Falsas afirmaciones de los geoingenieros y otros acontecimientos recientes en América Latina

Noviembre 2, 2023

por Anja Chalmin

Hace dos años presentamos un inventario de los proyectos de geoingeniería en el continente latinoamericano. Al igual que entonces, la mayoría de las actividades de geoingeniería en América Latina siguen siendo impulsadas o llevadas a cabo por empresas y proyectos de investigación norteamericanos y europeos y/o por las industrias locales de energía fósil. El número de proyectos que buscan beneficiarse de los créditos de carbono bajo la apariencia de actividades relacionadas con el clima ha aumentado, especialmente en el sector marino, a pesar de las advertencias de los científicos sobre los efectos desastrosos en los ecosistemas marinos. Mientras que el número total de proyectos de geoingeniería en América Latina ha aumentado en los últimos dos años, el número de proyectos que se sabe han sido cancelados y descontinuados es ahora casi el doble del número de proyectos conocidos en curso y planeados. Como muestra el mapa interactivo de geoingeniería producido por el Grupo ETC y la Fundación Heinrich Böll, la mayoría de los proyectos conocidos que hay en curso o están planeados se localizan en Brasil, Chile, México y Argentina. A continuación, desarrollos actuales en geoingeniería marina, terrestre y solar en América Latina.

La brasileña Petrobras está produciendo más petróleo mediante *recuperación mejorada de petróleo* e intenta presentar eso como un esfuerzo de “descarbonización”

La petrolera estatal brasileña Petrobras lleva unos 15 años desarrollando el proyecto de captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) de la cuenca de Santos, con el objetivo de producir más petróleo.

El CO_2 capturado en la cuenca de Santos se utiliza para la recuperación mejorada de petróleo (EOR, por sus siglas en inglés), que consiste en bombear CO_2 a presión en yacimientos de petróleo para recuperar las reservas restantes de campos petrolíferos envejecidos y extraer combustibles fósiles inaccesibles de otro modo, aumentando así significativamente la producción de combustibles fósiles. La industria petrolera desarrolló la tecnología EOR hace medio siglo para explotar yacimientos profundos de difícil acceso, y ahora intenta comercializarla con una imagen de que es “amigable con el clima”. La industria oculta el hecho de que cuando se inyecta CO_2 para EOR, alrededor de un tercio del CO_2 inyectado se escapa inmediatamente de nuevo a la atmósfera. Otros inconvenientes de la EOR-CO_2 incluyen el hecho de que la tecnología de captura de CO_2 consume mucha energía y los combustibles fósiles extraídos mediante el proceso de EOR generan innumerables emisiones adicionales. Tampoco hay garantías de que el CO_2 permanezca de forma segura bajo tierra a largo plazo, ya que los movimientos de las placas tectónicas pueden crear fracturas que permitan escapar al CO_2 atrapado, o debido a que muchos yacimientos de combustibles fósiles están atravesados por pozos no cartografiados.

El proyecto de capptura y almacenamiento de carbono mediante recuperación mejorada de petróleo CCS-EOR está situado en el yacimiento petrolífero presalino de la cuenca de Santos, a 300 kilómetros de la costa de Río de Janeiro. El proyecto forma parte de una instalación flotante de producción, almacenamiento y descarga que incluye instalaciones de captura e inyección de CO_2. Un total de 21 plantas de captura e inyección de CO_2 están actualmente en funcionamiento. En diciembre de 2022, Petrobras afirmó haber inyectado 40.8 millones de toneladas de CO_2 en el lecho marino y planea duplicar esta cantidad para 2025.

Hasta la fecha, Petrobras ha llevado a cabo actividades de EOR en los campos petrolíferos de Tupi, Sapinhoá y Lapa. Para 2026, se instalarán otras dos plataformas de captura de CO_2 y EOR en el campo petrolífero de Búzios. El yacimiento de Búzios es otro gran yacimiento de petróleo en aguas profundas situado en la cuenca de Santos, a unos 230 kilómetros de la costa de Río de Janeiro y al norte del yacimiento de Tupi. Búzios fue descubierto en 2010 y la producción de petróleo comenzó en 2018.

Además, desde 2022, Petrobras mantiene conversaciones con otras empresas brasileñas para explorar el establecimiento de un centro de CCS. El centro capturaría CO_2 de instalaciones industriales, como plantas de cemento y acero, y Petrobras utilizaría el CO_2 capturado para EOR frente a la costa de Brasil. Petrobras está evaluando actualmente la posibilidad de un proyecto piloto en Río de Janeiro con una capacidad de captura de 0.1 millones de toneladas. Aún no se ha tomado ninguna decisión de inversión.

Petrobras también participa en CEPAC, el Centro Brasileño de Excelencia para la Investigación y la Innovación en Petróleo, Recursos Minerales y Almacenamiento de Carbono, una iniciativa conjunta con la Pontificia Universidad Católica de Rio Grande do Sul (PUCRS). La agencia de I+D se creó para promover la CCS y explorar formas de hacerla comercialmente viable. Entre los patrocinadores del CEPAC figuran el Global CCS Institute y la Agencia Nacional Brasileña de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles.

Petrobras está comercializando sus planes de EOR y CCS como esfuerzos de descarbonización, pero los elevados requisitos energéticos de EOR y los volúmenes de producción adicionales darán lugar a significativas emisiones adicionales. A medida que Petrobras siga desarrollando nuevas reservas de petróleo, como en la cuenca de Santos, la empresa seguirá produciendo grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

El Banco Mundial y el desarrollo de CCS en México

El CCS Trust Fund del Banco Mundial busca iniciar programas para acelerar el desarrollo y despliegue de CCS en el Sur Global. Se creó en 2009 con el financiamiento del Global CCS Institute y de los gobiernos del Reino Unido y Noruega. En México, el programa tenía como objetivo evaluar y cartografiar las fuentes de CO_2 y los lugares de almacenamiento, respaldar una hoja de ruta nacional para el desarrollo de CC(U)S y desarrollar un proyecto piloto de captura de CO_2 en una central eléctrica de gas. También proporcionó formación y capacitación para CC(U)S.

