

# EL CALENTAMIENTO ACTUAL Y NUESTRAS INSTALACIONES COSTERAS

Dionisio HUELIN MARTÍNEZ DE VELASCO



(retirado)

*El clima está cambiando; nosotros también deberíamos.*

Jean-Baptiste Joseph Fourier

## Introducción



IOS me libre de creer que el calentamiento que actualmente está sufriendo nuestro planeta es catastrófico y que nos está llevando al caos y a la hecatombe que muchos pregonan. Precisamente por las afirmaciones de los sectores más alarmistas, no me ha sido fácil encontrar una cita apropiada como introducción al artículo, ya que, aunque nadie puede negar que desde hace casi siglo y medio estamos sumidos en un calentamiento, la realidad es que no hay nada nuevo bajo el sol.

La intención de este artículo no es otra que —conociendo lo que ha pasado «antes de ayer» (desde que hace unos 11.000 años terminó la quinta y, hasta ahora, última glaciación)— hacernos pensar en actuar antes de que nos sucedan cosas que probablemente no sean ni «castigo de

Dios» ni «pecados de la humanidad», sino quizás consecuencias del propio devenir natural del universo (1).

---

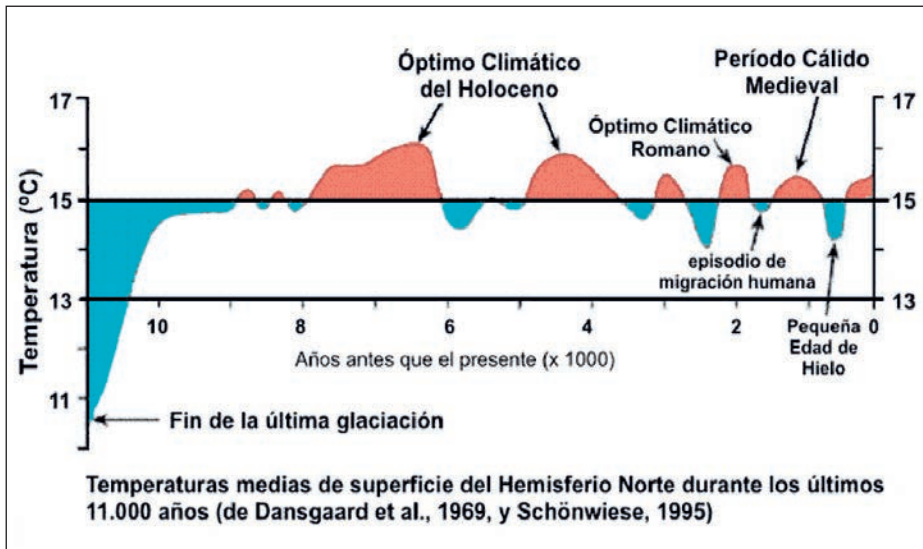
(1) En nuestro planeta, los cambios del clima se deben esencialmente a causas naturales, siendo las cuatro siguientes las más importantes: variabilidad de la energía emitida por el Sol, especialmente cuando pierde sus manchas solares; anómala inclinación del eje de la Tierra, más allá de sus normales movimientos de precesión y nutación; variaciones en la excentricidad de la

Porque teniendo en cuenta cuándo se han ido construyendo nuestras instalaciones costeras (los arsenales, las bases y estaciones navales, sin olvidarnos de nuestras escuelas), quizá sería bueno empezar a actuar y buscar soluciones, sin prisa pero sin pausa, ante lo que probablemente, antes o después, nos pueda suceder.

## No hay nada nuevo bajo el sol

Desde que nuestro planeta apareció en el universo hace unos 4.600 millones de años, ha estado sufriendo cambios climáticos extremos, entre ellos cinco glaciaciones —alguna tan impresionante como la conocida como «Bola de Nieve» en el período Criogénico, que dejó la Tierra totalmente cubierta de hielo— y calentamientos que literalmente lo abrasaron.

