



AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE

Grupo Banco Mundial

INFORME SOBRE
CLIMA Y
DESARROLLO
DEL PAÍS
ARGENTINA



© 2022 Grupo Banco Mundial

1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.

Teléfono: 202-473-1000; sitio web: www.bancomundial.org

El presente documento fue elaborado por el personal del Grupo Banco Mundial, con contribuciones externas. La expresión "Grupo Banco Mundial" hace referencia al Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), la Asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (IFC) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA), organizaciones jurídicamente independientes.

El Grupo Banco Mundial, si bien lo considera confiable, no garantiza la exactitud, confiabilidad ni integridad del contenido de este documento, ni de las conclusiones o los juicios aquí presentados, y no acepta responsabilidad ni obligación alguna por omisiones o errores en el contenido (incluidos, entre otros, errores tipográficos y técnicos) ni por acciones derivadas de ellos. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en los mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte del Grupo Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión de las organizaciones del Grupo Banco Mundial, de sus respectivos Directorios Ejecutivos ni de los Gobiernos que representan.

El contenido de este documento tiene por objeto brindar información general únicamente y no pretende servir de asesoramiento jurídico, bursátil o de inversiones, ni de opinión relativa a la conveniencia de ninguna inversión, ni una solicitud de ningún tipo. Es posible que las organizaciones del Grupo Banco Mundial o sus afiliadas tengan alguna inversión o interés financiero en determinadas empresas y partes mencionadas en este documento o que les proporcionen otro tipo de asesoría o servicios.

Nada de lo que figura en el presente documento constituirá ni se considerará una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades de ninguna de las organizaciones del Grupo Banco Mundial, los cuales se reservan específicamente en su totalidad.

Derechos y autorizaciones

El material contenido en este documento está registrado como propiedad intelectual. El Grupo Banco Mundial alienta la difusión de sus conocimientos y autoriza la reproducción total o parcial de este documento para fines no comerciales, en tanto se cite la fuente. El Grupo Banco Mundial no garantiza que el contenido de este documento no violará los derechos de terceros, y no acepta responsabilidad ni obligación alguna al respecto. Toda consulta sobre derechos y licencias deberá enviarse a la siguiente dirección: World Bank Publications, The World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.; correo electrónico: pubrights@worldbank.org.

Índice

Agradecimientos.....	2
Siglas.....	4
1. Riesgos climáticos para el desarrollo	6
1.1. Vulnerabilidad frente a los impactos físicos del cambio climático	6
1.2. Emisiones de GEI: disminuyen gracias al cambio en el uso de la tierra, pero aumentan en la mayoría de los sectores.	9
1.3. Necesidades de inversión en un contexto económico y social desafiante	13
2. Compromisos, capacidades y políticas sobre el clima a nivel de país.....	14
2.1. Compromisos y comunicaciones en materia de cambio climático: hay mayor ambición pero falta de una estrategia de descarbonización a largo plazo.....	14
2.2. Capacidad institucional para la acción climática: mejorada pero con algunas deficiencias	15
2.3. La preparación del sector privado: avanza pero es desigual.....	18
3. Prioridades específicas en materia de desarrollo y clima	19
3.1. Prioridades en materia de adaptación y resiliencia	19
3.1.1. Adaptación a los cambios provocados por las temperaturas extremas	19
3.1.2. Creación de seguridad hídrica.....	22
3.1.3. Mejora de la planificación urbana para lograr resiliencia.....	23
3.2. Prioridades de descarbonización	24
3.2.1. Agricultura, uso de la tierra y silvicultura: mantener la resiliencia y la competitividad del sector agroalimentario.....	26
3.2.2. Suministro de energía: gran potencial para el despliegue de energías renovables no convencionales, con un cuidadoso diseño de la normativa	31
3.2.3. Reservas de petróleo y gas no convencionales: beneficios para el sector privado, con riesgos para la balanza fiscal y comercial	33
3.2.4. Demanda de energía: aumento de la eficiencia para reducir las emisiones y aportar cobeneficios.....	38
3.2.6. Minerales: desarrollo de la cadena de valor del litio	45
3.2.7. Competitividad verde	48
3.2.8. Riesgos de la transición para el empleo: riesgos bajos en general, pero algunos sectores requieren atención	50
4. Impactos macroeconómicos y distributivos	53
4.1. El costo de la inacción a nivel global: impacto macroeconómico de las sequías, las inundaciones y el calor.....	53
4.2. Distribución geográfica desigual de los impactos climáticos y los riesgos de transición	56
4.3. Efectos macroeconómicos y distributivos de las políticas de mitigación y adaptación.....	58
4.3.1. Políticas de mitigación	59
4.3.2. Políticas de adaptación.....	62
5. Conclusión: acciones prioritarias y brechas de conocimiento	65
Referencias bibliográficas	68

Agradecimientos

Este Informe sobre el clima y el desarrollo del país (ICDP) es un esfuerzo de colaboración del Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional (IFC) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA), producido por un equipo central dirigido por Julie Rozenberg (Economista Principal) y Mariana Conte Grand (Economista Senior). El equipo central de redacción incluye a Agustín Arakaki, Ayah Mahgoub, Ayelen Nadia Becker, Daniela Vanina Dborkin, Florencia Balestro, Javier Morales Sarriera, Joanne Catherine Gaskell, Klaas de Groot, Liljana Sekerinska, Lourdes Rodríguez Chamussy, Lucía Spinelli, María Catalina Ramírez, Paulina Schulz -Antipa, Sara Turner y Sonia Araujo.

El modelado y los resultados analíticos fueron proporcionados por Aleix Pons, Andrés Kilstein, Carlos A. Romero, Charl Jooste, Christian García-Witulski, Claudio Damiano, Damiana Serafini, Daniel Álvarez, Fabián González, Fernando Dobrusky, Joaquín Pérez Martín, Lorenzo Casullo, Priscila Ramos, Mariano Rabassa, Martín Obaya, Matías Harari, and Penélope Ann Mealy,

Se recibieron aportes de Ana María Aviles, Ariel José Chirom, Frank Fragano, Lars Johannes, Marcela Inés Salvador, María Emilia Sparks, María Eugenia Bonilla-Chacín, María Victoria Frascarelli, Pablo Andrés Salas Bravo, Paul Jonathan Martín, Santiago Arias, Santiago Scialabba, Tomás Ricardo Rosada Villamar, Valeria Di Fiori, Vanina Camporeale, and Xavier Espinet Alegre. El equipo agradece el apoyo recibido de Linda Ackel, María Gracia Lanata Briones, Nahir Mailen Lamadrid, Romina Campi, así como de Carolina Marcela Crerar, María Victoria Ojea y Yanina Budkin en la estrategia de comunicación, y por la orientación brindada por los Gerentes de Práctica Valerie Hickey, Genevieve Connors y Doerte Doemeland.

Se recibieron comentarios, sugerencias y comentarios detallados de los pares internos revisores Cecilia Briceño-Garmendia, Economista Principal; Geeta Sethi, Asesora; Javier Aguilar, Especialista Senior en Minería; Pierre Audinet, Especialista Líder en Energía; Stephen Dorey, Especialista Principal en Salud; Thomas Kerr, Especialista Principal en Cambio Climático; Vivek Pathak, Director CBDDR; y Zeinab Partow Economista Principal, y de los revisores pares externos Carter Brandon (World Resources Institute), Elisa Belfiori (Universidad Torcuato Di Tella) y Priscila Ramos (Universidad de Buenos Aires). También se recibieron comentarios de: Alberto Rodríguez (Director de Estrategia y Operaciones GGHVP); Ethel Sennhauser (Directora de Estrategia y Operaciones MDOPS); Indermit S. Gill (Vicepresidente Senior y Economista Jefe de DECVP), Moustapha Ndiaye (Director de Estrategia y Operaciones de GGEVP), Pablo Fajnzylber (Director de Estrategia y Operaciones de ISODR), Stéphane Hallegatte (Asesor Senior sobre Cambio Climático) y Somik Lall (Economista Principal),

El ICDP se benefició del diálogo con el Gobierno de Argentina, incluidos Marco Lavagna (Director, INDEC), Sebastián Rosales (Director Nacional de Financiamiento con Instituciones Financieras Internacionales, Ministerio de Economía), Candelaria Álvarez Moroni (Subsecretaria de Coordinación Internacional, Ministerio de Economía) y Eugenia Arioua (Secretaría de Asuntos Económicos y Financieros Internacionales, Ministerio de Economía), y del diálogo con la academia y representantes del sector privado Ana Sofía Rojo Brizuela (consultora independiente), Ariel Coremberg (Universidad de Buenos Aires), Carlos Guevel (Ministerio de Salud), Carlos Zaball (Fundación Metropolitana), Daniel Bouille (Fundación Bariloche), Elena Palacios (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires),

Fabian Gaioli (Coraliae S.A.), Fabiana Mena (Fundación Gran Chaco), Fernando Navajas (Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas), Francisco Chesini (Ministerio de Salud), Gabriela Vidjen (consultora independiente), Gerardo Rabinovich (Universidad Torcuato Di Tella), Laila Brandy (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social), Manuel Jaramillo (Fundación Vida Silvestre Argentina), Marcelo Sttico (Universidad de Buenos Aires), Nahuel Pugliese (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires), Pedro Lines (INDEC), Paola Bohorquez (Proyecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo), Pia Marchegiani (Fundación Ambiente y Recursos Naturales), Román Baigún (Fundación Humedales), Sebastián Bigorito (Consejo Empresario para el Desarrollo Sostenible), Sebastián Galbusera (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible).

El ICDP fue preparado bajo la dirección de Carlos Felipe Jaramillo (Vicepresidente Regional del Banco Mundial), Alfonso García Mata (Vicepresidente Regional de la IFC), Ethiopis Tafara (Vicepresidente y Directora de Riesgos, Legal y Administrativa de MIGA), Anna Wellenstein (Vicepresidenta del Banco Mundial Directora Regional de Desarrollo Sostenible), Martin Spicer (Director Regional de IFC), Merli Margaret Baroudi (Directora de Economía y Sostenibilidad de MIGA), Jordan Schwartz (Director de País), Franz Drees-Gross (Director Regional de Infraestructura), Robert Talierno (Director Regional de Director de Crecimiento Equitativo, Finanzas e Instituciones) y Luis Benveniste (Director Regional de Desarrollo Humano).

Lucy Southwood fue la editora de producción. La traducción y el diseño fueron realizados por la Unidad de Traducción e Interpretación, Soluciones Institucionales Globales del Banco Mundial.

Siglas

BUR	Informe bienal de actualización
CAMMESA	Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico
GASCAP	Gastos de capital
MAFC	Mecanismos de ajuste en frontera por carbono
ICDP	Informe sobre el clima y el desarrollo del país
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
GNC	Gas natural comprimido
CNO	Clasificador Nacional de Ocupaciones
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂e	Dióxido de carbono equivalente
COFEMA	Consejo Federal de Medio Ambiente
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
CP4/18/26	4.a/18.a/26.a sesión de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CPAT	Herramienta para evaluar los precios del carbono
DFP	Producto libre de deforestación
ENNyS	Encuesta Nacional de Nutrición y Salud
UE	Unión Europea
VE	Vehículo eléctrico
FODER	Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables
GCI	Índice de Complejidad Verde
GENREN	Programa de Generación de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables
PIB	Producto interno bruto
GEI	Gas de efecto invernadero
GNCC	Gabinete Nacional de Cambio Climático
GoA	Gobierno de Argentina
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
kg	Kilogramos
koe/USD 15p	Kilogramos de petróleo equivalente por dólar al tipo de cambio constante, precio y PPA de 2015
LCE	Carbonato de litio equivalente
LVC	Cadena de valor del litio
MBGI	Manejo de Bosques con Ganadería Integrada
MFMod	Modelo macroeconómico y fiscal del Banco Mundial
Mt	Millones de toneladas
CDN	Contribución determinada a nivel nacional
CDN1	Primera contribución determinada a nivel nacional
CDN2	Segunda contribución determinada a nivel nacional
VAN	Valor Actual Neto
GASOP	Gastos de operación y mantenimiento

ORSEP	Organismo Regulador de Seguridad de Presas
PANTyCC	Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático
PEF	Huella ambiental de los productos
PIF	Plan de Inversión para Ferrocarril
POLES	Visión prospectiva de los sistemas energéticos a largo plazo
ACE	Acuerdo de compra de energía
PPA	Paridad del poder adquisitivo
RCA	Ventaja Comparativa Revelada
SAT-TE Calor	Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Calor
SIMARCC	Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático
SIPH	Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica
SNI-GEI-AR	Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina
SNMBN	Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos
t	Toneladas
tC	Toneladas de carbono
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
EE. UU.	Estados Unidos
VEV	Valor de la vida estadística

Todos los montos expresados en dólares corresponden a dólares de Estados Unidos, salvo indicación en contrario.

1. Riesgos climáticos para el desarrollo

La economía argentina depende en gran medida del capital natural, lo que contribuye a la vulnerabilidad del país frente al cambio climático y a la transición hacia la reducción de las emisiones de carbono, pero presenta oportunidades para el crecimiento futuro. Su tierra extraordinariamente fértil convierte a Argentina en uno de los mayores productores agrícolas del mundo, y la agroindustria representa alrededor del 54 % de sus exportaciones de 2021¹, motivo por el cual la economía es muy vulnerable a la variabilidad climática. El país también cuenta con vastos recursos energéticos renovables y no renovables, con fuentes de energía eólica y solar de primera categoría y muy poco explotadas, y con las segundas y cuartas mayores reservas de gas y petróleo de esquisto del mundo, respectivamente.

1.1. Vulnerabilidad frente a los impactos físicos del cambio climático

Argentina es vulnerable a una amplia diversidad de impactos del cambio climático, y estos varían según sus regiones (Gobierno de Argentina, 2015). El cambio climático afectará a las temperaturas y a los patrones de lluvia. Debido al incremento de las inundaciones y las sequías tanto en intensidad como en frecuencia, al agravamiento de los desbordes y las inundaciones costeras y al derretimiento de los glaciares, se producirá un aumento en la escasez del agua (y, posiblemente, en los incendios forestales). Aunque la magnitud del futuro cambio climático es incierta, los datos disponibles sugieren que el país debe prepararse para una mayor intensidad de los extremos climáticos². En el norte del país, se prevé un estrés hídrico por el aumento de las temperaturas. En la región oriental, se prevé que el cambio climático aumente las precipitaciones e inundaciones extremas, disminuya los caudales de los ríos de la Cuenca del Plata y aumente el nivel del mar en el Río de la Plata. Se prevén crisis hídricas en la región occidental y el deshielo de los glaciares en el suroeste.

Históricamente, de acuerdo con la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT), las inundaciones han sido los desastres climáticos más graves en términos de cantidad de fenómenos, personas afectadas, impactos en la salud, muertes y pérdidas de activos conexos. Argentina tiene pérdidas anuales de activos previstas de hasta USD 1400 millones³ (paridad del poder adquisitivo [PPA] de 2015) debido a las inundaciones, lo que se traduce en hasta USD 4000 millones en pérdidas de bienestar. Entre 1900 y 2021, el 92 % de los 115 desastres naturales registrados estuvieron relacionados con el clima, principalmente inundaciones (58 %) y tormentas (20 %) (gráfico 1.1). Los fenómenos relacionados con el clima representan el 98 % de los 15 millones de personas afectadas por los desastres (97 % por inundaciones y 1 % por tormentas). Las pérdidas de activos por inundaciones se concentran en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. En las provincias expuestas tanto a la pobreza como a las inundaciones, las grandes inundaciones arrasan con casi el 100 % de los pagos de asistencia social existentes (Rozenberg y otros, 2021; Banco Mundial, 2021b⁴). Los futuros cambios

¹Véase <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.FOOD.ZS.UN?locations=AR>.

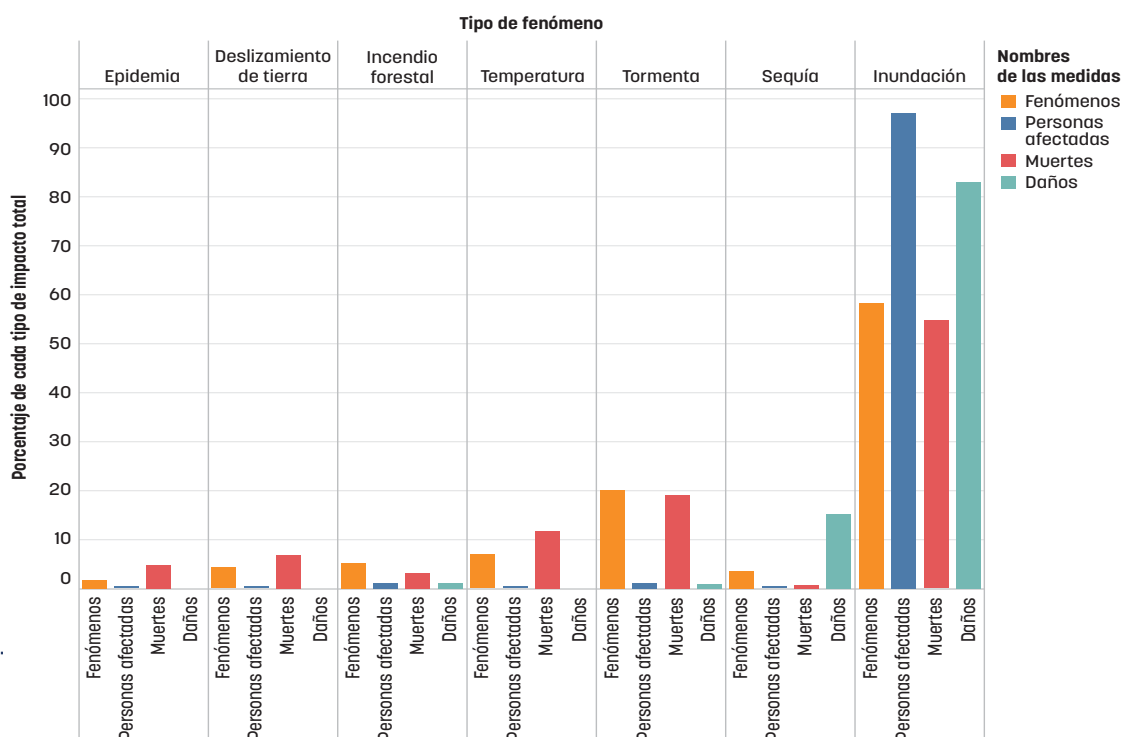
²En IPCC (2022) se prevén aumentos generales de la temperatura y la humedad para Argentina, una tendencia positiva de las precipitaciones en la parte sur de la Cuenca del Plata (noreste de Argentina), un aumento de las precipitaciones y de los extremos climáticos en la parte oriental, y la asociación de fenómenos de El Niño con un mayor nivel de precipitaciones en el norte.

³En el texto, mil millones se refiere a miles de millones.

⁴En Banco Mundial (2021b) se señala que, en comparación con un escenario ideal, las inundaciones recurrentes en las zonas urbanas

en la frecuencia de las inundaciones debido al cambio climático podrían tener un impacto sustancial en las pérdidas por inundaciones; por ejemplo, en un escenario promedio en el que la frecuencia de las inundaciones se duplica, las pérdidas de activos previstas aumentan en un 125 %. Las inundaciones también afectan gravemente a los sistemas de transporte de Argentina, causando importantes alteraciones económicas. Las interrupciones en los servicios de infraestructura podrían costar a las empresas argentinas USD 4000 millones al año, es decir, el 0,8 % del producto interno bruto (PIB) de 2017, en su mayor parte debido a las interrupciones de los servicios de transporte⁵. Aproximadamente el 3 % de la red de transporte está expuesta a las inundaciones y se prevé que esta exposición aumente con el cambio climático (Kesete y otros, 2021).

GRÁFICO 1.1. Efectos de los desastres naturales en Argentina (1900-2021)



Fenómenos, personas afectadas, muertes y daños para cada tipo de fenómeno. El color indica los detalles de los fenómenos, las personas afectadas, las muertes y los daños.

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de la EM-DAT (<https://public.emdat.be/>)

Las sequías y el exceso de precipitaciones afectan al sector agrícola, con importantes consecuencias macroeconómicas y sociales. Los fenómenos climáticos disminuyen los rendimientos. Esto afecta a la mayoría de las regiones y los cultivos agrícolas, perjudica la actividad económica en varias provincias y disminuye la seguridad alimentaria. Calculado a partir de datos anteriores a la histórica y prolongada sequía de 2021/22, las sequías han sido el segundo desastre natural más costoso en términos de daños económicos (gráfico 1.1.). Un crecimiento (descenso) de 10 puntos porcentuales en la producción agrícola para las cinco provincias que más bienes agrícolas producen implica un aumento (caída) de 0,77 puntos

de Argentina representan un costo de alrededor de USD 1000 millones (PPA en dólares internacionales constantes de 2011) al año en pérdida de activos (0,19 % del PIB) y USD 1600 millones en pérdida total de bienestar (0,3 % del PIB). Las pérdidas de bienestar no se miden en términos de activos, sino de consumo.

⁵ Datos proporcionados por los autores de Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2019). La proporción de interrupciones de los servicios de transporte a causa de las inundaciones es muy incierta, y oscila entre el 20 % y el 80 % del total de las interrupciones.

porcentuales en la tasa de crecimiento de la producción bruta provincial (Rozenberg y otros, 2021). La volatilidad de la producción agrícola causa que el impacto promedio de esta variable sea elevado. A nivel nacional, las pérdidas anuales en la agricultura de secano como consecuencia de los déficits o excesos de agua se estiman en alrededor de USD 2100 millones, es decir, el 0,61 % del PIB (Banco Mundial, 2021b). La estructura de las exportaciones (alrededor del 60 % de las cuales proceden de la agricultura) y el sistema fiscal hacen que las sequías sean críticas para la estabilidad macroeconómica. Al impacto directo de la sequía de 2018 se atribuyó más de la mitad de la caída de la actividad económica de ese año, situación que exacerbó la crisis económica y financiera⁶. De aquí a 2050, si no se implementan medidas de adaptación (como cultivos resistentes a las sequías), el cambio climático podría provocar pérdidas de rendimiento de hasta el 10 % en la producción de girasol, del 30 % en la de maíz y trigo, y del 50 % en la de soja (Rozenberg y otros, 2021). Con los niveles actuales de infraestructura y eficiencia en el uso del agua, el aumento de las temperaturas y la evapotranspiración harían imposible mantener los 2,1 millones de hectáreas de riego que existen actualmente. Si no se toman medidas, el cambio climático comprometerá alrededor del 25 % de la superficie de riego del país, causando pérdidas anuales de USD 837 millones, principalmente en la región de Cuyo (Banco Mundial, 2021b).

El aumento de la escasez de agua y la frecuencia de las sequías es una amenaza para el transporte fluvial, la producción de energía hidroeléctrica y la provisión de productos agrícolas a los centros de consumo urbano y a las exportaciones. Alrededor del 84 % de las exportaciones agrícolas y de subproductos se realizan a través de los puertos de la Hidrovía o vía navegable de los ríos Paraguay, Paraná y de la Plata⁷, donde la navegabilidad se mantiene mediante el dragado de los pasos más importantes. Las cantidades dragadas dependen fundamentalmente de la cantidad de sedimentos que el río y sus afluentes depositan en el canal. En 2021, el negocio de los agroalimentos, en el que se utiliza el río Paraná para el transporte de los productos, especialmente para las exportaciones, perdió USD 315 millones en 6 meses como consecuencia de una disminución en el nivel del río⁸. Al aumentar la escasez de agua, aumentará el costo de mantener la navegabilidad en las vías fluviales.

La producción hidroeléctrica también depende del volumen de agua disponible, que probablemente disminuirá con el cambio climático. Esto ya ocurre en proyectos de energía hidroeléctrica recientes, como Los Caracoles y Punta Negra, en la provincia de San Juan, que no han producido la cantidad de energía prevista (Banco Mundial, 2021b). En 2021, una profunda sequía redujo la contribución de energía hidroeléctrica de Argentina a la producción de electricidad, del 29 % al 17 %, aproximadamente. La generación térmica desempeñó una función clave en la compensación de esa pérdida, lo que redundó en un aumento en el uso de los combustibles fósiles y costos de generación más elevados. La sequía se ha prolongado hasta 2022, situación que ha repercutido en los costos de generación de electricidad, los cuales se han exacerbado aún más por la guerra en Ucrania, y

⁶ El Banco Central de la República Argentina atribuye el 4 % de disminución en la tasa de crecimiento del PIB durante el segundo trimestre de 2018, en gran parte, a una contracción en la producción agrícola causada por la sequía (Banco Central de la República Argentina, 2018).

⁷ Alrededor del 84 % del total de los granos y subproductos exportados y el 92 % de los contenedores movilizados (tanto para la exportación como para la importación) se transportan por río (según cálculos del personal del Banco Mundial a partir de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/exportaciones/_archivos/000030_Embarques%20-%20Exportaciones%20de%20Granos,%20Aceites%20y%20Subproductos/000030_Por%20Puerto.php y <https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga/containerizada>, respectivamente).

⁸ Treboux, J.; Rodríguez Zurro, T.; Calzada, J. e Ybañez, P. (2021), La bajante del río Paraná representaría un costo cercano a los USD 315 millones en seis meses para el complejo agroindustrial exportador y los productores agropecuarios argentinos, Informativo Semanal, Bolsa de Comercio de Rosario (8 de julio), <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/la-bajante-3>.

ha provocado importantes aumentos de precios. El desarrollo de una mayor generación de energía renovable (eólica y solar) amortiguaría los efectos de la sequía. En 2021, las energías renovables también compensaron una parte importante de la generación de energía hidroeléctrica perdida. Además de tener un impacto positivo en los costos de generación, debido a la sustitución de los combustibles fósiles importados y al ahorro de reservas, esto también redujo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y disminuyó la volatilidad de la balanza comercial argentina.

1.2. Emisiones de GEI: disminuyen gracias al cambio en el uso de la tierra, pero aumentan en la mayoría de los sectores.

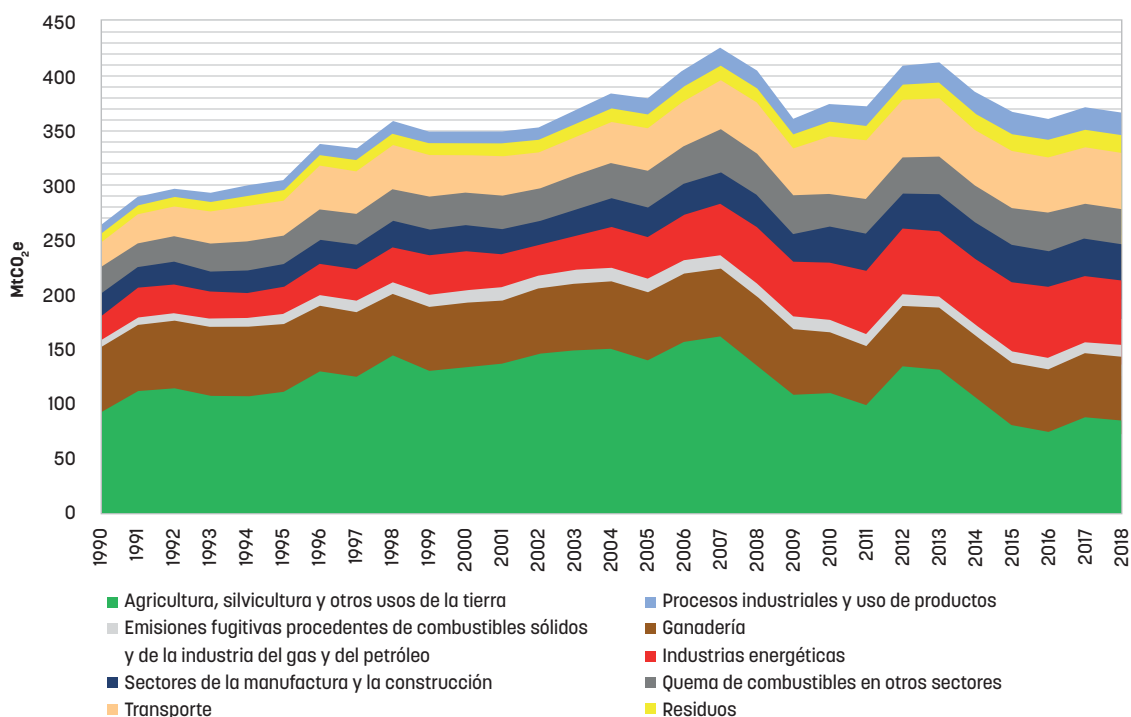
En 2018, las emisiones de Argentina fueron de 366 millones de toneladas (Mt) de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), cifra inferior al máximo alcanzado en 2007⁹. Argentina ocupa el puesto 21 en cuanto a emisiones, el 52 en cuanto a emisiones per cápita y el 102 en cuanto a intensidad de emisiones por PIB entre los países de los que hay información disponible¹⁰. Las principales fuentes de emisiones son la energía (el 51 %, lo que incluye el 16 % de las industrias energéticas y el 13 % del transporte), la agricultura, la ganadería, la silvicultura, y otros usos de la tierra (el 39 %), la industria (el 6 %) y los residuos (el 4 %) (gráfico 1.2). Alrededor del 80 % de las emisiones de 2016 corresponden a seis factores: la combustión de petróleo y gas natural (el 63 %), la cantidad de ganado vacuno (el 15 %), las hectáreas deforestadas (el 14 %), los residuos sólidos producidos (el 4 %), las emisiones fugitivas de petróleo y gas (el 3 %) y las toneladas de clínquer producidas por la industria del cemento (el 1 %)¹¹.

⁹ La proporción de emisiones mundiales (0,66 % = 366/55 300) se basa en el último inventario de GEI (Gobierno de Argentina, 2021) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2019).

¹⁰ Para las clasificaciones, los GEI incluyen emisiones derivadas del cambio de uso de la tierra y la silvicultura, y se extraen del Climate Data Explorer de la base de datos del Instituto de Recursos Mundiales. De esa misma fuente, en 2018, las emisiones per cápita de Argentina son de 8,89 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) y la intensidad de las emisiones es de 764,06 tCO₂e por cada millón de dólares de PIB. Según el cuarto informe bienal de actualización de Argentina (BUR4), se registran un poco más de 500 tCO₂e por cada millón de pesos argentinos (ARS de 2004, año base de las cuentas nacionales de Argentina).

¹¹ Este cálculo se basa en el primer informe del inventario nacional de Argentina. Véase Conte Grand (2022a) para obtener más detalles. Obsérvese que el Gobierno de Argentina (2021) presenta 17 factores principales, y el clínquer no es uno de ellos.

GRÁFICO 1.2. Emisiones de GEI de Argentina, por sector y subsector energético (1990–2018)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de Gobierno de Argentina (2021).

A pesar de su enorme potencial para producir energía renovable, la matriz energética primaria de Argentina está dominada por los combustibles fósiles. En 2021, representaban el 89 % de la producción de energía primaria del país, con el 53 % proveniente del gas, el 36 % del petróleo y el 0,02 % del carbón (gráfico 1.3)¹². La producción de energía renovable sigue siendo baja, con alrededor del 11 % de la producción de energía primaria procedente de fuentes de biomasa, hídricas, eólicas y solares. La mayor parte de la electricidad de Argentina es generada por plantas térmicas (el 59 % en 2021) y la energía hidroeléctrica (el 18 % en 2021), seguidas por otras energías renovables (el 12 % en 2021) y la nuclear (el 4 % en 2021)¹³. Sin embargo, el país tiene el mayor potencial de energía eólica terrestre y marina de América Latina y el Caribe. De hecho, la Patagonia es uno de los lugares más ventosos del mundo¹⁴, y Argentina tiene el cuarto mayor potencial eólico marino del mundo¹⁵. Argentina se encuentra entre el 30 % de los países con mayor potencial de generación de energía solar, y las condiciones son especialmente favorables en la región del Noroeste¹⁶. También hay potencial para incrementar la generación de energía hidroeléctrica, y el Plan Nacional del Agua ha identificado cinco grandes presas de fines múltiples, por valor de USD 10 000 millones. Dado que tres de ellas están situadas en zonas áridas o semiáridas con una gran demanda de agua por parte de sectores competidores y con importantes amenazas a causa del cambio climático, se requiere una cuidadosa planificación para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos proyectos.

¹² Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir del balance energético de Argentina para 2021.

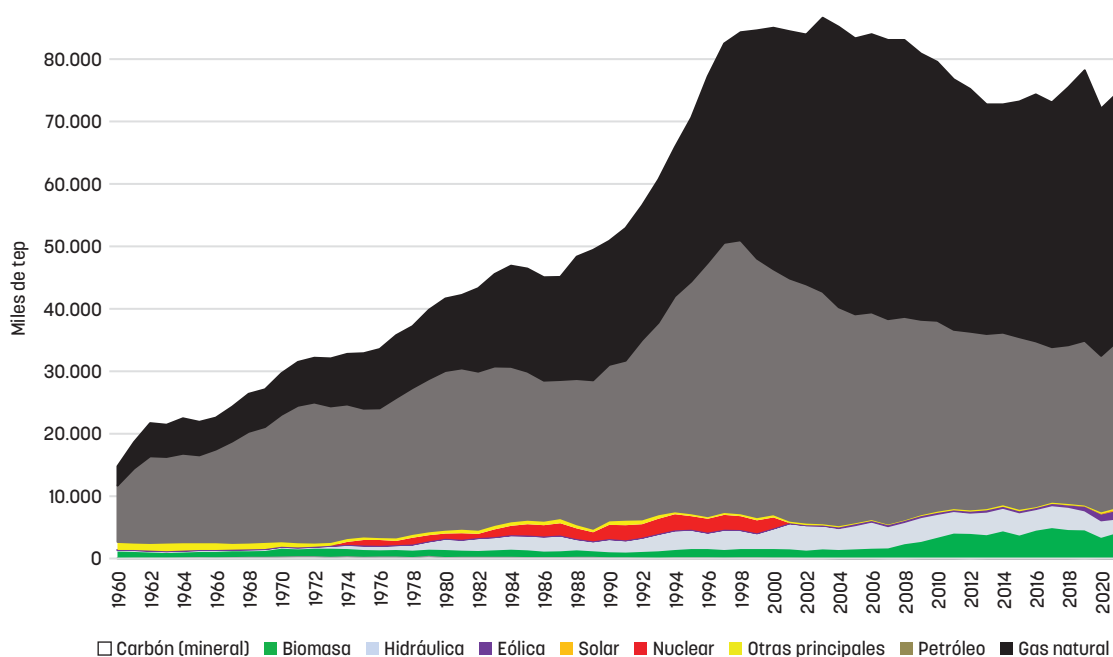
¹³ <https://www.iea.org/countries/argentina>.

