

## Descarbonización, ¿un concepto apropiado?

Luis Gerardo Frausto-Torres \*

Quantab LAB, Innovación y Desarrollo, Quantab, Av. Paseo de los Insurgentes 304-15, J. del Moral CP 37160, León, Guanajuato, México

\* Autor de correspondencia: [lfrausto@innocent.com](mailto:lfrausto@innocent.com), [quantab\\_LAB@innocent.com](mailto:quantab_LAB@innocent.com)

**Desarrollo Sustentable** (Economía circular). **Ponencia Presencial.**

Recibido: 22 de agosto de 2023 Aceptado: 5 de octubre de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

**Palabras clave:** descarbonización; cero carbono; circularidad, sustentabilidad, desfosilización

**Introducción.** El desarrollo económico y el acceso a energía de bajo costo posibilitan una mejor calidad de vida y una mayor productividad para una población mundial en pleno crecimiento. Con un 80% de la población viviendo actualmente en el grupo de naciones en desarrollo, las proyecciones oficiales sugieren un incremento en la demanda total de energía del 15% y un crecimiento demográfico global de dos mil millones para el año de 2050 (United Nations, 2017; IEA, 2021; Exxon, 2022). Preocupaciones ambientales y el inminente agotamiento de los recursos fósiles en el futuro próximo demandan una nueva plataforma económica energética impulsada por fuentes renovables, limpias y eficientes que garanticen un dinamismo sustentable. En este contexto emerge el término “descarbonización”, que típicamente se refiere a la reducción de las emisiones de carbono asociadas con la electricidad, la industria y el transporte, y además apuesta por un balance de carbono fósil cero (WB, 2015; IPCC, 2018). Este trabajo sugiere que tal término es inapropiado en virtud de la naturaleza intensivamente carbónica de la economía, la insuperable dependencia de todo tipo de biomásas, sólidos obstáculos en el entorno macroeconómico y un elevado grado de incertidumbre tecnológica hacia el medio plazo. Con esto en mente, el objetivo es proponer la prescripción del término “descarbonización” y en su lugar adoptar el concepto “desfosilización”, para favorecer una visión más adecuada y congruente con los mecanismos estructurales de la bioeconomía circular, vislumbrada como el modelo del futuro.

**Materiales y Métodos.** Este trabajo ha sido elaborado mediante una revisión de la literatura con un enfoque en publicaciones de carácter macroeconómico, político y social vinculado con la sustentabilidad en términos de energía, desarrollo y tecnología, y que mantienen una sólida perspectiva de la descarbonización como la estrategia para la mitigación del cambio climático. Se da especial atención a estudios y reportes compilados por organismos internacionales con influencia regulatoria y normativa, así como a informes corporativos de líderes del sector energético global. Se considera también un concentrado de estudios científicos con pertinencia en la ciencia natural, geología y la bioquímica planetaria, que resulta útil para visualizar el contraste entre el concepto de la descarbonización y los principios naturales mismos que tal paradigma intenta articular. Finalmente, se revisaron trabajos que introducen el término naciente de la “desfosilización”.

**Resultados.** El concepto de descarbonización se edifica de la postura de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, o de los gases de efecto invernadero (GEI) de las actividades de la humanidad, o eliminarlas, o retirar CO<sub>2</sub> de la atmósfera, en el entendido de que tal medida reestablecerá la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico a su nivel anterior a la revolución industrial. Sin embargo, no existe una definición conciliada de este término, asociado indistintamente con los de “emisiones GEI cero”, “neutralidad de carbono”, “emisiones netas de CO<sub>2</sub> cero” o incluso “neutralidad climática” (WB, 2015; IPCC, 2018; IEA, 2021; IEA, 2022; Thesaurus, 2023). La idea de la descarbonización está matizada por una incertidumbre, pues las medidas para alcanzarla son debatidas acaloradamente y la disponibilidad y aceptabilidad de las tecnologías para impulsarla, como la captura de carbono, siguen siendo inciertas (WB, 2015). Además, son impredecibles las condiciones económicas subyacentes, la evolución en el costo tecnológico o las respuestas de

la sociedad e industria a las políticas y los mercados. Adicionalmente, existe un alto grado de incertidumbre en cuanto a los niveles precisos del potencial global y de los aspectos económicos periféricos de las bioenergías hacia el futuro, que son consideradas la opción contra los combustibles fósiles y el corazón de la futura bioeconomía circular (IEA, 2021; IEA, 2022).

