the 1755 earthquake source region*. Seismic Source Characterization Workshop no. 2: Review of Database and Discussion of Alternative Models and Methods. SSHAC Level 3 PSHA for NPP Sites in Spain. Madrid 14-16 November.
- Stich, D., Mancilla, F.L., Pondrelli, S. and Morales, J. (2007). Source analysis of the February 12th 2007, Mw 6.0 Horseshoe earthquake: Implications for the 1755 Lisbon earthquake. *Geophys. Res. Lett.* 34. Doi: 10.1029/2007GL030012.
- Vilanova, S.P., Nunes C.F. & Fonseca J.F.B.D. (2003). Lisbon 1755: A Case of Triggered Onshore Rupture? *Bull. Soc. Seism. Am.* Vol.93, n.5, p. 20562068.
- Zitellini, N., Chierici, F., Sartori, R. and Torelli, L. (1999). The tectonic source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunamis. *Annali di Geofisica*. Vol. 42, N.1. p.4955.