

## CAPÍTULO TEMÁTICO 3

# La estrategia de largo plazo: coevolución de las soluciones

Este documento temático toma como punto de partida y complementa la publicación *Elementos para una estrategia a largo plazo baja en carbono*, elaborada por UNICEN.

---

**JULIO 2020**

## ÍNDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>03</b>
<b>CÓMO GESTIONAR EL EXCEDENTE ENERGÉTICO HACIA 2050</b>	<b>03</b>
<b>CÓMO COMPATIBILIZAR LAS METAS TERRITORIALES DE LA ESTRATEGIA DE LARGO PLAZO CON EL AUMENTO DE LA REMOCIÓN DE CARBONO</b>	<b>04</b>
<b>CÓMO OPTIMIZAR EL POTENCIAL BIOENERGÉTICO EN SISTEMAS AGROPRODUCTIVOS</b>	<b>05</b>
ECO INTENSIFICACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE SUSTRATOS COMO FUENTE DE CARBONO	05
TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN MÁS AVANZADAS QUE LAS DE PRIMERA GENERACIÓN	05
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>06</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>07</b>

## Roque Pedace

---

## INTRODUCCIÓN

La publicación *Elementos para una estrategia a largo plazo baja en carbono*, elaborada por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN, 2020), plantea como objetivo de largo plazo en Argentina eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y aumentar las inmisiones mediante soluciones basadas en la naturaleza (SBN) y a través de prácticas sostenibles para el sector denominado uso del suelo y cambio en uso del suelo (USCUS). En este documento intentaremos responder si es posible manejar el ciclo de carbono de modo tal que se incremente su absorción en el período 2020-2050, al tiempo que se sustituyen fósiles y se recuperan los bosques.

## CÓMO GESTIONAR EL EXCEDENTE ENERGÉTICO HACIA 2050

En la actualidad, la mayor parte del uso de la superficie agrícola se explica por el indicador referido al balance de comercio exterior y no por la soberanía alimentaria doméstica. Por eso, es pertinente analizar el excedente energético que podría ser exportado hacia 2050.

Para ello partiremos de los tres escenarios energéticos bajos en carbono modelizados para el año 2050 en el documento de UNICEN, que se basan en tres alternativas: 1 (eléctrico), 2 (hidrógeno) y 3 (biocombustible).

Vale aclarar antes de comenzar el análisis que si hoy se deseara exportar energéticos, el mercado de combustibles de origen biológico búnker para transporte internacional estaría disponible, tal como está el de biocombustibles en general.

El mayor potencial de exportación a largo plazo lo presenta el escenario bajo en carbono 2, basado en una mayor producción y uso del hidrógeno. De acuerdo a los modelos económicos globales como los de Teske, Breyer y otros –y no solo físicos, como el de UNICEN– Argentina califica como un centro exportador de hidrógeno de clase mundial.

Los factores de planta de energía eólica o eólica y solar para electrólisis de hidrógeno mayores a 60%, ubicados desde Bahía Blanca hacia el sur, permiten una estacionalidad favorable con mayor consumo local de hidrógeno en invierno y mayor exportación en primavera-verano. El transporte de hidrógeno o electrones hacia el norte para cubrir los baches de oferta energética, sobre todo invernales, modifica la evaluación de la necesidad de reserva de potencia, ya que siempre habrá fluido en exceso para el sistema local, el cual estaría acoplado a la síntesis variable de hidrógeno. La licuefacción y el transporte marítimo de hidrógeno se revelan como un problema de mayor importancia que el costo de la generación eléctrica y la electrólisis.

Para evitarlo, la producción de bioenergéticos búnker (combustibles para el mercado búnker de origen biológico) tiene en la transición la chance de aportar carbono a la síntesis de combustibles a partir de biorefinerías coalimentadas con hidrógeno no fósil, con ventajas locales sobre otros sitios en el mundo. Los usos finales de difícil sustitución por medio de la electricidad persistirán por largo tiempo; por esa razón pueden coexistir la electrificación local a un ritmo menor, junto con la exportación de combustibles idénticos a los hidrocarburos en contraestación respecto del hemisferio norte. De este modo se podría reemplazar más rápidamente el consumo local de fósiles, mediante inversiones cuya financiación se apoyaría esencialmente en la competitividad internacional de la producción de energéticos búnker.

