

# EXPLOTAR LOS OCÉANOS PARA NEGOCIOS DE CARBONO: LA EMPRESA SEAFIELDS Y SUS IRRESPONSABLES PROYECTOS EN EL CARIBE



etc  
GROUP

Communiqué #121

El Grupo ETC es un pequeño colectivo internacional de investigación y acción comprometido con la justicia social y ambiental, los derechos humanos y la defensa de sistemas agroalimentarios justos y ecológicos, así como de la red de la vida. Colaboramos con diversos movimientos populares y sociales y con organizaciones de la sociedad civil que comparten nuestros valores, especialmente en el Sur Global. Trabajamos para comprender y desafiar los sistemas tecnoindustriales controlados por las corporaciones, basados en el cientificismo, para exponer los peligros de la manipulación tecnológica de la vida y los ecosistemas, y para construir conocimiento y poder que los contrarresten.



# ÍNDICE



<b>Mensajes principales</b> .....	<b>2</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>
Recuadro 1.1: Las operaciones de Seafields en el Caribe .....	6
<b>La expansión del cultivo de algas</b> .....	<b>7</b>
Recuadro 1.2: El Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico y sus impactos en la ecología humana .....	9
<b>Surgencia artificial</b> .....	<b>10</b>
<b>Hundimiento de algas</b> .....	<b>12</b>
Recuadro 1.3: La georingeniería marina combinada con otros remiendos tecnológicos .....	13
<b>Seafields y la “pandilla de la georingeniería”</b> .....	<b>14</b>
<b>Financiamiento e inversores</b> .....	<b>16</b>
<b>¿Solucionar la crisis climática?</b> .....	<b>17</b>
<b>Marco regulatorio</b> .....	<b>19</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>21</b>
<b>Referencias y notas</b> .....	<b>23</b>

Extendemos nuestro sincero agradecimiento a las siguientes personas y organizaciones por su apoyo a esta publicación, así como a ETC: Polden Puckham Charitable Foundation, CS Fund, 11th Hour Project.

**Investigación y edición**  
ETC Group

**Ilustraciones**  
Becky Green:  
beckygreenconcepts@gmail.com

**Diseño gráfico**  
Daniel Passarge  
danielpassarge@gmail.com

**Traducción:**  
Héctor Peña

**Este informe está disponible en inglés:**  
[www.etcgroup.org/content/farming-ocean-carbon-market-profit](http://www.etcgroup.org/content/farming-ocean-carbon-market-profit)

**En francés:**  
<https://www.etcgroup.org/fr/content/les-fausses-promesses-de-seafields-dans-les-caraibes>

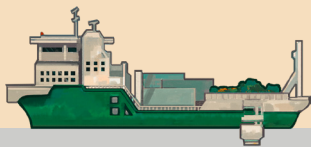
**Mayo 2026**

**Contacto:**  
[www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)



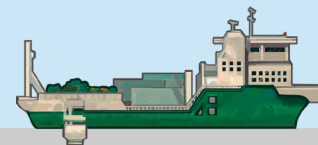
CC BY-NC-SA 4.0





# MENSAJES PRINCIPALES

- Seafields, una empresa de innovación con sede en Reino Unido, planea escalar la producción de algas marinas en el mar Caribe con el cultivo de sargazo (*Sargassum*), un tipo de macroalga considerada invasora, y el establecimiento de una “giga-granja” en el giro del Atlántico Sur que abarque alrededor de 0.7 millones de km<sup>2</sup> —un área del tamaño de Zambia.
- Seafields planea producir hasta 300 millones de toneladas de sargazo al año para cumplir su objetivo de capturar una gigatonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esto sería unas 15 veces más que la floración anual máxima del Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico. Sin embargo, afirmar que se puede resolver una crisis de sargazo cultivando más sargazo es una solución falsa y peligrosa que puede agravar la crisis ambiental del Caribe.
- Las plantaciones de monocultivo de algas a gran escala alteran la biogeoquímica del océano, afectan a otras comunidades marinas (como los corales y el fitoplancton), invaden los ecosistemas naturales de algas, provocan floraciones de algas y obstaculizan el paso de embarcaciones. Estos impactos ya se han observado y documentado en estudios sobre cultivos industriales de algas en Asia.
- Para inducir el crecimiento de macroalgas, Seafields pretende implementar la surgencia artificial, lo que implica instalar tuberías cientos de metros de largo en lo profundo del océano, con infraestructura adicional para mantener el mecanismo general en funcionamiento. La surgencia artificial es una técnica de geoingeniería marina controvertida y teórica, y no se han encontrado evidencias científicas esenciales de que ayude a secuestrar carbono. Sin embargo, su implementación en grandes áreas del océano supone graves riesgos para la integridad del océano.
- El objetivo principal de las actividades de Seafields es obtener ganancias vendiendo créditos en el mercado del carbono. Para lograrlo, Seafields está probando el hundimiento de pacas o fardos de sargazo en aguas cercanas a Barbados, con la esperanza de que el carbono quede almacenado en las profundidades marinas. El hundimiento de fardos de sargazo podría provocar el desequilibrio de la fauna bentónica al alterar la composición de los ecosistemas del mar profundo.
- El impulso para el despliegue de las polémicas técnicas de geoingeniería marina de Seafields en el Caribe proviene de investigaciones respaldadas por un grupo de científicos de instituciones de investigación ubicadas en el Norte Global. Algunos miembros de este pequeño pero influyente grupo participaron anteriormente en un controvertido experimento de fertilización oceánica (LOHAFEX) que fue cancelado en medio de serias preocupaciones por la integridad ecológica del océano.
- Los ecosistemas de algas marinas naturales y gestionados de forma tradicional se encuentran entre las áreas con mayor biodiversidad y productividad de la naturaleza. Los ámbitos comunes de algas marinas, tradicionalmente cuidados por comunidades recolectoras de algas, pueblos indígenas y comunidades costeras, deben protegerse, ya que son elemento clave de una seguridad alimentaria sostenible y base crucial para muchas formas de subsistencia campesina e indígena. Los pueblos indígenas y las comunidades locales han rechazado los monocultivos de algas marinas debido a la amenaza que representan para su cultura y la economía local.
- Las Naciones Unidas y los gobiernos deben respetar la moratoria sobre la geoingeniería establecida en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el principio precautorio de la Convención de Londres y el Protocolo de Londres (CL/PL) en relación con las tecnologías de geoingeniería marina. Los debates sobre el cultivo de algas marinas y los créditos de carbono basados en algas marinas deben excluirse de los nuevos mecanismos del mercado de carbono del Acuerdo de París (artículo 6) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).



# INTRODUCCIÓN



La industria de las algas marinas, que comenzó con la producción comercial a gran escala de algas para satisfacer las demandas de materiales, alimentos y energía en todo el mundo, ha desarrollado ahora un nuevo modelo de negocio, destinado principalmente a obtener ganancias del mercado mundial del carbono: el cultivo de algas a gran escala para la captura de CO<sub>2</sub>.<sup>1</sup>

Si bien las algas marinas han formado parte históricamente de las culturas tradicionales, especialmente en Asia, y son parte integral del sustento de las comunidades pesqueras, los monocultivos a gran escala de la industria de las algas marinas ya han provocado una grave degradación ambiental. Algunos de los impactos documentados incluyen: florecimientos algales nocivos,<sup>2</sup> contaminación de los ecosistemas de algas marinas silvestres,<sup>3</sup> poner en peligro los sistemas socioecológicos regionales<sup>4</sup> y otros serios impactos ambientales negativos.<sup>5</sup>

Este nuevo modelo de cultivo de algas a gran escala resulta especialmente preocupante, ya que introduce en el océano nuevas tecnologías no probadas de la llamada “remoción de dióxido de carbono” (CDR, por sus siglas en inglés). Entre ellas se incluyen el hundimiento de algas en las profundidades marinas y la construcción de infraestructuras de “surgencia artificial” para llevar agua de las profundidades oceánicas a la superficie. Tanto el hundimiento de algas como la surgencia artificial son formas de tecnologías de geoingeniería marina, cuyo objetivo es alterar los océanos para mitigar algunos impactos del cambio climático. Por ejemplo: técnicas de fertilización oceánica, blanqueamiento de nubes marinas, modificación de la radiación solar y aumento o mejora de la alcalinidad oceánica. Las técnicas de geoingeniería marina son muy controvertidas debido a que pueden impactar negativamente en el ecosistema oceánico.<sup>6</sup>

La geoingeniería se refiere, en términos generales, a la manipulación tecnológica deliberada y a gran escala de los sistemas de la Tierra. Estas tecnologías se presentan como

una “solución” a la crisis climática, pero en realidad no hacen nada para abordar las causas fundamentales del cambio climático. Como se ha demostrado que las tecnologías de geoingeniería pueden ser muy peligrosas, han sido sometidas a una moratoria global de facto por el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB). Esta moratoria se introdujo por primera vez en 2010 y se reforzó en 2016 y 2024, debido a la preocupación global por los peligros potenciales que estas tecnologías suponen para los ecosistemas y la biodiversidad.<sup>7</sup>

A pesar de la moratoria del CDB y su enfoque de precaución respecto a las actividades de geoingeniería, incluida la geoingeniería marina, varios proyectos comerciales están avanzando con cultivos de algas a gran escala destinados a la remoción de carbono.

Por ejemplo Seafields, una empresa de acuicultura con sede en Reino Unido<sup>8</sup> cuyo objetivo principal es cultivar cantidades masivas de sargazo en el océano para remoción de dióxido de carbono. Su promesa de eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera se basa por completo en la premisa de que las algas son un sumidero de carbono eficaz. Esta afirmación ha sido cuestionada por la comunidad científica, que probado que los ecosistemas de algas marinas, lejos de ser un sumidero de carbono eficaz, podrían emitir carbono.<sup>9</sup> En este escenario, en el que la propia ciencia no se ha decidido sobre el papel de las algas marinas en la mitigación de los impactos del calentamiento global, ¿vale la pena utilizar estas técnicas sabiendo el impacto documentado y el riesgo potencial? Hay varios factores que debemos considerar para responder a esta pregunta.

En primer lugar, estas tecnologías tendrían que implementarse a escala masiva para tener un impacto significativo en el clima. Desde 2021, Seafields ha expandido la producción de algas marinas en el Caribe. Su objetivo es establecer una “giga-granja” en el giro del Atlántico Sur (un gran sistema de corrientes oceánicas rotatorias), abarcando 0.7 millones de km<sup>2</sup>, una superficie casi igual al tamaño de Zambia. La enorme



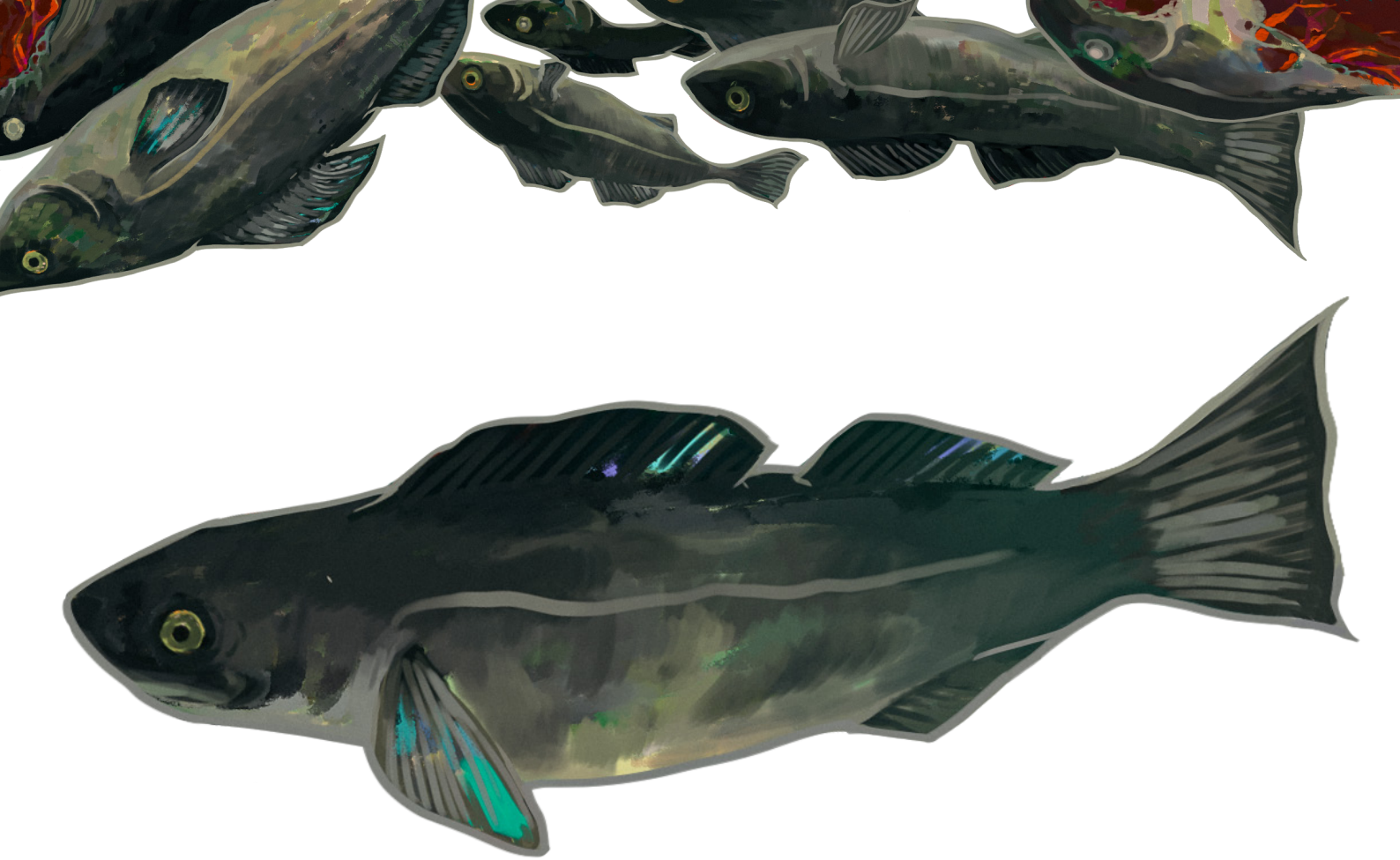
escala de un proyecto de este tipo cubriría una parte significativa de la superficie del océano y también podría alterar el ecosistema oceánico natural. Se ha descubierto que las algas marinas emiten bioaerosoles que pueden actuar como potentes gases de efecto invernadero, y además, el cultivo de algas puede privar de nutrientes a otros organismos como el fitoplancton.<sup>10</sup>