La descarbonización significaría una transformación sin precedentes del sector económico, y especialmente del sistema energético. Para cumplir con los objetivos acordados, las energías renovables deberán proveer dos tercios del suministro de energía mundial para 2050. En este contexto, la clave en la matriz energética hacia el mundo circular es la bioenergía, que es la mayor forma de energía renovable en uso hoy día (70%) y el 10 % del suministro total de energía primaria. El consumo de biocombustibles líquidos crecerá 465% para 2050 con respecto a 2020, alcanzando los 652,000 millones de litros (IRENA, 2020; IICA 2022). En este contexto, las biomásas, los recursos primos para los biocombustibles, desempeñan un papel preponderante para reducir el consumo de los combustibles fósiles, y deben obtenerse de materias primas sostenibles y asequibles, como los residuos agrícolas y forestales. No obstante, las biomásas, como todos los recursos y los productos de la cadena alimenticias y las agriculturas, son sustratos estructurados de carbono (Biswas et al., 2022).

El carbono es omnipresente en la vida y la columna vertebral de toda materia orgánica; por ello, es omnipresente también en la economía. Todo organismo está hecho de carbono, y emite permanentemente CO<sub>2</sub> en su mecanismo metabólico y a medida que sus tejidos y células mueren a lo largo de su ciclo de vida y, finalmente, cuando muere y se descompone. Incluso los árboles y bosques son emisores de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> es el fertilizante natural de la Tierra, y es movilizado a través de los estratos y reservorios planetarios en un ciclo extremadamente complejo de carbono (Driessen & Spencer, 2014). Aproximadamente el 99.98% del carbono en la Tierra se encuentra en el manto y en la corteza, y solamente una pequeña fracción de éste se concentra en los combustibles fósiles recuperables. Solo el 0.02% del presupuesto total del carbono planetario es carbono vivo en circulación activa dentro de los sistemas atmósfera-hidrosfera-biosfera. De tal carbono vivo, más del 85% está disuelto en los océanos y el resto se encuentra en las biomásas y la atmósfera. La fracción del carbono planetario en la atmósfera es 0.000003 (Suarez et al, 2019; Fischer et al, 2020). La distribución del carbono en el planeta se observa en la Figura 1.

Se sabe que la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico en el pasado fue a menudo mayor que los valores modernos, alcanzando incluso las 7,000 ppm (17.5 veces el nivel actual). Existe evidencia de grandes reorganizaciones en el ciclo del carbono a lo largo de la historia, y se conoce es impulsado por un complejo de fenómenos biogeoquímicos interrelacionados multivariados, por lo que cambios relativamente pequeños en el estrato geológico podrían tener un efecto sensible en los niveles del CO<sub>2</sub> atmosférico, principalmente por la gran dimensión del presupuesto de carbono interno. Factores asociados con posibles fluctuaciones de CO<sub>2</sub> podrían ser: actividad volcánica, liberación de gases hidrotermales, retroalimentaciones complejas iniciadas por la

alteración tectónica de cuencas oceánicas o reacciones metamórficas masivas (Pearson & Palmer, 2000; Stallinga, 2020).