El proyecto de Fase 1 del Banco Mundial contribuyó a la primera hoja de ruta tecnológica nacional de México para la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS, por sus siglas en inglés), que se publicó en 2014 y se actualizó en 2018. Durante este periodo, el gobierno mexicano trabajó con organismos públicos y participantes del mundo académico y la industria. Actualmente no hay indicios de que el programa vaya a continuar. La hoja de ruta tenía como objetivo crear cierta capacidad en CCS, EOR, almacenamiento geológico, monitoreo y CCUS. También anunció planes para dos proyectos piloto de CCS y estableció un centro llamado CEMCCUS, un Centro Mexicano para CC(U)S. En 2018, el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) de México fue seleccionado para dirigir el CEMCCUS. La próxima actualización estaba prevista para 2022, pero el gobierno que asumió a finales de 2018 no ha apoyado la continuación de estos proyectos.

El proyecto de Fase 2 del Banco Mundial pretendía desarrollar un proyecto piloto de CCS. La hoja de ruta nacional mencionada anteriormente anunciaba planes para dos proyectos piloto: el primero consistía en probar la captura de CO_2 y la EOR en el centro de producción Cinco Presidentes de PEMEX en Agua Dulce, en el estado de Veracruz. El CO_2 capturado iba a utilizarse para EOR en el yacimiento petrolífero de Brillante. El segundo piloto, para evaluar la viabilidad técnica y económica de la captura de CO_2, se llevaría a cabo en la central termoeléctrica de gas natural Poza Rica de 250 MW de PEMEX, ubicada en el municipio de Tihuatlán. Ambos proyectos piloto estaban anunciados entre 2019 y 2021, pero han sido suspendidos por el actual gobierno mexicano. La petrolera estatal PEMEX dijo haber realizado algunas evaluaciones de CCS, CCUS y EOR, pero “no hay planes para la implementación de un proyecto de este tipo”. Tras ser denunciada por el aumento de las emisiones de gases de

efecto invernadero, PEMEX anunció medidas para reducir las emisiones, que de nuevo no incluyen proyectos de CC(U)S.

El gobierno mexicano ha lanzado un Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024 para marcar el rumbo de las medidas de adaptación y mitigación contra los impactos negativos del cambio climático. El programa no está directamente vinculado a la hoja de ruta apoyada por el Banco Mundial, pero incluye el desarrollo de estudios sobre CCS, CCUS y almacenamiento geológico de CO_2. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) de México está supervisando la implementación. No se dispone de información sobre la aplicación de estos estudios.

CCUS – Noticias sobre investigación y desarrollo

Un proyecto de metanol CCUS en Chile

La mayoría de los proyectos de CCUS en América Latina se han desarrollado en el contexto de las industrias de bebidas y cemento. Un nuevo enfoque es el proyecto AMER, que se desarrollará en la región de Antofagasta, en el noroeste de Chile, en el marco del Plan Nacional del Hidrógeno chileno. El Ministerio de Economía chileno (Corfo) ha seleccionado seis proyectos para desarrollar hidrógeno verde en Chile en 2021. El proyecto Antofagasta Mining Energy Renewable (AMER), propuesto por la francesa Air Liquide, pretende producir hidrógeno verde, capturar CO_2 y producir metanol a partir de estas dos materias primas. La fuente del CO_2 aún no se conoce públicamente. Según informes de prensa, Air Liquide, importante multinacional proveedora de gases industriales, ha firmado memorandos de acuerdo con EDF Renewables, el productor de metanol Proman, Sowitec (energía solar y eólica) y el comercializador chileno de combustibles COPEC. Se espera que el proyecto se encuentre en operaciones en 2025.

Tecnología danesa de captura de CO_2 en cerveceras y embotelladoras

Cerveceras y embotelladoras, entre ellas la argentina CCU Luján, la brasileña FEMSA, la chilena AB InBev y la puertorriqueña CCPRB, han adquirido sistemas de captura de CO_2 de la danesa Pentair Union Engineering para recuperar el CO_2 de los procesos de fermentación. El CO_2 capturado se purifica y luego se utiliza para carbonatar bebidas. La empresa danesa también se encarga del mantenimiento de los sistemas técnicos. La cervecería CCU en Temuco (Chile) está diseñada para capturar hasta 1,500 kilogramos de CO_2 por hora, según Union Engineering. El proceso de captura consume mucha energía y genera gases de efecto invernadero adicionales, dependiendo de la fuente de energía. Sin embargo, está previsto que la cervecería CCU en Temuco empiece a funcionar con energía cien por cien renovable este año. Pero el principal inconveniente del CCUS sigue siendo que, una vez consumidas las bebidas carbonatadas, el CO_2 se libera de nuevo a la atmósfera. Más información sobre el CCUS aquí.

La mexicana CEMEX participa en programas de investigación de CC(U)S en Norteamérica y Europa

CEMEX, compañía global de cemento y materiales de construcción, fue fundada en México en 1906 y se convirtió en un actor global a finales del siglo pasado, operando más de 1,400 plantas de producción y mezcla de cemento en todo el mundo. CEMEX ha participado en diversas actividades de I+D financiadas con fondos públicos para el desarrollo de CCS y CCUS durante unos 15 años, principalmente en Norteamérica y Europa. Por ejemplo, CEMEX participa actualmente en los proyectos de investigación paneuropeos eCOCO2 y LEILAC, cofinanciados por la Unión Europea como parte de su programa Horizonte 2020. El proyecto eCOCO2 tiene como objetivo desarrollar un proceso de conversión escalable para producir combustibles sintéticos de aviación a partir de CO_2, hidrógeno y electricidad. El programa de investigación paneuropeo “LEILAC – Low Emissions Intensity Lime And Cement” (cal y cemento de baja intensidad en emisiones) tiene como objetivo reducir las emisiones de CO_2 en la industria del cemento y la cal mediante la captura de CO_2. CEMEX es socio investigador tanto en LEILAC 1 (2009-2021) como en LEILAC 2 (2020-2025).