Pero como hoy en día tenemos un detallado conocimiento científico sobre los calentamientos y enfriamientos que suceden desde hace unos 11.000 años —cuando estaba finalizando el derretimiento de los hielos que cubrían parte de nuestro planeta durante la última glaciación, la llamada Cuaternaria o de Würm—, lo sobrevenido con los cambios del nivel del mar causados por estos últimos y

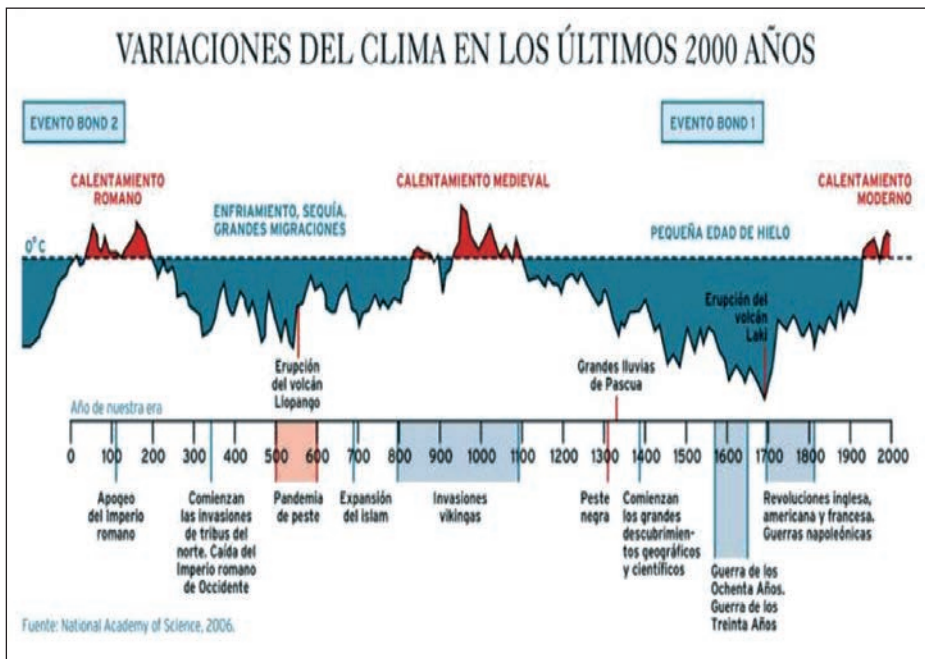


Variaciones del clima en los últimos 11.000 años. (Fuente: <https://www.geoxnet.com/>)

órbita de la Tierra alrededor del Sol, y la gran actividad volcánica que desde siempre sufre nuestro planeta.

cercanos vaivenes climáticos nos van a ilustrar sobre lo que nos puede acabar sucediendo.

Nuestras tres principales instalaciones costeras se construyeron en el siglo XVIII. Así, cronológicamente, sus respectivas obras se iniciaron en 1717 en el Arsenal de La Carraca, en 1731 en el de Cartagena y en 1752 en el de Ferrol, de modo que a lo largo de ese siglo estuvieron los tres en pleno funcionamiento (la Estación Naval de Mahón desde principios de este siglo, si bien los ingleses ya habían establecido allí una base en el XVII, mientras que el Arsenal de Las Palmas es más moderno, puesto que existe como base naval desde principios del XX). Pues bien, en la siguiente ilustración, que presenta las variaciones del clima en los últimos 2.000 años, se puede apreciar que las cuatro instalaciones más antiguas se construyeron poco después del punto álgido de un largo enfriamiento que tuvo lugar entre comienzos del siglo XIV hasta mediados del XIX y que es conocido como la Pequeña Edad de Hielo. Es decir, en unos años en los que las frías temperaturas del aire y la consecuente ausencia de descongelamientos de las zonas heladas de la Tierra provocaron que los niveles de mares y océanos fueran de los más bajos desde que finalizó la última glaciación.



(Fuente: National Academy Science, 2006)

## Bajadas y subidas del nivel del mar

Digamos que, como peleles, los niveles de mares y océanos se mueven de forma natural y a veces de modo alarmante, al son de los alternativos calentamientos y enfriamientos que nuestro planeta viene sufriendo desde siempre. En este sentido, los científicos señalan que el clima del Cuaternario (último período geológico de la Tierra y en el que ahora estamos) se está caracterizando por la alternancia de ciclos fríos o glaciares, a los que se asocian niveles bajos del mar o *lowstands* y períodos cálidos o interglaciares, definidos por niveles del mar altos o *highstands*.

Al derretirse entre hace unos 15.000 y 11.000 años los hielos que estaban cubriendo parte de nuestro planeta por causa de la última glaciación, que había comenzado hacía más de dos millones y medio de años, el nivel de los mares y océanos ascendió 120 metros. Esta rápida subida de nivel de las aguas causó que miles de kilómetros cuadrados de antiguas zonas litorales quedaran sumergidas. Significativas regiones que entonces formaban parte de algún continente

terminaron aisladas, como por ejemplo las islas británicas, Indonesia y Nueva Guinea. En concreto, las islas británicas, que habían estado unidas al continente europeo a través de una plataforma continental, conocida como Doggerland, tras la subida de esos 120 metros del nivel del océano Atlántico, del canal de la Mancha y del mar del Norte, se separaron al llenarse de nuevo de agua el istmo que las unía con Europa.