En segundo lugar, el vertido a gran escala de biomasa de algas en el fondo del océano es una propuesta novedosa. Científicos han advertido que se está adelantando tanto a la ciencia como a la ética.<sup>11</sup> Los estudios han demostrado que el vertido a gran escala de biomasa en las profundidades del océano puede alterar la biogeoquímica del océano, afectando negativamente a los organismos bentónicos (de las profundidades del océano). La descomposición de la biomasa de algas marinas crea e intensifica condiciones hipóxicas (bajo nivel de oxígeno), lo que disminuye la tasa de supervivencia de las comunidades bentónicas.<sup>12</sup>

En tercer lugar, el uso de la surgencia artificial —el afloramiento de aguas oceánicas profundas ricas en nutrientes hacia la superficie del océano, con el fin de estimular el crecimiento de macroalgas— introduce riesgos a la ecología oceánica. Uno de ellos es el peligro del “choque de terminación”, una reacción negativa causada por la interrupción abrupta de un cambio en curso. Esto ocurriría si la intervención de surgencia artificial se detuviera repentinamente debido a una falla mecánica, un error humano o un conocimiento incompleto de los datos o de los fenómenos naturales (como tsunamis, tormentas o terremotos). Un evento de este tipo agravaría los efectos que se pretendía mitigar en primer lugar.

Por último, estos efectos adversos sobre el medio ambiente marino tendrían implicaciones sociales y económicas negativas. Los cambios en la red trófica marina y en las poblaciones de peces afectarían al sector pesquero, que proporciona alimentos y empleo a millones de personas en todo el mundo. Afectarían especialmente a las comunidades costeras, pescadores tradicionales o recolectores de algas, que históricamente han dependido de la integridad del océano y lo han cuidado para asegurar sus formas de subsistencia y su futuro como pueblos. Los cultivadores y recolectores de algas, así como las comunidades pesqueras, junto con científicos, académicos y la sociedad civil, han rechazado el enfoque impulsado por el mercado para “proteger” los océanos y han denunciado la mercantilización de los océanos por parte de los intereses empresariales.<sup>13</sup>

A pesar de estas graves preocupaciones, las empresas siguen impulsando la implementación de las llamadas tecnologías de remoción de dióxido de carbono marino (mCDR, por sus siglas en inglés) para sacar provecho del mercado de carbono. Seafields ya ha manifestado su intención de “convertirse en líder mundial” en la generación de “créditos de eliminación de carbono de la más alta calidad”, y promete remover más de una gigatonelada (o mil millones de toneladas métricas) de CO<sub>2</sub> de la atmósfera cada año para 2032. Sin embargo, esta promesa va en contra de la realidad de los créditos de carbono en el mercado del carbono,<sup>14</sup> que han demostrado ser muy poco confiables. Muchas afirmaciones de reducción de carbono han resultado ser erróneas o poco representativas de las reducciones reales de carbono.<sup>15</sup>



Los grandes contaminadores climáticos, incluyendo las empresas de combustibles fósiles, la agroindustria y las grandes empresas tecnológicas, junto con las gigantescas compañías financieras y de gestión de activos, están impulsando el perverso mecanismo de la compensación de carbono porque permite a los contaminadores seguir con sus emisiones con el argumento de que éstas podrían ser “eliminadas” artificialmente después con tecnologías de remoción de dióxido de carbono (CDR).

Si se analiza el panorama general, estas propuestas son extremadamente preocupantes, ya que desvían la atención de las soluciones

reales que buscan reducir las emisiones directamente en su origen. Perpetúan soluciones falsas que permiten a los Estados y las empresas adineradas encubrir sus actividades contaminantes bajo una apariencia ecológica. Un amplio grupo de organizaciones de la sociedad civil ya está presionando para imponer moratorias más estrictas sobre estas tecnologías y está denunciando a esos Estados y empresas por desviar la atención de las soluciones climáticas reales en las negociaciones de la ONU sobre el clima.<sup>16</sup>

A medida que los efectos del cambio climático se vuelven más graves, necesitamos abordar urgentemente las causas fundamentales de la crisis climática con soluciones reales. En lugar de soluciones tecnológicas rápidas que protegen a los contaminadores para que no tengan que rendir cuentas, necesitamos marcos y regulaciones sólidas para la protección ambiental. Debemos garantizar la participación de pueblos indígenas, agricultores, pescadores, pastores, mujeres, jóvenes y otras comunidades marginadas, que serán las más afectadas por el cambio climático, en los procesos de toma de decisiones. Necesitamos respaldar una ciencia sólida y fundamentada que defienda una evaluación holística de las dimensiones sociales, políticas, económicas, ecológicas, éticas y más del cambio climático.

### Recuadro 1.1: Las operaciones de Seafields en el Caribe

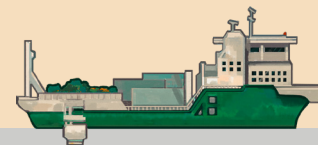
Desde 2021, Seafields cultiva especies invasoras de sargazo en múltiples ubicaciones, incluidas las costas de San Vicente y las Granadinas y México. Antes habían intentado establecer granjas en el estrecho de Fram y frente a la costa sur del Reino Unido, pero estos proyectos fueron cancelados.<sup>17</sup> Además de vender créditos de carbono, Seafields planea extraer “productos valiosos” del sargazo para abastecer a la industria de los biocombustibles, como biofertilizantes, bioplásticos y biocombustibles. Lanzaron su proyecto afirmando que abordaría el problema del exceso de sargazo que llega a las playas, una crisis vinculada al Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB, por sus siglas en inglés) que afecta a las regiones costeras del Atlántico, el Caribe y el Golfo de México (más información en el Recuadro 1.2). Su objetivo es escalar sus actividades tan pronto como se haya establecido una fuente de ingresos de la venta de créditos de carbono y productos a base de algas marinas.

En el Caribe, Seafields tiene la intención de escalar la producción de algas marinas por etapas. La empresa pretende completar estas operaciones para finales de 2030 y afirma que establecerá granjas a gran escala desde 2026. Sus planes incluyen lo siguiente:

- Para cumplir con su compromiso de abordar el problema del exceso de sargazo que llega a las playas desde el Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico, instalarán cinco barreras de mil metros cuadrados (un total de 5,000 m<sup>2</sup>) en el océano para capturar el sargazo. El sargazo capturado será transportado posteriormente a sus diversos socios de la industria de los biocombustibles.
- Al mismo tiempo, aumentarán la producción de sargazo estableciendo 60 parcelas (granjas modulares) que cubrirán un área de 60,000 m<sup>2</sup> para mantener el suministro. Estas granjas se construirán tanto en zonas cercanas a la costa como en alta mar.
- A medida que sus operaciones se expandan, ampliarán las granjas costeras hasta alcanzar los 360,000 m<sup>2</sup>, con planes de llegar a los 10,000 km<sup>2</sup> (aproximadamente el mismo tamaño que Jamaica), y afirman que esto reducirá 100 megatoneladas de CO<sub>2</sub>.
- Finalmente, para 2030 establecerán una “giga-granja” en el giro del Atlántico Sur, que consistirá en componentes de granjas modulares que cubrirán un área de aproximadamente 0.7 millones de kilómetros cuadrados, con una implementación de surgencia artificial en mar abierto para alimentar con nutrientes a esta gigantesca granja.<sup>18</sup>
- Seafields también ha iniciado sus experimentos de hundimiento de biomasa en el Caribe. En 2024, desplegaron fardos de sargazo frente a las costas de Barbados en el marco de su proyecto SeaSINC. SeaSINC es un proyecto de hundimiento de biomasa en colaboración con el National Oceanography Centre (NOC), Integrated Environmental Solutions y el Centro de Manejo de Recursos y Estudios Ambientales de la Universidad de las Indias Occidentales (UWI-CERMES, por sus siglas en inglés).<sup>19</sup> Estos experimentos se llevaron a cabo en dos sitios: uno a mil metros de profundidad y otro a 4 mil metros, ambos dentro de la Zona Económica Exclusiva de Barbados. El Sitio 1 se encuentra frente a la costa occidental de Barbados, mientras que el Sitio 2 está más al sureste.<sup>20</sup> Las evaluaciones de referencia para estos ensayos se llevaron a cabo desde los buques de investigación RRS James Cook y RRS Discovery, con el apoyo de especialistas en aguas profundas del NOC.<sup>21</sup>

Su infraestructura de acuicultura en alta mar incluye: corrales flotantes con una “tecnología de barrera”; tecnologías de monitoreo (incluyendo GPS y drones equipados con sensores) que rastrean sus granjas; drones acuáticos eléctricos para recolectar la biomasa; y un barco donde se recolecta el sargazo y se extraen “productos valiosos”.

Seafields no ha proporcionado más detalles sobre si ha realizado ensayos de surgencia artificial. Cualquier implementación de tecnologías de surgencia artificial requiere la instalación de grandes infraestructuras, como tuberías que van a cientos de metros de profundidad y plataformas flotantes para la infraestructura energética necesaria.



# LA EXPANSIÓN DEL CULTIVO DE ALGAS

## LOS MONOCULTIVOS DE ALGAS EN GRAN ESCALA PUEDEN AMENAZAR LA ECOLOGÍA MARINA EN EL CARIBE

Si bien es bien conocido el potencial de las algas marinas para absorber CO<sub>2</sub>, su capacidad para secuestrarlo de forma permanente ha sido exagerada por los promotores del cultivo industrial de algas marinas con el fin de respaldar sus planes de expansión. De hecho, un estudio reciente ha desmentido esta afirmación, demostrando que el carbono liberado por los ecosistemas de algas podría alcanzar las 150 toneladas por km<sup>2</sup> cada año. Además, el comportamiento de las algas marinas es importante en relación con otros organismos y con toda la biogeoquímica del océano. La expansión de las algas marinas puede afectar a otros organismos y a la capacidad natural del océano para secuestrar carbono.<sup>22</sup> Algunos de estos impactos incluyen:

**Impactos en otros organismos, como el plancton y los corales:** Las algas marinas consumen nitrógeno y fósforo de las aguas circundantes. Una población de algas en expansión privaría de estos nutrientes a otros organismos, como las microalgas o el fitoplancton, que son la mayor fuente mundial de oxígeno. En última instancia, podría reducir la actividad de las microalgas, anulando parte del secuestro de carbono logrado por las algas.<sup>23</sup> Las algas también producen compuestos que se ha observado que inhiben el crecimiento de los corales.<sup>24</sup>

**Alteración de la biogeoquímica del agua y disminución de los niveles de oxígeno:** Las algas marinas caen de forma natural al fondo marino, pero la introducción de grandes

cantidades de biomasa en descomposición aumentaría los niveles de carbono y crearía condiciones de bajo nivel de oxígeno (hipoxia) en la zona. Esto tendría un impacto negativo en los ecosistemas bentónicos, reduciendo su capacidad de sobrevivir. Las algas que descienden también podrían transportar contaminantes y compuestos nocivos desde la superficie del océano hacia las profundidades marinas.<sup>25</sup>

**Impacto en el clima y el tiempo:** Se sabe que los ecosistemas de algas producen bromoformo y otros gases, como los halometanos, que contribuyen al agotamiento de la capa de ozono. Es probable que el cultivo de algas a gran escala provoque un aumento en la emisión de estos gases.<sup>26</sup>

