

TEMAS PROFESIONALES



EL MAREMOTO QUE VIENE

Antonio Ángel PAZOS GARCÍA

Francisco Javier GALINDO MENDOZA



ENGA el lector por seguro que el próximo maremoto que afectará a las costas españolas ya viene de camino y que cualquier día nos sorprenderá, con consecuencias que podrían ser catastróficas si no estamos concienciados y preparados. No es una frase gratuita, se trata de un fenómeno que, aunque raro y con escasa probabilidad de ocurrencia, con seguridad volverá a suceder, aunque no sepamos cuándo. Pero antes de desgranar cuestiones sobre este fenómeno, hagamos un poco de historia.

El sábado 1 de noviembre de 1755, día de Todos los Santos, a la hora de la misa mayor (alrededor de las 10:15 h), se produjo el gran seísmo conocido como el «Terremoto de Lisboa» por los efectos destructivos causados en esa ciudad, a pesar de que su

epicentro (1) se encontrara a centenas de kilómetros al SW del cabo de San Vicente. Es el más catastrófico ocurrido en Europa y uno de los mayores a nivel mundial de los que se tenga conocimiento, que originó un gran maremoto que asoló las costas portuguesas, españolas y marroquíes. Particularmente en Cádiz, el temblor se sintió durante nueve minutos, según Louis Godin, director de la Academia Naval y del Real Observatorio de Cádiz (hoy día el Real Observatorio de la Armada, ROA), que lo describía así:

«... El agua de los aljibes hizo grandes movimientos, que produjo un gran ruido, y esto duró mucho tiempo, aún después que el suelo recobrase la tranquilidad. En Cádiz no se hundió ninguna casa; solamente cayeron algunos trozos de un pequeño número de ellas, antiguas y mal consolidadas...»

Prosigue el relato describiendo la llegada del maremoto a Cádiz:

«... Aproximadamente una hora después se notó que, lejos de la ciudad, hacia el Oeste, el mar estaba muy encrespado y que venían sobre Cádiz olas muy extensas y altísimas; en efecto, llegaron enseguida sobre la ciudad, y la embistieron tan furiosamente que abrieron las murallas...»

Y continúa mencionando la orden del gobernador de la ciudad:

«... Una orden (sin duda inspirada por Dios) hizo que se cerrasen las Puertas y allí quedaron retenidas unas mil o, quizás, dos mil personas que, sin duda, hubiesen perecido si hubieran estado fuera y sobre la Mola (2). El agua que entró cubrió el terreno desde la Plaza hasta ochenta varas (3) de las Puertas, se retiró luego en oleadas y todo se quedó tranquilo. Pero a las 11 horas y 30 minutos, de nuevo el mar volvió sobre la ciudad, de igual forma que en la primera ocasión, y de nuevo volvió a retirarse para tranquilizarse en apariencia. Porque en realidad sucedió ese vaivén cinco veces...»

En esta carta (original en francés) de Godin, se manifestaba que, a pesar de que la distancia desde el epicentro a Cádiz fuera aproximadamente la misma que le separaba de Lisboa, el terremoto no provocó graves daños en la capital gaditana. Además, evidenciaba que el maremoto posterior tardó sobre una hora en alcanzar la ciudad de Cádiz y que constó de varias olas de gran tamaño (normalmente, la mayor y de superior capacidad destructiva es la segunda).

(1) Punto de la superficie terrestre situado en la vertical del foco o hipocentro de un movimiento sísmico y donde este adquiere su máxima intensidad.

(2) Zona elevada de terreno. Colina baja con parte superior plana.

(3) Unidad de longitud utilizada en la península Ibérica equivalente a tres pies. La vara castellana era de unos 0,84 m aproximadamente.



Figura 1. Grabado de 1755 que muestra las ruinas en llamas de la ciudad de Lisboa y la llegada del maremoto.

Finalmente, subrayaba cómo la orden del gobernador de la ciudad, el teniente general Antonio de Azlor, resultó clave para evitar numerosas pérdidas humanas, quizás la primera actuación patente de protección civil de la historia.

El terremoto de Lisboa marca un hito en la historia no solo por ser el más catastrófico conocido de Europa, sino también por haber sido uno de los primeros, si no el primero, que se estudia como un fenómeno natural y no como un castigo divino.