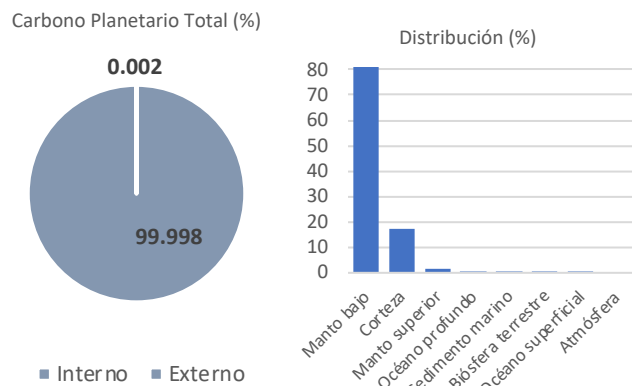


Figura 1. Distribución planetaria del carbono

Aun cuando la emisión de CO<sub>2</sub> derivada de los combustibles fósiles y las industrias continúa incrementándose cada año, las tecnologías visualizadas para la captura y el almacenamiento de carbono (CAC) y la captura y uso de carbono (CUC), ampliamente consideradas como uno de los pilares de la economía descarbonizada pero aún en diseño y desarrollo, han probado ser ineficientes y redireccionar el impacto ambiental de unos procesos a otros, al tiempo que aumentarían el costo de capital y los gastos operativos de los proyectos. Además, su concepción propicia el uso continuado de los combustibles fósiles, y no su abatimiento (McLaughlin et al., 2023).

La iniciativa de la descarbonización demanda un detallado monitoreo del balance del CO<sub>2</sub> y los demás gases de efecto invernadero (GEI). Sin embargo, se carece de los métodos eficientes para cuantificar y verificar los flujos y las emisiones, y no tenemos buena comprensión de los complejos subyacentes al ciclo de carbono. Adicionalmente, es necesario adquirir conocimientos más profundos sobre el origen y los procesos responsables de variabilidad dependientes de los sistemas terrestres, e incorporar el uso de una amplia gama de observaciones biogeoquímicas para comprender mejor la partición tierra, océano y atmósfera (Friedlingstein et al., 2022).

El término naciente de la “desfosilización” ha comenzado a ser citado en el dominio del estudio científico con una connotación energética y sustentable. Trabajos formales comienzan a utilizar el concepto de la desfosilización como una vía para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> antropogénico, y la transición hacia nuevos modelos a través del reemplazo del combustible fósil por recursos alternos y totalmente renovables en los sistemas energéticos, las industrias y el transporte (Kramer et al., 2019; Raza et al., 2022; Kullmann et al., 2023).

**Conclusiones.** La filosofía de la descarbonización no está establecida en el dominio del entendimiento colectivo. El término es ambiguo en la medida que se emplea indiferentemente para denotar eliminación de compuestos de carbono diferentes al carbono mismo. Esta visión da por entendido el abatimiento de los derivados del carbono de la economía, las industrias, la sociedad, la atmósfera misma o de todo al mismo tiempo. En este sentido es imprecisa tanto técnica como semánticamente, y carece de un sentido bioquímico o geológico al menospreciar la naturaleza carbónica de la biosfera, la atmósfera, las biomasa y fronteras en las que se transfiere el carbono planetario. La propuesta de descarbonizar sugiere un modelo estático, en el cual la composición atmosférica debe sujetarse a un valor preestablecido ignorando el dinamismo de la evolución, el cambio y la variabilidad. La Tierra es un biorreactor de reciclaje, no un taller de producción y eliminación, y su complejidad impone límites irremediables a nuestra

comprensión. La vida está basada en carbono y toda la economía está basada en carbono, directa o indirectamente. Así, en un mundo que demanda progreso y de energía para impulsarlo, esbozar tendencias cuantitativas que dependen de una multiplicidad de fundamentos mal entendidos es arriesgado.

La descarbonización se ha institucionalizado como una maquinaria regulatoria que desestima la intención máxima de su concepción: eliminar el uso de los combustibles fósiles. En este trabajo propongo la consideración del término “desfosilización” como una alternativa objetiva y con significado directo para facilitar la integración de ideas, medidas, políticas y acciones encaminadas a tal logro. Este término apunta directamente al recurso fósil, desarticulando ambigüedades y complicaciones conceptuales, y por ello sugiero es más apropiado para la articulación de un sistema técnico-económico con capacidad y sentido para edificar un plan conciliado hacia la desincorporación de los combustibles fósiles.