En Estados Unidos, CEMEX ha implementado varios proyectos financiados por el Departamento de Energía estadunidense (US-DOE, por sus siglas en inglés), como en la planta de cemento Balcones en New Braunfeld, Texas, y en su planta de cemento Victorville en California. En New Braunfeld, un proyecto financiado por el US-DOE sobre tecnología de captura de CO_2 basada en membranas se prolongó hasta marzo de 2023. Los hallazgos incluyeron que los costos energéticos eran muy elevados y que la membrana necesitaba más desarrollo. Desde

noviembre de 2022, CEMEX ha estado investigando en este emplazamiento una tecnología de captura de CO_2 con aminas no acuosas para la producción de cemento, desarrollada por el Research Triangle Institute. El proyecto está financiado por el US-DOE con 3.7 millones de dólares. Desde 2021, el US-DOE financia un proyecto para construir una planta piloto de captura de CO_2 en la fábrica de cemento de CEMEX en Victorville. El objetivo del proyecto es identificar soluciones rentables y escalables para la captura de CO_2, así como soluciones comercialmente viables para el uso de CO_2 en la industria del cemento.

En febrero de 2023, el US-DOE aprobó 3.2 millones de dólares para financiar un programa conjunto de I+D entre CEMEX y Synhelion, un productor suizo de combustibles de hidrocarburos líquidos. El proyecto pretende sustituir los combustibles fósiles por energía solar en la producción de clínker de cemento, un paso del proceso de fabricación del cemento. El clínker de cemento se fabrica fundiendo piedra caliza, arcilla y otros materiales en un horno a unos 1,500°C. El proyecto también pretende desarrollar un proceso de captura de CO_2 más eficiente y rentable. El CO_2 capturado se convertirá en combustible sintético mediante la tecnología Synhelion (de alto consumo energético).

Además de las colaboraciones en el extranjero mencionadas anteriormente, CEMEX ha entrado en muchas otras colaboraciones en años recientes para investigar y desarrollar CC(U)S para la industria cementera, incluyendo acuerdos con BP, las compañías de CCUS Carbon8 y Carbon Upcycling Technologies, y la compañía de combustible sintético ETFuels. No hay información disponible sobre actividades de investigación de CEMEX sobre CC(U)S en el Norte Global que se estén implementando en plantas de cemento en América Latina. Sin embargo, en julio de 2023, CEMEX anunció que había aumentado su participación en Carbon Upcycling Technologies (CUT) y que planea introducir la tecnología CUT en algunas plantas de cemento seleccionadas en México.

Más actividades de geoingeniería terrestre

Una empresa alemana descubre el suelo brasileño como fuente de ingresos

La empresa alemana InPlanet GmbH está esparciendo roca de silicato finamente triturada procedente de minas para mejorar la meteorización en tierras agrícolas del sureste de Brasil. Para marzo de 2023, la compañía espera haber aplicado más de 1,500 toneladas de roca triturada en once granjas. La actividad principal de negocios de InPlanet es la venta de créditos de carbono, por ejemplo a los mercados de carbono Carbon[x] y Frontier. Según InPlanet, el “carbono permanecerá capturado durante más de mil años” y “no hay efectos secundarios negativos para el medio ambiente”. Sin embargo, los procesos de meteorización pueden liberar contaminantes, como los metales pesados de los productos mineros, que se acumulan en los suelos agrícolas. InPlanet recomienda la meteorización mejorada en regiones tropicales con suelos pobres en nutrientes. Esto contradice la evidencia de que tanto las bajas como las altas temperaturas limitan la meteorización. La meteorización mejorada plantea riesgos para el medio ambiente y la calidad del suelo, pero los daños potenciales se están ocultando bajo la alfombra en aras de vender créditos de carbono.

Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS) en Brasil

El objetivo de la BECCS es capturar el CO_2 de las aplicaciones bioenergéticas y almacenarlo con CCS o reutilizarlo con CCUS. El despliegue a gran escala de BECCS tendría importantes repercusiones negativas sobre el clima, los ecosistemas y la biodiversidad, así como profundos impactos sociales negativos. En Brasil, FS Agrisolutions está realizando estudios de viabilidad para el desarrollo de una planta de BECCS en su complejo de biorrefinería de maíz a etanol Lucas do Rio Verde, en el estado de Mato Grosso. El proyecto implica la inyección subterránea del CO_2 capturado cerca de la refinería. La decisión sobre la inversión está pendiente. Hace diez años, fracasó un primer intento de implantar un proyecto BECCS en Brasil, porque el gobierno brasileño no estaba dispuesto a aportar un financiamiento significativo.

Pruebas con biochar en Chile

La Universidad de La Frontera en Temuco, Chile lleva más de una década investigando el uso y el potencial de captura de carbono del biochar o biocarbón. El biochar se produce a partir de materias primas agrícolas y forestales y se está probando en distintos suelos de la región agrícola de los alrededores de Temuco. Al igual que ocurre con el BECCS, el uso del suelo es un problema para el biochar si se quiere implantar a gran escala. Además, existen opiniones contradictorias sobre la capacidad del biochar para el almacenamiento de CO_2 a largo plazo. De todas las demás pruebas de campo con biochar financiadas por donantes del Norte Global y realizadas en siete

países latinoamericanos hasta 2016, no ha surgido ningún proyecto de seguimiento (conocido).

