

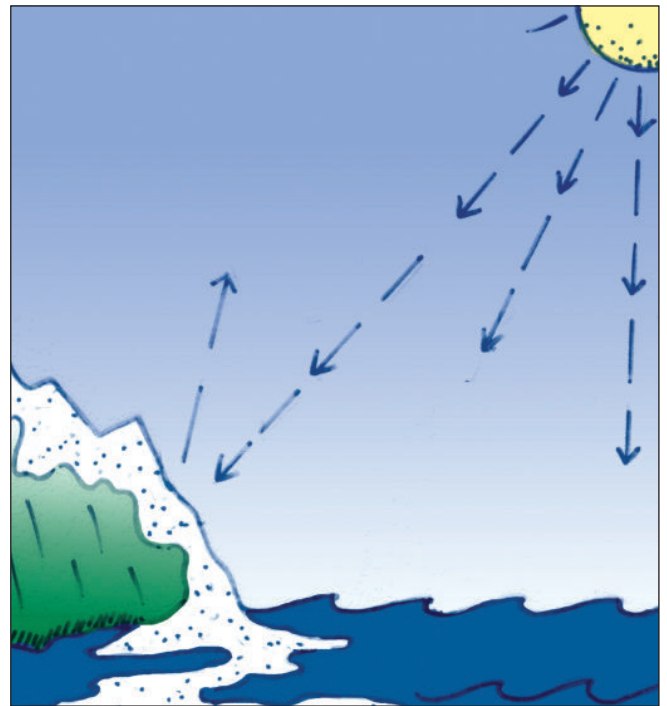
## Modificación del albedo terrestre

### Descripción y propósito de la tecnología

La modificación del albedo terrestre es una propuesta de geoingeniería solar que pretende reflejar más luz hacia el espacio mejorando el albedo, —es decir, la luminosidad del sol que se refleja en la superficie de la Tierra. Las propuestas abarcan una amplia variedad: desde cultivos que reflejan más luz, hasta la tala de bosques boreales en zonas nevadas; desde cubrir grandes zonas desérticas o heladas con materiales reflejantes hasta blanquear cimas de montañas y tejados con pintura blanca — todo ello con un objetivo común: aumentar el albedo de la superficie terrestre.

El albedo describe la cantidad de radiación solar que refleja una superficie. Un albedo alto significa que la mayor parte de la radiación solar es reflejada, por ejemplo las capas de hielo polares. Una superficie con un albedo bajo, por ejemplo una superficie oceánica oscura, refleja una parte relativamente pequeña y absorbe la mayor parte de la radiación en forma de calor, contribuyendo así a calentar el área circundante.

La creación de grandes superficies con un albedo más alto podría aumentar la cantidad de radiación solar reflejada desde la superficie de la Tierra y en teoría podría reducir la temperatura de la atmósfera, ya que esas superficies absorberían menos energía solar. Sin embargo, la propuesta no reduce la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, que seguiría aumentando. En la mayoría de los casos, los efectos secundarios no deseados



La modificación del albedo terrestre se refiere a una serie de técnicas que buscan reflejar la luz hacia el espacio modificando superficies terrestres como desiertos, tierras de cultivo o hielo.

para los ecosistemas, la fauna y la flora, así como para las comunidades humanas que dependen de esos ecosistemas, podrían ser devastadores.

A continuación se esbozan diferentes enfoques para modificar el albedo terrestre, se mencionan los actores implicados y los posibles impactos.



### Cubrir el hielo

Este método consiste en aplicar una capa de material reflectante al hielo del Ártico como “parche reflectante” para aislar el manto de nieve y los glaciares que se derriten rápidamente.<sup>1</sup> El Arctic Ice Project (antes Ice911), con sede en California y fundado por la ex empleada de Chevron Leslie Field en 2007, propone utilizar vidrio de sílice reflectante como material

de cobertura. Este material está compuesto principalmente por dióxido de silicio y viene en forma de diminutas esferas de vidrio. En la última década, el proyecto realizó experimentos en lagos congelados de Canadá y Estados Unidos y con diversos materiales reflejantes. El mayor lugar de experimentación del proyecto es el lago North Meadow, una zona indígena cerca de Utqiagvik, Alaska.