Con seguridad el lector aún mantendrá grabadas en su retina las trágicas y devastadoras imágenes de los maremotos de Sumatra (2004) y de Tohoku (2011), pudiendo vislumbrar las consecuencias derivadas de este fenómeno natural con una magnitud semejante alcanzando nuestras costas. Pero a lo largo de estos años, en todos los coloquios, conferencias y debates promovidos para crear conciencia, formar e informar, y que han contado con la colaboración del ROA, se ha detectado que algunos conceptos todavía son desconocidos o erróneos para la inmensa mayoría de la población.

Permítanos, por tanto, llevarle de la mano hacia el entendimiento de este devastador fenómeno al que nos referiremos utilizando el término español maremoto (del latín *mare*, «mar», y *motus*, «movimiento»), en lugar del más comúnmente usado tsunami (del japonés *tsu*, «puerto o bahía», y *nami*, «ola»), por describir mejor la física de este fenómeno.

El fenómeno natural

Un maremoto es un fenómeno natural causado por un desplazamiento masivo de agua de forma repentina, en forma de olas de gran energía, que puede originarse por la caída de meteoritos, deslizamientos de tierra submarinos, derrumbes costeros, erupciones volcánicas o terremotos.

El movimiento repentino es clave para entender el fenómeno. Estamos acostumbrados a movimientos masivos de agua, los vivimos a diario, cada seis horas, nos referimos a las mareas. Incluso en el Mediterráneo, aunque su altura sea de pocos centímetros, el volumen de agua implicado es enorme. En un maremoto, el desplazamiento masivo de agua se produce en pocos minutos, de ahí su enorme energía y elevado poder destructor.

Ya que los terremotos son la causa más frecuente, debemos hacer algunas puntualizaciones en tales casos: para poder desplazar masivamente un gran volumen de agua, el terremoto debe tener suficiente energía, esto es, tener una magnitud suficientemente alta y provocar un fuerte y brusco movimiento del fondo marino, lo que implica que el epicentro se localice en la mar o muy cerca de la costa, además de que el hipocentro (4) no se encuentre situado a gran profundidad. Pero aún así, no todos los sismos con estas características originan un maremoto, ya que es necesario un movimiento vertical importante del fondo marino que desplace toda la columna de agua de forma brusca.

Cualquier marino ha vivido fuertes temporales, con grandes olas, con períodos (5) entre 10 y 30 segundos y longitudes de onda (6) de algunas decenas a un par de centenas de metro. Son momentos en los que sentimos la furia del mar, pero esto no resulta comparable a la fuerza destructiva observada en las imágenes de los recientes maremotos de Indonesia o Japón. Podríamos imaginar el maremoto como un grupo de olas gigantescas rompiendo contra el casco del buque o contra la costa; nada más lejos de la realidad. Salvo que nos encontremos en las proximidades del epicentro, este pasará imperceptible en alta mar. Sus olas no sobrepasarían el metro de altura, con una longitud de onda de varias decenas o centenas de kilómetros, moviéndose a velocidades en torno a los 750 km/h y con un período entre olas variando entre los 10 y los 45 minutos. Al llegar a la costa, a medida que el fondo disminuye, se frenan y se produce un aumento de su altura por alcance de la masa de agua, como si de un accidente de vehículos en cadena se tratase. La longitud de onda se acorta hasta algunas decenas de kilómetros, como puede apreciarse en la figu-

(4) Foco o punto del interior de la corteza terrestre en el que se origina un movimiento sísmico.

(5) Tiempo que transcurre entre dos puntos equivalentes de la onda, la ola. Por ejemplo, el transcurrido entre dos crestas o valles sucesivos de la onda.

(6) Distancia que separa dos puntos correspondientes consecutivos de la misma fase; por ejemplo, dos crestas o dos valles.

