

OCCUS'21: OBSERVATORIO SOBRE CAPTACIÓN, USO Y ALMACENAMIENTO DE CO₂ EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA (Primer informe)

Ángel Enrique Salvo Tierra y Pedro Miguel Guerrero Serrano¹

Cátedra FYM-UMA Cambio Climático

Marcos Castro Bonaño

Departamento de Economía aplicada de la UMA

Federico Benjamín Galacho Jiménez

Departamento de Geografía Aplicada de la UMA

Miguel Ángel Ruiz Bellido

Fundación Andalucía Emprende

Jesús Iglesias Saugar

EU Climate Pact Ambassador en Social Climate

Noelia Hidalgo Triana y Antonio Flores Moya

Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal de la UMA

1 Autor para correspondencia: pedroguerrero@uma.es

Resumen

El observatorio sobre tecnologías de captación, uso, transporte y almacenamiento de CO₂ se crea para dar soporte a la Cátedra FYM-UMA de Cambio Climático en cuanto a indicadores sobre Tecnologías CCUS se refiere. Una de las claves para cumplir el Acuerdo de París es promover las tecnologías de captura, almacenamiento y uso de CO₂. Una de las propuestas para la mitigación de cambio climático y reducción de gases de efecto invernadero es la tecnología de CCUS.

Abstract

The observatory on CO₂ capture, use, transport and storage technologies is created to support the FYM-UMA Chair on Climate Change in terms of indicators on CCUS Technologies. One of the keys to fulfilling the Paris Agreement is to promote CO₂ capture, storage and use technologies. One of the proposals for climate change mitigation and greenhouse gas reduction is the CCUS (Carbon Capture, Use and Storage) technology. OCCUS'21 aims to detect and monitor techniques and projects on climate change mitigation through CCUS technologies. The purpose of OCCUS'21 is to detect and monitor techniques and projects on climate change mitigation through CCUS Technologies.

Palabras claves: *Tecnologías CCUs; secuestro de CO₂; uso del CO₂; economía circular del CO₂*

Key Words: *CCUs Technologies; CO₂ sequestration; use of CO₂; circular CO₂ economy*

Área temática: *Infraestructuras y soluciones tecnológicas sostenibles*

1. Introducción

Una de las claves para cumplir el Acuerdo de París (ONU 2015) es promover las tecnologías de captura, almacenamiento y uso de CO₂, configurándose como una de las líneas estratégicas para la mitigación de Cambio Climático (en adelante CC) y reducción de gases de efecto invernadero las Tecnologías de CCUS (siglas correspondientes a Carbon Capture, Use and Storage, en español Captura, uso y almacenamiento de carbono y en adelante TCCUS). El Observatorio sobre tecnologías de captación, uso, transporte y almacenamiento de CO₂ (en adelante OCCUS 21) se ha creado para dar soporte a la Cátedra FYM-UMA de CC en el seguimiento de experiencias sobre TCCUS.

La finalidad de OCCUS'21 es la detección y seguimiento de técnicas y proyectos sobre la mitigación del CC mediante las TCCUS, además de, en base a su mejor y más profundo conocimiento, en una segunda fase innovar y/o replicar técnicas y proyectos de eficacia probada que mejor se adapten a nuestro entorno local para la mitigación del CC y la compensación de las emisiones de CO₂.

2. Metodología

Se han establecido un total de ocho 'ámbitos de seguimiento', determinándose un observador-especialista para cada uno de ellos. Los ámbitos de seguimiento en el OCCUS21 (Fig. 1) son los siguientes:

1. Biodiversidad y reforestación: Iniciativa para contribuir en la lucha contra el CC y a favor de la resiliencia climática y ecológica, a través de inversiones de empresas e instituciones de repoblación y restablecimiento de la biodiversidad.

2. Uso de CO₂ en agricultura: Existen varios proyectos pioneros a nivel mundial sobre la inyección de CO₂ en invernaderos para la aceleración del crecimiento en horticultura, los resultados son dispares, pero se conocen cada vez más en estas novedosas técnicas.

