

ELEMENTOS PARA UNA ESTRATEGIA A LARGO PLAZO BAJA EN CARBONO

Elaborado por la **Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires**
para la **Fundación Ambiente y Recursos Naturales** en el marco del proyecto
de colaboración con **ClimateWorks Foundation**.

JULIO 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	04
2. OBJETIVOS	04
3. ESCENARIOS DE REFERENCIA	04
4. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESCENARIOS Y RESULTADOS	05
4.1. SECTOR ENERGÍA	05
4.1.1. Escenario tendencial	06
4.1.2. Escenario intermedio	08
4.1.3. Escenarios de referencia bajos en carbono	08
4.1.4. Cálculo de emisiones para cada escenario	19
4.1.5. Factores clave en las emisiones de GEI de la energía	20
4.1.6. Consideraciones sobre la mejora en la eficiencia de los consumos energéticos	24
4.2. SECTOR AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	26
4.2.1. Escenario con bosques cultivados	26
4.2.2. Escenario con bosques nativos	27
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
6. ESCENARIOS EN EL CONTEXTO DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE	29
7. BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA BAJA EN CARBONO	32
8. ELEMENTOS PARA UNA ESTRATEGIA DE LARGO PLAZO	33
9. CONSIDERACIONES ADICIONALES	37
10. ANEXO: DOCUMENTOS TEMÁTICOS	37

Elementos para una estrategia a largo plazo baja en carbono

Autores

Gabriel Blanco / Daniela Keesler
*Centro de Tecnologías Ambientales y Energía,
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional
del Centro de la Provincia de Buenos Aires.*

JULIO 2020

Colaboradores

**Enrique Maurtua Konstantinidis /
Jazmín Rocco Predassi**
Fundación Ambiente y Recursos Naturales

Carlos G. Tanides
Fundación Vida Silvestre Argentina

1. INTRODUCCIÓN

El informe *Calentamiento global de 1,5 °C*, del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático¹ (IPCC, por sus siglas en inglés), presenta una serie de senderos de emisiones que deberían cumplirse para que la temperatura global promedio del planeta no se incremente –o tenga mayor probabilidad de no incrementarse– en más de 1,5 °C con respecto a valores preindustriales. Todos estos senderos coinciden en que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) globales para el año 2050 deben ser próximas a cero o incluso ser negativas. Como firmante del Acuerdo de París² y como adherente a los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la ONU³, Argentina no queda exenta del deber de reducir sus emisiones. Por ello es necesario establecer una estrategia que oriente y articule las acciones a seguir para alcanzar estos objetivos a largo plazo.

2. OBJETIVOS

En este trabajo se pretende poner en discusión distintos elementos que deberían ser abordados por una estrategia de largo plazo baja en carbono, resiliente a los impactos del cambio climático y que lleve a la Argentina a un sendero de desarrollo más sustentable.

El documento intenta mostrar la complejidad de las acciones a tomar, sus desafíos y dificultades. Para ello se plantean posibles escenarios, a modo de referencia, para llegar al año 2050 con emisiones cero en dos grandes sectores de la economía, que representan las principales fuentes de emisiones de GEI en Argentina: energía y agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por su sigla en inglés), incluidos los bosques.

3. ESCENARIOS DE REFERENCIA

Como punto de partida, y teniendo como base los escenarios compatibles con un incremento de temperatura de 1,5 °C presentados por el IPCC, se plantea la necesidad de explorar escenarios que lleven a la Argentina a alinearse con ese objetivo global para el año 2050. En línea con este objetivo, en el marco de este proyecto se elaboraron escenarios que le permitirían a Argentina alcanzar emisiones cero para ese año.

Según el *Tercer informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (BUR, por su sigla en inglés)⁴, en 2016 las emisiones de gases de efecto invernadero de la Argentina fueron de 364,4 MtCO₂e. Esto representa el 0,70% de las emisiones mundiales de GEI de ese año, considerando las emisiones globales informadas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por su sigla en inglés) en su reporte anual *Emissions Gap Report 2017*⁵.

Si se analizan las metas establecidas en la Contribución Nacional Determinada (NDC, por su sigla en inglés) de Argentina al año 2030⁶ y se las compara con las emisiones globales para el mismo año de

1. IPCC (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5 °C*. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>

2. Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París. Disponible en: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en

3. Naciones Unidas (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

4. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). *Tercer informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. MAyDS. Disponible en: https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/National-Reports/Documents/9587041_Argentina-BUR3-1-3er%20Informe%20Bienal%20de%20la%20Republica%20Argentina.pdf

5. UNEP (2017). *Emissions Gap Report 2017*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi. Disponible en: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2017>

6. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Primera revisión de su contribución determinada a nivel nacional. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ndc-revisada-2016.pdf>

los senderos alternativos del informe del IPCC compatibles con 1,5° C, se observa que las emisiones comprometidas en la NDC del país representarían entre el 1,20% y el 2,19% de esas emisiones globales (Tabla 1); un porcentaje muy superior al que las emisiones del país representan actualmente.

TABLA 1 - PORCENTAJE QUE REPRESENTA LA NDC ARGENTINA RESPECTO DE LOS SENDEROS DEL INFORME CALENTAMIENTO GLOBAL DE 1,5 °C DEL IPCC

SENDEROS ALTERNATIVOS PARA 1,5° C	EMISIONES GLOBALES DE GEI IPCC 1,5 EN 2030 (GTCO ₂ E)	CONTRIBUCIÓN ARGENTINA INCONDICIONAL (0,483 GTCO ₂ E)
1,5°C	22,1	2,19%
1,5°C con bajo OS	27,9	1,73%
1,5°C con alto OS	40,4	1,20%

Fuente: elaboración propia.

Se desprende de este análisis que el esfuerzo de Argentina debería ser mayor, y que la NDC del país no es suficiente para estar alineado con el objetivo de no superar el 1,5 °C de aumento de la temperatura media del planeta. Se necesitan, entonces, objetivos de reducción más ambiciosos. Este trabajo pretende constituirse en un aporte mediante la elaboración de escenarios diferentes y más ambiciosos para la Argentina.

4. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESCENARIOS Y RESULTADOS

Se describen a continuación las metodologías utilizadas para el desarrollo de los diferentes escenarios bajos en carbono para los dos sectores mencionados, energía y AFOLU, y se muestran los resultados obtenidos. Para el sector energía se desarrollaron además dos escenarios adicionales: uno tendencial y otro intermedio, con el fin de completar el análisis de los resultados.

4.1. SECTOR ENERGÍA

Para modelizar los escenarios energéticos al año 2050 se utilizó el mismo modelo del ejercicio *Plataforma Escenarios Energéticos 2040*, basado en el software LEAP (Long Range Energy Alternative Planning), el cual se adaptó y modificó ampliándolo al horizonte de tiempo considerado.

Se modelizaron en total cinco escenarios, tres de ellos de referencia, que permitirían llegar a emisiones nulas en 2050.

1. Escenario tendencial. Como su nombre lo indica, sigue la tendencia actual tanto para la demanda como para la oferta de energía.
2. Escenario intermedio. En él se implementó un mayor alcance de medidas de eficiencia en la demanda y una matriz eléctrica con una presencia de fuentes renovables más importante.
3. Escenario de referencia bajo en carbono 1. Basado en energía eléctrica tanto para abastecer la demanda residencial, comercial y pública, como para el transporte. Para los grandes consumos industriales de energía térmica se planteó la utilización de hidrógeno.

4. Escenario de referencia bajo en carbono 2. Basado en una mayor producción y uso de hidrógeno, tanto para la industria como para el transporte, manteniendo la electrificación para los consumos residenciales.

5. Escenario de referencia bajo en carbono 3. Basado en una alta producción de biocombustibles para el transporte, mientras que para el consumo residencial se mantuvo la electrificación y, para la industria, el uso de hidrógeno.

Como se puede observar, se adoptaron tres escenarios de referencia bajos en carbono, con una demanda eficiente y distintas alternativas desde la oferta de energía para alcanzar el objetivo de emisiones nulas de GEI para el año 2050.

Por otro lado, para cada uno de los escenarios se plantearon mejoras en las eficiencias de las diferentes tecnologías en base a curvas de aprendizaje, tanto en la demanda (eficiencias en electrodomésticos, motores para el transporte, la industria, etc.) como en la generación de energía eléctrica (en los factores de carga, rendimientos y créditos por potencia firme).

En los siguientes apartados se detalla cada una de las premisas consideradas para la elaboración de los diferentes escenarios.

4.1.1. Escenario tendencial

Este escenario responde a una demanda que sigue la tendencia del crecimiento observado durante los últimos años en población, cantidad de hogares, cantidad de automóviles por habitante, Producto Bruto Interno (PBI) y demandas de energía comercial, pública e industrial. Sobre esta base se modelaron las medidas de eficiencia incluidas en el Plan Nacional de Acción de Energía y Cambio Climático⁷.

Para la oferta de energía también se consideraron las medidas estipuladas en este Plan, además de los objetivos incluidos en las Leyes 26.190 de Energía Eléctrica y 27.191⁸ de Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica, y los porcentajes de corte de biocombustibles establecidos por la Ley 26.093 de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles y resoluciones posteriores (actualmente 10% para biodiésel en gasoil y 12% para bioetanol en nafta).

Para la oferta de combustibles fósiles se tuvieron en cuenta los *Escenarios Energéticos 2030*⁹ del entonces Ministerio de Energía y Minería de la Nación (MINEM), publicados en diciembre de 2017.

El crecimiento continuo de la población y del consumo empujan de forma continua el aumento de la demanda final de energía. En la Figura 1 se observa esta proyección para el período 2020-2050, donde se duplica la demanda de energía final, pasando de 64.000 ktep a más de 128.000 ktep (la “kilo tonelada equivalente de petróleo” es igual a 41,87MJ o 11,63MWh).

7. Gabinete Nacional de Cambio Climático (2019). Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pnamcc_0512_ae_v9.pdf

8. Secretaría de Energía de la Nación (2009/2016). Ley 26.190 y 27.191 de Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica y su Modificación. Disponible en: <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3876>

9. Ministerio de Energía y Minería (2017). *Escenarios Energéticos 2030*. Disponible en: <http://datos.minem.gob.ar/dataset/9e2a8087-1b49-446a-8e86-712b476122fb/resource/04dbee7f-0b6f-48d0-b460-8d7fa3b282c7/download/minem-documento-escenarios-energeticos-2030pub.pdf>

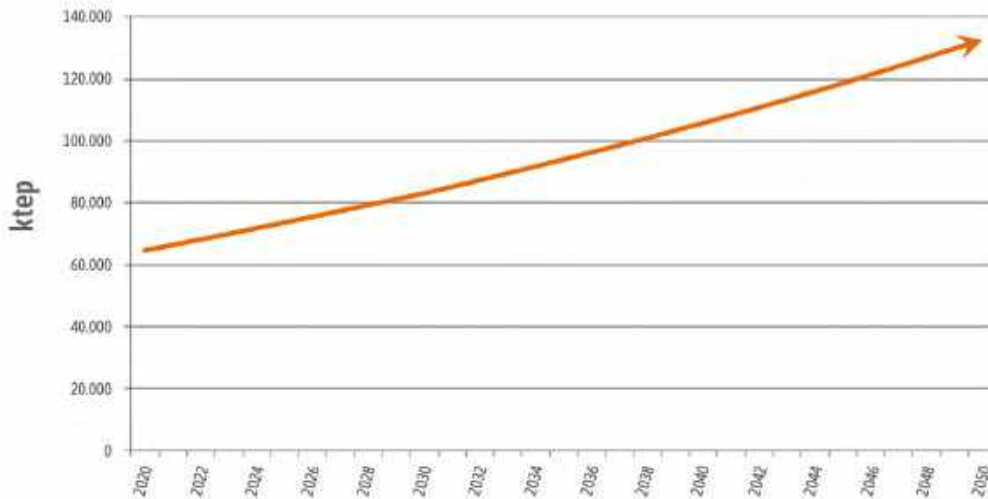


FIGURA 1 - DEMANDA FINAL DE ENERGÍA PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL, EN KTEP, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

El crecimiento en la potencia instalada para generación eléctrica al año 2050 respecto de la actual, con el fin de abastecer esta demanda creciente, sería de 300%, como se muestra en la Figura 2.

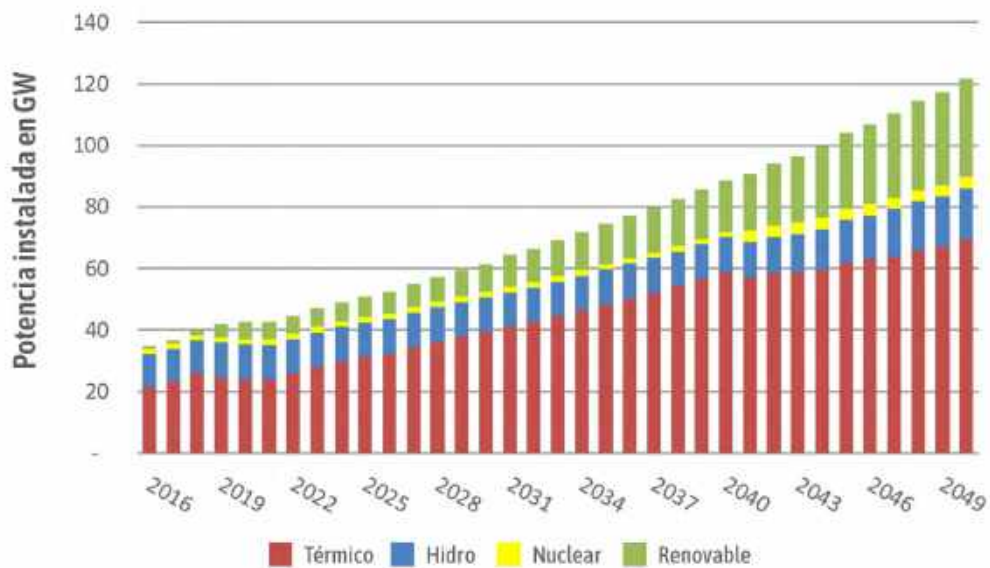


FIGURA 2 - POTENCIA INSTALADA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL ESCENARIO TENDENCIAL, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Escenario intermedio

Para este escenario se supusieron medidas de eficiencia en la demanda de energía mayores a las contempladas en el plan sectorial, incluyendo:

- Llegar a que un 50% de los hogares incorporen calefones solares.
- Alcanzar un 25% de electrificación de la demanda residencial, comercial y pública.
- Lograr un recambio de 100% a buses urbanos eléctricos.
- Alcanzar un porcentaje de 30% de autos eléctricos en el parque automotor.