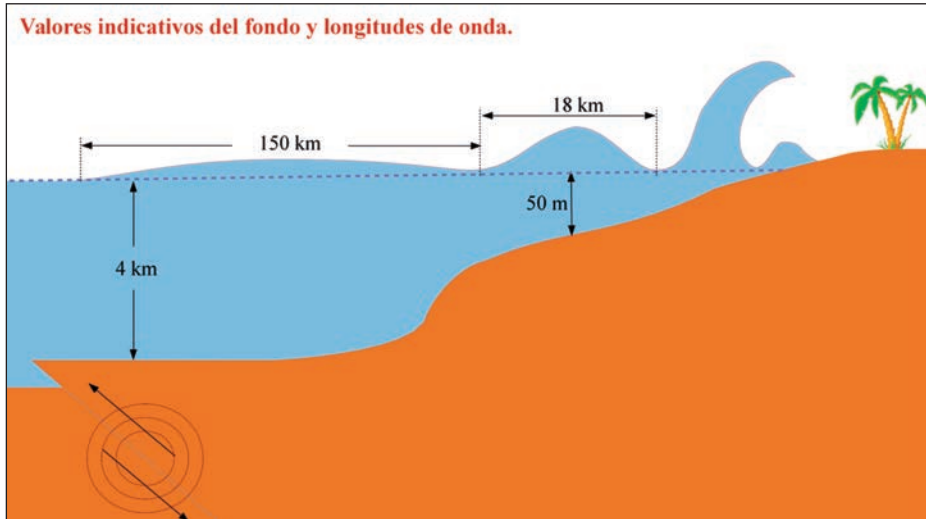


Figura 2. Esquema (no a escala) de la propagación de un maremoto. Los valores de la longitud de onda son meramente indicativo.

ra 2, y la velocidad se reduce hasta unos 30 km/h. En el caso del maremoto de 1755, la altura máxima del agua en Cádiz alcanzó los 12 metros en algunas zonas.

Pero no todos los maremotos producen necesariamente tal efecto devastador, incluso cuando el terremoto que lo provoca es de elevada magnitud, pues como ya ha sido mencionado es necesario que se reúnan otra serie de circunstancias. Así, por ejemplo, el terremoto de 1969, con epicentro cercano al de Lisboa y magnitud 7.8, originó un maremoto de pequeña entidad, que quedó registrado en el mareógrafo de Lagos (Portugal) con una amplitud de tan solo 0.9 metros.

El día D

Aunque ya en el propio título avanzamos que el próximo maremoto viene de camino, la realidad es que no sabemos cuándo ocurrirá, no podemos predecir el día D. Existe una gran controversia sobre el denominado período de retorno, concepto ampliamente utilizado en ingeniería y que es frecuentemente mal interpretado. Pero antes de desgranar estos conceptos, permítanos analizar brevemente algunos hechos. En la figura 3 se muestra esquemáticamente el catálogo de maremotos que han alcanzado las costas de la Península o las islas Canarias. En este se incluyen algunos locales, como el de 1706 en

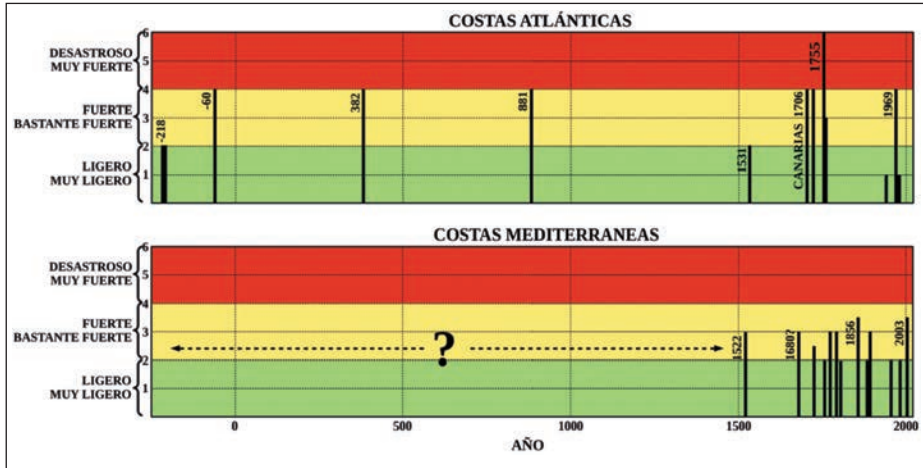


Figura 3. Catálogo de maremotos que afectan a las costas de la Península y Canarias.

las islas Canarias; otros en los que a pesar de que su máxima intensidad fuera «bastante fuerte» o «fuerte», los efectos sobre las costas españolas fueron exiguos, como el de 1969 ya mencionado, y algunos otros fenómenos observados de los que no hay seguridad de que realmente se tratase de un maremoto, como el de 1680. Por otro lado, si nos remontamos más atrás en el tiempo, solo es posible encontrar vestigios de los grandes eventos: cinco paleomaremotos en los últimos 7.000 años.