3. Economía circular del CO₂: La economía circular y la eficiencia son las claves de un futuro más sostenible, por lo que se apuesta cada vez más por desarrollar tecnologías CCU bajo este planteamiento. Productos derivados del CO₂ podrían convertirse en una transformación circular, por ejemplo, en plásticos o combustibles que sustituyan a aquellos de origen fósil.

4. Planificación territorial y cartografía temática: La planificación cartográfica urbana y regional resulta básica para la elección de estrategias de mitigación/adaptación al CC ya que permite cálculos de emisiones y secuestro de CO₂, vegetación, ecosistemas, áreas más proclives a olas de calor o sectores con necesidades de mitigación, entre otras cuestiones claves.

5. Algas y microalgas: La biomasa generada por distintas especies de algas marinas y dulceacuícolas requiere de CO₂ para su proliferación, la producción obtenida en condiciones especiales puede ser utilizada desde su incorporación bioenergética hasta su uso en agricultura, acuicultura, cosméticos o alimentación animal y humana.

6. Social climate: La participación ciudadana y de la sociedad civil es igualmente clave para la resolución de los problemas que surjan del CC. La Economía social para la activación y la justicia climática se colocan como eje central de las políticas en el ámbito local. Un buen ejemplo de ello lo constituyen los mercados locales y el consumo de cercanía como forma de contribuir la ciudadanía a la mitigación a los efectos climáticos.