También se consideró una reconversión de la matriz de generación de energía eléctrica a renovables, pero manteniendo los ciclos de cogeneración y algunos ciclos de generación térmica, como turbinas de gas, para asegurar los márgenes de reserva necesarios. El corte de biocombustibles se mantuvo constante en 10% y 12% para biodiésel y bioetanol, respectivamente.

El objetivo de plantear este escenario intermedio es mostrar que no es suficiente tomar medidas parciales para alcanzar emisiones nulas: como se puede ver en la sección “4.1.4 Cálculos de emisiones para cada escenario”, es necesaria una reconversión total en cada sector.

4.1.3. Escenarios de referencia bajos en carbono

Para llevar a cero las emisiones del sector energía en 2050 es necesario transformar tanto la demanda como la oferta. En este ejercicio se asumieron las mismas medidas en la demanda para los tres escenarios bajos en carbono planteados:

- Una electrificación de la demanda residencial paulatina que llegue al año 2050 con un 100% de la demanda residencial electrificada.
- Sobre esta demanda se supuso una mejora anual de las eficiencias de los consumos en base a curvas de aprendizaje de las diferentes tecnologías, alcanzando en 2050 un 30% de incremento en las eficiencias de todos los consumos eléctricos: residencial, transporte, industria, comercial y público. En la sección 4.1.6 se realiza un análisis más detallado de las posibles mejoras futuras en la eficiencia de los consumos finales. Para el análisis de estos escenarios de referencia se tomó un valor medio de mejora anual de la eficiencia similar para todos los consumos finales, pero la realidad suele ser mucho más compleja.
- En cuanto al consumo residencial para 2050, se supuso el recambio de calefones a gas natural a calefones solares para el total de los hogares del país cuyas viviendas son casas (no se incluye a los departamentos).
- En el sector transporte se modelizó un cambio modal de la demanda, considerando una mejora en el servicio de buses urbanos que permitiría una reducción de autos particulares en circulación ya que estos pasajeros, incentivados por el perfeccionamiento del servicio público de colectivos, mudarían hacia este modo de transporte diario en los grandes centros urbanos del país (CABA, Rosario, Córdoba, Mendoza).

Al modelizar una mejora en las eficiencias no es posible dejar de mencionar el llamado *efecto rebote*. Numerosos estudios han demostrado que las medidas de eficiencia adoptadas y los adelantos tecnológicos en busca de un ahorro energético difícilmente logran su objetivo en la práctica; por el contrario,

en muchos casos se puede demostrar que estas mejoras incrementan aún más el consumo. Esto se debe a varios factores, entre los que se encuentra que una mayor eficiencia en el uso de un recurso lleva a los usuarios a utilizarlo más, por lo que el avance tecnológico logrado para generar un ahorro en el uso de energía no muestra los resultados esperados. También suele suceder que los ahorros de energía concretados se traducen en gastos mayores en otra área. Nuevamente, en el balance general los objetivos de ahorro no son alcanzados.

En promedio, el efecto rebote contabilizado para diversas medidas de eficiencia energética estudiadas ha sido del 100% o mayor, es decir que los ahorros de energía han sido nulos¹⁰. En este ejercicio de modelización no se incluyó el efecto de este fenómeno sobre el consumo de energía, pero resulta ineludible mencionarlo.

En cuanto a la oferta de energía, dentro de una vasta cantidad de medidas posibles, se adoptaron las siguientes:

- Para la aviación se propuso el uso de biocombustibles.
- Para los grandes consumos de energía de la industria, principalmente para la producción de acero y cemento, se consideró reemplazar los combustibles fósiles (gas natural, carbón, etc.) por hidrógeno.
- Para la generación de energía eléctrica se consideraron mejoras en los factores de carga, rendimientos y créditos por potencia firme.
- Los consumos de gas licuado de petróleo (GLP), utilizado en forma industrial y residencial (que no sea posible electrificar), y fueloil, utilizado principalmente en la industria y en menor medida en el sector agrícola, se convirtieron a hidrógeno o biocombustibles, según el escenario.

La Tabla 2 muestra una matriz en la que puede verse para cada uno de los tres escenarios bajos en carbono propuestos qué combustible se consideró para cada uno de los sectores de demanda final.

TABLA 2 - ENERGÍA SECUNDARIA EN LA DEMANDA FINAL PARA CADA ESCENARIO BAJO EN CARBONO

	RESIDENCIAL	TRANSPORTE	INDUSTRIA	AVIACIÓN	GLP/FUELOIL
ESCENARIO 1	Electrificación	Electrificación	Hidrógeno	Biocombustibles	Hidrógeno
ESCENARIO 2	Electrificación	Hidrógeno	Hidrógeno	Biocombustibles	Biocombustibles
ESCENARIO 3	Electrificación	Biocombustibles	Hidrógeno	Biocombustibles	Hidrógeno

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, teniendo como objetivo no solo la reducción de emisiones sino también evitar el uso de tecnologías que, aunque no sean fuentes de emisión de GEI, podrían generar efectos negativos para el ambiente natural y social en el que se implantan, se consideraron las siguientes restricciones socioambientales para los escenarios de referencia bajos en carbono:

- No se incorporan nuevas centrales nucleares.
- No se consideran nuevas centrales hidroeléctricas de más de 50 MW.

10. Bruns Stephan, B; Moneta Alessio y Stern, David I. (2019). Estimating the Economy-Wide Rebound Effect Using Empirically Identified Structural Vector Autoregressions. LEM Papers Series from Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy.

- Se elimina la producción de hidrocarburos (petróleo y gas) así como su importación/exportación.
- No se considera un crecimiento del área cultivada destinada a producción de biocombustibles (frontera agrícola), excepto para el escenario basado en biocombustibles.
- Se asume una limitación en la producción de litio para baterías de vehículos eléctricos, excepto para el escenario que contempla la electrificación del sector del transporte.

En la sección 6 se plantea la necesidad de evaluar la contribución de los escenarios de referencia bajos en carbono al desarrollo sustentable a través de métricas que permitan la sistematización de esa evaluación.

Escenario de referencia bajo en carbono 1

La principal diferencia entre los tres escenarios radica en el sector transporte. En este caso, tanto el transporte de pasajeros como de cargas y las maquinarias agrícolas fueron convertidos a consumos eléctricos.

En la Figura 3 se observa el detalle de la evolución de la matriz de oferta de energía primaria para este escenario. La cantidad de energía es sustancialmente menor que para los escenarios tendencial e intermedio (líneas azul y roja, respectivamente), en gran parte debido a la mayor eficiencia de los consumos eléctricos en comparación con los mismos consumos abastecidos en forma directa por fuentes fósiles.

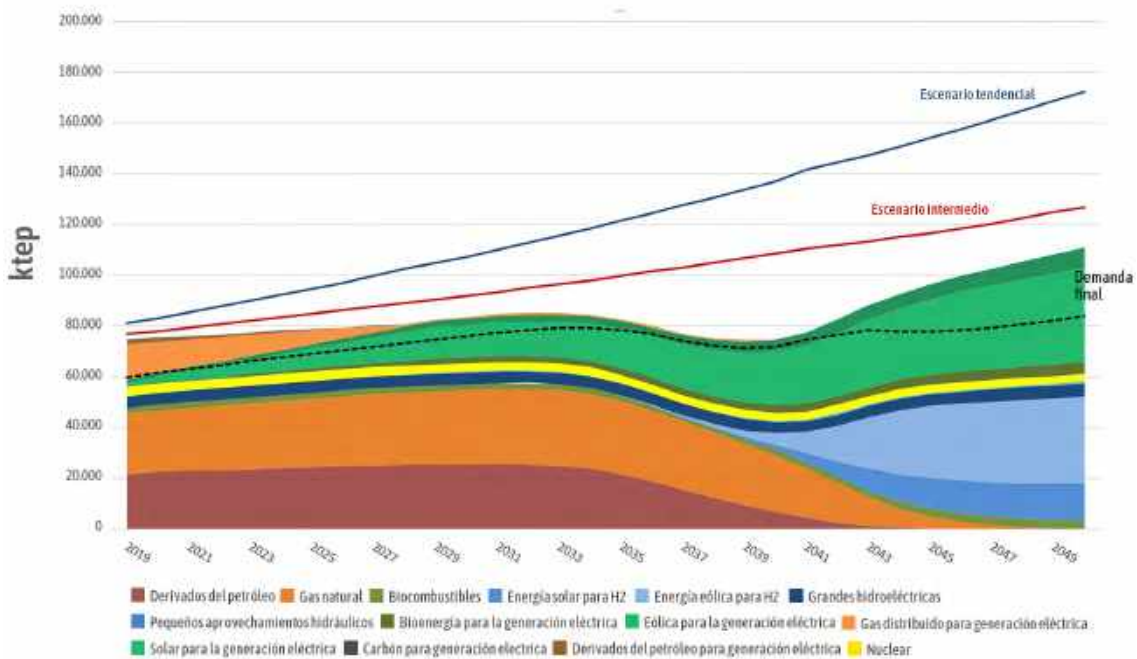


FIGURA 3 - OFERTA DE ENERGÍA PRIMARIA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 1, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

La gran electrificación de la demanda final incrementa la oferta de energía eléctrica hasta alcanzar una potencia instalada en 2050 de 237 GW. Además, para lograr emisiones nulas es necesaria una reconversión de la matriz eléctrica actual –basada mayoritariamente en combustibles fósiles– a otra totalmente renovable, considerando los márgenes de reserva adecuados para asegurar el suministro. Esta conversión se muestra en la Figura 4.

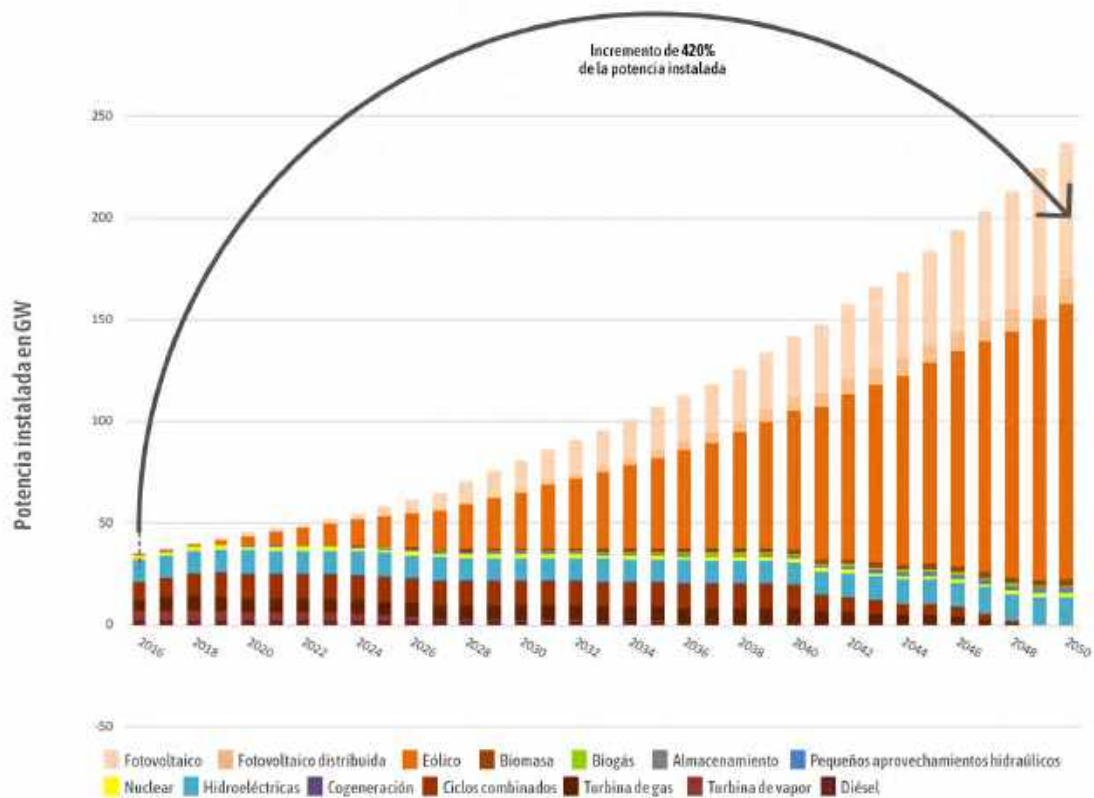


FIGURA 4 - POTENCIA INSTALADA DE CADA TECNOLOGÍA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 1, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

En este escenario, el consumo de otros combustibles como el GLP y fueloil también fueron reemplazados por hidrógeno. El requerimiento de hidrógeno alcanzaría los 24.571 ktep en el año 2050 y para su generación se planteó la utilización de energías renovables –solar y eólica–, lo que significa, considerando factores de capacidad y eficiencias a lo largo del proceso, una potencia instalada de 613 GW en 2050.