¹⁴ <https://globalwindatlas.info/area/Argentina>.

¹⁵ <https://energydata.info/dataset/offshore-wind-technical-potential>.

¹⁶ Véase el potencial mundial de energía fotovoltaica por país en <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/solar-photovoltaic-power-potential-by-country>. Esta información representa solo una parte de Argentina, ya que no hay datos disponibles para el extremo sur.

GRÁFICO 1.3. Suministro de energía primaria por tipo de combustible (1960–2021)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de los balances energéticos anuales del Ministerio de Energía y Minería para 2060–2021, <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
Nota: tpe = tonelada de petróleo equivalente (la energía que rinde una tonelada de petróleo).

En 2018, las emisiones de metano representaron el 23 % de los GEI, el 73 % de las cuales provenían de la agricultura, la ganadería, la silvicultura y otros usos de la tierra, el 19 % de los residuos y el 8 % de la producción de energía (Gobierno de Argentina, 2021). Argentina, uno de los 14 principales países emisores de metano en 2018¹⁷, es signataria del Compromiso Global por el Metano¹⁸ de la vigésimosexta Conferencia de las Partes, que tiene como objetivo reducir, en forma colectiva, las emisiones antropogénicas mundiales de metano en todos los sectores en al menos un 30 % de los niveles de 2020 para 2030. La mayor fuente de emisiones de metano se encuentra en el sector ganadero, que representó el 69 % del metano generado en Argentina en 2018, seguido por la captación de emisiones de metano de residuos sólidos y la reducción de las emisiones fugitivas de metano del petróleo y el gas. Las emisiones fugitivas de metano han aumentado recientemente debido al incremento de la producción de petróleo de esquisto (véase la sección 3.2.3). Habida cuenta de las dificultades para reducir las emisiones del sector ganadero, el mayor potencial para dicha reducción podría encontrarse en los residuos y las emisiones fugitivas.

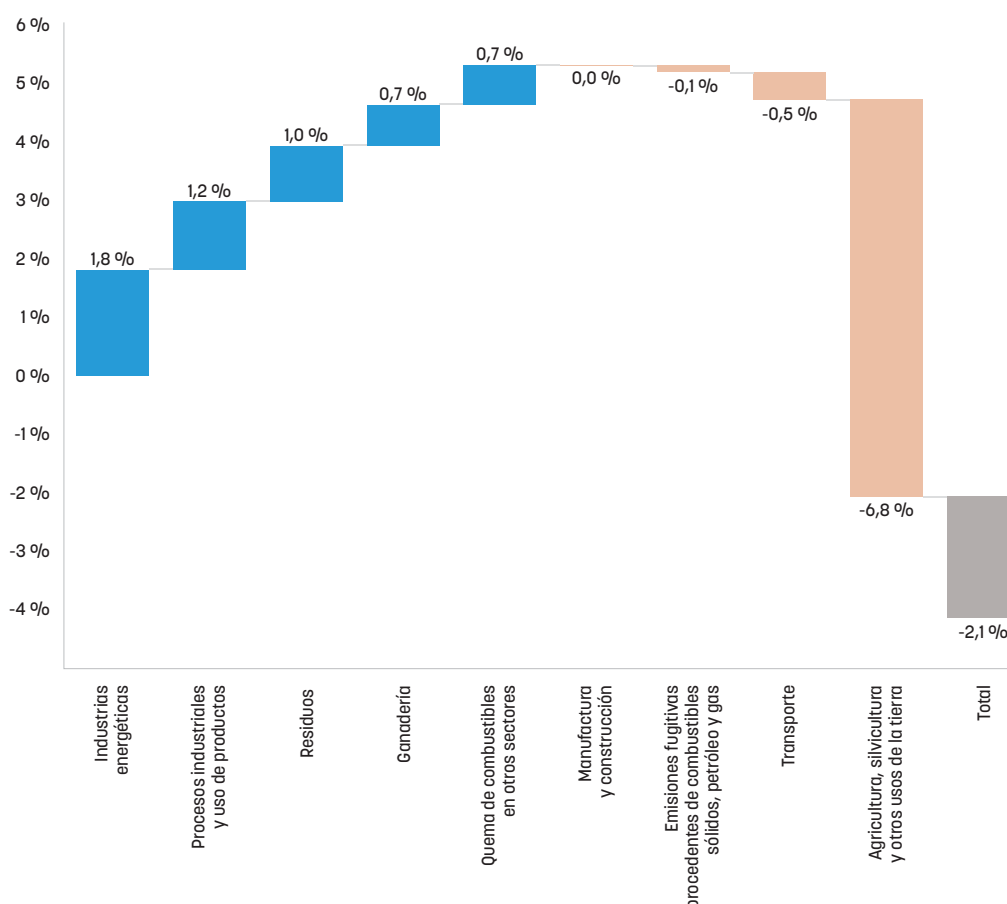
Entre 2010 y 2018, las emisiones de la mayoría de los sectores han aumentado. La principal excepción se encuentra en el cambio de uso de la tierra (deforestación), donde las emisiones han disminuido, impulsando una reducción neta del 2 % de las emisiones en general. En el período comprendido entre 1990 y 2018, Argentina desacopló sus emisiones de GEI de la actividad económica, dado que las emisiones se incrementaron un 39 %, el PIB aumentó un 119 %, y la intensidad de las emisiones disminuyó un 37 %. Entre 2010 y 2018, el desacoplamiento se intensificó, con una disminución de las emisiones del 2 %, un

¹⁷ Basado en datos de los Indicadores del Desarrollo Mundial de 2018.

¹⁸ <https://www.globalmethanepledge.org/>.

aumento del PIB del 5 % y una reducción de la intensidad de las emisiones del 7 %. Esto fue impulsado por la reducción de las emisiones procedentes del cambio en el uso de la tierra¹⁹. El sector energético, por su parte, fue el que más aumentó sus emisiones (gráfico 1.4). Y, si las emisiones siguen aumentando en todos los sectores, la tendencia de desacoplamiento se revertirá, especialmente si la reducción de la deforestación alcanza un límite. Los esfuerzos por revertir la tendencia en todos los sectores permitiría diversificar las reducciones de emisiones y garantizar que no dependan de un único factor. Véase el capítulo 3 para conocer los contextos sectoriales, las fuentes de las emisiones de GEI y las alternativas de descarbonización.

GRÁFICO 1.4. Factores que fomentaron el crecimiento de las emisiones de GEI en Argentina (en el período de 2010-18)



Fuente: Cálculos del Banco Mundial a partir de datos de Gobierno de Argentina (2021).

Notas: En el gráfico se muestra la tasa de crecimiento de las emisiones para el período de 2010-18. Para obtener más información sobre cómo se ha calculado el desglose entre sectores, véase Conte Grand, Mikou y Rozenberg (2021a).

Al igual que los impactos del clima, las emisiones se distribuyen de manera desigual dentro del país. En 2016, la provincia y la ciudad de Buenos Aires produjeron una parte considerable (31 %) del total de las emisiones nacionales, principalmente debido a la combustión de combustibles, los residuos y la agricultura. Estas dos jurisdicciones también representan alrededor del 40 % de la población del país y gran parte de su industria. La mayor parte de las emisiones agrícolas del país provienen de

¹⁹ Más precisamente, desde 1990, el índice de desacoplamiento (tasa de crecimiento de las emisiones/tasa de crecimiento del PIB, según Tapio, 2005) fue de 0,33, pero este indicador pasó a ser negativo (-0,37) en el período de 2010-18. La inestabilidad macroeconómica de Argentina también provoca que el desacoplamiento tenga un comportamiento cíclico si se calcula año a año. Véase Conte Grand (2022b) para obtener más detalles.

las provincias del centro y del este (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos), mientras que las provincias del norte (Chaco, Salta, Santiago del Estero y Formosa) son responsables de la mayor parte de las emisiones por deforestación²⁰.

1.3. Necesidades de inversión en un contexto económico y social desafiante

La volatilidad macroeconómica de Argentina ha dificultado el crecimiento económico a largo plazo y plantea desafíos para las inversiones en adaptación y mitigación. Durante muchos años, Argentina ha sufrido una gran volatilidad macroeconómica, caracterizada por ciclos recurrentes de auge y caída, que frenan las inversiones destinadas a mejorar la productividad a largo plazo y reducen el crecimiento económico a largo plazo. Para abordar los desequilibrios externos, el país ha ejecutado restricciones cuantitativas en el comercio exterior y en los mercados de divisas, lo cual afectó los incentivos para la productividad (Banco Mundial, 2018). Con la llegada de la pandemia de COVID-19 en 2020, la economía se contrajo un 10 %, mientras que la deuda pública, que había alcanzado el 85 % del PIB en 2018 debido a una fuerte depreciación del tipo de cambio (en comparación con el 56 % en 2017) aumentó al 104 % del PIB en 2020. El gasto relacionado con el COVID durante un período de disminución de la producción económica añadió presión a una inflación ya elevada. Sin embargo, en 2021, gracias a los altos precios de los productos básicos, la dinámica recuperación de su principal socio comercial, Brasil, y la ejecución de políticas expansionistas, el PIB se recuperó en un 10,4 %. Además, a pesar de los desequilibrios macroeconómicos subyacentes, las inversiones en maquinaria y equipos de transporte mostraron un crecimiento sostenido en 2021 y principios de 2022, fomentando un crecimiento económico general que se espera que supere el 4 % en 2022.

El aumento de la pobreza ha incrementado la vulnerabilidad de la población frente a los eventos climáticos y los riesgos de la transición verde, ya que los hogares pobres han tenido una capacidad limitada para hacer frente a la pérdida de activos y al aumento de los precios de los alimentos y la energía. En 2020, el 41,5 % de la población vivía por debajo de la línea de pobreza nacional²¹. La pobreza alcanzó su punto máximo en 2020 y disminuyó solo un poco en 2021. En el primer semestre de 2022, el 36,5 % de la población urbana de Argentina se consideraba pobre, y el 8,8 % era extremadamente pobre. Alrededor de la mitad de los niños (hasta los 14 años) son considerados pobres.

La generación de resiliencia frente a los eventos climáticos podría conducir a un crecimiento más inclusivo y sostenible, acelerando la transición de Argentina hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Siguiendo una tendencia a largo plazo de bajo crecimiento y acumulación de capital, la transición exige grandes necesidades de inversión. Si bien la estabilización macroeconómica es la primera condición para atraer la inversión, también es importante identificar las áreas de actividad económica que pueden generar recursos para ayudar a estabilizar la economía y reactivar el crecimiento. Analizar la secuencia y las combinaciones de las inversiones sectoriales, con una visión integrada de sus impactos macroeconómicos y climáticos, resulta esencial para la transición hacia una economía resiliente y con bajas emisiones de carbono. Estos temas se tratarán en los capítulos 3 y 4.

²⁰ Véase Conte Grand, Mikou y Rozenberg (2021b) para consultar las emisiones por provincia en 2016. Los datos del BUR4 aún no está disponible a nivel de provincia.

²¹ Base de datos sobre pobreza y equidad del Banco Mundial e indicadores de pobreza del Gobierno de Argentina, <https://sis.politicassociales.gob.ar/indicadores-pobreza.php>.

2. Compromisos, capacidades y políticas sobre el clima a nivel de país

2.1. Compromisos y comunicaciones en materia de cambio climático: hay mayor ambición pero falta de una estrategia de descarbonización a largo plazo

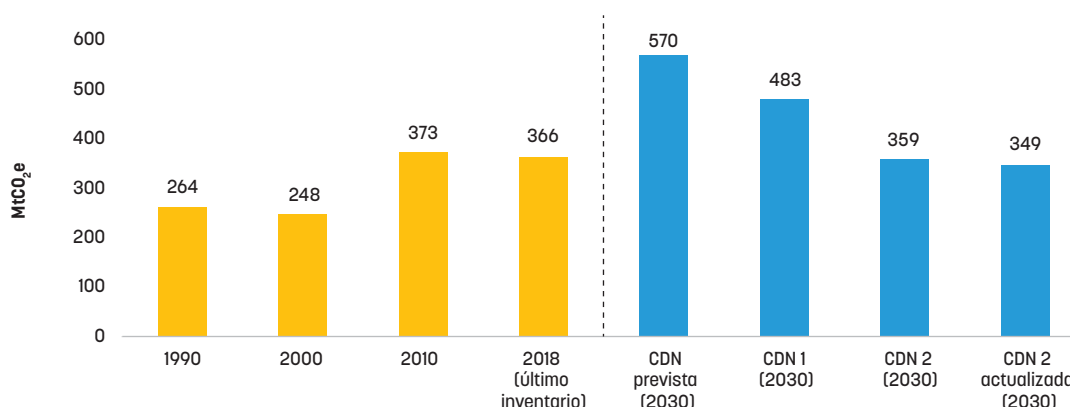
Argentina ha participado activamente en las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en los organismos técnicos asociados y cumple con las comunicaciones requeridas. Organizó la cuarta y la décima conferencias sobre cambio climático de la CMNUCC, la cuarta Conferencia de las Partes en 1998 y la décima Conferencia de las Partes en 2004, y muchos miembros de su comunidad científica han colaborado con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). El país ratificó la CMNUCC en 1994 (Ley 24295), el Protocolo de Kioto en septiembre de 2001 (Ley 25438) y la Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto en mayo de 2015 (Ley 27137). Como signatario de la CMNUCC, Argentina ha presentado lo siguiente:

- » **Tres comunicaciones nacionales:** En julio de 1997 (revisada en marzo de 1999), en marzo de 2008 y en diciembre de 2015
- » **Cuatro informes bienales de actualización (BUR):** En diciembre de 2015, agosto de 2017, noviembre de 2019 y diciembre de 2021
- » **El primer y segundo informe del inventario nacional en marzo de 2020 y 2022, respectivamente.**

Después de ratificar el Acuerdo de París en septiembre de 2016 (Ley 27270), Argentina presentó su primera contribución determinada a nivel nacional (CDN1) en noviembre del mismo año y la segunda (CDN2) en diciembre de 2020, revisada en noviembre de 2021. La ambición de Argentina de reducir las emisiones en toda la economía ha aumentado con cada presentación. La CDN prevista en 2015 plantea una reducción con respecto al desarrollo habitual de la actividad, mientras que la CDN1 presenta un nuevo objetivo fijo (absoluto) para reducir las emisiones por debajo de los 483 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) (no condicionados) y 369 MtCO₂e (condicionados) para 2030. La CDN2 se compromete a un máximo de 359 MtCO₂e (no condicionados) para 2030; en noviembre de 2021, esto se modificó a 349 MtCO₂e. En el gráfico 2.1 se muestran las emisiones del país hasta la fecha y la evolución de los compromisos para 2030. Argentina considera que su compromiso de CDN2 es “justo, equitativo y ambicioso”, dadas las circunstancias nacionales. El Gobierno también ha anunciado y ha comenzado a trabajar para lograr un objetivo de cero emisiones netas de carbono para 2050, lo cual es necesario para contribuir al objetivo global de limitar el aumento de la temperatura desde la época preindustrial a “un nivel inferior a los 2°C”²². Argentina presentó dos comunicados con respecto a la adaptación, uno como parte de la CDN1 y otro dentro de la CDN2.

²² El presidente Alberto Fernández anunció en Glasgow que Argentina elaborará un plan para lograr la neutralidad de carbono para 2050 <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-anuncio-su-nuevo-compromiso-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico>. En la CDN2 también se menciona la Estrategia a largo plazo de Argentina. El presidente de Argentina sigue apoyando activamente los debates sobre el clima a nivel nacional, por ejemplo, con su presencia en la primera reunión del GNCC en 2022.

GRÁFICO 2.1. Evolución de los compromisos no condicionados de Argentina con el Acuerdo de París



Fuentes: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir del BUR4 de Argentina, las CDN, CDN1 y CDN2 previstas y sus actualizaciones.

2.2. Capacidad institucional para la acción climática: mejorada pero con algunas deficiencias²³

La nueva ley sobre cambio climático y el decreto reglamentario de Argentina proporcionan un marco regulatorio integral que define los objetivos, el alcance de la ejecución y las responsabilidades. A finales de 2019, el Congreso aprobó la Ley 27520 y el Decreto 1030/2020, que establecen los presupuestos mínimos para abordar el cambio climático²⁴. La ley también prevé un plan nacional de respuesta frente al cambio climático y sistemas nacionales de seguimiento de inventarios y mitigación de las emisiones de GEI, y reafirma la continuidad de un equipo de trabajo, el Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC), creado mediante el Decreto 891/2016. A través del GNCC, se lleva a cabo un sólido proceso de coordinación gubernamental horizontal y vertical. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene la facultad de aplicación de la ley.

En 2019, el Gobierno implementó su primer Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático y siete planes de acción sobre el cambio climático nacionales para los sectores de la energía, el transporte, la industria, la silvicultura, la agricultura, la infraestructura y la salud²⁵. Seis de ellos incluyen medidas de mitigación que podrían generar una disminución de 229 MtCO₂e de GEI para 2030, y la mitigación prevista procede, principalmente, de la energía (el 48 %), los bosques autóctonos (el 30,4 %) y la agricultura (el 11,5 %)²⁶. Los planes sectoriales incluyen políticas en materia de ganadería y cultivos, aunque la cuantificación de las reducciones de emisiones asociadas a ellas es mínima (solo una está relacionada con la rotación de cultivos, que supone menos del 2 % de todas las reducciones de emisiones cuantificadas en todos los planes para 2030). Del mismo modo, si bien hay acciones previstas para los edificios, solo en una se calculan las reducciones de emisiones. El Gobierno acaba de presentar un nuevo plan de acción nacional de adaptación y mitigación, que incluye seis líneas estratégicas

²³ Esta sección, que se basa parcialmente en datos de Banco Mundial (2021a), se refiere a una capacidad institucional más amplia con respecto al cambio climático, no a sectores específicos.

²⁴ Como se señala en Banco Mundial (2021a), al margen de esta ley, la CDN de Argentina no cuenta con una normativa interna, ya que no se publicó ningún decreto o resolución ministerial asociados que le otorgue un marco legal.

²⁵ La Secretaría de Ambiente aprobó los planes mediante la Resolución 447, en noviembre de 2019. Los planes, que existen en las versiones 1 y 2, según el sector, fueron elaborados entre 2017 y 2019, e incluyen acciones específicas de mitigación con las correspondientes reducciones de emisiones. Algunos incluyen acciones de adaptación.

²⁶ Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de los planes sectoriales.

(transición energética; transición productiva; movilidad sostenible; territorios sostenibles y resilientes; gestión sostenible de los sistemas alimentarios y los bosques; y, conservación de la biodiversidad y de los bienes comunes); cuatro líneas instrumentales (acción para el empoderamiento climático; economía para la transición; fortalecimiento institucional; investigación, desarrollo e innovación) y cuatro líneas transversales (salud; género y diversidad; gestión integral de riesgos; transición justa).

Como estado federal, Argentina confiere una función importante a los gobiernos subnacionales en la ejecución de la política sobre el clima del país. La nueva Ley de Cambio Climático establece que las jurisdicciones deben desarrollar sus propios planes de acción de medidas de respuesta frente al cambio climático, y la mayoría de dichos planes se encuentran en etapa de elaboración²⁷. La coordinación entre los niveles nacional y subnacional (y entre las provincias) se organiza a través del grupo de trabajo provincial del GNCC, la Mesa de Articulación Provincial, que tiene los mismos miembros que la Comisión de Cambio Climático del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA). El inventario de GEI del país está desglosado a nivel provincial y el Gobierno procura mejorarlo, con un minucioso trabajo para informar de las emisiones con referencias geográficas (provinciales). Algunos Gobiernos locales han establecido leyes provinciales sobre el cambio climático, creado áreas específicas en materia de clima o desarrollado sus propios inventarios²⁸.

Argentina hace un gran esfuerzo para generar datos sobre los riesgos y la vulnerabilidad y proporcionar acceso gratuito a la información sobre el clima a través de plataformas virtuales. La nueva Ley de Cambio Climático instituye un Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático como instrumento para la elaboración y el seguimiento de los planes de respuesta al cambio climático en distintos niveles²⁹. El sistema de información incluye el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina (SNI-GEI-AR) y el Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos (SNMBN). Los funcionarios que se ocupan de planificar también pueden utilizar el Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático (SIMARCC)³⁰, una herramienta interactiva en línea que combina escenarios de cambio climático e indicadores de vulnerabilidad. Los mapas resultantes pueden ayudar a incorporar los riesgos climáticos en la planificación sectorial, la inversión y la prevención de desastres. Si bien el país ha realizado importantes avances en materia de tecnología digital, incluido el Plan Conectar³¹, el acceso de todos los grupos en las distintas provincias se podría mejorar mediante inversiones adicionales. Una mejor interconexión digital genera beneficios para las actividades comerciales (Goldfarb y Tucker, 2019) y contribuye a la capacidad de los Gobiernos para aumentar la resiliencia de la población frente a los fenómenos relacionados con el clima.

²⁷ Banco Mundial (2021), Evaluación institucional del cambio climático, Washington, DC, Banco Mundial, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35438>. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) es la única jurisdicción que ha terminado su plan.

²⁸ Por ejemplo, <https://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/cambioclimatico/inventario-y-mitigacion/inventario-de-geis>. Buenos Aires cuenta con una metodología específica para los inventarios que se ajusta lo establecido por C40 Cities, una red de alcaldes de aproximadamente 100 ciudades líderes en el mundo que colaboran para llevar a cabo la acción urgente que se necesita ahora mismo para abordar la crisis climática (<https://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/cambioclimatico/inventario-y-mitigacion/inventario-de-geis>).

²⁹ También existen dos leyes relacionadas con la divulgación de información: La Ley 27275 de acceso a la información pública en general y la Ley 25831 de acceso a la información pública en materia ambiental.

³⁰ La información no está actualizada según los últimos datos disponibles, pero se puede consultar la herramienta en <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/adaptacion>. Otros sistemas de difusión de información relacionada con los desastres incluyen las alertas en caso de emergencias, como el Sistema Nacional de Alerta y Monitoreo de Emergencias, y las alertas emitidas por el Sistema de Alerta Temprana (SAT) para condiciones climáticas extremas.

³¹ <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacion-publica/ssetic/conectar>.

La política climática de Argentina pone de manifiesto la necesidad de considerar la integración entre el género y el cambio climático. Ocupa una posición alta (35 de 156 países) en el Índice Global de la Brecha de Género del Foro Económico Mundial, que calcula los desafíos en materia de género en cuatro dimensiones: participación y oportunidad económicas, logro educativo, salud y supervivencia, y empoderamiento político³². Se considera que las mujeres son desproporcionadamente vulnerables a los efectos del cambio climático, lo que puede, a su vez, exacerbar las disparidades de género existentes. La CDN de Argentina reconoce que el liderazgo y la participación de las mujeres en el diseño de las acciones climáticas mejorarán la equidad de género en los planes climáticos y en las estrategias de ejecución.

El país se ha esforzado por aumentar la consideración sistemática del cambio climático en la gestión de las finanzas públicas, y al mismo tiempo, busca mejorar la evaluación macroeconómica de las políticas climáticas. El Ministerio de Economía ha puesto en marcha distintos instrumentos para responder a los riesgos climáticos, como las transferencias públicas después de emergencias climáticas, y los instrumentos de financiación de riesgos que protegen el presupuesto después de los desastres. El Ministerio también participa en la preparación de las CDN a través del GNCC, procura incorporar los riesgos climáticos en las proyecciones y el análisis de las cuentas nacionales, ha adoptado medidas para etiquetar las actividades y los programas relacionados con la adaptación y la mitigación en el presupuesto³³, y, en 2020, creó la Mesa Técnica de Finanzas Sostenibles. Además, si bien el Gobierno evalúa las políticas climáticas en términos del potencial para reducir las emisiones o los riesgos (de manera cualitativa), no lo hace con respecto a sus beneficios y costos de ejecución. Esta es una debilidad reconocida por el Gobierno de Argentina (2021). Un próximo paso sería desarrollar un modelo climático macroeconómico para evaluar las políticas climáticas de sus CDN, lo cual permitirá al Ministerio de Economía aumentar su participación en la elaboración y ejecución de las CDN, tal como lo recomienda el principio 6 de la Declaración de Helsinki de la Coalición de Ministros de Clima para la Acción climática.

Argentina aún necesita generar mayor capacidad para la acción climática a nivel nacional y subnacional (Banco Mundial, 2021d). Aunque todos los ministerios pertinentes tienen un coordinador técnico designado en el GNCC, la mayoría dedica solo una parte de su tiempo al cambio climático. Algunos equipos técnicos de los ministerios se han reforzado a través del GNCC, pero la creación de equipos dedicados al cambio climático está sujeta al interés de cada ministerio en el tema y al acceso al financiamiento necesario. A nivel subnacional, no todos los Gobiernos cuentan con personal capacitado específicamente en materia de cambio climático.

³² Véase <https://www.weforum.org/reports/global-gender-gap-report-2021>. A pesar de una buena clasificación general, el rendimiento en áreas individuales varía enormemente; por ejemplo, ocupa el primer lugar en logro educativo, el 103.º en participación y oportunidad económicas para las mujeres (solo el 60 % de las mujeres participan en el mercado laboral), el 48.º en salud y supervivencia, y el 25.º en empoderamiento político.

³³ El presupuesto de 2019 (Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales [CNCPS], 2019) se vinculó con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, por lo que indirectamente incluyó el etiquetado presupuestario por el cambio climático. A partir de 2016, también surgió una iniciativa a nivel nacional de adquisiciones públicas sostenibles (Decreto 1023/01), y se han observado avances en ese sentido en la provincia de Córdoba y en la Ciudad de Buenos Aires.

2.3. La preparación del sector privado: avanza pero es desigual

Las empresas argentinas podrían enfrentar desafíos para rastrear el contenido de carbono cuando sea necesario, aunque algunos sectores productivos ya tienen experiencia en el cálculo de la huella de carbono y de agua. El análisis de la preparación de los productores argentinos para calcular la huella de carbono de sus productos (Lottici, Daicz y Galperín, 2016; Conte Grand y D'Elía, 2018) revela que la mayoría de las empresas solo evalúa las huellas de carbono y de agua, en vez de varias categorías de impacto establecidas en la huella ambiental de los productos (PEF) de la Unión Europea (UE)³⁴. Las cadenas de valor de la leche, el vino, los cítricos, el maíz, el té, el algodón, el maní, el queso, la miel, la papa, el arroz, la carne, el agua embotellada y la cerveza tienen cierta experiencia en el cálculo de las huellas de agua y de carbono. En cambio, otros productos de sectores incluidos en la PEF, como las baterías, las pinturas y el cuero, no tienen experiencia en este campo y, por consiguiente, serían vulnerables a las regulaciones que afectan a las exportaciones a la UE. Argentina cuenta con cierta experiencia en el etiquetado de la conservación de los bosques a través del Consejo de Administración Forestal, que puede ayudar a aportar comprobantes para los productos que no generen deforestación (DFP).

El sector privado muestra cada vez más interés por los mercados voluntarios de carbono para financiar proyectos y vender créditos de reducción de emisiones. A febrero de 2022, Argentina cuenta con 16 proyectos que participan en los mercados voluntarios de créditos de emisiones, incluso en los cuatro principales registros voluntarios de proyectos de compensación: Climate Action Reserve, American Carbon Registry, Verra y Gold Standard³⁵. Once de ellos son proyectos de energías renovables; los demás son: 1 proyecto de transporte público; 1 proyecto de digestores de metano en la agricultura; 2 proyectos de residuos sólidos (1 de metano en vertederos y otro de metano en la recuperación de aguas residuales) y 1 proyecto de silvicultura³⁶. Existe interés y potencial para desarrollar nuevos tipos de productos (compensaciones de carbono forestal), pero es necesario un mayor análisis para entender cómo se compara el precio de las compensaciones con los costos de oportunidad de la tierra utilizada para otros fines, que a su vez depende del precio de los cultivos o del ganado. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible creó en octubre de 2021 un registro de proyectos a fin de evitar duplicar su contabilización, o sea, evitar que se cuenten también para la NDC. (resolución 363/2021).

³⁴ Las otras categorías son: cambio climático; agotamiento de la capa de ozono; efectos cancerígenos; efectos no cancerígenos; materia particulada/efectos respiratorios; radiación ionizante; formación de ozono fotoquímico; acidificación; eutrofización terrestre, de agua dulce y marina; ecotoxicidad de agua dulce; uso de la tierra; uso del agua; minerales y metales, y fósiles (Zampori y Pant, 2019).

³⁵ Deloitte, febrero de 2022, Punto de vista, *Mercados voluntarios de carbono claves para su desarrollo en América Latina: finanzas sostenibles*. <https://www2.deloitte.com/ar/es/pages/financiera/articles/mercados-voluntarios-creditos-carbono.html>.

³⁶ Datos de la base de datos del Registro Voluntario de Compensación de Goldman School, Berkeley Public Policy, <https://gspp.berkeley.edu/faculty-and-impact/centers/cepp/projects/berkeley-carbon-trading-project/offsets-database>.

3. Prioridades específicas en materia de desarrollo y clima

3.1. Prioridades en materia de adaptación y resiliencia

3.1.1. Adaptación a los cambios provocados por las temperaturas extremas

Entender los efectos que las temperaturas extremas tienen sobre la salud humana es clave para promover políticas efectivas de adaptación al cambio climático. Además de aumentar la resiliencia a las inundaciones y las sequías, Argentina necesita ser más resiliente al calor. La EM-DAT solo tiene registrada una ola de calor en 1972 para Argentina durante el período comprendido entre 1920 y 2021 y no cuantifica los daños, cuando en realidad la cantidad de días de olas de calor se duplicó entre 1960 y 2010³⁷. Concretamente, la región del Noroeste ha experimentado un marcado aumento de la temperatura en la última década, y es previsible que la probabilidad de que se produzcan olas de calor prolongadas e intensas aumente sustancialmente en el futuro (Rusticucci y otros, 2016). Por lo tanto, a fin de cubrir dicha brecha de conocimiento, García-Witulski y otros (2022) se propusieron relacionar los datos de mortalidad de 2010–19 con la temperatura³⁸.

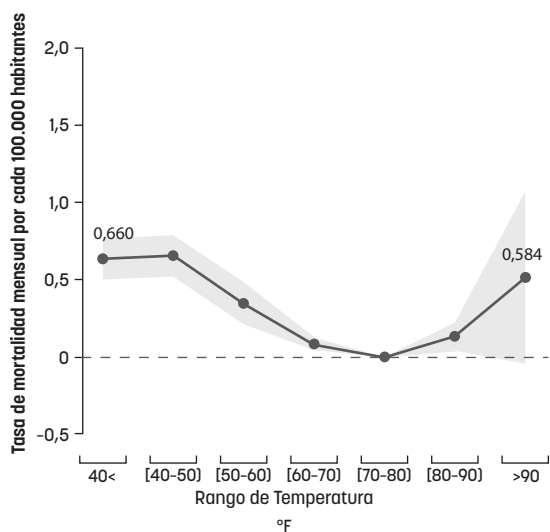
Históricamente, el frío extremo ha causado más muertes que el calor extremo en Argentina y el impacto total de las temperaturas extremas en la mortalidad se valora en un 0,7 % del PIB. En promedio (gráfico 3.1), cada día adicional de baja temperatura (inferior a 40 °F o 4,4 °C) aumenta la tasa de mortalidad mensual promedio del distrito en 0,660 cada 100 000 habitantes. Un día adicional relativamente caluroso (>90 °F o 32,2 °C) aumenta significativamente la tasa de mortalidad en 0,584 cada 100 000 habitantes. Las personas mayores de 64 años son las más afectadas por las temperaturas extremas, pero no hay diferencias aparentes en la magnitud entre géneros. Los costos económicos anuales asociados oscilan entre el 0,6 % y el 0,8 % del PIB según se valoren las muertes en base a una estimación local de la vida estadística (utilizando un valor estadístico de la vida o VEV) o en base a valores imputados de estudios llevados a cabo para países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos o de los Estados Unidos (EE. UU.) ajustados por el ingreso relativo de Argentina y por la elasticidad ingreso, calculada según estimaciones alternativas (véase García-Witulski y otros [2022] para conocer los cálculos detallados).

³⁷ Véase <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/222018/20191127>.

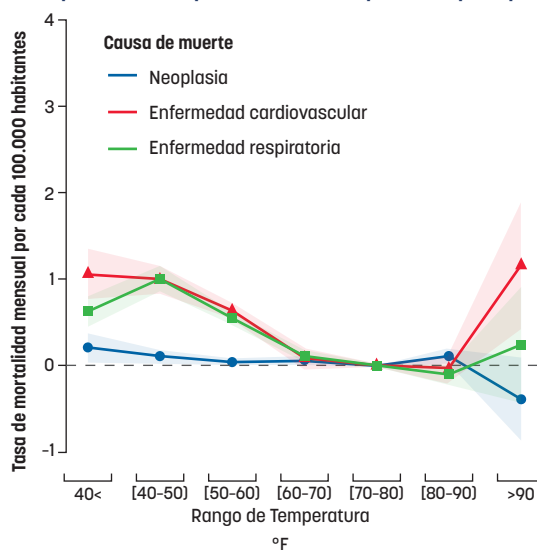
³⁸ Los datos fueron proporcionados por la Dirección de Estadísticas e Información en Salud del Ministerio de Salud. Para mantener el anonimato de la información, incluso en poblaciones pequeñas, los datos corresponden a todas las causas de muerte y a algunas causas de carácter general (enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cánceres), y la población está estratificada en cuatro grupos etarios (0–4, 5–44, 45–64, >64). El estudio complementó los recuentos de defunciones con cálculos anuales de población para elaborar las tasas municipales de mortalidad cada 100 000 habitantes, por sexo y edad, e interpoló las cifras anuales de población por municipio a partir de los censos nacionales de población de 2001 y 2010.