Ahora podemos comprender el porqué de tantas discrepancias; el período de retorno dependerá de las consideraciones que hagamos. Si se descartan los que solo han tenido un efecto local o los que no han producido daños, o se considera el Mediterráneo y Atlántico por separado, se obtienen períodos de retorno que oscilan entre unos 100 años hasta más de 1.000, según el autor. En general, para grandes maremotos es de unos 1.200 años, mientras que para los de tamaño pequeño se reduce hasta unos 100. Este valor indica, además de la rareza del fenómeno, la probabilidad de ocurrencia en cualquier intervalo concreto de tiempo, pues es posible establecer matemáticamente una relación entre la probabilidad de ocurrencia y el período de retorno, cuya ecuación omitimos por simplicidad. Si asumimos, por ejemplo, un período de retorno de 500 años, la probabilidad de que suceda un año cualquiera es del 0,2 por 100, y la de que ocurran uno o más maremotos en un espacio de 500 años es del 63 por 100, o del 86 por 100 en 1.000 años. Así pues, la probabilidad de que se produzca en el presente año no es diferente de la que le hubiera correspondido al año 1755, y sin embargo en aquel entonces hubo maremoto; es como la probabilidad de obtener un «uno» al tirar un dado, siempre es la

misma independientemente de cuántas veces se tire. Por tanto, no debemos pensar que no pueda ocurrir cualquier día, debiendo ser conscientes de que convivimos con este riesgo. No olvidemos que la Península se encuentra próxima a la confluencia entre las placas euroasiática y africana.

En la figura 3 puede observarse que los maremotos son más frecuentes en el Mediterráneo que en el Atlántico; eso sí, estos últimos son potencialmente más peligrosos. El principal riesgo en las costas atlánticas deriva principalmente de los terremotos provenientes del SW del cabo de San Vicente, como el de 1755, disponiendo de un intervalo de tiempo vital antes de la llegada de las primeras olas, algo más de 60 minutos en Cádiz, mientras que si el origen está en el golfo de Cádiz, el margen de tiempo se reduce a unos 30 minutos. En el Mediterráneo dispondremos de menos tiempo; si el origen se localiza en la costa de Argel, pasarán unos 40 minutos antes de que la ola llegue a las Baleares, mientras que los originados en el mar de Alborán tardarán unos 10 o 15 minutos en embestir la costa.

El Sistema Nacional de Alerta por Maremotos

Tras los maremotos de Indonesia y Japón se intensificaron los trabajos de la Comisión Técnica sobre riesgo de maremotos, de la que forma parte el ROA, plasmándose finalmente en la «Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de maremotos» (R. D. 1053/2015, de 20 de noviembre), por la que quedó constituido el Sistema Nacional de Alerta por Maremotos (SNAM), formado por la Red Sísmica Nacional, dependiente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), con la colaboración de las redes y estaciones de medición de otros organismos (como es el caso de la red sísmica del ROA), así como todos los sistemas de detección marina de los diversos organismos estatales o autonómicos que cumplan con los requisitos técnicos mínimos establecidos.

El SNAM es operado por el IGN, generando los mensajes de alerta de forma automática a partir de los registros sísmicos, basándose en una matriz de decisión (7), para terremotos de magnitud superior a 5.5, con diferentes grados de peligrosidad (información, aviso, alerta, confirmación/cancelación). El sistema utiliza diversas matrices de decisión en función de la localización del epicentro (Atlántico NE, Mediterráneo o golfo de Cádiz).

Dado que las ondas sísmicas se propagan a velocidades mucho mayores que las del maremoto (entre dos y seis kilómetros/segundo según el tipo de

(7) Tabla con todos los elementos que influirán en una decisión y proporcionarán información rápida de una situación sobre la que hay que decidir, facilitando el análisis y posterior resolución.

