

Caleidoscopio energético argentino: redes y territorios en transición

Silvina Cecilia Carrizo * y Guillermina Paula Jacinto **

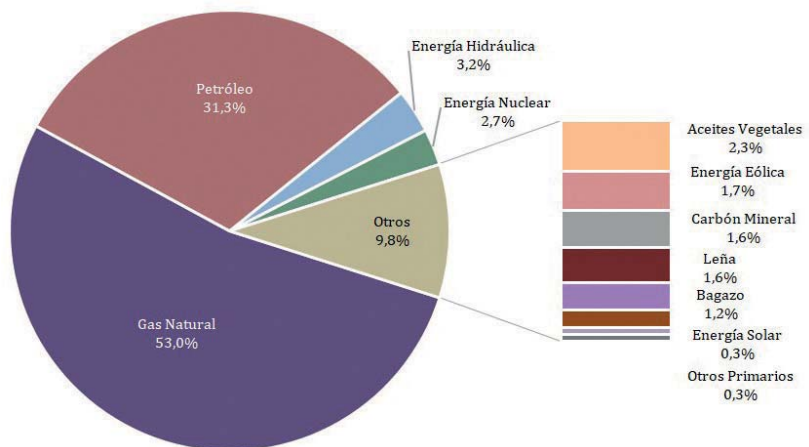
A lo largo del siglo XX, la expansión de redes energéticas tendió a la centralización de las actividades, desde la producción a la distribución. Así, en Argentina, a las primeras experiencias de energización territorial se sumaron grandes obras de generación e interconexión y se conformaron los sistemas petrolífero, gasífero y eléctrico, de escala nacional, que llegan a los distintos territorios. Con un modelo centralizado, se consiguieron sistemas extensos que vinculan las distintas regiones del país. En el marco de la transición a la sostenibilidad en el siglo XXI, como paso a un modelo respetuoso del ambiente y la sociedad, los sistemas distribuidos se multiplican. Esto puede contribuir a reducir las desigualdades territoriales en el acceso a la energía y calidad de los servicios (Clementi, et al., 2019).

Argentina depende en más de un 80% de los hidrocarburos para cubrir sus demandas primarias de energía. El gas natural aporta 53% y el petróleo 31%

* Arquitecta, Magister y Doctora en Geografía-Ordenamiento del Territorio-Urbanismo. Investigadora Independiente del CONICET, Universidad Nacional de La Plata, Centro de Investigaciones Urbanas y Territoriales. Directora TEAM Centro de Estudios Territorio, Energía y Ambiente, Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Profesora Adjunta. scarrizo@conicet.gov.ar

** Profesora, Magister y Doctora en Geografía-Ordenamiento del Territorio-Urbanismo. Profesora Asociada, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Investigadora Adjunta del CONICET. Directora CESAL Centro de Estudios Sociales de América Latina. guillermina.jacinto@gmail.com

FIGURA 1. Matriz energética de Argentina (2022)



Fuente: elaborado por el IGN con base en datos del Balance Energético Nacional (2022).

en la matriz energética, mientras que la hidroelectricidad y la energía nuclear participan con 3% y 2% respectivamente (FIGURA 1). En el proceso de transición a la sostenibilidad, se promueven las energías renovables, aumentando el aprovechamiento de los recursos solar, eólico y biomásicos. A pesar de la larga trayectoria en el desarrollo de las redes energéticas y el potencial en los distintos recursos, 1,5% de la población depende de combustibles sólidos, especialmente leña, para cubrir sus necesidades energéticas. La eficiencia energética -poco explotada- junto con el aprovechamiento distribuido de recursos renovables, aumenta las posibilidades de incluir energéticamente a espacios relegados. A su vez, los actores locales pueden involucrarse y asumir roles activos en la gestión de las redes. Un espectro diversificado de oportunidades transforma el vínculo energía-sociedad, permitiendo acciones de energización territorial, colectivas, conllevando co-construcción energética.

