

Para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París es urgente reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, cada vez es más evidente que también se necesitará recurrir a métodos de captura de dióxido de carbono (CDR, por sus siglas en inglés) para complementar los esfuerzos.

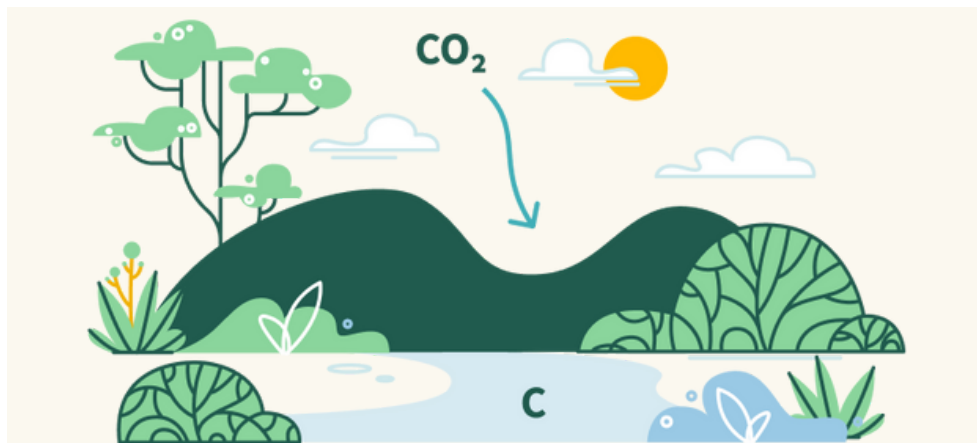
Actualmente, numerosas investigaciones estudian los métodos de CDR y su papel en la mitigación del cambio climático. Estas tecnologías podrían ayudar a alcanzar la neutralidad climática en la segunda mitad del siglo XXI. No obstante, para avanzar en su aplicación, es fundamental analizar sus posibles impactos y riesgos.

En este aula climática, presentamos algunos conceptos básicos de la CDR.

La captura de dióxido de carbono (CDR) engloba todas aquellas técnicas o estrategias llevadas a cabo por el ser humano para extraer dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y almacenarlo durante largos periodos de tiempo.

El CO₂ es un gas de efecto invernadero con un papel clave en la regulación de la temperatura del planeta y en el mantenimiento de la vida. Sin embargo, las actividades humanas han aumentado significativamente su concentración en la atmósfera, dando lugar al calentamiento global y amenazando la estabilidad del sistema terrestre.

Para reducir este exceso de CO₂ en la atmósfera, se pueden utilizar distintos métodos de captura de carbono. Estos métodos varían en su enfoque para retirar CO₂ del aire, en la duración del almacenamiento, los costes económicos y el grado de desarrollo tecnológico. Cada uno de ellos presenta beneficios adicionales, pero también posibles impactos negativos y riesgos.



A través del ciclo del carbono, el CO₂ atmosférico se disuelve en otros medios o se transforma en compuestos orgánicos o minerales que contienen carbono (C). Así, el carbono queda “capturado”, reduciendo la concentración de CO₂ en la atmósfera. Estos medios se conocen como “reservorios” de carbono e incluyen los seres vivos, el agua del mar y ciertos compuestos inorgánicos.



Glosario

Acuerdo de París

Es un tratado internacional adoptado en diciembre de 2015 durante la 21ª Conferencia de la ONU sobre Cambio Climático (COP21), celebrada en París. Este acuerdo estableció un compromiso legalmente vinculante entre los países firmantes, los cuales se comprometieron a mantener el aumento de la temperatura del planeta muy por debajo de los 2 °C respecto a los niveles anteriores a la era industrial, y a esforzarse por limitarlo a 1,5 °C.

Neutralidad climática

También conocida como *emisiones netas cero*, hace referencia al equilibrio que se consigue cuando las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan equivalen a las que se eliminan de la atmósfera.



Los métodos de CDR se dividen principalmente en dos categorías:

Basados en la naturaleza

Son aquellos métodos que aumentan la captura de CO₂ de la atmósfera por parte de los reservorios naturales de carbono, como el suelo, la vegetación o los océanos. Además de su función climática, estos métodos pueden aportar beneficios adicionales, como la mejora de la biodiversidad, el aumento de la seguridad alimentaria o la protección frente a desastres naturales, como las inundaciones.