GRÁFICO 3.1. Relación entre la mortalidad y la temperatura en Argentina (2010-19)

a) Impactos totales de la exposición estimada



b) impactos de la exposición estimada, por causa principal

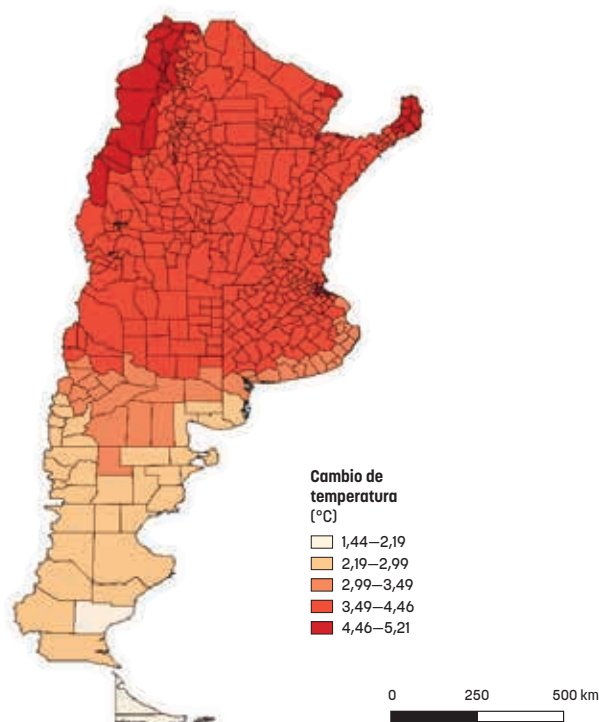


Fuente: Elaborado por el personal del Banco Mundial, a partir de datos de García-Witulski y otros (2022).

Notas: Ambos paneles muestran los impactos estimados de la exposición al riesgo calculados a través de una regresión entre las tasas de mortalidad y la temperatura a nivel municipal, controlando los niveles de precipitación y los efectos fijos por mes y por municipio para todas las edades, géneros y regiones. Los ejes y corresponden al promedio, ponderado por la población de cada grupo etario para el período 2010-19. Las principales causas de muerte en el panel (b) son las enfermedades cardiovasculares, respiratorias y las neoplasias (tumores) agrupadas según la versión 10 de la Clasificación Internacional de Enfermedades.

Los impactos del cambio climático son desiguales entre las regiones. Los impactos totales sobre la mortalidad dependen de la intensidad del cambio climático, disminuyendo en la trayectoria de concentración representativa, RCP 4.5, y aumentando en un escenario más extremo (RCP 8.5). Algunas provincias del norte sufrirán el aumento del calor extremo, mientras que algunas del sur se beneficiarán de la disminución del frío extremo (gráfico 3.2). A nivel nacional, en un escenario de RCP 4.5, una disminución de los días de frío extremo tiene un impacto más positivo en la mortalidad que un aumento del calor extremo. Pero en un escenario de RCP 8.5, un aumento del calor extremo sería más perjudicial que una disminución del frío extremo. Los costos económicos promedio ascienden al 0,7 % del PIB base en la RCP 8.5, mientras que las ganancias ascienden al 0,15 % del PIB en la RCP 4.5. Obsérvese que, si tenemos en cuenta el crecimiento y el envejecimiento de la población, la vulnerabilidad aumenta.

GRÁFICO 3.2. Cambios en la temperatura promedio por distrito en un escenario de RCP 8.5 (2010-85)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de García-Witulski y otros (2022).

La mejora de la concientización de los ciudadanos con respecto al sistema de alerta por olas de calor del país, la colaboración con el sector educativo y la adaptación del sector sanitario pueden contribuir a frenar los efectos negativos del aumento del calor. El sistema de alerta de olas de calor de Argentina, diseñado inicialmente para la Ciudad de Buenos Aires, se ha ampliado progresivamente y ahora abarca todo el país bajo el Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Calor (SAT-TE Calor) (Herrera y otros, 2021). Los datos para la Ciudad de Buenos Aires muestran que, como respuesta a las alertas de calor, las personas evitan la exposición al comienzo de la ola de calor (Rabassa, Conte Grand y García-Witulski, 2021), pero tienden a dejar de hacerlo si la advertencia se prolonga durante varios días. El sector de la educación puede desempeñar una función clave en la mejora de la adaptación, integrando contenidos sobre los efectos del calor en la salud en los planes de estudio y la formación de los docentes. En 2021, Argentina aprobó la Ley 27621 (*Ley para la implementación de la educación ambiental integral en la República Argentina*), que define estrategias para promover la mitigación y adaptación al cambio climático a través de la educación ambiental integral³⁹. El Plan Nacional de Acción de Salud y Cambio Climático también se centra en la adaptación, proponiendo medidas para fortalecer el sistema de salud frente a las olas de calor y las temporadas de frío, y hacer que los centros de salud sean más resilientes ante los fenómenos meteorológicos extremos⁴⁰.

³⁹ <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594/texto>. La educación no solo es fundamental para la adaptación y la adopción de prácticas de consumo sostenibles, sino que también desempeña una función clave en la transición hacia los empleos verdes (véase la sección 3.2.8). Entre los ejemplos de actividades de ese tipo se incluye un programa de posgrado de políticas sobre el cambio climático (<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/contenidos/posgrado-cambio-climatico>).

⁴⁰ Tal como el representante del Ministerio de Salud señaló durante el proceso de participación de las partes interesadas, dos resoluciones, la 2956/2021 (<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/252757/20211112>) y la 555/2021 (http://e-legis-ar.msal.gov.ar/legisalud/migration/pdf/msres555_2021.pdf), institucionalizan la conexión entre la salud y el clima. El Observatorio Nacional de Salud y Clima de Argentina tiene como objetivo reforzar la vigilancia epidemiológica y del estado de salud de la población para dirigir mejor los recursos del sector sanitario en respuesta al cambio climático.

El uso del aire acondicionado es una parte fundamental de la estrategia de adaptación. Los estudios constatan un mayor consumo de electricidad en las regiones cálidas debido al uso de los sistemas de aire acondicionado (Propato y otros, 2021). Con el aumento de las temperaturas extremas, los planificadores energéticos deberían seguir considerando el impacto futuro.

3.1.2. Creación de seguridad hídrica

Dado que la mayor parte de los impactos del cambio climático en Argentina se manifestarán a través de cambios en la hidrología del país, la consolidación de la seguridad hídrica y la resiliencia al cambio climático deberían ser una prioridad. El Banco Mundial (2021b) calcula USD 96 980 millones (dólares de 2018) en inversiones prioritarias de 2021 a 2030, entre las que se incluyen: infraestructura de almacenamiento con fines múltiples, servicios de agua y saneamiento, plantas de tratamiento de aguas residuales, mitigación de inundaciones urbanas, hidrometeorología y sistemas de alerta temprana, riego eficiente para cultivos de secano y redes de navegación. Si se aplican en su totalidad, el PIB anual aumentaría un 2,7 % en promedio entre 2021 y 2030 (unos USD 15 000 millones al año), en comparación con un escenario sin estas inversiones. La relación costo-beneficio de las medidas oscila entre el 1,4 para las infraestructuras de mitigación de inundaciones y el 4,0 para las infraestructuras hidrometeorológicas. Las medidas de protección contra las inundaciones pueden reducir las pérdidas de activos y bienestar (Rozenberg y otros, 2021) (Véase el capítulo 4 para consultar los impactos macroeconómicos). El país puede mantener los costos bajos centrándose más en conceptos innovadores, como la infraestructura verde y las soluciones basadas en la naturaleza, que permitirían reducir los riesgos de inundación y sequía, y ayudarían a reducir las emisiones de GEI en el sector del agua. La profundización de la hidrovía también tendría cobeneficios con respecto a la reducción de emisiones (véase la sección 3.2.5).

Si se completan algunos de los vacíos de información existentes, se logrará una mayor eficacia en términos de política de seguridad hídrica, planificación de las inversiones y políticas de ejecución. Existe un vacío con respecto a los conocimientos hidrológicos y la información disponible sobre cuestiones relacionadas con el agua, como la calidad y la demanda, la generación de datos, la cartografía, la modelización y la previsión de los recursos hídricos subterráneos y superficiales. Las herramientas analíticas para la gestión de los recursos hídricos a nivel nacional siguen siendo escasas. Aunque en parte esto se debe a la dificultad inherente a la obtención de datos en el extenso y complejo territorio hidrológico del país, también es un resultado de deficiencias en la gestión institucional del sector, las cuales requieren una atención urgente. Es posible mejorar el intercambio de información hidrometeorológica en toda Argentina (incluida la información sobre los modelos hidrológicos terminados y calibrados), por ejemplo, a través de la base de datos central de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica (SIPH). Los productos de modelización disponibles (mapas de precipitaciones máximas para distintos períodos de retorno, curvas de intensidad-duración-frecuencia, modelos de asignación de agua) son exclusivamente locales y regionales. También existe una necesidad urgente de información sobre la dinámica de los recursos hídricos subterráneos, la capa de nieve y el derretimiento de los glaciares⁴¹. Solo algunas provincias supervisan y controlan los volúmenes de agua subterránea y las

⁴¹ La SIPH se encuentra en pleno desarrollo de la Tercera Etapa del Plan Nacional Federal de Aguas Subterráneas, mediante la cual se incorpora gradualmente a la Red Hidrológica Nacional un control permanente y continuo de las aguas subterráneas, con la instalación de pozos de observación y la difusión de los datos obtenidos a través del Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH).

tasas de extracción. Por ejemplo, la llanura pampeana, que es el centro de la vital producción agrícola de secano de Argentina, tiene procesos hidrológicos complejos que no se conocen bien. En tercer lugar, no se ha llevado a cabo ningún estudio para evaluar los costos de la escasez de agua a través de las interrupciones del transporte por vías navegables y el aumento de los costos de dragado. Por último, tampoco se dispone de datos sobre las repercusiones del cambio climático en la producción hidroeléctrica. Se requiere un análisis de cada central para evaluar la vulnerabilidad de la producción de energía, y es conveniente realizar una sólida evaluación de la toma de decisiones para contemplar la incertidumbre a la hora de examinar los planes en curso para aumentar la capacidad hidroeléctrica.

Pese a los vacíos de información y a las necesidades de fortalecimiento institucional, es posible identificar las prioridades en materia de políticas e inversiones que permitirán aumentar la seguridad hídrica, como la ampliación de los servicios de agua de manera sostenible, la priorización de las zonas más vulnerables a través de proveedores más sólidos centrados en la eficiencia y la reducción del agua no facturada, y la priorización de las inversiones en infraestructuras hídricas que aporten grandes beneficios. Las reformas políticas prioritarias incluyen el establecimiento de un marco regulatorio de la seguridad de las represas que considere los cambios en el balance hídrico como efecto del cambio climático; el fortalecimiento del *Organismo Regulador de Seguridad de Presas* (ORSEP)⁴²; el establecimiento de un registro nacional de represas y embalses para diagnosticar el estado de la infraestructura clave; la actualización de los planes de gestión integrada de riesgos (para inundaciones y sequías), así como la zonificación del riesgo hidrológico; y la exploración de mecanismos innovadores de financiamiento para las obras de drenaje.

3.1.3. Mejora de la planificación urbana para lograr resiliencia

Proteger a la población más pobre de las ciudades argentinas de los impactos del cambio climático es vital. Dado que el 92 % de la población vive en ciudades⁴³, la concentración de personas, infraestructuras y actividades económicas en zonas urbanas aumenta su vulnerabilidad al cambio climático. La ubicación de la mayoría de las ciudades junto a masas de agua, sumada a un drenaje deficiente debido al terreno con recubrimiento impermeable y a la obstrucción de las vías navegables, hace que las ciudades sean más propensas a las inundaciones. Los pobres de las ciudades, especialmente los residentes de los asentamientos informales, son muy vulnerables a los desastres. Estas zonas suelen estar situadas en terrenos bajos y expuestos a las inundaciones, y tienen estructuras que se dañan fácilmente durante las inundaciones y los deslizamientos de tierra. Las comunidades de ingresos bajos suelen tener menos árboles, lo que aumenta la exposición al calor extremo.

Además de las infraestructuras verdes y grises, las reformas regulatorias pueden contribuir a aumentar la resiliencia urbana. Los marcos jurídicos inadecuados, los limitados instrumentos de planificación urbana y la escasa coordinación intergubernamental han favorecido la expansión urbana. En Argentina,

⁴² Es posible reforzar la seguridad de las presas en Argentina, y recientemente se han realizado importantes avances. Una propuesta de política nacional de seguridad de presas, que invita a las provincias a adherirse a ella en sus respectivas jurisdicciones, prevé la creación de un Registro Nacional de Presas y Archivos Técnicos (artículo 9) y establece la necesidad de trabajar con un Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (artículo 22) para lograr una coordinación eficaz en la gestión integral del riesgo. El ORSEP, la autoridad nacional de aplicación, puede ampliar su jurisdicción al resto del territorio según las decisiones de las provincias, la Ciudad de Buenos Aires y las organizaciones de las cuencas para las obras interjurisdiccionales (artículo 20).

⁴³ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/poblacion_urbana_dnp.pptx...pdf.

4400 asentamientos informales albergan una parte importante de la población, ya que se estima que aproximadamente el 18 % de la población es afectada por el déficit de vivienda y hábitat (Banco Mundial, 2017). Las opciones para promover un desarrollo espacial sostenible y eficiente en Argentina incluyen:

- » Que las provincias elaboren planes territoriales estratégicos e integrados que estén alineados con una visión nacional y que incorporen consideraciones referidas al cambio climático⁴⁴
- » Que los Gobiernos subnacionales reformen los rígidos reglamentos urbanos y las estrictas restricciones de uso de la tierra que contribuyen a que haya una gran proporción de terrenos baldíos ubicados en zonas céntricas, así como una urbanización informal y de baja densidad.
- » Que se refuercen las capacidades municipales y provinciales para adaptar los marcos jurídicos con el fin de facilitar la gestión de la tierra y ejecutar los planes.

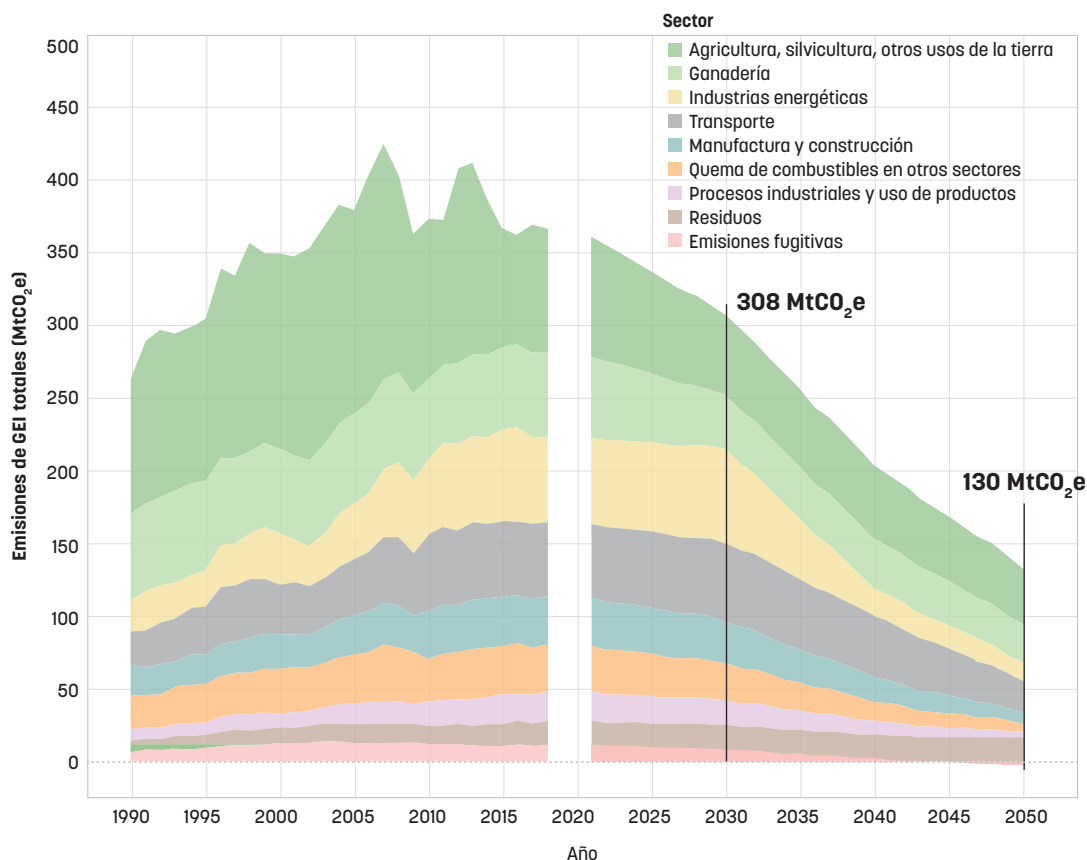
3.2. Prioridades de descarbonización

Si bien Argentina aún no ha desarrollado formalmente un plan para alcanzar la neutralidad de carbono, la combinación de los resultados de los modelos existentes con las previsiones de las posibles reducciones sectoriales permiten identificar una vía de descarbonización factible⁴⁵. El escenario resultante se basa en una combinación de cambios significativos en la combinación de energías para alcanzar cero emisiones netas de CO₂ en 2050, además de reducciones de menor magnitud en las emisiones de otros gases y un aumento en la captación y almacenamiento de carbono, convirtiendo el cambio de uso de la tierra en un sumidero neto de CO₂. En el gráfico 3.3 se muestran las posibles reducciones de las emisiones totales, que representan una reducción del 16 % para 2030 en relación con las emisiones de 2018, que fueron de 366 MtCO₂e. Para 2050, se prevé una reducción de las emisiones totales del 64 % en relación con los valores de 2018, incluidas las emisiones de CO₂ procedentes de la generación de energía en un 78 %, de la industria en un 79 % y de otros sectores (principalmente los edificios) en un 81 %. Las emisiones de carbono procedentes de la agricultura y el transporte se reducirían en un 65 % y un 56 %, respectivamente, durante el mismo período. Las reducciones en la generación de energía responden a la transición del sistema energético, que abandona el gas, el carbón y el petróleo, y se inclina por una combinación energética más diversificada que incluye la energía eólica, solar, nuclear e hidroeléctrica. Aunque no sean el centro de atención, otros gases (metano y óxido nitroso) también se reducirían a la mitad durante el período contemplado en la hipótesis. En el gráfico 3.4 se muestran las reducciones de emisiones por GEI. Estas reducciones son impulsadas en parte por las transformaciones en el sector agrícola, donde las emisiones totales (CO₂, óxido nitroso y metano) se reducirían en un 55 % durante ese período. Como resultado de la mejora del uso y la gestión de la tierra y del control de la deforestación, el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura pasa de ser una fuente a un sumidero de emisiones de GEI, capturando el 12 % de las emisiones totales para 2050.

⁴⁴ El Gobierno federal cuenta con pautas para ayudar a las provincias a seguir esa senda: véase <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/secretaria/plan-estrategico-territorial>.

⁴⁵ El modelo de sistema energético, Visión prospectiva a largo plazo sobre sistemas de energía del Centro Común de Investigación de la Unión Europea (POLES del CCI de la UE (https://joint-research-centre.ec.europa.eu/poles_es), se complementa con información procedente de los conocimientos sectoriales del Banco Mundial. El modelo POLES incluye una presentación detallada del sistema energético argentino que comprende la producción primaria, el comercio y la demanda final de energía por sectores. Los objetivos de reducción se focalizan en dos momentos, 2030 y 2050. Las reducciones para 2030 son coherentes con el objetivo de la CDN de Argentina de reducir en más de un 19 % las emisiones de GEI por debajo de los niveles de 2007 (424 MtCO₂e). Las reducciones de emisiones para 2050 son coherentes con la intención declarada por Argentina, en su segunda CDN, de alcanzar el nivel de cero emisiones netas de CO₂ para ese año.

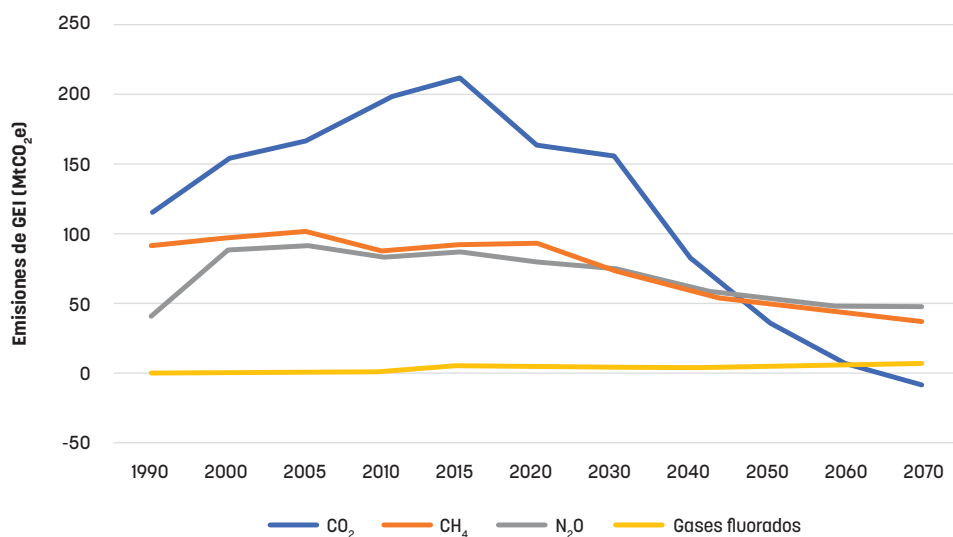
GRÁFICO 3.3. Escenario histórico y global de cero emisiones netas compatibles para Argentina (CO₂)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de los datos de Gobierno de Argentina (2021) y del escenario y el análisis sectorial de cero emisiones netas unificados del informe de Perspectivas mundiales de energía y clima (GECO) de la UE de 2021 (previsiones de reducciones).

Nota: El escenario de la POLES Uniforme de 1.5 °C que se muestra aquí es coherente con la consecución de un objetivo global de 1.5 °C, pero genera reducciones de emisiones más rápidas para 2030 que las previstas al presente en la actualización de la CDN2 de Argentina (349 MtCO₂e).

GRÁFICO 3.4. Escenario histórico y global de cero emisiones netas compatibles para Argentina (todos los GEI)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos del modelo POLES de 2021, informe de GECO (Keramidas y otros, 2021).

Notas: CH₄ = metano; N₂O = óxido nitroso; F-gases = gases fluorados.

3.2.1. Agricultura, uso de la tierra y silvicultura: mantener la resiliencia y la competitividad del sector agroalimentario

Argentina tiene como objetivo mantener una posición de liderazgo como exportador mundial de alimentos y seguir promoviendo la adopción de actividades climáticamente inteligentes en las zonas rurales. El sector de la agricultura y la alimentación cumple con múltiples prioridades gubernamentales, porque impulsa el crecimiento económico y la diversificación, genera empleos y reduce la pobreza, contribuye a la seguridad alimentaria y a la nutrición, y proporciona servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono en el suelo. Aunque la agricultura, la ganadería y la silvicultura representan solo un poco más del 7 % del PIB, estos productos básicos tienen importantes vínculos con el sector de la manufactura, donde los alimentos son el componente más importante. Argentina produce fertilizantes, maquinaria y una innovadora gama de biotecnologías a nivel nacional. También es líder en la adopción de prácticas de cultivo modernas (siembra directa). Desde una perspectiva macroeconómica, las exportaciones de alimentos, que representaron el 54 % del total de la actividad en 2021, son una fuente esencial de divisas para importar insumos para el sector industrial. Mientras Argentina pretende aumentar los ingresos fiscales y de exportación del sector agrícola para estabilizar la macroeconomía y, al mismo tiempo, trata de estabilizar los precios internos de los alimentos para garantizar el acceso a ellos frente a la inflación, el Gobierno aplica políticas agrícolas para promover la innovación y el desarrollo sostenible de un sistema agroalimentario intenta ser competitivo y a la vez respetuoso con el medio ambiente.

La agricultura desempeña una función esencial en el cumplimiento de los objetivos en materia de clima del Gobierno. En 2018, la agricultura, la ganadería, la silvicultura y otros usos de la tierra generaron el 39 % de las emisiones de GEI de Argentina, con el 69 % del total de metano generado por las emisiones ganaderas. Argentina busca promover prácticas de agricultura climáticamente inteligente⁴⁶, como la mejora de la gestión de la tierra, el aumento de la diversidad biológica y un mejor uso de los agroquímicos. Evitar la erosión del suelo y la pérdida de carbono orgánico, y equilibrar mejor los nutrientes ayudará a mantener la capacidad de producción de la tierra a largo plazo. Promover la diversidad biológica mediante la diversificación de cultivos y el cumplimiento de las leyes que regulan la deforestación puede ayudar a gestionar los riesgos de la producción. El uso correcto de productos agroquímicos puede reducir los costos de los insumos y la contaminación, incluidas las emisiones de GEI. Las prácticas de agricultura climáticamente inteligente con respecto a la tierra, el ganado y en las cadenas de valor son las mejores opciones para reducir las emisiones de carbono y aumentar el secuestro de carbono en el sector agroalimentario de Argentina.

Las prácticas de gestión sostenible de la tierra podrían aumentar el secuestro de carbono del suelo. En la última década, las reservas de carbono presentes en las tierras argentinas han disminuido al aumentar la superficie agrícola. Las prácticas de gestión sostenible de la tierra podrían aumentar el carbono allí presente en 0,106 toneladas de carbono (tC) por hectárea y por año, entre 2020 y 2040, en comparación con el escenario de referencia. Esto significa que la adopción generalizada de prácticas de gestión sostenible de la tierra podría mitigar entre 4,2 y 16,7 millones de toneladas de carbono al año, es decir, entre el 11 % y el 48 % de las emisiones agrícolas nacionales actuales (Frolla y otros, 2021) y, al mismo tiempo, aumentar la resiliencia⁴⁷. Si bien las prácticas de gestión sostenible de la tierra requieren una inversión económica,

⁴⁶ Las prácticas de agricultura climáticamente inteligente son aquellas tendientes a reducir las emisiones y mejorar la resiliencia, aumentando al mismo tiempo la productividad.

⁴⁷ Las opciones de adaptación al clima también incluyen el uso de semillas resistentes a las sequías.

ofrecen amplios beneficios, como una menor dependencia de los insumos agroquímicos externos, la mejora de la fertilidad de la tierra y de la retención del agua en la tierra y el control biológico de las plagas mediante el aumento de la diversidad biológica. Por ejemplo, el uso de cultivos de cobertura de invierno para aumentar las tasas de residuos y los aportes de carbono a la tierra tiene una tasa promedio de secuestro de 0,45 tC por hectárea al año en Argentina (Álvarez, Steinbach y De Paepe, 2017), mientras que la inclusión de rotaciones de cultivos con pasturas perennes tiene tasas de secuestro de 0,76 tC por hectárea al año (Costantini y otros, 2016). En general, el potencial de secuestro de carbono de la tierra es mayor en la región pampeana y menor en las tierras de pastoreo alejadas de dicha región, ya que las características del suelo (contenido de arcilla, humedad) son menos propicias. Es necesario realizar más investigaciones para evaluar los incentivos económicos para adoptar prácticas de gestión sostenible de la tierra en diferentes agroecosistemas de Argentina, así como las compensaciones de dicha adopción. El Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático de Argentina prevé reducciones de las emisiones netas provenientes de la rotación de los cultivos, y el Gobierno recientemente implementó un sistema de buenas prácticas (sostenibles) para la producción de alimentos⁴⁸. Asimismo, Argentina ocupó el segundo puesto a nivel mundial en términos de tierras que poseen certificación orgánica (Cabrini y Elustondo, 2022), lo cual forma parte de su perfil productivo.

La deforestación, impulsada principalmente por la expansión de la agricultura, tiene una tendencia decreciente, pero la normativa podría ejecutarse de mejor manera. Argentina cuenta con importantes recursos forestales⁴⁹, pero las tasas de deforestación son históricamente más altas que el promedio de América del Sur, y están impulsadas en gran medida por la expansión de las tierras agrícolas, en especial para la producción de carne vacuna, y por los incendios forestales intencionales (Mónaco y otros 2022), que en parte se deben a los cambios en los precios internacionales de los productos básicos. Si bien el aumento de la eficiencia en el sector ganadero puede reducir la necesidad de tierras, es poco probable que sea suficiente si no se implementan políticas adicionales para evitar la deforestación. En 2007, el Gobierno nacional puso en marcha un marco legal para proteger los bosques autóctonos, los Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, que obliga a las provincias a elaborar mapas de uso de la tierra en los que se identifican las zonas con distintos niveles de conservación⁵⁰. La deforestación aumentó después de la aprobación de la ley en 2007 y empezó a disminuir en 2009, cuando se comenzó a ejecutar (gráfico 3.5). Sin embargo, en el presupuesto nacional se le asigna una partida menor a la establecida en la ley, y hubo grandes discrepancias en cuanto al éxito de la ejecución en las cuatro provincias centrales de la región del Chaco (Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Salta), en parte debido a las diferencias en la capacidad de los Gobiernos locales y los precios de la tierra (Alcañiz y Gutiérrez, 2020). Las lecciones aprendidas de las primeras fases de ejecución indican que es necesaria una mayor planificación del uso de la tierra para evitar la fragmentación de las áreas de conservación y, por lo tanto, limitar la pérdida de biodiversidad en los bosques de Argentina (Torrella y otros, 2018). La Ley Nacional de Bosques (26.331) establece un programa de pago por servicios ambientales, en el que se ofrecen incentivos monetarios a los propietarios de tierras por la conservación de los bosques. Argentina

⁴⁸ Programa de Buenas Prácticas Agrícolas creado en 2018: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/buenas-practicas-agricolas-bpa>.

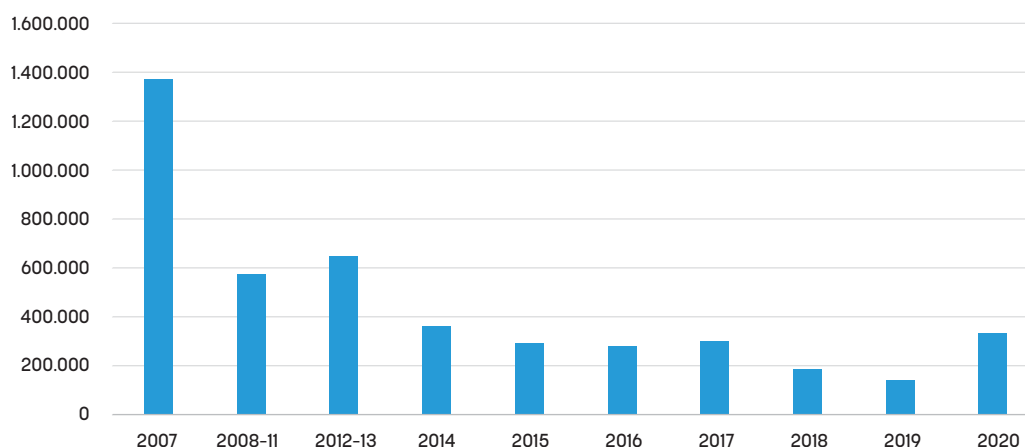
⁴⁹ Argentina cuenta con 56,3 millones de hectáreas de bosques plantados y autóctonos respectivamente, distribuidos de forma desigual en todo el territorio. La región del Chaco, por ejemplo, concentra el 34 % del bosque autóctono. Según la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS) de 2019, los departamentos cubiertos por bosque autóctono concentran el 13 % de la población, con el 61,5 % de los habitantes con necesidades básicas insatisfechas y el 65 % de las comunidades autóctonas registradas formalmente (<https://datos.gob.ar/dataset/salud-base-datos-2deg-encuesta-nacional-nutricion-salud-ennys2-2018-2019>). Obsérvese que esta encuesta abarca a personas de todas las edades.

⁵⁰ Alto o rojo (no se permite el cambio de uso de la tierra); medio o amarillo (solo se permiten las actividades de uso de la tierra gestionadas de manera sostenible); y bajo o verde (se permite el cambio de uso de la tierra).

utiliza un sistema de observación mediante imágenes de satélite de Google Earth para controlar los cambios en la cubierta forestal cada dos semanas, mientras que su Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI) podría contribuir al uso sostenible de los bosques autóctonos como alternativa al cambio en el uso de la tierra, siempre que esté bien administrado.

GRÁFICO 3.5. Deforestación en Argentina (2007-20)

Deforestación (en hectáreas)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de Mónaco y otros (2022).
Nota: Los datos de 2008-11 y 2012-13 son promedios anuales.

Existen opciones para reducir la intensidad de las emisiones del sector ganadero. Como Argentina es uno de los principales productores de carne vacuna del mundo, con aproximadamente el 5 % de la producción mundial⁵¹, dicha carne es un producto estrella para el país. Los cálculos de 2017 indican que la intensidad de las emisiones procedentes del ganado vacuno argentino es elevada en comparación con el promedio mundial, ya que produce 29,4 kilogramos (kg) de CO₂e por kilogramo de producto de carne vacuna, frente a 25,5 kg de CO₂e/kg (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020). Según Arrieta y otros (2022), las emisiones de la producción de carne vacuna provienen en su mayoría de la fermentación entérica (58 %) y de la producción de pienso, principalmente del estiércol que se deja en los campos (11 %) y del cambio de uso de la tierra (31 %). El estiércol que se deja en los campos también puede generar emisiones de óxido nitroso, mientras que las emisiones de metano entérico del subsector son elevadas porque los rebaños de cría tienen tasas de crecimiento relativamente bajas e índices de fertilidad reducidos, tal como se indica en el plan nacional para el sector. Las tasas de crecimiento más lentas aumentan el tiempo necesario para que los animales destinados a la producción de carne alcancen el peso requerido para el consumo y, por lo tanto, también aumentan las emisiones de metano que producen a lo largo de su vida. Entre las soluciones prometedoras se incluye la mejora de la calidad de las pasturas, la salud de los animales y la gestión del pastoreo. Juntas, estas tres estrategias podrían reducir sustancialmente las emisiones de carbono⁵². De forma similar, Fischer y Bilencia (2020) consideran que, con las prácticas disponibles, sería posible aumentar la producción de carne vacuna en Argentina en un 15 % sin incrementar de forma significativa el impacto ambiental del sector.