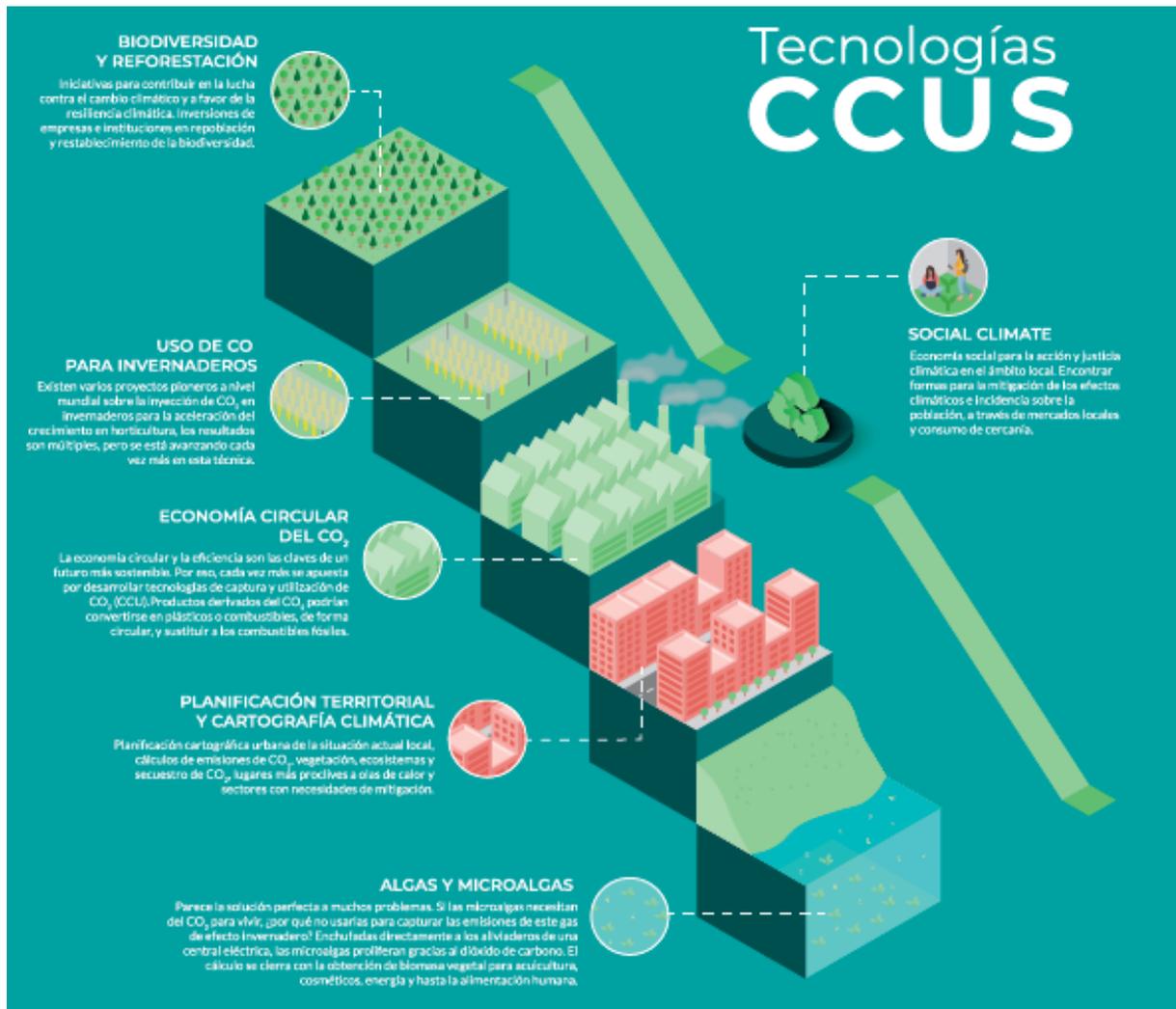


Figura 1.- Ámbitos de seguimiento del OCCUS'21 (autor B. Salvo)

3. Resultados: Avance del primer informe OCCUS'21

La urgencia de la mitigación viene claramente determinada por la extrema gravedad de los escenarios presentes y posibles en el futuro según los avances del sexto informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2021) (Fig. 2). La inacción, como ha quedado demostrado, podría llevar a la imposibilidad de la adaptación como civilización, con excesivo coste social y económico. Al mismo tiempo, los impactos del CC ya son evidentes y cada vez más severos (como la mayor intensidad y duración de las olas de calor en el hemisferio norte), generando la necesidad de adaptarnos simultáneamente. Por otro lado, el agravamiento de las desigualdades socio-económicas por la crisis pandémica, y su relación con las emisiones, aboca a situar en el centro de los beneficios de la recuperación verde post-pandemia (Pacto verde Europeo - EU Green Deal, CE 2020) a las personas y colectivos más vulnerables por el CC.