**Aumento de la absorción de calor de los océanos:** La presencia de grandes cantidades de macroalgas en la superficie disminuye el albedo del océano (su capacidad natural para reflejar la luz solar), lo que resulta en una menor reflexión de la luz solar y una mayor absorción de calor por parte de las aguas superficiales.<sup>27</sup>

**Impacto en las comunidades oceánicas debido a la sombra:** La instalación de grandes granjas en la superficie del océano impedirá que la luz llegue a los lechos de algas marinas y a las praderas marinas. La sombra sobre el lecho marino también afecta a comunidades biológicas naturales como los corales.<sup>28</sup>

Seafields justifica la expansión de sus granjas insistiendo en otra afirmación de los promotores de las algas marinas industriales: que las granjas artificiales de algas marinas proporcionan “servicios ecosistémicos” al servir de hábitat para la vida marina. Una encuesta realizada a más de 20 expertos, junto con una revisión de casi 300 artículos de investigación, encontró poca evidencia de estos beneficios.<sup>29</sup> Las granjas industriales creadas artificialmente no desempeñan la misma función que los ecosistemas naturales de algas marinas, al igual que las prácticas de reforestación no pueden reemplazar el papel ecológico de los bosques naturales. Los ecosistemas naturales de sargazo desempeñan un papel crucial en el medio ambiente oceánico, pero es probable que la introducción de especies comerciales de sargazo tenga consecuencias ecológicas y económicas negativas.<sup>30</sup>

Uno de los impactos ecológicos más serios que pueden tener las granjas de algas artificiales es la introducción de especies invasoras de algas en el ecosistema natural. Seafields cultiva el sargazo invasor (tanto *fluitans* como *natans*) en zonas costeras y mar adentro, lo que puede amenazar a las especies nativas de sargazo. El sargazo introducido con fines comerciales puede invadir los ecosistemas de algas nativas y de pastos marinos naturales, que tienen poca resistencia natural a las especies comerciales. Con la disminución de la resistencia de los ecosistemas naturales a lo largo del tiempo, esto podría conducir a una mayor propagación del sargazo invasivo. La ciencia marina predice que, si continúa la introducción de algas comerciales en el medio marino, tendrán un impacto ecológico importante en la biodiversidad del océano en el futuro.<sup>31</sup>

El cultivo industrial de algas marinas también es vulnerable a brotes de enfermedades y plagas que pueden afectar a las poblaciones naturales de algas. Seafields afirma que las algas de sus granjas no se escaparán gracias a su “tecnología de barrera”, pero no ha realizado un análisis completo de los riesgos de escape en el contexto de enfermedades y proliferación de plagas que pueden dañar a otras especies marinas.<sup>32</sup> Además, la infraestructura necesaria para las operaciones de cultivo masivo de algas puede obstruir y perturbar la vida marina tanto durante la construcción como a lo largo de su uso.

El cultivo de algas es más viable en las zonas costeras, y es probable que las operaciones de Seafield se concentren cerca de las costas o en ellas. Las zonas costeras son áreas de alta biodiversidad que ya están sometidas a presiones por muchos proyectos costeros y oceánicos, tales como proyectos de hidrocarburos (conocidos como “proyectos de economía azul”), extracción de minerales, turismo y actividades militares.<sup>33</sup> Además, las zonas costeras no están deshabitadas: son la base del sustento y las prácticas culturales de pescadores tradicionales, y están en el corazón de las prácticas sociales, culturales, tradicionales y religiosas, así como de las formas de vida y subsistencia.<sup>34</sup> El establecimiento de tales granjas puede entrar en conflicto con las formas locales existentes de gobernanza de los recursos y los mecanismos de utilización, lo que plantea preocupaciones en materia de derechos humanos para las comunidades costeras tradicionales.

Seafields tiene planes de ampliar sus operaciones en el Caribe, lo que intensificaría y agravaría el grave problema ambiental que supone el exceso de sargazo varado en las costas y las aguas costeras. Cada año, este problema afecta enormemente a la vida marina y a la subsistencia de los pescadores locales, con implicaciones tanto para el medio ambiente como para la salud humana.<sup>35</sup>

Seafields pretende mantener un suministro de sargazo durante todo el año para la industria relacionada con las algas, lo que les obligaría a producir hasta 300 millones de toneladas de sargazo al año.<sup>36</sup> A modo de comparación, el pico anual de la Gran Floración de Sargazo del Atlántico (una floración masiva de sargazo que se extiende desde África Occidental hasta el Golfo de México) produce 14 millones de toneladas de sargazo. Esto significa que Seafields necesitaría producir una cantidad de biomasa 15 veces mayor para cumplir con su cuota anual de un gigatonelada de secuestro de CO<sub>2</sub>.

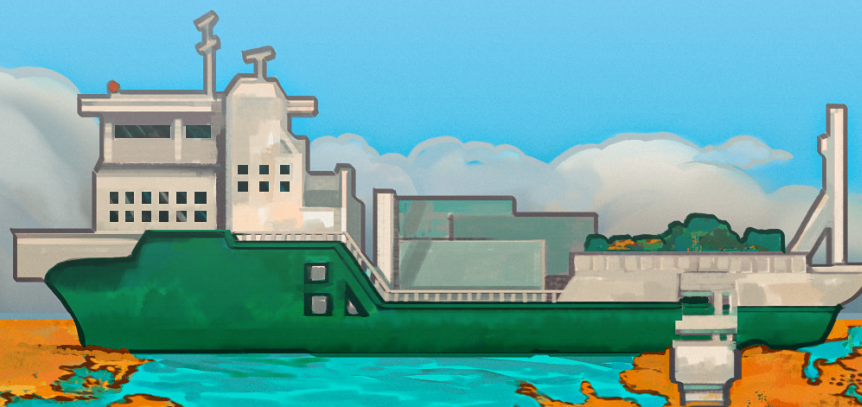
Si bien estas cifras son todavía hipotéticas, el objetivo de Seafields de abordar el problema del exceso de sargazo cultivando más sargazo es una táctica peligrosa disfrazada de “solución”. Esto desvía la atención de las soluciones reales para resolver la crisis del sargazo y, si llegara a implementarse en el futuro, conduciría a una exacerbación desastrosa de la crisis ambiental en curso en el Caribe.

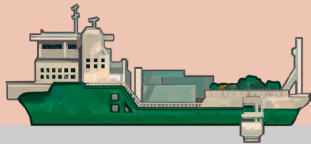
### Recuadro 1.2: El Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico y sus impactos en la ecología humana

El Caribe experimenta afluencias estacionales de sargazo procedente del Mar de los Sargazos. Sin embargo, en los últimos años se ha formado en el océano Atlántico una proliferación de sargazo sin precedentes denominada Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB, por sus siglas en inglés). El exceso de sargazo del GASB que llega a las costas está causando una grave degradación ambiental. La crisis ha tenido un impacto negativo en los ecosistemas marinos, como las praderas de pastos marinos, los peces, los organismos bentónicos, los corales y otras formas de vida marina.<sup>37</sup> La salud humana también se ha visto afectada, ya que la producción de sulfuro de hidrógeno y amoníaco a partir de la descomposición de las algas causa problemas cardiovasculares y neurológicos.<sup>38</sup> También ha afectado significativamente las formas de subsistencia de las poblaciones costeras, especialmente las comunidades pesqueras que enfrentan mayores dificultades para acceder al mar.

El GASB pesaba aproximadamente 5.5 millones de toneladas métricas en 2023, abarcando un área de 8,000 km<sup>2</sup> y extendiéndose desde las aguas de África Occidental hasta el Golfo de México. Se ha descubierto que el GASB tiene menos biodiversidad en comparación con el Mar de los Sargazos, del cual es distinto.<sup>39</sup> En junio de 2023, científicos del Instituto Oceanográfico Harbor Branch de la Universidad Atlántica de Florida emitieron una advertencia sobre la presencia de la bacteria *Vibrio* carnívora en las macroalgas, lo que representa un riesgo para la fauna silvestre y los seres humanos.<sup>40</sup>

Anteriormente se creía que este nuevo fenómeno era el resultado de la escorrentía de nutrientes procedentes del Amazonas, junto con los procesos naturales de afloramiento que tienen lugar en las aguas de África Occidental. Más recientemente, las investigaciones han permitido comprender mejor el fenómeno y realizar una nueva evaluación de sus múltiples causas: la contaminación global, la deforestación a lo largo de las riberas de los ríos, la escorrentía de fertilizantes de los campos y el vertido de aguas residuales y de alcantarillado al océano, entre otras.<sup>41</sup>





# SURGENCIA ARTIFICIAL

## UNA TECNOLOGÍA NO PROBADA PUEDE PROVOCAR EL CAOS EN EL OCÉANO

Seafields tiene la intención de utilizar la surgencia artificial en sus granjas de mar abierto, específicamente en su "giga-granja". Seafields está adaptando la teoría oceanográfica de Henry Stommel de 1956, basada en el concepto de "fuente de sal perpetua".<sup>42</sup> Fabricarán "tubos diseñados a la medida" para manipular la circulación oceánica combinando movimientos de surgencia y hundimiento. Actualmente no hay datos disponibles públicamente sobre si ya han realizado experimentos en mar abierto.

El afloramiento o surgencia en el océano es un fenómeno oceánico natural, en el que el agua fría rica en nutrientes y diversos gases de las profundidades del océano, incluyendo el CO<sub>2</sub>, son impulsados hacia la superficie del océano y hacia la atmósfera. La surgencia artificial es la imitación de este proceso y requiere una gran cantidad de infraestructura, incluyendo tuberías que alcanzan cientos de metros de profundidad en el océano y fuentes de energía adecuadas para mantener la maquinaria en funcionamiento.<sup>43</sup>

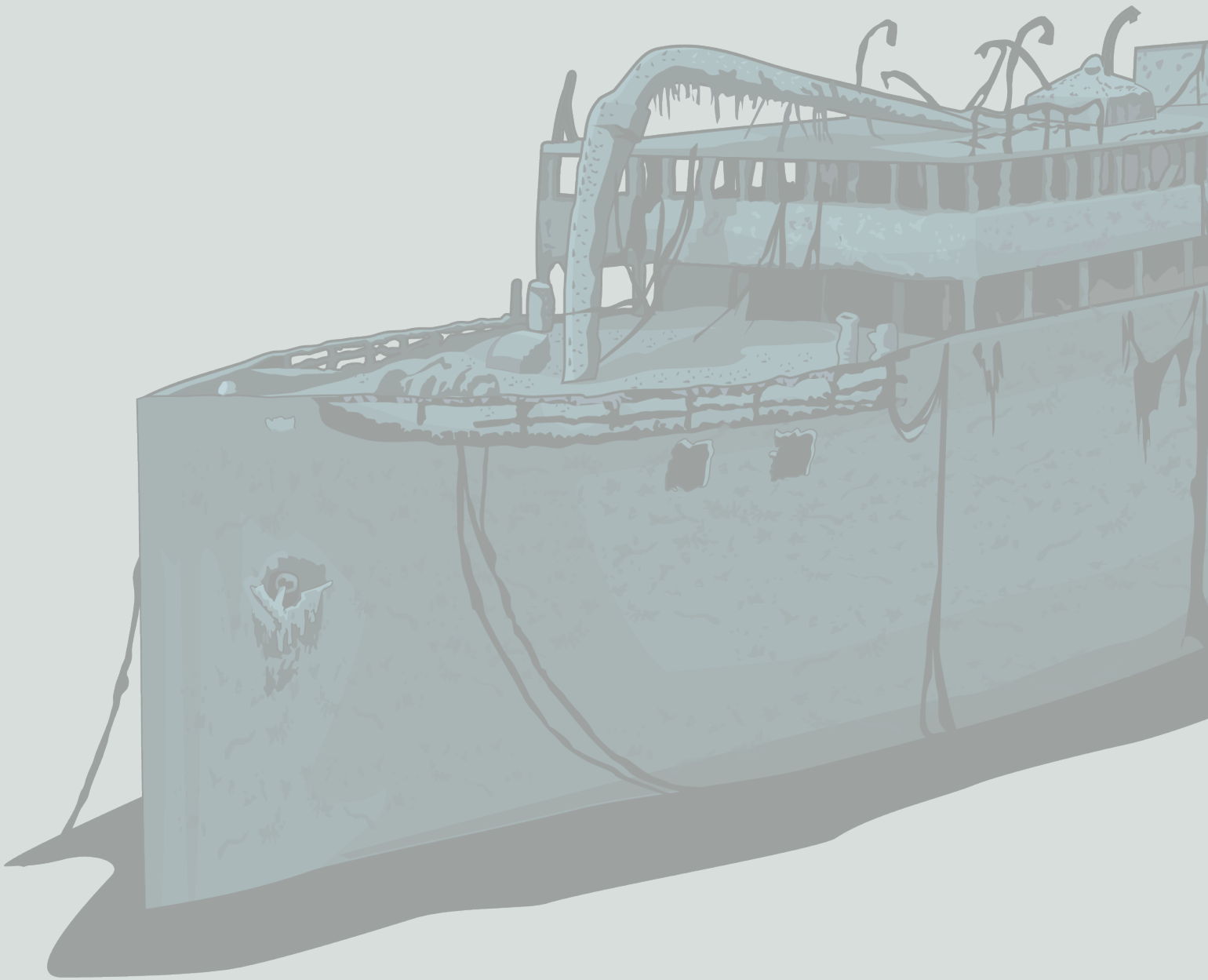
La surgencia artificial es, en el mejor de los casos, un enfoque teórico. Bombear artificialmente agua de las profundidades del océano con el fin de proporcionar nutrientes a las granjas de algas puede tener consecuencias negativas. En primer lugar, la surgencia artificial sólo redistribuye nutrientes, gases y calor. Por lo tanto, cualquier afirmación de que se captura carbono de la superficie del océano y se almacena en las profundidades es meramente especulativa. El agua que aflora también transporta carbono inorgánico disuelto desde las profundidades del océano hacia la superficie, no sólo nutrientes. Además, aunque los nutrientes adicionales pueden impulsar un

mayor crecimiento de las plantas, su descomposición final en el océano consume una gran cantidad de oxígeno, lo que puede provocar desoxigenación y, en última instancia, dañar la vida marina.<sup>44</sup>