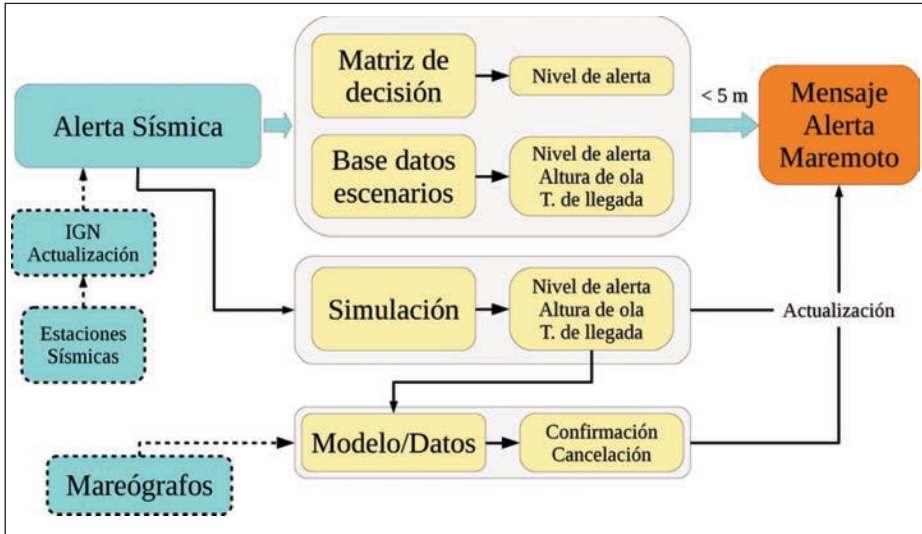


Figura 4. Esquema del Sistema Nacional de Alerta de Maremotos desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional.

ALERTA POR MAREMOTO MENSAJE 1 (2015-11-10 08:02:00 GMT)

EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL INFORMA QUE SE HA PRODUCIDO UN TERREMOTO CON ID. WEST500001 CON LOS SIGUIENTES PARAMETROS PRELIMINARES:

HORA INICIAL (GMT): 2015-11-10 08:00:00
 LOCALIZACIÓN: Océano de Cádiz
 LATITUD: 36.6
 LONGITUD: 10.9
 PROFUNDIDAD: 5.0
 MAGNITUD: 7.8 Mw

LOS TERREMOTOS DE ESTA MAGNITUD TIENEN EL POTENCIAL DE GENERAR MAREMOTOS CON OLAS DESTRUCTIVAS A CIERTOS KM. KILOMETROS DEL EPICENTRO.

ALERTA POR MAREMOTO FUERTE EN LAS SIGUIENTES PROVINCIAS:
 Huelva, Cádiz, Ceuta, Málaga, Pontevedra, Coruña (A), Asturias, Palmas (Las), Cantabria, Bizkaia

AVISO POR MAREMOTO DEBIL EN LAS SIGUIENTES PROVINCIAS:
 Santa Cruz de Tenerife.

ESTIMACION DEL NIVEL DE ALERTA Y TIEMPO DE LLEGADA DE LA PRIMERA OLA:

CIUDAD	DISTANCIA EPICENTRAL(km)	NIVEL ALERTA	TIEMPO LLEGADA (GMT)
Isla Crisikina	274	ALERTA	2015-11-10 08:15:40:00
Larache (Marruecos)	359	ALERTA	2015-11-10 08:15:31:00
Assilah (Marruecos)	363	ALERTA	2015-11-10 08:15:6:00
Tanger (Marruecos)	379	ALERTA	2015-11-10 08:15:6:00
Casablanca (Marruecos)	348	ALERTA	2015-11-10 08:15:6:40
Moulay Bousselham (Marruecos)	358	ALERTA	2015-11-10 08:15:7:28
Cádiz	336	ALERTA	2015-11-10 08:16:00:00
Sanlúcar de Barrameda	339	ALERTA	2015-11-10 08:16:01:00
Huelva	307	ALERTA	2015-11-10 08:16:04:00
Ceuta	429	ALERTA	2015-11-10 08:16:23
Algeciras	418	ALERTA	2015-11-10 08:16:40
Eskopena	438	ALERTA	2015-11-10 08:16:43
Santa Cruz de Tenerife	1023	AVISO	2015-11-10 08:17:38
Las Palmas de Gran Canaria	1014	AVISO	2015-11-10 08:17:00
Arrecife	851	ALERTA	2015-11-10 08:17:80:00
Santa Cruz de la Palma	1093	AVISO	2015-11-10 08:18:00:00
Muros	758	ALERTA	2015-11-10 08:18:140
Vigo	700	ALERTA	2015-11-10 08:18:144
Puerto del Rosario	810	ALERTA	2015-11-10 08:18:158
Málaga	504	ALERTA	2015-11-10 08:18:151
A Coruña	830	ALERTA	2015-11-10 08:18:112
Santander	840	ALERTA	2015-11-10 10:18:158
Gijón	916	ALERTA	2015-11-10 10:22:53
Bilbao	1011	AVISO	2015-11-10 10:27:21

UN MAREMOTO ES UNA SERIE DE OLAS. ENTRE OLAS PUEDEN PASAR DE 5 MINUTOS A UNA HORA. LA PRIMERA OLA NO SIENE POR QUE SER LA MAYOR.
 SE ENVIARAN NUEVOS MENSAJES EN RELACION AL TERREMOTO CON ID. WEST500001.