Sin embargo, su eficacia para almacenar CO₂ a largo plazo puede ser limitada y presentar ciertos inconvenientes: los métodos aplicados en zonas terrestres pueden competir con otros usos del suelo, mientras que los desarrollados en medios oceánicos pueden generar impactos imprevistos en áreas alejadas del lugar de aplicación.



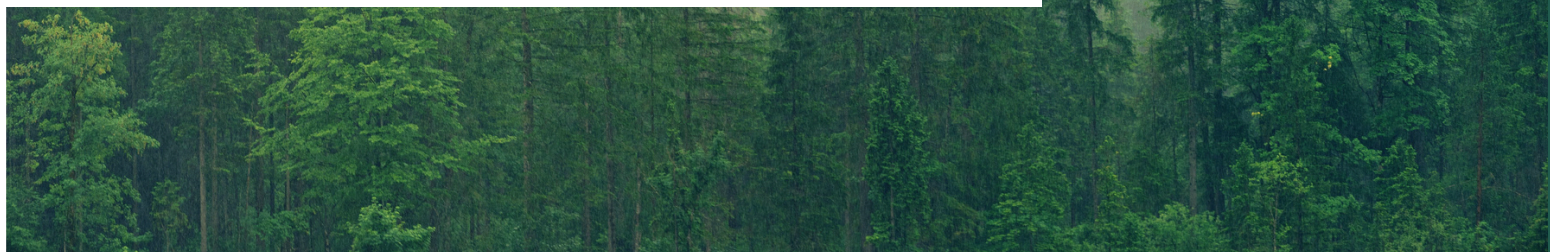
Basados en tecnología

Estos métodos se basan en el uso de tecnologías que potencian procesos químicos para transformar el carbono en otros compuestos que puedan ser almacenados. Un ejemplo es la captura directa de carbono del aire y posterior almacenamiento (DACCS, por sus siglas en inglés).

Estas alternativas suelen conllevar menos riesgos y pueden almacenar carbono durante largos periodos de tiempo. No obstante, son menos conocidas que las basadas en la naturaleza y a menudo requieren un gran consumo energético y de lugares adecuados para el almacenamiento del carbono.



Por tanto, aunque los métodos CDR tienen potencial para apoyar las políticas de mitigación del cambio climático, aún existen interrogantes sobre su eficacia y sus posibles riesgos. Es importante entender que no existe una solución única válida para todos los casos, y que la mejor opción dependerá del contexto específico.



La CDR en el contexto del cambio climático

Para cumplir los objetivos del Acuerdo de París y limitar el calentamiento global, es fundamental alcanzar la neutralidad climática. Sin embargo, según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), reducir las emisiones por sí solo no será suficiente. De hecho, el IPCC señala que está presente en todos los escenarios que logran mantener el calentamiento por debajo de los 1,5 °C o 2 °C hacia finales de siglo.

Será necesario complementar esa reducción drástica de emisiones con métodos de CDR. Estos resultan especialmente útiles para tratar emisiones que son muy difíciles de evitar, como las que se producen en industrias como la del acero, el cemento o los productos químicos.

Para avanzar en esta línea, la Comisión Europea ha creado un sistema para certificar la captura de carbono. Esto busca garantizar que las iniciativas de captura sean reales y efectivas, evitando el llamado *greenwashing*. En 2024, el Consejo y el Parlamento Europeo alcanzaron un acuerdo preliminar para establecer esta normativa.

Sobre RESCUE

El proyecto europeo RESCUE estudia distintos métodos de CDR y cómo podrían integrarse en estrategias de neutralidad climática. A través de escenarios y modelos computacionales, RESCUE proporciona información clave para diseñar políticas climáticas más eficaces y seguras.

Para ello, el proyecto RESCUE tiene dos objetivos principales:

1 Desarrollar una cartera de escenarios que incorporen el uso de métodos de CDR para el siglo XXI y más allá.

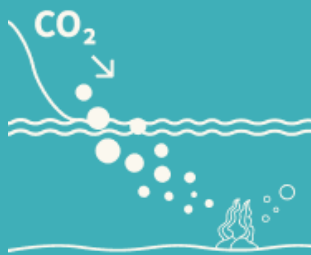
Esto permitirá a científicos y responsables políticos entender cómo podría responder el clima y el sistema terrestre si la temperatura media global se estabiliza gracias a estas técnicas.

