

Microburbujas / Espuma marina

Descripción y propósito de la tecnología

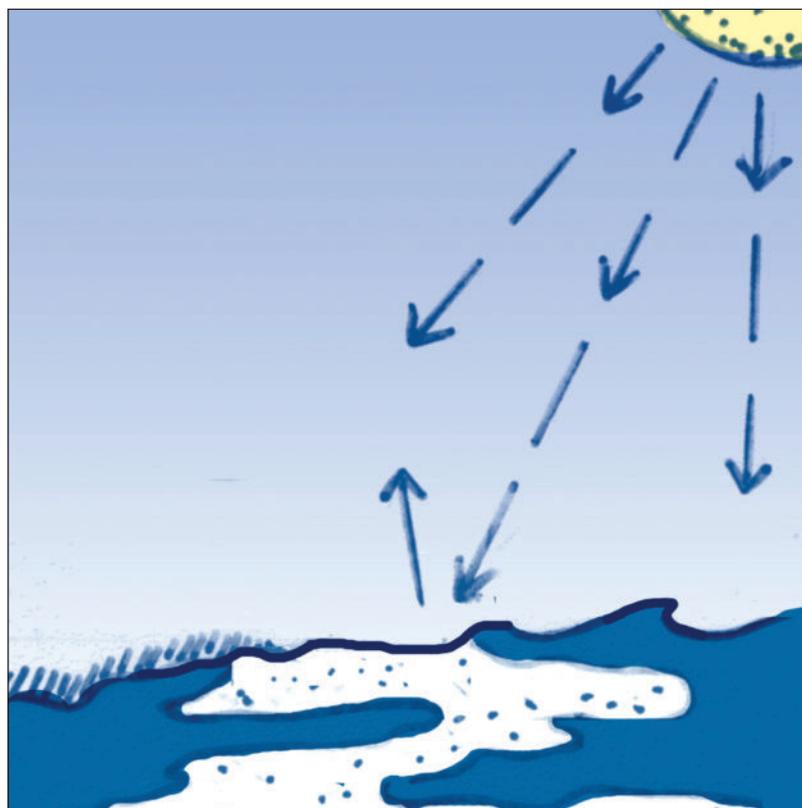
Inyectar microburbujas en las masas de agua o en la espuma marina son propuestas teóricas de geoingeniería con la meta de reflejar más luz solar hacia el espacio, alterando el albedo (reflectividad) de las superficies del agua. Cuanto más brillante es una superficie de agua, mayor es su albedo y menor es la absorción y transformación de la energía solar en calor.

Las crestas blancas de las olas cuando hay viento, o la espuma blanca cuando las olas rompen en la orilla, son más brillantes y por tanto más reflejantes que una superficie de agua tranquila y por tanto más oscura. Esta propuesta de geoingeniería solar pretende alargar la vida de las burbujas de minutos a días dispersando espuma artificial.

Las propuestas para producir burbujas de larga duración combinan dos enfoques diferentes:

- (1) barcos equipados con tecnología para producir grandes cantidades de microburbujas, por ejemplo, utilizando tecnología de boquillas o agitadores mecánicos;
- (2) estabilizar las microburbujas añadiendo productos químicos, surfactantes o tensoactivos, como nanopartículas anfífilas (solubles pero al mismo tiempo hidrófobas) o fosfolípidos.

La producción de espuma artificial requiere la aplicación de agentes espumantes sobre el océano u otras grandes masas de agua. Agentes espumantes químicos, como los gelificantes con éteres de celulosa, podrían



La tecnología de microburbujas propone reflejar la luz solar añadiendo al agua de mar sustancias químicas que forman burbujas.

crear una capa de microburbujas en la superficie del agua.¹

Si se aplican a gran escala, las técnicas de microburbujas podrían tener importantes efectos negativos en las cadenas alimentarias de los océanos y reducir los niveles de oxígeno —una capa superficial duradera de burbujas o espuma artificial disminuye la radiación fotosintéticamente activa, reduciendo así la actividad fotosintética y el crecimiento del fitoplancton, base de la cadena alimentaria marina. La capa superficial también puede inhibir el intercambio de gases y, por tanto, reducir la oxigenación del agua de mar.