En la Figura 5 se muestra el total de potencia instalada tanto para generación eléctrica como para generación de hidrógeno. Dentro de la potencia no renovable se encuentran las centrales nucleares y grandes represas existentes hoy en el país, que se mantienen en operación, pero como se expuso anteriormente no se incluye la incorporación de la nueva potencia de estas tecnologías.

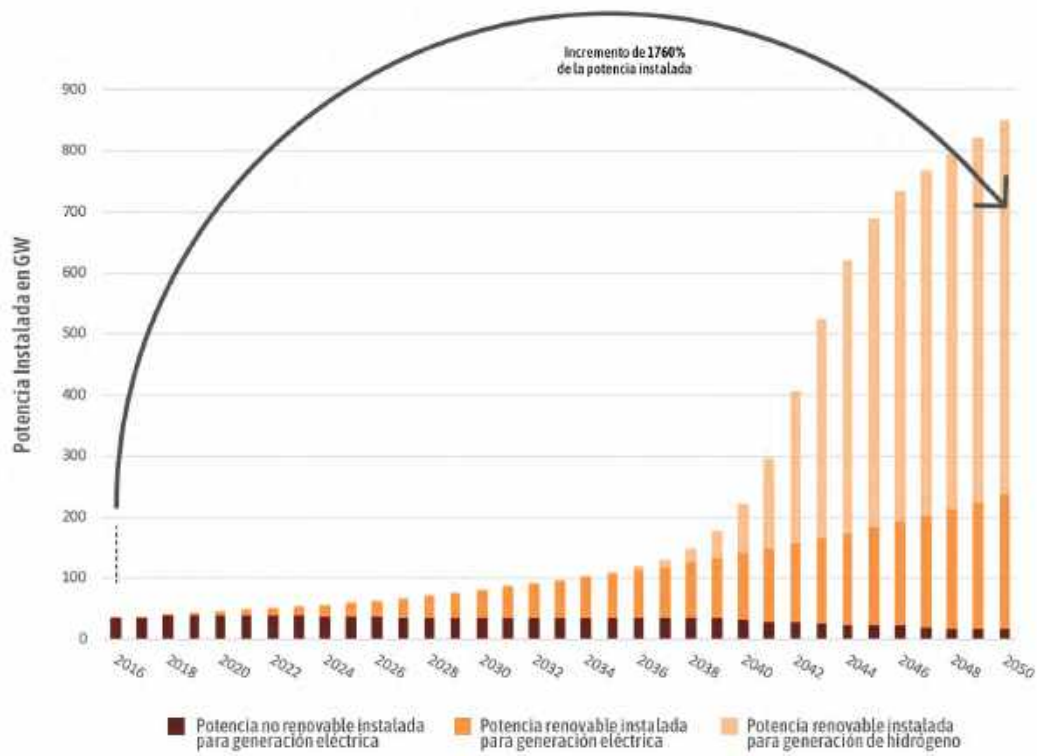


FIGURA 5 - POTENCIA INSTALADA TOTAL DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 1, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Escenario de referencia bajo en carbono 2

En la Figura 6 se muestra la composición de la matriz de oferta de energía primaria para el escenario de referencia bajo en carbono 2, comparándola con la oferta total de energía primaria para los escenarios tendencial e intermedio.

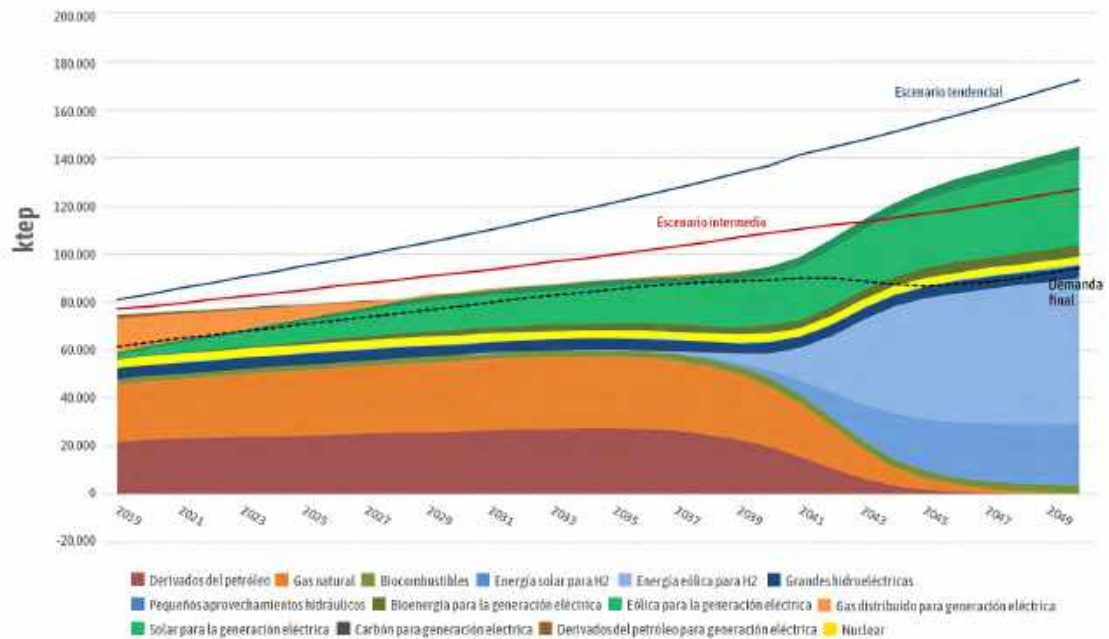


FIGURA 6 - OFERTA DE ENERGÍA PRIMARIA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 2, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Al igual que en el escenario anterior, la potencia instalada para generación eléctrica se transforma a renovable, sacando de servicio todas las centrales térmicas del país, pero manteniendo las centrales nucleares y las grandes represas hidroeléctricas existentes. La potencia instalada en el año 2050, asegurando el margen de reserva necesario para no poner en riesgo la seguridad del abastecimiento energético, alcanzaría para esa fecha los 224 GW, como se muestra en la Figura 7.

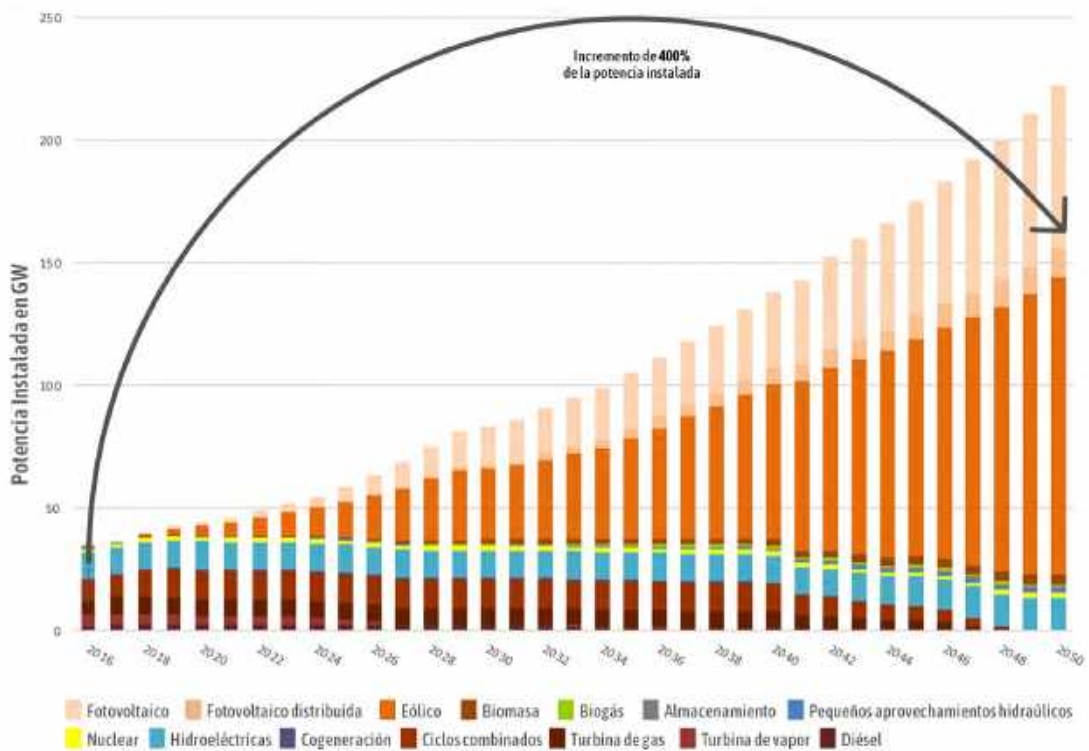


FIGURA 7 - POTENCIA INSTALADA POR TECNOLOGÍA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 2, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

En el escenario de referencia bajo en carbono 2 se mantiene el uso de hidrógeno para reemplazo de los consumos de GLP y fueloil.

La diferencia se presenta en el transporte, que en este caso se convierte en todos sus rubros (particular, pasajeros, carga, agrícola) a hidrógeno, alcanzando en el año 2050 el 100% de conversión. El consumo de hidrógeno llegaría entonces a los 43.280 ktep en 2050, requiriendo 1150 GW de potencia instalada entre energía solar y eólica para su generación (Figura 8).

La gran demanda de hidrógeno para el final del período analizado empuja la oferta de energía primaria, haciéndola superior incluso a la oferta para el escenario intermedio. Esto se debe a que la producción de hidrógeno no es tan eficiente como el uso directo de energía eléctrica en los consumos finales (Figura 6).

En la Figura 8 se muestra la potencia total instalada tanto para generación eléctrica como para la generación del hidrógeno necesario en este escenario.

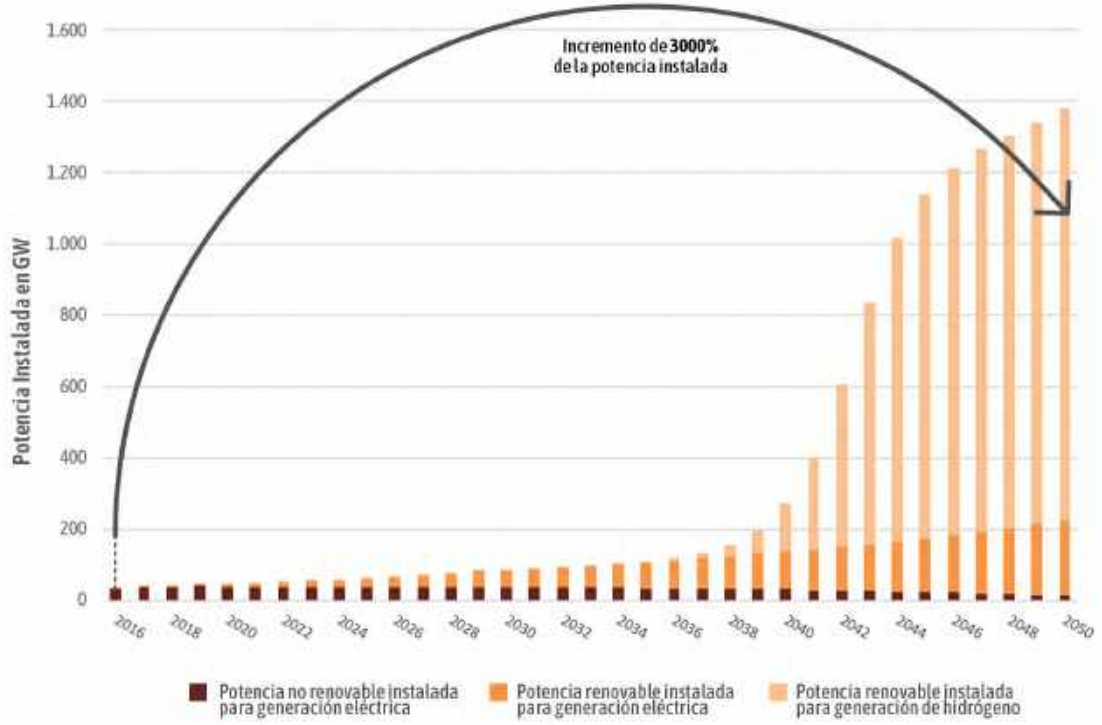


FIGURA 8 - POTENCIA INSTALADA TOTAL DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 2, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Escenario de referencia bajo en carbono 3

En el tercer escenario, al igual que en los dos anteriores, se repiten las medidas de electrificación de los consumos residencial, público y comercial; el uso de hidrógeno para los grandes consumos de energía térmica de la industria y como reemplazo de los consumos de GLP y fueloil; y el uso de biocombustibles para la aviación. Pero en este caso, el transporte es convertido completamente a uso de biocombustibles para el año 2050. En la Figura 9 se muestra la matriz de oferta primaria para este escenario.