La surgencia artificial puede enfriar temporalmente las aguas superficiales al llevar hacia arriba agua más fría y profunda. Cuando el afloramiento se detiene, cualquier carbono almacenado en el océano se libera rápidamente, lo que da lugar a un aumento neto del calentamiento oceánico.<sup>45</sup> Modelos de computadora ejecutados en Kiel, Alemania, indicaron que la surgencia artificial contribuiría poco a enfriar los océanos y podría tener un impacto negativo en la salud general del océano.<sup>46</sup> También se espera que la surgencia artificial altere la circulación oceánica, lo que puede cambiar los patrones climáticos.<sup>47</sup>

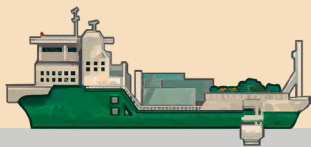
Durante los últimos 50 años, las tecnologías de surgencia artificial se han probado en laboratorios y en campo, pero las pruebas a pequeña escala sólo han tenido un éxito limitado. Las bombas eléctricas son demasiado caras para ser viables, mientras que los sistemas que utilizan diferencias de temperatura o salinidad han resultado ineficaces.<sup>48</sup> En cualquier caso, la tecnología de surgencia artificial tendría que implementarse en una gran extensión del océano para tener algún impacto en el clima global, y tal implementación podría alterar la biogeoquímica del océano y provocar consecuencias imprevistas o indeseadas.<sup>49</sup>

Grupos de expertos y científicos especializados en el medio ambiente marino han advertido sobre los posibles riesgos de esta tecnología y han planteado serias dudas sobre su potencial para el secuestro de carbono. El



Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Ambiente Marino (GESAMP, por sus siglas en inglés), que asesora al sistema de las Naciones Unidas para que base su labor en fundamentos científicos sólidos, ha señalado graves riesgos ambientales y sociopolíticos relacionados con la surgencia artificial.<sup>50</sup> Han pedido un enfoque precautorio para el despliegue de tecnologías de geoingeniería climática, que incluyen la surgencia artificial, no sólo por los riesgos potenciales, sino porque aún no se han demostrado los beneficios promocionados por las

industrias marinas.<sup>51</sup> También advierten que la combinación de surgencia artificial y cultivo de algas intensificará los riesgos mencionados anteriormente para la vida marina, la pesca, el medio ambiente y el bienestar sociopolítico.<sup>52</sup> Cambios tan significativos en el océano tendrán un impacto en la producción de alimentos terrestres y posibles efectos transfronterizos. La producción mundial de pescado se verá afectada y los pescadores tradicionales y las comunidades costeras que dependen de un océano saludable para su sustento serán los más gravemente afectados.



# HUNDIMIENTO DE ALGAS



## AMENAZA PARA LA BIODIVERSIDAD DE AGUAS PROFUNDAS

En el marco del proyecto SeaSINC, Seafields ha estado realizando pruebas de hundimiento de fardos de sargazo cerca de Barbados, a profundidades de mil y 4 mil metros, dentro de la Zona Económica Exclusiva del país. Aunque se presentan como una iniciativa de investigación, estas pruebas tienen como objetivo allanar el camino para que Seafields y otras compañías puedan implementar estas tecnologías con fines comerciales.

El hundimiento de algas marinas en las profundidades del mar con fines de almacenamiento de carbono es una técnica sin demostrar, impulsada principalmente por los promotores de la industria de las algas marinas. Verter algas marinas en las profundidades del océano no es una solución ni ecológica ni ética para la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono.

A la luz de la insuficiencia de pruebas que demuestren beneficios tangibles para el clima o el medio ambiente, académicos y científicos marinos han advertido que las propuestas para hundir algas marinas se están adelantando prematuramente y plantean importantes preocupaciones éticas. Tales iniciativas no están en sintonía con el progreso necesario de la investigación científica y, de hecho, se están adelantando a ella.<sup>53</sup> Además, nuestro conocimiento del fondo marino es muy limitado, ya que sólo el 5% del lecho marino ha sido explorado a detalle por los seres humanos.<sup>54</sup>

El vertido de biomasa en una amplia zona del océano alteraría sin duda la biogeoquímica de la zona. El aumento de nutrientes debido a la degradación de la materia orgánica en las columnas de agua reduciría los niveles de

oxígeno, lo que crearía condiciones hipóxicas, afectando negativamente a los organismos de la zona. También se liberarían otros gases nocivos, como el sulfuro de hidrógeno, el metano y el óxido nitroso.<sup>55</sup>

El peor impacto del hundimiento de las algas se produciría en las profundidades marinas, ya que el depósito de fardos de sargazo en el lecho marino introduciría materia orgánica en un entorno típicamente pobre en alimentos, alterando el ecosistema existente. La asfixia de la fauna bentónica (los organismos que viven en el fondo del océano) sucedería como resultado de la pérdida de oxígeno y la liberación de gases nocivos.<sup>56</sup>

Es probable que las alteraciones en la composición física y biogeoquímica del océano también reducirían la biodiversidad. Esto modificaría la composición, la densidad y la biomasa general de la vida marina. Los organismos infaunales —aquellos que viven en el lecho marino— serían exterminados por completo en los lugares donde se acumularan los residuos de macroalgas. También se crearía un entorno propicio para especies oportunistas de rápido crecimiento que prosperan gracias a la materia orgánica, las cuales podrían volverse más dominantes y remodelar las redes tróficas locales.<sup>57</sup>

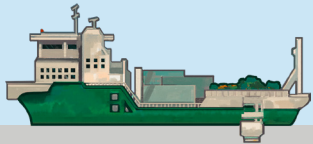
Para justificar la propuesta de hundir algas en el océano, Seafields argumenta que los países del Caribe ya están vertiendo algas en vertederos, lo que genera emisiones de gases de efecto invernadero y afecta al clima. Sin embargo, trasladar el vertido de biomasa de la tierra al océano no resuelve el problema —solamente lo traslada al océano.

### Recuadro 1.3: La geoingeniería marina combinada con otros remiendos tecnológicos

Los proyectos de biocombustibles de Seafields son una forma de generar fondos para su tecnología de geoingeniería marina. Sin embargo, su afirmación de que “cuando nuestros socios lo convierten en biocombustibles y bioplásticos, sustituimos la necesidad de combustibles fósiles” no garantiza que vaya a desplazar a otras fuentes perjudiciales para el clima. El argumento de que “reemplazará” a los combustibles fósiles carece de fundamento, ya que la producción mundial de combustibles fósiles en 2024 se calculó en 37 mil 400 millones de toneladas, un 0.8 % más que en 2023.<sup>58</sup>

El biocombustible en sí mismo no es una forma de combustible “limpia” o “justa”. La expansión de los agrocombustibles (biocombustibles procedentes de la agricultura y la silvicultura) en todo el mundo ha dado lugar a la pérdida de bosques y a una agricultura más intensiva, lo que ha llevado al uso de fertilizantes sintéticos y a la expansión de las plantaciones de monocultivo. Los biocombustibles producidos a partir de palma y soja han provocado una deforestación masiva y tienen impactos ambientales y climáticos significativos, incluyendo emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero. También tienen un impacto catastrófico en la seguridad alimentaria, ya que el aumento de la demanda para la producción de biocombustibles impulsa la demanda de cultivos alimentarios y forrajeros y, en última instancia, conduce a un aumento de los precios de los alimentos, tanto a corto como a largo plazo.<sup>59</sup>

Además, es probable que la descomposición a gran escala de la biomasa de algas —por ejemplo, mediante biorrefinerías que convierten las algas marinas en valiosos bioproductos industriales— dependa de biotecnologías de alto riesgo. Este proceso también exigirá el desarrollo de una amplia cadena de suministro para recolectar, secar, procesar y transportar las algas marinas. Además, existe una gran probabilidad de que las biorrefinerías se ubiquen en alta mar para minimizar las distancias de transporte, lo que podría introducir nuevas amenazas para el ecosistema marino y ejercer una presión aun mayor sobre las zonas costeras.<sup>60</sup>



# SEAFIELDS Y LA "PANDILLA DE LA GEOINGENIERÍA"

El *lobby* o "pandilla" de la geoingeniería es un grupo de científicos, en su mayoría con sede en Europa occidental y América del Norte, que suelen contar con el apoyo de filantropistas y que promueven propuestas de geoingeniería como respuesta al cambio climático y otros problemas ambientales.<sup>61</sup> Las iniciativas científicas de Seafields forman parte de este círculo de filantropía e investigación financiada.

Al frente de Seafields se encuentra su científico jefe, Victor Smetacek, investigador del Centro Helmholtz de Investigación Polar y Marina del Instituto Alfred Wegener (AWI) en Bremerhaven, Alemania.<sup>62</sup> En 2009, Smetacek codirigió uno de los mayores experimentos de fertilización oceánica con hierro del mundo, LOHAFEX, en el Océano Austral. LOHAFEX fue cancelado tras la fuerte oposición de grupos de la sociedad civil y del Ministerio de Medio Ambiente alemán,<sup>63</sup> y se informó de un impacto insignificante en el CO<sub>2</sub> atmosférico de las tecnologías que se probaron.

Seafields también forma parte de una industria más amplia de remoción de dióxido de carbono marino (mCDR, por sus siglas en inglés), que ejerce presión a favor de la investigación y el uso de técnicas de geoingeniería en el océano:

- Seafields está afiliada a Ocean Visions, una iniciativa de colaboración entre varias universidades e instituciones de Estados Unidos que, desde 2021, ha elaborado hojas de ruta para la remoción de CO<sub>2</sub> en el océano, con el fin de acelerar el desarrollo y las pruebas de geoingeniería marina.<sup>64</sup> Ocean Visions brinda apoyo financiero y técnico a empresas de geoingeniería marina, entre ellas Seafields.<sup>65</sup>
- En 2022, Seafields participó en un grupo de trabajo de Ocean Visions enfocado en el **hundimiento de macroalgas para la remoción de CO<sub>2</sub>**. El grupo de trabajo reunió a otros promotores de mCDR, entre ellos Running Tide (ahora desaparecida), Climate Foundation, el Centro Helmholtz de Investigación Polar y Marina del Instituto Alfred Wegener, Phytos y otros.<sup>66</sup>
- La empresa es miembro del **World Ocean Council (WOC)**, una alianza empresarial internacional que promueve la mCDR.<sup>67</sup>

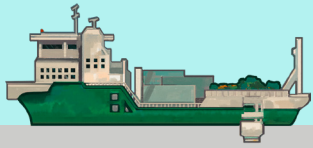
- Seafields es miembro del **Carbon Business Council**, una organización que impulsa el desarrollo del mercado para ampliar las tecnologías de remoción de CO<sub>2</sub>, especialmente aquellas empresas que tienen como objetivo la eliminación de carbono a escala de gigatoneladas.<sup>68</sup>
- Seafields forma parte de la **Coalición Global de Algas del Pacto Mundial de las Naciones Unidas**, que promueve la denominada “Revolución de las Algas” a través de su manifiesto. El grupo promueve escalar el cultivo de algas marinas en alta mar y las prácticas de hundimiento como estrategia para contrarrestar el cambio climático.<sup>69</sup>
- **El proyecto RETAKE** (Remoción de CO<sub>2</sub> mediante el aumento de la alcalinidad: potencial, beneficios y riesgos), que estudia el aumento o mejora de la alcalinidad del océano por la adición de harina de roca alcalina al agua de mar.<sup>72</sup>
- AWI también participa en la iniciativa de reducción de carbono Carbdown GmbH, que investiga la meteorización aumentada (un tipo de geoingeniería).<sup>73</sup>

Las actividades de Seafields en el Caribe tienen su origen en investigaciones dirigidas por universidades del Norte Global. Su equipo científico y sus asesores están compuestos en su mayoría por doctores del **Instituto Alfred Wegener (AWI)** de Alemania. El AWI ha participado en otros proyectos de investigación sobre geoingeniería desde 2018,<sup>70</sup> entre los que se incluyen:

- **El proyecto OceanNETS** (Tecnologías de Emisiones Negativas Basadas en el Océano), cuyo objetivo es investigar la viabilidad y el impacto de varios enfoques de geoingeniería marina, con el fin de eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera.<sup>71</sup>

Seafields y el AWI colaboraron en el **proyecto C-CAUSE** (Utilización Química del Carbono a través de la Economía del Sargazo) en 2022. Ese proyecto se propuso promover el cultivo de sargazo en mar abierto como “prueba de concepto”, alegando que podría capturar y verificar la remoción de carbono al mismo tiempo que convertía las algas cosechadas en etanol. Un año después, otra empresa derivada del AWI, Macrocarbon SL, se enfocó en el cultivo y procesamiento de sargazo para la captura de dióxido de carbono y para productos de consumo como el etanol.<sup>74</sup>

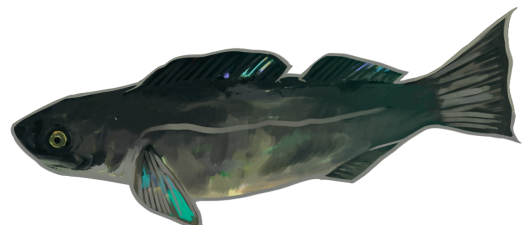
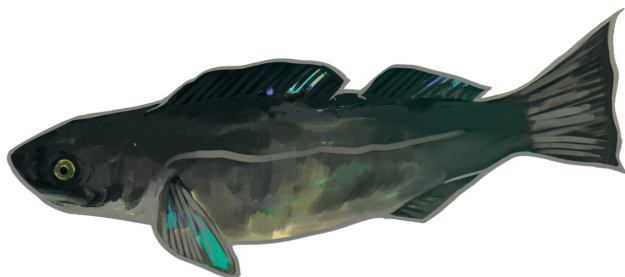
En 2023, el AWI, junto con Seafields y Running Tide Technologies Inc., inició un experimento de varios años en el estrecho de Fram, en el Océano Ártico, en el observatorio Hausgarten del AWI, situado a 150 km al oeste de Spitsbergen.<sup>75</sup> El proyecto tenía como objetivo medir la rapidez con la que se descompone la biomasa terrestre y algal cuando se vierte en el fondo marino.

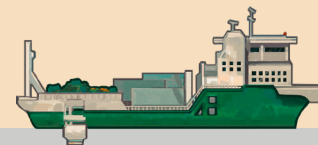


# FINANCIAMIENTO E INVERSORES

La principal fuente de financiamiento de Seafields es el *crowdfunding*, (financiamiento abierto al público) con apoyo adicional de institutos de investigación en forma de subvenciones. También reciben un apoyo significativo para sus pruebas y ensayos por parte de organismos de fondos nacionales tanto del Reino Unido como de Alemania. La información disponible indica que:

- El total de inversiones reveladas desde 2020 ascendió a 693 mil dólares estadounidenses.<sup>76</sup>
- En 2023, su campaña de *crowdfunding* recaudó entre 63 mil y 65 mil dólares estadounidenses a través de una plataforma con sede en el Reino Unido llamada Crowdcube.<sup>77</sup>
- Innovate UK, que forma parte de la agencia nacional de financiamiento UKRI (Investigación e Innovación del Reino Unido), otorgó una subvención de 250 mil libras esterlinas a Seafields en 2023. Esta subvención se destinó directamente a pruebas con tubos de surgencia artificial que se llevaron a cabo en el Reino Unido. El momento, alcance, ubicación y duración de los experimentos aún no se han hecho públicos.<sup>78</sup>
- La Alta Comisión Británica en el Caribe cofinanció el proyecto SeaSINC en Barbados.<sup>79</sup>
- El proyecto de Seafields en la Isla de Quatre (parte del proyecto más amplio C-CAUSE) está financiado por la Agencia Federal Alemana para Innovaciones Disruptivas SPRIN-D, que aporta alrededor de 600 mil euros.<sup>80</sup>
- Ocean Visions ha brindado apoyo financiero y técnico desde 2022.
- Entre 2021 y 2022, los fundadores, amigos, familiares e inversores ángeles aportaron a Seafields un total de 1.17 millones de dólares estadounidenses. Para marzo de 2025, la empresa había recaudado 3.9 millones de dólares a través de subvenciones, capital y deuda. Su última ronda de financiamiento ya ha atraído a más de 140 inversionistas, lo que ha generado 226 mil dólares hasta el momento.<sup>81</sup>
- Seafields también se ha unido al grupo Tech Nation, una aceleradora de empresas emergentes que brinda apoyo directo en la recaudación de fondos, la captación de clientes multinacionales y la promoción de políticas climáticas por parte de empresas "mentoras" como Google, HSBC Innovation Banking y la Universidad de Oxford.<sup>82</sup>
- En 2024, Seafields ganó el premio a la *startup* del año en la primera edición de los SeedLegals Awards, obteniendo un premio de inversión de 25 mil libras esterlinas. Este premio en efectivo fue igualado por un "inversor ángel", lo que elevó el total a 50 mil libras esterlinas.<sup>83</sup>
- Otros patrocinadores y socios incluyen a CarbonWave, Coldplay y JustCarbon.





# SOLUCIONAR LA CRISIS CLIMÁTICA



## ¿O LUCRAR EN EL MERCADO DEL CARBONO?


Desde sus inicios, Seafields se propuso vender créditos de carbono a los contaminadores, prometiendo que produciría “créditos de remoción de carbono de la más alta calidad...” Seafields, al igual que otras empresas emergentes dedicadas a los créditos de carbono, espera obtener ganancias de los nuevos proyectos de “carbono azul”, en los que el océano se considera ahora la nueva frontera para la expansión de los mercados de carbono.<sup>84</sup> Seafields apuesta por el crecimiento exponencial del mercado voluntario de carbono, que en 2022 se pronosticaba que crecería hasta alcanzar entre 10 mil y 40 mil millones de dólares para 2030.<sup>85</sup> Sin embargo, actualmente el mercado voluntario de carbono atraviesa una transición en medio de agitaciones políticas, cambios normativos y una demanda de créditos de carbono de mayor calidad.<sup>86</sup>

Una falla importante de este modelo de negocio es la posibilidad de que los créditos de carbono no funcionen —es decir, que no mitiguen los efectos de la contaminación ni aborden las causas fundamentales del cambio climático. Esto ya se ha observado en el caso de los créditos de carbono relacionados con la tierra, donde se descubrió que la compensación de carbono (un tipo de mecanismo del mercado de carbono) en estos métodos de remoción

de dióxido de carbono no reduce emisiones. Investigadores y activistas climáticos que examinan esquemas de compensación de carbono como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la ONU han descubierto, a través de múltiples estudios de caso, que estos enfoques de hecho han llevado a mayores emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Encontraron que la expansión del MDL había canalizado más fondos hacia proyectos de energía de combustibles fósiles.<sup>87</sup> Los ecosistemas terrestres simplemente no pueden “compensar” o “neutralizar” las emisiones producidas por la extracción, el procesamiento y la quema de combustibles fósiles.<sup>88</sup>

Además de las graves incertidumbres científicas y las consideraciones éticas en torno a los proyectos de carbono azul, existen obstáculos financieros y legales que incluso los promotores del mercado del carbono se apresuran a señalar.<sup>89</sup> Aun con toda esta incertidumbre impulsan los programas voluntarios de carbono.

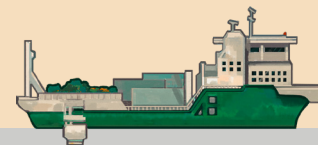
La reputación y la integridad de las tecnologías de contabilidad del carbono también están siendo cuestionadas. Verra,<sup>90</sup> uno de los mayores agentes de comercio voluntario de carbono del mundo, ha publicado la primera metodología de compensación de “carbono



azul” y está desarrollando metodologías de créditos que abarcan el cultivo, la restauración y el hundimiento de algas marinas.<sup>91</sup> Los comerciantes de créditos de carbono y los consultores en metodología de créditos de carbono tienen un incentivo económico para presentar las tecnologías de secuestro de carbono como un hecho científico establecido, incluso cuando no están probadas y carecen de suficiente investigación. De hecho, en 2023 una investigación reveló que el 90% de los créditos de compensación de carbono de selvas tropicales de Verra no representan créditos de carbono reales, sino que son créditos “fantasma” creados a partir de metodologías dudosas y no representan secuestro real de carbono.<sup>92</sup>

Actualmente, los créditos de carbono “azul” constituyen una gota en el océano del mercado voluntario de carbono. Los elevados costos de implementación y las barreras técnicas han resultado desfavorables para que los promotores de la industria puedan expandirse ampliamente en el océano. El año pasado, Running Tide anunció el cierre de sus operaciones, que ya se encontraban en una fase bastante avanzada, alegando la falta de demanda de créditos de carbono en el mercado voluntario.<sup>93</sup> En lo que respecta a las algas marinas, los créditos incurrirían en costos exorbitantes de unos 17 mil dólares estadounidenses por tonelada de CO<sub>2</sub>, comparados con 2-11 dólares por secuestro forestal.<sup>94</sup> En 2022, Seafields anunció que se asociaría con JustCarbon para vender créditos de carbono, pero sus planes de venderlos a principios de 2024 no se han concretado.<sup>95</sup>

Si bien este tipo de remiendos tecnológicos motivados por el lucro pueden ser promovidos como “soluciones” climáticas por sus desarrolladores e inversionistas, la realidad es que no se ha demostrado que capturen y secuestren el carbono de manera permanente. Tampoco abordan las causas fundamentales del cambio climático, como la quema de combustibles fósiles, que siguen contribuyendo a la crisis climática.



# MARCO REGULATORIO

## REGLAMENTOS QUE ABARCAN EL CULTIVO DE ALGAS MARINAS PARA LA REMOCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

La industria de las algas marinas y sus aliados están utilizando la plataforma de la CMNUCC — en específico, los Diálogos sobre el Clima— para impulsar la remoción de CO<sub>2</sub> basada en las algas marinas, a pesar de que no se ha demostrado que estos métodos remuevan de forma permanente el carbono de la atmósfera. En virtud del artículo 4 de la CMNUCC, el Acuerdo de París se ha convertido en la plataforma para los debates sobre la remoción de carbono y el mercado del carbono. El Acuerdo de París no legitima el despliegue de tecnologías de geoingeniería, pero su uso de términos como “remociones” abre la puerta abierta para que los promotores de la geoingeniería desarrollen un marco para las tecnologías de remoción de CO<sub>2</sub> (CDR, por sus siglas en inglés). En 2024, el artículo 6.4 del Acuerdo de París estableció un marco para un nuevo mercado global de carbono con un Órgano de Supervisión del artículo 6.4 para estudiar y hacer propuestas sobre técnicas de CDR. Se sugirieron numerosas tecnologías de geoingeniería, incluyendo la geoingeniería marina, en su mayoría por parte de empresas. Sin embargo, la aceptación de estas tecnologías para su uso en relación con los mercados de carbono contravendría la reafirmación de la moratoria del CDB de 2024.<sup>96</sup>

Además, el cultivo de algas marinas para la remoción de CO<sub>2</sub> marino (mCDR, por sus siglas en inglés) no carece de gobernanza, como sugieren a sus promotores. Existen muchos marcos normativos internacionales que pueden regularlo.

### **CBD, Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica**

A medida que las empresas presionan para impulsar el cultivo de algas a gran escala con

fines de CDR, el CDB podría convertirse en una plataforma importante para supervisar la regulación precautoria de la industrialización de las algas y el impacto que tiene en la biodiversidad. Los objetivos 4, 5 y 6 del Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal (aprobado en 2022) hacen hincapié en la diversidad genética, el uso sostenible de las especies silvestres y los riesgos de las especies invasoras.<sup>97</sup>

Además, el CDB lleva desde 2007 analizando el impacto de la geoingeniería. En 2010 se estableció la moratoria. Desde entonces, el CDB ha reafirmado en repetidas ocasiones esta decisión, entre otros momentos en 2016 y más recientemente en 2024, durante la COP16 celebrada en Colombia. En la COP16, el CDB también fue más allá en cuanto al refuerzo de esta decisión al instar a las partes y a otros gobiernos a garantizar su implementación. La preocupación que llevó a esta decisión fue que las actividades de geoingeniería climática, podrían tener graves impactos irreversibles en la biodiversidad y las formas de vida y subsistencia de los pueblos indígenas y las comunidades locales. Además, el CDB tuvo en cuenta el aumento de los experimentos de geoingeniería no controlados que se proponen o están en curso y que pueden causar daños a las personas y a la biodiversidad (**Decisión 16/22 de la COP 16 del CDB, párrafo 6**).<sup>98</sup> Si bien el CDB prevé una exención para las actividades de investigación a pequeña escala, éstas deben realizarse en un entorno controlado y estar sujetas a una evaluación ambiental. Los proyectos con un aspecto comercial o que venden créditos de carbono tampoco son compatibles con las decisiones del CDB.