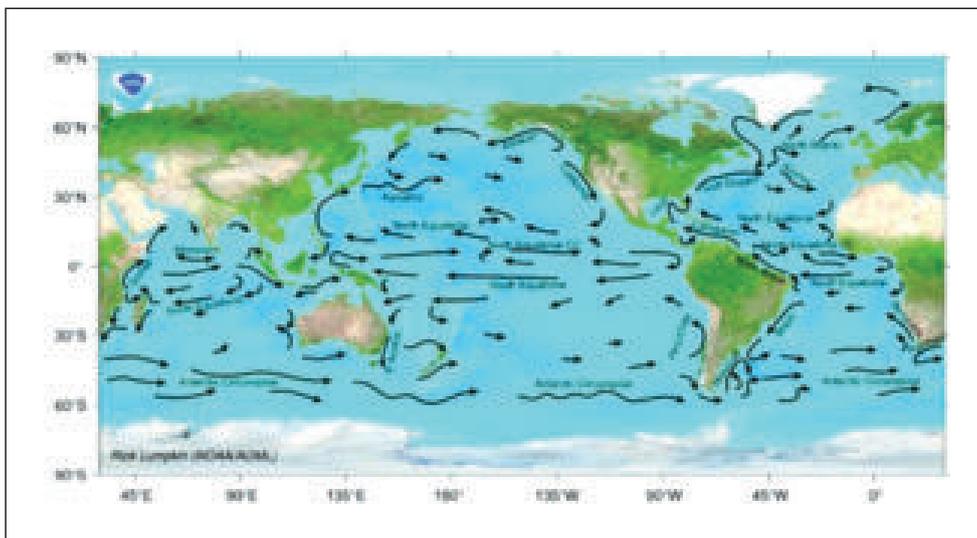
Estos impactos afectarían negativamente la biodiversidad y la productividad marina. Además, los tensoactivos tienen potencial tóxico para la vida marina.

Actores implicados

Russell Seitz, físico especialista en geoingeniería de Harvard, propuso “enfriar el planeta” bombeando grandes cantidades de microburbujas en los océanos para alterar el albedo de la superficie oceánica y bajar la temperatura del agua. Poco después de publicar los resultados de sus simulaciones de computadora en 2010, Seitz intentó comercializar su propuesta de geoingeniería solar mediante la creación de una empresa, Microbubbles LLC. La compañía se enfocó en el desarrollo de microburbujas de larga duración mediante el uso de soluciones mecánicas y químicas, como aire comprimido y tensoactivos añadidos, pero apenas discutió las implicaciones ambientales de la tecnología propuesta.²

Investigadores de la Universidad de Leeds (Reino Unido) modelaron el potencial de geoingeniería solar de las estelas de los barcos y publicaron los resultados en 2016, proponiendo la adición de tensoactivos químicos para extender el tiempo de vida de las microburbujas creadas por las estelas de los barcos de minutos a días.³

En la década pasada, científicos del University College de Londres (Reino Unido) propusieron aumentar el albedo de la superficie oceánica potenciando la formación de crestas blancas