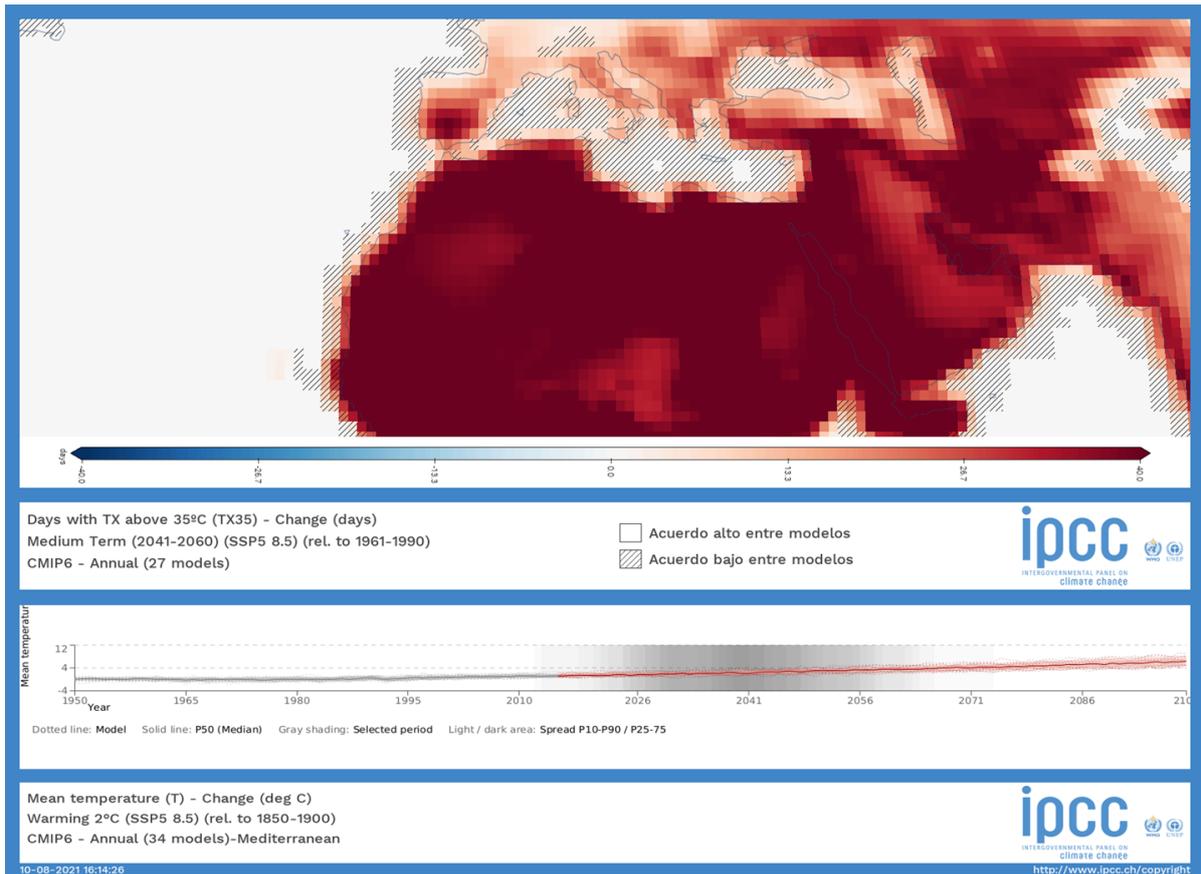


Figura 2.- Arriba: Modelización del número de días con Tmed superiores a 35°C en la región mediterránea para el período 2041-2060 en una trayectoria SSP5 8.5 (obsérvese la amplitud de la desertización en el Sur de la Península Ibérica) Abajo: Evolución del incremento de la Tmed en la región mediterránea con la misma trayectoria hasta final de siglo (obsérvese que durante el período 2041-2060 el incremento de la Tmed alcanzaría los 4°C) (Fuente www.ipcc.ch)

La captura y almacenamiento de carbono parece ser la única forma eficaz, y a corto plazo, que evitaría que la industria del acero, la fabricación de cemento y varios procesos más, sigan vertiendo emisiones a la atmósfera. En los últimos 20 años se han propuestos diversos programas para este fin, pero se han visto cancelados debido a que los gobiernos vacilaron en su financiación. No obstante, depender de la captura y almacenamiento del carbono no parece ser una forma *'moderadamente confiable'* de descarbonizar el sistema energético actual (Fig. 3).

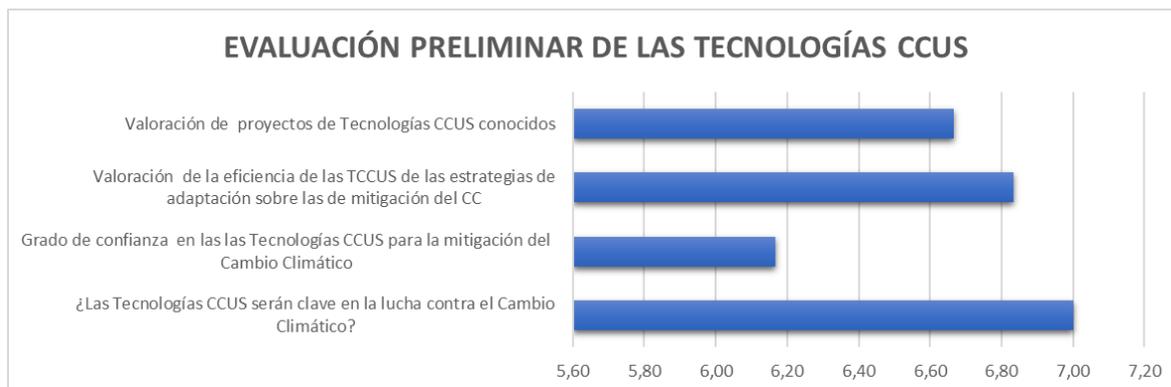


Figura 3. Evaluación preliminar de las TCCUs basada en la opinión de expertos del OCCUS 21.