⁵¹ Véase <https://www.fao.org/faostat/es/>.

⁵² La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2013) estima que dichas reducciones podrían ser de entre el 18 % y el 29 % con respecto al punto de referencia.

Los sistemas de cultivo han experimentado un importante crecimiento de la productividad desde la década de 2000, y la innovación continua puede ayudar a reducir aún más las emisiones y aumentar la resiliencia. En los últimos años, el sistema financiero argentino, orientado a pequeñas inversiones de capital de riesgo, ha permitido una ola de innovaciones tecnológicas en el sector agroalimentario a través de inversiones directas. El sector privado ha encabezado el desarrollo de un amplio espectro de nuevas tecnologías del sector agroalimentario en áreas como la biotecnología, la agricultura digital, la agricultura climáticamente inteligente, el comercio y la comercialización. Sin embargo, dado que no todos los beneficios de las inversiones en investigación pueden ser internalizados, el compromiso público con la investigación y el desarrollo sigue siendo vital para lograr niveles socialmente óptimos de beneficios⁵³. Para ayudar al ecosistema de innovación agroalimentaria de Argentina a impulsar la adopción de prácticas climáticamente inteligentes, un enfoque múltiple debería incluir: el aumento de la investigación y el desarrollo con apoyo público para inventar, adaptar y difundir nuevas tecnologías; la movilización del sector privado para invertir en investigación e innovación a través de la liberalización del mercado; la realización de una reforma regulatoria; y la protección de los derechos de propiedad intelectual. En relación con la demanda, las prioridades incluyen el abordaje las cuestiones pendientes en las condiciones propicias y la mejora de los servicios de asesoramiento y el acceso al financiamiento y a los mercados para eliminar las limitaciones a la adopción de tecnologías por parte de los pequeños productores, así como la inversión en capital humano y capacidades.

El fortalecimiento de la logística de las cadenas de valor agrícolas ayudará a reducir las emisiones.

La intensidad de las emisiones de Argentina para todos los cereales, excluyendo el arroz, es baja en comparación con los niveles mundiales (0,12 frente a 0,2 kg de CO₂e/kg de producto en 2017, según FAO, 2020), en parte debido al aumento de la productividad. El transporte, el procesamiento y el almacenamiento de alimentos representan oportunidades importantes para reducir los residuos, mejorar la eficiencia y promover cadenas de valor más inclusivas. Los alimentos son los que más contribuyen al valor agregado del sector manufacturero (es decir, representan el 20 % del valor agregado). La eficiencia energética en las cadenas de frío y el almacenamiento puede reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos y el uso de energía y, por ende las emisiones, además de promover las cadenas de valor inclusivas. La pérdida y el desperdicio de alimentos en Argentina asciende a 3,2, 1,2 y 0,7 millones de toneladas en los hogares, los servicios de alimentación y el comercio minorista, respectivamente. En términos per cápita, Argentina ocupa el puesto 62 entre los países para los que existe información comparable⁵⁴. Skaf y otros (2021) revelan que, en Argentina, la mayor proporción de residuos corresponde a los cereales y la menor al pescado, y que el impacto climático de la pérdida y el desperdicio de alimentos en el país es relativamente bajo en comparación con otros países. Las emisiones procedentes del transporte agrícola también podrían reducirse, con la mejora de la logística y las nuevas tecnologías de los vehículos (véase la sección 3.2.5).

Debido a la exposición de Argentina a las políticas relacionadas con el comercio climático de otros países, la reducción de sus propias emisiones evitaría riesgos y podría impulsar la competitividad del país. Si se aplican según están propuestos actualmente, los mecanismos de ajuste en frontera por carbono (MFAC) de la UE o de los EE. UU.⁵⁵ podrían crear riesgos relativamente menores para la posición

⁵³ En Argentina, algunas investigaciones indican que la inversión pública en investigación agrícola tiene una rentabilidad de la inversión positiva y significativa (entre el 6 % y el 12 %, según las tasas de descuento consideradas) y una elasticidad de la productividad total de los factores con respecto al capital de investigación público de entre 0,20 y 0,34 (Lema y Hermo, 2019).

⁵⁴ Véase <https://www.bosch-home.co.uk/experience-bosch/global-food-waste>, con datos del Informe del Índice de Desperdicio de Alimentos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2021).

⁵⁵ La implementación de los MAFC y otros reglamentos similares siguen siendo objeto de un amplio debate internacional, que incluye su conformidad con las normas de la Organización Mundial del Comercio.

del comercio exterior de Argentina⁵⁶. Sin embargo, su ampliación a los productos agrícolas, así como la aprobación de otros nuevos reglamentos propuestos, podrían afectar a las exportaciones agrícolas argentinas de manera más significativa⁵⁷. En su forma actual, el MFAC de la Unión Europea no supondría un riesgo significativo, ya que los bienes que incluye (aluminio, cemento, fertilizantes, hierro y acero, y electricidad) representan una parte muy pequeña de las exportaciones de Argentina (gráfico 3.6)⁵⁸. La ampliación de los MFAC para incluir las fugas de carbono de todas las instalaciones registradas en el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea y los bienes con métodos de cálculo de la huella ambiental acordados en el marco del Mecanismo de Financiamiento de Emergencia para Casos de Pandemia de la Unión Europea (UE-MFEP) supondría un riesgo mayor (más del 3,9 % de las exportaciones argentinas)⁵⁹. Esta exposición disminuiría la competitividad de productores argentinos si su intensidad de emisiones fuera superior a la de los productores de la UE y de otros socios comerciales que aplican normativas similares o de países competidores que exportan el mismo producto⁶⁰. Por otro lado, una prohibición de la UE a la importación de productos agrícolas que no puedan demostrar que están libres de deforestación afectaría directamente al 4 % de las exportaciones argentinas (el 3,2 % de la soja y el 0,8 % de la carne vacuna) y potencialmente a una mayor cantidad a través de las cadenas de valor mundiales; la regulación de productos libres de deforestación de EE. UU., si se aprobara, tendría efectos más leves, ya que solo afectaría de manera directa al 0,3 % de las exportaciones argentinas. Cuanto mayor sea la tasa de deforestación de un país, mayor será el escrutinio de los productores, que deberían aportar pruebas de las coordenadas geográficas en las que han producido sus bienes⁶¹. Por ende, las pérdidas dependerían de la facilidad con que los productores puedan demostrar que están libres de deforestación. La obtención de la condición de “libre de deforestación” implica costos, y si los productores no pueden demostrar dicha condición, su única alternativa será cambiar de destino de exportación, lo que también implica costos para ingresar a nuevos mercados⁶². Para reducir estos costos,

⁵⁶ En julio de 2021, la Comisión Europea propuso el MAFC de la UE para abordar el riesgo de fuga de carbono, en reemplazo de la distribución gratuita de emisiones del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea. Esa propuesta fue votada por el Parlamento Europeo este año, y entrará plenamente en vigor en 2027, después de un período de transición. Un proyecto de ley similar, la Ley de Transición y Competencia Justa, Asequible, Innovadora y Resistente (Fair, Affordable, Innovative and Resilient Transition and Competition Act, S.2378), se presentó al mismo tiempo en el Congreso de Estados Unidos. Ambas políticas imponen a los importadores un cargo por el contenido de carbono de algunos sectores industriales, neto de los precios del carbono ya pagados en su país de origen, por lo general, en sectores de altas emisiones que tienen una gran movilidad internacional.

⁵⁷ Algunos ejemplos son la propuesta regulación de productos libres de deforestación de la UE, publicada en noviembre de 2021, y el proyecto de ley de Estados Unidos de Fomento del Estado de Derecho en el Extranjero y del Comercio Ecológico de 2021 (Fostering Overseas Rule of Law and Environmentally Sound Trade Act, Ley FOREST, S.2950 y H.R.5508), presentado en el Senado en junio de 2021 y en la Cámara de Representantes en agosto de 2021. Las regulaciones de productos libres de deforestación también están relacionadas con la acción climática ya que, según Gibbs, Harris y Seymour (2018), si la deforestación tropical fuera un país, ocuparía el tercer lugar en CO₂e, después de China y Estados Unidos. Con el 10 % de los bosques del mundo perdidos entre 1990 y 2020, y el 80 % de esa pérdida provocada por la expansión de las tierras agrícolas, actuar sobre el cambio climático exige abordar la deforestación. Según la regulación de productos libres de deforestación de la Unión Europea, el consumo de productos de la UE fue responsable del 19 % de la deforestación tropical.

⁵⁸ Estados Unidos, Canadá, Japón y el Reino Unido evalúan la posibilidad de adoptar mecanismos similares. Si lo hacen, el impacto sería igualmente pequeño.

⁵⁹ Se han definido métodos de cálculo de las emisiones de carbono para 21 sectores en el marco del UE-MFEP.

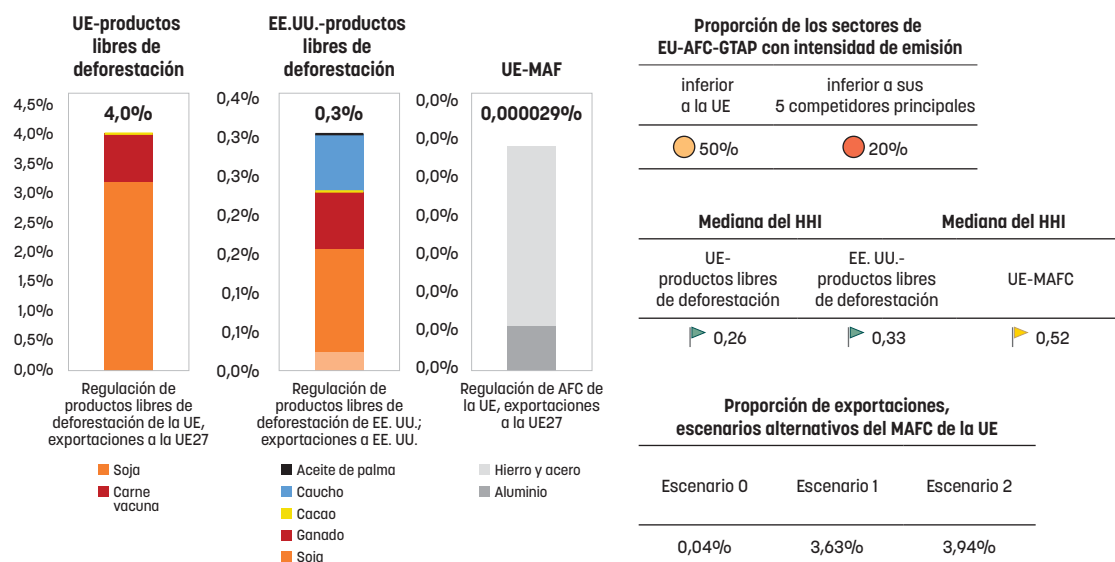
⁶⁰ De acuerdo con Conte Grand, Schulz-Antipa y Rozenberg (2022), las emisiones de carbono del hierro y el acero de Argentina parecen ser mayores que las de Europa y la mayoría de sus competidores regionales, mientras que se estima que el contenido de carbono del aluminio es menor que el de Europa y algunos de sus competidores regionales; según estimaciones, los destinos de las exportaciones de aluminio también están más concentrados que los del hierro y el acero.

⁶¹ Con respecto al riesgo de deforestación por país para los bienes objeto de este tipo de regulaciones, existen algunos datos: en 2016, la tasa de riesgo de deforestación para la carne vacuna y de búfalo producida en Argentina es de 47 800 hectáreas al año, en el cuarto puesto de América Latina, después de Brasil, México y Colombia, y para la soja, 6851 hectáreas al año, también en cuarto lugar, después de Brasil, Paraguay y México (Pendrill, Persson and Kastner 2020). Note que se necesitaría saber la deforestación por unidades del producto para tener una idea más acabada de la competitividad.

⁶² Las estimaciones de la concentración de las exportaciones en Conte Grand, Schulz-Antipa y Rozenberg (2022) muestran que a los productores de soja y de carne vacuna les resultaría menos difícil cambiar de mercado que a los productores de pasta de papel y de aceite de palma, ya que sus destinos de exportación expuestos están más diversificados (gráfico 3.6).

el Gobierno puede ayudar a los agricultores de dos maneras: reduciendo la deforestación en el país en general, y proporcionando a los agricultores las herramientas y los datos adecuados para demostrar que están libres de deforestación.

GRÁFICO 3.6. Porcentaje de exportaciones argentinas que se verían afectadas por las regulaciones verdes (2019)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de Conte Grand, Schulz-Antipa y Rozenberg (2022).

Notas: IHH = Índice Herfindahl-Hirschman. El cálculo de la intensidad de las emisiones incluye las emisiones de Alcance 1 según la red GTAP11 (https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/v11/v11_doco.aspx). El escenario base del MAF de la UE incluye el aluminio, el cemento, el hierro y el acero, y los fertilizantes; el escenario 1 incluye sectores adicionales de fuga de carbono del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea con instalaciones en su territorio; el escenario 2 incluye bienes adicionales en el marco del UE-MEFP. Comercio de la UE27 se refiere a los 27 países de la Unión Europea.

3.2.2. Suministro de energía: gran potencial para el despliegue de energías renovables no convencionales, con un cuidadoso diseño de la normativa

Para descarbonizar la producción de electricidad, Argentina podría eliminar progresivamente la producción de energía térmica y aumentar la producción de energía renovable. El escenario preparado para la segunda CDN incluye un 25 % de capacidad eólica y solar para 2030, con un aumento de la energía nuclear hasta el 14 % y de la energía hidroeléctrica hasta el 31 %. Analistas académicos y comerciales también han elaborado escenarios para descarbonizar el sector eléctrico argentino, que se pueden utilizar para ilustrar la viabilidad que supone alcanzar las cero emisiones netas en el sector de la electricidad para el año 2050 (cuadro 3.1). Los escenarios elaborados por Deloitte para Enel (presentados el 4 de octubre de 2022) y el que se realizó mediante el modelo POLES (del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea) incrementan la cuota de capacidad de las energías renovables (eólica y solar) del 12 % en 2021 al 39 % y el 35 % en 2030, respectivamente, y al 72 % y el 81 % en 2050. En todos estos escenarios se elimina gradualmente la capacidad de producción de gas natural para 2045. El escenario de Enel también incluye 30 gigavatios de almacenamiento en baterías para cubrir los picos de demanda. Argentina puede utilizar esta producción de electricidad limpia para abastecer a los vehículos eléctricos, la calefacción residencial y las industrias ligeras como parte de la descarbonización general de la economía.

CUADRO 3.1. Capacidad de energía instalada en 2021 y posibles caminos hacia un modelo con bajas emisiones de carbono

	Capacidad actual (% del total)	Segunda CDN (% del total)	Camino hacia cero emisiones netas del modelo POLES (% del total)		Escenario de descarbonización de Enel (% del total)	
	2021	2030	2030	2050	2030	2050
Energía hidroeléctrica	25	31	23,6	12,1	20	8
Energía térmica	59	30	37,8	6,8	36	9
Energía nuclear	4	14	3,6	7,8	5	2
Energías renovables	12	25	34,9	71,8	39	81

Fuentes: Para conocer la capacidad existente, véase <https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/>; para el modelo POLES, Kermamidas y otros (2021); para el escenario de Enel, véase la Hoja de ruta para la transición energética 2030–2050 (análisis de Deloitte presentado el 4 de octubre de 2022).

Para sentar las bases de esa transformación a largo plazo, la Ley 27191 de 2015 establece que el 20 % de la demanda de electricidad deberá generarse a partir de fuentes renovables para 2025. En 2021, las fuentes renovables cubrían el 13 % de la demanda⁶³. Se trata de un crecimiento notable respecto al 2 % de la década anterior, lo que refleja el enorme potencial técnico y financiero de las fuentes de energía eólica y solar. Argentina ha instaurado diversos instrumentos para aumentar las energías renovables, como RenovAr (2016–18) y el Programa de Generación de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (GENREN), que comenzó en 2009. En el marco del programa RenovAR, se convocaron una serie de licitaciones públicas para que los inversores privados instalaran capacidad de generación de energía a partir de fuentes renovables. La electricidad generada pasa a la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), que paga en dólares el monto que el inversor ofreció en la licitación pública. El objetivo es dar estabilidad a los oferentes, ya que la cadena de valor de las energías renovables requiere muchos insumos importados⁶⁴. Otros instrumentos son el Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER), que ayuda a financiar proyectos de energías renovables, y el marco legal para los acuerdos de compra de energía de las empresas (power purchase agreements, ACE), que otorga a los generadores de energías renovables acceso prioritario a las compras de CAMMESA⁶⁵. RenovAR impulsó 186 proyectos, con una capacidad total proyectada de 4726 megavatios⁶⁶. Los incentivos implícitos en estos programas explican en parte por qué la energía eólica se multiplicó por 18 y la solar por 132 entre 2016 y 2021⁶⁷.

⁶³ <https://cammesaweb.cammesa.com/historico-energias-mensuales/>.

⁶⁴ A finales de 2017, los sectores privado y público y los sindicatos acordaron un plan para mejorar la participación de los bienes nacionales en las inversiones y la gestión de las energías renovables (Panadeiros, 2020). Para ayudar al proceso, el Gobierno aumentó algunos aranceles de importación de la tecnología para energías renovables.

⁶⁵ Un ACE corporativo es un contrato a largo plazo por el que una empresa se compromete a comprar electricidad directamente a un generador de energía. Esto difiere del enfoque tradicional de simplemente comprar electricidad a los proveedores de electricidad con licencia, a menudo conocido como ACE de servicios públicos.

⁶⁶ Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de Panadeiros (2020) y Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S. A. (CAMMESA). En marzo de 2022, la potencia operativa era de 3293 megavatios.

⁶⁷ Los proyectos de energía eólica y solar incluidos en RenovAR y FODER eran relativamente pocos (2 % y 10 % de todos los proyectos, respectivamente), pero representaban el 94 % del total de kilovatios producidos.

Entre los obstáculos para el fomento de las energías renovables se encuentran la falta de infraestructuras de transmisión y de financiamiento. Algunos proyectos aprobados en el marco del programa RenovAR no se iniciaron y no se llevaron a cabo nuevas rondas de RenovAR, por diversos motivos. En primer lugar, Argentina necesita más infraestructura para conectar las energías renovables a la red, y se trata de inversiones costosas en un momento de enorme restricción fiscal. Argentina está tratando de resolver esa limitación a través de un Plan Federal de Transporte Eléctrico, con el que pretende reforzar y desarrollar su infraestructura de transmisión⁶⁸. En segundo lugar, las empresas que buscan invertir en energías renovables tienen dificultades para encontrar fondos, en parte debido a la inestabilidad macroeconómica del país. En tercer lugar, los proyectos de energías renovables requieren una alta proporción de importaciones en un contexto de escasas reservas de divisas. Por último, los subsidios a los combustibles fósiles afectan negativamente a la competitividad de la generación de energía renovable (véase Samper, Coria y Facchini, 2021).

3.2.3. Reservas de petróleo y gas no convencionales: beneficios para el sector privado, con riesgos para la balanza fiscal y comercial

Argentina cuenta con importantes reservas de petróleo y gas no convencionales. Con más de 22 000 millones de metros cúbicos, se estima que sus reservas de gas no convencional son las segundas más grandes del mundo. Además, con 27 000 millones de barriles, es el cuarto país del mundo con más reservas de petróleo no convencional técnicamente recuperables. Las reservas comprobadas son mucho menores: en 2020, se estimaba que Argentina tenía 2500 millones de barriles de petróleo y 400 miles de millones de metros cúbicos de reservas comprobadas de gas natural (BP, 2021). La provincia de Neuquén posee el 73 % de las reservas de petróleo y gas de esquisto técnicamente recuperables del país. El tamaño y la composición de un yacimiento de importancia mundial, Vaca Muerta, lo convierten en el centro de gran parte de la política y los debates públicos de Argentina sobre el petróleo y el gas⁶⁹.

Pese a tener un largo historial de exploración y explotación de petróleo y gas, Argentina sigue dependiendo de las importaciones de combustible, y Vaca Muerta es una oportunidad para mejorar la balanza comercial. Aunque exporta petróleo crudo, el país importa productos petrolíferos refinados. Las importaciones de gas son muy estacionales, y el gas boliviano cuesta el 2 % del PIB durante el invierno⁷⁰. La explotación de Vaca Muerta se considera una herramienta para reducir los costos de importación, mejorar los flujos de ingresos fiscales e incrementar las reservas de divisas del país. La reducción de la dependencia de las importaciones de energía es un objetivo clave del Gobierno argentino y la explotación de gas y petróleo no convencional es una prioridad gubernamental. Los primeros cálculos de los beneficios de la explotación del gas y el petróleo no convencionales eran extremadamente altos, aunque los análisis más recientes sitúan los posibles beneficios del sector privado entre el 6 % y el 9 % del PIB (Romero, Mastronardi y Vila Martínez, 2018; Coremberg, 2019). Sin embargo, en ellos no se tienen en cuenta los posibles impactos sobre las transferencias fiscales

⁶⁸ Véase el Plan Federal de Transporte Eléctrico, que pretende reforzar y desarrollar su infraestructura de transmisión.

⁶⁹ El trabajo analítico de esta sección abarca todo el petróleo y el gas no convencionales, pero los resultados se centran en los recursos de gas no convencionales, en particular los de la provincia de Neuquén.

⁷⁰ Análisis del Equipo de Energía de Gabriela Vidjen (2022).

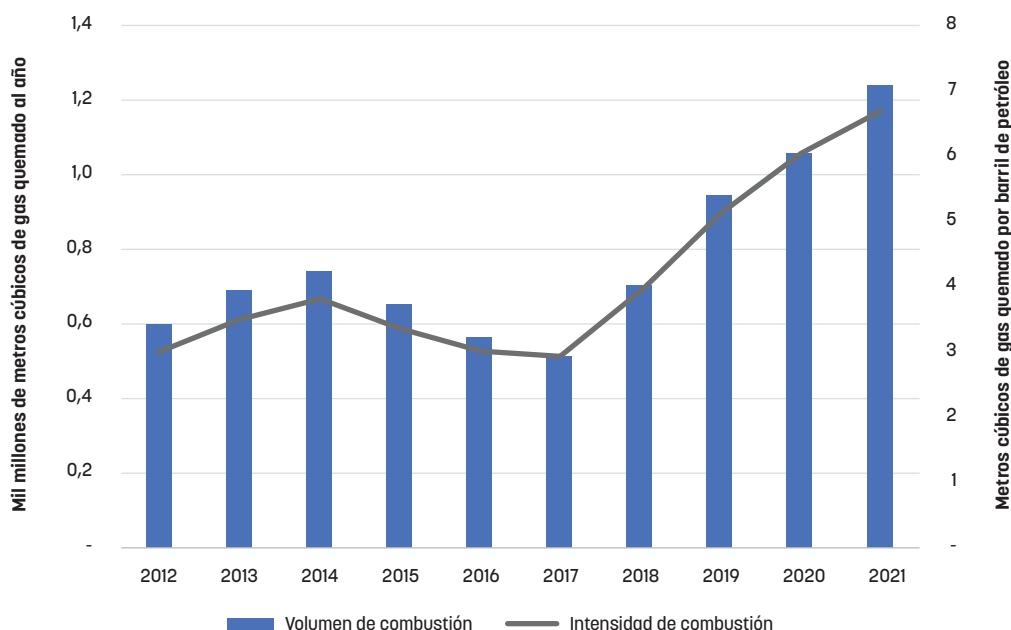
o la balanza comercial en un marco unificado, ni los posibles efectos a largo plazo de una transición global hacia la reducción de las emisiones de carbono sobre la futura demanda de petróleo y gas (y, por lo tanto, sobre el potencial de exportación).

Desde la perspectiva del cambio climático, la explotación de petróleo y gas plantea diversos desafíos.

El consumo interno de petróleo y gas producido e importado es la causa del 48 % del total de las emisiones de GEI de Argentina, principalmente, a través del sector de la producción de electricidad y calor, la industria manufacturera y el sector del transporte, que son responsables del 32 %, el 18 % y el 27 % del total de las emisiones procedentes de la combustión de petróleo y gas, respectivamente. La extracción de petróleo y gas genera el 3 % de las emisiones de GEI del país, principalmente por la quema de gas. Con la transición mundial hacia la reducción de las emisiones de carbono, el sector está expuesto a incertidumbres que afectan a la oportunidad de explotar el petróleo y el gas de Vaca Muerta. En primer lugar, a medida que las tecnologías con bajas emisiones de carbono, como las energías renovables y los vehículos eléctricos, sean competitivas en cuanto a costos, el consumo nacional de petróleo y gas podría disminuir en Argentina. En segundo lugar, a medida que más países se comprometan con objetivos de cero emisiones netas, los riesgos de transición relacionados con el clima (como el riesgo de activos de combustibles fósiles varados) suponen una amenaza creciente para la inversión a largo plazo en infraestructuras de petróleo y gas (Semieniuk y otros, 2022). Un estudio reciente revela que, de aquí a 2035, cuando se adopten políticas climáticas para mantener las temperaturas globales por debajo de los 2 °C, la producción de esquisto de Argentina disminuirá hasta el 40 % de los niveles de producción de 2018, y entre el 19 % y el 27 % de las reservas de gas seguirán siendo incombustibles, con lo cual se generan “activos varados” (Welsby y otros, 2021). En tercer lugar, la creciente demanda de petróleo y gas con una intensidad de GEI lo más baja posible en la cadena de suministro subraya la importancia de intensificar las medidas para frenar la quema y el venteo de gas en Argentina para que sus exportaciones sigan siendo competitivas,

El desarrollo de una estrategia de transición para el sector del petróleo y el gas podría ayudar a reducir la quema de gas. Argentina ocupa el puesto 24 a nivel mundial por el volumen de gas quemado en 2020 (Asociación Mundial para la Reducción de la Quema de Gas [Global Gas Flaring Reduction Partnership, GGFR], 2022), año en el que su volumen de gas quemado alcanzó un máximo histórico (+ 12 de incremento) y la intensidad del gas quemado aumentó a medida que la producción de petróleo se redujo en un 13 % (gráfico 3.7). En la actualidad, Argentina prohíbe a los productores de petróleo y gas la quema de gas sin la autorización de los organismos reguladores provinciales, pero se sigue realizando esta práctica. Los gravámenes sobre la quema de gas son una posible herramienta para hacer frente a los efectos negativos de una manera económicamente eficiente, pero es fundamental un buen diseño de estos. Otra medida clave es simplificar y asignar responsabilidades bien definidas a los organismos federales y provinciales encargados del sector del petróleo y el gas. Incentivar la aplicación en forma experimental y la adopción de nuevas tecnologías también podría acelerar la búsqueda de tecnologías adecuadas para utilizar el gas asociado de fuentes pequeñas, dispersas y a menudo remotas. Por ejemplo, las pruebas en curso de instalaciones de gas natural microlíquido montadas en camiones ofrecen una solución potencial.

GRÁFICO 3.7. Evolución de los principales parámetros de quema de Argentina (2020)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de la Asociación Mundial para la Reducción de la Quema de Gas (GGFR) (2022).

Para explorar estrategias eficaces para el sector del petróleo y el gas ante la complejidad que rodea a la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono, este ICDP explora una amplia gama de posibles políticas y de incertidumbres para identificar las circunstancias que conducen a resultados positivos en tres objetivos: el valor neto actualizado (VNA) para el sector privado, los ingresos fiscales netos y la balanza comercial. Se evalúan los resultados de cinco categorías de políticas diferentes (impuestos, subsidios, inversión pública en capital aguas abajo (*downstream*), políticas de eficiencia energética y políticas de distorsión de precios) frente a cientos de futuros posibles definidos por incertidumbres. Estas incertidumbres incluyen la trayectoria de los precios, las tasas de descuento, las elasticidades de los precios de la oferta de gas y petróleo, las tasas de crecimiento de la demanda de electricidad, los niveles de la demanda mundial y un conjunto de variables relacionadas con la producción y con los gastos operativos y de capital.

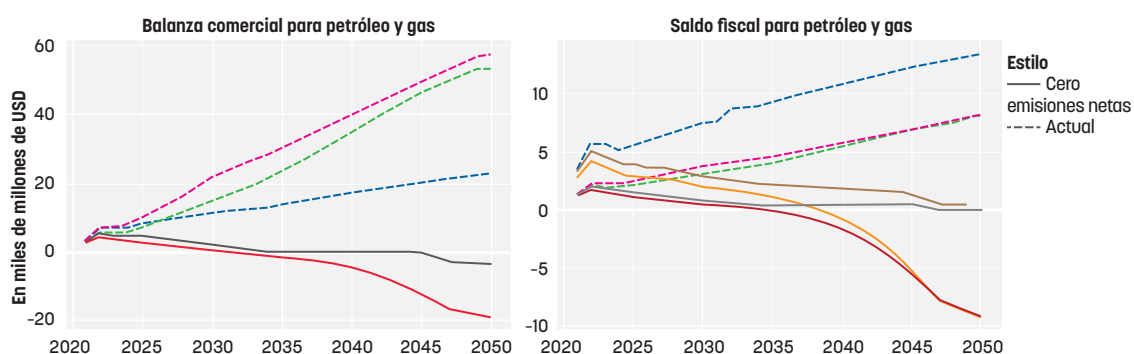
En todas las políticas e incertidumbres exploradas, el sector privado obtiene casi siempre rendimientos positivos de las inversiones en petróleo y gas, mientras que existen mayores riesgos para el sector público derivados de la balanza comercial y los ingresos fiscales. En general, menos del 1 % de los resultados modelados tienen un VNA negativo para el gas, mientras que el 53 % de los resultados presentan ingresos fiscales negativos y el 77 % registran impactos negativos en la balanza comercial. Los resultados de la balanza comercial y de las transferencias fiscales están muy correlacionados y son muy sensibles a las presunciones sobre la transición mundial hacia la reducción de las emisiones de carbono (Turner, Conte Grand y Rozenberg, 2022). Los resultados del ejercicio de modelización destacan la importancia de los resultados de la balanza comercial en los impactos fiscales de la explotación, y de cambiar las futuras inversiones a gran escala en la explotación, el transporte, la licuefacción y la exportación de estos recursos del financiamiento público al privado.

Las estrategias más sólidas para el sector del gas, que conducen a resultados positivos tanto para

el sector privado como para el público, son las que limitan el apoyo del gobierno a Vaca Muerta según sus compromisos actuales. Turner, Conte Grand y Rozenberg (2022) someten a un análisis de robustez diferentes tipos de políticas para mostrar cómo se comportan de acuerdo con los tres objetivos políticos a través del conjunto de incertidumbres. Las políticas con una explotación menos intensa de Vaca Muerta protegen contra grandes resultados negativos. Por otro lado, las políticas que favorecen de forma dinámica las inversiones en Vaca Muerta y la capacidad de exportación de gas podrían generar grandes beneficios, pero solo en determinadas circunstancias (trayectoria actual de precios altos del gas, ausencia de transición global y descenso lento de la producción de los pozos). También conducen a resultados mucho más desfavorables para las cuentas fiscales y la balanza comercial en el caso de que el Gobierno financie el gasto de capital y una transición hacia la reducción de las emisiones de carbono que reduciría la demanda de exportaciones y desalentaría la inversión privada en nuevos pozos.

Las políticas de petróleo y gas se combinan en ocho escenarios diseñados para mostrar el resultado de múltiples combinaciones de opciones de políticas de petróleo y gas y bajo dos escenarios globales: políticas de cero emisiones netas y políticas vigentes (gráfico 3.8). Los escenarios 2 y 4 son los que presentan los resultados más negativos con respecto a los impactos fiscales, ya que reflejan opciones de políticas que no prevén una transición nacional mientras el resto del mundo adopta una transición global de cero emisiones netas. Las opciones de políticas en los escenarios 5 a 8 minimizan los resultados negativos en caso de una transición global de cero emisiones netas al preparar a Argentina para una transición energética nacional. Las políticas que apoyan una transición nacional incluyen inversiones en electrificación y eficiencia energética, así como reformas que garanticen que los precios de la energía respondan a las señales de la demanda nacional e internacional, especialmente para los productores.

GRÁFICO 3.8. Desempeño de políticas alternativas ante dos escenarios globales (políticas vigentes y cero emisiones)



Escenario/ leyenda	Apoyo al petróleo y gas	Transición interna	Contexto externo	Precios (valor de 2015)	GASCAP de energía renovable (porcentaje del PIB de 2015)	GASOP de energía renovable (porcentaje del PIB de 2015)	GASCAP de petróleo y gas (porcentaje del PIB de 2015)	GASOP de petróleo y gas (porcentaje del PIB de 2015)
1	Situación actual	Situación actual	Políticas vigentes	Gas: USD 8.3 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 42.1/ barril (Brent)	1,6	0,8	2	7,1

Escenario/ leyenda	Apoyo al petróleo y gas	Transición interna	Contexto externo	Precios (valor de 2015)	GASCAP de energía renovable (porcentaje del PIB de 2015)	GASOP de energía renovable (porcentaje del PIB de 2015)	GASCAP de petróleo y gas (porcentaje del PIB de 2015)	GASOP de petróleo y gas (porcentaje del PIB de 2015)
2	Situación actual	Situación actual	Cero emisiones netas	Gas: USD 3.8 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 21.5 (Brent)	1,1	0,7	2,2	4,9
3	Alto apoyo	Situación actual	Políticas vigentes	Gas: USD 8.3 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 42.1/ barril (Brent)	1,6	0,8	4,8	7,8
4	Alto apoyo	Situación actual	Cero emisiones netas	Gas: USD 3.8 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 21.5 (Brent)	1,1	0,7	2,9	4,9
5	Bajo apoyo	Transición	Políticas vigentes	Gas: USD 8.3 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 42.1/ barril (Brent)	3,9	1,4	1,6	6,8
6	Bajo apoyo	Transición	Cero emisiones netas	Gas: USD 3.8 (PROMEDIO DE GNL/ Petróleo: USD 21.5 (Brent)	3,2	1,3	1,6	4,9
7	Alto apoyo	Transición	Políticas vigentes	Gas: USD 8.3 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 42.1/ barril (Brent)	3,9	1,4	4,2	7,8
8	Alto apoyo	Transición	Cero emisiones netas	Gas: USD 3.8 (PROMEDIO DE GNL) Petróleo: USD 21.5 (Brent)	3,2	1,3	2,2	4,9

Fuentes: Los cálculos de la balanza comercial, los impactos fiscales y los gastos de capital (GASCAP) y los gastos de operación (GASOP) son resultados de modelos elaborados por el personal del Banco Mundial y descritos en Turner, Conte Grand y Rozenberg (2022); los precios del petróleo y el gas se toman de los escenarios realizados por el equipo de macroeconomía del Banco Mundial para las políticas vigentes; los precios de cero emisiones netas se basan en los escenarios de la Agencia Internacional de Energía y en las previsiones petroleras del Grupo de Perspectivas (valores constantes de 2015).