### Bibliografía.

- Biswas B, Krishna B B et al. (2022). Chapter 7 - Biomass characterization, Editor(s): Deepak Tuli... Advanced Biofuel Technologies, Elsevier, 2022, Pages 151-175, ISBN 9780323884273. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88427-3.00014-3>.
- Driessen P, Spencer R. (2014). Miracle Molecule. Carbon Dioxide: The Gas of Life. CFACT. ISBN-13: 978-0-9904971-1-0. <https://www.cfact.org/>
- ExxonMobil (2022). The Outlook for Energy through 2050. Exxon website. Disponible en: <https://corporate.exxonmobil.com/what-we-do/energy-supply/outlook-for-energy>
- Fischer, Rebecca & Cottrell, Elizabeth & Hauri, Erik & Lee, Kanani & Le Voyer, Marion. (2020). The carbon content of Earth and its core. Proceedings of the National Academy of Sciences. 117. 201919930. <https://doi.org/10.1073/pnas.1919930117>.
- Friedlingstein P, O'Sullivan M, et al. (2022). Global Carbon Budget 2022. Earth System Science Data, V 14, 11, pp 4811–4900. DOI 10.5194/essd-14-4811-2022. <https://essd.copernicus.org/articles/14/4811/2022/>
- IEA (2021). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/c8328405-en>
- IEA (2022). IEA Bioenergy Annual Report 2022. Ieaioenergy website. <https://www.ieaioenergy.com/blog/publications/iea-bioenergy-annual-report-2022/>
- IICA (2022). Liquid Biofuels Atlas 2021-2022. (Torroba A, Orozco R). SBN: 978-92-9273-026-0. <https://repositorio.iica.int>
- IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming... [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J., et al., (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 616 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>
- IRENA (2020). Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050 (Edition: 2020), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-238-3
- Kramer U et al. (2019). Fuel study: Options for the defossilization of the transportation sector (100 % scenarios). In: Liebl, J., Beidl, C., Maus, W. (eds) Internationaler Motorenkongress 2019. Proceedings. Springer Vieweg, Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-26528-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-26528-1_1)
- Kullmann F, Linßen J, Stolten D. (2023). The role of hydrogen for the defossilization of the German chemical industry, International Journal of Hydrogen Energy. ISSN 0360-3199. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.04.191>.
- McLaughlin, H. et al. (2023). Carbon capture utilization and storage in review: Sociotechnical implications for a carbon reliant world, Renewable & Sustainable Reviews, 177. ISSN 1364-0321. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113215>
- OECD (2022). D'Arcangelo, F., et al. A framework to decarbonise the economy, Economic Policy Papers, No. 31, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/4e4d973d-en>
- Pearson P & Palmer M. (2000). Atmospheric carbon dioxide over the past 60 million years. Nature 406, 695-699. Nature. 406. 695-9. 10.1038/35021000.
- Raza M A, Khatri K L, Hussain A. (2022). Transition from fossilized to defossilized energy system in Pakistan, Renewable Energy, Volume 190. Pages 19-29, ISSN 0960-1481. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.03.059>.
- Stallinga P. (2020) Comprehensive Analytical Study of the Greenhouse Effect of the Atmosphere. Atmospheric and Climate Sciences, 10, 40-80. doi: 10.4236/acs.2020.101003.
- Suarez C.A., Edmonds M and Jones A.P. (2019). Earth Catastrophes and their Impact on the Carbon Cycle. Elements, Vol. 15, 301–306. DOI: 10.2138/gselements.15.5.301
- Thesaurus (2023). Definition of decarbonization. The Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus. Cambridge University Press. Disponible en /web site): <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/decarbonization>
- UN (United Nations) (2017). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population. Prospects: 2017 Revision, Volume I: Comprehensive Tables (ST/ESA/SER.A/399).
- WB (2015). Fay M; Hallegatte S; Vogt-Schilb A; Rozenberg J; Narloch U; Ke T. Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future. Washington, DC. DOI:10.1596/978-1-4648-0479-3. <http://hdl.handle.net/10986/21842>