Si la captura de las emisiones se centra en la reducción neta de las emisiones de CO₂ el proceso dependerá del balance global de los siguientes factores: de la fracción de CO₂ captado, de la mayor emisión debido a la pérdida de eficiencia de los procesos industriales y al aumento de la energía necesaria para captar, transportar y almacenar el CO₂ (el CO₂ se comprime hasta casi licuarlo), a las fugas producidas en el transporte y a la fracción del CO₂ retenido en el almacén geológico. La captura puede ascender al 90% de las emisiones, que aumentan en un 25-30% debido a la pérdida de eficiencia y al mayor consumo energético. Suponiendo que no haya fugas en el transporte y en el almacenamiento, las reducciones reales quedan en un 80% del CO₂ emitido anteriormente.

Tabla 1. Relación de artículos científicos y en prensa sobre TCCUs analizados en el OCCUS 21.

CCUs (Screening 1)	REFERENCIAS
Adaptación en áreas urbanas	Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-56091-5
Adaptación en áreas urbanas	Bowler DE, Buyung-Ali L, Knight TM, Pullin AS (2010) Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. <i>Landsc Urban Plan</i> 97(3):147–155
Adaptación en áreas urbanas	Egerer, M., Haase, D., McPhearson, T. et al. Urban change as an untapped opportunity for climate adaptation. <i>npj Urban Sustain</i> 1, 22 (2021). https://doi.org/10.1038/s42949-021-00024-y https://www.nature.com/articles/s42949-021-00024-y.pdf
Biocombustibles: ¿Es una solución real?	https://noticiasdelaciencia.com/art/42276/biocombustibles-a-partir-de-desechos-agricolas?fbclid=IwAR1AW0B185XEUGo8sfzcnNdj-MBYfFKI3_CY1jc9IELnCGQz_IRjz_UER9cw
BUM y el pequeño comercio. Noviembre 2018.	http://bosqueurbanomalaga.org/bum-y-pequeno-comercio/
Calor asesino, ciudades ahogadas, cultivos en declive y nuevas epidemias: el informe más detallado hasta la fecha revela cómo cambiará Europa por culpa del cambio climático. Business Insider. 10 julio 2021.	https://www.businessinsider.es/informe-revela-como-cambiara-europa-culpa-cambio-climatico-895085
Captura de Carbono por mineralización	Alicja M. Lacinska, Michael T. Styles a, Keith Bateman, DorisWagner, Matthew R. Hall ,Charles Gowing, Paul D. Brown. 2016. Acid-dissolution of antigorite, chrysotile and lizardite for ex situ carbon capture and storage by mineralisation. <i>Chemical Geology</i> .
Captura de Carbono por mineralización	Peter B. Kelemen, Jürg Matter. 2008. In situ carbonation of peridotite for CO ₂ storage. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> Nov 2008, 105 (45) 17295-17300; DOI: 10.1073/pnas.0805794105 https://www.pnas.org/content/105/45/17295

