

1. Terremotos en el mar de Alborán: ¿pueden provocar un tsunami?

El terremoto de hoy a las 05:22h bien podría haber causado un tsunami. ¿Por qué no lo ha hecho? Antes de contestar a esta pregunta, conviene explicar brevemente qué es un tsunami.

2. Qué es un tsunami

En lenguaje coloquial, un *tsunami* se conoce como *maremoto*, sin embargo, en el ámbito técnico y científico se utiliza la palabra de origen japonés *tsunami*, que significa *ola de puerto*; lo que debería dar la idea de **una ola de gran energía**.

Un tsunami es una **perturbación de carácter oscilatorio en una masa de agua** (*una ola o un tren de olas*) de tal modo que, de ser infinita la masa de agua, la oscilación mostraría una **amplitud extremadamente pequeña en relación con su longitud de onda** (Figura 1).

Una comparación sirve para ilustrarlo: mientras que una “ola común” puede llegar a tener longitudes de onda de hasta 300 metros, en un tsunami andan por los 100 km o más. Mar adentro, una “ola común” puede incluso superar los 12 metros de amplitud, sin embargo, un tsunami no llega a desarrollar siquiera un metro (salvo en el epicentro del tsunami bajo ciertas condiciones). Una ola común puede viajar a unos 100 km/h mar adentro, un tsunami puede superar los 900 km/h mar adentro, y por tanto alcanzar costas muy lejanas en poco tiempo.

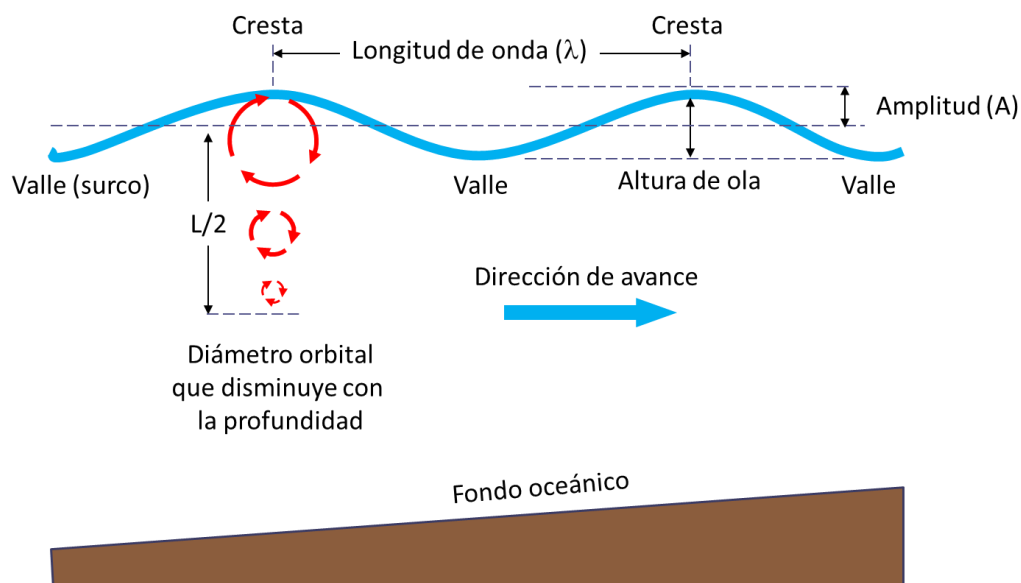


Figura 1. Parámetros fundamentales de una ola en mar abierto.

Como se ve en la Figura 1, la perturbación oscilatoria tiene un efecto limitado en profundidad, de tal manera que por debajo de la mitad de la longitud de onda no se perciben los efectos del oleaje. A medida que esta perturbación se aproxima a costa, ocurre que la oscilación no puede desarrollarse, lo que frena el avance de la ola (Figura 2), manifestándose en la deformación de la onda hasta lo que denominamos la zona de rompiente. Cuando las olas rompen por efecto de la profundidad la relación amplitud respecto a la longitud de onda adquiere un valor de aproximadamente 0,14.

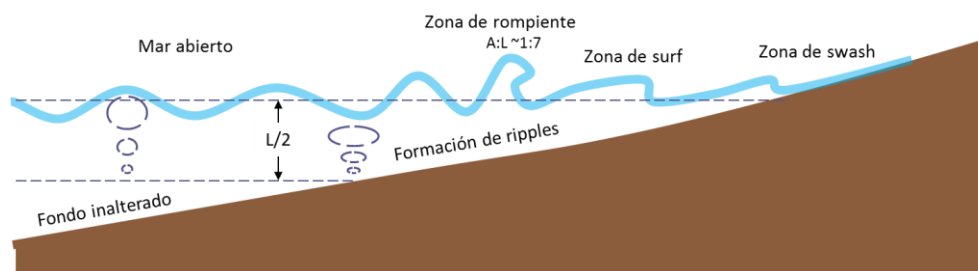


Figura 2. Esquema de una ola acercándose a la costa, generando la rompiente de ola, la zona de surf (propagación de la ola rota) y la zona de swash (batiente o run up).