La CEPAL y el C2G promueven el uso de la geoingeniería en América Latina

La iniciativa estadunidense Carnegie Climate Governance Initiative (C2G) fue lanzada en 2017 por el Carnegie Council for Ethics in International Affairs. La C2G se describe a sí misma como "imparcial" en materia de geoingeniería. El objetivo declarado de la iniciativa es promover el diálogo sobre las tecnologías de geoingeniería, en particular el manejo de la radiación solar, la eliminación de CO_2 a gran escala y la geoingeniería marina, así como desarrollar un marco de gobernanza para la geoingeniería solar. Para lograr estos objetivos, el C2G se comunica a través de publicaciones, eventos, podcasts, etcétera. La mayoría de las contribuciones a estas actividades proceden de promotores de la geoingeniería. El C2G ha sugerido y patrocinado varias publicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre tecnologías de geoingeniería en América Latina. En enero de 2023, C2G publicó un informe conjunto con la CEPAL en el que se debatían y defendían enfoques de geoingeniería para la eliminación del carbono en América Latina.

HIF Global afirma falsamente que está produciendo combustible sintético "neutro en CO_2" en Chile

Una introducción a HIF Global

Highly Innovative Fuels Global (HIF Global), con sede en Santiago de Chile, se fundó en 2016 con el objetivo de desarrollar plantas de combustible sintético en todo el mundo. Se espera que las plantas produzcan combustible "neutro en CO_2". Se han creado las filiales HIF Chile, HIF USA, HIF Asia Pacífico y HIF EMEA. La implementación está más avanzada en Chile, donde los primeros litros de combustible sintético se produjeron en diciembre de 2022 en el sitio del proyecto Haru Oni de HIF Chile en el Fundo Tehuel Aike, Punta Arenas, región de Magallanes. Según una descripción del proyecto disponible en línea hasta 2022 (https://www.haruoni.com/#/en), Haru Oni debía utilizar energía eólica para producir combustible "neutro en CO_2" a partir de CO_2 capturado, agua y energía verde, siendo la primera planta a escala industrial del mundo en capturar el CO_2 necesario directamente del aire, de ahí la elección de un emplazamiento en la ventosa provincia de Magallanes, en Chile.

Afirmaciones y realidades

En abril de 2023, un video del canal Donut Media reveló que aún faltaba el componente de captura directa de aire (DAC, por sus siglas en inglés) y que el CO_2 estaba siendo entregado por camión. En el mismo mes, HIF Global continuó afirmando que la planta en Chile estaba produciendo gasolina neutra en carbono, a pesar de que claramente no es el caso. Desde entonces, HIF ha declarado que el CO_2 procede de una fuente biogénica, posiblemente del proceso de fermentación en una cervecera. Es probable que los camiones cargados de CO_2 sean suficientes para el volumen de producción objetivo de 350 litros de combustible sintético por día en 2023, pero no para la ampliación prevista a 550 millones de litros al año en 2027. En 2021, la empresa de captura directa de aire Global Thermostat anunció que suministraría su tecnología DAC a Haru Oni, pero esto no se materializó. En marzo de 2023, HIF anunció una posible colaboración con el fabricante Mosaic Materials para probar la tecnología DAC. El comunicado de prensa deja claro que esta tecnología DAC (también) sigue en desarrollo. Dados los objetivos anunciados de 55 y 550 millones de litros de combustible sintético en dos y cuatro años respectivamente, sorprende que HIF no sea capaz de comunicar claramente qué materia prima de CO_2 pretende utilizar para hacer funcionar la planta. Aun así, en septiembre de 2023 se anunció la construcción de una planta DAC para 2024.

El suministro energético de este emplazamiento tampoco está asegurado todavía, ya que la solicitud de construcción de un parque eólico con 65 aerogeneradores (325 MW), presentada por HIF en febrero de 2022, fue retirada en octubre de 2022 debido a numerosas deficiencias significativas.

Malas perspectivas para el futuro del proyecto

Hasta hace poco, el HIF y sus socios del proyecto comunicaban que Haru Oni utilizaría tecnología DAC. HIF ha elegido una tecnología que consume mucha energía y que aún no está plenamente desarrollada: el nuevo socio seleccionado, Mosaic Materials, actualmente está construyendo un prototipo DAC. La planta DAC anunciada aún no se ha construido y el objetivo de producción de 550 millones de litros de combustible sintético se ha pospuesto recientemente de 2026 a 2027. El aumento previsto de la producción anual actual por un factor de 430 a 55 millones de litros para 2025 y por un factor de 4,300 a 550 millones de litros para 2027 es poco probable, ya que las estructuras necesarias aún no existen o no están en construcción. Además, la eficiencia no es competitiva con la de los autos eléctricos, ya que la gasolina sintética requiere muchas veces más energía renovable para lograr el

mismo rendimiento que los vehículos eléctricos de batería. Además, el funcionamiento continuo del motor de combustión interna con combustibles sintéticos como quiera emite gases de escape, hollín y óxidos de nitrógeno, además de ruido.

En junio de 2023, HIF Global anunció planes para un nuevo proyecto de combustibles sintéticos en Paysandú, Uruguay.

Las empresas de geoingeniería marina promueven el comercio de carbono, sin bases científicas sólidas ni consideración del riesgo potencial

En abril de 2023, las Naciones Unidas acordaron un tratado para proteger la alta mar, con el objetivo de invertir las tendencias destructivas que amenazan la salud de los océanos. Al mismo tiempo, los océanos se promocionan cada vez más como sumideros de CO_2 para combatir el calentamiento global. La palabra de moda es geoingeniería marina, y las oportunidades de negocio que las empresas ven en el horizonte son enormes.