Captura de Carbono por mineralización	Kelemen Peter, Benson Sally M., Pilorgé H�el�ene, Psarras Peter, Wilcox Jennifer. 2019. An Overview of the Status and Challenges of CO2 Storage in Minerals and Geological Formations. <i>Frontiers in Climate</i> : 1: 9. URL= https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fclim.2019.00009
Cero emisiones	https://zeroemissionsplatform.eu/about-ccs-ccu/css-ccu-projects/
Combatir la desigualdad de las emisiones de carbono. Oxfam. 21 septiembre 2020.	https://www.oxfam.org/es/informes/combatar-la-desigualdad-de-las-emisiones-de-carbono
Comunidad científica del BBVA.	https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/la-promesa-de-las-tecnologias-ccus-frenar-el-calentamiento-global-reciclando-co2/
CORDIS. EU resultados de investigación.	https://cordis.europa.eu/project/id/837754
Dia de la sobre-capacidad de la tierra	https://www.climatica.lamarea.com/dia-de-la-sobrecapacidad-espana-2021/
El 17% de la biomasa de especies marinas podría reducirse por el cambio climático	https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-17-de-la-biomasa-de-especies-marinas-podria-reducirse-por-el-cambio-climatico
El Futuro es Local. Helena Norberg-Hodge, con traducción y prólogo para España de Jesús Iglesias Saugar. Local Futures. Pol-len edicions. Julio 2020.	https://pol-len.cat/l libres/el-futuro-es-local/
El mercado de segunda mano ahorr� tanto CO2 como dejar Madrid sin tr�fico durante siete meses. El País. 21 mayo 2021.	https://elpais.com/elpais/2021/05/19/alterconsumo/1621432484_827994.html
El reverdecimiento de la Tierra se acerca a su límite	https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-reverdecimiento-de-la-tierra-se-acerca-a-su-limite
El ritmo de captura de CO2 de los bosques catalanes disminuye un 17% en 25 años	https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-ritmo-de-captura-de-CO2-de-los-bosques-catalanes-disminuye-un-17-en-25-anos
Fast-growing mini-forests spring up in Europe to aid climate. The Guardian. 13 junio 2020.	https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/13/fast-growing-mini-forests-spring-up-in-europe-to-aid-climate
Fotosíntesis artificial (2015)	https://elpais.com/elpais/2015/10/19/ciencia/1445246229_278009.html
Fotosíntesis artificial (2019)	https://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-fotosintesis-artificial-transforma-co2-combustibles-licuables-20190523122046.html
Fotosíntesis artificial (2020)	https://www.cambio16.com/universidad-de-cambridge-logra-fotosintesis-artificial-para-generar-energia-limpia/
Fotosíntesis artificial (2021/abril)	https://www.cde.ual.es/h2020-premio-eic-horizonte-por-combustible-solar-fotosintesis-artificial/
Fotosíntesis artificial (2021/julio)	https://www.fotonica21.org/la-fotosintesis-artificial-energia-limpia/
Guidelines on urban and peri-urban forestry. FAO. 2016.	http://www.fao.org/3/i6210e/i6210e.pdf
High Line Methods. Landscape Performance Series. Landscape Architecture Foundation. 2017.	https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/high-line
High Line New York City	https://www.thehighline.org/
IPCC	https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap8_FI-NAL.pdf
La renaturalización del río Manzanares, ejemplo de biodiversidad. Innovaspain. 30 marzo 2021.	https://www.innovaspain.com/rio-manzanares-madrid-renaturalizacion-femp/
Los bosques retienen el carbono cada vez durante menos tiempo	https://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-bosques-retienen-el-carbono-cada-vez-durante-menos-tiempo
Los grandes barrios de la margen izquierda del Guadalmedina tienen mayor vulnerabilidad socioeconómica, laboral y ambiental. La Opinión de Málaga. 12 julio 2021.	https://www.laopiniondemalaga.es/malaga/2021/07/12/grandes-barrrios-margen-izquierda-guadalmedina-54950458.html
Mitigación mediante repoblación arbórea	https://climate.nasa.gov/news/2927/examining-the-viability-of-planting-trees-to-help-mitigate-climate-change/
Mitigación mediante repoblaci�n arb�rea	https://www.oneearth.org/reforestation-the-critical-solution-to-climate-change/
Mitigación mediante repoblaci�n arb�rea	https://doi.org/10.1111/rec.12209
Mitigación mediante repoblaci�n arb�rea	https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/afforestation-and-reforestation-as-adaptation-opportunity
People are planting tiny urban forests to boost biodiversity and fight climate change	https://www.weforum.org/agenda/2020/07/tiny-urban-forests-miyawaki-biodiversity-carbon-capture/