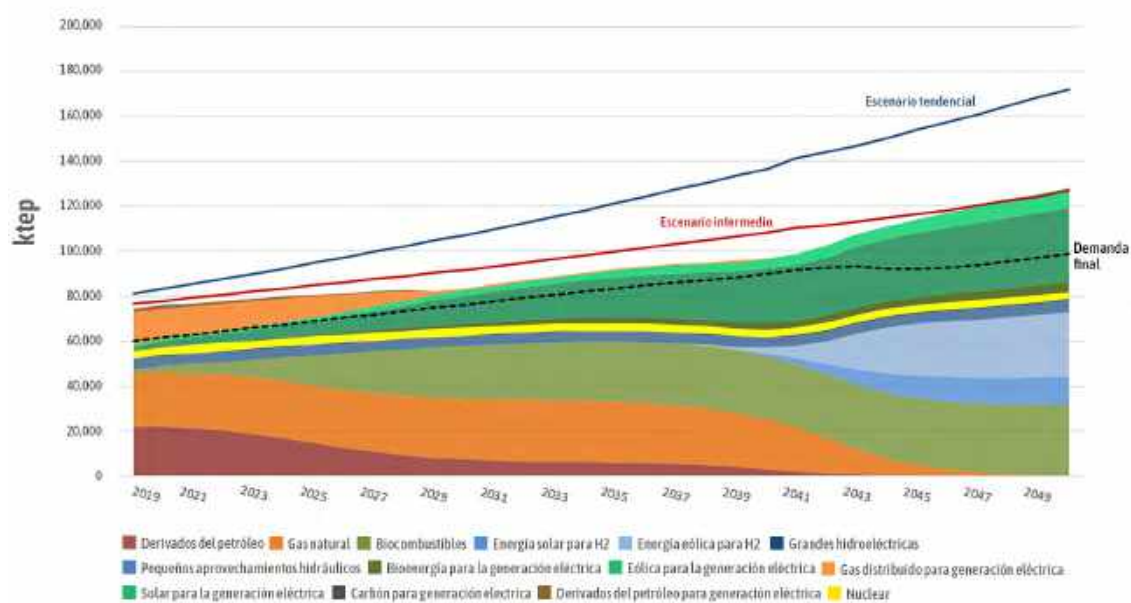


FIGURA 9 - OFERTA DE ENERGÍA PRIMARIA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 3, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Este gran incremento en el consumo estimado de biocombustibles para el año 2050 lleva a un crecimiento del área destinada a cultivos para su producción de más de 700% con respecto a la situación actual. Esto significa que el área necesaria tan solo para la producción superaría en 8 millones de hectáreas al total que hoy se destinan a la agricultura, incluyendo todos los cultivos, como se muestra en la Figura 10.

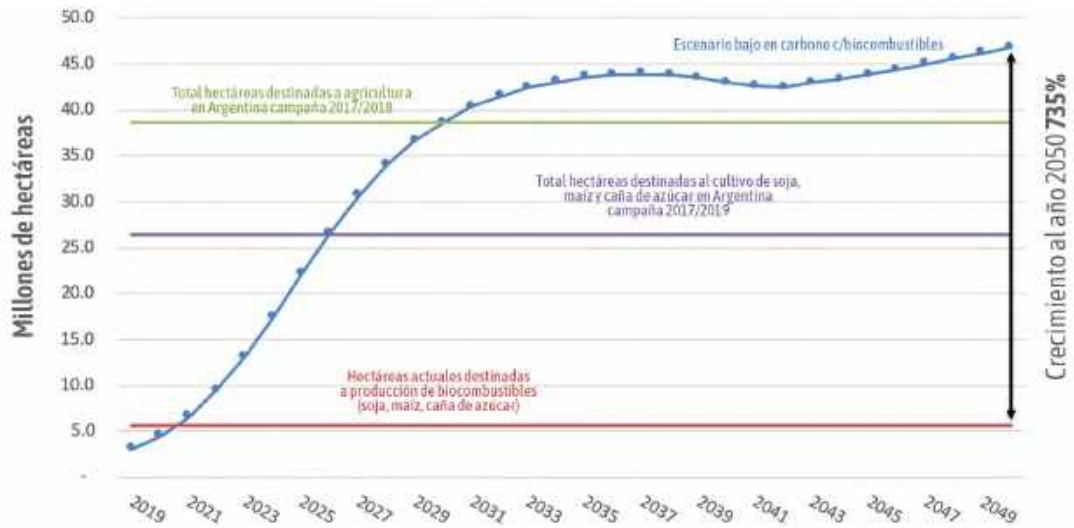


FIGURA 10 - HECTÁREAS DESTINADAS A PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 3, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Las Figuras 11 y 12 muestran la potencia instalada necesaria para la generación de energía eléctrica y de hidrógeno para este escenario.

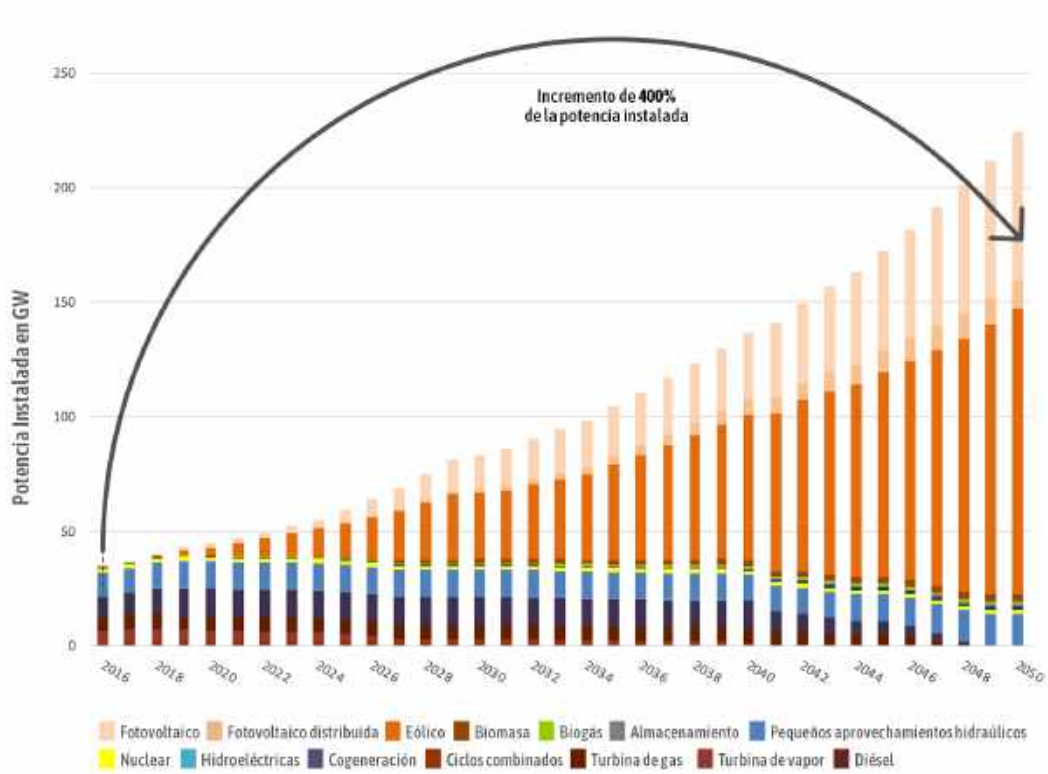


FIGURA 11 - POTENCIA INSTALADA POR TECNOLOGÍA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 3, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

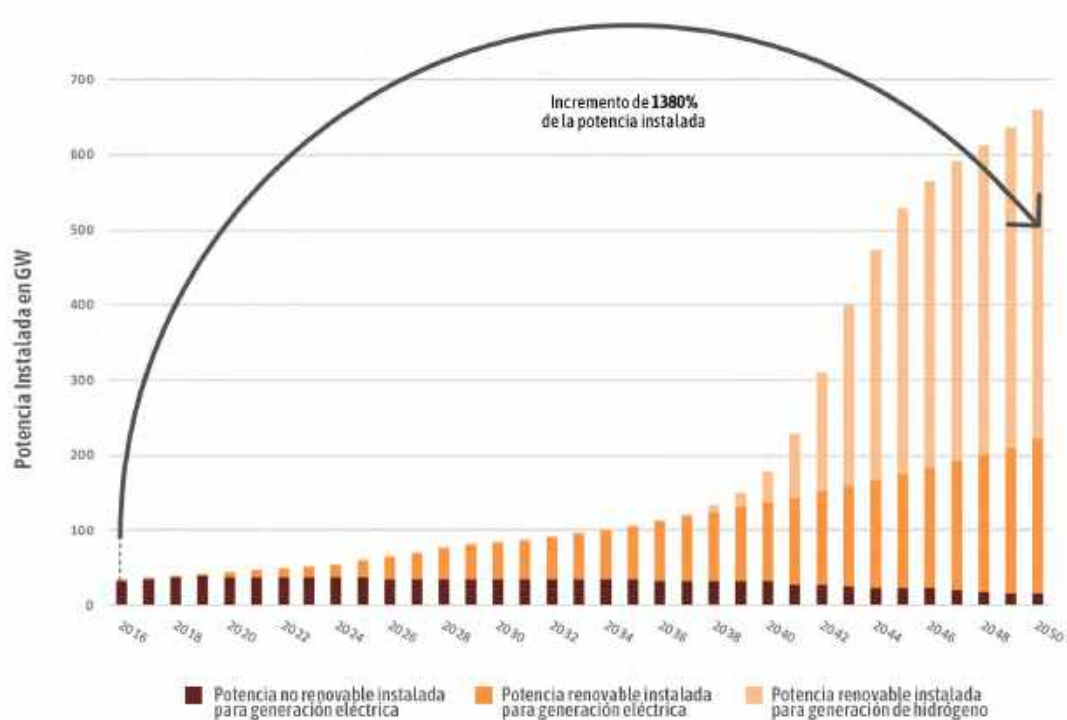


FIGURA 12 - POTENCIA INSTALADA TOTAL DEL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 3, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Cálculo de emisiones para cada escenario

Una vez modelizado cada uno de los escenarios de demanda y oferta de energía, se calcularon las emisiones del sector energía y transporte. Estas incluyen las emisiones por la quema de combustibles fósiles tanto en la demanda final (residencial, industria, transporte, etc.) como para la generación de energía eléctrica en centrales térmicas y las emisiones llamadas “fugitivas”, provenientes de la explotación, extracción y tratamiento de los combustibles fósiles (gas natural, petróleo y carbón mineral).

Para los cálculos de las emisiones se consideraron los factores de emisión por combustible utilizados en el *Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*¹¹. Los factores de emisión se discriminan por combustible (gas natural, fueloil, diésel, etc.), uso (generación de energía eléctrica o demanda final) y por gas (dióxido de carbono, metano, etc.).

En la Figura 13 se muestran los resultados para cada uno de los cinco escenarios analizados.

Para el escenario tendencial, las emisiones alcanzarían las 416 MtCO₂e al año 2050. Y así como la demanda se duplica para este escenario, las emisiones también lo hacen, a pesar de las medidas adoptadas en los planes sectoriales y de los objetivos de energías renovables fijados por la legislación.

11. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). *Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/3er_iba.pdf

En el escenario intermedio se puede observar que las emisiones también continúan aumentando, no en la misma medida que para el escenario tendencial, pero siguen con su tendencia creciente, llegando a 245 MtCO₂e en 2050. Puede apreciarse también que seguirán creciendo más allá de ese año.

Para los tres escenarios bajos en carbono planteados se alcanza el objetivo de cero emisiones para el año 2050. Si bien puede asegurarse que continuará así más allá de esa fecha –debido a que la totalidad de los consumos fueron reconvertidos a energías limpias– hay que tener presente que seguirá siendo vital buscar la mayor eficiencia de los consumos y tomar medidas sobre la curva de demanda con el fin de disminuir su tendencia creciente.

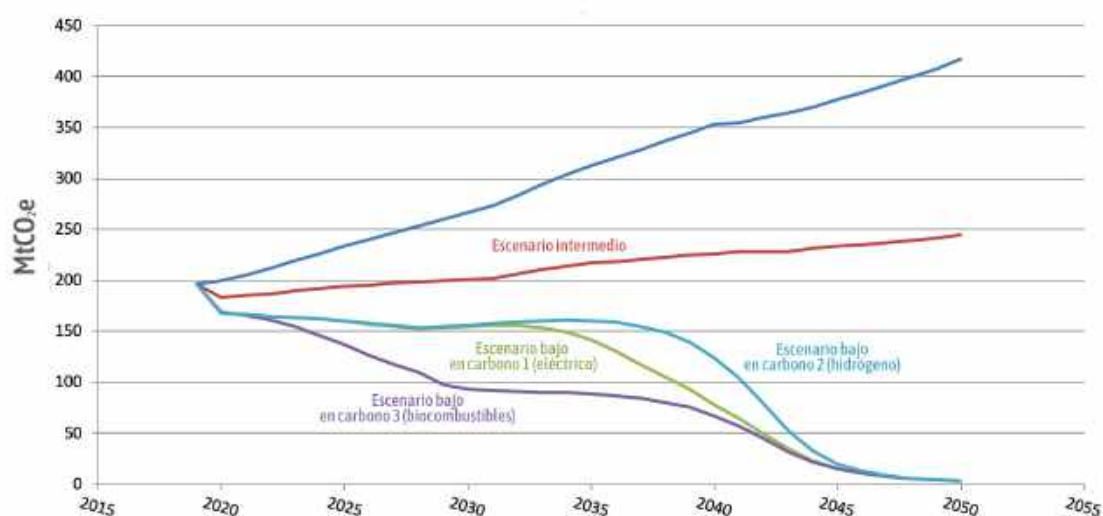


FIGURA 13 - EMISIONES DE GEI PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS PLANTEADOS, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Factores clave en las emisiones de GEI de la energía

La Identidad de Kaya¹² permite expresar las emisiones de GEI relacionadas con la generación y uso de la energía en una economía como el producto de cuatro factores:

1. Población humana.
2. PBI per cápita (PBI en relación a la población).
3. Intensidad energética del PBI (energía consumida por unidad de PBI).
4. Intensidad de emisiones de la energía (emisiones por unidad de energía consumida).

De esta manera se puede analizar el comportamiento de cada una de las variables que intervienen en el resultado de las emisiones del sector energía, pudiendo evaluar cuál de estas variables tiene mayor incidencia en la tendencia y proyección de las emisiones. Es importante aclarar que las cuatro variables no son independientes entre sí; la relación entre ellas es compleja y no siempre es posible cuantificarla.

12. Kaya, Y. (1990). "Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios", paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris.