Notas: Los cálculos de la balanza comercial, los impactos fiscales y los GASCAP y GASOP corresponden al período entre 2022 y 2050; los GASCAP y GASOP se expresan en VNA con una tasa de descuento del 7,5 % y en porcentaje del PIB de 2015.

Los resultados indican direcciones futuras de investigación relacionadas con las distorsiones de los precios de la energía y las políticas para aumentar la eficiencia energética. El uso eficiente de la energía a nivel nacional representa una ganancia potencial en todos los escenarios futuros, pero se requiere un mayor análisis de los costos y beneficios de enfoques específicos (véase la sección 3.2.4). Las distorsiones de los precios de la energía en Argentina afectan a los impactos futuros de la explotación de Vaca Muerta y deberían analizarse con más detalle. Los impactos de los subsidios y el congelamiento de las tarifas (fuentes clave de distorsión de los precios) son de especial importancia (véase la sección 4.3.1 para obtener un análisis más detallado). Una mayor capacidad de respuesta a las señales de los precios puede ser beneficiosa para adaptarse a un mundo muy incierto, con las limitaciones que supone satisfacer las necesidades energéticas nacionales y cumplir otros objetivos políticos.

Argentina también podría beneficiarse del desarrollo de planes de gestión adaptativa ante la creciente incertidumbre sobre los futuros cambios en la industria. Con una mayor planificación, el sector eléctrico podría comprender mejor qué tecnologías de generación de energía constituirían una estrategia sólida de bajo costo y cómo coordinarse con los sectores del gas y el transporte, y la evolución de este último hacia la electrificación (sección 3.2.5). Los esfuerzos por aumentar la coordinación dentro del Gobierno para ajustar la producción y el consumo de energía y garantizar una transición ordenada hacia un sistema energético de bajas emisiones de GEI podrían contribuir a reducir los riesgos de escasez y exceso de oferta y demanda. Los

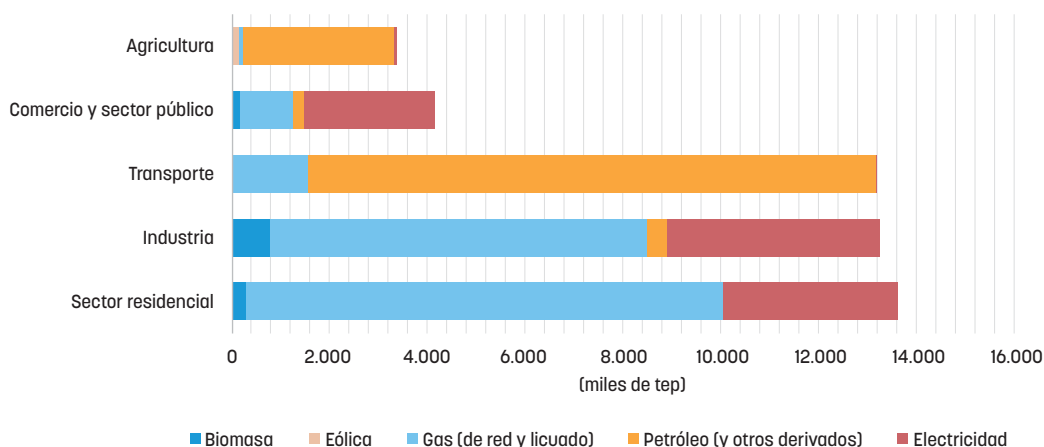
intentos para desarrollar indicadores tempranos de una rápida transición energética global o la disminución del financiamiento para nuevas inversiones en petróleo y gas también ayudarían a mejorar la capacidad de respuesta de los sectores público y privado frente a las cambiantes condiciones. Este es un ámbito en el que las futuras investigaciones del Banco Mundial podrían ayudar a definir los indicadores adecuados.

El desarrollo del petróleo y el gas no convencionales también puede tener consecuencias ambientales más amplias en cuanto a la escasez de agua y la contaminación. Los impactos relacionados con el uso del agua y la contaminación por la extracción de petróleo y gas no convencional pueden ser importantes, y Vaca Muerta está en una zona de clima semiárido, donde los agricultores cultivan frutas mediante riego. También se encuentra en tierras habitadas por comunidades autóctonas mapuches y tehuelches, que se manifiestan en contra de la tecnología de fracturación hidráulica (Hadad, Palmisano y Wahren, 2020). Estudios anteriores concluyen que es probable que haya una competencia por el consumo de agua entre la producción de alimentos y la de energía (Rosa y D'Odorico, 2019) y que la demanda de agua para la producción de petróleo y gas no convencional aumentaría de forma considerable con su explotación, lo que podría plantear problemas de seguridad hídrica en una región con escasez de agua (Rosa y D'Odorico, 2019). La contaminación de las aguas residuales es otra área clave de preocupación ambiental a medida que aumenta la producción (Sun y otros, 2019). Endogenizar los costos de la contaminación y los impactos en la escasez de agua reduciría los beneficios potenciales del proyecto (y podría reducir el número de escenarios con VNA positivo).

3.2.4. Demanda de energía: aumento de la eficiencia para reducir las emisiones y aportar cobeneficios

La mayor parte de la demanda de energía corresponde al sector residencial y a los sectores de la manufactura y del transporte. Con datos de 2020, se observa que el sector agropecuario depende del diésel y gasoil (y de la energía eólica), mientras que el comercio y el sector público utilizan principalmente electricidad y gas. Argentina tiene un vasto territorio y, por ende, una gran demanda de energía para el transporte, que usa diésel, gas, y petróleo (gráfico 3.9). Los hogares y el sector industrial, en cambio, utilizan electricidad y gas.

GRÁFICO 3.9. Demanda de energía final, por sector y tipo de combustible (2020)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos del balance energético para 2020 del Ministerio de Energía y Minería.

La intensidad de las emisiones de Argentina en relación a su PBI es inferior a la media mundial, y hay margen para mejorar la eficiencia energética. En 2020, la intensidad del consumo de energía total del país fue de 0,097 kilogramos de petróleo equivalente por dólar a la PPA de 2015, frente al promedio mundial de 0,114 kilogramos de petróleo equivalente por dólar a la PPA de 2015. Incluso si la producción nacional de energía aumentara, sería eficiente reducir la demanda interna innecesaria, ya que esto ayudaría a reducir las emisiones de GEI y los costosos subsidios a la energía. También podría mejorar la competitividad internacional de los bienes comerciables (sección 3.2.1).

La mayoría de las medidas de eficiencia energética analizadas aquí contribuyen a reducir las emisiones y suponen un ahorro neto. En los Planes de Acción Nacional de Cambio Climático por sectores del país se enumeran varias opciones de eficiencia energética, que suman aproximadamente 64,05 MtCO₂e de reducción de emisiones para 2030 en los sectores residencial, comercial, manufacturero y público (cuadro 3.2). El mayor potencial de reducción de emisiones se encuentra en la mejora de la eficiencia de la iluminación residencial, los electrodomésticos, los edificios industriales y las viviendas sociales, así como en la industria y el transporte. Un análisis de 92 acciones de eficiencia concluye que, en el escenario más optimista, 20 acciones en los sectores residencial y del transporte podrían reducir las emisiones en un 87 % para 2040 en comparación con el desarrollo habitual de la actividad (GFA Consulting Group y otros, 2021)⁷¹. En el caso de los hogares, las opciones que más contribuyen a reducir las emisiones están relacionadas con el aislamiento térmico de los edificios residenciales. Por último, en el sector manufacturero es donde se producen los mayores ahorros monetarios por cada tCO₂e que se evita⁷².

CUADRO 3.2. Políticas de eficiencia energética evaluadas por los Planes de Acción Nacional de Cambio Climático por sectores (hasta 2030)

Políticas	Plan	Tipo	Subtipo	Reducción de emisiones posibles (MtCO ₂ e)
1	Energía	Demanda de energía	Cambios en iluminación residencial	20,37
2	Energía	Demanda de energía	Eficiencia en electrodomésticos existentes	11,92
3	Industria	Eficiencia energética	Sistemas de construcción eficientes	8,50
4	Infraestructura y territorio	Edificios urbanos	Renovación de viviendas sociales (eficiencia en calefacción, refrigeración, iluminación)	4,62
5	Energía	Demanda de energía	Sistemas de calefacción eficiente	4,23
6	Industria	Eficiencia energética	Reemplazo de refrigeradores comerciales	3,32
7	Energía	Demanda de energía	Alumbrado público	3,20
8	Industria	Eficiencia energética	Motores eficientes	2,34
9	Industria	Eficiencia energética	Sustitución de lámparas	2,08
10	Energía	Suministro de energía	Centrales térmicas	1,21

⁷¹ De las 92 políticas de eficiencia energética analizadas, el 82 % implican una reducción de las emisiones y el 78 % suponen un ahorro monetario neto.

⁷² Otros estudios sobre opciones de eficiencia energética dentro del proyecto Alianza de Preparación para los Mercados de Carbono del Banco Mundial, como ECONOLER (2020) y Alberio, Aliano y Guzowski (2020), confirman que todavía hay margen para mejorar la eficiencia energética en Argentina.

Políticas	Plan	Tipo	Subtipo	Reducción de emisiones posibles (MtCO ₂ e)
11	Energía	Demanda de energía	Bombas de calor	1,03
12	Transporte	Traslado de mercancías	Mejoras en eficiencia	0,45
13	Energía	Demanda de energía	Cerramiento de edificios térmicos	0,40
14	Energía	Demanda de energía	Calentadores de agua solares	0,38
Total				64,05

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de los Planes de Acción Nacional de Cambio Climático por sectores diseñados entre 2017 y 2019.

Un gran número de acciones de eficiencia energética conllevan también efectos positivos sobre el empleo. Un análisis del aumento de la electricidad distribuida a partir de paneles solares para los hogares y comercios⁷³, la penetración de la iluminación eficiente en el sector público y en los hogares⁷⁴, y la sustitución de refrigeradores y lavadoras revela que, a partir de 2030, esas acciones pueden aumentar el empleo urbano en un 0,18 % en comparación con el año base⁷⁵ (35 774 nuevos puestos de trabajo), al tiempo que se incrementa la actividad económica (valor bruto agregado) en un 0,24 % (USD 2848 millones en USD de 2017) y se reducen las emisiones en 5,22 MtCO₂e (1,43 % de las emisiones del año base) (cuadro 3.3). Individualmente, a excepción de la iluminación, las acciones implican efectos sustanciales sobre el empleo. Los impactos de actividad calculados para la generación distribuida de electricidad producida por paneles solares son mínimamente positivos, pero las previsiones muestran un alto impulso positivo en el empleo. La inversión en energía solar requiere la compra e instalación de paneles solares, lo que generaría unos 13 508 puestos de trabajo para 2030 y aumentaría las emisiones (0,17 MtCO₂e). La reducción implícita de la demanda de energía procedente de otras fuentes de energía provocaría la pérdida de unos 2979 puestos de trabajo en el sector de la energía, pero reduciría las emisiones en 1,74 MtCO₂e. Luego, gracias al ahorro de energía de los hogares, la demanda inducida en otros bienes crearía 2256 nuevos puestos de trabajo. Como resultado de estos efectos directos, indirectos e inducidos, el aumento de la generación distribuida a partir de la energía solar tendría un efecto neto sobre el empleo, creando 12 784 nuevos puestos de trabajo para 2030. Los cambios en los electrodomésticos también son beneficiosos para el empleo, la actividad económica y las emisiones de GEI, pero a diferencia de la generación de electricidad solar distribuida, implicarían costos fiscales de alrededor del 0,42 % del PIB (2017) porque la política se centraría en los hogares de menores ingresos (véase Romero y otros, 2022).

⁷³ De conformidad con la Ley de Generación Distribuida de Argentina (Ley 27424/2017 y Decreto 986/2018), los usuarios pueden generar energía a partir de fuentes renovables y venderla a la red eléctrica al mismo precio que paga CAMMESA.

⁷⁴ En Argentina, la venta de lámparas incandescentes y halógenas está prohibida por ley (Leyes 26473/2009 y 27492/2019, respectivamente).

⁷⁵ Elaborado a partir de datos del PIB de 2017, ya que ese es el año de la matriz de insumos y productos utilizada por los autores.

CUADRO 3.3. Impactos acumulados de las políticas de eficiencia energética seleccionadas con respecto a la actividad, el empleo y las emisiones de GEI para 2030

Política sobre uso eficiente de la energía	Impacto en la actividad (en millones de \$ AR, 2021)	Impacto en el empleo (en cantidad de puestos de trabajo)	Impacto en las emisiones de GEI (en MtCO ₂ e)	Principales supuestos
Generación distribuida de electricidad (solar)	764/-826/91 = 29	13 508/-2979/2256 = 12 784	0,17/-1,74/0,10 = -1,47	<ul style="list-style-type: none"> +996,5 MW, hasta alcanzar 1000 MW en 2030 25 % residencial y 75 % comercial Costo de inversión en paneles e instalación (81 % de importación) 100 % consumo propio Ahorro basado en las tarifas eléctricas y en los paneles con 25 años de vida útil
Iluminación: edificios públicos	0/-172/0 = -172	0/-984/0 = -984	0/-0,21/0 = -0,221	<ul style="list-style-type: none"> 74 % LED y 26 % HPS** para 2029 4,8 millones de lámparas en 2021 con un incremento anual del 1,56 %. Instalación del 0,5 % del costo de las lámparas El ahorro se destina a reducir el déficit
Iluminación: hogares	0/-457/154 = -304	0/-3493/2525 = -968	0/-2,01/0,03 = -1,98	<ul style="list-style-type: none"> 100 % LED para 2029. 10 lámparas por hogar (12,7 millones de hogares) Sin costo de instalación Ahorro basado en las proyecciones de los precios de la electricidad
Electrodomésticos: refrigeradores	2479/-371/107 = 2215	17 239/-2830/1751 = 16 160	0/-2,01/0,03 = -1,2	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar 3 millones de ineficientes a eficientes (A) Financiamiento del Gobierno Los hogares consumen el 70 % del ahorro con esta política
Electrodomésticos: lavadoras	1064/-128/143 = 1080	7402/-974/2354 = 8781	0,17/-0,56/0,03 = -0,36	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar 1,5 millones de ineficientes a eficientes (A) Financiado por el Gobierno Los hogares consumen el 70 % del ahorro con esta política
TOTAL	2848 millones \$ AR (0,24 % del valor agregado bruto) 	35 774 empleos (0,18 % de los empleos urbanos) 	-5,22 MtCO₂e (1,43 % de las emisiones de GEI) 	

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de Romero y otros (2022).

Notas: * Los impactos son acumulativos hasta 2030 y se indican en el siguiente orden: efectos de inversión por el gasto interno/efecto de sustitución a causa de la eficiencia energética/efecto de recuperación. Los impactos totales se destacan en negrita. Las cuotas (%) se calculan con respecto a 2017, el año base de la matriz de insumos y productos. ** Lámparas de sodio de alta presión.

3.2.5. Sector del transporte: mejoras esenciales en el transporte de mercancías que favorecen la competitividad y la descarbonización

La CDN2 de Argentina destaca al sector del transporte como crucial para la agenda de mitigación y de adaptación climática del país. En 2018, el sector representa alrededor del 13 % de las emisiones de GEI de Argentina, con un 90,9 % procedente del transporte vial y alrededor del 45 % del transporte de mercancías (Pons y otros, 2022). En la Ciudad de Buenos Aires, el sector del transporte es responsable del 30 % de las emisiones de GEI, lo que equivale a 3,6 MtCO₂e al año (CABA, 2020). La mitad de las emisiones del transporte de la Ciudad provienen de los automóviles, el 39 % de los camiones y las furgonetas de reparto, el 7 % de los autobuses, el 3 % del ferrocarril y el 2 % de las motocicletas. El programa de mitigación del país para el sector del transporte incluye actividades destinadas a descarbonizar el sector

del traslado de mercancías: la modernización de los ferrocarriles de carga, la mejora de la eficiencia de la logística del transporte vial, la mejora del acceso del transporte de mercancías a los puertos urbanos y la producción de hidrógeno. También incluye dos actividades de adaptación: garantizar la resiliencia de la red de transporte mediante la mejora del diseño y la construcción de infraestructuras de transporte críticas, e invertir en la resiliencia de las vías navegables interiores del país, lo cual es especialmente importante para el transporte de mercancías y la descarbonización de la cadena de suministro.

Debido a que la red de transporte moviliza 570 millones de toneladas de carga a los mercados locales y globales, la mayor reducción de los costos del transporte y el aumento de la multimodalidad generarían eficiencias operativas y reducirían las emisiones de GEI. En 2018, el 92 % de los flujos de carga de Argentina (principalmente granos y productos mineros) se trasladaron por carretera. El nivel general de pavimentación de carreteras de Argentina es del 34 %, que es superior al promedio regional (27 %), pero inferior al de países con niveles de ingresos similares (67 %). Aproximadamente el 55 % de la red nacional de carreteras pavimentadas se encuentra en buen estado. El ferrocarril transporta poco más del 5 % del volumen total, medido en toneladas por kilómetro, y el transporte fluvial y aéreo solo el 1,5 % cada uno de los flujos nacionales⁷⁶.

El Gobierno ya está tomando medidas para reducir las emisiones del transporte. En cuanto a la inversión en infraestructura, el Gobierno nacional ha dado prioridad a la rehabilitación de los ferrocarriles de pasajeros en el área metropolitana de Buenos Aires para fomentar el cambio de modalidad, por ejemplo, a través del Plan de Inversión para Ferrocarril (PIF) del Ministerio de Transporte⁷⁷. Además, en el sector del transporte de mercancías, Argentina apoya el uso de combustibles alternativos y de camiones propulsados por gas natural comprimido (GNC) mediante la prestación de asistencia financiera y técnica para la modernización de la flota de camiones; el impulso a las infraestructuras de transporte intermodal y multimodal y sus correspondientes nodos, incluido el ferrocarril; el desarrollo de un Programa de Transporte Inteligente a partir de 2016 (mejoras aerodinámicas, neumáticos eficientes); y la exigencia de combinaciones mínimas de combustibles con biocombustible⁷⁸. Recientemente, Argentina lanzó un Plan de Transporte Sostenible para descarbonizar el sector y aumentar su resiliencia⁷⁹. Para fomentar la movilidad eléctrica, el país se ha centrado en reducir los derechos de importación de vehículos, autobuses y estaciones de carga. En marzo de 2021, el Gobierno anunció un proyecto de ley para promover la fabricación de vehículos impulsados por baterías de litio o por hidrógeno, y, en octubre de 2021, presentó una normativa para apoyar ambiciosas políticas relacionadas con la demanda y la oferta a fin de promover la electrificación del transporte. Si se aprueba, este proyecto de ley de movilidad sostenible fijaría el objetivo de finalizar la venta de vehículos nuevos con motores de combustión interna para 2041. También incorpora capacidades de producción y tecnologías que podrían generar empleo a nivel local⁸⁰. La descarbonización de la generación de electricidad sustituyendo la generación de gas por electricidad de fuentes renovables es esencial para lograr un transporte con cero emisiones de carbono desde la perspectiva del ciclo de vida.

⁷⁶ Este párrafo se basa en información del Banco Mundial (2020).

⁷⁷ En la ciudad de Buenos Aires, el Paseo del Bajo, un viaducto inaugurado en 2019 exclusivamente para camiones y autobuses de larga distancia, mejoró el acceso al Puerto de Buenos Aires, evitando los embotellamientos y reduciendo el consumo de combustible.

⁷⁸ Adaptado del informe no publicado "Perspectivas de la política de transporte ante el cambio climático para apoyar la implementación de la NDC Argentina", proyecto Preparedness for Market Readiness (Preparación para el Mercado).

⁷⁹ Véase <https://www.argentina.gob.ar/transporte/transporte-sostenible>.

⁸⁰ Véase https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/movilidad_sustentable.pdf.

Pons y otros (2022) exploran posibles acciones para transformar la logística de dos cadenas de valor principales (las exportaciones de la soja y el transporte de los productos de la leche al área metropolitana de Buenos Aires⁸¹) con diferentes estructuras de producción y logística, alcances geográficos y modos de transporte. El transporte de soja es clave para la competitividad de las exportaciones argentinas, ya que representa casi el 25 % del total de las exportaciones de 2019 (Ministerio de Hacienda, 2019). También es clave para la descarbonización, pues se transporta principalmente por carretera con camiones que utilizan gasoil. El transporte de la producción de leche y lácteos está atomizado, destinándose el 80 % al mercado interno, y el 44 % a la zona metropolitana de Buenos Aires (INDEC, 2020). Las exportaciones de soja dependen, principalmente, de los vehículos viales de gran porte y, en menor medida, del transporte ferroviario y las vías navegables interiores, mientras que la cadena de valor de la leche y los productos lácteos hacia la zona metropolitana de Buenos Aires requiere el uso de vehículos de servicio pesado y vehículos refrigerados livianos⁸². Mientras que los productos de la soja se mueven en flujos de gran volumen entre las zonas de producción y los puertos, la producción y la venta al por menor de productos lácteos tienen patrones de transporte más fragmentados y dispersos. En general, las emisiones de GEI procedentes de las exportaciones de soja representan alrededor del 5,5 % de todas las emisiones de GEI relacionadas con el transporte de mercancías y la cadena de suministro de productos lácteos contribuye en un 0,5 %. Sin embargo, la intensidad de las emisiones de carbono de la cadena de suministro de productos lácteos (es decir, las toneladas de dióxido de carbono equivalente por tonelada transportada) es mayor que la de la cadena de suministro de la soja. A partir de diferentes criterios (potencial de descarbonización⁸³, costos de ejecución, fuente de financiamiento y riesgo general), en el estudio se analizaron varias alternativas para descarbonizar el transporte vial de mercancías para las dos cadenas de valor: optimizar las operaciones de la cadena de suministro; cambiar a combustibles alternativos, e invertir en infraestructura con bajas emisiones de carbono.

El análisis confirma que los encargados de la formulación de políticas y los inversionistas privados de Argentina disponen de numerosas opciones para descarbonizar el transporte vial de mercancías para las exportaciones de soja y para el transporte de la leche y los productos lácteos, con una serie de instrumentos de política complementarios para su correcta aplicación (cuadro 3.4). Algunas medidas de infraestructura requieren una inversión inicial, como la mejora de la infraestructura de acceso ferroviario, que tiene el segundo mayor potencial para reducir las emisiones de GEI en la cadena de suministro de la soja. Entre las medidas de las políticas evaluadas, la promoción de los biocombustibles de segunda generación es la que tiene mayor potencial para descarbonizar el sector del transporte vial de mercancías, pero requiere una acción de políticas proactiva y medidas adecuadas de mitigación de riesgos. Otras medidas se centran en los cambios en las operaciones de transporte o en los combustibles alternativos, y también requieren sistemas de regulación y fijación de precios para lograr una adopción significativa. Dado que algunas medidas son alternativas y otras complementarias, se analizan dos vías: Opción A, con biocombustibles de segunda generación y todas las demás opciones excepto el GNC, y opción B, con GNC y todas las demás políticas excepto los biocombustibles⁸⁴. Las reducciones de GEI disminuyen un 21 % en la opción A y un 9,8 % en la opción B, lo que sugiere que los biocombustibles de segunda generación son

⁸¹ Como se comenta en la sección 3.2.1, las políticas internacionales sobre el clima también pueden afectar la logística del transporte de mercancías y los flujos de exportación, lo que podría ayudar a configurar la elaboración de políticas en materia de clima en Argentina.

⁸² Este párrafo y los siguientes se basan en Pons y otros (2022).

⁸³ Las emisiones de GEI se calculan sobre la base de la actividad total de transporte en toneladas; la distancia promedio del trayecto; la capacidad promedio de los vehículos en cada segmento de la cadena de suministro; y los coeficientes de emisión por tipo de combustible utilizado por el vehículo.

⁸⁴ La electrificación podría ser mayormente complementaria a las medidas de eficiencia energética en el caso del transporte urbano que para el resto de las alternativas.

preferibles al GNC. El cambio al transporte eléctrico de mercancías para las entregas urbanas es la acción más prometedora a corto y mediano plazo, pero para que la electrificación tenga una adopción significativa en el transporte de larga distancia, se debe implementar infraestructura de carga rápida en las autopistas y las principales carreteras, como mínimo, lo que supondrá una inversión cuantiosa⁸⁵. Todas estas acciones contribuyen a aumentar la eficiencia del sistema de transporte y a reducir los accidentes y la contaminación atmosférica, que tienen importantes costos relacionados con la salud (véase la sección 4.1).

CUADRO 3.4. Potencial de descarbonización y costos de ejecución de las medidas de política seleccionadas

Medidas de política	Potencial de descarbonización para 2030 (tCO ₂ e) /				% de reducción en la cadena de suministro	Costo de ejecución (cálculos de alto nivel, en dólares)
	I	P	R	T		
Centro de consolidación urbano	A	D	BA	S	6500 / 12 %	40 millones
Acceso ferroviario a puertos y terminales terrestres	S	S	N	M	110 800 / 7 %	280 millones
Paquete de eficiencia energética*	I	2	N	S	33 600 / 2 %	1100 millones
Infraestructura para la carga de vehículos eléctricos	I	D	BA	M	3700 / 7 %	1 millón (solo infraestructura de carga)
Biocombustibles y combustibles sintéticos neutros en carbono sostenibles para camiones	I	2	N	M	235 200 / 14 %	19 millones al año
GNC para camiones	I	2	N	M	22 200 / 1 %	40 millones (solo infraestructura de recarga)

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de Pons y otros (2022).

Notas: I = índice (A = evitar: reducir el número y la frecuencia, S = cambio de modalidad, I = mejorar: reducir el uso de energía), P = producto (S = solo soja, D = solo lácteos, y 2 = ambos), R = región (N = nacional, o BA = zona metropolitana de Buenos Aires), T = plazo (a corto plazo hasta 2025, o a mediano plazo hasta 2030), tCO₂e = toneladas de dióxido de carbono equivalente. * Incluye tecnologías de eficiencia energética, capacitación en ecoconducción y programa de desguace.

Muchas de estas políticas de transporte pueden contribuir al objetivo de cero emisiones netas en Argentina. Las medidas de políticas que mejoran la eficiencia de las actividades de logística para las cadenas de suministro aquí consideradas (como los centros de consolidación urbana, la infraestructura de acceso ferroviario y los paquetes de eficiencia energética) pueden contribuir en gran medida a reducir las emisiones de GEI y no presentan riesgos significativos de bloqueo. Sin embargo, no pueden aportar por sí solas una reducción de las emisiones de GEI que se ajuste a un objetivo de cero emisiones netas. Una vía para llegar a cero emisiones netas requiere una implementación significativa de las tecnologías que generan bajas emisiones de carbono, como el uso de biocombustibles, electricidad e hidrógeno verde para abastecer de energía a los vehículos, sin pasar por alto las interacciones con otros sectores. Por ejemplo, los biocombustibles deben producirse sin contribuir a la deforestación; la electricidad debe descarbonizarse para la movilidad eléctrica; el hidrógeno debe ser verde.

Aunque se encuentra en una fase inicial, Argentina tiene experiencia en la producción de hidrógeno y está emprendiendo diferentes acciones para maximizar su potencial. Entre los proyectos piloto de hidrógeno se encuentran la planta experimental de Pico Truncado, en la provincia de Santa Cruz,

⁸⁵ Obsérvese que, sin tener en cuenta esta complementariedad, la suma de las reducciones de emisiones en el cuadro 3.4 sería de 412 000 tCO₂e, y que el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático estima que el aumento de la eficiencia energética en el transporte de mercancías podría reducir las emisiones en 2,08 MtCO₂e y el cambio del transporte de mercancías al ferrocarril podría reducirlas en 1,92 MtCO₂e. La descarbonización del transporte de mercancías representa el 76 % de las reducciones contempladas en dicho plan.

así como Hychico, en la provincia de Chubut, y un desarrollo reciente en la provincia de Río Negro. Desde el año 2000, Argentina ha promovido la investigación sobre el hidrógeno a través del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), y de empresas del sector público como INVAP S. E. e YPF (Laborde y otros, 2010). En julio de 2020, Y-TEC (un acuerdo tecnológico entre YPF y el CONICET) creó el Consorcio H2ar, que incluye a diversas empresas interesadas en desarrollar la economía del hidrógeno en Argentina. Y-TEC colabora con la provincia de la Rioja en el desarrollo de un autobús impulsado por hidrógeno. El hidrógeno es una alternativa para descarbonizar sectores en los que la electrificación es difícil (es decir, el transporte de larga distancia, así como las refinerías, la industria química, el cemento, la siderurgia o los usos de fertilizantes). Aunque algunos estudios han confirmado el potencial económico y de exportación del hidrógeno verde, se requiere un mayor análisis para evaluar todo su potencial⁸⁶. Se ha puesto en marcha la iniciativa Hidrógeno Verde 2030 del Consejo Económico y Social, y hay un proyecto de ley que fue enviado al Congreso en abril de 2022.

El cambio de modalidad hacia el transporte ferroviario y fluvial también puede ayudar a reducir las emisiones producidas por el transporte de mercancías, pero la transición laboral de los conductores de camiones requiere una gestión prudente. En el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático (PANTyCC) de 2019 se identifica la profundización de las vías navegables interiores hasta los 36 pies como una medida de mitigación clave (véase la sección 3.1.2) que permitiría un mayor uso de la capacidad de carga de los buques cuyo calado de diseño supera los 34 pies, reduciendo así la cantidad de viajes necesarios para transportar mercancías y, por extensión, el uso de combustibles fósiles. Si se aplican otras políticas para el cambio de modalidad, los conductores de camiones necesitarán apoyo para la transición a otros puestos de trabajo (véase la sección 3.2.8), ya que el sector del transporte en camiones está compuesto, principalmente, por pequeñas y medianas empresas (el 90 % de estas empresas tienen una flota de menos de 10 camiones). En Argentina, hay registrados unos 600 000 camiones.

3.2.6. Minerales: desarrollo de la cadena de valor del litio

Argentina puede convertirse en un actor clave en la transición energética mundial a través de la producción de litio. Según algunas previsiones, la demanda de litio alcanzará los 2,4 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) en 2030; es decir, un 400 % más que la demanda estimada para 2022⁸⁷. Para entender el tamaño de la demanda actual de litio, un estudio concluye que, cada año, una gigafábrica similar a la de Tesla en Nevada, Estados Unidos, consume alrededor del 75 % del litio producido por Argentina, el cuarto mayor productor (Obaya y Céspedes, 2021). Se estima que Argentina tiene 19,3 millones de toneladas de reservas de LCE y, según un nuevo análisis presentado aquí, en 2030 su oferta de litio podría satisfacer entre el 12 % (escenario conservador) y el 19 % (escenario optimista) de la demanda mundial, con lo cual se convertiría en un actor relevante en la transición energética global.

⁸⁶ Véase Heuser y otros (2019); Aprea y Bolcich (2020); Amica, Larochette y Gennari (2020); o Nadaleti, Lourenço y Americo (2021).

⁸⁷ Benchmark Mineral Intelligence, "Analysis: lithium industry needs \$42 billion to meet 2030 demand" (Análisis: la industria del litio necesita USD 42 000 millones para satisfacer la demanda de 2030), 13 de mayo de 2022, [https://www.benchmarkminerals.com/membership/analysis-lithium-industry-needs-42-billion-to-meet-2030-demand/#:~:text=Analysis%3A%20Lithium%20industry%20needs%20%2442%20billion%20to%20meet%202030%20demand,-13th%20May%202022&text=The%20lithium%20industry%20needs%20%2442.LCE%20\(lithium%20carbonate%20equivalent\)](https://www.benchmarkminerals.com/membership/analysis-lithium-industry-needs-42-billion-to-meet-2030-demand/#:~:text=Analysis%3A%20Lithium%20industry%20needs%20%2442%20billion%20to%20meet%202030%20demand,-13th%20May%202022&text=The%20lithium%20industry%20needs%20%2442.LCE%20(lithium%20carbonate%20equivalent).).

Argentina, Chile y Bolivia forman el triángulo del litio, que concentra el 58 % de los recursos identificados en el mundo, el 54 % de las reservas y el 29 % de la producción (Servicio Geológico de Estados Unidos [USGS], 2021). Los recursos de litio de Argentina podrían convertirse en un factor impulsor del crecimiento para el país, en particular para las provincias ricas en litio (Catamarca, Jujuy y Salta), que actualmente representan solo el 4 % del PIB de Argentina. La participación del país en las reservas mundiales (8 %) y en la producción (8 %) es inferior a la de sus recursos (22 %), por lo que existe un potencial de desarrollo (USGS, 2021)⁸⁸. Los depósitos de salmuera más comunes, y los principales en Argentina, son las cuencas desérticas salinas continentales (también conocidas como lagos salados, salinas o salares).

Argentina es el país con mayor cantidad de proyectos en desarrollo dentro del triángulo del litio, en parte gracias a que cuenta con una normativa diferente de la de sus países vecinos⁸⁹. En Bolivia, la única forma de explotar un salar es en asociación con la empresa pública YLB; y en Chile, las empresas tienen que firmar un contrato. En Argentina, las empresas tienen que comprar una licencia de concesión para explotar un salar, mientras que las provincias mantienen su propiedad original y, a diferencia de lo que ocurre en Chile, no existe un cupo una vez concedido el permiso. Las regalías también son más bajas que en Chile: un máximo del 3 % en Argentina frente a entre el 6,8 % y el 40 % (según el precio) en Chile (Obaya y Céspedes, 2021). Como propietarias de los recursos, las provincias gestionan las condiciones para fomentar la inversión en su territorio dentro del marco regulatorio federal. Esto también es diferente respecto a otros países. En 2021, se creó un grupo de trabajo, la Mesa del Litio, para la coordinación de políticas.