Los investigadores advierten de que la geoingeniería marina podría ser desastrosa para la vida marina. Por ejemplo, los proyectos para aumentar la capacidad de almacenamiento de carbono de los océanos haciendo que el agua de mar sea más alcalina pueden tener efectos devastadores en la cadena alimentaria marina. Minerales como el olivino no pueden aumentar eficazmente la captación de carbono del océano, pero pueden alterar gravemente la composición de la nieve marina, que sirve de fuente de alimento a muchas especies marinas. La Organización Marítima Internacional (OMI) afirma que las tecnologías de geoingeniería marina “tienen el potencial de causar efectos nocivos generalizados, duraderos o graves” y subraya que “existe una incertidumbre considerable en cuanto a los efectos sobre el medio marino, la salud humana y otros usos del océano”.

Se sabe que el conocimiento de los océanos, incluyendo sus ciclos y ecosistemas, sigue siendo muy limitado. Esto deja preguntas sin respuesta sobre el impacto de la geoingeniería marina, y el tamaño de los océanos hace casi imposible medirlos. Sobre esta base, no hay forma de vender con seguridad créditos de carbono marinos.

En las costas de América Latina, los principales actores hasta la fecha han sido empresas que buscan generar ingresos a partir de la fertilización de los océanos, la mejora o aumento de la alcalinidad oceánica (OAE, por sus siglas en inglés) o el secuestro de carbono por algas.

Vesta impulsa la venta de créditos de carbono basados en la mejora de la alcalinidad oceánica, mientras sigue realizando estudios de campo para demostrar su efectividad

Vesta, una empresa estadunidense fundada en 2019, tiene como objetivo probar y escalar OAE utilizando olivino —una roca volcánica suave y verde— en las playas. Vesta planea extraer olivino, molerlo en pequeños guijarros y esparcirlos en playas donde se espera que la acción de las olas favorezca el proceso de meteorización.

Desde 2020, Vesta tenía previsto realizar pruebas de campo de OAE en dos bahías adyacentes al noroeste de Puerto Plata, en la República Dominicana. Las pruebas debían realizarse en dos fases: una evaluación ambiental de referencia en la fase 1; la aplicación de olivino y evaluaciones ambientales de seguimiento en la fase 2. La información sobre el estado actual del proyecto es contradictoria: la página web del Comité Asesor del Proyecto Vesta (PVAC, por sus siglas en inglés) habla sobre la aprobación de la fase 1. La página web de Vesta y otras fuentes hacen referencia a experimentos de mesocosmos con olivino, que según la descripción del experimento no forman parte de la fase 1. Aunque el experimento lleva planeado al menos tres años y es posible que ya haya comenzado, todavía no hay información pública sobre el inicio, la duración y la escala de los experimentos.

El PVAC existe desde 2023 (posiblemente desde hace más tiempo) y tiene su sede en la American University de Washington DC. El comité se ocupa principalmente de los experimentos en la República Dominicana, pero sólo cuenta con miembros del hemisferio norte (10) y de Australia (1). El PVAC analizó el diseño experimental de Vesta para la fase 1 y consideró que muchas de las afirmaciones “no estaban probadas” o eran “exageradas”. También encontró muchas imprecisiones en el diseño experimental y en la base química y ecológica de los experimentos. El PVAC también declaró “que Vesta da la impresión de que ya conocían el resultado del estudio”. Científicos y medios de comunicación han expresado anteriormente su preocupación por que Vesta esté “sobrevalorando el potencial o descontando las dificultades de su enfoque”. Los científicos han descrito el Proyecto Vesta como un proyecto creado por empresarios para atraer a empresarios. Vesta se presenta como una corporación de beneficio público, pero ha registrado “Vesta” como marca protegida en Estados Unidos. El hecho de que los intereses comerciales de Vesta son primordiales también queda demostrado por la venta de créditos de carbono, por

ejemplo a Carbon[x] en marzo de 2023. Además, a partir de enero de 2023, se busca un director de ventas para llevar las ventas de carbono de Coastal Carbon Capture al siguiente nivel; la oferta de empleo promete un potencial de crecimiento ilimitado y un mercado en auge para la remoción de carbono.

La mejora o aumento de la alcalinidad oceánica supone grandes riesgos para el medio marino y tiene una importante huella de carbono debido a los grandes volúmenes de roca que hay que extraer, triturar, transportar y distribuir. Más información sobre OAE aquí.

Una empresa canadiense pretende verter fertilizantes en las costas de América Latina

Desde 2016, Oceaneos, una organización vinculada a experimentos ilegales anteriores en Canadá, ha estado solicitando al gobierno chileno permiso para hacer pruebas de fertilización oceánica con hierro. Oceaneos tenía planes similares en Perú y Argentina. Científicos chilenos y peruanos han criticado duramente estos planes: el experimento de fertilización con hierro "pondría en grave peligro los ecosistemas marinos nacionales y, además, a diversas pesquerías". Las solicitudes de Oceaneos para realizar los experimentos no fueron aprobadas. En Argentina, las negociaciones se conocieron en 2019. Desde ~2021, no hay constancia de que la empresa siga operando en Argentina. Oceaneos sigue teniendo oficinas y empleados en Perú y Chile. Desde 2022, Oceaneos ha realizado experimentos sobre el plancton y la química del agua de mar en las costas chilenas, pero sigue promoviendo la fertilización oceánica con hierro, incluyendo en varios sitios web. Dado que la fertilización de los océanos viola las moratorias del Convenio de Londres y del CDB, Oceaneos presenta sus actividades como un método para aumentar las poblaciones de peces. Los propietarios de Oceaneos también son dueños de una empresa de fertilizantes, Soileos, que actualmente se está afianzando en Chile y cuya cartera incluye la producción de fertilizantes de hierro.