Dado que la profundidad de los océanos es finita y generalmente inferior a la longitud de onda de un tsunami, la perturbación de éste se puede apreciar en el fondo oceánico, propiedad que puede ser aprovechada para distinguir este tipo de perturbación del oleaje común. Esto incide en la velocidad de avance de la ola, que depende mayoritariamente de la profundidad siguiendo una relación muy cercana a la expresada en m/s según: $v=(g*d)^{0.5}$, siendo d la profundidad (en metros) y g la aceleración de la gravedad en m/s^2 . Es decir, si el terremoto de hoy lunes 25 de enero de 2016 a las 05:22h hubiera provocado un tsunami, habría llegado a la costa en menos de una hora. Como se ve en la figura, un tsunami golpeando la costa no es otra cosa que **una gigantesca zona de swash**. La altura máxima de una ola de tsunami puede rondar los 30 metros, que se produciría relativamente lejos de la zona de costa pero no en alta mar, y como consecuencia de la deformación de la onda por efecto de la profundidad. La famosa retirada del mar previo a la llegada del tsunami, responde al volumen de agua necesario para acomodar la deformación de la perturbación. En costas con plataformas submarinas de poca pendiente el efecto de retirada masiva del mar puede resultar extremadamente llamativo. Por otro lado, la distancia tierra adentro que recorre un tsunami depende de muchos factores, siendo el relieve (emergido y sumergido) uno de los aspectos más relevantes, pudiendo viajar muchos kilómetros tierra adentro si la zona es lo bastante llana.

Una perturbación de estas características en una masa de agua (lago, mar, fiordo, ría, océano) se puede producir por causas muy variadas. Entre las más frecuentes están los **movimientos del terreno** subaéreos o submarinos (desprendimientos de rocas, deslizamientos, caída de bloques de hielo); los **terremotos** (luego veremos cuáles); las **erupciones volcánicas** o la caída

de **meteoritos**. Dado que el factor desencadenante muchas veces se encuentra en el medio submarino o a gran distancia de la costa, no siempre es fácil determinar el origen.

Recientemente se está popularizando el término *meteotsunami* para referirse a eventos de oleaje extremos causados por efecto de tormentas, ciclones o cambios bruscos en la presión atmosférica; pero tan sólo se trata de fenómenos de oleaje convencionales desarrollados con gran magnitud y baja frecuencia.

Dada la dificultad en la determinación de la probabilidad de desencadenarse grandes movimientos del terreno en zonas de costa o submarinos o de evaluar la probabilidad de impacto de un meteorito o la resistencia de un volcán a las presiones internas generadas por la desgasificación del magma, cuando se habla de riesgo de tsunami habitualmente se asocia a un efecto sísmico, cuyo registro y conocimiento es más sencillo en términos comparativos, pero para nada fácil o inmediato.

3. Los terremotos tsunamigénicos

Hay muchos tipos de terremotos de origen natural, pero **sólo unos pocos pueden dar lugar a un tsunami**. Cuando se habla de la ocurrencia de un terremoto, lo primero de lo que se informa es su posición, su profundidad y su magnitud, que se calcula gracias a las redes de sismómetros (no basta con uno sólo). Gracias también a las redes de sismómetros y a los registros sismográficos se puede saber la forma en que se han roto las rocas (Figura 3).

Los terremotos que pueden provocar un tsunami son aquellos que producen una importante deformación en el fondo del océano. Un terremoto muy profundo, por muy grande que sea (en términos de magnitud), difícilmente será capaz de provocar movimientos del fondo oceánico. Uno muy superficial de pequeña magnitud, tampoco es probable que produzca un tsunami. Un terremoto en el que el desplazamiento de las rocas es horizontal, tampoco es fácil que provoque un tsunami, a menos que provoque un deslizamiento submarino y éste sí puede provocar el tsunami.

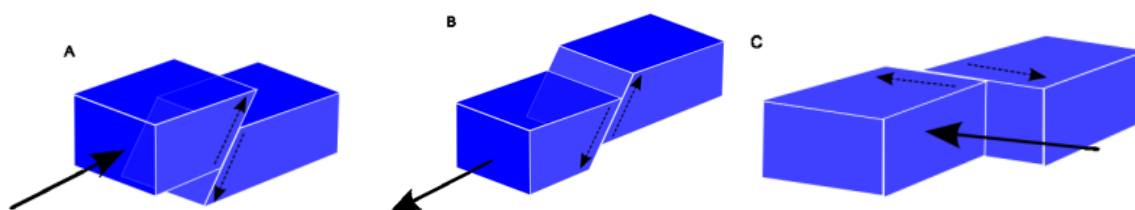


Figura 3. Tipos básicos de mecanismo de falla. A: falla inversa. B: falla normal. C: falla transcurrente.



4. Tsunamis en España

La NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EEUU) registra en su catálogo de tsunamis (accesible desde http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml) un total de 20 eventos afectando a la Península Ibérica (que pueden ser algunos más según distintos autores). El más notorio de todos es el conocido terremoto y tsunami de Lisboa de 1755, sobre el que se ha escrito abundante literatura científica y técnica. De estos registros, ocho tsunamis han tenido origen en el Mar de Alborán. El de 1957 fue notablemente mayor en magnitud que el ocurrido hoy, aquél fue de 6.7 (que provocó un deslizamiento submarino) mientras que el de hoy ha sido de 6.1 según el USGS o de 6.3 Mw según el IGN.

Si bien un tsunami en el Mediterráneo no es algo que se vea todos los días, es unas cien veces más probable que vivamos un evento de este tipo a que nos toque la lotería. Si volviera a ocurrir el terremoto y tsunami de Lisboa, o uno de menor magnitud, el problema es que nuestra costa ha sufrido muchos cambios, y en particular, desde 1755 ha crecido muchísimo la población que ocupa regiones costeras. Es por este motivo que se puede decir que España se encuentra en una situación *grave a priori* de impacto de tsunami.

El [Instituto Geológico y Minero de España](#) y el [Consorcio de Compensación de Seguros](#) tienen abierta una línea de trabajo para el estudio y la evaluación de estos fenómenos y de sus consecuencias.

Dr. Miguel Llorente Isidro

Jefe de la Unidad del IGME en Galicia
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
Ministerio de Economía y Competitividad
Rúa do Cardeal Payá 18 – 15703 Santiago de Compostela (A Coruña).

santiago@igme.es