El CDB debatió los impactos de la geoingeniería en la biodiversidad marina y costera (**Decisión 16/17**). La decisión reafirmó la moratoria anterior sobre la geoingeniería (**Decisión X/33**), especialmente en el contexto de experimentos como el uso propuesto del blanqueamiento de nubes marinas para proteger los corales. Al hacerlo, el CDB advirtió efectivamente en contra del uso de tales técnicas en los arrecifes de coral. También reconoció la necesidad de más investigación y entendimiento de los impactos de la geoingeniería marina para ayudar a implementar el Marco Mundial para la Diversidad Biológica.

### **El Convenio y el Protocolo de Londres (LC/LP)**

El Convenio y Protocolo de Londres (LC/LP, por sus siglas en inglés), un convenio mundial que regula los vertidos y la contaminación en el mar, han estado analizando la geoingeniería marina desde 2007.<sup>99</sup> En 2008 aprobaron una resolución que prohíbe el uso de la fertilización oceánica, y en 2010 otra resolución que adopta un marco para la “investigación científica legítima.”<sup>100</sup> Es fundamental señalar que este marco excluye las actividades de carácter comercial. En 2013, se aprobó una resolución que modificaba el Protocolo de Londres para permitir la regulación de las actividades de geoingeniería marina.<sup>101</sup>

El LC/LP ha manifestado su intención de regular otras tecnologías de geoingeniería marina. En marzo de 2023, los Grupos Científicos que informan el LC/LP decidieron supervisar cuatro tecnologías de geoingeniería adicionales, entre las que se incluyen:

1. El aumento o mejora de la alcalinidad oceánica.
2. El uso de biomasa para el secuestro de carbono, por ejemplo, mediante el cultivo de macroalgas y la surgencia artificial.
3. Técnicas de geoingeniería solar como el blanqueamiento de nubes marinas o el despliegue de microburbujas, partículas y/o materiales reflectantes.

Las Partes afirmaron que las actividades “distintas de la investigación científica legítima deberían aplazarse,” señalando que cada una de las tecnologías tiene “el potencial de

producir efectos nocivos que son generalizados, duraderos o graves; y existe una incertidumbre considerable con respecto a sus efectos sobre el medio marino, la salud humana y otros usos del océano”.

### **OSPAR (Convenio Oslo-París)**

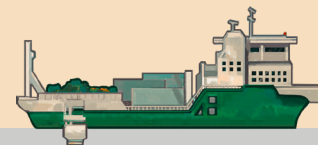
OSPAR es un organismo internacional que se rige por principios ambientales, como el principio de precaución. Reúne a varias naciones para abordar preocupaciones relacionadas con el espacio marino, como la acidificación de los océanos, la alteración de los ecosistemas y las fugas de los sitios de almacenamiento bajo el lecho marino. OSPAR busca equilibrar la innovación tecnológica con la protección de la biodiversidad marina.

### **CNUDM (Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar)**

La CNUDM establece disposiciones fundamentales que definen la jurisdicción de un país sobre sus territorios oceánicos, así como su responsabilidad de proteger el medio ambiente marino. Aunque no aborda directamente la geoingeniería marina, sirve de base para otros tratados internacionales. La reciente Opinión Consultiva del Tribunal Internacional del Derecho del Mar aclaró que si la geoingeniería marina contaminara el medio ambiente marino, o tuviera el efecto de convertir una forma de contaminación en otra, podría constituir una violación de la CNUDM.<sup>102</sup>

### **El Tratado de las Naciones Unidas sobre la Alta Mar**

El Tratado de las Naciones Unidas sobre la Alta Mar, también conocido como el Acuerdo sobre la Biodiversidad fuera de la Jurisdicción Nacional (BBNJ, por sus siglas en inglés), fue adoptado en 2023. Establece un marco para las zonas del océano fuera de la jurisdicción nacional, como la alta mar y las aguas internacionales, y aplica las disposiciones de la CNUDM.<sup>103</sup> En virtud de éste, las partes participantes están obligadas a realizar evaluaciones de impacto ambiental cuando una actividad planificada pueda tener un efecto sobre el medio ambiente marino, o cuando no se disponga de conocimientos suficientes sobre los efectos potenciales de la actividad. En tales casos, la parte que posea jurisdicción o control sobre la actividad está obligada a realizar la evaluación.



# CONCLUSIONES



## SEAFIELDS NO AYUDARÁ AL CARIBE NI A ENFRIAR EL CLIMA

En lo que respecta a combatir la degradación ambiental del ecosistema oceánico del Caribe, Seafields prometió transformar “una amenaza costera en una maravilla industrial”. La empresa afirma que su proceso impulsará nuevas industrias y beneficiará a las comunidades costeras mediante la creación de empleos y el apoyo a las formas de subsistencia. Si bien esto puede presentarse como una oportunidad tanto para los gobiernos como para los inversionistas y las comunidades, los estudios de caso de regiones donde el cultivo de algas marinas se ha industrializado rápidamente muestran evidencia de que pone en peligro las relaciones sociales existentes, genera despojo y conduce a la exclusión de algunas comunidades.<sup>104</sup>

Por ejemplo, a medida que se expandió la industrialización de las algas marinas, especialmente en Asia Oriental y el Sudeste Asiático, esto condujo a la pérdida de las normas comunitarias tradicionales que mantenían el uso sostenible de los recursos marinos.<sup>105</sup> Si bien la industrialización de las algas marinas puede crear “empleo”, como afirman las cifras del Banco Mundial,<sup>106</sup> también significa el intercambio de un Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) por otro. Además, estas cifras pueden ser ciertas para el cultivo tradicional de algas marinas a pequeña escala, pero es poco probable que estos beneficios se amplíen a la producción industrial de algas marinas a gran escala.<sup>107</sup>

La rápida industrialización del sector de las algas marinas también ha dado lugar al uso de tecnologías automatizadas, lo que ha reducido la importancia del trabajo humano y ha hecho que el mercado laboral existente sea más competitivo. En lugares donde antes florecían las tradiciones de agricultura familiar y la gestión comunitaria, han surgido nuevas

explotaciones agrícolas privatizadas, lo que ha agravado el desplazamiento de las poblaciones y ha debilitado la cohesión social.<sup>108</sup>

La creación de incentivos de mercado para reducir el exceso de sargazo es un tipo de mercantilización de la naturaleza que a veces se denomina “financiarización de la naturaleza” —el papel cada vez mayor que desempeñan los motivos financieros, los mercados, los actores y las instituciones en la mercantilización de los ecosistemas naturales como “servicios” o “bienes”. Cada vez hay más pruebas que sugieren que estas “soluciones” financieras no resuelven la degradación ambiental, más bien podrían introducir nuevos problemas y crear nuevas desigualdades sociales al darle al sector financiero el control de los recursos comunes.<sup>109</sup>

Al intentar generar créditos de carbono a partir del océano, Seafields, junto con otras entidades, pretende crear incentivos de mercado para “proteger” o “recuperar” los ecosistemas. Se trata de una táctica que ya se ha observado en el caso de los programas REDD en los bosques, y que ha sido criticada por ser un mecanismo que permite a las empresas, los comerciantes de carbono y los Estados controlar los bosques de los pueblos indígenas y las comunidades forestales.<sup>110</sup> Los promotores de los mercados y créditos de carbono lo presentan como un mecanismo de protección, pero no aborda las verdaderas causas de la deforestación. A pesar de los miles de millones en financiamiento, REDD nunca cumplió con los resultados prometidos de reducir la deforestación y la degradación forestal.<sup>111</sup>

Empresas como Seafields, con sede en el Norte Global, quieren generar créditos de carbono en el Sur Global, bajo el pretexto de proteger o brindar algunos beneficios a las economías locales. Sin embargo, la venta de créditos de

carbono incentiva a las empresas contaminantes a comprarlos, ya que son más baratos que reducir las emisiones directamente. Esto permite a las empresas, principalmente del Norte Global, seguir emitiendo por encima de los límites de reducción y eludir las regulaciones ambientales en sus propios países, mientras que los países del Sur Global, donde se lleva a cabo esta geoingeniería, soportan el peso de la disrupción económica y ambiental que se produce.

En las costas y en relación con los océanos, las comunidades ya se ven amenazadas por la búsqueda del “carbono azul” y el impulso financiero para invertir en el océano a través de los mecanismos del mercado del carbono. Estas comunidades ya han resistido al acaparamiento de tierras y al “acaparamiento de agua” en el océano por parte de empresas e instituciones internacionales (como el Banco Mundial) y han propuesto marcos de gobernanza que protejan sus derechos.<sup>112</sup> La apuesta por el carbono azul y el despliegue de la geoingeniería marina no sólo introducirán amenazas adicionales y potencialmente desconocidas para el océano, sino que también pondrán aún más en peligro los derechos humanos de las poblaciones costeras.

En lo que respecta a la producción industrial de algas, los grupos que históricamente han mantenido “modos de vida” costeros a través de sus conocimientos y prácticas tradicionales se han resistido firmemente al monocultivo de algas, señalando la amenaza que representa para su cultura y economía.<sup>113</sup> Es hora de que estas voces sean reconocidas y sus derechos sean defendidos en los marcos de gobernanza globales y nacionales.

#### **Recomendaciones para los gobiernos**

- Se debe establecer una moratoria sobre el desarrollo del cultivo y hundimiento industrial de algas marinas.
- Todos los debates sobre el cultivo de algas marinas con fines de remoción de CO<sub>2</sub> deben excluirse de las discusiones sobre el artículo 6 de la CMNUCC, y debe impedirse la inclusión del cultivo de algas marinas en los mercados del carbono.
- Se deben desarrollar normas y marcos precautorios junto con los pueblos indígenas y las comunidades costeras tradicionales

para proteger las algas marinas silvestres, los ecosistemas y las formas de vida y subsistencia asociadas con ellas.

- Se deben llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental de cualquier proyecto propuesto de cultivo industrial de algas marinas.
- Se deben establecer regulaciones robustas para la protección de las algas marinas que sean lideradas por las comunidades y prioricen los usos tradicionales, sostenibles y consuetudinarios, así como la protección de las algas marinas. Los marcos de gobernanza también deben garantizar que cualquier proyecto relacionado se desarrolle mediante consultas significativas y obtenga el consentimiento libre, previo e informado de los pueblos indígenas afectados, así como de las comunidades costeras.
- Las actividades relacionadas con las algas marinas deben ser a pequeña escala, culturalmente apropiadas y ecológicamente racionales.
- Se debe controlar la liberación y el derrame accidental tanto de algas invasoras modificadas genéticamente como de algas invasoras naturales para proteger las especies nativas de sargazo.

#### **Para más información:**

- El espejismo de las algas: El cultivo industrial de algas no enfría el clima y daña la naturaleza  
Análisis necesario y urgente sobre la expansión industrial de monocultivos de algas en los océanos del mundo.  
<https://www.etcgroup.org/es/content/el-espejismo-de-las-algas-0>
- Monitor de Geoingeniería  
Fuente de información actualizada sobre la geoingeniería y sus riesgos e impactos en las personas y el medio ambiente.  
<https://www.geoengineeringmonitor.org/es/>
- Mapa de Geoingeniería (en inglés)  
Mapa mundial interactivo sobre geoingeniería elaborado por el Grupo ETC y la Fundación Heinrich Böll. Este mapa expone la alarmante expansión de la investigación y experimentación en geoingeniería.  
<https://map.geoengineeringmonitor.org/>