Plataforma continental Doggerland hace unos 10.000 años.  
(Fuente: <https://blogcatedranaval.com/>)

Y después de un período de unos 1.000 años de temperaturas bonancibles, tuvo lugar un gran calentamiento, conocido como Óptimo Climático del Holoceno (2) —hace unos 8.000 años—, que tuvo unos 2.000 años de duración, que causó que la Tierra se quedase sin hielo ni nieve en toda su

(2) El Holoceno y el Pleistoceno anterior conforman, de momento, las dos épocas del período Cuaternario.

superficie, llegando a producirse el total deshielo del casquete polar ártico y el derretimiento de los hielos y nieves de la Antártida, lo que causó una nueva subida de 30 metros del nivel de los mares y océanos. Además, las altas temperaturas permanentes llevaron al calentamiento de todas las aguas de nuestro planeta (3), por lo que se incrementaron las lluvias en general (4) y los monzones asiáticos fueron cada vez más intensos, desplazándose por zonas del norte de África y produciendo el reverdecimiento de los desiertos de ambos continentes, que se llenaron de ríos y lagos (5).

Esta subida de las aguas de 30 metros llevó a nuevas inundaciones costeras, lo que dio origen a emigraciones hacia las tierras del interior. Por ejemplo, investigaciones sobre la crecida marina del lago de agua dulce que era el mar Negro, basadas en la reconstrucción de las paleolíneas (6) de costa, en dataciones por radiocarbono y en datos paleontológicos y arqueológicos, relacionan esta subida con el Diluvio Universal, esa gran inundación que relata la Biblia, ya que lo sitúan en el año 5500 a. C., circunstancia que provocó grandes emigraciones de las poblaciones neolíticas desde las costas del mar Negro hacia la Europa Central.

Los cazadores y recolectores del Paleolítico Superior —y más tarde los agricultores y pastores neolíticos y de la Edad de Bronce (7)— tenían fácil huir del mar hacia el interior continental, pero desde que comenzaron a asentarse en poblaciones fijas, con puertos y ciudades con grandes estructuras, fue casi imposible ese movimiento migratorio. Así ocurrió con las culturas del suroeste de la Alta Mesopotamia, que tuvieron que abandonar sus metrópolis, actualmente sumergidas a 60 metros en el golfo Pérsico. Y entonces, yo me pregunto: si eso le pasó en aquel tiempo a la cultura mesopotámica, ¿qué le puede ocurrir a la

---

(3) La cadena Antena 3, el 12 de marzo de 2024, señalaba que los datos registrados mediante observaciones de satélites, barcos y boyas marcaron temperaturas muy elevadas en un buen número de mares de todo el planeta en los primeros meses del año, <https://www.antena3.com/noticias/el-tiempo/actualidad/2024>

(4) Los expertos en clima ya saben que los calentamientos vienen siempre acompañados de un aumento de la humedad y de las lluvias y de un gran crecimiento de la vegetación y de las poblaciones de animales, mientras que los enfriamientos se han caracterizado por el frío, la sequía y las hambrunas, causantes de grandes migraciones climáticas. Y si bien las consecuencias del actual calentamiento no las estamos notando todavía en España ni en parte del resto del mundo, es quizá porque el actual es todavía imberbe en su duración (de momento, poco más de 150 años) en relación con los tres calentamientos sucedidos desde el final de la última glaciación (cronológicamente, de unos 2.000, 800 y 400 años de duración respectivamente).

(5) El profesor José María Bermúdez de Castro nos explica que el desierto del Sáhara también se reverdeció en calentamientos anteriores y, si esto no hubiera ocurrido, no habría sido posible la salida del *Homo sapiens sapiens* de África hacia otros continentes hace unos 100.000 años.

(6) Líneas de costa en eras anteriores.

(7) Paleolítico Superior, Neolítico y Edad del Bronce son períodos comprendidos entre hace unos 35.000 y 3.200 años.

sociedad actual ante una posible subida del nivel de los mares y océanos, sin conocer la rapidez de ese crecimiento, en un mundo que ha alcanzado un gran desarrollo humano, social, económico y tecnológico, con la consecuente actividad en esas áreas costeras? La ciencia nos advierte de que si no somos capaces de anticiparnos a lo que a medio/largo plazo nos pueda suceder, las consecuencias serán catastróficas en los asentamientos litorales modernos.