LA ALERTA PERMANECERA ACTIVA HASTA LA EMISION DE UN MENSAJE DE CANCELACION DE LA MISMA.

EXPLICACION DE LAS CATEGORIAS DEL NIVEL DE ALERTA:
 ALERTA ES PARA OLAS MAYORES DE 0.5 METROS
 AVISO ES PARA OLAS ENTRE 0.2 Y 0.5 METROS.
 INFO ES PARA OLAS MENORES DE 0.2 METROS.

* Verano (Hora Oficial = HORA GMT + 2 Horas)
 Invierno (Hora Oficial = HORA GMT + 1 Hora)
 La hora oficial en Canarias es una hora menos que en el resto de España.

Figura 5. Formato de un mensaje de alerta por maremoto.

onda), es posible obtener los parámetros sísmicos con suficiente antelación. Una vez determinados estos, y junto con la correspondiente matriz de decisión, se selecciona de una base de datos de simulaciones el escenario (precalculado) más parecido y se emite el correspondiente mensaje de alerta por maremoto. A la par, se realiza la simulación en tiempo real con los parámetros sísmicos obtenidos, actualizando todo el proceso tanto por la llegada de nuevos datos como por los resultados de la simulación. Por otro lado, el SNAM mantiene

contacto con otros centros nacionales/regionales, servidores de alertas de maremoto del entorno, y retransmite las alertas (normalmente informativas) de toda la región. Aunque actualmente estas no proporcionan información puntual de la altura de ola, es previsible que sí lo hagan en el futuro para cada ciudad o bien se adjunten mapas de peligrosidad.

Como en estos primeros mensajes no hay certeza de que realmente se haya producido un maremoto, el IGN recibe en tiempo real datos de mareógrafos (españoles, portugueses y argelinos) y de cualquier otro sensor disponible, para poder confirmarlo y a su vez cotejar los datos con los resultados de las simulaciones. Ello significa que no hay certeza de que se haya producido realmente un maremoto hasta que las primeras olas alcancen la costa.

Actualmente estos mensajes se distribuyen vía fax o correo electrónico, pero el IGN está desarrollando aplicaciones para su difusión por otros medios (SMS, *WhatsApp*, etc.) más rápidos y eficaces y de forma masiva.

Las consecuencias de un maremoto fuerte

Aunque la probabilidad de ocurrencia es baja, es fácil imaginar las graves consecuencias del peligro al que estamos expuestos. Basta con pensar en la cantidad de personas que se encuentran en nuestras playas una tarde de verano. Es indudable que a muchos de ellos les alcanzaría la ola antes de poder llegar a zona segura, especialmente en lugares de baja cota, como pueda ser todo el valle del Guadalquivir (playas de Doñana, Cádiz, Rota, Sanlúcar, etcétera).

En la figura 6 se observa el resultado de la simulación del maremoto de 1755 en el litoral gaditano, donde se aprecian inundaciones de entre cuatro y siete metros en toda la costa. Aunque podamos pensar que un margen de una hora sería más que suficiente para evacuar, la realidad es bien diferente;

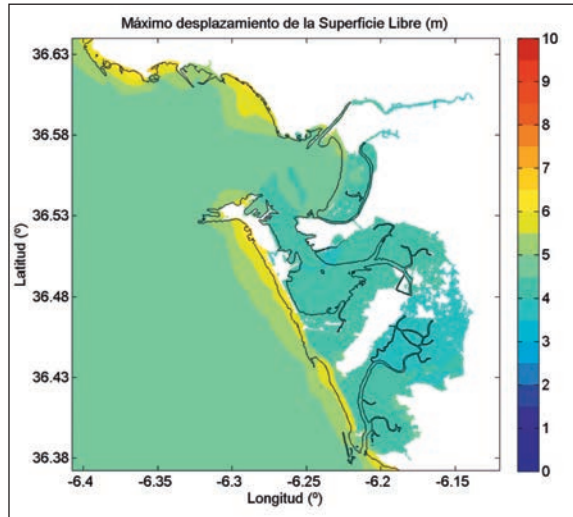


Figura 6. Mapa de inundación de la zona de Cádiz en el caso del maremoto de 1755 (elaborado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria en el marco del proyecto TRANSFER).

basta con tener en cuenta lo que se tarda en desalojar de forma ordenada un estadio de fútbol, a lo que habría que sumar el recorrido hasta alcanzar zona segura.