La fertilización de los océanos puede alterar el equilibrio ecológico, por ejemplo con la proliferación de algas nocivas y el aumento de la acidificación de los océanos. Más información sobre la fertilización oceánica aquí.

Pruebas con algas invasoras de rápido crecimiento en aguas mexicanas

La empresa británica Seafields está utilizando aguas mexicanas para experimentar con sargazo, alga marina invasora y de rápido crecimiento. La empresa planea cosechar las algas, empaquetarlas, verterlas en las profundidades marinas y vender créditos de carbono. Las algas se alimentarán de afloramientos artificiales, que consisten en bombear agua rica en nutrientes desde las profundidades marinas a través de tuberías de varios cientos de metros de longitud hasta una superficie marina más bien pobre en nutrientes, donde el sargazo crecerá flotando libremente en el agua. Desde 2021, Seafields ha estado realizando pruebas con sargazo, equipo para explotaciones marinas y tecnología de flotabilidad artificial en varios lugares, incluyendo aguas mexicanas. No se ha revelado la ubicación exacta, la duración ni el alcance de las pruebas.

Una empresa estadunidense verterá algas en el Caribe para vender créditos de CO_2

Una empresa californiana, Pull to Refresh, planea utilizar barcos semiautónomos para capturar algas, verterlas en las profundidades marinas y venderlas como créditos de carbono. La empresa promete que el carbono quedará secuestrado por más de cien años, aunque la base para hacer esta promesa no está clara. El primer proyecto se llevará a cabo en el Caribe. La ubicación exacta, el calendario y el tamaño del proyecto aún no se han anunciado, pero Pull to Refresh opera una fábrica de fabricación de buques en Panamá desde 2022, lo que podría ser una pista de la ubicación del proyecto.

Una empresa británica hundirá algas en el Caribe para vender créditos de CO_2

Seaweed Generation Ltd, con sede en el Reino Unido, pretende desarrollar robots para cultivar, capturar y hundir sargazo en las profundidades marinas. La empresa ha anunciado una primera prueba piloto de hundimiento de sargazo en el Caribe en 2023, con un mayor crecimiento en 2024, y espera que "nuestra principal fuente de ingresos sean los créditos por remoción de dióxido de carbono, gracias al hundimiento de sargazo en las profundidades marinas". Aún no se ha anunciado la ubicación exacta, el calendario ni el tamaño del proyecto. El consejo asesor científico de la empresa está formado por siete personas, seis del Reino Unido y Estados Unidos y una de Antigua y Barbuda, lo que podría ser una pista sobre la ubicación del ensayo.

Investigación sobre producción de biodiésel de algas en Argentina

Oil Fox se fundó en Argentina en 1997 y lleva investigando el biodiésel de microalgas desde el año 2000. Desde 2010 se produce biodiésel, aunque con una pequeña proporción de algas. El uso de algas en la producción de biodiésel parece desempeñar un papel menor, pero Oil Fox sigue investigándolo. Entre los patrocinadores corporativos se encuentran la Fuerza Aérea Argentina, Dow Chemical y la industria minera.

Los biocombustibles basados en algas se investigan desde hace muchos años, pero aún no se ha demostrado que la biomasa de algas sea una fuente de biocombustibles económicamente viable.

Algas y árboles artificiales para combatir la contaminación atmosférica urbana

La empresa emergente mexicana BiomiTech se fundó en 2016 y tiene su sede en la Ciudad de México. La empresa ha desarrollado un árbol artificial llamado BioUrban, que utiliza microalgas para filtrar CO_2, CO y NO_x del aire. Existen tres versiones del BioUrban. Uno de los árboles artificiales, el BioUrban 2.0, tiene 4 metros de altura, 2.75 metros de diámetro, consta de una carcasa de acero y contiene 500 litros de solución de microalgas. BiomiTech planea aumentar la cantidad de aire filtrado por el BioUrban y utilizar las algas residuales como materia prima para productos como biogas y biocombustibles. En 2022 sólo se habían instalado unos pocos BioUrban, pero en febrero de 2023 se informó que se instalarían unas 200 unidades en ciudades latinoamericanas con altos niveles de contaminación atmosférica, entre ellas Ciudad de México, Santiago de Chile, Brasilia y Lima.

El manejo de la radiación solar llega a América Latina impulsada por el Norte Global

La iniciativa DEGREES (*DEveloping country Governance, REsearch and Evaluation for SRM*, “Desarrollar la gobernanza, la investigación y la evaluación de los países para el manejo de la radiación solar”), con sede en el Reino Unido, tiene como objetivo promover la investigación sobre el manejo o gestión de la Radiación Solar (SRM, por sus siglas en inglés) en todo el mundo. Desde 2018, el DEGREES Modelling Fund (DMF) ha proporcionado financiamiento a científicos del Sur Global para modelar enfoques de SRM y analizar los posibles beneficios e impactos en sus regiones. No se trata de una iniciativa para financiar a investigadores del Sur Global en los temas más apremiantes de sus países, sino simplemente para promover la investigación sobre geoingeniería solar, en la mayoría de los casos con un enfoque limitado de comparar las amenazas del cambio climático con el riesgo que supondría la geoingeniería solar. No se tienen en cuenta otras alternativas para hacer frente a los retos del cambio climático. Proporcionando pequeñas cantidades de financiamiento con objetivos muy específicos a equipos de investigación del Sur Global, DEGREES afirma ser “la mayor iniciativa de investigación sobre SRM del mundo por número de científicos” y que la mayoría de ellos se encuentran en el Sur Global.