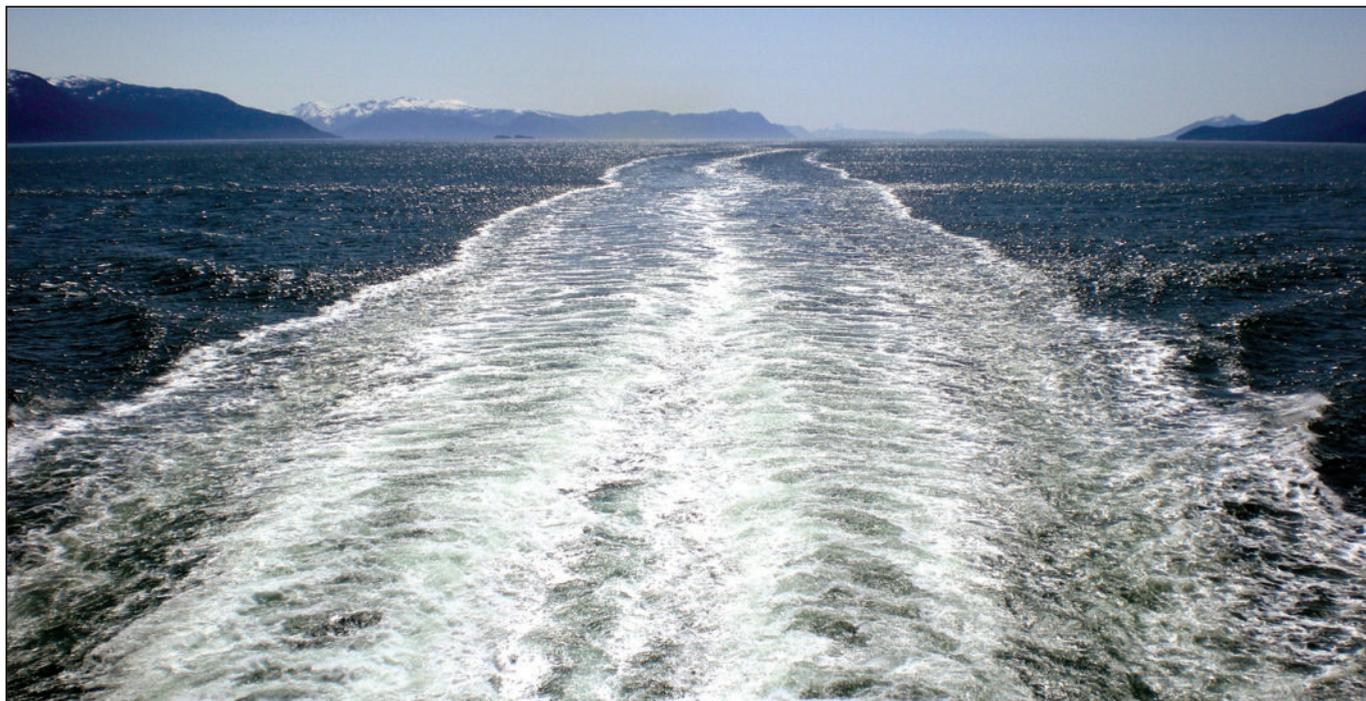


Las corrientes oceánicas son complejas y los impactos de la geoingeniería no se conocen adecuadamente. Ilustración: NOAA.

// Una capa superficial duradera de burbujas o espuma artificial disminuye la radiación fotosintéticamente activa, reduciendo así el crecimiento del fitoplancton, base de la cadena alimentaria marina. La capa superficial también podría inhibir el intercambio de gases y, por tanto, reducir la oxigenación del agua de mar. Estos impactos afectarían negativamente la biodiversidad y la productividad marina. //

en las olas del océano con espuma reflectante. Se modelaron los efectos climáticos de una aplicación a gran escala y se probaron diferentes espumas a escala de laboratorio, con el objetivo de aumentar el tiempo de vida de la espuma en el agua del mar.⁴

El proyecto G4Foam modelizó los impactos climáticos de alterar el albedo oceánico con la adición de espuma artificial estable y no dispersiva para establecer una capa de microburbujas reflejantes. El estudio, publicado en 2017, fue realizado por investigadores de la Universidad de Rutgers en Nueva Jersey, en colaboración con el Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste de Estados Unidos.⁵



Se podrían añadir productos químicos a la estela de un barco para que dure más tiempo.
Foto: Kevin Harber, tomada de Flickr.

Impactos de la tecnología

El despliegue de microburbujas o de espuma de mar artificial a la escala necesaria para incidir en el clima podría alterar toda la base de la vida oceánica y de agua dulce, que depende del acceso a la luz, desde el fitoplancton hasta los mamíferos marinos. Esto tendría impactos devastadores en las formas de subsistencia de comunidades costeras y de pescadores artesanales y cultivadores de algas en primer lugar, y para muchas más comunidades y personas que dependen de los recursos de agua dulce y marinos para su subsistencia. Se desconocen los efectos de las nubes de burbujas sobre la vida oceánica, tanto en términos de temperatura como de cambios en la luz solar.

El uso de tensoactivos también reduciría el intercambio de gases y la oxigenación de las capas superiores del océano, donde viven la mayoría de peces y otras especies.⁶ Adicionalmente, los tensoactivos/surfactantes tienen potencial tóxico.

Un océano más frío también absorberá el CO₂ de forma más eficiente, lo que aumentará la acidificación de los océanos. La acumulación de burbujas podría cambiar la circulación oceánica y provocar una evaporación inesperada o inusual, lo que a su vez afectaría

// La geoingeniería solar podría afectar a 2 mil millones de personas, ocasionando cambios meteorológicos regionales y fenómenos extremos como inundaciones y sequías. //

el calentamiento atmosférico, la circulación y los patrones de precipitación. Esto también abre posibilidades para ejercer un control climático regional, para que la tecnología se despliegue unilateralmente o para que se utilice como arma.⁷

Los posibles impactos de las microburbujas, como proyecto de geoingeniería solar fueron puestos de manifiesto por el Proyecto de Evaluación Integrada de las Propuestas de Geoingeniería. A través de ejercicios de modelización, se evidenció que la geoingeniería solar podría afectar a 2 mil millones de personas causando cambios meteorológicos regionales y fenómenos extremos como inundaciones y sequías.⁸

Las propuestas de microburbujas artificiales implican la adición de grandes volúmenes de tensoactivos y surfactantes químicos a la superficie de océanos o de otras masas de agua. Aunque investigadores argumentan que se deberían buscar tensoactivos que sean ambientalmente aceptables, estas sustancias químicas tienen potencial tóxico y podrían surgir impactos desconocidos e indeseables en los ecosistemas.