Al igual que Bolivia y Chile, Argentina ha participado históricamente en el segmento inicial de la cadena de valor del litio, extrayendo litio y produciendo carbonato e hidróxido de litio. La cadena de valor abarca desde la extracción de la materia prima hasta la producción de baterías de iones de litio para la industria de la electromovilidad y el almacenamiento de energía renovable (cuadro 3.5) e incluso el reciclaje⁹⁰, y China es el único país que puede abarcar la totalidad de la cadena de valor. Otros se especializan en uno o dos segmentos de dicha cadena. Las exportaciones argentinas se limitan al carbonato de litio (Obaya y Céspedes, 2021). Si bien el país cuenta con ventajas comparativas en la producción de algunos otros compuestos de litio (véase la sección 3.2.7), a excepción de algunos prototipos, como los de Y-TEC y la Universidad Nacional de La Plata, no se han identificado proyectos de inversión en la producción de cátodos, que son clave para la producción de celdas y paquetes (cuadro 3.5). Esto se debe a que la producción de cátodos se concentra en Asia, que representa casi dos terceras partes de la producción mundial⁹¹. La producción de celdas de baterías también está muy concentrada, debido a las grandes inversiones que requiere. Primero Japón y la República de Corea, y luego China, invirtieron una cantidad considerable de fondos públicos para apoyar el desarrollo

⁸⁸ Una fuente más reciente del Gobierno de Argentina (Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación y Secretaría de Minería de la Nación, 2021) estima que Argentina posee el 9 % de las reservas mundiales y el 24,9 % de los recursos totales.

⁸⁹ Nótese que, aunque existen unos 40 proyectos en marcha relacionados con el litio, solo dos están en funcionamiento (en Jujuy y Catamarca) y 12 han alcanzado al menos la fase de evaluación económica preliminar, debido al largo tiempo de desarrollo (de 7 a 10 años) de los yacimientos de salmuera (Obaya y Céspedes, 2021; Flexer, Baspineiro y Galli, 2018).

⁹⁰ Las técnicas para lograr niveles de recuperación eficientes siguen en desarrollo, especialmente en China, Estados Unidos y Europa, donde ha aumentado la preocupación por el suministro. La industria del reciclaje de baterías de litio está en su fase experimental. El desarrollo de la industria del reciclaje como proveedor de insumos relevantes para las baterías de litio debería considerarse un escenario posterior a 2030 (Obaya y otros, 2022).

⁹¹ México ha atraído inversiones en esta industria, principalmente gracias a su integración con la red de producción automotriz norteamericana (Fact MR, 2019). Chile también se encuentra intentando producir cátodos y baterías, pero estos desarrollos están en una etapa inicial. "Polo de investigación y desarrollo en la cadena de valor de baterías de litio", <https://www.revistaei.cl/2022/04/12/litio-crearan-polo-de-investigacion-y-desarrollo-para-diseno-produccion-y-reciclaje-de-baterias/#>.

de las baterías de litio. Estados Unidos también se convirtió en un importante actor con la construcción de la gigafábrica de Tesla, y Europa se ha esforzado por desarrollar la producción de celdas, ya que, debido al peso de las baterías, es necesario que se produzcan cerca del lugar de fabricación de los vehículos eléctricos.

CUADRO 3.5. Esquema simplificado de la cadena de valor del litio

Segmento	Fases iniciales del proceso	Fases intermedias del proceso	Fases finales del proceso		
Industria	Compuestos de litio	Litio-I en baterías		Electromovilidad	Energías renovables
Productos	Carbonato de litio	Cátodos	Células y paquetes de baterías	Vehículos eléctricos	Energía solar y eólica

Fuente: Elaborado por el personal del Banco Mundial, a partir de datos de Obaya y otros (2022).

Argentina aspira a desarrollar encadenamientos hacia adelante, pero, al igual que a muchos países, le cuesta avanzar en el segmento final de la cadena de valor del litio⁹². Aunque algunos proyectos incipientes apuntan a asegurar el suministro de litio a productores específicos, como Toyota en Sales de Jujuy, y otras iniciativas de pequeña escala buscan desarrollar componentes de baterías (Dynamei y SoLAR) y vehículos eléctricos (Sero Electric, Volt Motors o Bravo Motors Company) (Obaya y Céspedes, 2021), estas no se integran con la producción de litio en bruto a nivel local. En cambio, dependen de insumos importados. En Argentina, el desarrollo de la cadena de valor del litio está limitado. La producción de cátodos y celdas requiere la importación de minerales como níquel, grafito, manganeso y cobalto. Si se aprobara la ley de electromovilidad, Argentina podría ampliar la escala de su mercado para que el desarrollo del segmento final de la cadena de valor del litio sea rentable. Dado que el país posee gran parte de la fase inicial de la cadena de valor del litio y una pequeña proporción de la fase final, la ventaja relativa económica de exportar litio en bruto e importar vehículos eléctricos no es importante en este momento. No obstante, esto podría aumentar en el futuro: dado que la demanda de litio estará muy correlacionada con la demanda de vehículos eléctricos, la inversión en litio a largo plazo podría compensar el riesgo de los activos de combustibles fósiles varados en la industria del petróleo y el gas.

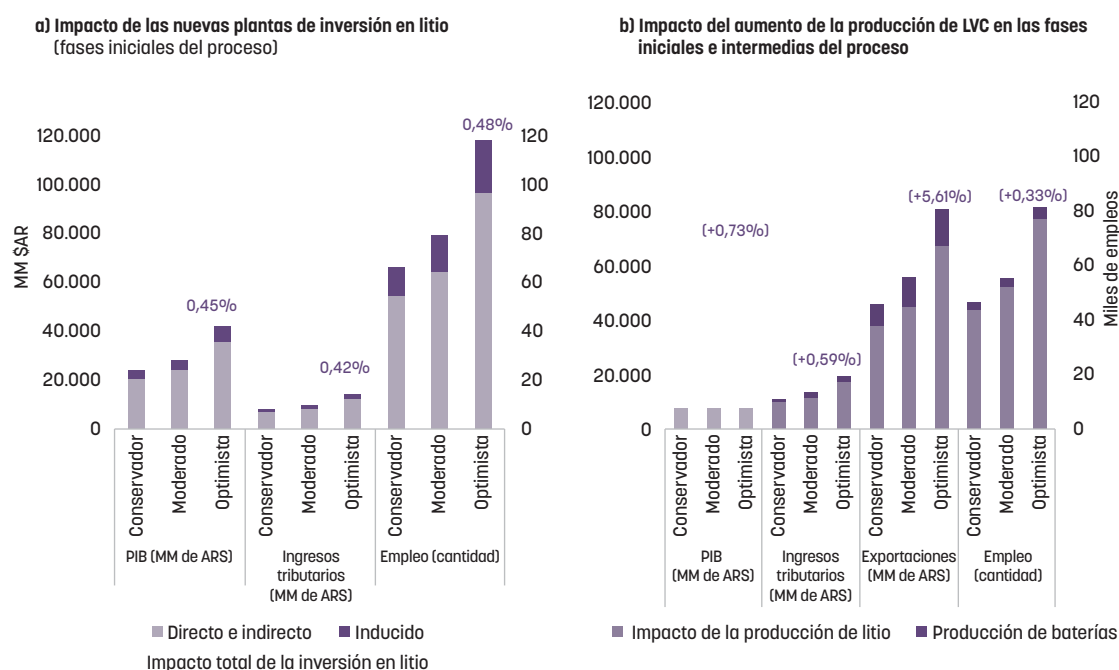
En el análisis realizado para este ICDP se calculó el impacto potencial del desarrollo de la cadena de valor del litio en el valor de la producción, el PIB, las exportaciones y los puestos de trabajo, utilizando un modelo multirregional y multisectorial basado en una matriz de insumo-producto y una cuenta de empleo (Obaya y otros, 2022)⁹³. Considerando 11 sectores agregados y cuatro regiones (las tres provincias con recursos de litio y el resto de Argentina), el modelo calcula los impactos directos en el sector del litio, los impactos indirectos en otros sectores productivos de las mismas regiones y de otras, y los impactos inducidos a través del aumento de los ingresos de los hogares a nivel regional y nacional. El análisis también construye tres escenarios (conservador, moderado y optimista) para los impactos sobre las inversiones en la etapa inicial y para las celdas y los paquetes de baterías.

⁹² No todas las provincias han mostrado un interés explícito en desarrollar la totalidad de la cadena de valor del litio. Jujuy ha manifestado interés.

⁹³ Nótese que el volumen de la producción manufacturera y el tamaño del mercado de la electromovilidad y las energías renovables en Argentina que se utilizan en Obaya y otros (2022) se basan en los escenarios propuestos en documentos oficiales, como los Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030, y el estudio de redes globales de producción (Obaya y Céspedes, 2021). Los escenarios se validan a partir de la información recopilada en entrevistas con expertos.

De aquí a 2030, el litio puede aportar beneficios económicos importantes, especialmente a nivel provincial. A nivel nacional, las inversiones en litio primario en la etapa inicial y las inversiones en celdas y paquetes de baterías en la etapa final darían lugar a un aumento de entre el 0,41 % y el 0,73 % del PIB, un aumento de entre el 0,33 % y el 0,59 % de los ingresos fiscales, y un aumento relativamente bajo de entre el 0,19 % y el 0,33 % del empleo, en los escenarios conservador y optimista para 2030, en comparación con el desarrollo habitual de la actividad (gráfico 3.10). El desarrollo de la cadena de valor del litio aportaría beneficios más importantes a nivel provincial. En el escenario optimista, el PIB aumentaría más del 10 %, los ingresos fiscales se incrementarían un poco menos del 10 % en cada una de las provincias, y el empleo podría aumentar hasta un 6,5 % en Catamarca. Otro aspecto importante que debe considerarse con cautela es la reacción de las comunidades locales ante la explotación del litio y si existen conflictos entre su producción y otros usos del agua.

GRÁFICO 3.10. Efectos directos, indirectos e inducidos de los resultados del PIB, los ingresos fiscales, la exportación y el empleo a nivel nacional en tres escenarios de la cadena de valor del litio, de aquí a 2030:



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de Obaya y otros (2022).

Notas: El panel (b) incluye el impacto de la producción de litio y de celdas y paquetes de baterías. Los resultados de la fase de inversión (panel a) se presentan de forma acumulada para el período completo (unos dos años) y los resultados de la fase de producción (panel b) se muestran en forma anual; por ejemplo, los empleos generados en la producción de litio en el año 2030. MM = millones; ARS = pesos argentinos; Cant. = miles de nuevos empleos. Los resultados son adicionales al escenario conservador de 2022. Los porcentajes indican los cambios del escenario optimista en comparación con la situación de referencia durante el mismo año, suponiendo un aumento promedio del 1,3 % del PIB por año, de 2022 a 2030.

3.2.7. Competitividad verde

A medida que se abren nuevas oportunidades de crecimiento en los mercados de productos verdes con la descarbonización, el cultivo de la competitividad en estas áreas puede permitir obtener mayores beneficios económicos a partir de la transición a la economía verde. Argentina ocupa el puesto 167 de 231 países y territorios en el Índice de Complejidad Verde (ICV), que analiza la capacidad de los países para exportar de forma competitiva productos verdes (con beneficios medioambientales) y complejos (que

implican capacidades tecnológicamente más sofisticadas)⁹⁴. Mientras que la competitividad en productos verdes permite a los países aprovechar la transición verde, se ha demostrado que la competitividad en productos de mayor complejidad mejora las perspectivas generales de crecimiento económico y diversificación de los países (Hidalgo y Hausmann, 2009; Hausmann y otros, 2014). Los países con una alta clasificación en el ICV tienden a tener mayores tasas de patentes ambientales, menores emisiones de CO₂ y políticas ambientales más estrictas. La clasificación que Argentina posee actualmente en el ICV es baja en comparación con la de 1995–2019 y, si bien se sitúa por encima de Chile (puesto 179), se encuentra por detrás de otros países sudamericanos, como Uruguay (puesto 164) y Brasil (puesto 93)⁹⁵.

A pesar del bajo nivel de comercio de bienes ambientales de Argentina en este momento, el país es competitivo en varios productos verdes, incluidos los materiales utilizados en la producción de baterías para vehículos eléctricos. Su ventaja comparativa evidente (VCE), calculada como la cuota de las exportaciones de un país en cada producto dividida por la cuota de ese producto en las exportaciones mundiales, muestra que es competitiva en varios productos verdes, como la maquinaria para licuar aire u otros gases, las turbinas hidráulicas y los medidores de gas⁹⁶. De los productos verdes en los que Argentina es competitiva, las piezas para aerosoles y dispersores de polvo son las que presentan una mayor complejidad. Argentina también es competitiva en cuatro productos de la cadena de valor de las baterías para vehículos eléctricos, entre los que se incluyen materias primas y procesadas. La VCE de Argentina en carbonatos de litio (en la etapa inicial de la cadena de valor del litio) es particularmente alta, y su cuota de exportación es más de 50 veces superior al promedio global, lo que concuerda con el análisis de la sección 3.2.6⁹⁷.

Con sus habilidades, conocimientos técnicos y factores de producción, Argentina podría ser competitiva en una gama más amplia de productos verdes. El gráfico 3.11 muestra los productos verdes en los que Argentina aún no es competitiva, pero podría llegar a serlo. Al trazar el mapa de las nuevas oportunidades de crecimiento y diversificación de las exportaciones de productos verdes del país, consideramos las opciones de mejoramiento tecnológico (aproximadas por la complejidad) y la relativa facilidad para desarrollar la competitividad en ese producto, que puede captarse mediante una medida conocida como “proximidad”. Esto tiene en cuenta la similitud de las habilidades, los conocimientos técnicos y los factores de producción necesarios, que han demostrado ser un factor determinante de las posibles transiciones en la producción. Entre las nuevas oportunidades de exportación de productos verdes que están más cerca de las capacidades actuales de Argentina se encuentran el alcohol metílico y el alcohol etílico sin desnaturalizar (que tienen aplicaciones como biocombustibles y que implicarían una importante descarbonización en el sector del transporte, como se muestra en la sección 3.2.5) y la cal apagada (utilizada en el manejo de las aguas residuales).

⁹⁴ El Índice de complejidad de los productos proporciona una indicación útil de su sofisticación tecnológica, que muestra las ventajas en términos de mejoramiento tecnológico y difusión de conocimientos en otras áreas industriales. Véase Mealy y Teytelboym (2020).

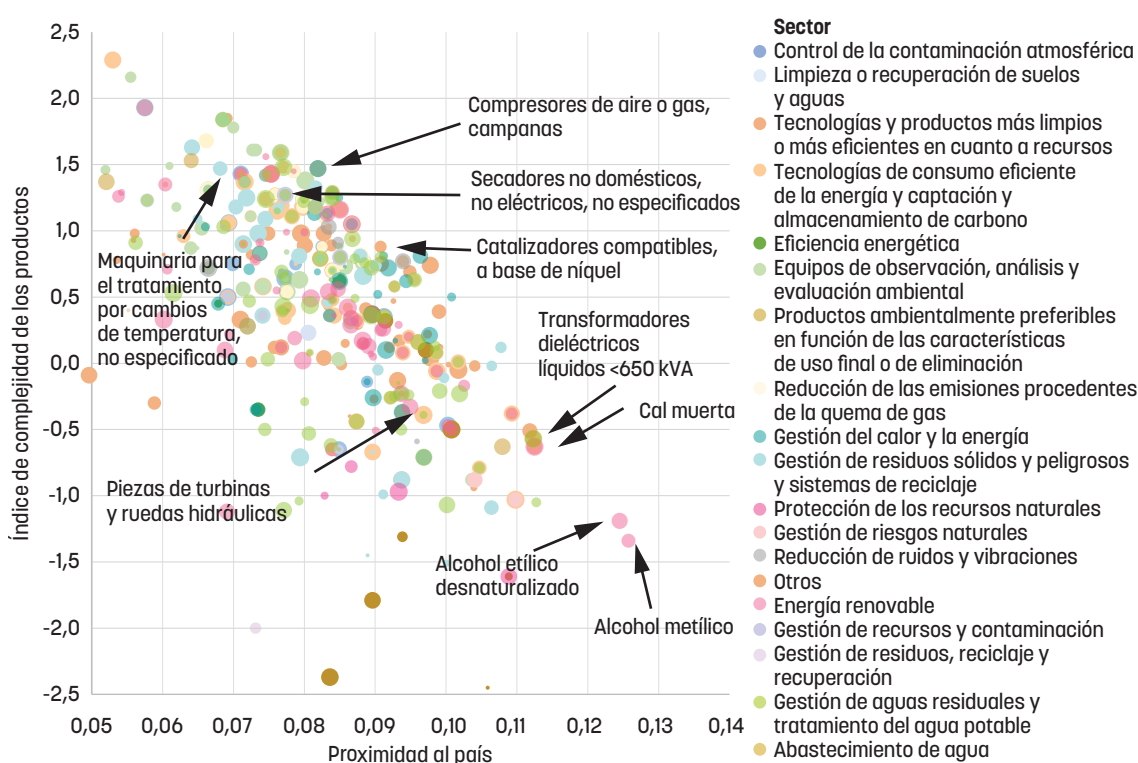
⁹⁵ Cálculos realizados para este ICDP, según Mealy y Teytelboym (2020).

⁹⁶ Ramos (2018) arribó a una conclusión similar.

⁹⁷ Como se detalla en Obaya y otros (2022), los principales componentes de las baterías de litio son los *electrodos* (cátodo y ánodo), el *electrolito* y un *separador*. Durante el proceso de carga, los iones de litio se mueven desde el electrodo positivo (cátodo) y fluyen hacia el electrodo negativo (ánodo). El proceso de descarga se produce cuando los iones vuelven a fluir hacia el cátodo. El desplazamiento de los iones de litio se produce a través del *electrolito*, el medio orgánico que proporciona las vías de conducción para el movimiento de los iones (Cheng y otros, 2019; Duan y otros, 2020). El *separador* es una fina membrana porosa que posibilita la transferencia de iones de litio evitando el contacto físico de los *electrodos* y, por consiguiente, los cortocircuitos (Sharova y otros, 2020). El litio se utiliza principalmente en el cátodo, que tiene un papel clave en la definición del rendimiento de la batería. La proporción de litio en la batería varía según la tecnología del cátodo, tanto en términos de valor como de masa (Bernhart, 2019). En una batería con cátodos NMC (que utiliza óxido de litio, manganeso y cobalto), el litio solo representa el 4,9 % del material del cátodo y el 1 % de todo el paquete de baterías (Parlamento Europeo, 2018).

Si bien es probable que a Argentina le resulte más fácil ser más competitiva en estos productos, pueden ofrecer menos ventajas en términos de mejoramiento tecnológico y crecimiento económico (se sitúan en la parte inferior derecha del gráfico 3.11). Los productos menos próximos pero más complejos (como los compresores de aire o gas o la maquinaria de tratamiento de cambios de temperatura) suelen enmarcarse en las apuestas estratégicas: si bien es probable que el desarrollo de la competitividad en estos productos implique mayores riesgos, generaría mayores recompensas económicas (se sitúan en la parte superior izquierda del gráfico 3.11).

GRÁFICO 3.11. Posibilidades para el desarrollo de la competitividad verde de Argentina



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de Mealy y Teytelboym (2020).

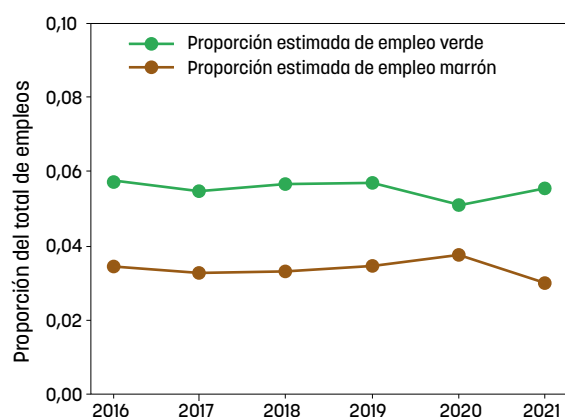
Notas: En el gráfico se muestran los productos verdes en los que Argentina no es competitiva actualmente (VCE < 1). De cara al futuro, es probable que el país pueda hacer una transición más fácil hacia los productos más próximos a Argentina (a la derecha en el eje X). Los productos están coloreados por sector ambiental y dimensionados por la competitividad de Argentina para ese producto (es decir, la VCE actual). n.e.p. = no especificado en otra parte.

3.2.8. Riesgos de la transición para el empleo: riesgos bajos en general, pero algunos sectores requieren atención

Aunque los empleos verdes representan una pequeña proporción de la fuerza de trabajo argentina, ya duplican a los empleos marrones (es decir, los más contaminantes). Mediante el uso de definiciones internacionales para los empleos verdes y marrones (O*NET y Vona y otros, 2018, respectivamente), e incluyendo el empleo formal e informal a partir de las encuestas de hogares de Argentina, Arakaki y otros, (2022) concluye que aproximadamente el 6 % del empleo total se

considera verde, en comparación con el 3 % que se considera empleo marrón (gráfico 3.12)⁹⁸. Los escenarios de descarbonización con cero emisiones netas, como los presentados en los gráficos 3.3 y 3.4, pueden dar lugar a cambios en los patrones de empleo en múltiples sectores de la economía. Los sectores clave en los que la disponibilidad y las características del empleo pueden cambiar durante una transición hacia la neutralidad del carbono incluyen la energía y el transporte.

GRÁFICO 3.12. Estimaciones de empleos verdes y marrones para Argentina (2016-21)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de Arakaki y otros (2022).

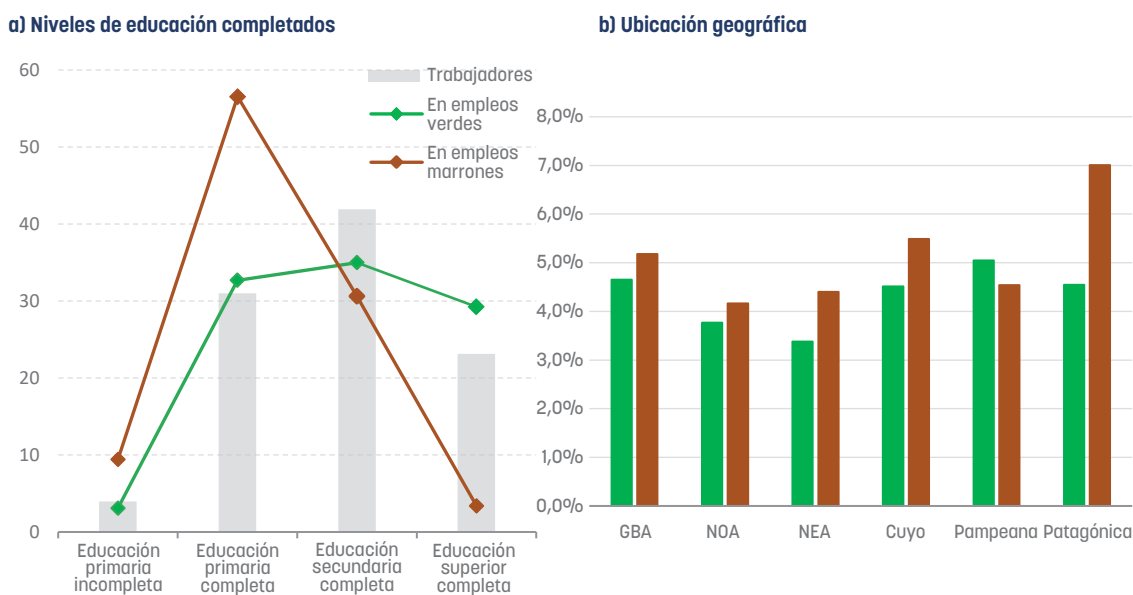
Notas: La estimación del empleo verde para cada año se realizó multiplicando la proporción verde de la O*NET para cada ocupación de cuatro dígitos de la CIUO por el empleo total de Argentina en cada categoría de cuatro dígitos de la CIUO. La estimación del empleo marrón se realizó de forma similar, utilizando la proporción contaminante basada en Vona y otros (2018). La proporción verde es la proporción de ocupaciones verdes de 8 dígitos de la Clasificación Ocupacional Estándar (SOC) asignadas a cada código CIUO y la proporción marrón es la proporción de ocupaciones marrones de 6 dígitos de la SOC asignadas a cada código CIUO.

Para que la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono sea fluida, los trabajadores tendrán que abandonar los empleos marrones, adoptando tecnologías más limpias o cambiando a empleos más ecológicos que requieran tareas similares. Los resultados preliminares indican que existen opciones de transición para la mayoría de los trabajadores de los sectores del transporte, la minería, el petróleo y el gas. Los resultados de la sección 3.2.4 muestran que hay potencial para fomentar el empleo verde a través de la implementación de la energía solar y de electrodomésticos con un uso eficiente de la energía. Arakaki y otros (2022) intentan determinar qué trabajadores pueden pasar de un empleo marrón a otros trabajos, y en qué condiciones, sin que ello repercuta negativamente en sus ingresos. Un estudio ya realizado ha demostrado que es más probable que las personas puedan hacer la transición a trabajos que impliquen tareas similares a su ocupación actual (Mealy, del Río-Chanona y Farmer, 2018). A partir de esa idea, una evaluación preliminar que considera a operadores de plantas de refinería de petróleo y gas natural, perforadores de pozos, operadores de taladros y trabajadores afines, y conductores de vehículos y camiones de servicio pesado, revela que dichos trabajadores podrían encontrar alternativas laborales más ecológicas sin perder sus ingresos (Arakaki y otros, 2022). En algunos casos, es posible que deban migrar, para lo cual se deberán evaluar políticas específicas.

⁹⁸ El INDEC permitió acceder, especialmente para este estudio, a los datos anónimos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del tercer trimestre de 2016 al tercer trimestre de 2021 para clasificar las ocupaciones utilizando la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO) de cuatro dígitos en vez de la codificación de dos dígitos de la CIUO disponible para Argentina, basándose en el sistema nacional de clasificación ocupacional, el Clasificador Nacional de Ocupaciones (CNO) a partir de un algoritmo de minería de textos (véase Arakaki y otros, 2022). Los informes anteriores en los que se calcula el número de empleos verdes en Argentina utilizan diferentes metodologías y datos, y arrojan previsiones más bajas (https://www.ilo.org/buenosaires/publicaciones/WCMS_781004/lang--es/index.htm).

Algunos trabajadores tendrían que readiestrarse o cambiar de ubicación, y ya existen políticas para apoyar esa transición. Los trabajadores de los empleos marrones tienen un nivel de estudios promedio más bajo que los de los empleos verdes (gráfico 3.13a). También tienden a vivir en regiones con menos empleos verdes, como la Patagonia, Cuyo, el noreste, el noroeste y el Gran Buenos Aires (zonas suburbanas de la capital), por lo que podrían tener que trasladarse a otra región para encontrar empleos verdes (gráfico 3.13b). Por último, algunas ocupaciones no tienen tareas similares en los tipos de empleo alternativos y pueden requerir readiestramiento para el cambio. Por ejemplo, un conductor de camiones tendría que readiestrarse para convertirse en un trabajador de la industria de productos aislantes, dada la diferencia de tareas. Orientar los programas de capacitación hacia los sectores económicos en crecimiento y complementarlos con servicios de apoyo al empleo ayudará a los trabajadores desplazados a desarrollar y actualizar sus habilidades blandas y a acceder a puestos de trabajo. El Gobierno está implementando medidas en este sentido con su nuevo programa Fomentar Empleo, que incluye capacitación y una nueva plataforma digital que proporciona un sistema de información sobre el mercado de trabajo con información actualizada sobre los puestos vacantes, las tendencias del mercado laboral y los requisitos de habilidades, con el fin de garantizar que los programas de readiestramiento sean eficaces.

GRÁFICO 3.13. Trabajadores verdes y marrones en Argentina: niveles de educación completados y ubicación geográfica (2019)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos de Arakaki y otros (2022).

Notas: GBA = Gran Buenos Aires; NOA = noroeste argentino; NEA = noreste argentino; Pampeana = región de las pampas; Patagónica = región de la Patagonia.

4. Impactos macroeconómicos y distributivos

4.1. El costo de la inacción a nivel global: impacto macroeconómico de las sequías, las inundaciones y el calor

Tal como se describió en el capítulo 1, Argentina es vulnerable a los riesgos relacionados con el clima, con una probabilidad de ocurrencia y una gravedad de impacto que varían según las regiones. Los fenómenos meteorológicos extremos, en particular las inundaciones, afectan negativamente a varios sectores (como el transporte, la agricultura y la salud) y pueden tener considerables repercusiones macroeconómicas y en el bienestar. Araujo y otros (2022) calculan los principales impactos macroeconómicos y en el bienestar de estos eventos utilizando el modelo macroeconómico y fiscal (MFMod) del Banco Mundial, calibrado con datos para Argentina.

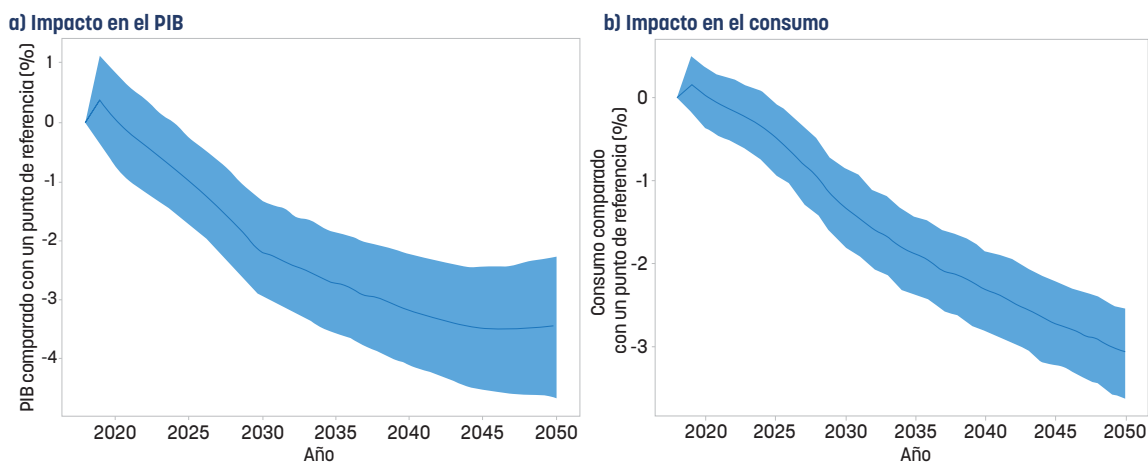
Argentina se enfrenta a episodios recurrentes de sequía con impactos macroeconómicos considerables.

En Argentina, las sequías causan impactos macroeconómicos a través de tres efectos principales en el modelo MFMod (Rozenberg y otros, 2021). En primer lugar, suponiendo que los precios internacionales no cambian, la disminución de la producción agrícola causada por la sequía provoca una caída de las exportaciones. Dado que las exportaciones agrícolas representan más de la mitad del total de las exportaciones de Argentina, esto puede tener un impacto macroeconómico importante. En segundo lugar, cuando la oferta se contrae, los precios internos aumentan, y la magnitud de este efecto depende de la elasticidad de sustitución entre los productos agrícolas y otros bienes. En tercer lugar, los impactos indirectos incluyen la reducción del PIB, lo que reduce los ingresos fiscales⁹⁹. En ausencia de medidas fiscales adicionales para aumentar los impuestos, recortar los gastos o combinar ambas opciones, la deuda soberana aumentará. Los eventos estocásticos de sequía representan diferentes escenarios de cambio climático¹⁰⁰ y, en un escenario de RCP 4.5 realizado por modelos climáticos pesimistas, para 2050, el PIB podría ser entre un 2 % y un 5 % más bajo (gráfico 4.1a) que en un escenario sin impactos climáticos sobre las sequías, y el consumo podría ser entre un 2,5 % y un 3,5 % más bajo (gráfico 4.1b).

⁹⁹ Los impactos indirectos dependen de la medida en que el tipo de cambio se traslada a los precios a los consumidores y de la desaceleración de la demanda agregada mediante una reducción en las ganancias de los factores (salarios y rentabilidad del capital).

¹⁰⁰ Según el conjunto de modelos climáticos globales y escenarios de emisiones del IPCC, Rozenberg y otros (2021) definen tres escenarios de perspectivas para las variables climáticas en Argentina: 1) *Escenario medio*: valores de medianas de cambios en precipitaciones y temperatura; 2) *Escenario agropecuario optimista*: percentil 90 de la distribución de las precipitaciones y percentil 10 de la distribución de la temperatura. 3) *Escenario agropecuario pesimista*: percentil 10 de la distribución de precipitaciones y percentil 90 de la distribución de temperaturas.

GRÁFICO 4.1. Impacto del cambio climático en el PIB y el consumo debido a las sequías (RCP 4.5 según el modelo climático pesimista)



Fuente: Rozenberg y otros (2021).