# REFERENCIAS Y NOTAS

- 1 Grupo ETC (2023). *El espejismo de las algas*. Disponible en: <https://www.etcgroup.org/es/content/el-espejismo-de-las-algas-0>
- 2 Por ejemplo, National Geographic (2011). "Photos: Thick Green Algae Chokes Beach—Swimmers Dive In". Disponible en: <https://www.nationalgeographic.com/travel/article/110725-algae-china-beaches-qingdao-swimming-science-environment-world>
- 3 Fletcher, R. (2021). "Stopping the Rot in China's Seaweed Aquaculture Sector"; *The Fish Site*. Disponible en: <https://thefishsite.com/articles/stopping-the-rot-in-chinas-seaweed-aquaculture-sector>
- 4 Algunos ejemplos del Sudeste Asiático muestran cómo se transformaron las formas de subsistencia cuando se produjo un auge del cultivo de algas marinas. Ver: Steenbergen, D.J., Marlessy, C. & Holle, E. (2017). "Effects of rapid livelihood transitions: Examining local co-developed change following a seaweed farming boom"; *Marine Policy*, vol. 82, pp. 216–23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.026>
- 5 Hu, Z.-M., Shan, T.-F., Zhang, J., Zhang, Q.-S., Critchley, A.T., Choi, H.-G., Yotsukura, N., Liu, F.-L. & Duan, D.-L. (2021). "Kelp aquaculture in China: a retrospective and future prospects"; *Reviews in Aquaculture*, 13, pp.1324-1351. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/raq.12524>
- 6 Hands Off Mother Earth (HOME) (2024). *A briefing on marine geoengineering*. Disponible en: <https://handsoffmotherearth.org/wp-content/uploads/2024/11/EN-Briefing-on-Marine-Geoengineering-UNFCCC.pdf>. Ver también HOME (2025). *Caja de herramientas sobre geoingeniería marina*. Disponible en: <https://handsoffmotherearth.org/wp-content/uploads/2025/09/HOME-Alliance-Marine-Geoengineering-Toolkit-SPANISH.pdf>
- 7 Grupo ETC (2024). "La COP16 del Convenio sobre la Diversidad Biológica de la ONU reafirma que la geoingeniería es un riesgo". Disponible en: <https://www.etcgroup.org/es/content/la-cop16-del-convenio-sobre-la-diversidad-biologica-de-la-onu-reafirma-que-la-geoingenieria>
- 8 Seafields (2025). *Homepage*. Disponible en: <https://www.seafields.eco/>
- 9 Gallagher, J. B., Shelamoff, V. & Layton, C. (2022). "Seaweed ecosystems may not mitigate CO<sub>2</sub> emissions"; *ICES Journal of Marine Science*, 79, pp. 585-592. Disponible en: <https://academic.oup.com/icesjms/article/79/3/585/6525671>
- 10 Ross, F., Tarbuck, P. & Macreadie, P. (2022). "Seaweed afforestation at large-scales exclusively for carbon sequestration: Critical assessment of risks, viability and the state of knowledge"; *Frontiers in Marine Science*, 9, 1015612. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1015612>
- 11 Ricart, A. M., Krause-Jensen, D., Hancke, K., Price, N. N., Masqué, P. & Duarte, C. M. (2022). "Sinking seaweed in the deep ocean for carbon neutrality is ahead of science and beyond the ethics"; *Environmental Research Letters*, 17(081003). Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac82ff>
- 12 DOSI (2021). *Deep Ocean Climate Intervention Impacts*. Disponible en: [www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf](http://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf)
- 13 Satizabal, P., Quinquillà, A., Franco, M., & Pedersen, C. (2024). *Ocean, Water and Fisher Peoples' Tribunals: Cutting the nets of capital and weaving nets of Solidarity*. Transnational Institute (TNI). Disponible en: [https://www.tni.org/files/2024-06/People%27s\\_Tribunals\\_EN\\_WEB.pdf](https://www.tni.org/files/2024-06/People%27s_Tribunals_EN_WEB.pdf)
- 14 Los créditos de carbono son unidades negociables que representan una tonelada de CO<sub>2</sub> reducida, evitada o removida de la atmósfera. Los mercados de carbono son sistemas en los que se compran y venden estos créditos, ya sea para cumplir con objetivos climáticos legalmente vinculantes o para compensar las emisiones de forma voluntaria. En lugar de impulsar medidas climáticas reales, estos sistemas crean vacíos legales que permiten a las empresas recurrir a los créditos en lugar de enfocarse en soluciones reales que reduzcan las emisiones.
- 15 Greenfield, P. (2023). "Revealed: more than 90% of rain-forest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows"; *The Guardian*. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe> (publicado el 18 de enero de 2023; accesado el 4 de marzo de 2026).
- 16 Ver, por ejemplo, la declaración de Hands Off Mother Earth (HOME) Alliance (2025), disponible en: <https://handsoffmotherearth.org/wp-content/uploads/2025/06/Spa-Home-mGE-Statement-June-25.pdf>
- 17 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020). *Geoengineering Map: Seafields Solutions*. Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/seafields-solutions-1td->
- 18 Seafields (2025). *Roadmap*. Disponible en: <https://www.seafields.eco/roadmap-seafields>
- 19 National Oceanography Centre (2023). "Can seaweed help store CO<sub>2</sub> on the ocean floor?"; Disponible en: <https://www.noc.ac.uk/news/can-seaweed-help-store-co2-ocean-floor/>; St Vincent Times (2024). "Blue carbon start-up leads revolutionary sargassum solution". Disponible en: <https://www.stvincenttimes.com/blue-carbon-start-up-leads-revolutionary-sargassum-solution/>
- 20 Ocean Visions (2025). *mCDR Field Trial Database*. Disponible en: <https://oceanvisions.org/mcdr-field-trials/>
- 21 Business Barbados (2024). "Startup demonstrates Sargassum Solution Initiative in Barbados". Disponible en: <https://www.businessbarbados.com/post/sargassum-solution-initiative-in-barbados>
- 22 Gallagher, J. B., Shelamoff, V., Layton, C. (2022). "Seaweed ecosystems may not mitigate CO<sub>2</sub> emissions"; *ICES Journal of Marine Science*, 79, pp.585-592. Disponible en: <https://academic.oup.com/icesjms/article/79/3/585/6525671>
- 23 DOSI (2021). *Deep Ocean Climate Intervention Impacts*. Disponible en: <https://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf>
- 24 Rasher, D. B. & Hay, M. E. (2010). "Chemically rich seaweeds poison corals when not controlled by herbivores"; *PNAS*, 107(21), pp.9683-9688. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.0912095107>
- 25 DOSI (2021). *Deep Ocean Climate Intervention Impacts*. Disponible en: <https://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf>
- 26 Jia, Y., Quack, B., Kinley, R. D., Pisso, I. & Tegtmeier, S. (2022). "Potential environmental impact of bromoform from Asparagopsis farming in Australia"; *Atmospheric*

- Chemistry and Physics*, 22(11), pp. 7631-7646. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/acp-22-7631-2022>
- 27 Bach, L.T., Tamsitt, V., Gower, J., Hurd, C.L., Raven, J.A. & Boyd, P.W. (2021). "Testing the climate intervention potential of ocean afforestation using the Great Atlantic Sargassum Belt". *Nature Communications*, 12, 2556. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22837-2>
- 28 Boyd, P.W., Bach, L.T., Hurd, C.L., Paine, E., Raven, J.A., & Tamsitt, V. (2022). "Potential negative effects of ocean afforestation on offshore ecosystems", *Nat Ecology and Evolution*, 6, pp.675–683. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01722-1>
- 29 Bermejo, R., Buschmann, A., Capuzzo, E., Cottier-Cook, E., Fricke, A., Hernández, I., Hofmann, L. C., Pereira, R. & Van Den Burg, S. (2022). *State of knowledge regarding the potential of macroalgae cultivation in providing climate-related and other ecosystem services*. Informe preparado por el grupo de trabajo Eklipse. Disponible en: [https://eklipse.eu/wp-content/uploads/website\\_db/Request/Macro-Algae/EKLIPSE\\_DG-Mare-Report-PrintVersion\\_final.pdf](https://eklipse.eu/wp-content/uploads/website_db/Request/Macro-Algae/EKLIPSE_DG-Mare-Report-PrintVersion_final.pdf)
- 30 Williams, S. L. & Smith, J. E. (2007). "A global review of the distribution, taxonomy, and impacts of introduced seaweeds", *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 38, pp.327-359. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095543>
- 31 Williams and Smith (2007), *ibid.*, pp. 348.
- 32 Ward, G. M., Faisan, J. P., Cottier-Cook, E. J., Gachon, C. et al. (2020). "A review of reported seaweed diseases and pests in aquaculture in Asia", *Journal of the World Aquaculture Society*, 51, pp. 815-828. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jwas.12649>
- 33 Jouffray, J.-B., Blasiak, R., Norström, A. V., Österblom, H., Nyström, M. (2020). "The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean," *One Earth*, 2(1), pp. 43-54. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.016>
- 34 Satizabal, P., Quinquillà, A., Franco, M., & Pedersen, C. (2024). *Ocean, Water and Fisher Peoples' Tribunals: Cutting the nets of capital and weaving nets of Solidarity*. Transnational Institute (TNI). Disponible en: [https://www.tni.org/files/2024-06/People%27s\\_Tribunals\\_EN\\_WEB.pdf](https://www.tni.org/files/2024-06/People%27s_Tribunals_EN_WEB.pdf)
- 35 *The Guardian* (2025). "Caribbean beaches blighted by record masses of stinking seaweed". Disponible en: <https://www.theguardian.com/world/2025/jun/03/caribbean-sargassum-seaweed>
- 36 Seafields (2025). *FAQs*. Disponible en: <https://www.seafields.eco/faqs>
- 37 Rodríguez-Martínez R.E., Torres-Conde E.G., Rosellón-Druker J., Cabanillas-Terán N., Jáuregui-Haza U. (2025). "The Great Atlantic Sargassum Belt: Impacts on the Central and Western Caribbean-A review", *Harmful Algae*, 144, 102838. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hal.2025.102838>
- 38 Resiere, D. et al. (2018) "Sargassum seaweed on Caribbean islands: an international public health concern", *The Lancet*, 392(10165), p. 2691. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)32777-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)32777-6/fulltext)
- 39 Schell, J.M., Goodwin, D.S. & Siuda, A.N.S. (2015). "Recent Sargassum inundation events in the Caribbean: Shipboard observations reveal dominance of a previously rare form", *Oceanography*, 28(3), pp. 8-10. Disponible en: <https://doi.org/10.5670/oceanog.2015.70>
- 40 *The Guardian* (2023). "Clumps of 5,000-mile seaweed blob bring flesh-eating bacteria to Florida". Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2023/jun/03/sargassum-seaweed-algae-florida-bacteria-vibrio>
- 41 *The Guardian* (2024). "Toxic gas, livelihoods under threat and power outages: How sargassum seaweed causes chaos in Caribbean". Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2024/apr/11/toxic-gas-livelihoods-under-threat-and-power-outages-how-sargassum-seaweed-causes-chaos-in-caribbean>
- 42 Stommel, H. (1953). "A survey of ocean current theory", *Deep Sea Research*, 4.
- 43 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020). *Geoengineering Map: Artificial Upwelling*. Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org> y <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/zhejiang-university-artificial-upwelling/>
- 44 GESAMP (2019). *High level review of a wide range of proposed marine geoengineering techniques*. Report Stud. GESAMP No. 98. Editado por P. W. Boyd y C. M. G. Vivian. Londres: Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Disponible en: <http://www.gesamp.org/publications/high-level-review-of-a-wide-range-of-proposed-marine-geoengineering-techniques>
- 45 Oschlies, A. et al. (2010). "Climate engineering by artificial ocean upwelling: Channelling the sorcerer's apprentice", *Geophysical Research Letters*, 37. Disponible en: <https://doi.org/10.1029/2009GL041961>
- 46 Keller, D., Feng, E. & Oschlies, A. (2014). "Potential climate engineering effectiveness and side effects during a high carbon dioxide-emission scenario", *Nat Commun*, 5, 3304. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/ncomms4304>
- 47 GESAMP (2019). *High level review of a wide range of proposed marine geoengineering techniques*. Report Stud. GESAMP No. 98. Edited by P.W. Boyd and C.M.G.Vivian. London: Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Disponible en: <http://www.gesamp.org/publications/high-level-review-of-a-wide-range-of-proposed-marine-geoengineering-techniques>
- 48 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020). *Geoengineering Map: Artificial Upwelling*. Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org> y <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/zhejiang-university-artificial-upwelling/>
- 49 Levin, L.A., Alfaro-Lucas, J.M., Colaço, A., et al. (2023). "Deep-sea impacts of climate interventions", *Science*, 379 (6636), pp. 978-981. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36893246/>
- 50 GESAMP (2019). *High level review of a wide range of proposed marine geoengineering techniques*. Report Stud. GESAMP No. 98. Editado por P. W. Boyd y C. M. G. Vivian. Londres: Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Disponible en: <http://www.gesamp.org/publications/high-level-review-of-a-wide-range-of-proposed-marine-geoengineering-techniques>
- 51 GESAMP (2019). *Marine and social scientists are urging a precautionary approach over marine geoengineering solutions for climate change*. Disponible en: <http://www.gesamp.org/news/precautionary-approach-over-marine-geoengineering-solutions-for-climate-change>
- 52 Chalmin, A. (2019). "Artificial upwelling: Current efforts and anticipated impacts of intermingling the ocean", *Geoengineering Monitor*. Disponible en: <https://www.geoengineeringmonitor.org/artificial-upwelling-current-efforts-and-anticipated-impacts-of-intermingling-the-ocean>