Plataforma tecnológica española del CO2.	https://www.pteco2.es/es/sala-de-prensa/noticias/2020/strategy-ccus
¿Podríamos extrapolar estos estudios a otros sistemas vegetales?	https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-aumento-de-CO2-provoca-desajustes-de-los-ciclos-de-nutrientes-del-suelo
¿Qué huella de carbono real tienen?	https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx
Rios, lagos y embalses emiten grandes cantidades de CO2 a la atmósfera al secarse.	https://www.agenciasinc.es/Noticias/Rios-lagos-y-embalses-emiten-grandes-cantidades-de-CO2-a-la-atmosfera-al-secarse
Secuestro de CO2	3 https://www.ldeo.columbia.edu/gpg/projects/carbon-sequestration
The Golden Leaf of London.	https://www.goldenleafoflondon.org/
The urban forest of the future: how to turn our cities into Treetopias.	https://theconversation.com/the-urban-forest-of-the-future-how-to-turn-our-cities-into-treetopias-134624
Urban Forests and Climate Change. United States Department of Agriculture – US Forest Service. Agosto 2013.	https://www.fs.usda.gov/ccrc/topics/urban-forests

Un importante número del medio centenar de proyectos de CCUS que se han analizado (Tabla 1) responden a la aplicación de TCCUS en la industria del petróleo y el gas. Como se deduce del conjunto de artículo de prensa especializadas y ordinaria (Tabla 1) son múltiples y variados los proyectos en los que solo se ponen en “duda” la eficacia real de las medidas desagregadas que se están tomando para lograr una mitigación real sobre la alteración en el Ciclo del Carbono y, en consecuencia, la alteración notabilísima en el *status quo* climático que tenía GAIA anterior a 1.760 (inicio de la Revolución Industrial) y, posteriormente, 1.859 como fecha en la que se perfora el primer pozo de petróleo moderno en Edwin Drake en Pensilvania (EE.UU). Un buen ejemplo lo encontramos en el almacenamiento geológico del carbono, donde se acrecientan las dudas sobre los riesgos que pueda generar. En sentido positivo, tan solo 4 años han sido suficientes para desarrollar los primeros prototipos de “sistemas artificiales fotosintéticos”. Por otro lado, resulta impensable creer que, modificando una variable en el actual *status quo* hídrico, no se verán afectados (en mayor o menor medida) otros muchos en el frágil equilibrio del ecosistema. En este sentido, detraer agua de un “sistema” provoca alteraciones en el conjunto del ecosistema, buscando este un “nuevo estado de equilibrio” que, dependiendo de las dimensiones de la alteración, podrá o no afectar a los sistemas adyacentes, etc.

Otro aspecto importante, pensando en ‘lo local’, es precisamente la reconversión de la economía local que además de tener una gran capacidad de creación de empleo de calidad vía PYMES, en los barrios y comunidades más vulnerables en particular (equidad), diversifica la economía y por tanto genera auto-suficiencia y soberanía local. Además, supone reducir en gran medida las emisiones por su cadena de valor más corta y cercana y mayor penetración de la economía circular. Volviendo a la intersección de interés, las pequeñas empresas aprovechan la calidad de vida generada por los servicios ecosistémicos proporcionados por las Soluciones basadas en la Naturaleza (en adelante SbN, UICN 2020) y a su vez contribuyen a su respeto, valoración y mantenimiento. Según la UICN (2021), basándose en Griscom et al. (2017), la capacidad de absorción de carbono de las SbN llega a ser de un 37% hasta 2030 y un 20% hasta 2050.

En la Tabla 2 se recogen algunos de los proyectos en marcha que pueden considerarse como referencia a seguir.

Finalmente, es necesario incidir en la recomendación generalizada sobre el uso de infraestructura verde tanto en áreas naturales, agrosistemas y ecosistema urbano, con el fin de que la vegetación actúe como agente mitigante capturando CO₂ de la atmosfera y reduciendo por tanto los posibles efectos tanto del cambio climático como de la Isla de Calor Urbano. Los servicios ecosistémicos que aporta la introducción de plantas en los ecosistemas redunda en beneficios relativamente a corto plazo, a la vez que duraderos (reducción de la temperatura, aumento de la humedad ambiental, reducción de la contaminación y del ruido ambiental, aumento y/o mejora de la biodiversidad, mejora del paisaje circundante, etc.).