2 Evaluar el impacto potencial de la CDR en la reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero.

Esto incluye analizar los impactos ambientales, los posibles efectos secundarios y los beneficios adicionales que podrían derivarse de su aplicación.

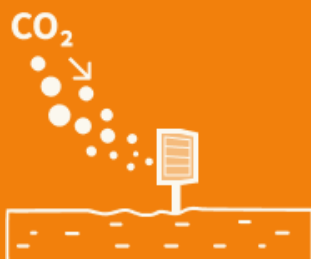


Los modelos climáticos computacionales que RESCUE desarrolla para simular los distintos escenarios orientados a alcanzar la neutralidad climática incorporan estos cuatro métodos de CDR:



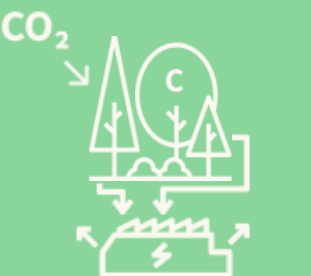
AUMENTO DE LA ALCALINIDAD DEL OCÉANO

El océano es uno de los reservorios naturales de carbono más importantes. Este método consiste en añadir ciertas sustancias al agua marina para incrementar su alcalinidad. Un entorno más alcalino (es decir, menos ácido) tiene mayor capacidad para absorber CO₂. Como resultado, el océano puede captar y almacenar más carbono durante largos periodos, lo que contribuye a reducir su concentración en la atmósfera. Esta técnica puede aplicarse de distintas formas, como la dispersión de sustancias alcalinas como piedra caliza en alta mar o su deposición en zonas costeras.



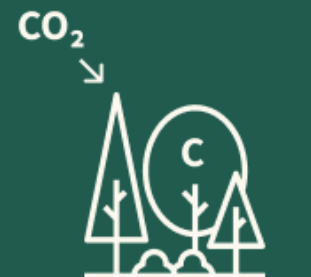
CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DIRECTO DE CARBONO DEL AIRE

Este método requiere de dispositivos de gran tamaño, similares a ventiladores, que impulsan grandes volúmenes de aire hacia materiales químicos o porosos con alta afinidad por el CO₂. Una vez capturado, el carbono debe almacenarse en formaciones geológicas específicas bajo tierra.



BIOENERGÍA CON CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

La biomasa es material orgánico procedente de seres vivos y puede utilizarse para generar energía renovable, especialmente la que proviene de plantas. Estas absorben CO₂ de la atmósfera mediante la fotosíntesis y lo almacenan en sus tejidos en forma de carbono orgánico. Al quemar la biomasa para producir energía, se libera el CO₂ previamente capturado. El sistema BECCS aprovecha este ciclo: primero, se cultiva biomasa vegetal que extrae CO₂ del aire; luego, tras su combustión, el CO₂ liberado se captura nuevamente y se almacena de forma segura en formaciones geológicas.



AFORESTACIÓN / REFORESTACIÓN

La aforestación consiste en plantar árboles en tierras degradadas o abandonadas, mientras que la reforestación se refiere a la replantación de árboles en zonas deforestadas. Las plantas absorben CO₂ mediante la fotosíntesis, lo convierten en carbono orgánico y lo almacenan tanto en sus tejidos como en el suelo. Por eso, el incremento de superficie forestal mediante aforestación y reforestación contribuye a reducir la concentración de CO₂ de la atmósfera.

Referencias

Gambhir A., and Tavoni M. (2019). Direct Air Carbon Capture and Sequestration: How It Works and How It Could Contribute to Climate-Change Mitigation. *One Earth* 1: 405-409. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.11.006>

European Commission (2024). Carbon Removal Certification. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/sustainable-carbon-cycles/carbon-removal-certification_en

European Council. (2024, February 20). Climate Action: Council and Parliament agree to establish an EU carbon removals certification framework [Press release]. European Council. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/climate-action-council-and-parliament-agree-to-establish-an-eu-carbon-removals-certification-framework/>

European Parliament: European Parliamentary Research Service (2021). Briefing - Carbon dioxide removal: Nature-based and technological solutions. Erbach G. and Gema Andreo V. EPRS Briefings. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2021\)689336](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2021)689336)

IPCC (2023): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, [doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001](https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001)

IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>