En el caso de priorizar el escenario 1, de electrificación, se requiere tanto almacenamiento como una alta interconexión eléctrica con países vecinos. La generación solar térmica de concentración con almacenamiento, al igual que la fotovoltaica con baterías, presentan estacionalidad

del excedente exportable comparadas con un escenario donde predomina la energía eólica con almacenamiento. Para todas las combinaciones posibles se requiere la determinación de la variación temporal de estos recursos renovables variables. La complementación geográfica es necesaria para establecer un sistema de transporte regional que minimice la necesidad de reserva y aumente la disponibilidad de fluido eléctrico para el intercambio en períodos muy largos. Los factores de planta en los polos eólicos y solares serán, en este caso, también muy altos, del mismo modo que los costos de la infraestructura. A menos que se logre un esquema muy favorable en el intercambio de fluido con los países vecinos, es probable que sea más conveniente descentralizar geográficamente y, por tanto, que se acepten factores de planta menores para aprovechar la mayor estabilidad que da la dispersión de los recursos.

El escenario 3, intensivo en bioenergía con almacenamiento de fluidos combustibles, es más autónomo, requiere menos infraestructura nueva y permite la incorporación temprana de hidrógeno. Respecto de la situación actual, esta opción implica más territorio, más agua o ambos para la provisión de compuestos a base de carbono destinados a la exportación o el consumo interno. A largo plazo, es posible incorporar tanto la desalación como los cultivos de macroalgas en medio marino, lo cual disminuiría la competencia por ambos recursos. Las tecnologías involucradas son conocidas, pero los impactos ambientales y su viabilidad económica en la escala necesaria son inciertos.

## **CÓMO COMPATIBILIZAR LAS METAS TERRITORIALES DE LA ESTRATEGIA DE LARGO PLAZO CON EL AUMENTO DE LA REMOCIÓN DE CARBONO**

La devolución del territorio a los ecosistemas planteada en la estrategia requiere la restauración y la regeneración de los ecosistemas boscosos. Se trata de un proceso de largo plazo (de 20 a 50 años o más) que debe tener en cuenta preservar la biodiversidad y optimizar la captura de carbono, con el objetivo de resolver su futura no permanencia en el suelo y en la biomasa. Por el contrario, la sustitución de combustibles fósiles debe hacerse esencialmente en las próximas dos décadas; en consecuencia, son mucho más significativos los volúmenes a mitigar que las inmisiones que se prevé en bosques naturales o en forestaciones. Por tal razón, la planificación prevista en la Ley de Bosques vigente debe tener en cuenta el manejo de estos ambientes a restaurar y regenerar, cuya evolución permita usos múltiples, incluyendo extracciones para fines energéticos, alimentarios y de provisión de materiales. La condición que se debe exigir en esta transición es que al final del período tenga lugar la restauración de las funciones del ecosistema, considerando en la medida posible la biodiversidad original.

Fuera del área boscosa se podría tener idéntico criterio con otros ecosistemas a recuperar. En el caso de los sistemas agroproductivos sería deseable comenzar por las áreas degradadas y tener en cuenta la sinergia con las medidas de adaptación al cambio climático. A largo plazo, parte de esta superficie bajo uso agrícola podría ser devuelta al ecosistema original, mientras que en la transición se puede permitir la extracción regulada de carbono para diversos fines que aporten a la mitigación.

El uso creciente de carbono en la economía –a partir de las cascadas de diversas cadenas agrícolas y forestales– provee materiales para la sustitución de acero, aluminio y cemento, tales como madera y fibras, e insumos para la producción de compuestos sintéticos como los polímeros, que hoy se obtienen a partir de carbono fósil de refinerías de hidrocarburos. El ciclo de vida de este carbono puede ser muy largo en función del marco regulatorio vigente, resultando en una forma eficaz y temprana de remoción de carbono atmosférico fijado en productos de vida media larga. En cualquier caso, es esperable una sensible disminución de la demanda energética en los sectores beneficiados, así como de su huella de carbono.

## CÓMO OPTIMIZAR EL POTENCIAL BIOENERGÉTICO EN SISTEMAS AGROPRODUCTIVOS

La transición apoyada en biocombustibles de primera generación comparte todas las limitaciones de las prácticas que estos compuestos conllevan. Por esa razón competirían desfavorablemente con la producción agrícola para otros fines en la superficie disponible y deberían ser eliminados. Hay dos vías alternativas en curso, que se desarrollan a continuación.

### ECOINTENSIFICACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE SUSTRATOS COMO FUENTE DE CARBONO

Si bien en algunos casos es inevitable la competencia por superficie con otros fines, en el periodo de uso hasta su devolución es posible incrementar la productividad y la extracción de compuestos de carbono, mejorando al mismo tiempo parámetros de sostenibilidad en el suelo, como el contenido de materia orgánica. El manejo integrado del agua, incluyendo el riego y el enfoque agroecológico avanzado, se comparte con toda la producción agrícola y permite el uso óptimo de sus residuos. El resultado será una transición prudente, un ordenamiento del territorio que permita mejoras simultáneas en la soberanía alimentaria y energética y garantice una conservación del suelo en buenas condiciones para cuando se decida el cambio de uso. Los cultivos energéticos intensivos apropiados para las tecnologías avanzadas apuntan a las gramíneas de alta productividad, como la caña de azúcar energética, que requiere cinco veces menos superficie que el promedio actual argentino tomado como base en este trabajo.

Como ejemplo para la producción familiar se ha determinado que plantas autóctonas como la *Acrocomya totai* permitirían la producción agroforestal con objetivos múltiples (alimento y energéticos) no competitivos en el mismo predio, del mismo modo que lo haría la producción agrofotovoltaica en todos los cinturones frutihortícolas.

### TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN MÁS AVANZADAS QUE LAS DE PRIMERA GENERACIÓN

#### Biogás

El biometano es un combustible en expansión en el mundo y los estudios locales le adjudican un potencial muy superior a los líquidos de primera generación. Según señalan varios trabajos (FAO, 2019; CADER, 2020), la extensa infraestructura de gas natural heredada –incluyendo la prolongada red de ductos, los usos industriales y en el sector del transporte, además de la generación eléctrica– sería una gran ventaja para Argentina. La flexibilidad en el uso de sustratos como residuos agrícolas y cultivos energéticos le da oportunidades al desarrollo regional y trae aparejados beneficios sociales y económicos, con las tecnologías actuales de biodigestión (INTA, 2019) y las posibilidades futuras de metanización e incorporación de hidrógeno en las biorefinerías (IEA Bioenergy, 2020; IRENA, 2019). La síntesis de metano a partir de dióxido de carbono e hidrógeno no fósiles se halla en etapa pre comercial y puede tomar como fuente la combustión o la biodigestión de biomásas. El residuo de la biodigestión permite cerrar el ciclo de nutrientes en el sitio de producción. Y, a diferencia del caso de los alimentos, lo que se exporta del territorio es carbono e hidrógeno, que se obtienen del aire y del agua.

## Biorefinerías

A partir de biomásas, las biorefinerías producen una paleta diversa en la que se encuentran combustibles líquidos como metanol y dimetiléter, y combustibles de diseño como biodiesel; insumos para la síntesis química como la de polímeros y, en general, toda la oferta de la petroquímica; carbón de leña o biochar; gases como metano y otros hidrocarburos. Tal como ocurre en las refinerías de hidrocarburos, la hidrogenación permite incorporar hidrógeno para obtener moléculas con mayor proporción de hidrógeno.

La expansión debe considerar la sustitución rápida de fósiles antes de 2040 y una retirada consistente con la devolución de territorios y la soberanía alimentaria en la segunda mitad del siglo. Esa dinámica debe tenerse en cuenta para definir tanto el máximo esperable como la agenda de investigación y las inversiones requeridas.

## CONCLUSIONES

La estrategia de largo plazo tiene por horizonte a 2050 y por punto de control a 2030, año en el cual se inscriben las metas en la contribución nacional. Los escenarios muestran la cruda necesidad de “elegir a los ganadores”: no hay espacio para retomar el camino. Los “efectos de compartimentación” (*lock-in*), como así también los activos inmovilizados, son probables en el paradigma fósil, pero también pueden ser consecuencia del sendero tecnológico adoptado para romper con él. Es el caso de la infraestructura de transporte y distribución de los fluidos de origen fósil cuando se excluyen los bioenergéticos que podrían sustituirlos, como ocurre en los escenarios 1 y 2.

La prospectiva y la evaluación tecnológica muestran la conveniencia para Argentina de combinar tecnologías para satisfacer los indicadores de sostenibilidad. Las curvas de aprendizaje tecnológico son muy favorables para esta coevolución. Las incertidumbres irreductibles e inevitables en plazos largos se pueden abordar mejor con sistemas más diversos. Los objetivos climáticos y de biodiversidad son cumplibles con cambios transformacionales en la sociedad, que también satisfarían la mayor parte de los indicadores de la estrategia. Se requiere incrementar a la vez la productividad agrícola, la extracción de carbono para bioenergía, la remoción de carbono atmosférico, la incorporación de carbono en sumideros y aumentar la superficie restaurada y regenerada.