La zona expuesta a este peligro es de enormes proporciones, ya que afectaría a muchos kilómetros de costa con alta densidad de población y numerosas infraestructuras que resultarían gravemente dañadas (hospitales, petroquímicas, etc.). En la Base Naval de Rota, podría considerarse la posibilidad de que la Flota se hiciera a la mar y se alejara suficientemente de la costa. Esto resulta altamente complicado en tan corto lapso de tiempo. Si tuviéramos en cuenta los resultados de las simulaciones en esta parte de la costa, que estiman una altura máxima de seis metros, el escenario de encontrarnos con toda la Flota varada en tierra es perfectamente plausible.

Los planes de actuación



De la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de maremotos debe emanar toda una estructura general de la planificación de Protección Civil: desde el Plan Estatal hasta los planes de Actuación de ámbito local, todos ellos en base a un mapa de peligrosidad (el peor de los casos) elaborado para la totalidad de la costa española. Tras dos años desde la aprobación de la Directriz, el Real Decreto por el que se aprueba el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de maremotos está a punto de ver la luz, y aún seguirán quedando muchas cosas por hacer.

En el año 2017, expertos del ROA participaron en el coloquio posterior a la proyección del documental *La gran ola* en los cines de Cádiz (recientemente emitido en el

programa *Documentos TV* de la 2), y su resultado fue bastante impactante.

Comenzó con una breve reseña del productor, Fernando Arroyo, lanzando la pregunta de qué hacer en caso de recibir la alerta por maremoto; los asistentes contestaron de forma unánime: «coger el coche y escapar». Pero la respuesta fue tan contundente como impactante: «están todos ustedes muertos». Podemos imaginar el enorme atasco que se produciría si miles de personas en un núcleo urbano próximo a costa se apresuran a tomar su vehículo para escapar del maremoto. Es muy posible que los primeros lo logren, pero la mayoría quedarían atrapados en una larguísima caravana, perdiendo toda opción de salvarse.

La Armada ha tomado conciencia de su vulnerabilidad ante un fenómeno de esta naturaleza. Como se ha comentado anteriormente, en la Base Naval de Rota podríamos encontrarnos con numerosas pérdidas de vidas humanas y con la Flota varada tierra adentro, precisamente en momentos en que la utilización de sus medios resultaría fundamental ante esta emergencia nacional. Por ello, el ROA ha intensificado su labor en este campo y está reforzando su colaboración con grupos de la Universidad de Málaga y del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (ambos con gran prestigio internacional en el ámbito de simulaciones y cálculo de esfuerzos en estructuras expuestas a maremotos) para realizar estudios de detalle para la Base Naval de Rota, a la vez que intensifica sus relaciones con el IGN y la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCE), entre otras razones para elaborar los planes y protocolos de actuación. Como primera medida, se ha incluido en la distribución de alertas automáticas del SNAM a las unidades y centros de la Armada determinados por su Estado Mayor.

En la elaboración de planes y protocolos de actuación hay muchas incógnitas por analizar, como por ejemplo la forma de proceder con los buques atrapados en puerto; pero hay una serie de recomendaciones básicas a tener en cuenta:

- Establecer zonas seguras suficientemente elevadas a partir de los estudios de altura de inundación, determinar las rutas de evacuación y el diseño del sistema de aviso y alarmas.
- En general, no debe utilizarse el coche para realizar la evacuación, ya que podrían generarse grandes atascos y quedar atrapados.
- En lugares de bajo relieve, como puede ser la costa de Cádiz, lo más recomendable es realizar evacuaciones verticales buscando edificios con estructuras en buen estado (después del terremoto) y subir al menos hasta la tercera o cuarta planta. En las zonas de playa más recónditas (como las del Parque Nacional de Doñana), donde no hay edificaciones cercanas, lo más recomendable sería alejarse lo máximo posible de la costa y tratar de subirse a un árbol fuerte y alto. En definitiva, la idea básica consiste en buscar lugares suficientemente elevados y lo más alejados posible de la costa.