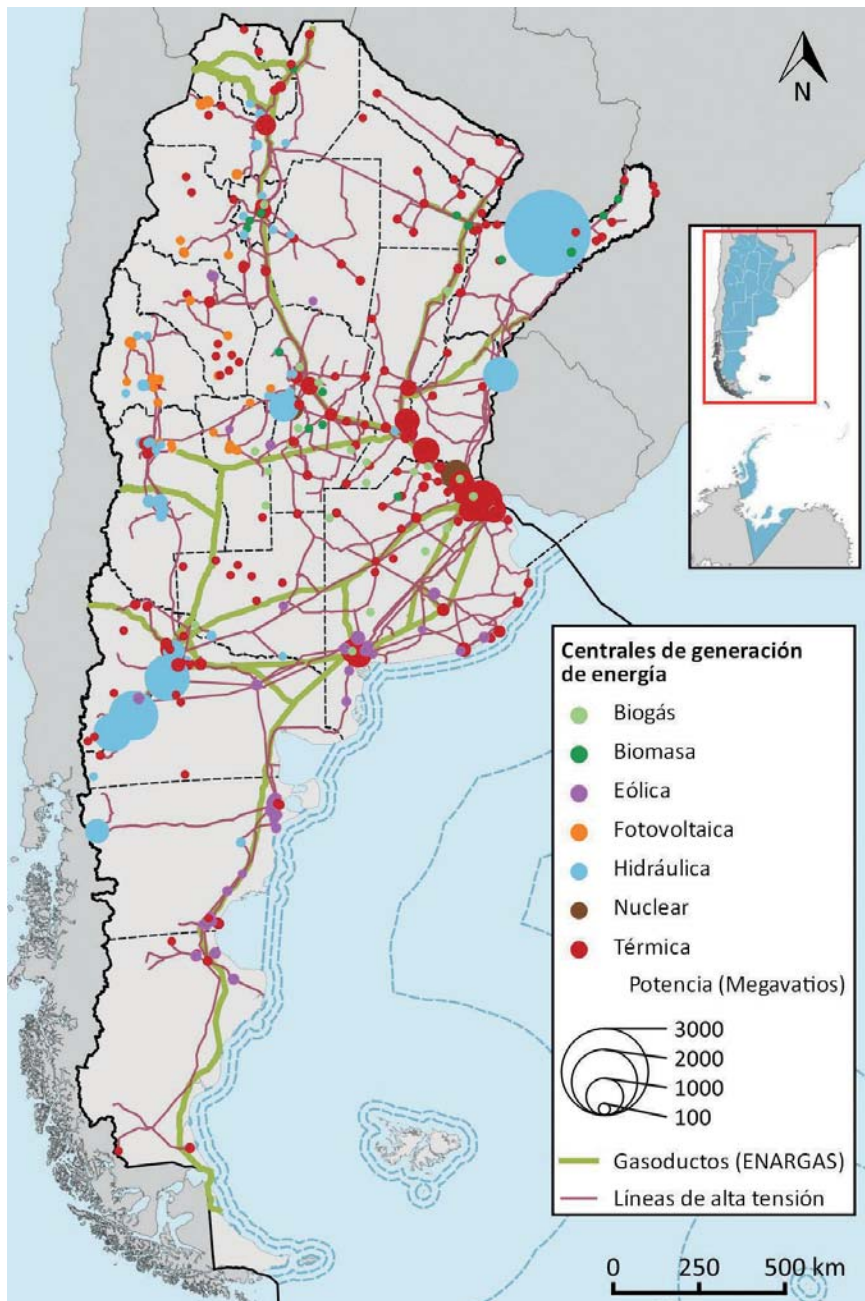
En expansión

Las redes técnicas han sido extendidas y multiplicadas (FIGURA 2), modelando territorios y sociedades, y las formas de gestión han cambiado, transformando los vínculos con la energía. En la matriz inicial de generación térmica, fueron tomando protagonismo el gas y la hidroelectricidad. Otros recursos como la energía nuclear y las renovables, contribuyeron a la diversificación -aunque en proporciones menores- con aportes significativos para desarrollos socio-tecnológicos y energización territorial.

Argentina posee cuencas hidrocarburíferas en tierra y mar, gran parte de las cuales permanecen inexploradas. Las cuencas Noroeste y Cuyana fueron las primeras en haber sido explotadas por emprendimientos privados. Sin embargo, fue el Estado nacional el que impulsó el desarrollo de las redes de petróleo a partir de descubrirlo en el entonces Territorio Nacional del Chubut -cuenca del Golfo de San Jorge en 1907- y en las cuencas Neuquina y Austral, posteriormente. La explota-



FIGURA 2. Redes eléctricas y de gas natural en Argentina



Fuente: elaborado por el IGN con base en datos de la Secretaría de Energía.

ción de petróleo y gas en la Patagonia cobra nuevo impulso en el siglo XXI, con la explotación de los recursos no convencionales en la formación Vaca Muerta. La producción de gas no convencional consolida su despegue en 2014, cuando consigue aportar el 10% de la producción nacional. En 2022, supera los 25 Mmm³, lo que representa 54% del total (Secretaría de Energía, 2023). Así, la cuenca Neuquina refuerza su posición de liderazgo en la producción gasífera nacional y se ubica como la mayor productora de petróleo, desplazando al Golfo de San Jorge, protagonista histórico.

La actividad hidrocarburífera en el país ha estado desde sus orígenes abierta a las empresas privadas. Mayoritariamente extranjeras, consolidaron su presencia y avanzaron en simultáneo con las empresas públicas, Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) y Gas del Estado, creadas en 1922 y 1946, respectivamente. Éstas últimas fueron clave en el impulso a la producción de petróleo y gas, invirtiendo en obras de envergadura para su transporte, industrialización y distribución.