## Pongamos un poco de imaginación

Tenemos la certeza científica de que desde 1880, año en que ya estaba finalizando aquella Pequeña Edad de Hielo, el nivel global del mar ha aumentado 20 centímetros, y que para 2100 se estima que pueda crecer entre 30 centímetros y 1,22 metros más, es decir, que desde el comienzo del actual calentamiento el nivel de las aguas podría ascender entre 50 centímetros y 1,42 metros en 2100. No obstante, calcular el nivel del mar en el futuro está resultando ser un gran desafío científico, debido a la complejidad de muchos aspectos del sistema climático y a los largos retrasos en sus reacciones ante los cambios de temperatura de la Tierra. Así, un artículo publicado en la revista *Ocean Science*, en febrero de 2021 advierte de que los cálculos efectuados hasta ahora son probablemente conservadores y aumentarán más de lo esperado, pudiendo llegar hasta los dos metros, según algunos estudios.

Pero, en cualquier caso, como la ciencia sabe que la naturaleza y el clima se mueven a su antojo y nunca al son de progresiones matemáticas y que, por pura lógica de la física natural, cuanto más largo e intenso es un calentamiento más

derretimiento de los hielos de nuestro planeta se producen, con el consecuente aumento de las aguas en mares y océanos, sólo Dios sabe cuán rápido puede ser éste en los años futuros.

La subida de 20 centímetros desde 1880 es tan imperceptible que a nadie, lógicamente, nos ha llamado la atención ni nos ha preocupado. Los 1,42 o dos metros que aumentará el mar dentro de 76 años a lo mejor les dice algo a nuestros biznietos y tataranietos, que podrían empezar a preocuparse si en algún arsenal las aguas llegan al nivel de los muelles de atraque y con las pleamares



No es real, pero así podrían haber quedado aquellas ciudades babilónicas.

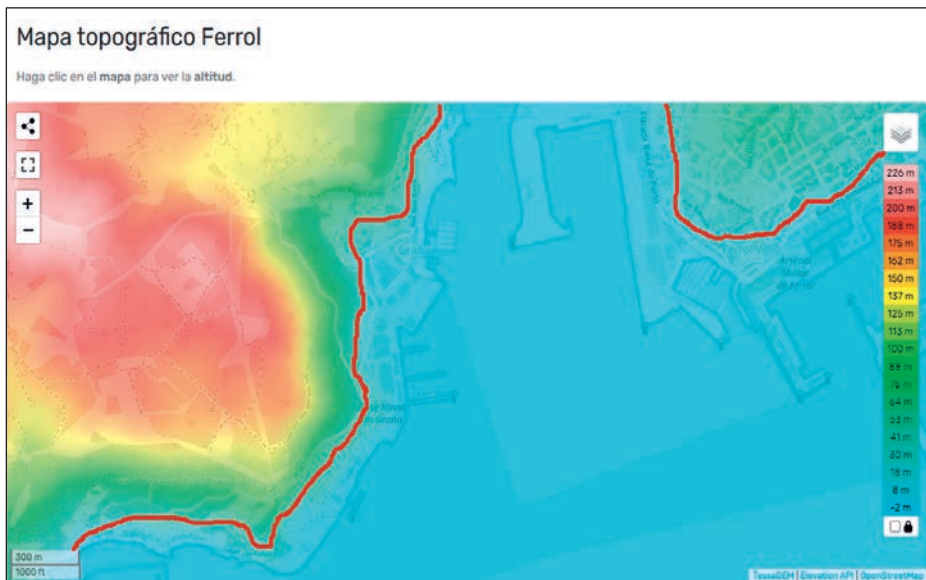
(Fuente: <https://www.idealista.com/news>)



corren a sus anchas por toda la instalación. Por eso, como nadie sabe cuánto va a durar el actual calentamiento, si unos cuantos siglos —como el Óptimo Climático Romano o el Período Cálido Medieval—, algunos milenios —como el Óptimo Climático del Holoceno— o más que cualquiera de esos tres cercanos calentamientos, vamos a poner en juego nuestra imaginación.