- Es muy importante la autoprotección; no debemos esperar a que Protección Civil venga a ponernos a salvo, ni tratar de ir al encuentro de nuestros hijos y familiares, no hay tiempo para ello. Debemos confiar en que cada cual reaccionará de la forma adecuada, por lo que es necesario asegurarnos de que nuestros familiares conocen los protocolos de actuación. Sería conveniente tener prefijado un punto de encuentro al que acudir, posteriormente, para reunirnos con ellos.
- No abandonar la zona segura tras la primera embestida. Debemos esperar a que se cancele la alarma, pues ya hemos comentado que el maremoto se asocia a un grupo de olas a intervalos que pueden llegar a ser de una hora y que la más alta suele ser la segunda.
- Los buques y embarcaciones que estén en la mar deben dirigirse hacia aguas profundas. A falta de estudios de detalle, es recomendable permanecer en sondas superiores a los 60 metros.
- Como norma general, el personal a bordo de los buques y embarcaciones en puerto deberían abandonarlos y dirigirse a las zonas seguras.

Y finalmente, la recomendación principal y más difícil de lograr: conservar la calma.

Conclusiones

Los maremotos que afectan a las costas españolas son fenómenos de baja probabilidad de ocurrencia, pero de alto riesgo (8) debido a los daños potencialmente tan elevados que pueden generar, la multiplicidad de riesgos inducidos, la gran extensión de la zona afectada, el corto lapso de tiempo en el que se desencadena el fenómeno y la alta densidad de población potencialmente afectada (especialmente en períodos estivales), siendo seguramente la mayor emergencia nacional a la que podría enfrentarse nuestro país en caso de que sucediera.

No podremos decir que no lo sabíamos, que nos pilló de sorpresa. El hecho de que sea de rara ocurrencia en nuestra zona no debería ser argumento para no estar preparados, y en esa andadura, aunque con paso lento, se va avanzando, aun cuando queda un largo camino por recorrer.

La Armada ha tomado conciencia del riesgo, en especial en la Base Naval de Rota, por el elevado número de efectivos y por ser base de nuestra Flota. Aunque el ROA lleva trabajando en temas relacionados con el estudio de maremotos desde la década de los 70, recientemente ha redoblado sus esfuer-

(8) Riesgo intensivo, en la terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres de Naciones Unidas.

zos para paliar en la medida de lo posible los estragos que pudieran causar, estrechando sus tradicionales relaciones con los grupos, universidades e instituciones científicas que trabajan en este campo. Los esfuerzos van encaminados a disponer de una metodología de estudio, hoy inexistente, para la evaluación y gestión del riesgo por maremotos en puerto, con un proyecto piloto centrado en la Base Naval de Rota. Se efectuarán estudios previos de peligrosidad y vulnerabilidad y se elaborarán mapas de evacuación y protocolos de actuación, entre otros. Se ha pensado asimismo en el desarrollo de un simulador operacional *ad hoc* para la Base Naval, o en el análisis de la estabilidad y funcionalidad de las infraestructuras del puerto en cuanto a la seguridad de navegación y de embarcaciones en las dársenas durante y tras un maremoto. Todo se andará...

Finalmente, debemos remarcar las ideas básicas de autoprotección, ya que no cabe esperar que alguien venga a ponernos a salvo. Debemos conocer los planes de evacuación, si existen, o al menos las bases de actuación; pero no basta con quedarnos en este punto, hay que asegurarse de que nuestros allegados han tomado conciencia del riesgo, conocen también esas ideas básicas y saben aplicarlas. Esta es la regla más importante y básica, así como conservar la calma en la medida de lo posible.

Queda mucho trabajo por hacer, pero los primeros pasos han comenzado. Una prueba de ello es este artículo, cuyo objetivo es la concienciación, pilar fundamental de todo plan de actuación. Le recomendamos que dedique parte de su preciado tiempo a ver el documental *La gran ola* porque seguramente le ayudará a adquirir mayor conciencia del riesgo al que estamos expuestos.



Certificación de un V-22 Osprey a bordo del *Juan Carlos I* durante el DYNAMIC MARINER/FLOTEX-19, octubre de 2019. (Foto: Fran S. Dzioba. NATO HQ MARCOM Flickr).