Actualmente hay más de veinte equipos en todo el mundo trabajando con DEGREES, y la mayoría están modelando el uso de la inyección estratosférica de aerosoles (SAI, por sus siglas en inglés). La modelización se basa en modelos climáticos desarrollados en el Norte Global: GeoMIP (proyecto de intercomparación de modelos de geoingeniería) y GLENS (proyecto de gran conjunto de geoingeniería). Los estudios se limitan a los riesgos o beneficios de la aplicación de la geoingeniería solar en comparación con los riesgos del cambio climático. Los equipos de investigación en América Latina se enfocan en las siguientes áreas:

- Argentina: En Argentina, el equipo de investigación del DMF tiene su sede en Buenos Aires, en la Universidad de Buenos Aires y en el Consejo Nacional de Investigaciones de Argentina. Desde 2018, el equipo de investigación ha estado modelando los posibles impactos del manejo de la radiación solar en la disponibilidad de agua dulce y las temperaturas en la Cuenca del Plata, en el sudeste de América del Sur.
- Brasil: En Brasil, el equipo de investigación del DMF tiene su sede en el Instituto de Recursos Naturales de Brasil y en la Universidad Federal de Itajubá. Desde 2023, el equipo de investigación modela los posibles efectos del manejo de radiación solar en los ciclones del hemisferio sur.
- Chile: En Chile, el equipo de investigación del DMF tiene su sede en la Universidad de Concepción. Desde 2023, el equipo de investigación modela los posibles efectos del manejo de radiación solar sobre los glaciares de América del Sur.
- Jamaica: En Jamaica, el equipo de investigación del DMF tiene su sede en la Universidad de las Indias Occidentales en Mona y colabora con el Instituto de Meteorología de Cuba. Desde 2018, el equipo de investigación ha estado modelando los posibles impactos de la inyección estratosférica de aerosoles en el clima y la agricultura del Caribe en el futuro. De 2018 a 2021, el equipo de investigación trabajó en “Una propuesta para evaluar los efectos de SRM en el clima futuro del Caribe”, y desde 2022 en “Agricultura del Caribe bajo SRM: un estudio de caso en Jamaica”.

En junio de 2023, la Iniciativa DEGREES lanzó una convocatoria de propuestas para científicos de Centroamérica, invitando a presentar solicitudes a Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá. Las solicitudes deben modelar y examinar cómo se comparan los impactos del manejo de la radiación solar con los de un mundo calentado.

Experimentos comerciales de geoingeniería solar en México

Make Sunsets, Inc. fue fundada en octubre de 2022 por Luke Iseman y Andrew Song y tiene su sede en Dakota del Sur, EUA. El objetivo de la empresa es "desplegar nubes reflectantes en la estratósfera" liberando partículas de dióxido de azufre (SO_2). Se supone que globos llenos de helio y una pequeña cantidad de SO_2 asciendan a la estratósfera y estallen liberando las partículas de SO_2. Basándose en este planteamiento, la empresa ha iniciado un negocio de venta de "créditos de enfriamiento" a empresas que quieren evitar reducir sus emisiones. Make Sunsets realizó vuelos de prueba con globos meteorológicos de helio y SO_2 desde Baja California (en México) en abril y en diciembre de 2022, sin el consentimiento del gobierno mexicano ni de las comunidades vecinas. En enero de 2023, un mes después de que los experimentos de Baja California se hicieran públicos, el gobierno mexicano decidió anteponer el principio de precaución y la justicia climática a los experimentos de manejo de la radiación solar y los prohibió, estableciendo una iniciativa única en el continente y en el resto del mundo.

Otras razones para la decisión del gobierno mexicano fueron la evidencia de que estas técnicas no reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y tienen impactos potenciales y desiguales sobre el medio ambiente, la salud y las comunidades. Además, cualquier acción de este tipo debe estar sujeta a la consulta previa, libre e informada y al consentimiento de las comunidades o pueblos indígenas cuyos territorios se utilicen para tales fines. Make Sunsets ha abandonado México, pero desde entonces ha planificado y llevado a cabo más experimentos en Estados Unidos. Más información sobre los riesgos y el financiamiento del experimento aquí.

Propuestas para un tratado internacional que prohíba la geoingeniería solar

Desde enero de 2022, un grupo de más de 400 científicos preocupados por el clima de todo el mundo han estado pidiendo un Acuerdo Internacional de No Uso de la Geoingeniería Solar, argumentando que el manejo o gestión de la radiación solar plantea riesgos inaceptables si alguna vez se llega a implementar. El grupo incluye científicos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay.

Los científicos del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) han advertido de que "los enfoques de modificación de la radiación solar, si llegaran a aplicarse, introducen una amplia gama de riesgos nuevos y poco conocidos para las personas y los ecosistemas".

Cuadro sinóptico de los proyectos de geoingeniería conocidos en América Latina

Versión A: países y tecnologías de geoingeniería

País	Tecnologías de geoingeniería proyectadas/en curso
Antigua	Algas, Modificación del clima
Argentina	Algas, CCUS, Fertilización oceánica, Proyecto de investigación (SRM), Modificación del clima
Belice	Biochar
Bolivia	Modificación del clima
Brasil	BECCS, Biochar, Meteorización mejorada, CCS, CCUS, Proyectos de investigación (SRM, CCS), Modificación del clima
Chile	Biochar, CCUS, Fertilización oceánica, Proyecto de investigación (SRM), Blanqueamiento de nubes marinas, Modificación del clima
Costa Rica	Biochar, Proyecto de investigación (Modificación del clima), Modificación del clima
Cuba	Modificación del clima
Ecuador	Modificación del clima

Guatemala	Modificación del clima
Guyana	Biochar
Haití	Biochar
Honduras	Modificación del clima
Jamaica	Proyecto de investigación (SRM), Modificación del clima
México	Algas, CCS, CCUS, Proyectos de investigación (CCS, CCUS, SRM), SAI, Modificación del clima
Panamá	Algas, Modificación del clima
Perú	Surgencia artificial, Fertilización oceánica, Otra, Modificación del clima
Puerto Rico	CCUS, Modificación del clima
República Dominicana	Meteorización mejorada, Modificación del clima
San Vicente	Algas
Uruguay	CCUS
Venezuela	Modificación del clima