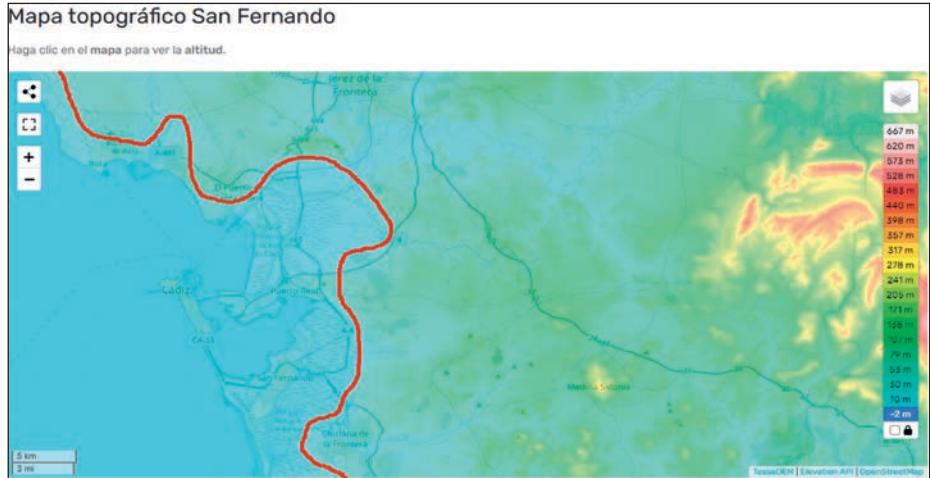
En las siguientes imágenes veremos qué habría pasado con nuestras instalaciones costeras si se hubieran construido hace 9.000 años, durante la bonanza de temperaturas que tuvo nuestro planeta tras la finalización de la última glaciación, y cómo se hubieran visto afectadas por esa subida de 30 metros de las aguas del océano Atlántico y del mar Mediterráneo en el Óptimo Climático del Holoceno (8).

Como se aprecia en la imagen del litoral de Ferrol, tras los supuestos 30 metros de subida de las aguas del océano Atlántico, su Arsenal, la Estación Naval de La Graña con todas sus escuelas y las instalaciones de Navantia habrían quedado totalmente sumergidos.

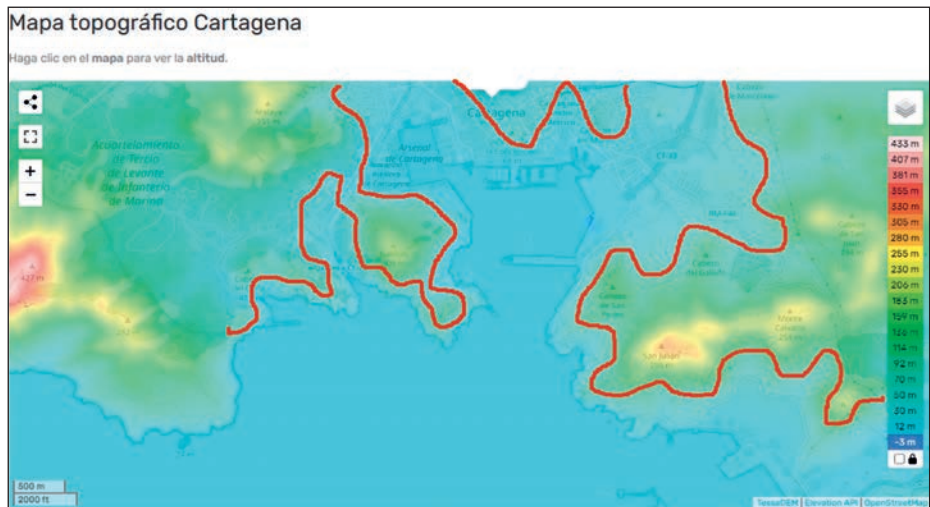


Contorno litoral de Ferrol con la línea roja marcando el nivel de 30 metros. (Elaboración propia)

(8) Aunque las imágenes son claras, a fin de visualizar los efectos de la supuesta subida de 30 metros en nuestras instalaciones costeras, pido perdón a los lectores por el poco preciso pulso de mis 74 años al pintar las líneas rojas en cada una de las imágenes, ya que son composición mía, por supuesto con la inestimable ayuda de los mapas topográficos de la web [https://es-es-topographic-map.com](https://es-es.topographic-map.com) y de la aplicación Paint 3D.



Bahía de Cádiz: la línea en rojo marca la subida de nivel de 30 metros. (Elaboración propia)