Una probable consecuencia es la reducción de la superficie dedicada a la ganadería y, tal vez, una disminución en términos absolutos de esta actividad desplazada por la producción vegetal. Esto no amenazaría la capacidad de la población de decidir sobre su alimentación, aunque podría incidir en las exportaciones. La electrificación también tiene límites en el impacto negativo sobre el relieve debido a la extracción de algunos metales clave como el cobre; el análisis de las huellas agregadas requeriría tomar el cambio de patrones de consumo y producción en su conjunto y no en forma aislada. La demanda interna debiera ser mucho menor que la supuesta para 2050 bajo restricciones climáticas si se aplicaran criterios de suficiencia y no solo de eficiencia. Deberían definirse para ello los satisfactores y las formas de uso final que les correspondan, en vez de proyectar un crecimiento de demanda energética que no se condice con el cambio en patrones de consumo y producción ni con los criterios de equidad que se proponen. Ello implica un abandono del consumismo y, más en general, asumir transformaciones necesarias para la transición del sendero de desarrollo vigente.

Esta situación postnormal, esto es, con incertidumbres radicales, conflictos de valores, urgencia en la decisión y mucho en juego, no puede abordarse sino con la participación extendida de pares para la construcción colectiva de los escenarios, las hojas de ruta y la agenda de investigación que requiere esta transformación.

## REFERENCIAS

Breyer, Christian. Modelo mundial. Ver en: Barbosa, L.D.S.N.S., Bogdanov, D., Vainikka, P. & Breyer, C. (2017). *Hydro, wind and solar power as a base for a 100% renewable energy supply for South and Central America*. PLoS ONE 12(3):e0173820. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/315497140\\_Hydro\\_wind\\_and\\_solar\\_power\\_as\\_a\\_base\\_for\\_a\\_100\\_renewable\\_energy\\_supply\\_for\\_South\\_and\\_Central\\_America](https://www.researchgate.net/publication/315497140_Hydro_wind_and_solar_power_as_a_base_for_a_100_renewable_energy_supply_for_South_and_Central_America) (último acceso 21/05/2020).

CADER (2020). *Biometano como complemento del gas natural. Hacia una ley nacional de biometano*.

FAO (2019). Informe técnico-analítico para una estrategia de promoción de la incorporación de biometano a la red de gas natural. Colección de informes técnicos N.º 2. Buenos Aires. 76 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Grubler, A., Wilson, C. y Nemet, G. (2016). Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamic of energy transitions. *Energy Research & Social Science*. Volume 22. Pages 18-25. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629616301980> (último acceso 21/05/2020).

IDDR (2019). Opportunities for increasing ocean action in climate strategies. Disponible en: <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/policy-brief/opportunities-increasing-ocean-action-climate-strategies> (último acceso 16/06/2020).

IEA Bioenergy (2020). *Advanced Biofuels - Potential for Cost Reduction*. IEA Bioenergy: Task 41:2020:01. Disponible en: [https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/02/T41\\_CostReductionBiofuels-11\\_02\\_19-final.pdf](https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/02/T41_CostReductionBiofuels-11_02_19-final.pdf) (último acceso 21/05/2020).

INTA (2019). Presentación del webinar “Biogás hecho correctamente BDR”, para GBEP. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=QXsDjY9v060&feature=youtu.be> (último acceso 21/05/2020).

IRENA (2019). *Advanced biofuels. What holds them back?* Disponible en: <https://irena.org/publications/2019/Nov/Advanced-biofuels-What-holds-them-back> (último acceso 16/06/2020).

IRENA (2020). *Global Renewable Outlook. Energy Transformation 2050*. Disponible en: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA\\_Global\\_Renewables\\_Outlook\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf) (último acceso 08/06/2020).

Malcolm, J.R., Holtsmark, B. y Piascik, P.W. (2020). *Forest harvesting and the carbon debt in boreal east-central Canada*. Springer Nature N.V. 2020.

New Climate Institute (2019). *Transition towards a decarbonised electricity sector. A framework of analysis for power system transformation. Ambition to Action*. Disponible en: <https://newclimate.org/2019/10/02/transition-towards-a-decarbonised-electricity-sector/> (último acceso 21/05/2020).

Revista Chacra TV (2018). Producción de biogás en Argentina. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=YUBsomT26c4&feature=youtu.be&app=desktop> (último acceso 21/05/2020).

Teske, Sven (2018). One Earth Climate Model. Disponible en: <https://www.uts.edu.au/research-and-teaching/our-research/institute-sustainable-futures/our-research/energy-futures/one-earth-climate-model> (último acceso 08/06/2020).