Con esta lógica se analizaron los cuatro factores de la Identidad de Kaya para cada uno de los escenarios planteados, como se muestra en las Figuras 14 a 18. Para una mejor visualización de su comportamiento se normalizó cada variable, tomando como base su valor actual (año 2019). Además, se agregaron a este análisis las curvas de consumo final de energía y de emisiones totales, con el fin de mostrar su tendencia y compararlas con el comportamiento de las variables de la Identidad de Kaya.

En el escenario tendencial (Figura 14), como ya se había adelantado, el crecimiento de la población y del PBI per cápita son las dos variables responsables del aumento mantenido de las emisiones de GEI, ya que su crecimiento empuja la demanda final de energía y, por lo tanto, el aumento del uso de combustibles fósiles, principal causa de las emisiones de GEI.

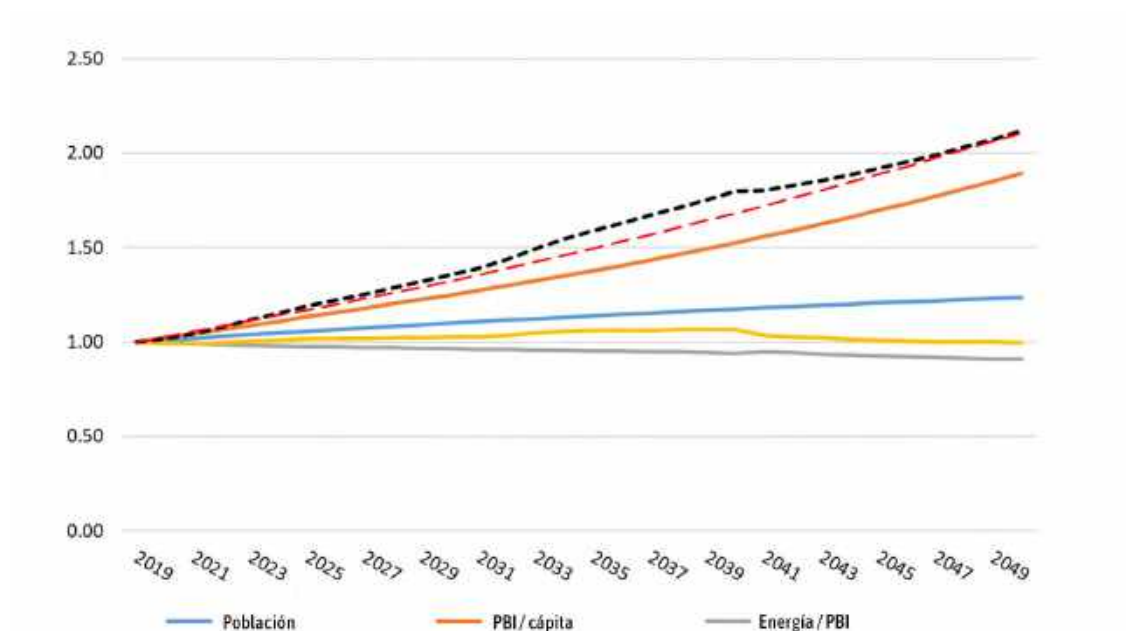


FIGURA 14 - FACTORES DE LA IDENTIDAD DE KAYA PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

En el escenario intermedio (Figura 15), debido a la mayor implementación de medidas de eficiencia en la demanda, la intensidad energética (Energía/PBI) muestra una tendencia negativa, es decir tiende a disminuir. También la intensidad de emisiones (GEI/energía) baja debido a la incorporación de una mayor proporción de energías renovables en la matriz energética. Pese a todas estas medidas, las emisiones continúan con su tendencia creciente, empujadas principalmente por el incremento del PBI/per cápita y el crecimiento poblacional.

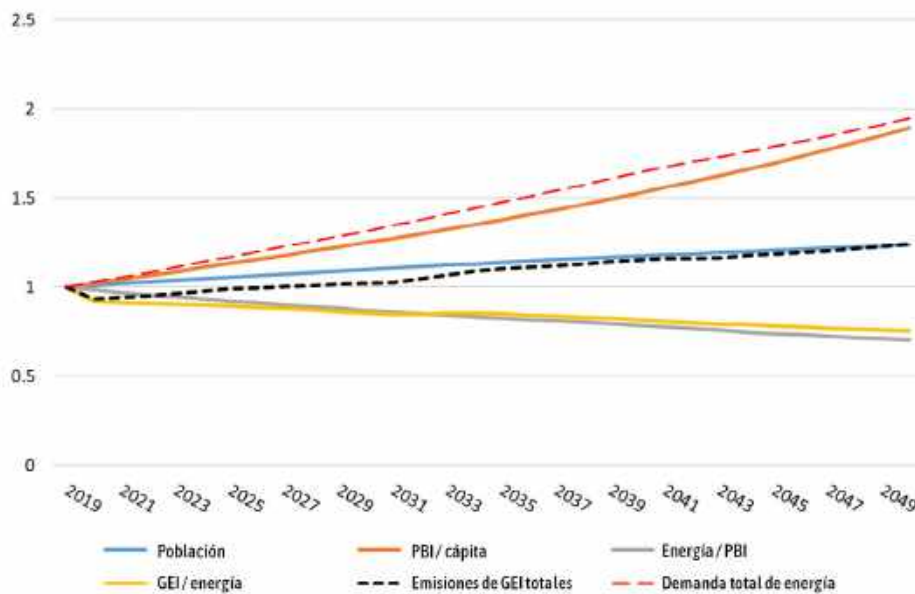


FIGURA 15 - FACTORES DE LA IDENTIDAD DE KAYA PARA EL ESCENARIO INTERMEDIO, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Para los tres escenarios bajos en carbono (Figuras 16 a 18) la demanda total de energía crece en menor proporción debido a las fuertes medidas de eficiencia en la demanda propuestas, que hacen disminuir la intensidad energética del país. Pero la principal razón de la reducción de las emisiones de GEI totales –hasta eliminarlas por completo– es la conversión de la matriz eléctrica y de todos los consumos finales hacia fuentes de energía de emisiones nulas (GEI/energía).

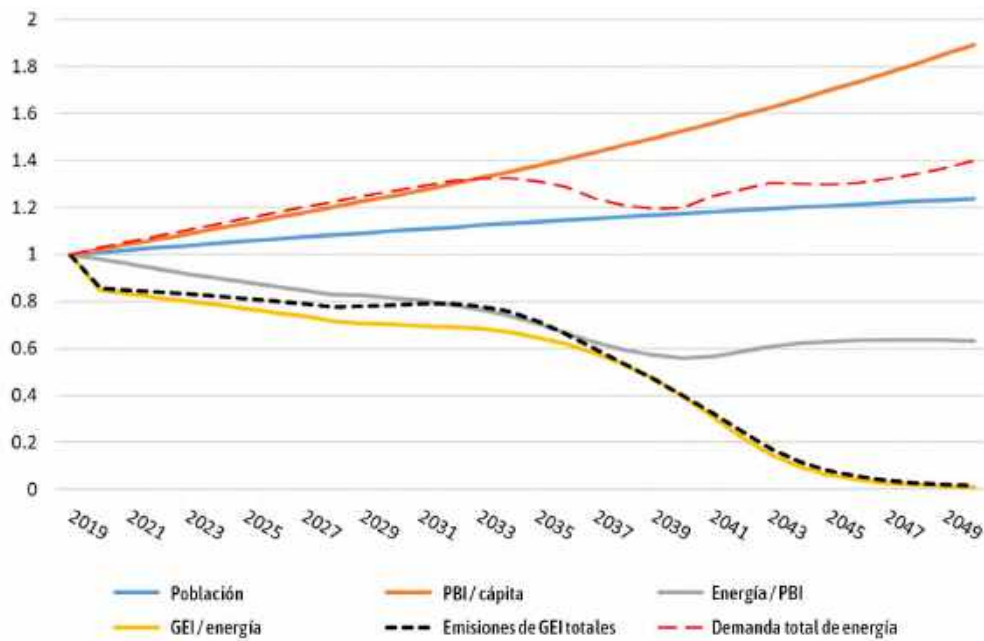


FIGURA 16 - FACTORES DE LA IDENTIDAD DE KAYA PARA EL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO CARBONO 1, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

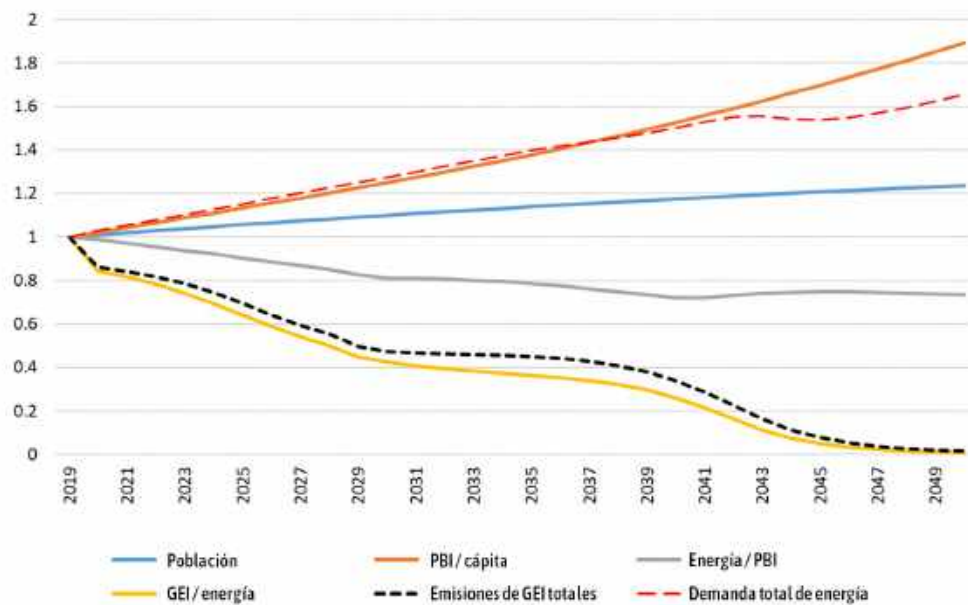


FIGURA 17 - FACTORES DE LA IDENTIDAD DE KAYA PARA EL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 2, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

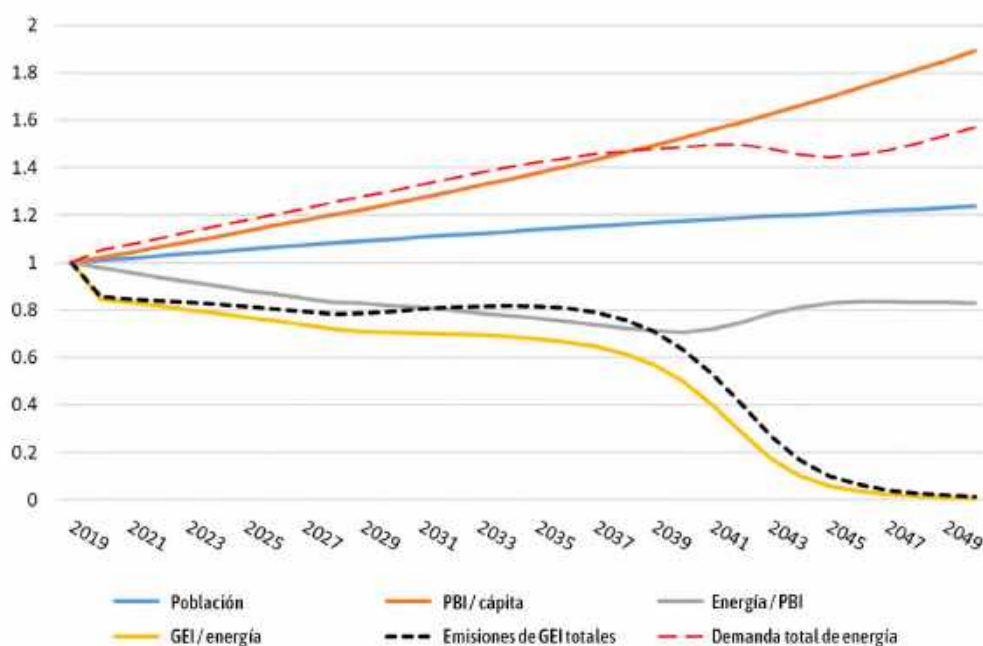


FIGURA 18 - FACTORES DE LA IDENTIDAD DE KAYA PARA EL ESCENARIO DE REFERENCIA BAJO EN CARBONO 3, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

Del análisis de los resultados de la Identidad de Kaya se observa que es posible actuar sobre la intensidad de emisiones en la generación de energía cambiando de tecnologías y fuentes que la provean. También es posible volver más eficiente la economía reduciendo su intensidad energética con un uso más eficiente de los recursos. Sin embargo, lo que resulta realmente complejo es tomar acciones que modifiquen la forma y/o estándares de vida, que nos obliguen a cambiar los patrones de producción y consumo (PBI/cápita) y nuestra planificación familiar (crecimiento de la población).

4.1.6. Consideraciones sobre la mejora en la eficiencia de los consumos energéticos

Trabajar sobre el uso racional y eficiente de la energía puede lograr ahorros importantes en el corto y mediano plazo y con un relativo bajo costo. Los expertos aseguran que el ahorro en energía puede alcanzar el orden del 5 al 10%, simplemente con medidas de concientización en su uso, ajuste de horarios y cambios en el seteo de equipos, entre otras medidas con muy bajas barreras para su implementación.

Para realizar una adecuada determinación sobre el potencial de ahorro por eficiencia energética es necesario llevar adelante un análisis *bottom-up* de las medidas, teniendo en cuenta cada una de las formas de energía involucradas en los usos finales afectados y agregando los resultados. Este tipo de estudio está fuera del alcance de este informe.