Versión B: países, tecnologías y proyectos de geoingeniería

PAÍS	**Tecnología de geoingeniería**	**Proyectos (en curso, previstos, completados, cancelados)**
Antigua	Algas	Seaweed Generation Ltd pilot trial
	Modificación del clima	Antigua Cloud Seeding Project
Argentina	Algas	Oil Fox Biodiesel
	CCUS	CCU Lujan Brewery
	Fertilización oceánica	Oceaneos Argentina
	Proyecto de investigación (SRM)	DEGREES Initiative: Argentina
	Modificación del clima	Mendoza – ‘Operation Hail’, Mendoza hail damage mitigation, Mendoza hail suppression program
Belice	Biochar	IBI Nine Country Program – Belize Carbon Gold Project
Bolivia	Modificación del clima	Bolivia cloud seeding program

Brasil	BECCS	FS Lucas do Rio Verde BECCS project, Sao Paulo Project
	Biochar	NetZero Brazil – Rio Casca, NetZero Brazil – Brejetuba, Norwegian Geotechnical Institute Biochar Program: Brazil
	CCS	Petrobas Santos Basin Project, Petrobas Santos Basin Project: Tupi oil field, Petrobas Santos Basin Project: Sapinhoá oil field, Petrobas Santos Basin Project: Lapa oil field, Petrobas Santos Basin Project: Búzios oil field, Rio de Janeiro CCS pilot, Petrobas Miranga pilot trial, CEPAC – Coal bed methane trial, CCP Project at São Mateus
	CCUS	Itabirito CCUS project, QPC Quimica Methanol
	Meteorización mejorada	InPlanet GmbH – Brazil
	Proyectos de investigación (SRM, CCS)	CEPAC research centre in Brazil, DEGREES Initiative: Brazil
	Modificación del clima	Weathering Modification Program in Ceará, Petrolina Seeding Program
Chile	Biochar	Temuco Projects, IBI Nine Country Program – Chile
	CCUS	Highly Innovative Fuels Global, CCU Temuco Plant, AB InBev – Cervecería Chile, AMER project, Haru Oni pilot project
	Fertilización oceánica	Oceaneos Chile
	Proyecto de investigación (SRM)	DEGREES Initiative: Chile
	Blanqueamiento de nubes marinas	VOCALS-REX
	Modificación del clima	First cloud seeding tests in Chile, Modificacion Experimental del Tiempo Atmosferico (META), Valparaiso Cloud Seeding, Precipitation enhancement program (Andes), Precipitation enhancement program (Tarapaca,…), Rio Copiapó Programme, Cachapoal River Basin Program, Programa de Estimulación de Precipitaciones (PEP), Valle de Elqui
Costa Rica	Biochar	IBI Nine Country Program – Costa Rica
	Proyecto de investigación (Modificación del clima)	Cloud Seeding Feasibility Study
	Modificación del clima	Programa de Siembra de Nubes sobre Embalse Arenal

Cuba	Modificación del clima	Cloud seeding over Cuba, EXPerimento aleatorizado de siembra de nubes en AReas Extensas (EXPAREX), Artificial Weather Modification Project (PCMAT), Eastern Cuba cloud seeding, Campana de Lluvia Procada
Ecuador	Modificación del clima	Cotopaxi
Guatemala	Modificación del clima	Chixoy River Drainage
Guyana	Biochar	Guyana Environment Capacity Development Project (GENCAPD)
Haití	Biochar	Pro-Natura Biochar trials in Haiti
Honduras	Modificación del clima	El Cajon Drainage Basins, United Fruit Company Cloud Seeding
Jamaica	Proyecto de investigación (SRM)	DEGREES Initiative: Jamaica
	Modificación del clima	Heritage and Mona Reservoir Seeding Program, Jamaica water supply augmentation program
México	Algas	Seafields: Mexico trials, Artificial tree: BioUrban, Aquaviridis Project
	CCS	PEMEX Carmito CCS Project, Campo Brillante pilot: CO2-EOR, Campo Brillante pilot: CO2 capture in Agua Dulce, Poza Rica pilot trial
	CCUS	CEMEX & Synhelion, CEMEX
	Proyectos de investigación (CCS, CCUS, SRM)	World Bank CCS Trust Fund: Mexico, DEGREES Initiative: Central America (inviting applications from Central America), Mexican CCUS Technology Roadmap
	SAI	Make Sunsets – Baja California
	Modificación del clima	Volkswagen Hail Cannons , Puebla rainfall enhancement program, State of Mexico – rainfall enhancement program, Rainfall Augmentation Programme, Toluca rainfall enhancement program, Iguala rainfall enhancement program, Ensenada rainfall enhancement program, Michoacan rainfall enhancement program, Rain stimulation over north central Mexico, Port of Ensenada
Panamá	Algas	Pull to Refresh: Panama
	Modificación del clima	Panama Rain Enhancement Project
Perú	Surgencia artificial	CUSCO (Peru)
	Fertilización oceánica	Oceaneos Peru S.A.C.
	Other	Glaciares Peru
	Modificación del clima	Modification Artificial Del Tiempo

Puerto Rico	CCUS	Coca-Cola Puerto Rico Bottlers
	Modificación del clima	Puerto Rican ‘Siembra de nubes’ – Project, Cloud seeding in southern Puerto Rico, Carraizo Dam Watershed Program
República Dominicana	Meteorización mejorada	Vesta – Puerta Plata trial
	Modificación del clima	Increased stream flow to dams
San Vicente	Algas	Seafields: St. Vincent trial
Uruguay	CCUS	HIF Uruguay
Venezuela	Modificación del clima	Programa Incremento de las Precipitaciones