Por ejemplo, pueden afectar procesos microbiológicos o fotoquímicos,⁹ y también pueden ser muy tóxicos. La catástrofe petrolera de BP en el Golfo de México en 2011 es un ejemplo: el dispersante de petróleo que utilizó BP era una mezcla de dos tensoactivos, que afirmaron que eran seguros, y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos no exigió ninguna prueba de seguridad antes de su uso. Se utilizó una cantidad récord de 1.8 millones de galones para dispersar el petróleo, y los componentes tóxicos de los dispersantes podrían haber matado más vida marina de la que el petróleo habría destruido por sí mismo.¹⁰ Esto ilustra lo que los remiendos tecnológicos de este tipo pueden significar en la práctica, especialmente en manos de grandes empresas cuya prioridad es el lucro y de agencias gubernamentales sin escrúpulos.

Otro problema del enfoque de agregar sustancias químicas a estela de los barcos es que hay muchos más movimientos de navegación en el hemisferio norte que en el sur, lo que da lugar a una distribución muy desigual de las microburbujas. Este desequilibrio podría llegar a aumentar el tráfico de barcos que quemar combustibles fósiles en los mares del Sur.¹¹

Notas finales

- 1 Crook et al. (2016), "Can increasing albedo of existing ship wakes reduce climate change", en *JGR Atmospheres*, Vol. 121(4): 1549-1558, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015JD024201#jgrd52751-bib-0008>; Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), "Geoengineering Map: Microbubbles and Sea Foams", <https://map.geoengineeringmonitor.org/>
- 2 Seitz (2010), "Bright Water: Hydrosols, Water Conservation and Climate Change", en *Climatic Change*, Vol. 105(3-4): 365-381, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-010-9965-8>; Kintisch (2010), "Could Tiny Bubbles Cool the Planet?", en *ScienceMag*, 26 de marzo de 2010, <https://www.sciencemag.org/news/2010/03/could-tiny-bubbles-cool-planet>; Edwards (2010), "Bright water proposal to cut global warming", en *Phys.org*, 29 de marzo de 2010, <https://phys.org/news/2010-03-bright-global.html>

Nivel de realidad

La investigación de esta técnica se ha limitado hasta ahora a la modelización y a los experimentos de laboratorio.

Más información

Geoenengineeringmonitor.org, **Using ship wakes to fight climate change? Time to anchor climate research to common sense**,

www.geoengineeringmonitor.org/2016/03/using-ship-wakes-to-fight-climate-change-time-to-anchor-climate-research-to-common-sense/

The Guardian, **Reflecting sunlight into space has terrifying consequences, say scientists**, <https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/26/geoengineering-could-offer-solution-last-resort-climate-change>

Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll, **"Geoengineering Map"**, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>

- 3 Crook et al. (2016), *op. cit.*; University of Leeds (2016), "Smaller, longer-lasting bubbles could reduce global temperatures", en *Priestley International Centre for Climate News*, 2 de marzo de 2016, <https://climate.leeds.ac.uk/news/smaller-longer-lasting-bubbles-could-reduce-global-temperatures/>
- 4 Ortega y Evans (2018), "On the energy required to maintain an ocean mirror using the reflectance of foam", en *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, Vol 233(1): 388-397, <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1475090217750442?journalCode=pima&>; Rowland et al. (2015), "Sea salt as a potential ocean mirror material", en *RSC Advances*, Vol. 5(49): 38926-38930, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/RA/C5RA03469H#!divAbstract>
- 5 Gabriel et al. (2017), "The G4Foam Experiment: global climate impacts of regional ocean albedo modification", en *Atmos. Chem. Phys.*, Vol. 17: 595-13, <https://www.atmos-chem-phys.net/17/595/2017/acp-17-595-2017.pdf>
- 6 Crook et al. (2016), *op. cit.*; Gabriel et al. (2017), *op. cit.*; Evans et al. (2010), "Can oceanic foams limit global warming?", en *Climate Research*, Vol. 42(2): 155-160, <http://www.int-res.com/abstracts/cr/v42/n2/p155-160/>; Robock (2011), "Bubble, bubble, toil and trouble. An editorial comment", en *Climatic Change*, Vol. 105: 383-385.
- 7 Crook et al. (2016), *op. cit.*; Gabriel et al. (2017), *op. cit.*; Evans et al. (2010), *op. cit.*; Robock (2011), *op. cit.*
- 8 Carrington (2014), "Reflecting sunlight into space has terrifying consequences, say scientists", en *The Guardian*, 26 de noviembre de 2014, <https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/26/geoengineering-could-offer-solution-last-resort-climate-change>
- 9 Crook et al. (2016), *op. cit.*; Robock (2011), *op. cit.*
- 10 Sheppard (2010), "BP's Bad Breakup: How Toxic is Corexit?", en *Mother Jones*, septiembre/octubre 2010, <https://www.motherjones.com/%20environment/2010/08/bp-ocean-dispersant-corexit/>
- 11 Crook et al. (2016), *op. cit.*