Los miembros de las comunidades locales no han sido consultados y nunca dieron su consentimiento, pero desde 2015, han hecho experimentos cubriendo 17 mil 500 m<sup>2</sup>. El Arctic Ice Project tiene previsto realizar nuevos experimentos en hielo marino en las instalaciones de la Universidad de Manitoba en Winnipeg, mientras intenta conseguir los permisos legales y el financiamiento para realizar pruebas a gran escala en el hielo ártico. Leslie Field propone cubrir hasta 100 mil km<sup>2</sup> con esferas artificiales de sílice en varias regiones árticas, por ejemplo, en el estrecho de Fram y en el giro de Beaufort.

Los posibles efectos negativos de esta propuesta —por ejemplo, la modificación de los patrones climáticos, los cambios en el ciclo hidrológico y la temperatura del agua, o los efectos en los delicados ecosistemas árticos, así como el impacto ambiental del propio material de cobertura— no se han considerado a profundidad o directamente no se han considerado. Miembros de las comunidades de la zona del lago North Meadow temen, entre otras cosas, que el proyecto tendrá impactos en las redes alimentarias marinas y terrestres, en las aves migratorias que ingieran el material y en la salud humana tras inhalar este polvo de sílice.<sup>2</sup>

## Cubrir los glaciares

Un estudio de modelización realizado por investigadores del Instituto Alemán de Potsdam para el Cambio Climático (PIK) sugirió intentar retrasar el aumento del nivel del mar disparando cantidades muy grandes de nieve artificial sobre dos glaciares en la Antártida occidental. El PIK ha calculado que para ello se necesitarían más de 12 mil aerogeneradores para elevar, desalinizar y pulverizar esta gran cantidad de agua. Todo el proyecto supondría una devastación ecológica a escala masiva, con enormes alteraciones del sensible hábitat marino antártico.<sup>3</sup>



Se podría manipular genéticamente cebada y otros cultivos para ser más reflejantes. Foto: Jens Schott Knudsen, tomada de Flickr.

Un grupo de investigación de la Academia Engiadina de Suiza espera salvar los glaciares suizos con un enfoque similar —soplando nieve artificial reflejante sobre su superficie. En 2017, el grupo de investigación llevó a cabo un pequeño ensayo piloto de demostración en una sección del glaciar suizo Diavolezzafirn para probar la tecnología. Planean llevar a cabo más experimentos en el glaciar Morteratsch, con financiamiento de la Agencia Suiza de Innovación. El método requiere una gran cantidad de agua y energía.<sup>4</sup>

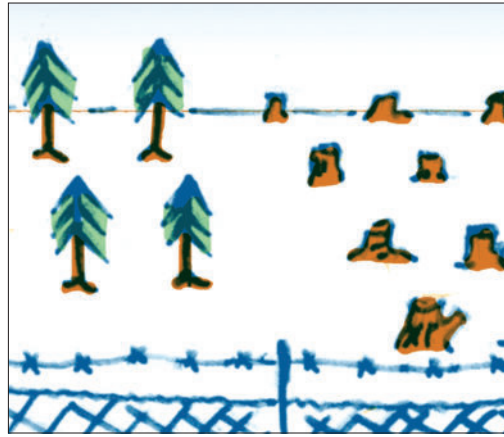
Investigadores de la Universidad Estatal de Ohio han propuesto cubrir secciones de la capa de hielo de Groenlandia con material reflejante para evitar que los glaciares se sigan derritiendo.

En 2009, se experimentó la propuesta cubriendo una superficie de dos acres con mantas de polipropileno reflejantes. La idea fue tomada de los Alpes, donde empresas locales utilizan regularmente mantas blancas para cubrir los glaciares como escudo reflejante para proteger zonas de esquí (e ingresos por turismo). La implementación de esta propuesta supone un mayor consumo de materias primas derivadas de recursos fósiles y costos elevados: el material de la manta, el polipropileno, se produce a partir de petróleo crudo y los costos materiales para cubrir un kilómetro cuadrado de hielo de glaciar se estiman en 4.6 millones de dólares. Esta estimación excluye los costos de reciclaje al final de la vida útil del producto.<sup>5</sup>

## Cultivos de alto albedo

Varios investigadores, especialmente un equipo de la Universidad de Bristol (Reino Unido), propusieron modificar cultivos agrícolas para

crear plantas con hojas más reflejantes. Sus promotores afirman que si se usaran cultivos con un albedo más elevado, se contribuiría a enfriar la atmósfera, pues se reflejaría más radiación solar hacia el espacio. Para aumentar el albedo de los cultivos, se han propuesto tanto técnicas tradicionales de cultivo como ingeniería genética.<sup>6</sup>



El desmonte de bosques boreales implicaría remover vastas franjas de bosques boreales.