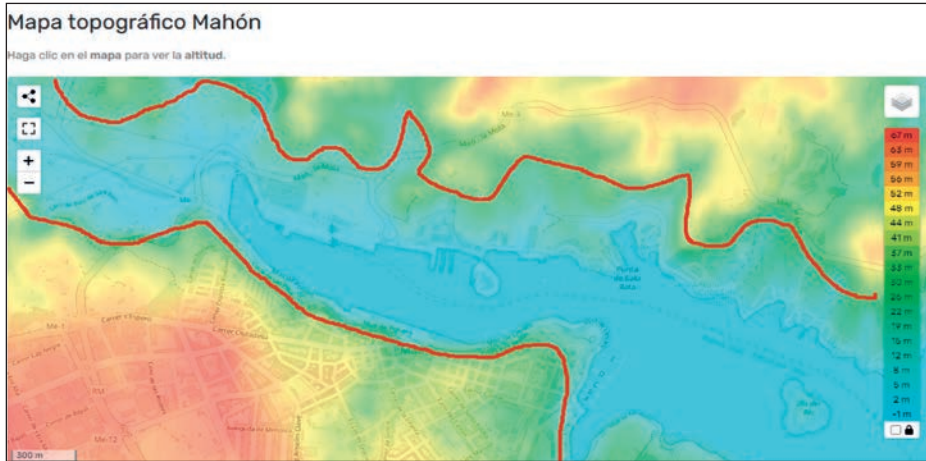


Puerto de Cartagena y alrededores con la línea en rojo marcando el nivel de 30 metros. (Elaboración propia)

En la imagen de la bahía de Cádiz, la crecida del Atlántico provocaría que el Arsenal de La Carraca, la Estación Naval de Puntales, el puerto de Cádiz, la Base Naval de Rota y las instalaciones de Navantia quedarán bajo el agua.

En cuanto al puerto de Cartagena y alrededores, con el aumento de 30 metros del mar Mediterráneo, el Arsenal de Cartagena, el muelle de La Curra y la



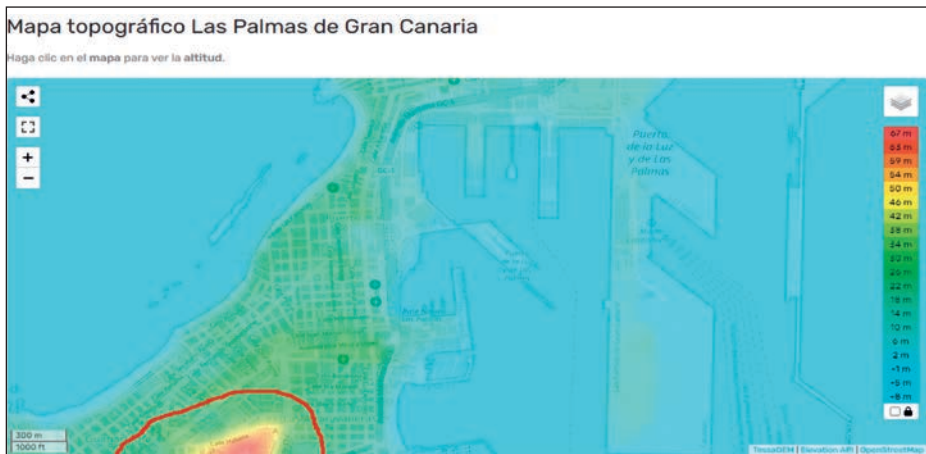


Ría de Mahón, en rojo se marca la línea de costa resultante tras la crecida de 30 metros. (Elaboración propia)

Estación de La Algameca, además del puerto de Escombreras, habrían desaparecido bajo las aguas.

El mismo resultado se produciría en la ría de Mahón, donde su Estación Naval quedaría totalmente sumergida.

En el caso del Puerto de La Luz, con la crecida de las aguas del océano Atlántico, la Base Naval de Las Palmas, además de todo el puerto, correría la misma suerte.



Puerto de La Luz con la línea en rojo marcando el nivel de costa resultante tras la crecida de 30 metros. (Elaboración propia)



Marín con la línea en rojo marcando el nivel de 30 metros. (Elaboración propia)

Y, finalmente, como se aprecia en la imagen, en la localidad de Marín la Escuela Naval Militar desaparecería bajo el agua.

### Trabajemos con la naturaleza y no contra ella

Los lectores de este artículo me van a permitir pensar que los seres humanos somos muy poco o nada responsables del actual calentamiento, como no lo hemos sido de ninguno de los anteriores, ya que los más recientes sucedieron cuando no éramos capaces de contaminar la atmósfera (no habíamos inventado los gases industriales) y los más pretéritos tuvieron lugar cuando ni tan siquiera existíamos, ya que nuestros primeros ancestros homínidos aparecieron en nuestro planeta hace tan sólo unos siete millones de años. Por ello, aunque se están haciendo esfuerzos para intentar parar la actual subida de temperaturas, no podemos quedarnos sólo en eso y debemos comenzar a prevenir lo que nos pueda pasar para tratar de evitar las más o menos graves consecuencias que nos pueden suceder. Y en lo que nos compete a nosotros como Institución, si bien las actuales generaciones no vamos a sufrir las peores subidas del nivel de las aguas de mares y océanos, sí tenemos que empezar a pensar cómo ir preparando el terreno para las generaciones futuras, estableciendo estrategias de actuación para prevenir, corregir y mitigar los efectos de la subida del nivel de mares y océanos en nuestras instalaciones costeras (9). Porque según ha manifestado el