Algunas investigaciones, entre las que se encuentra *Escenarios energéticos para la Argentina*, de Fundación Vida Silvestre Argentina, han demostrado que en un escenario de consumo como el argentino, los ahorros de energía en un período de quince años pueden estar en el orden del 12,5% para el consumo eléctrico y del 25% para el de gas, tanto en el sector residencial como en el comercial y el público¹³.

13. Fundación Vida Silvestre (2013). *Escenarios Energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia*. Disponible en: https://d2qv-5f444n933g.cloudfront.net/downloads/escenarios_energeticos_para_la_argentina_2013_2030_con_politicas_de_eficiencia.pdf

A modo de ejemplo, la Tabla 3 muestra que las medidas de eficiencia energética ya adoptadas en la Argentina (EE-I) aportarían en 2030 un ahorro de 25 TWh/año, mientras que la profundización de estas políticas según los criterios sugeridos por Fundación Vida Silvestre Argentina (EE-II) podría contribuir con otros 26 TWh/año adicionales de ahorro, generando ambas una disminución total de 51 TWh/año.

TABLA 3 - ENERGÍA SECUNDARIA EN LA DEMANDA FINAL

AHORRO TOTAL (GWh / año)					
EE-I	2012	2015	2020	2025	2030
ILUMINACIÓN	3642	7193	10.307	13.101	16.397
HELADERAS	1085	1615	3307	5512	8016
AA	66	181	312	425	476
TOTAL EE-I	4793	8989	13.926	19.038	24.889
EE-II	2012	2015	2020	2025	2030
ILUMINACIÓN	0	270	1680	4429	7752
HELADERAS	0	25	483	1575	3212
AA	0	4	53	219	432
MOTORES ELÉCTRICOS	12	404	3882	7286	11.893
TV	0	83	587	1428	2320
TRANSFORMADORES	0	19	125	208	334
TOTAL EE-II	12	805	6810	15.145	25.943
TOTAL EE-I + EE-II	4805	9794	20.736	34.183	50.832

Fuente: Escenarios energéticos para la Argentina, Fundación Vida Silvestre Argentina.

En síntesis, del informe de Fundación Vida Silvestre Argentina se desprende:

- En el sector eléctrico, el potencial de ahorro es de 12,5% (conservador) en quince años, solo incorporando los sectores estudiados.
- Para gas natural, el ahorro en consumo residencial y en calor y potencia eléctrica en la industria¹⁴ es de 25% promedio en un lapso de quince años.

Así, el ahorro más pequeño obtenido es de 12,5% en quince años. En un horizonte de treinta años el ahorro es mucho mayor.

Como ya se ha destacado, no es posible dejar de mencionar el efecto rebote, cuya consecuencia es la reducción de los ahorros estimados de las medidas de eficiencia. De todos modos, aun considerando este efecto, las medidas para lograr un uso más eficiente de la energía son necesarias tanto por sus consecuencias ambientales como económicas¹⁵.

14. El escenario de industria queda comprendido dentro del sector eléctrico (solo se analizaron motores eléctricos) y cogeneración.

15. Greening L., Greene D. y Difiglio C. (2000). Energy efficiency and consumption –the rebound effect– a survey. *Energy Policy*.

4.2. SECTOR AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA

Evitar las emisiones del sector de agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por su sigla en inglés) resulta una tarea compleja por la cantidad de fuentes y sumideros que posee y la intrínseca relación entre ellos.

La ganadería y el cambio de uso de la tierra, sobre todo la deforestación, constituyen las dos principales fuentes de emisiones de este sector en nuestro país. Las emisiones de la ganadería pueden disminuirse con mejores prácticas y manejos del ganado y los terrenos destinados a pastura. A pesar de eso, eliminarlas sin recurrir a un descenso del nivel de actividad está lejos de ser un objetivo alcanzable, al menos por ahora.

Por lo tanto, dentro del sector AFOLU se trabajó con las emisiones de la categoría *usos de la tierra*, y para el resto de las categorías de emisiones relacionadas con la agricultura y la ganadería se consideró una evolución tendencial según las trayectorias de los últimos diez años.

Se plantearon, entonces, dos escenarios basados en el secuestro de carbono: el primero está basado en la forestación mediante bosque cultivado, y el segundo en la reforestación de bosque nativo. En ambos, la deforestación de bosques nativos se reduce a cero a lo largo del período analizado.

Dado que no hay más cambios de uso de suelo forestal a otros usos, también desaparecen las categorías de:

- Tierras forestales convertidas en suelos cultivados.
- Tierras forestales convertidas en pastizales.
- Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en tierras de cultivos.
- Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en pastizales.

4.2.1. Escenario con bosques cultivados

Este escenario contempla la ampliación de los suelos destinados a bosques cultivados con especies comerciales como coníferas y eucaliptus. Es sabido que los ecosistemas forestales son importantes sumideros de carbono. Esto se debe a su gran capacidad para absorber CO₂ atmosférico durante el proceso de fotosíntesis y convertirlo en carbono¹⁶. Debido a esto, se podría alcanzar el balance neto de emisiones en el sector AFOLU si el área destinada a esta actividad fuera lo suficientemente extensa.

El área destinada al cultivo de especies comerciales en 2016 era de 1.384.131 ha, según lo relevado para el *Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*¹⁷. Aplicando los factores y metodología utilizados en ese informe, Argentina necesitaría incrementar en un 460% el área destinada a bosque cultivado para el año 2050, llegando a 7.784.000 ha, para lograr un balance de emisiones cero en el sector AFOLU, tal como se muestra en la Figura 19.

16. IPCC (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4, Capítulo 1. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_01_Ch1_Introduction.pdf

17. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). *Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/que-es-el-cambio-climatico/tercer-informe-bienal-de-actualizacion>

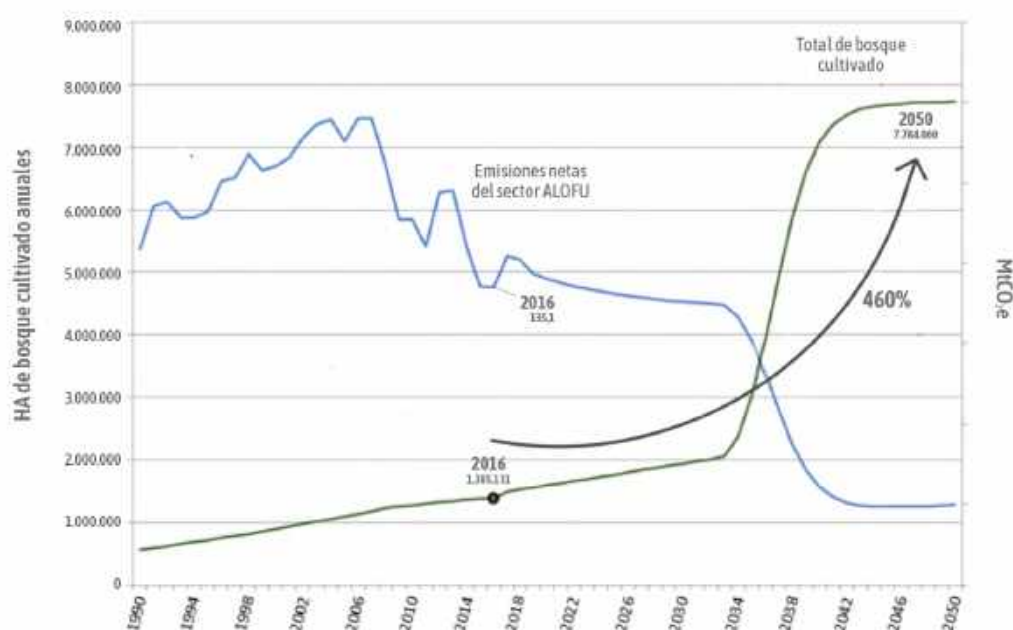


FIGURA 19 - HECTÁREAS DE BOSQUE CULTIVADO NECESARIAS PARA ALCANZAR UN BALANCE DE EMISIONES CERO EN EL AÑO 2050 PARA EL SECTOR AFOLU, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Escenario con bosques nativos

Con la misma meta del escenario anterior –alcanzar cero emisiones en el sector AFOLU mediante la captura de CO₂ atmosférico– en este segundo escenario son los bosques nativos los que actúan como sumidero. Para ello, no solo se debería reducir a cero su deforestación sino que se debería apuntar a su recuperación mediante la reforestación de las áreas deforestadas, dejando que la categoría de bosques cultivados siga su desarrollo tendencial según los datos históricos de los últimos años.

Para los cálculos de captura de CO₂ generados por el crecimiento de las diferentes regiones de bosque nativo de Argentina se utilizaron los mismos factores que en el *Tercer Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (Tabla 4).

TABLA 4 - FACTORES UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE CAPTURA DE CARBONO DE BOSQUES NATIVOS

REGIÓN FORESTAL	% C (A)	CRECIMIENTO (TN/HA) (B)	RELACIÓN BIOMASA SUBTERRÁNEA / AÉREA (C)	NUEVO CRECIMIENTO (TN/HA) = B * (1 + C)
BOSQUE ANDINO-PATAGÓNICO	0,48	3,9	0,24	4,8
ESPINAL	0,48	0,7	0,23	0,9
MONTE	0,48	0,2	0,32	0,3
PARQUE CHAQUEÑO	0,48	1,0	0,28	1,3
SELVA MISIONERA	0,47	2,7	0,24	3,4

REGIÓN FORESTAL	% C (A)	CRECIMIENTO (TN/HA) (B)	RELACIÓN BIOMASA SUBTERRÁNEA / AÉREA (C)	NUEVO CRECIMIENTO (TN/HA) = B * (1 + C)
SELVA TUCUMANO-BOLIVIANA	0,47	2,5	0,24	3,1
PARQUE CHAQUEÑO HUMEDO	0,48	1,0	0,28	1,3
PARQUE CHAQUEÑO SECO	0,48	1,0	0,28	1,3
NO FORESTAL	0,48	0,2	0,32	0,3

Fuente: Tercer Informe Bienal de Actualización, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019).

Para lograr el objetivo de emisiones cero, el área de bosques nativos debe incrementarse de las 28.291.759 ha existentes en 2016 a 86.241.966 ha en 2050. Es decir, debería triplicarse su superficie, como se muestra en la Figura 20. Esto requiere una adecuada recuperación y gestión de las diferentes regiones forestales nativas más afectadas por la deforestación actual, que incluyen el Parque Chaqueño, la Selva Tucumano-Boliviana, la Selva Misionera y el Espinal.

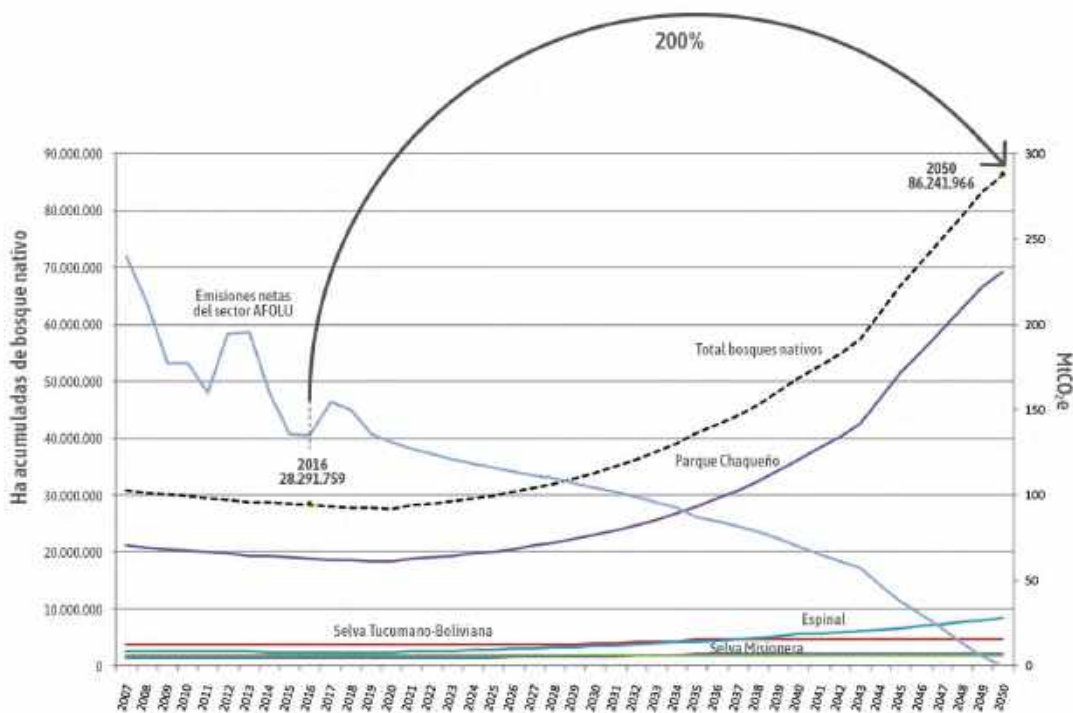


FIGURA 20 - ÁREA DE BOSQUE NATIVO NECESARIA PARA ALCANZAR UN BALANCE DE EMISIONES CERO EN EL AÑO 2050 PARA EL SECTOR AFOLU, EVOLUCIÓN ANUAL

Fuente: elaboración propia.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La primera observación que surge del análisis de los escenarios planteados es que el camino hacia un futuro bajo en carbono requiere no solo de cambios tecnológicos, sino fundamentalmente de transformaciones económicas y sociales. Esto necesitará una estrategia integral que abarque en forma sistémica y multidisciplinaria todos estos aspectos y a todos los sectores de la sociedad.