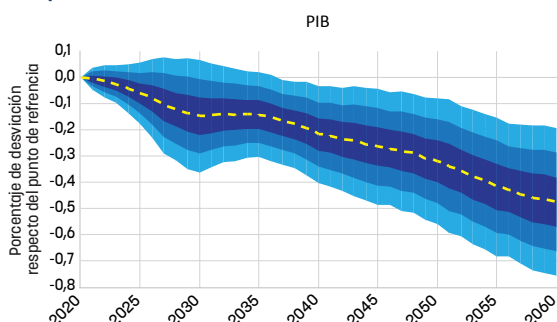
Las inundaciones tienen un gran impacto en la pobreza y el bienestar, con efectos macroeconómicos negativos por la reducción del stock de capital del país. Como se comenta en la sección 1.1, los cálculos de los modelos indican que las inundaciones pueden causar pérdidas anuales de activos de hasta USD 1400 millones (PPA de 2015), lo que se traduce en pérdidas de bienestar de hasta USD 4000 millones, equivalentes al 0,8 % del PIB, y prácticamente igual al monto de financiamiento combinado a largo plazo para Argentina de todos los bancos multilaterales de desarrollo en un año determinado. Las inundaciones también pueden anular el impacto del gasto social en la mitigación de la pobreza. Además, como se indica en la sección 4.3, el impacto geográfico de este fenómeno varía, ya que algunas provincias se enfrentan a la doble carga de una alta exposición a las inundaciones y a los niveles de pobreza. Las provincias del norte son las que tienen menos resiliencia socioeconómica¹⁰¹, un indicador que ilustra la capacidad a nivel provincial para hacer frente a las pérdidas de bienestar derivadas de las inundaciones. La mayoría de estas provincias dependen, en gran medida, de las transferencias fiscales federales, por lo que las inundaciones son una fuente de presión para el presupuesto federal. Las inundaciones también tienen un costo económico a largo plazo, ya que los daños netos reducen el stock de capital, lo que a su vez disminuye el PIB potencial. Suponiendo que no se realicen inversiones de adaptación al clima, las simulaciones estocásticas de las inundaciones muestran que el impacto promedio de los daños por inundaciones en el PIB alcanzaría el 0,5 % en 2060 (con un intervalo de confianza que oscila entre el 0,2 % y el 0,75 %) (gráfico 4.2)¹⁰².

¹⁰¹ En Rozenberg y otros (2021), la *resiliencia socioeconómica* (definida como la relación entre las pérdidas de bienestar y las pérdidas de activos) capta la capacidad de la población para hacer frente a las pérdidas de activos causadas por las inundaciones. Una *baja resiliencia* indica que las inundaciones tienen consecuencias importantes con respecto al bienestar de los hogares en las provincias más septentrionales.

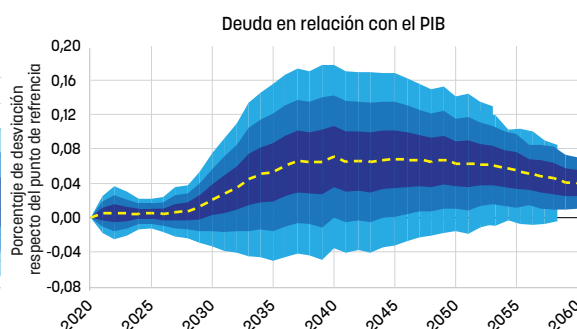
¹⁰² El valor de los activos expuestos se estima en USD 1 380 000 millones, según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) (2015).

GRÁFICO 4.2. Impacto macroeconómico de los daños de las inundaciones

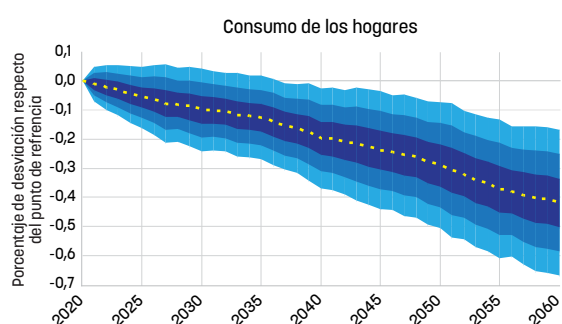
a) Impacto en el PIB



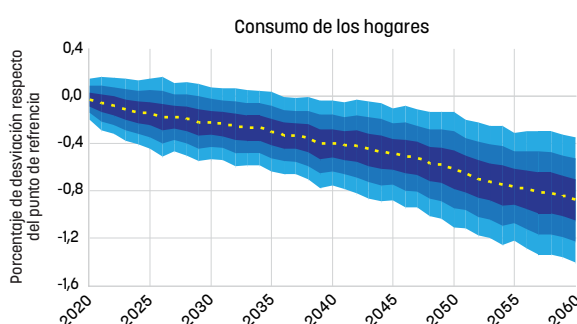
b) Relación deuda-PIB



c) Impacto en el consumo de los hogares



d) Impacto en el capital social



Fuente: Previsiones del personal del Banco Mundial a partir de datos de UNISDR (2015).

Notas: Las simulaciones de Monte Carlo se basan en la función de densidad empírica mediante la transformación inversa de la probabilidad. La línea amarilla es la respuesta media. El azul oscuro corresponde a una desviación estándar de 0,5, mientras que el azul más claro corresponde a 1 y 1,5 de desviación estándar, respectivamente.

Las olas de calor repercuten negativamente en la salud y la productividad laboral, perjudicando la producción económica y el bienestar¹⁰³. Aunque la sección 3.1.1 se centra en evaluar el impacto de las olas de calor en la mortalidad, los estudios muestran que el calor también puede reducir la productividad laboral y las horas trabajadas. Si los trabajadores están expuestos a temperaturas más elevadas en un escenario de RCP 8.5, países como México o Colombia podrían experimentar pérdidas diarias de alrededor del 0,7 % en horas de trabajo para 2025, y de casi el 1,2 % para 2055 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2016)¹⁰⁴. Las personas que trabajan al aire libre o en interiores sin control de la temperatura ambiente (como los trabajadores de la agricultura, la construcción o la industria manufacturera, y los que realizan trabajos físicos intensos) están entre los más afectados, pero incluso las tareas de oficina y de escritorio están sujetas a los impactos negativos de las olas de calor debido al agotamiento (PNUD, 2016).

El impacto conjunto de las inundaciones y el calor reduciría el PIB de Argentina en un 0,5 % en 2050 en un escenario optimista (RCP 2.6) y en un 1,3 % en un escenario pesimista (RCP 8.5) (gráfico 4.3). En el análisis, se consideran eventos de inundaciones bajo dos escenarios de calentamiento: una RCP 2.6 optimista y una RCP 8.5 pesimista¹⁰⁵. Dichos eventos reducen la producción y aumentan los costos, lo que lleva a una caída de la actividad económica, debido al consumo y a la inversión privada. Esto, a su vez, implica una menor base imponible y menos ingresos fiscales.

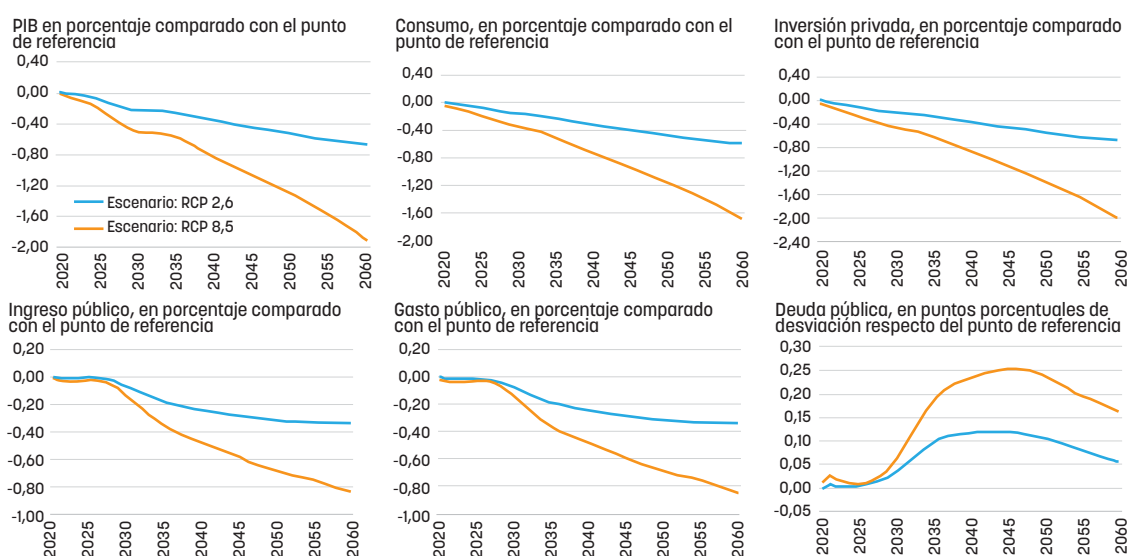
¹⁰³ Véase Arakaki y otros (2022) para obtener un análisis detallado del efecto de la temperatura en las tasas de mortalidad humana en Argentina.

¹⁰⁴ Para este trabajo, se utilizaron las estimaciones de México, ya que no hay estimaciones para Argentina.

¹⁰⁵ Mientras que las emisiones de GEI a largo plazo en la RCP 8.5 se consideran excesivamente pesimistas, los escenarios de cambio climático del Protocolo de administración de información común (CMIP5) (<https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip5>) con

La contaminación atmosférica (debida a las partículas de menos de 2,5 micrones de diámetro y al ozono) aumenta la carga de morbilidad, generando un costo para la economía que oscila entre el 0,1 % y el 14 % del PIB, según el método utilizado para su estimación. El cálculo de la mortalidad prematura utilizando un valor estadístico de la vida (VEV) (basado en Narain y Sall, 2016; OCDE, 2012) da como resultado un costo estimado de la contaminación atmosférica del 2 % al 14 % del PIB, mientras que la estimación de las pérdidas de producción del mercado¹⁰⁶ utilizando los años de vida perdidos da como resultado costos de contaminación atmosférica del 0,1 % al 1 % del PIB (Araujo y otros, 2022). Los dos enfoques miden variables diferentes y son complementarios: el primero arroja costos más elevados porque el VEV se deriva de una voluntad de pagar que incluye consideraciones de bienestar (por ejemplo, para evitar el sufrimiento o el dolor), mientras que el segundo solo mide los ingresos perdidos, que es un límite inferior para los daños.

GRÁFICO 4.3. Impacto macroeconómico del daño causado por las inundaciones y el calor



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos del PNUD (2016) y la UNISDR (2015).

4.2. Distribución geográfica desigual de los impactos climáticos y los riesgos de transición

Argentina es un país de gran tamaño con una población dispersa en la que los daños asociados al cambio climático varían geográficamente, por sectores y grupos de ingresos, lo que agrava las ya elevadas asimetrías regionales en los niveles de vida. El cambio en el clima es diverso a lo largo de Argentina; por ejemplo, se prevé que el cambio de temperatura sea mayor en el norte (gráfico 3.2), que también tiene la población más vulnerable (gráfico 4.4a). Los tipos de actividad económica que se desarrollan en cada lugar también varían, afectando a las emisiones de GEI en las distintas regiones (Conte Grand, Mikou y Rozenberg, 2021b). Las actividades económicas son un factor determinante de las tasas de pobreza, que son muy distintas en todo el país (gráfico 4.4a). Sin embargo, incluso en un mismo lugar, la exposición a los impactos climáticos o a la transición climática varían, así como la

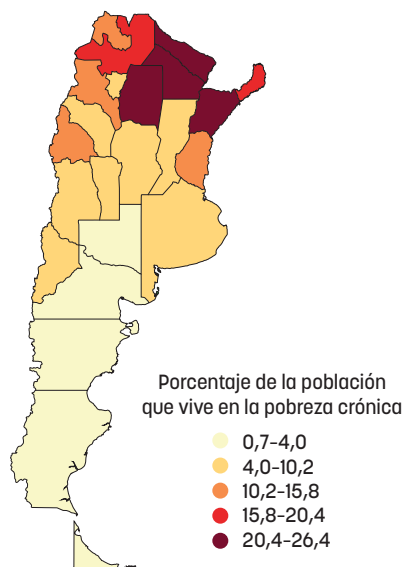
RCP 8.5 ofrecen un escenario útil (y no inverosímil) de alto calentamiento, que sería coherente con la continuación de las emisiones de GEI y la alta sensibilidad al cambio climático o la retroalimentación positiva del ciclo del carbono.

¹⁰⁶ Expresado como la proporción del trabajo en el PIB per cápita, a partir de Guerriero (2019).

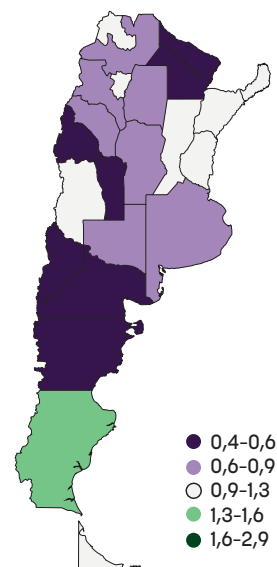
capacidad para hacer frente a ellos. Por ejemplo, los pobres de las zonas urbanas viven en áreas más propensas a las inundaciones y tienen menos cantidad de árboles (lo que aumenta la exposición al calor); también suelen carecer de amortiguadores de ingresos para hacer frente a los eventos climáticos. Como se analizó en el capítulo 1, las inundaciones provocan pérdidas de activos y de bienestar, que a menudo anulan tanto la capacidad de los hogares para hacer frente a los eventos y recuperarse de ellos, como el impacto de la protección social. Estos efectos distan mucho de ser homogéneos en todo el país (gráfico 4.5). La transición verde también afectará a las personas de forma diferente, ya que regiones como la Patagonia y Cuyo, donde predomina la minería, tienen una mayor proporción de empleos marrones, mientras que otras, como la región pampeana, donde predomina la agricultura, tienen más trabajadores verdes (gráfico 4.4b). Además, dado que las personas con empleos marrones suelen tener niveles de educación e ingresos más bajos que las de los empleos verdes (sección 3.2.8), la transición laboral probablemente requerirá cierto tipo de apoyo a los trabajadores para que obtengan mayores niveles de educación y capacitación.

GRÁFICO 4.4. Pobreza crónica y distribución de los empleos verdes y marrones

a) Población y pobreza crónica por provincia



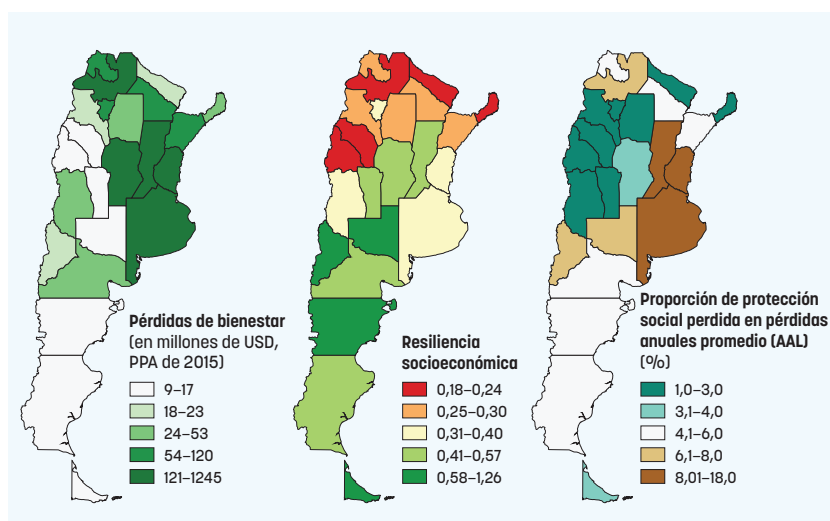
b) Relación entre empleos verdes y marrones, por provincia



Fuentes: Cálculos del personal del Banco Mundial, a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) (población, estimaciones de 2010); Gasparini y otros, (<https://mapa.poblaciones.org/map/42901>) (pobreza crónica).

Nota: La pobreza se define según el nivel de ingresos, mientras que la pobreza crónica incluye a las personas que tienen otras necesidades básicas insatisfechas, como las condiciones de la vivienda.

GRÁFICO 4.5. Impacto de las inundaciones por provincia, promedios anuales



Fuentes: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en Rozenberg y otros (2021).

Notas: Se usó información de INDEC (2020). Las pérdidas de bienestar representan las características socioeconómicas de la población (por ejemplo, la pobreza), al igual que los impactos físicos de las inundaciones (debido a los peligros, la exposición y la vulnerabilidad). La resiliencia socioeconómica es la relación entre las pérdidas de activos y las pérdidas de bienestar, y describe la capacidad de los hogares para afrontar los eventos y recuperarse de ellos. La proporción de protección social perdida en pérdidas anuales promedio (AAL) se refiere al porcentaje de los pagos sociales que se pierden para compensar las pérdidas de consumo causadas por las inundaciones fluviales en cada provincia

4.3. Efectos macroeconómicos y distributivos de las políticas de mitigación y adaptación

Los Gobiernos disponen de varios instrumentos de política para impulsar el cambio transformacional, adoptar estrategias de descarbonización para cumplir con las CDN y adaptar sus estructuras productivas para reducir las vulnerabilidades ante los fenómenos del cambio climático. En materia de mitigación, nuestro análisis se centra en los mecanismos de fijación de precios a las emisiones, para reducir los subsidios a la energía y actualizar el impuesto al carbono establecido en 2018. Se trata de una política transversal, que abarca varios sectores y, en ese sentido, es más amplia que las políticas analizadas en la sección 3.2. En cuanto a la adaptación, nos enfocamos en los beneficios de la protección contra las inundaciones, pero sin incluir las inversiones productivas cruciales para evitar los efectos climáticos extremos, como el riego o la profundización de las vías navegables para evitar los efectos de las sequías y aumentar la eficiencia. Nuestro análisis de los subsidios e impuestos no se limita a evaluar los impactos macroeconómicos y distributivos, sino que examina el efecto de las políticas complementarias para apoyar la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Entre ellas, se encuentran las políticas redistributivas, que compensan al 40 % más pobre de la población (personas que viven por debajo de la línea de pobreza nacional) por el aumento del precio del carbono, compensando así el posible efecto regresivo de esta medida política. Para recircular los ingresos adicionales procedentes de la fijación de precios al carbono con el fin de perseguir otros objetivos normativos, se consideran objetivos normativos alternativos, como la reducción de la deuda, el aumento de la inversión pública productiva, el financiamiento de programas sociales, el reemplazo de parte de las contribuciones a la Seguridad Social (CSS) con los ingresos provenientes del impuesto al carbono para promover la creación de empleos privados formales, y las políticas de neutralidad de ingresos que reducen otros impuestos, como el impuesto a las ganancias y el impuesto al valor agregado.

4.3.1. Políticas de mitigación

De los 46 países que hoy en día aplican impuestos al carbono, Argentina es uno de los pocos países de América Latina que impone precios al carbono¹⁰⁷. En enero de 2018, se introduce el Impuesto al Dióxido de Carbono como parte de la reforma tributaria integral a los combustibles (Ley de Reforma Tributaria nro. 27430) aprobada en diciembre de 2017. Esta reforma sustituyó los anteriores impuestos *ad valorem* por dos tasas específicas. La primera fue una tasa de carbono uniforme de USD 10/tCO₂e sobre todos los productos gravados, en función de su contenido de carbono. La segunda fue una tasa sobre los combustibles líquidos, que, además de las tasas de carbono, no modifica (si no hay ninguna diferencia) los tipos impositivos generales sobre los combustibles líquidos previamente gravados¹⁰⁸. La ley amplía la lista de combustibles sujetos al impuesto al carbono para incluir el carbón mineral, el fueloil y el coque, pero el gas natural, el combustible para buques, el gas licuado de petróleo (GLP) y el combustible de aviación siguen estando exentos. Las tasas impositivas se fijaron en pesos, indexadas al Índice de precios al consumidor (IPC) de manera trimestral, para amortiguar los efectos de las variaciones del precio del petróleo y del tipo de cambio. Sin embargo, estos aumentos se pospusieron en varias ocasiones desde 2019, para evitar nuevos incrementos en los precios de los combustibles.

A pesar de los avances en materia de impuestos ambientales, la imposición directa sobre las emisiones de carbono resulta insuficiente. La liquidación de impuestos original proponía un precio del carbono de USD 25/tCO₂e, pero se aprobó en USD 10/tCO₂e. A partir de 2022, debido a la depreciación del tipo de cambio, las tasas impositivas rondan los USD 5/tCO₂e, por lo que se encuentran entre las más bajas en las comparaciones internacionales. El impuesto al carbono solo abarca alrededor del 20 % de las emisiones de GEI de Argentina (Banco Mundial, 2019). Esta cifra es baja comparada, por ejemplo, con Chile, donde los impuestos alcanzan al 42 % de las emisiones. Además de eximir a diversas fuentes de emisión (incluido el gas natural y el gas natural licuado [GNL]), el impuesto al carbono de Argentina no abarca las emisiones directas de GEI procedentes de los procesos industriales, la agricultura o el uso de la tierra.

Los impuestos sobre los combustibles y al carbono tienen como objetivo poner precio a la externalidad negativa del consumo de combustibles fósiles sobre el medio ambiente. Pero coexisten con los subsidios a la energía¹⁰⁹, que fomentan el consumo de combustibles y deterioran las cuentas fiscales. Con un 1,8 % del PIB en 2020, Argentina tenía los segundos subsidios a la energía más altos de América Latina, después de Bolivia (Araujo y otros, 2022). En 2021, el congelamiento de las tarifas redundó en un aumento al 2,3 % del PIB de los subsidios a la energía, lo que generó un mayor nivel de desacoplamiento de los precios internacionales¹¹⁰. Como ilustra la historia reciente de Argentina, la carga de los subsidios a la energía en las cuentas fiscales puede crecer rápidamente, aumentando las necesidades de financiamiento público e impidiendo que los recursos públicos se destinen a otras áreas importantes y desatendidas, como la inversión pública. Esto, a su vez, contribuye a los desequilibrios macroeconómicos e incrementa la vulnerabilidad (Cont y otros, 2021). Desde el punto de vista sectorial, la

¹⁰⁷ Tablero interactivo sobre la fijación del precio del carbono del Banco Mundial (<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>). Los demás son Colombia, Brasil, Chile y Uruguay.

¹⁰⁸ Ministerio de Economía, Subsecretaría de Ingresos Públicos de Argentina (2018). "La Reforma Tributaria de 2017".

¹⁰⁹ Véase el informe no publicado del Banco Mundial (2021c), Tercer examen del gasto público, "Energy Subsidies in Argentina: a multidimensional approach to policy reform" (Subsidios a la energía en Argentina: un enfoque multidimensional para la reforma de las políticas).

¹¹⁰ La mayoría de los subsidios fiscales a la energía se originan en la brecha entre los costos de producción y la medida en que estos se trasladan a la demanda. También hay subsidios al gas que incentivan la producción nacional.

brecha entre los costos económicos y los precios de la demanda a lo largo de la cadena energética causa una ineficiencia de las asignaciones (Gray, 1995). Los subsidios a la energía también generan niveles ineficientes de consumo energético sin internalizar, mediante la fijación de precios, las externalidades negativas de las emisiones de CO₂ sobre la salud y el medio ambiente (Charap, da Silva y Rodriguez, 2013). Los esquemas de subsidios a la energía generalizados del tipo de los que existen en Argentina son también una forma ineficiente de redistribuir los recursos hacia los menos favorecidos. En gran parte, debido a la prevalencia del mecanismo de tarifa plana general, una gran proporción de estos subsidios termina beneficiando a los hogares de los deciles más altos de la distribución de ingresos, que tienen mejor acceso a la red y consumen más energía (Banco Mundial, 2014; Giuliano y otros, 2020). El Plan Tarifas Justas y Responsables, que se puso en marcha en septiembre de 2022, tiene por objeto abordar esta cuestión mediante una reducción gradual de los subsidios a la energía (eliminando los subsidios a los clientes de altos ingresos y a la demanda de electricidad no residencial), lo que permitiría una mayor inversión pública. Pero la guerra en Ucrania y los consiguientes aumentos de los precios de la energía en todo el mundo están poniendo a prueba estas reformas en medio de un aumento de la ya elevada inflación y del deterioro del poder adquisitivo. Sin embargo, a pesar de la evolución económica reciente, cualquier reforma de la fijación de impuestos al carbono debe evaluarse en este contexto más amplio e integrar una reducción progresiva de los subsidios a la energía.

Si bien los efectos sociales y económicos negativos del cambio climático hacen que las políticas de mitigación y adaptación sean cruciales, es importante considerar las repercusiones macroeconómicas y distributivas de dichas políticas. Araujo y otros (2022) modelan un impuesto al carbono de amplia base, asumiendo que se traslada a los usuarios finales y se eliminan los subsidios explícitos a la energía¹¹¹. El precio del carbono simulado en el análisis es consistente con un escenario de CDN correspondiente a una reducción de emisiones de GEI del 25 % en comparación con el punto de referencia y, por lo tanto, alineado con el compromiso del Acuerdo de París asumido por Argentina. Esto implicaría un aumento real del impuesto al carbono de USD 56¹¹². A diferencia de la situación actual, que exime al gas natural y a algunos otros sectores, el impuesto al carbono actualizado se extiende a todos los sectores. Una vez determinado el aumento del impuesto al carbono necesario para alcanzar el escenario de la CDN definido anteriormente, la herramienta de evaluación de la fijación del precio del carbono (CPAT) del Banco Mundial ofrece un cálculo de las transferencias financieras necesarias para garantizar que el 40 % de los hogares más pobres conserven el mismo poder adquisitivo que tenían antes del aumento del impuesto al carbono¹¹³. Nuestro análisis contempla diferentes conjuntos de simulaciones, en las que la principal variación se da en el destino de los ingresos provenientes del impuesto al carbono recaudado. Las opciones posibles incluyen el uso de los ingresos para reducir la deuda soberana, como las transferencias al 40 % más pobre de la población (al menos parcialmente) para evitar los efectos distributivos negativos, o la reducción de otros impuestos, como el impuesto a las ganancias, el impuesto al valor agregado y las contribuciones a la seguridad social, en escenarios de neutralidad de ingresos. Los supuestos en los que se basan estas simulaciones y los diferentes canales de transmisión se resumen en Araujo y otros (2022).

¹¹¹ El análisis utiliza los subsidios para el carbón, el gas, el petróleo y la electricidad, con valores de subsidios tomados de la Agencia Internacional de Energía (AIE). La reducción de los subsidios implica un menor gasto y, por consiguiente, un ahorro fiscal.

¹¹² En el MFMod, los subsidios se expresan en equivalentes del impuesto al carbono. De este modo, los escenarios del impuesto al carbono en el MFMod incluyen tanto la eliminación de los subsidios como el impuesto para cumplir con la CDN. El precio efectivo del carbono se estima en USD 25/tCO₂e, teniendo en cuenta los subsidios a la energía. Por lo tanto, el precio del carbono se incrementa a USD 31/tCO₂e, lo que supone un aumento de USD 56.

¹¹³ Obsérvese que la compensación del poder adquisitivo (es decir, la eliminación del efecto de renta) es compatible con la reducción del consumo de carbono en el 40 % de los hogares más pobres, que se vería impulsado por el efecto de sustitución derivado de un cambio en los precios relativos.

Además de reducir las emisiones de GEI, la eliminación de los subsidios y el aumento del precio del carbono tienen otros cobeneficios. La política simulada de eliminar explícitamente los subsidios y aumentar el impuesto al carbono a USD 31/tCO₂e en 2022 implicaría diferentes reducciones de las emisiones de GEI en relación con la situación de referencia, que varían según la forma en que se reasignan los ingresos (gráfico 4.6). Por ejemplo, la eliminación de los subsidios implica una reducción del 15 % de las emisiones de GEI para 2030 en relación con el punto de referencia (gráfico 4.6, escenario de subsidio-ahorro), mientras que el aumento del precio del carbono (en un escenario de ahorro) implica otra reducción del 15 % de las emisiones (gráfico 4.6, escenario de CDN-ahorro). Las diferentes opciones de reciclado de ingresos implican diferentes trayectorias de reducción de emisiones de GEI, dado su impacto en el crecimiento del PIB (gráfico 4.7.). Es importante destacar que los cobeneficios de estas políticas incluyen evitar aproximadamente 4600 muertes prematuras relacionadas con contaminación atmosférica y 3400 muertes por accidentes de tránsito entre 2023 y 2030. En el resto de esta sección se analizan los diferentes efectos macroeconómicos y distributivos de estos escenarios.

GRÁFICO 4.6. Emisiones de GEI indexadas frente a las CDN para todos los gases y todas las fuentes, en diferentes escenarios de recirculación de ingresos

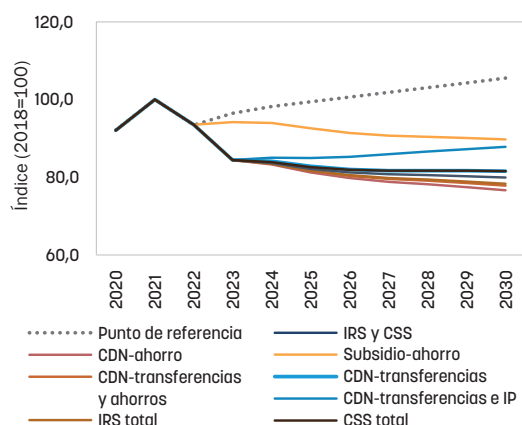
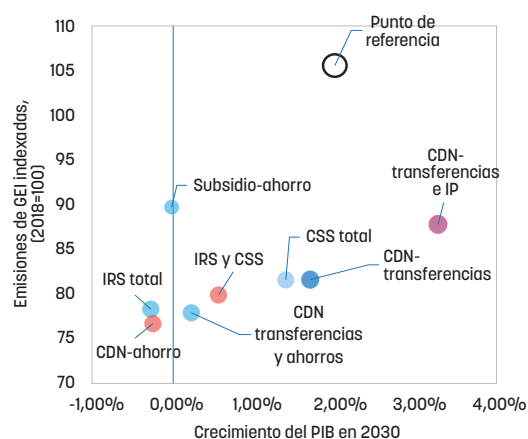


GRÁFICO 4.7. Efecto de los distintos escenarios sobre el PIB y las emisiones (2030)

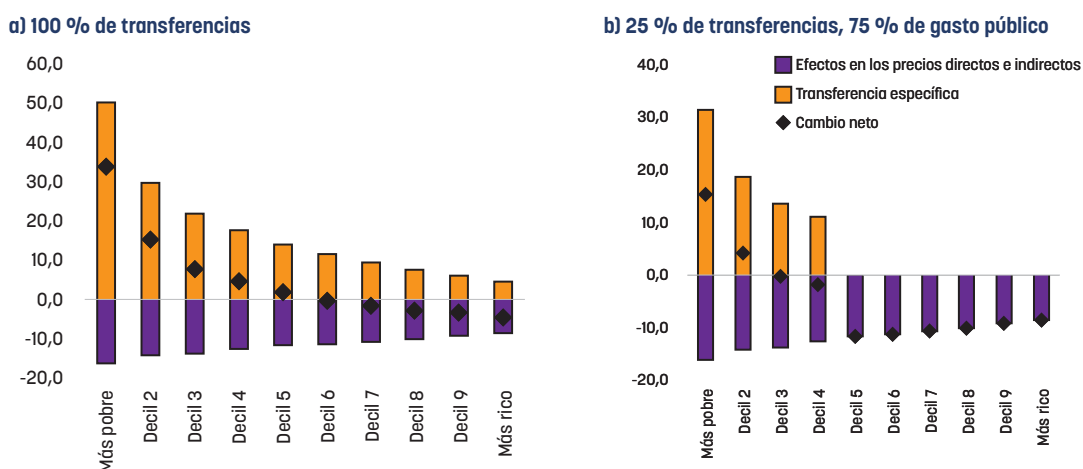


Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de la CPAT. Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de la CPAT.

Aumentar el impuesto al carbono y eliminar los subsidios puede tener un impacto negativo en el PIB y en la distribución de los ingresos, a menos que los ingresos procedentes del impuesto al carbono se reciclen para aumentar tanto las transferencias como la inversión pública. Aunque los impuestos al carbono tienen un efecto positivo a largo plazo en las finanzas públicas, la ausencia de reciclado de los ingresos puede llevar a una reducción del PIB cercana al 1 % con respecto al punto de referencia a corto plazo, y a una reducción del 0,2 % a largo plazo. También puede haber efectos negativos a corto plazo en el consumo relativo de los hogares, con mayores pérdidas para los deciles más bajos, lo que hace que esta opción de política sea regresiva (Araujo y otros, 2022). Afortunadamente, existen diversas opciones políticas que pueden compensar estos efectos y dar lugar a resultados positivos en materia de crecimiento y distribución. Por ejemplo, la recirculación del 100 % de los ingresos del impuesto al carbono mediante transferencias para proteger a los hogares más pobres (gráfico 4.8a) aumenta el PIB a corto plazo en relación con el punto de referencia, impulsado por el consumo. Pero los efectos de desplazamiento y la reducción de la inversión privada hacen que el PIB caiga a largo plazo hasta un

0,65 % por debajo del punto de referencia para 2050 (Araujo y otros, 2022). La transferencia del 25 % de los ingresos acumulados al 40 % más pobre de la población y la asignación del 75 % restante a la inversión pública tienen el mayor efecto sobre la producción en el crecimiento a largo plazo (gráfico 4.8b, y Araujo y otros, 2022, escenario de CDN3-transferencias e inversión privada [IP]), porque el multiplicador fiscal de la inversión pública es mayor que los asociados a otros componentes del gasto (Banco Mundial, 2021c). Este escenario también tiene el mayor efecto positivo sobre el consumo y la inversión privada, a corto y a largo plazo, y ofrece resultados positivos para la cuenta corriente (a largo plazo), el saldo fiscal y la deuda pública (tanto a corto como a largo plazo).

GRÁFICO 4.8. Impacto distributivo de la eliminación de los subsidios y del aumento del impuesto al carbono con diferentes opciones de reciclado de los ingresos (consumo relativo en 2025, porcentaje de cambio)



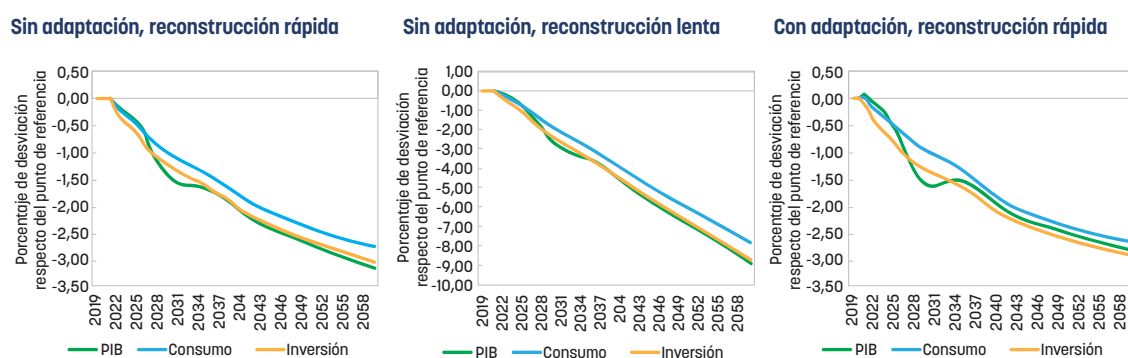
Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de datos de la CPAT.