Se sabe poco sobre los posibles riesgos del aumento de la reflectividad en el contenido nutricional de las plantas, su capacidad fotosintética o sobre el suelo circundante.

Las plantas genéticamente modificadas podrían propagar sus rasgos de “reflectividad” a otros parientes, con consecuencias desconocidas: el uso de cultivos o árboles genéticamente modificados conlleva todos los impactos de bioseguridad y uso del suelo de estas plantaciones, incluyendo la erosión del suelo y el uso intensivo de productos agroquímicos contaminantes.

## Desmonte de bosques boreales

Un equipo internacional de investigadores elaboró un modelo de la influencia de las zonas de bosque boreal en el clima y desarrolló la teoría de que talar las zonas de bosque boreal que quedan en el planeta —al norte de los 45 grados de latitud, la mayoría en Rusia y Canadá— tendría un efecto de enfriamiento porque la cubierta de nieve refleja la radiación solar, mientras que el bosque boreal cercano absorbe algo más de radiación solar. Los estudios fueron dirigidos por la facultad de silvicultura de Yale y por Dartmouth College, con financiamiento parcial del Departamento de Energía de Estados Unidos.

La creación de “desiertos blancos” podría destruir la productividad de los ecosistemas subárticos, afectando negativamente a la vegetación y a las comunidades que dependen de ellos, así como a los caribús, las aves migratorias y otra fauna.<sup>7</sup> La eliminación de los bosques afectaría negativamente la regulación de climas regionales y locales.

También se perdería el carbono contenido en los bosques. Los promotores admiten que hay muchos desafíos. Sería una bonanza única y definitiva para las empresas madereras.<sup>8</sup>

## Cobertura de desiertos

Hace más de una década, la empresaria Alvia Gaskill diseñó un plan para cubrir una parte importante de los desiertos del mundo con una película blanca de

polietileno que reflejara la luz solar y redujera las temperaturas de la superficie.<sup>9</sup>

En los desiertos viven plantas, animales y personas, y es difícil imaginar que la vida continúe en un ecosistema cubierto de plástico. El polvo del desierto, que se verá obstaculizado por las cubiertas de plástico, es esencial para el clima global porque influye en la radiación solar, en la formación de nubes e incluso en el enfriamiento de los océanos.<sup>10</sup> El enfriamiento de las temperaturas del desierto también podría traer cambios inesperados.

Al igual que muchos geoingenieros, Gaskill sugiere que si hay demasiados problemas políticos, ecológicos o meteorológicos —el plástico tendría que mantenerse en su sitio durante varios cientos de años, por ejemplo—, los proyectos podrían hacerse a nivel local solamente. Sin embargo, las aplicaciones locales tendrían un efecto climático mínimo y no justificarían el gasto y la disrupción socioecológica.

## Pintar tejados, pavimentos y cimas de montañas

En 2010, el Banco Mundial concedió una pequeña subvención a Glaciares Perú, empresa fundada por Eduardo Gold, para que pudiera pintar de blanco la cima de una montaña peruana.<sup>11</sup> Pintar las cimas de las montañas afectaría negativamente a los ecosistemas frágiles, a la flora y a la fauna, y es poco probable que se siga haciendo. Intentar aumentar el albedo urbano —pintar de blanco superficies como tejados y aceras o añadir una capa reflejante— ha sido considerado

y modelado por varios investigadores, entre ellos Hashem Akbari, de la Universidad Concordia de Montreal, que ha promovido la idea de subvenciones gubernamentales para cubrir los tejados y el asfalto con pintura blanca.<sup>12</sup> Varias iniciativas en todo el mundo adoptaron la idea, entre ellas la iniciativa CoolRoofs de la ciudad de Nueva York, que pintó 50 hectáreas de tejados con una capa brillante y reflejante.<sup>13</sup> Pintar los tejados podría tener algún efecto de enfriamiento local, aunque un informe de la Royal Society afirma que “el costo total de un ‘método de tejados blancos’ que cubriera un área del 1% de la superficie terrestre costaría unos 300 mil millones de dólares al año, lo que lo convierte en uno de los métodos menos eficaces y más caros que se están considerando”.<sup>14</sup> Científicos de la Universidad de Stanford han sugerido que “los tejados cubiertos de paneles fotovoltaicos harían un mejor trabajo, al producir electricidad que evita la necesidad de más centrales eléctricas que queman combustibles fósiles”.<sup>15</sup>

## Mejoramiento del albedo marino

También hay propuestas para modificar el albedo de las superficies del agua y de las nubes marinas. Estos enfoques se detallan en las reseñas de las tecnologías de microburbujas/espuma marina y blanqueamiento de nubes marinas.