Una estrategia de este tipo debería ser capaz de abordar cuestiones como el financiamiento de las acciones requeridas, los distintos instrumentos de política económica para promover los cambios y la transición de amplios sectores del trabajo hacia nuevos empleos, permitiendo una mejora en las capacidades y en la calidad de vida de los involucrados. También debería abordar modificaciones en el sistema educativo y en el de ciencia y tecnología, para que ambos puedan acompañar las transformaciones necesarias en todos los sectores de la vida económica y productiva. Finalmente, una estrategia de largo plazo debería revisar el marco normativo, para que las transformaciones tengan el sostén legal necesario.

En la Argentina, una estrategia que incluya la descarbonización de la matriz productiva debería promover, en primer lugar, el uso racional y eficiente de la energía, la electrificación de la demanda de energía donde sea posible y la producción de electricidad a partir de fuentes renovables. Este uso racional y eficiente de recursos debe implicar la transformación modal del transporte en beneficio de lo público y de carácter no motorizado, para luego pensar en una transformación tecnológica hacia vehículos eléctricos o a hidrógeno.

En materia de usos del suelo, la estrategia debería contemplar una revisión profunda de las prácticas agrícolas y ganaderas y de los paquetes tecnológicos utilizados en el sector. En lo que hace a los bosques nativos, se debería detener la deforestación de forma inmediata y comenzar con la reforestación de lo perdido, así como con la protección y regeneración de los múltiples servicios ecosistémicos que brindan estos ecosistemas.

6. ESCENARIOS EN EL CONTEXTO DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE

Para que una estrategia de descarbonización a largo plazo sea sostenible en el tiempo se deberá considerar el cúmulo de factores económicos, sociales y ambientales que se verán afectados y que definirán su éxito. Por ello resulta imprescindible contar con una herramienta que permita determinar el impacto de cada medida sobre esos factores y, como consecuencia, su contribución a la sustentabilidad del desarrollo del país.

Una estrategia de descarbonización debería, en primer lugar, abandonar el análisis costo-beneficio como único indicador para la toma de decisiones e integrar otros aspectos socioeconómicos y socioambientales de difícil o imposible monetización. Entre los que se destacan, por ejemplo, la disminución de accidentes y menores impactos en la salud por contaminación del aire que tendría un sistema de movilidad más sustentable, o los efectos positivos en materia de empleo, fortalecimiento de capacidades y de independencia energética que derivarían de la generación distribuida de energía mediante el desarrollo de energías renovables mediante tecnologías locales.

Para asegurar el éxito y la proyección a mediano y largo plazo de esta estrategia se necesita una herramienta esencial y pertinente, que consiste en la elaboración de un sistema de indicadores de desarrollo sustentable que permita evaluar de forma sistémica e integral cada una de las medidas que la conforman.

Existen diversas propuestas de indicadores de desarrollo sustentable a nivel global y para América Latina, como las de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)^{18 19}, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y la Comisión para el Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas^{20 21}. Para la Argentina en particular también existen algunos sistemas de indicadores de desarrollo sustentable como el Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible de la República Argentina²², el Sistema de Indicadores de Sustentabilidad para la Evaluación de Escenarios Energéticos Prospectivos del Plan Estratégico de Energía 2011-2030²³, los Indicadores de Sustentabilidad de la Bioenergía en Argentina²⁴, así como el trabajo que viene desarrollando el Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales para adaptar los Objetivos de Desarrollo Sustentable al plano local²⁵. Todos pueden ser tomados como base para el desarrollo del sistema de indicadores adecuado.

Estas iniciativas contemplan indicadores que abarcan las siguientes áreas dentro de cada una de las dimensiones de la sustentabilidad:

AMBIENTAL	Suelo
	Agua
	Aire
	GEI
	Biodiversidad
	Bosques
	Otros recursos naturales y servicios ecosistémicos

18. Rayén Quiroga, M. (2001). "Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas" originalmente desarrollado para la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, CEPAL, Naciones Unidas. Ha sido actualizado y ampliado por su autora, Rayén Quiroga, con la colaboración de Franco Fernández, Matías Holloway y Pauline Stockins, como parte de los trabajos de la División de Estadística y Proyecciones Económicas, en el marco del proyecto "Fortalecimiento de las capacidades de los países de América Latina y el Caribe para monitorear el cumplimiento a los objetivos de desarrollo del Milenio".

19. Schuschny, Andrés y Soto, Humberto (2009). Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

20. Naciones Unidas. División de Estadística (2017). Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Labor de la Comisión de Estadística en relación con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/71/313

21. Naciones Unidas. División de Estadística (2016). Update on the work to finalize the proposals for the global indicators for the Sustainable Development Goals. Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators (IAEG-SDGs). E/CN.3/2016/2

22. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2015). Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible: 8va Edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Disponible en: http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/publicaciones/Indicadores_2015_internet.pdf

23. UNICEN. Sistema de indicadores de sustentabilidad para la evaluación de escenarios energéticos prospectivos del Plan Estratégico de Energía 2011-2030. En el marco del Plan Estratégico de Energía (PLAENER) de la entonces Secretaría de Energía de la Nación que analizaba el período 2011-2030, se desarrolló un sistema de indicadores que permitían evaluar de manera cuantitativa la sustentabilidad ambiental, social, económica y política del conjunto de acciones propuestas. El trabajo fue coordinado por la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires con financiamiento del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

24. Universidad Nacional de San Martín. Indicadores GBEP de Sustentabilidad de la Bioenergía en Argentina. Este proyecto, ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, a través de su Dirección de Agroenergía, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional de San Martín, se llevó a cabo con apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la asistencia administrativa de la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) se enfocó en mensurar los efectos ambientales, sociales y económicos de la producción y uso de los biocombustibles líquidos con mayor desarrollo en el país, con el énfasis de apoyar las acciones necesarias para mejorar las políticas públicas sobre la sustentabilidad de la bioenergía.

25. Consejo Nacional de Coordinación Políticas Sociales (2017). Metas e indicadores: Listado provisorio de metas e indicadores de seguimiento de ODS. Argentina.

SOCIAL	Empleo
	Salud
	Acceso a servicios: electricidad, gas natural, otra energía moderna, agua potable, transporte público, otros transportes
	Género
	Educación/concientización
	Aceptación/conflictividad social
	Soberanía alimentaria
	Independencia energética
	Transición laboral justa (capacitación/formación)
ECONÓMICO	Productividad
	Balanza comercial
	Diversificación (producción/recursos)
	Concentración económica
	Desarrollo e innovación tecnológica
	Relación costo-beneficio

Un sistema de indicadores adecuado permite conocer si los objetivos están siendo alcanzados, si las medidas tienen el impacto deseado o no, o si, por el contrario, tienen un impacto negativo sobre algún sector socioeconómico o factor socioambiental que no había sido considerado. Es decir, al brindar información integral elaborada de forma sistémica sobre los posibles impactos (positivos o negativos) de las diferentes medidas, y al contribuir a la participación ciudadana mediante mecanismos ordenados y metodologías preestablecidas, permiten orientar y fortalecer la toma de decisiones.

Esto habilita una mirada diferente sobre las posibles intervenciones del Estado para el diseño, monitoreo y evaluación de políticas públicas y programas sectoriales o transversales, para priorizar unas acciones sobre otras mediante esquemas tributarios o sistemas de subsidios, y sobre planes estratégicos de investigación y desarrollo y de educación terciaria y universitaria que acompañen el proceso, entre otros.

Los límites del presente trabajo no alcanzan al desarrollo de un sistema de indicadores, pero una estrategia de largo plazo baja en carbono y resiliente a los impactos del cambio climático no puede obviar el contar con un sólido sistema de indicadores de sustentabilidad, que incluya procedimientos precisos y el acceso a la información necesaria de forma de asegurar la transparencia y replicabilidad del proceso de cálculo.

7. BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA BAJA EN CARBONO

Las transformaciones necesarias en el sector energético, cualquiera sea el escenario de referencia bajo en carbono en estudio o ante una combinación de ellos, tendrán barreras para su implementación. Estas serán económicas y financieras, pero también impuestas por las infraestructuras existentes y por el desarrollo y acceso a tecnologías²⁶. Por último, habrá barreras culturales, siempre difíciles de abordar y superar²⁷.

A continuación se describen brevemente algunas de estas dificultades, que habrá que analizar en detalle a la hora de desarrollar una estrategia de largo plazo.

Barreras económicas y financieras

Dentro de esta categoría se debe mencionar el acceso al financiamiento necesario²⁸ para la nueva infraestructura que cada uno de los escenarios requiere (redes inteligentes de transmisión de energía eléctrica, cambios modales en el sistema de transporte de carga y pasajeros, etc.), así como para el desarrollo de tecnologías o simplemente el acceso a tecnologías existentes que hoy se encuentran en manos de otros países o empresas.

Superar esta barrera requerirá una reestructuración del esquema impositivo actual y una serie de instrumentos económicos para promover las acciones que se desee llevar adelante o desalentar aquellas que se quiera evitar.

También habrá que abordar la barrera impuesta por los costos que representan los activos ya dispuestos en infraestructura y tecnología para los actuales sistemas de energía (tanto del lado de la oferta como de la demanda) y de transporte, y que aún no han logrado recuperar el capital puesto a disposición^{29 30}.

Barreras laborales y culturales

Las transformaciones requeridas también necesitan una evolución en el ámbito del trabajo, donde se vayan reconviertiendo empleos vinculados a determinados sectores productivos (petróleo) y generando nuevos puestos en otros sectores que deberán desarrollarse de forma sustancial (energías renovables). Esta transición deberá ser justa para los trabajadores que deban migrar hacia otras ocupaciones, contemplando la necesaria capacitación para algunos y la compensación para otros.

Las barreras culturales en los cambios que implican estos escenarios serán relevantes³¹. Las modificaciones de hábitos y de conductas individuales y sociales no serán siempre bien aceptadas por las personas en forma individual o colectiva³². Por ello, un análisis multidisciplinario de las barreras culturales será imprescindible para la elaboración de una estrategia.

26. Centro Mario Molina (2014). Análisis de barreras para la instrumentación de tecnologías de baja intensidad de carbono y propuestas para su eliminación. Disponible en: <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2014/12/Resumen-Barreras.pdf>

27. Wagner, L. et al. (2019). Aspectos socio-ambientales de la transición energética. FARN - Climate Transparency. Disponible en: <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2019/01/Argentina-policy-paper.pdf>

28. Guzmán, S. (2016). Financiamiento Climático: Retos y Oportunidades para Argentina. FARN. Disponible en: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/03Guzma%CC%81n.pdf>

29. aldecott, B. et al. (2016). Stranded assets: a climate risk challenge. BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Stranded-Assets-A-Climate-Risk-Challenge.pdf>

30. IRENA (2017). "Stranded assets and renewables: how the energy transition affects the value of energy reserves, buildings and capital stock", International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi. Disponible en: https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_Stranded_assets_and_renewables_2017.pdf

31. Blanco, G. et al. (2014). Drivers, Trends and Mitigation. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter5.pdf

32. Swim, J. et al. (2011). Human Behavioral Contributions to Climate Change. American Psychologist. Disponible en: <https://www.apa.org/pubs/journals/releases/amp-66-4-251.pdf>

Sendero dependientes

La dificultad de abordar y superar estas barreras vinculadas al acceso al financiamiento, a los activos varados, a las infraestructuras y tecnologías ya desplegadas, a los trabajadores involucrados y a los hábitos y conductas individuales y sociales, muestra con claridad que somos lo que se ha dado en llamar “sendero dependientes”. Este concepto señala que una vez que una sociedad se embarca en determinado sendero de desarrollo basado en ciertos recursos naturales, infraestructuras y tecnologías para su explotación y uso en la producción de bienes y servicios, resulta muy complejo salir de él³³. Esto pone en cuestionamiento la idea de utilizar determinados recursos, como el gas natural, para la transición energética. La evidencia muestra que una vez que se comienza a transitar un sendero es muy difícil abandonarlo.

8. ELEMENTOS PARA UNA ESTRATEGIA DE LARGO PLAZO

Se proponen en esta sección una serie de elementos que deberían discutirse y analizarse en detalle a la hora de elaborar una estrategia de largo plazo que no solo sea baja en carbono y resiliente a los impactos del cambio climático, sino que atienda a los efectos e inequidades socioambientales y socioeconómicos del actual modelo de desarrollo³⁴, ubicando al país en un sendero de desarrollo sustentable, en el sentido cabal del término.

Impactos, vulnerabilidad y riesgos del cambio climático

Una estrategia de largo plazo debe empezar con la identificación y evaluación de los impactos presentes y futuros del cambio climático basados en proyecciones del clima a partir de modelos climáticos. Este análisis, en conjunto con estudios de vulnerabilidad de sistemas humanos y productivos, debería permitir la identificación de los riesgos asociados³⁵. Las políticas, medidas y acciones concretas que formen parte de la estrategia deberán internalizar estos impactos y sus riesgos, reduciendo vulnerabilidades sociales y productivas³⁶.

Enfoques basados en ecosistemas

Para hacer frente a los impactos, reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y bajar los riesgos sobre los sistemas humanos, la estrategia debería priorizar las soluciones basadas en la naturaleza³⁷. Estas parten de acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que proveen para responder a diversos desafíos de la sociedad, como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres. Los enfoques basados en ecosistemas tienen el potencial de fomentar y simplificar las acciones contra el cambio climático y, en muchos casos, presentan soluciones más eficientes y rentables que los enfoques técnicos más tradicionales.