---

(9) Aunque será un problema mundial, en España se van a requerir medidas prioritarias y urgentes, ya que tenemos casi 8.000 kilómetros de costa, con un 40 por 100 urbanizada, de la que

científico experto en el clima Peter Clark, de la Universidad Estatal de Oregón, coautor de un estudio recientemente publicado en la revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences*, el retraso entre la subida de las temperaturas y el impacto de la inundación costera significan que el mundo se enfrentará a niveles del mar en constante alza hasta los años 2300, independientemente de la acción inmediata para abordar el actual calentamiento.

Además, cuántas veces hemos sufrido delante de las pantallas de televisión al ver que nuestra península es atravesada por lo que antes era una gota fría y que ahora llaman DANA (depresión aislada en niveles altos), que inunda los bajos de las casas y de los comercios, formando ríos por las calles que arrastran vehículos y enseres urbanos y dejan muy dañadas playas e instalaciones hoteleras y de restauración, sin que a ningún responsable se le ocurra, por ejemplo, estudiar la modificación del cauce de un arroyo de un año para otro (10) o rectificar la situación de esas instalaciones costeras para que no pase lo mismo cuando nos vuelvan a caer encima esas lluvias torrenciales y parezca que nos llega el fin del mundo cuando las olas del mar aparentan engullir nuestras playas (11).

Como es lógico, ya existen organizaciones e instituciones que llevan tiempo aportando ideas y posibles remedios para la previsible inundación de kilómetros cuadrados de zonas costeras. Como ejemplo ilustrativo, la estadounidense Sea Level Rise Foundation ya está aportando soluciones a nivel local y estatal. Así, en su web, entre sus propuestas aparecen las siguientes, que únicamente reseño para no alargar más este artículo: construcción de rompeolas, elevación de carreteras, instalación de bombas de agua de lluvias, actualización de los sistemas de alcantarillado, uso de las playas como barreras, creación de infraestructuras naturales, desaceleración de los hundimientos de tierra y retiro controlado de infraestructuras y edificios.

### Algunas reflexiones necesarias

Nuestros inteligentes ancestros *sapiens sapiens* salieron de África hace unos 100.000 años, ocupando los cinco continentes durante la última

---

un 7 por 100 está dedicada a instalaciones portuarias, un 3 por 100 a zonas industriales y un 8 por 100 a explotaciones agrícolas.

(10) El 14 de octubre de 1957, tras unas intensas lluvias, se produjo una gran riada del río Turia, en Valencia, que ocasionó 81 muertos y daños materiales evaluados en 10.000 millones de pesetas. Ocho meses después, el Gobierno anunciaba que el Turia sería desviado hacia el exterior de la ciudad. Las obras del nuevo cauce se iniciaron el año 1964 y finalizaron en el 1973.

(11) Tras las lluvias torrenciales que en julio del año 2021 afectaron a amplias zonas de Alemania, Holanda, Bélgica, Suiza y Luxemburgo, el ministro alemán del departamento correspondiente declaró: «¡Qué mal hemos construido!»

glaciación (12). Además, sufrieron el Óptimo Climático del Holoceno, el Óptimo Climático Romano y el Período Cálido Medieval y los varios enfriamientos entre estos calentamientos, de los cuales el más largo fue la reciente Pequeña Edad de Hielo. Con esto quiero señalar que, como seres humanos inteligentes que somos, vamos a ser capaces de soportar lo que se nos venga encima; pero la gran diferencia respecto a los que les sucedió a nuestros antepasados es que, como he indicado anteriormente, las subidas del nivel de mares y océanos y las lluvias torrenciales cada vez más frecuentes van a provocar en nuestra civilización —mucho más desarrollada que las anteriores en todos los ámbitos— efectos mucho más dañinos.