## Nivel de realidad

La mayor parte de los enfoques descritos se basan en modelos, pero se han realizado varios experimentos a pequeña escala con materiales reflejantes sobre hielo y hay proyectos de realización de experimentos a mayor escala.

La investigación sobre cultivos reflejantes con manipulación genética converge con iniciativas globales de grandes empresas de agronegocios, que proponen usar cultivos transgénicos y otras formas de ingeniería genética, con el argumento erróneo de que se necesitaría para la alimentación. Pese a que ambas son ideas erróneas y con altos riesgos, la convergencia de fuertes intereses económicos empresariales, y el hecho de usar un argumento relacionado al clima, podría empujar la experimentación de cultivos reflejantes y ganar atención y financiamiento.

Las propuestas mencionadas para de aumentar el albedo terrestre, incluso a costa de eliminar ecosistemas enteros, como los bosques boreales y desiertos, son ejemplos claros de la mentalidad reduccionista que caracteriza a la geoingeniería, que ignora el profundo valor de la biodiversidad y pasa por alto la multifuncionalidad y la interconexión de los ecosistemas entre sí y con el clima, además de su función como base de la subsistencia de muchas comunidades.

## Más información

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

## Notas finales

- 1 McGlynn (2017), “One big reflective band-aid”, en Berkeley Engineering Blogpost, 17 de enero de 2017, <http://engineering.berkeley.edu/2017/01/one-big-reflective-band-aid>
- 2 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), Geoengineering Map, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>; Field et al. (2018), “Increasing Arctic Sea Ice Albedo Using Localized Reversible Geoengineering”, en *Earth’s Future*, Vol. 6(6): 882–901, <https://doi.org/10.1029/2018EF000820>; Jay (2019), “Arctic Geoengineering Experiment Is Dangerous, Lacks Community Consent: Inupiaq Organizer”, en Geoengineering Monitor, 14 de febrero de 2019, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2019/02/arctic-geoengineering-experiment-is-dangerous-lacks-community-consent-inupiaq-organizer/>

- 3 Feldmann et al. (2019), "Stabilizing the West Antarctic Ice Sheet by surface mass deposition", en Science Advances, Vol. 5(7), <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw4132>; Geoengineering Monitor (2019), "Sacrificing Antarctica with geoengineering to save northern cities from the fossil fuel industry?", 19 de julio de 2019, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2019/07/sacrificing-antarctica-with-geoengineering-to-save-northern-cities-from-the-fossil-fuel-industry/>; Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 4 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 5 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 6 Marshall (2009), "Reflective crops could soften climate change blow", en NERC Planet Earth, 20 de enero de 2009, <http://www.nerc.ac.uk/planetearth/stories/298/>; Morton (2009), "Crops that cool", en Nature, 15 de enero de 2009, <https://doi.org/10.1038/news.2009.33>; Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 7 Lee et al. (2011), "Observed increase in local cooling effect of deforestation at higher latitudes", en Nature, Vol. 479: 384-387, <https://doi.org/10.1038/nature10588>; Yale University (2011), "Deforestation causes cooling, study shows", en Phys.org, 16 de noviembre de 2011, <https://phys.org/news/2011-11-deforestation-cooling.html>; Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 8 Swaminathan (2007), "More Trees, Less Global Warming – Right? Not Exactly", en Scientific American, 10 de abril de 2007, <https://www.scientificamerican.com/article/tropical-forests-cool-earth/>; Walsh (2011), "How (Some) Deforestation Might Slow Warming", en Time, 16 de noviembre de 2011, <http://science.time.com/2011/11/16/how-some-deforestation-might-slow-warming/>
- 9 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 10 Goudie y Middleton (2006), "Desert Dust in the Global System", Springer, ISBN-10: 3540323546, <https://www.springer.com/la/book/9783540323549>
- 11 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 12 "Akbari: List of publications", Concordia University, <http://concordia.academia.edu/HashemAkbari>; Biello (2014), "Cool Roofs Might Be Enough to Save Cities from Climate Overheating", en Scientific American, 14 de febrero de 2014, <https://www.scientificamerican.com/article/cool-roofs-might-be-enough-to-save-cities-from-climate-overheating/>
- 13 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 14 The Royal Society (2009), Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty, ISBN: 978-0-85403-773-5, [https://royalsociety.org/~media/Royal\\_Society\\_Content/policy/publications/2009/8693.pdf](https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/8693.pdf)
- 15 Biello (2014), op. cit.