Tabla 2. Proyectos valorados como referencia

PROYECTOS CONSIDERADOS REFERENCIAS DE INTERÉS
Base de datos WIPO GREEN es un catálogo de soluciones sostenibles.
Bosques urbanos y "urban greening" (naturación urbana) en sentido amplio.
Captura de CO ₂ por minerales de serpentina.
Carbon Upcycling Technologies (Canada)
Desarrollo vegetativo en ambientes ricos en carbono
Estudios de sistemas energéticos y medioambientales.
Gestión de Aguas Residuales y generación de biomasa
Industrial Climate Solutions (Canada)
Obtención de Huella de Carbono de administraciones mediante métodos estandarizados para establecer planes de mitigación y reducción de huella de carbono (y ecológica en sentido amplio).
Reforestaciones de zonas naturales y seminaturales.
Renaturalización ciudadana y relocalización económica impulsados por la sociedad civil, con asesoramiento técnico, y contribución de ecosistemas locales de pequeñas empresas
Renaturalización de cauces fluviales urbanos
https://zeroemissionsplatform.eu/about-ccs-ccu/css-ccu-projects/

4. Conclusiones

El único camino posible para la mitigación del CC lo marca la cooperación de todos los actores clave (administración pública, academia, grandes y pequeñas empresas, sociedad civil) y a todos los niveles (local, regional, nacional e internacional). En este sentido, la estrategia más efectiva consiste en partir de las iniciativas que ya existen y que deben contar con un amplio apoyo social, y así lograr conectarlas en torno a un proyecto coherente de ciudad/territorio que las impulse conjuntamente y multiplique sus beneficios. De entre ellas las que albergan mayor potencial se encuentran en la intersección entre las SbN y la economía local. Las SbN, según el Estándar Global de la UICN, contribuyen a resolver retos socio-ambientales beneficiando tanto a sociedades humanas como ecosistemas naturales. Algunas SbN contribuyen tanto a la mitigación como a la adaptación climática. En definitiva, se debe generar resiliencia climática, ecológica (crisis hermana de pérdida de biodiversidad) y equidad de forma conjunta, inmediata y a la altura de los retos.

Son muchas las líneas de investigación que en estos momentos están en marcha, con mejores resultados en las estrategias de adaptación, y más dudosos en las de mitigación. En cualquier caso, es en esta segunda en donde se aprecian unas más interesantes innovaciones que deben finalmente repercutir en el beneficio social, económico y ecosistémico.

REFERENCIAS

CE Comisión europea. 2020. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social europeo y al Comité de las Regiones. Pacto Europeo por el Clima. (https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/adopting-eu-law_es)

Griscom, B:W., Adams,A. et al. (2017) Natural climate solutions. Proceedings of the National Academy of Sciences 114 (44) 11645-11650; DOI: 10.1073/pnas.1710465114

IPCC. 2021. https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml (consultado 10/08/2021)

ONU. 2015. Convención Marco sobre el Cambio Climático. Aprobación del Acuerdo de París <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>)

UICN. 2020. Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco fácil de usar para la verificación, diseño y ampliación de las soluciones basadas en la naturaleza. Primera edición. Gland, Suiza: UICN. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.es>

UICN. 2021. Nature-based Solutions for people and planet. <https://www.iucn.org/theme/nature-based-solutions> (consultado 10/08/2021)

Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre y Apellido: Ángel Enrique Salvo Tierra

Teléfono: +34 692801462

E-mail: salvo@uma.es

Cesión de derechos

Por la presente, y como autor del trabajo mencionado arriba, cedo al Palacio de Ferias y Congresos de Málaga una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmo que esta cesión no lesiona los derechos de terceros.