Así nos lo advierte la bióloga Verónica Couto Antelo en un documento en el que relata las claves del declive y colapso de la civilización rapanui de la isla de Pascua, que curiosamente no sucedió a causa de un calentamiento, sino durante aquella Pequeña Edad de Hielo, al señalar que «el colapso de muchas



Expansión del *Homo sapiens sapiens* por los cinco continentes.  
(Fuente: <https://brainly.lat/tarea/23733232>)

(12) Admirablemente, tal como se aprecia en la imagen sobre su expansión por los cinco continentes, fueron capaces de llegar a Australia desde Asia antes de que se les ocurriera desplazarse del continente asiático hacia Europa. Es decir, ya fueron capaces de navegar por un trozo de océano hace unos 60.000 años. En este sentido, recomiendo leer el libro *Planeta Océano. Las expediciones que descubrieron el mundo*, al que hago referencia en la Bibliografía, en el que el autor nos desgana, de forma divulgativa, la historia científica de la navegación desde la aparición de las primeras embarcaciones.

civilizaciones coincide con grandes fluctuaciones climáticas» y que «detrás de cada gran crisis climática aparecen nuevas culturas, ya que la forma anterior de concebir el mundo deja de ser válida».

En este sentido, seguro que las legiones romanas agradecieron la llegada del Óptimo Calentamiento Romano, sucedido entre más o menos 500 años a. C. y el año 300 de nuestra era y, por lo tanto, de unos 800 años de duración, pues al causar el calor el deshielo de todas las nieves de los Alpes les resultó menos dificultoso el paso por esa cordillera y así pudieron iniciar la expansión del Imperio romano (13).

Y no dudemos tampoco de la segura gratitud del vikingo noruego Erik el Rojo, en este caso por la aparición del Período Cálido Medieval, entre más o menos el 800 y el 1200 años de nuestra era, de unos 400 años de duración, pues la suavidad de los inviernos con bonancibles temperaturas le permitieron navegar más fácilmente e instalarse en Groenlandia —denominación que dieron a esas tierras verdes, *Greenland*— a finales del siglo X, además de posibilitar a su hijo Leiv llegar hacia el año 1021 a las tierras americanas de Terranova ante la ausencia de témpanos de hielo en los mares occidentales de Groenlandia (14).

## Conclusiones

Calentamientos y enfriamientos más o menos extremos han afectado desde el principio de los tiempos a nuestro maravilloso planeta, que sigue tan ufano como siempre. Por ello, no debemos tener ningún miedo a la actual subida de temperaturas que a muchas generaciones nos está tocando vivir (15). Lo que tenemos que hacer es estudiar lo que durante siglos y milenios pasados ha sucedido en la Tierra con las glaciaciones y otros enfriamientos y sus consecuentes sequías, con los calentamientos y sus lluvias torrenciales y subida de mares y océanos, con la histórica actividad volcánica que, mira por dónde, ahora afecta a la navegación aérea, ya que hace 121 años a los seres humanos se nos ocurrió inventar un aparato que iba a volar por todos los cielos del mundo, molestando

---

(13) En agosto del 2022, entre otros muchos medios de comunicación, el canal de noticias *Euronews* publicó que «los efectos del calentamiento global son evidentes en Les Diablerets, una estación de montaña de los Alpes a 3.000 metros de altitud, donde, al estar derritiéndose un glaciar, se han encontrado los restos de una calzada romana que ha estado cubierta de hielo desde la época del Imperio Romano».

(14) Existe documentación histórica en Noruega que señala que entre los años 900 y 1200 no se daba nada parecido a hielos a la deriva por aquellas zonas, como luego ha estado sucediendo en los siglos posteriores.

(15) Curiosamente, como los lectores habrán podido apreciar, la ciencia ha utilizado el calificativo de «óptimo» para cualificar a los calentamientos holocénico y romano.



a las «pacíficas» erupciones volcánicas (16), etc. Hay que empezar a pensar en estrategias de actuación para prevenir, corregir y mitigar los efectos que todos esos «desastres» naturales van a causar en una sociedad mucho más desarrollada que hace milenios y con una actividad socioeconómica brutal en todos los ámbitos y lugares. Sin olvidar que no debemos entretenernos en frenar totalmente el calentamiento, ya que nada podemos hacer contra la variabilidad de la energía emitida por el Sol, la anómala inclinación del eje de la Tierra, las variaciones en la excentricidad de la órbita de la Tierra alrededor del Sol y la gran actividad volcánica que desde siempre está sufriendo nuestro planeta.

En consecuencia, la Armada, como Institución que cuenta con grandes y muy importantes instalaciones en la costa peninsular y en ambos archipiélagos, debe empezar a pensar en cómo reaccionar en distintos escenarios ante la muy probable subida del nivel de mares y océanos en los años venideros, porque aunque este fenómeno vaya a ser lento, puede resultar imparable.



---

(16) Recordar que en el año 2010 la erupción del volcán situado bajo el glaciar Eyjafjallajökull de Islandia sembró el caos en la navegación aérea europea.