- 53 Ricart, A. M., Krause-Jensen, D., Hancke, K., Price, N. N., Masqué, P. & Duarte, C. M. (2022). "Sinking seaweed in the deep ocean for carbon neutrality is ahead of science and beyond the ethics", *Environmental Research Letters*, 17(081003). Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac82ff>
- 54 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). "How Much of the Ocean Has Been Explored?" *NOAA Ocean Exploration*. Accesado el 21 de febrero de 2026: <https://oceanexplorer.noaa.gov/ocean-fact/explored/>
- 55 GESAMP (2019). *High level review of a wide range of proposed marine geoengineering techniques*. Report Stud. GESAMP No. 98. Editado por P. W. Boyd y C. M. G. Vivian. Londres: Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Disponible en: <http://www.gesamp.org/publications/high-level-review-of-a-wide-range-of-proposed-marine-geoengineering-techniques>, p. 58.
- 56 DOSI (2021). *Deep Ocean Climate Intervention Impacts*. Disponible en: [www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf](http://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf)
- 57 DOSI (2021). *Deep Ocean Climate Intervention Impacts*. Disponible en: [www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf](http://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Macroalgae-Crop-Deposition-Policy-Brief.pdf)
- 58 Global Carbon Budget (2024). *Fossil Fuel CO<sub>2</sub> Emissions Increase Again in 2024*. Disponible en: <https://globalcarbonbudget.org/fossil-fuel-co2-emissions-increase-again-in-2024/#:~:text=Global%20carbon%20emissions%20from%20fossil,driving%20increasingly%20dangerous%20global%20warming>
- 59 *Transport & Environment* (2025). "IMO Fuel Rules Risk Fueling Deforestation". Accesado el 21 de febrero de 2026: <https://www.transportenvironment.org/articles/imo-fuelling-deforestation>.  
Oxfam (2024). *Biofuel Blunders: The EU's Rush into Biofuels Is Driving Deforestation and Food Insecurity*, Oxfam Briefing Paper. Disponible en: <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/621622/bp-biofuel-blunders-110924-en.pdf>
- 60 Grupo ETC (2023). *El espejismo de las algas*. Disponible en: <https://www.etcgroup.org/es/content/el-espejismo-de-las-algas-0>
- 61 Grupo ETC, BioFuelWatch y Fundación Heinrich Böll (2017). *El gran fraude climático*. Disponible en: <https://www.etcgroup.org/es/content/big-bad-fix-el-gran-fraude-climatico>
- 62 Seafields (2025). *Our Advisors*. Disponible en: <https://www.seafields.eco/advisors>
- 63 Grupo ETC (2009). "Más sobre la expedición de LO-HAFEX: Siguen los planes de fertilización oceánica a pesar de que el Ministerio del Ambiente de Alemania pidió que el barco se detuviera". Disponible en: <https://www.etcgroup.org/es/content/m%C3%A1s-sobre-la-expedici%C3%B3n-de-lohafex>
- 64 Ocean Visions (2025). "Marine Carbon Dioxide Removal". Disponible en: <https://oceanvisions.org/ocean-based-carbon-dioxide-removal/>
- 65 Ocean Visions (2024). "Launchpad team: Seafields". Disponible en: <https://oceanvisions.org/launchpad/seafields/>
- 66 Ocean Visions and Monterey Bay Aquarium Research Institute (2022). "Answering Critical Questions About Sinking Macroalgae for Carbon Dioxide Removal: A Research Framework to Investigate Sequestration Efficacy and Environmental Impacts". Disponible en: <https://oceanvisions.org/seaweedresearch>
- 67 World Ocean Council (2025). "Corporate Ocean responsibility for a sustainable and Regenerative Blue Economy". Disponible en: <https://worldoceancouncil.org/>
- 68 Carbon Business Council (2025). "Marine Carbon Dioxide Removal: Issue Brief". Disponible en: <https://www.carbonbusinesscouncil.org/news/marinecarbonremoval>
- 69 Global Seaweed Coalition (2023). *The seaweed revolution - global seaweed coalition - Building, Developing & Supporting a safer seaweed industry*. Disponible en: <https://www.safeseaweedcoalition.org/the-seaweed-revolution/#-seaweed-manifesto>
- 70 Geoengineering Map (2020). "AWI". Disponible en: [https://map.geoengineeringmonitor.org/other/-alfred-wege-ner-institute-\(awi\)](https://map.geoengineeringmonitor.org/other/-alfred-wege-ner-institute-(awi))
- 71 Geoengineering Map (2020). "OceanNETs". Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/oceannets>
- 72 Geoengineering Map (2020). "RETAKE". Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/retake-project>
- 73 Geoengineering Map (2020). "Project Carbdown". Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/ggr/project-carbdown>
- 74 Geoengineering Map (2020). "C-CAUSE". Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/c-cause-project>
- 75 Geoengineering Map (2020). "Fram Strait Observatory". Disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/other/fram-strait-hausgarten-observatory>
- 76 Airtable (2025). "Phyconomy Seaweed: A database of actors involved in the seaweed economy". Disponible en: <https://airtable.com/appcYjjVpOfpQXpsd/tbIZFNBiW-gVocM5BA/viwpawOq6LL8eHnqL/reccqHvsE89zCSs-D0?blocks=hide>
- 77 Crowdcube (2023). "Seafields Solutions Limited raised investment". Disponible en: <https://www.crowdcube.eu/companies/seafields-solutions-limited/pitches/b65YAZ?country=DE>
- 78 Marchant, C. (2023). "Fresh funding to test carbon storage in the Atlantic", *Net Zero Investor*. Disponible en: <https://www.netzeroinvestor.net/news-and-views/briefs/blue-ccs-firm-wins-funding-for-uk-ocean-trials>
- 79 UK in Caribbean, *Instagram*, 21 de diciembre de 2023. Disponible en: [https://www.instagram.com/ukincaribbean/p/C1HNWZJtULx/?img\\_index=1](https://www.instagram.com/ukincaribbean/p/C1HNWZJtULx/?img_index=1)
- 80 Marine Industry News (2024). "Seafields to develop stationary aquafarms together with macrocarbon". Disponible en: <https://marineindustrynews.co.uk/seafields-to-develop-stationary-aquafarms-together-with-macrocarbon/>
- 81 Ranevska, S. (2025). "Seafields is gathering funds to turn coastal seaweed crisis into a CDR solution", *Carbon Herald*. Disponible en: <https://carbonherald.com/seafields-is-gathering-funds-to-turn-coastal-seaweed-crisis-into-a-cdr-solution/>
- 82 *Tech Nation* (2025). "Unveiling the UK's 24 leading climate tech companies joining Tech Nation's climate cohort 2024". Disponible en: <https://technation.io/unveiling-the-uks-24-leading-climate-tech-companies-joining-technations-climate-cohort-2024/>
- 83 Deasy, E. (2025). "Fighting climate change with floating farms: Seafields' Smart Solution", *SeedLegals*. Disponible en: <https://seedlegals.com/resources/fighting-climate-change-with-floating-farms-seafields-smart-solution/>
- 84 Howse, C., & Atkinson, N. (2024). "How the VCM can turn the tide for blue carbon", *BeZeroCarbon*. Disponible en: <https://bezercarbon.com/insights/how-the-vcm-can-turn-the-tide-for-blue-carbon>

- 85 Reuter (2023). "Voluntary Carbon Markets Set to Become at Least Five Times Bigger by 2030-Shell"; *Reuters*. Disponible en: <https://www.reuters.com/markets/carbon/voluntary-carbon-markets-set-become-least-five-times-bigger-by-2030-shell-2023-01-19/>
- 86 Orbify (2025). "The Voluntary Carbon Market in Transition: A Look at 2025 amid Upheaval". Disponible en: <https://orbify.com/blog/the-voluntary-carbon-market-in-transition-a-look-at-2025-amid-upheaval>
- 87 Gilbertson, T., & Reyes, O. (2009). *Carbon trading: How it works and why it fails*. Uppsala: Dag Hammarskjöld Foundation.
- 88 Graham Hughes, G., By, & Hughes, G. G. (2022). *Understanding Carbon Science to Develop Effective Climate Policy*, North Coast Environmental Center. Disponible en: <https://www.yournec.org/understanding-carbon-science-to-develop-effective-climate-policy/>
- 89 McKinsey & Company (2022) "Blue Carbon: The potential of Coastal and Oceanic Climate Action". Disponible en: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/blue-carbon-the-potential-of-coastal-and-oceanic-climate-action>
- 90 Verra (2025), *Home*. Disponible en: <https://verra.org/>
- 91 Verra ha revelado que ha recibido dos borradores de propuestas sobre metodologías para las algas marinas de parte de sus socios. Las metodologías propuestas pueden consultarse en: <https://verra.org/methodologies/methodology-framework-for-seaweed-carbon-projects/#overview>
- 92 Greenfield, P. (2023). "Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows"; *The Guardian*. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe>
- 93 Velev, V. (2024). "Running tide shuts down citing lack of demand from the voluntary market" *Carbon Herald*. Disponible en: <https://carbonherald.com/running-tide-shuts-down-citing-lack-of-demand-from-the-voluntary-market/>
- 94 Coleman, S., Dewhurst, T., Fredriksson, D. W., St. Gelais, A. et al. (2022). "Quantifying baseline costs and cataloging potential optimization strategies for kelp aquaculture carbon dioxide removal"; *Frontiers in Marine Science*, 9:1460. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.966304>. El costo de la remoción de carbono forestal está tomado de: Opana, S. (2023). "Carbon Credit Pricing Chart: Updated 2023"; *8billiontrees.com*. Disponible en: <https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/new-buyers-market-guide/carbon-credit-pricing/>
- 95 Doneva, D. (2022). "Seafields and JustCarbon make a deal for one billion tons CO<sub>2</sub> removal"; *Carbon Herald*. Disponible en: <https://carbonherald.com/seafields-and-just-carbon-make-a-deal-for-one-billion-tons-co2-removal/>
- 96 Schneider, L., and Ribeiro, S. (2024) UN climate talks could undermine precaution on geoengineering called for by the biodiversity convention, 7 November 7. Disponible en: <https://www.boell.de/en/2024/11/07/un-climate-talks-could-undermine-precaution-geoengineering-called-biodiversity>
- 97 United Nations Convention on Biological Diversity (2022). *KunMing-Montreal Global Biodiversity Framework*. Disponible en: <https://www.cbd.int/gbf>
- 98 Grupo ETC (2024). "El CDB refuerza la moratoria sobre la geoingeniería". Disponible en: <https://www.etcgroup.org/es/content/el-cdb-refuerza-la-moratoria-sobre-la-geoingenieria>
- 99 International Maritime Organization, "Marine Geoengineering". Disponible en: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/geoengineering-Default.aspx>
- 100 International Maritime Organization (2010). *Resolution LC-LP.2*. Disponible en: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/OFAssessmentResolution.pdf>
- 101 International Maritime Organization (2013). *Resolution LP.4(8)*. Disponible en: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/LCLPDocuments/LP.4\(8\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/LCLPDocuments/LP.4(8).pdf)
- 102 Khatri, U. (2024). "How a Historic Opinion on Climate Change and Ocean Protection Sets the Bar for Climate Action"; *Centre for International Environmental Law*. Disponible en: <https://www.ciel.org/how-a-historic-opinion-on-climate-change-and-ocean-protection-sets-the-bar-for-climate-action/>
- 103 La Conferencia Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad Marina de las Zonas fuera de la Jurisdicción Nacional aprobó un tratado sobre la biodiversidad marina en junio de 2023. El texto del Acuerdo en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar relativo a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina de las zonas fuera de la jurisdicción nacional se puede consultar en: United Nations (2023). *Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction*. Disponible en: <https://www.un.org/bbnj/>
- 104 Spillias, S., Kelly, R., Cottrell, R.S., O'Brien, K.R. (2023). "The empirical evidence for the social-ecological impacts of seaweed farming"; *PLOS Sustainability and Transformation* 2(2): e0000042. Disponible en: <https://journals.plos.org/sustainabilitytransformation/article?id=10.1371/journal.pstr.0000042>
- 105 Kim J (2022). "Changing fishery environment and adaptation of fishermen: Focusing on seaweed farming areas"; *Journal of Rural Society*, 2002;12(1):189-217.
- 106 World Bank Group (2016). *Seaweed aquaculture for food security, income generation and environmental health in tropical developing countries*. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/306396642>
- 107 Spillias, S., Kelly, R., Cottrell, R.S., O'Brien, K.R. (2023). "The empirical evidence for the social-ecological impacts of seaweed farming"; *PLOS Sustainability and Transformation* 2(2): e0000042. Disponible en: <https://journals.plos.org/sustainabilitytransformation/article?id=10.1371/journal.pstr.0000042>
- 108 Ibidem.
- 109 Ver, por ejemplo: Thomson et al. (2018). *Financialisation: A primer*, Transnational Institute (TNI) p. 26. Disponible en: <https://www.tni.org/en/publication/financialisation-a-primer>
- 110 Global Forest Coalition (2024). *The Great REDD+ Climate Illusion: A flawed equation for forests, people, and planet*. Disponible en: <https://globalforestcoalition.org/redd-climate-illusion/>
- 111 Ibidem.
- 112 Satizabal, P., Quinquilla, A., Franco, M., & Pedersen, C. (2024). *Ocean, water and fisher peoples' tribunals. cutting the nets of capital and weaving nets of Solidarity*. Transnational Institute (TNI). Disponible en: [https://www.tni.org/files/2024-06/People%27s\\_Tribunals\\_EN\\_WEB.pdf](https://www.tni.org/files/2024-06/People%27s_Tribunals_EN_WEB.pdf)
- 113 InterTribal Sinkyone Wilderness Council (2021). "Letter addressed to California Representative Jared Huffman, 01 July 2021".