4.3.2. Políticas de adaptación

Las medidas de adaptación son fundamentales para proteger a la economía y a las poblaciones vulnerables de los efectos de los eventos relacionados con el clima. En esta sección se examina el impacto macroeconómico de las inversiones en la protección contra las inundaciones. Aunque ya se ha demostrado que las sequías tienen graves costos económicos, no es fácil introducir en un modelo macroeconómico las medidas de adaptación necesarias para prevenir estos eventos climáticos. Según el diagnóstico del Banco Mundial sobre la seguridad hídrica en Argentina (Banco Mundial, 2021b), el país podría aumentar la resiliencia a la sequía reforzando el sistema de gestión de los recursos hídricos, ampliando los conocimientos sobre la prestación de servicios, desarrollando una mejor comprensión de la dinámica de la demanda sectorial de agua y mejorando la infraestructura de gestión, la recopilación y el registro de datos y la capacidad de procesamiento y seguimiento (sección 3.1.2). En el diagnóstico también se destaca la importancia del riego complementario para los cultivos de secano. Los escenarios explorados en esta sección incluyen inundaciones anuales que destruyen el stock de capital de manera equivalente a las cuotas históricas de pérdidas previstas, con diferentes tiempos de reconstrucción luego de las inundaciones, y con y sin inversiones en la protección contra las inundaciones. Se observa que la contracción del PIB es menor cuando la reconstrucción es más rápida, y el PIB es ligeramente mayor en un escenario con protección contra las inundaciones en comparación con uno sin inversiones de adaptación (gráfico 4.9).

Dadas las restricciones de la deuda, la inversión en adaptación y reconstrucción se financia reduciendo el gasto corriente y de capital. En todos los escenarios simulados, las infraestructuras de protección contra las inundaciones y la reconstrucción del capital dañado se financian reduciendo la inversión corriente y de capital, aumentando la deuda solo en entre un 0,3 % y un 1 % del PIB para 2050 en todos los escenarios. El mayor endeudamiento se da en el escenario con eventos mayores y poco frecuentes, sin protección contra las inundaciones y con una reconstrucción más lenta. Un crecimiento más fuerte, impulsado por la transformación estructural y la diversificación de las exportaciones, será crucial para financiar la inversión pública en adaptación y evitar las limitaciones señaladas en esta simulación, ya que no sería necesario reducir otras inversiones de capital. La estabilización macroeconómica y las políticas favorables al crecimiento también atraerían la inversión privada en materia de adaptación. Sin embargo, desde la perspectiva de la modelización, es importante destacar los límites de estas simulaciones, ya que las inversiones proyectadas se limitan a evitar los daños causados por las inundaciones y no incluyen las necesidades de inversión productiva sectorial de mayor magnitud (como el riego para proteger la agricultura contra las sequías y aumentar la productividad, o la profundización de la vía navegable para reducir las interrupciones causadas por la sequía y aumentar la eficiencia del sector hídrico), lo que aumentaría la resiliencia de la economía y disminuiría su vulnerabilidad a los eventos del cambio climático. En el diagnóstico sobre la seguridad hídrica de Argentina se estima que las inversiones prioritarias en el sector ascenderían a USD 96 900 millones para 2030. Aunque un trabajo futuro debería cuantificar estas necesidades, dichas inversiones requerirían fuentes de financiamiento adicionales y acceso a los mercados de deuda, habida cuenta de la restricción fiscal de Argentina y de las rigideces presupuestarias que dificultan la reasignación del gasto, al menos en el corto plazo.

GRÁFICO 4.9. Efectos de las inversiones en reconstrucción y adaptación para fenómenos frecuentes y de poca magnitud en tres escenarios (daños anuales = pérdidas previstas) (2019-59)



Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial a partir de los datos de Banco Mundial (2021b).

Nota: Las simulaciones se generaron utilizando una relación costo-beneficio de 1,4 para las inversiones de protección contra las inundaciones (el gasto en adaptación genera un beneficio del 40 % sobre el costo). Todas las inversiones de adaptación se financian reduciendo la inversión pública productiva.

Los sistemas de protección social protegen a los más pobres frente a los impactos del cambio climático. Las transferencias de dinero pueden ser una solución eficaz para reducir los impactos de las sequías y las inundaciones sobre el bienestar, especialmente frente a fenómenos de gran magnitud y poca frecuencia, y los sistemas de protección social son herramientas clave para ayudar a la población más vulnerable a adaptarse a los impactos de evolución lenta del cambio climático (sección 1.1). En

Argentina, los sistemas de protección social adaptativa están, en general, bien establecidos —tal y como se constató en la prueba de estrés realizada para dichos sistemas (Banco Mundial, 2022)— pero podrían mejorarse en tres aspectos principales:

1. El fortalecimiento del intercambio de información entre el sistema de protección social y los sistemas de alerta temprana locales y nacionales para calcular la población vulnerable en riesgo frente a diferentes tipos de peligros, con el fin de mejorar la focalización y asegurar el financiamiento.
2. El desarrollo de la capacidad técnica, humana y financiera del Ministerio de Desarrollo Social, la Administración Nacional de la Seguridad Social y el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social para responder a los fenómenos de desastre y al cambio climático y mejorar sus sistemas de información geográfica para que puedan ampliar los programas de protección social para alcanzar a más beneficiarios en zonas con alto riesgo de desastre.
3. La elaboración de un diagnóstico que sirva de base para la formulación de un plan de gestión del cambio climático para el sector de la protección social que establezca programas para responder a eventos específicos, diseñe y proponga esquemas institucionales que permitan adaptar la protección social a los desafíos del cambio climático y focalice los mecanismos de gasto social en las poblaciones vulnerables de las zonas y regiones de alto riesgo.

5. Conclusión: acciones prioritarias y brechas de conocimiento

La enorme dependencia del capital natural que se experimenta en Argentina contribuye a su vulnerabilidad frente al cambio climático en el ámbito del sector agropecuario y la energía hidroeléctrica, y frente a la transición hacia las bajas emisiones de carbono en el ámbito de la industria del petróleo y el gas. Pero también presenta oportunidades de crecimiento. En el país, se puede crear un modelo de crecimiento inclusivo, resiliente y de bajas emisiones de carbono si se aprovechan las ventajas comparativas en cuanto a la agricultura climáticamente inteligente, las baterías de litio para vehículos eléctricos y la energía renovable, al tiempo que se incrementa la productividad mediante la seguridad hídrica.

Habida cuenta del contexto macroeconómico de Argentina, es fundamental que se prioricen las políticas climáticas compatibles con el aumento del crecimiento del país, o sin dejar de lado la pobreza y la distribución. Las acciones que se identifican en este ICDP y se resumen en el cuadro 5.1 evitan los caminos irreversibles y se priorizan sobre la base de sus beneficios en términos de desarrollo y su urgencia. Aunque aún no evaluamos estas acciones en conjunto en un marco macroeconómico, se demostró que, por separado, generan beneficios en términos de crecimiento.

Si bien la mayoría de las acciones climáticas identificadas en este ICDP pueden generar amplios beneficios para el sector privado y la economía de Argentina sin necesidad de apoyo adicional (como inversiones en litio o vehículos eléctricos), otras pueden requerir de fondos privados y públicos internacionales para cubrir parcialmente los costos (por ejemplo, acciones para reducir la deforestación o las emisiones de metano derivadas de la ganadería). Los mercados de carbono internacionales pueden ser también una fuente de fondos basados en los resultados tanto para los países como para las empresas públicas que realizan actividades para reducir las emisiones de GEI, así como para el sector privado en general. Los bonos y los préstamos vinculados a la sostenibilidad también pueden constituir una fuente fiable de financiamiento que puede combinarse con descuentos (o penalizaciones) basados en los resultados por cumplir (o no) los objetivos acordados previamente. Las transferencias internacionales también pueden ayudar a solventar los costos económicos de una transición hacia la reducción de las emisiones de carbono, de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. Para eliminar los obstáculos a las inversiones públicas y privadas en la acción climática y para las inversiones que aún no son comercialmente viables, como las nuevas tecnologías climáticamente inteligentes no probadas o los mercados incipientes, se requieren fondos en condiciones favorables o instrumentos de reducción de riesgos, entre los que se incluyen el financiamiento combinado

CUADRO 5.1. Prioridades climáticas y vinculadas al desarrollo para Argentina

Prioridades amplias	Beneficios para		Vínculo con otras políticas	
	Adaptación	Mitigación	Sinergias	Ventajas relativas
Reformas macrofiscales e incentivos de precios				
1. Eliminar gradualmente los subsidios a la energía y los impuestos al carbono tratando de recircular los ingresos procedentes del carbono para proteger a la población más pobre y, al mismo tiempo, crear amortiguadores para enfrentar los eventos climáticos	Altos	Altos	Macroeconomía, pobreza	Aceptabilidad política
2. Crear e implementar incentivos para las tecnologías de baja emisión de carbono en el sector del transporte: biocombustibles de nueva generación, hidrógeno verde, vehículos eléctricos*		Altos	Energía, agricultura, industria	
3. Fortalecer los sistemas públicos y los mecanismos privados para pagar los servicios ecosistémicos destinados a mitigar la deforestación		Medianos	Pobreza	Costo de oportunidad de los fondos públicos
Medidas relacionadas con el capital humano				
4. Conectar de mejor manera los sistemas de protección social con los sistemas de control de riesgos para lograr una mayor resiliencia frente a los eventos climáticos	Medianos	Medianos	Pobreza	
5. Realizar educativas para modificar las conductas relacionadas con el consumo de productos de bajas emisiones de carbono y la concientización sobre los riesgos climáticos (p. ej., una ley de educación ambiental)	Medianos		Educación	Energía (p. ej., la percepción del calor podría aumentar el uso del aire acondicionado)
6. Crear políticas de readiestramiento y adaptar las políticas de apoyo social para incluir la transición hacia los empleos verdes		Medianos	Pobreza, macroeconomía	
Planificación, normas, incentivos				
7. Elaborar un plan energético sostenible a mediano plazo	Altos	Altos	Transporte, agua, reformas macrofiscales	
8. Mejorar los datos y los modelos para la gestión de los recursos hídricos	Altos		Transporte, energía, agricultura	
9. Diseñar un plan de descarbonización para el sector agrícola, que se centre en reducir las emisiones de metano provenientes de la ganadería y la deforestación en el Chaco		Altos	Silvicultura	
10. Propiciar las condiciones para las inversiones en energía renovable mediante tarifas y normativas más favorables		Altos		Problemas de economía política en torno a otras fuentes de suministro energético

Prioridades amplias	Beneficios para		Vínculo con otras políticas	
	Adaptación	Mitigación	Sinergias	Ventajas relativas
11. Crear incentivos (y acciones para aumentar la concientización) para mejorar la eficiencia energética de los edificios y los electrodomésticos**		Medianos	Macroeconomía, energía	Algunas acciones pueden tener impactos negativos sobre el empleo
12. Incrementar el apoyo público y la movilización del sector privado para implementar innovaciones en la agricultura climáticamente inteligente	Altos	Altos	Macroeconomía (comercio), salud y pobreza (seguridad alimentaria)	Efectos de recuperación (mayor demanda) debido a la mejora
13. Continuar desarrollando la cadena de valor del litio, generando más conocimientos sobre las oportunidades de vinculación progresiva y regresiva, y evaluando el impacto social y ambiental de la minería del litio		Medianos	Macroeconomía, transporte	Suministro de energía proveniente de otras fuentes; exportación de minerales en bruto e importación de vehículos eléctricos
14. Mejorar las logísticas del transporte para las cadenas de valor*: centros de consolidación urbanos, acceso mejorado a los ferrocarriles, eficiencia energética en el transporte		Medianos	Agricultura	
15. Seguir mejorando la calidad de los inventarios de GEI y desarrollar factores de emisión que el sector privado pueda utilizar en el asiento de la intensidad de las emisiones de carbono	Medianos	Medianos	Industria	
Inversiones				
16. Invertir en infraestructura para el almacenamiento del agua	Altos		Agricultura	Costo de oportunidad de los fondos públicos
17. Profundizar las vías navegables	Altos	Medianos	Niveles más bajos de costos de transporte y emisiones	Problemas de economía política en torno al transporte por carretera
18. Seguir invirtiendo en infraestructura de transmisión para conectar la energía renovable a la red de distribución	Medianos	Altos		Costo de oportunidad de los fondos públicos
19. Invertir en infraestructura para la carga de vehículos eléctricos		Altos	Salud	Costo de oportunidad de los fondos públicos
20. Invertir en infraestructura verde para mitigar las inundaciones, además de aumentar la capacidad para la planificación urbana	Altos		Salud, pobreza	Costo de oportunidad de los fondos públicos

Fuente: Cálculos del personal del Banco Mundial, basados en los resultados de este ICDP.

Nota: * Solo realizamos un análisis detallado de dos cadenas de valor: la de la soja en todo el país y la de los productos lácteos en la zona metropolitana de Buenos Aires. Estos resultados podrían ampliarse a otros sectores. ** Realizamos un análisis detallado de algunas acciones, como cambios en la iluminación, los electrodomésticos del hogar y la generación distribuida proveniente de los paneles solares.

Referencias bibliográficas

- Alberio, P., Aliano, M. y Guzowski, C. (2020), *Análisis Multicriterio de las medidas de mitigación incluidas en los Planes de Acción Sectoriales de Cambio Climático que permitan la implementación de la NDC argentina*. Preparedness for Market Readiness (Preparación para el Mercado), Grupo Banco Mundial.
- Alcañiz, I. y Gutiérrez, R. A. (2020), Between the global commodity boom and subnational state capacities: Payment for environmental services to fight deforestation in Argentina, *Global Environmental Politics*, 20(1), 38–59.
- Álvarez, R., Steinbach, H. S. y De Paepe, J. (2017), "Cover crop effects on sPetróleos and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis," *SPetróleo and Tillage Research* 170: 53–65.
- Amica, G., Larochette, P. A. y Gennari, F. C. (2020), Light metal hydride-based hydrogen storage system: Economic assessment in Argentina, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(38), 18789–18801.
- Aprea, J. L. y Bolcich, J. C. (2020), The energy transition towards hydrogen utilization for green life and sustainable human development in Patagonia, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(47), 25627–25645.
- Arakaki, A., Conte Grand, M., González, F., Mealy, P., Rodríguez Chamussy, L. y Rozenberg, J. (2022), Transition from Brown to Green Jobs: its Potential, Poverty and Distributional Impacts in Argentina, Nota de antecedentes 8 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Araujo, S., Jooste, C., Dborkin, D. y Schulz-Antipa, P. E. (2022), Detalles metodológicos de los modelos utilizados para el capítulo 4, Nota de antecedentes 9 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Arrieta, E. M. y González, A. D. (2018), Impact of current, National Dietary Guidelines and alternative diets on greenhouse gas emissions in Argentina, *Food Policy*, 79, 58–66.
- Arrieta, E. M., Aguiar, S., Fischer, C. G., Cuchiatti, A., Cabrol, D. A., González, A. D. y Jobbágy, E. G. (2022), Environmental footprints of meat, milk and egg production in Argentina, *Journal of Cleaner Production*, 347, 131325.
- Banco Central de la República Argentina (2018), *Informe de Política Monetaria*, <http://www.bcra.gov.ar/Pdfs/PoliticaMonetaria/IPOM1018.pdf>.
- Banco Mundial (2014), "Transitional Policies to Assist the Poor While Phasing Out Inefficient Fossil Fuel Subsidies that Encourage Wasteful Consumption", Aporte del Banco Mundial a los Ministros de Finanzas y Gobernadores de Bancos Centrales del Grupo de los Veinte (G-20).
- (2017), *Argentina Urbanization Review*.
- (2018), *Argentina, Biennial update report (BUR), BUR 3 submission to UNFCCC*. Gobierno de Argentina.
- (2018), *Diagnóstico sistemático del país*
- (2019), *State and Trends of Carbon Pricing*, Washington, DC, Banco Mundial.
- (2020), *Programa de Evaluación del Sector de Infraestructura (InfraSAP) de Argentina: Transporte*. Banco Mundial. Manuscrito.
- (2021), *Argentina, Biennial update report (BUR), BUR 4 submission to UNFCCC*. Gobierno de Argentina.
- (2021a), *Climate Change Institutional Assessment*, Washington, DC, Banco Mundial, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35438>.
- (2021b), *Argentina: Valuing Water*, Washington, DC, Banco Mundial, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36204>.

- (2021c), *Examen del gasto público III, Revisión de impuestos*. Sin publicar.
- (2021d), *Evaluación institucional del cambio climático en Argentina, versión preliminar*.
- (2022), *Prueba de estrés social, Evaluación del resumen del país, Argentina*, sin publicar.
- Bernhart, W. (2019), Challenges and opportunities in lithium-ion battery supply, *Future Lithium-ion Batteries*, 316–334.
- BP (2021), *British Petroleum Statistical Review of World Energy*. British Petroleum.
- CABA (2020), *Plan de Acción Climática 2050: Ciudad de Buenos Aires*.
- Cabrini, S. y Elustondo, L. (2022), Organic agriculture in Argentina's Pampas. A case study on Pampa Orgánica Norte farmers. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 37(1), 5–13.
- Charap, M. J., da Silva, M. A. R. y Rodríguez, M. P. C. (2013), *Energy subsidies and energy consumption: A cross-country analysis*, Fondo Monetario Internacional.
- Cheng, X-B., Zhao, C-Z., Yao, Y-X., Liu, H. y Zhang, Q. (2019), "Recent Advances in Energy Chemistry between Solid-State Electrolyte and Safe Lithium-Metal Anodes", *Chem* 5(1): 74–96.
- CNCPS (2019), *Informe de Gestión ODS 2019*. Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales.
- Cont, W., Navajas, F. H, Pizzi, F. y Porto, A. (2021), "Precios y Tarifas y Política Económica Argentina: 1945-2019". 1.ª edición especial. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/1654/1633/5324-1>.
- Conte Grand, M. (2022a), Réplica del inventario de GEI de Argentina 2018 utilizando pocas variables, Nota de antecedentes 1.A para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Conte Grand, M. (2022b), Desacople entre las emisiones de GEI y el PIB en Argentina, Nota de antecedentes 1.B. para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Conte Grand, M. y D' Elía, V. (2018), *Situación en los Países del Mercosur de Productos Definidos por la UE como en Riesgo de Fuga de Carbono y con Metodología Piloto de Huella Ambiental*, Documento de Trabajo nro. 11, Programa de Investigadores, Secretaría de Comercio, Ministerio de la Producción, Argentina.
- Conte Grand, M., Mikou, M. y Rozenberg, J. (2021a), Descomposición de las emisiones de GEI, Nota de antecedentes 1.C para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Conte Grand, M., Mikou, M. y Rozenberg, J. (2021b), Distribución geográfica de las emisiones de GEI de Argentina, Nota de antecedentes 1.D. para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Conte Grand, M., Schulz-Antipa, P. y Rozenberg, J. (2022), Exposición potencial y vulnerabilidad a regulaciones comerciales más amplias relacionadas con el clima: una aproximación para los países de América Latina y el Caribe, Nota de antecedentes 3 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Coremberg A. (2019), "Vaca Muerta: mitos y realidades", *Desarrollo Económico, Revista de Ciencias Sociales*, 59(228), 213–250.
- Costantini, E. A. C., Branquinho, C., Nunes, A., Schwilch, G., Stavi, I., Valdecantos, A. y Zucca, C. (2016), "SPetróleo indicators to assess the effectiveness of restoration strategies in dryland ecosystems", *Solid Earth* 7: 397–414.
- Duan, J., Huang, L., Wang, T., Huang, Y., Fu, H., Wu, W., Luo, W. y Huang, Y. (2020), "Shaping the Contact between Li Metal Anode and Solid-State Electrolytes", *Advanced Functional Materials* 30(15): 1908701.
- ECONOLER (2020), *Apoyo a la hoja de ruta para diseñar un esquema de certificados de eficiencia, Buenos Aires: Banco Mundial*. Preparedness for Market Readiness (Preparación para el Mercado), Grupo Banco Mundial.
- Fact MR (2019), Lithium-ion Battery Cathode Market Forecast, Trend Analysis & Competition Tracking – Global Market Insights 2019 to 2029: 170.

- FAO (2013), Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>
- FAO (2020), *La lucha contra el cambio climático a través de la ganadería: Una evaluación global de las emisiones y las oportunidades de mitigación; base de datos de las intensidades de las emisiones*, <http://clh-ckan.apps.fao.org/dataset/tools-for-greenhouse-gas-assessments/resource/a6be05c2-ebef-4c03-83e7-4a596819d561>.
- Fischer, C. G. y Bilenca, D. (2020), Can we produce more beef without increasing its environmental impact? Argentina como estudio de caso, *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(1), 1–11.
- Flexer, V., Baspineiro, C. F. y Galli, C. I. (2018), "Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing", *Science of the Total Environment*, 639: 1188–1204.
- Frolla, F. D., Angelini, M. E., Beltrán, M. J., Peralta, G. E., Di Paolo, L. E., Rodríguez, D. M., Schulz, G. y Medina, C. P. (2021), *Argentina SPetróleo Organic Carbon Sequestration Potential National Map*, INTA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina, junio de 2021, https://www.researchgate.net/publication/352715480_Argentina_SPetróleo_Organic_Carbon_Sequestration_Potential_National_Map_National_Report_Version_10_Year_2021/.
- García-Witulski, C., Rabassa, M., Conte Grand, M. y Rozenberg, J. (2022), Valoración de la mortalidad atribuible al cambio climático en Argentina. Nota de antecedentes 2 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- GFA Consulting Group, Fundación Bariloche, Fundación CEDDET y EQONixus (2021), *Plan Nacional de Eficiencia Energética (PlaNEEAR)*, https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/09011503_PropuestaPlaNEEAr.pdf.
- GGFR Asociación Mundial para la Reducción de la Quema de Gas (2022), *Informe de seguimiento de la quema de gas*, Washington, DC, Banco Mundial, <https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/publication/2022-global-gas-flaring-tracker-report>.
- Gibbs, D., Harris, N. y Seymour, F. (2018), Las cifras: el valor de los bosques tropicales en la ecuación del cambio climático, Instituto de Recursos Mundiales.
- Giuliano, F., Lugo, MA, Masut, A y Puig, J. (2020), "Distributional effects of reducing energy subsidies: Evidence from recent policy reform in Argentina," *Energy Economics* 92(C), Elsevier.
- Gobierno de Argentina (2015), *Tercera comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Gobierno de Argentina.
- Goldfarb, A. y Tucker, C. (2019), "Digital economics", *Journal of Economic Literature*, 57 (1): 3–43.
- Gray, D. (1995), *Reforming the energy sector in transition economies: selected experience and lessons* (vol. 296), Publicaciones del Banco Mundial.
- Guerriero, M. (2019), "The labor share of income around the world: evidence from a panel dataset", (920), Serie de documentos de trabajo del Instituto del Banco Asiático de Desarrollo (ADB), <https://www.adb.org/publications/labor-share-income-around-world-evidence-panel-dataset>.
- Hadad, M. G., Palmisano, T. y Wahren, J. (2020), "Socio-territorial Disputes and Violence on Fracking Land in Vaca Muerta, Argentina", *Latin American Perspectives*, 48(1): 63–83.
- Hallegatte, S., Rentschler, J. y Rozenberg, J. (2019), *Lifelines: Tomando acción hacia una infraestructura más resiliente*, Publicaciones del Banco Mundial.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M. y Simoes, A. (2014), *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*, MIT Press.

- Herrera, N., Chesini, F., Saucedo, M., Menalled, M., Fernández, C., Chasco, J. y Cejas, A. (2021), *Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Calor (SAT-TE Calor): La Evolución del SAT-OCS*.
- Heuser, P. M., Ryberg, D. S., Grube, T., Robinius, M. y Stolten, D. (2019), Techno-economic analysis of a potential energy trading link between Patagonia and Japan based on CO₂ free hydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(25), 12733–12747.
- Hidalgo, C. A. y Hausmann, R. (2009), The building blocks of economic complexity, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570–10575.
- INDEC (2020), *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2017–2018*, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ministerio de Economía.
- IPCC (2022), *Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de Trabajo II al sexto informe de evaluación. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Keramidas, K., Fosse, F., Díaz Vázquez, A., Dowling, P., Garaffa, R., Després, J., Russ, H. P., Schade, B., Schmitz, A., Soria Ramírez, A., Vandyck, T., Weitzel, M., Tchung-Ming, S., Díaz Rincón, A., Rey Los Santos, L. y Wojtowicz, K. (2021), *Perspectivas mundiales de energía y clima, 2021: Hacia la neutralidad climática*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, <https://doi.org/10.2760/410610>.
- Kesete, Y. Y., Raffo, V., Pant, R., Koks, E. E., Paltan, H., Russell, T. y Hall, J. W. (2021), *Climate Change Risk Analysis of Argentina's Land Transport Network*, Grupo Banco Mundial.
- Laborde, M. A., Lombardo, E. A., Noronha, F. B y Boaventura Filho, J. S. (2010), *Potencialidades del hidrógeno como vector de energía en iberoamérica*, Buenos Aires: Ediciones CYTED.
- Lema, R. D. y Hermo, S. (2019), *Impacto económico de la investigación agropecuaria en Argentina. El caso del INTA*. Instituto de Economía, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Lottici, M. V., Daicz, L. y Galperín, C. (2016), *La huella ambiental de la UE y sus posibles impactos comerciales para los productos alimenticios de exportación de la Argentina*. Nro. 5, índice de Participación Ciudadana (CEI), febrero.
- Mealy, P. y Teytelboym, A. (2020), *Economic Complexity and the Green Economy*. Research Policy, 103948, Green Transition Navigator.
- Mealy, P., del Río-Chanona, R. M. y Farmer, J. D. (2018), *What You Do at Work Matters: New Lenses on Labour* (18 de marzo).
- Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación y Secretaría de Minería de la Nación (2021), Informe *Litio*, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_litio_-_octubre_2021.pdf.
- Ministerio de Hacienda (2019), *Informes de Cadenas de Valor: Oleaginosas: Soja*. Septiembre de 2019.
- Mónaco, M. H., Peri, P. L., Medina, F. A., Colomb, H. P., Rosales, V. A., Berón, F., Manghi, E., Miño, M. L., Bono, J., Silva, J. R., González Kehler, J. J., Ciuffoli, L., Presta, F., García Collazo, A., Navall, M., Carranza, C., Lopez, D. R. y Gómez Campero, G. (2022), *Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Argentina, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/desmontes_y_alternativas-julio27_1.pdf.
- Nadaletti, W. C., Lourenço, V. A. y Americo, G. (2021), Green hydrogen-based pathways and alternatives: towards the renewable energy transition in South America's regions–Part A. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(43), 22247–22255.
- Narain, U. y Sall, C. (2016), *Methodology for valuing the health impacts of air pollution*, Banco Mundial.
- Obaya, M. y Céspedes, M. (2021), *Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio*, CEPAL.
- Obaya, M., Ramos, M. P., Romero, C. A., Bertin, P., Mercatante, J., Conte Grand, M. y Rozenberg, J. (2022), *Measuring the potential impact of developing the lithium value chain in Argentina: a multi-regional Input-Output analysis*, Nota de antecedentes 7 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.

- OCDE (2012), *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, febrero.
- Panadeiros, M. (2020), *Energías renovables en la Argentina: ¿una estrategia en pausa?* Fundación FIEL-Konrad Adenauer Stiftung.
- Parlamento Europeo (2018), Vehículos eléctricos a batería: desarrollo del mercado y emisiones del ciclo de vida: investigación para la Comisión TRAN. Parlamento Europeo, Dirección General de Políticas Internas de la Unión.
- Pendrill, F., Persson, U. M. y Kastner, T. (2020), *Deforestation risk embodied in production and consumption of agricultural and forestry commodities 2005-2017*, Chalmers University of Technology, Senckenberg Society for Nature Research, SEI y Ceres Inc., <https://doi.org/10.5281/zenodo.4250532>.
- PNUD (2016), *Climate Change and Labour: Impacts of Heat in the Workplace*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, abril.
- PNUMA (2019), *Informe sobre las deficiencias del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, noviembre.
- Pons, A., Casullo, L., Kilstein, A., Dobrusky, F., Pérez Martín, J., Damiano, C., Álvarez, D., Serafini, D., Morales Sarriera, J., Espinet Alegre, X., Sekerinska, L. y Raffo, V. I. (2022), Strategies to decarbonize freight transport in Argentina: soybean and dairy supply chains, Nota de antecedentes 6 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Propato, T. S., De Abelleira, D., Semmartin, M. y Verón, S. R. (2021), "Differential sensitivities of electricity consumption to global warming across regions of Argentina", *Climatic Change*, 166(1): 1-18.
- Rabassa, M. J., Conte Grand, M. y García-Witulski, C. M. (2021), "Heat warnings and avoidance behavior: evidence from a bike-sharing system", *Environmental Economics and Policy Studies*, 23(1): 1-28.
- Ramos, M. P. (2018), *Argentina y el comercio de bienes ambientales: Una evaluación en el equilibrio general computado a nivel de producto (HS6)*. Programa de Investigadores de la Secretaría de Comercio de la Nación, documento de trabajo nro. 14.
- Romero, C. A., Ramos, M. P., Harari, M., Spinelli, L. y Balestro, F. (2022), Evaluación de Medidas de Eficiencia Energética en Argentina: un enfoque de insumo-producto. Nota de antecedentes 5 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- Romero, C., Mastronardi, L. y Vila Martínez, J. (2018), *Desarrollo de Vaca Muerta. Impacto económico agregado y sectorial*. Documento de trabajo no. 6. Secretaría de Transformación Productiva.
- Rosa, L. y D'Odorico, P. (2019), "The water-energy-food nexus of unconventional Petróleo and gas extraction in the Vaca Muerta play, Argentina", *Journal of Cleaner Production*, 207: 743-750.
- Rozenberg, J., Dborin, D. V., Giuliano, F. M., Jooste, C., Mikou, M., Rodríguez Chamussy, L., Schwerhoff, G., Turner, S. D., Vezza, E. y Walsh, B. J. (2021), *Argentina: Poverty and Macro Economic Impacts of Climate Shocks*, <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/590371624981025569/argentina-poverty-and-macro-economic-impacts-of-climate-shocks>.
- Rusticucci M., Kyselý J., Almeida G. y Lhotka O. (2016), "Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires", *Theoretical and Applied Climatology*, 124: 679-89.
- Samper, M., Coria, G. y Facchini, M. (2021), "Grid parity analysis of distributed PV generation considering tariff policies in Argentina", *Energy Policy*, 157: 112519.
- Semieniuk, G., Holden, P. B., Mercure, J. F., Salas, P., Pollitt, H., Jobson, K., Vercoulen, P., Chewpreecha, U., Edwards, N. R. y Viñuales, J. E. (2022), "Stranded fossil-fuel assets translate to major losses for investors in advanced economies", *Nature Climate Change*, 12: 532-538.

- Sharova, V., Wolff, P., Konersmann, B., F., Stanek, R. y Hackmann, M. (2020), *Evaluation of Lithium-Ion Battery Cell Value Chain* (N.o 168). Documento de trabajo Forschungsförderung.
- Skaif, L., Franzese, P., Capone, R. y Buonocore, E. (2021), Unfolding hidden environmental impacts of food waste: An assessment for fifteen countries of the world. *Journal of Cleaner Production*, 310, 127523.
- Springmann, M., Godfray, H. C. J., Rayner, M. y Scarborough, P. (2016), "Analysis and Valuation of the Health and Climate Change Cobenefits of Dietary Change", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113 (15): 4146-51.
- Sun, Y., Wang, D., Tsang, D C W., Wang, L., Ok, Y S. y Feng, Y. (2019), "A critical review of risks, characteristics, and treatment strategies for potentially toxic elements in wastewater from shale gas extraction", *Environment International*, 125: 452-469.
- Tapio P. (2005), "Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001", *Transport policy*, 12(2), 137-151.
- Tilman, D. y Clark, M. (2014), "Global diets link environmental sustainability and human health", *Nature*, 515(7528), 518-522.
- Torrella, S. A., Piquer-Rodríguez, M., Levers, C., Ginzburg, R., Gavier-Pizarro, G. y Kuemmerle, T. (2018), "Multiscale spatial planning to maintain forest connectivity in the Argentine Chaco in the face of deforestation", *Ecology and Society*, 23(4).
- Turner, S., Conte Grand, M. y Rozenberg, J. (2022), Unconventional Petróleo and gas development in Argentina. Nota de antecedentes 4 para el ICDP de Argentina, Banco Mundial.
- UNISDR (2015), *Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres*, Ginebra, <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/home/>.
- USGS Servicio Geológico de Estados Unidos (2021), *Mineral Commodity Summaries 2020*. Reston Virginia: U.S. Geological Survey.
- Vidjen, G. (2022), *Argentina's Energy Markets. Status Quo. Short-Term Perspectives. Transition Towards Carbon Neutrality*, Grupo Banco Mundial.
- Vona, F., Marin, G., Consoli, D. y Popp, D. (2018), "Environmental regulation and green skills: an empirical exploration", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(4), 713-753.
- Welsby, D., Solano Rodríguez, B., Pye, S. y Vogt - Schilb, A. (2021), *High and Dry: Stranded Natural Gas Reserves and Fiscal Revenues in Latin America and the Caribbean*, Banco Interamericano de Desarrollo, <https://publications.iadb.org/publications/english/document/High-and-Dry-Stranded-Natural-Gas-Reserves-and-Fiscal-Revenues-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>.
- Willett, Walter, Johan Rockström, Brent Loken, Marco Springmann, Tim Lang, Sonja Vermeulen, Tara Garnett y otros (2019), "Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems", *The Lancet*, Lancet Publishing Group.
- Zampori, L. y Pant, R. (2019), *Suggestions for Updating the PEF Method*, https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEF_method.pdf.