33. Sydow, J. et al. (2012). Path Constitution Analysis: A Methodology for Understanding Path Dependence and Path Creation, BuR –Business Research, ISSN 1866-8658, VHB– Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, German Academic Association of Business Research, Göttingen, Vol. 5, Iss. 2, pp. 155-176. Disponible en: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/103713/1/3504.pdf>

34. Fundación Energías Renovables (2019). Escenario, políticas y directrices para la transición energética. Disponible en: <https://fundacionrenovables.org/wp-content/uploads/2019/06/REVISADO-Escenario-Pol%C3%ADticas-y-Directrices-para-la-Transici%C3%B3n-Energ%C3%A9tica-PUBLICADO-EN-WEB.pdf>

35. Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. CEPAL. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39842/S1501318_es.pdf;jsessionid=290053D5BD71AF32265F28E6EA5D656D?sequence=1

36. IPCC, WGII (2014). Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_es-1.pdf

37. Lochner, A. Soluciones basadas en la Naturaleza (NBS) como una nueva manera inteligente de gestionar el urbanismo y la ingeniería clásica. Naturalea. Disponible en: https://www.naturalea.eu/Ntr/wp-content/uploads/2019/04/Informe_tecnico_NBS_es.pdf

Soluciones basadas en el desarrollo comunitario y territorial

El “enfoque territorial” es definido como una estrategia de desarrollo a partir de las realidades, puntos fuertes y débiles particulares de una comunidad o región. Se fundamenta en la toma de conciencia creciente del papel de los recursos endógenos y en la búsqueda de un desarrollo duradero originado en las fuerzas vivas locales y destinado a estas³⁸. Se caracteriza, además, por procesos de toma de decisión ascendentes (*bottom-up*), participativos, integrados e innovadores.

Una estrategia de largo plazo basada en un enfoque territorial para el desarrollo comunitario crea interdependencias funcionales. También puede ayudar en la planificación del uso de los recursos naturales, la preservación de los factores ambientales y la diversificación de las fuentes de ingreso, con una atención particular a la asociación entre el campo y la ciudad, creando oportunidades de empleo diversificadas y más estables.

Financiamiento e instrumentos económico-financieros

El acceso al financiamiento para las transformaciones necesarias es clave para llevar adelante una estrategia de este tipo. Para ello hará falta una revisión del esquema impositivo, así como el diseño de una serie de instrumentos económicos y financieros que estimulen las prácticas y acciones que contribuyan a las transformaciones deseadas y que desalienten aquellas que vayan en sentido opuesto. Así, el actual esquema de subsidios, directos e indirectos, a los combustibles fósiles deberá ser parte de una profunda revisión³⁹.

En este marco, las decisiones deberán tomarse ya no solo basadas en la relación entre costo y beneficio económico de las acciones, sino considerando de manera integral y sistémica las otras consecuencias que podrían generar, aun aquellas que no puedan ser valorizadas monetariamente, como el valor de los servicios ecosistémicos, o el acceso al agua dulce y potable, entre muchos otros.

Patrones de producción y consumo

La estrategia deberá revisar los patrones de producción y consumo actuales y su relación con los recursos naturales y servicios ecosistémicos afectados, tanto por su explotación como por su contaminación.

Se deberá rever qué se produce, cómo y para qué, para luego revisar prácticas y paquetes tecnológicos utilizados para la producción de bienes y servicios a partir de recursos naturales y, en particular, de los recursos energéticos.

En cuanto al consumo, la estrategia deberá abordar problemáticas como la conservación y la eficiencia a la hora de producir y consumir bienes y servicios, sobre todo en relación al consumo de energía. Se deberá analizar el uso de tecnologías vinculadas al consumo e implementar políticas para evitar el fenómeno conocido como “efecto rebote”. Este fenómeno muestra que aun aquellas tecnologías que se desarrollan para hacer más eficientes la producción y el consumo, reduciendo el uso de recursos naturales y de los desechos y efluentes producidos, finalmente incrementan la producción de bienes y servicios. De este modo se termina disminuyendo el potencial positivo de esas tecnologías, generando incluso el efecto inverso, esto es, consumiendo más recursos y generando más contaminación⁴⁰.

38. FAO (2008). Enfoques de desarrollo territorial en proyectos de inversión - Estudios de caso. Programa de Cooperación FAO/Banco Mundial Servicio de América Latina y el Caribe División del Centro de Inversiones. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-k3622s.pdf>

39. FARN (2019). Subsidios a los combustibles fósiles 2020: Más, dame un poco más. FARN. Disponible en: <https://farn.org.ar/archives/27160>

40. Blanco, G. et al. (2014). Drivers, Trends and Mitigation. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter5.pdf

La estrategia deberá cambiar la lógica en la producción y el consumo de bienes y servicios, eliminando la obsolescencia programada e inducida por la industria y el comercio, así como la obsolescencia percibida por los individuos.

En relación a esta última, pero más allá de ella, la estrategia deberá trabajar sobre la concientización ciudadana así como sobre hábitos y conductas individuales y colectivas, generando nuevos valores y redefiniendo el sentido de progreso y prosperidad.

Transición laboral

Una estrategia baja en carbono, pero fundamentalmente de desarrollo sustentable, deberá considerar la situación de los trabajadores de aquellos sectores productivos que se verán afectados dando lugar a otras actividades que estén en línea con un sendero de desarrollo más sustentable. Para ello habrá que debatir la elaboración de la estrategia: la capacitación de técnicos, profesionales y demás trabajadores para que puedan asumir tareas en nuevas actividades, así como la compensación de aquellos empleados cuya integración a los nuevos sectores productivos sea más dificultosa⁴¹.

Perspectiva de género

Se espera que una estrategia para el desarrollo sustentable, con bajas o nulas emisiones de GEI, sea pensada y desarrollada con perspectiva de género, donde desaparezcan las actuales inequidades entre hombres y mujeres en el acceso a los recursos, en la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y la contaminación, y en la toma de decisiones⁴².

Los roles de género, las relaciones de poder y los ingresos redundan en diferentes contribuciones a las emisiones de gases de efecto invernadero y en diferentes grados de vulnerabilidad ante el cambio climático⁴³.

Es esencial asegurar que las mujeres puedan acceder al conocimiento, la información y las tecnologías de adaptación, y que las políticas se diseñen de manera adecuada a sus circunstancias.

Educación

Las transformaciones necesarias requieren de un sistema educativo que las sustente. Por un lado, mediante la concientización de los individuos sobre las relaciones entre ecosistemas humanos y naturales, esto es entre las acciones y los impactos que generan. Por otro lado, es necesario un sistema educativo que forme y capacite en las nuevas actividades que contribuirán a la transformación de los distintos sectores. Una formación que deberá ser multidisciplinar, a diferencia de la actual, para no perder de vista la integralidad del sistema Tierra.

Ciencia y tecnología

Así como es imprescindible un sistema educativo que acompañe las transformaciones, también lo es un sistema científico y tecnológico al servicio de esos cambios. El sistema científico y tecnológico deberá aportar conocimiento no solo en materia tecnológica, sino también sobre prácticas de pro-

41. OIT (2010). Cambio climático y trabajo: la necesidad de una "transición justa". Organización Internacional del Trabajo. Disponible en: <http://idems.org.ar/pdf/inf-estud-inv-mundodeltrabajo/empleo-cambio-climatico/OIT-Cambio-climatico-y-trabajo-La-transicion-justa-2010-.pdf>

42. Stock, A. (2012). El cambio climático desde una perspectiva de género. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS. Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/09023.pdf>

43. Gonda, N. (2014). Género y Adaptación al Cambio Climático. Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Disponible en: https://www.undp.org/content/dam/nicaragua/docs/MedioAmbienteyGestiondeRiesgo/NIC_Genero%20cambio%20climatico%20Nicaragua_web.pdf

ducción y consumo y acerca de los hábitos y conductas de la población, para reducir inequidades e ingresar en un sendero de desarrollo más sustentable.

En el marco de la estrategia, deberá plantearse el desarrollo tecnológico y la innovación como elementos para la reducción de las desigualdades.

Soberanía alimentaria y energética

La estrategia deberá contener políticas y medidas para fomentar la soberanía alimentaria a través de la revisión de los patrones de producción y consumo ya mencionados, y fundamentalmente de la revisión de los procesos de concentración de la tierra y de las prácticas y tecnologías utilizadas en el sector agroindustrial^{44 45 46}.

Asimismo, la estrategia deberá avanzar sobre políticas y medidas para la soberanía energética, tanto en materia de recursos energéticos como de tecnologías para su explotación, acondicionamiento y consumo⁴⁷, sin comprometer el acceso a los derechos tanto ambientales como humanos, vinculados a la salud y a la consulta previa e informada, entre otros.

Marco regulatorio

Una estrategia baja en carbono pero que lleve a un desarrollo sustentable deberá revisar el marco regulatorio vigente a favor de uno que promueva y facilite las acciones necesarias y dificulte o impida aquellas que vayan en otro sentido. Será necesario modificar la apropiación y el acceso a los recursos naturales, incluidos la tierra y los recursos energéticos.

El marco regulatorio deberá direccionar y promover las transformaciones en infraestructura, así como los cambios tecnológicos que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo. Y tendría que evitar el fenómeno conocido como “efecto rebote” de las nuevas tecnologías, ya descrito.

Este nuevo marco regulatorio, además, deberá coordinarse con los instrumentos económicos y financieros mencionados arriba.

Comunicación y participación

Una estrategia para un desarrollo sustentable debe contemplar mecanismos sistemáticos para la participación ciudadana, que resultará clave para la viabilidad de cualquier política, medida o acción que quiera llevarse adelante.

La participación debe estar sostenida a partir de mecanismos de comunicación que brinden información completa sobre las políticas, medidas y acciones concretas que se pretenda llevar adelante para evitar las conocidas asimetrías en el acceso a esa información. La estrategia deberá trabajar en el rol de los medios de comunicación.

44. Gordillo, G. y Obed Mendez, J. (2013). Seguridad y Soberanía Alimentaria. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ax736s.pdf>

45. Pulso Ambiental (2020). El modelo agroindustrial actual: mal de muchos, negocio de pocos. FARN. Disponible en: https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/01/FINAL-PULSO_13_links.pdf

46. Filardi, M. (2018). Un modelo agroalimentario es necesario, urgente y posible. Informe Ambiental Anual 2018. FARN. Disponible en: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2019/07/IAF-2018-3.2.pdf>

47. Gutiérrez, Felipe (2018). Soberanía energética, propuestas y debates desde el campo popular - 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones del Jinete Insomne, 2018. 286 p.; 21 x 15 cm. ISBN 978-987-4115-07-2. Observatorio Petrolero Sur. Disponible en: <https://www.opsur.org.ar/blog/wp-content/uploads/2018/12/Libro-Soberania-energetica-WEB.pdf>

Gobernanza

Para el éxito de una estrategia de largo plazo baja en carbono, resiliente a los impactos del cambio climático, pero fundamentalmente para alcanzar un desarrollo sustentable, se deberá revisar el actual esquema de gobernanza, tanto a nivel nacional como provincial y municipal. Esto obedece a que el esquema está basado tanto en divisiones horizontales (ministerios y otros organismos descentralizados) que muestran su ineficacia a la hora de coordinar políticas y acciones, incluso con intereses contrapuestos entre ellos, como en divisiones jurisdiccionales que no permiten abordar las problemáticas socioambientales de manera integral, entendiendo que las divisiones político-territoriales no se corresponden con los ecosistemas y sus interrelaciones.

9. CONSIDERACIONES ADICIONALES

La magnitud de las transformaciones necesarias que se visualizan en los escenarios desarrollados requerirá mucho más que cambios tecnológicos en los distintos sectores productivos e, incluso, más que las nuevas tecnologías que modifican –tal vez solo superficialmente– nuestra forma de consumir.

Una estrategia de desarrollo de largo plazo deberá revisar qué y cómo producimos y consumimos, sin descuidar a aquellos individuos y comunidades que sí necesitan incrementar su consumo de bienes y servicios básicos, un sentido de la equidad que cualquier estrategia debería promover. Esto debe llevarnos a replantear la forma en que medimos nuestro desarrollo y a reformular el sentido de prosperidad. Los indicadores que usan los economistas, como el PBI, no responden, ni nunca respondieron, a esta necesidad.

Las transformaciones necesarias requerirán de nuevas formas de pensar el desarrollo para salir de un modelo que nos acompaña desde la primera Revolución Industrial, sostenido por los combustibles fósiles, y que nos alejó de los ciclos naturales de la Tierra. Un modelo que ahora el propio cambio climático y otros múltiples impactos ambientales e inequidades sociales se han encargado de mostrar como inviable.

Una estrategia de largo plazo baja en carbono y resiliente a los impactos del cambio climático debería, fundamentalmente, posicionarnos sobre un modelo de desarrollo en armonía con los ciclos naturales y con las posibilidades que nos brinda nuestro planeta.

10. ANEXO: DOCUMENTOS TEMÁTICOS

En el marco del proyecto que dio lugar a esta publicación se elaboraron otros documentos asociados. En caso de querer ahondar en ciertas cuestiones que no fueron plasmadas aquí, a continuación se listan los títulos y autores de estas publicaciones complementarias, disponibles en el sitio web de la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN).

- **Fundación Ambiente y Recursos Naturales (2020). Capítulo temático 1. Consideraciones para el sector de AFOLU para una estrategia de descarbonización de largo plazo argentina.**
- **Fundación Ambiente y Recursos Naturales (2020). Capítulo temático 2. Una mirada integral en el diseño de estrategias de largo plazo bajas en carbono.**
- **Roque Pedace (2020). Capítulo temático 3. La estrategia de largo plazo: coevolución de las soluciones.**
- **Carlos G. Tanides (2020). Capítulo temático 4. Propuesta de estrategia energética de largo plazo.**

Elementos para una estrategia a largo plazo baja en carbono

Autores

Gabriel Blanco / Daniela Keesler

Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Colaboradores

Enrique Maurtua Konstantinidis / Jazmín Rocco Predassi

Fundación Ambiente y Recursos Naturales

Carlos G. Tanides

Fundación Vida Silvestre Argentina

JULIO 2020