La producción de gas licuado de petróleo (GLP) comenzó en los años 1930, cuando YPF lanzó la comercialización de tubos de 45k "Supergas" como un servicio público, para alcanzar diversos grupos sociales. Desde los años 1950, los gasoductos troncales construidos por Gas del Estado permitieron extender la distribución de gas por red. Este sustituyó al gas manufacturado a partir de carbón importado, que se consumía en Bue-

¹ Millones de metros cúbicos.

nos Aires desde 1919 y también en otras ciudades. En 1970, Argentina quedó conectada a Bolivia para comprarle gas. En 1977, YPF descubrió el megayacimiento Loma La Lata en Neuquén, cuyo desarrollo favoreció la expansión de las redes y propició que en los años 1980 se sustituyeran combustibles líquidos, utilizados en los vehículos livianos, por gas natural comprimido (GNC). El uso creciente de gas natural permitió reducir importaciones de carbón primero y luego de combustibles líquidos.

La hidroelectricidad cobró impulso en los años 1970, diversificando la matriz eléctrica y reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles. Se proyectaron obras de gran envergadura en respuesta a las demandas crecientes concentradas en Buenos Aires. Hidronor Hidroeléctrica Norpatagónica, creada en 1967, condujo el aprovechamiento de los ríos Limay y Neuquén, en la región del Comahue, construyendo y operando las centrales El Chocón (1200 MW²), Planicie Banderita (479 MW) y las líneas de interconexión de 500 kV que transportan la electricidad hasta la Capital Federal. Luego, se sumaron las represas binacionales Salto Grande, compartida con Uruguay, y Yacyretá, compartida con Paraguay.

Reafirmando la soberanía energética, Argentina avanzó en el desarrollo nuclear con fines pacíficos. Las centrales nucleares fueron ubicadas considerando la disponibilidad de agua -a orillas de los ríos Paraná y Tercero- y su integración a los sistemas eléctricos para servir áreas metropolitanas. Atucha I (357 Mwe³, desde 1974), a 100 km de la Capital Federal, fue la primera central nuclear de Sudamérica. A 100 km de la ciudad de Córdoba, fue construida la Central Embalse (648 Mwe, desde 1984), la cual fue repotenciada en el siglo XXI. Lindera con Atucha I, se levantó Atucha II (692 Mwe, desde 2014), cuya obra comenzó en 1982 y finalizó 20 años después. En la concepción de las centrales, se optó por uranio natural como combustible para

evitar la dependencia de otros países. Esta tecnología requiere que los reactores sean refrigerados y moderados con agua pesada, producida en la Planta Industrial de Arroyito, provincia del Neuquén.

En la década de 1990, con la reforma del Estado, se transfirió el dominio de los recursos hidrocarburíferos de la Nación a las provincias (Constitución Nacional 1994), se desreguló la actividad energética y se privatizaron YPF y Gas del Estado. Para aumentar la explotación de petróleo y gas, se ampliaron los mercados internos y externos: se instalaron centrales a gas e industrias, como Profertil en Bahía Blanca para fabricación de amoníaco y urea, y se construyeron más de 10 gasoductos y un oleoducto para exportar a países limítrofes. La producción luego se vio frenada por la caída de las reservas que condujo a importar nuevamente petróleo y gas. A partir de 2008, Argentina debió recurrir a importaciones de GNL.

Argentina promueve la producción de biocombustibles a partir de caña de azúcar, maíz y soja, agregando valor a sus cultivos. En 2011, se posicionó como el mayor exportador de biodiesel de soja en el mundo (1.700.000 t). Su elaboración se concentra en torno al puerto de Rosario (provincia de Santa Fe), donde las productoras de aceite, nacionales y extranjeras, instalaron megaplantas. El bioetanol, en la región cañera del Noroeste, es obtenido por los ingenios azucareros, principalmente nacionales, con experiencia por su participación en el plan Alconafta (años 1980). En la región Centro, empresas nacionales y extranjeras fabrican bioetanol de maíz, para agregarle valor *in situ*. El régimen de regulación y promoción vigente desde 2006 ha sido clave para sostener la elaboración de biocombustibles. Desde 2010, rige la obligatoriedad de mezclarlos con los combustibles fósiles, destinados fundamentalmente al transporte.

En un contexto de importaciones crecientes de hidrocarburos y de interés por desarrollar los recursos no convencionales, el Estado nacional adquirió una parte mayoritaria de YPF (51%). Así, a partir de la explotación de Vaca Muerta, se impulsa un nuevo ciclo hidrocarburífero. Con el aumento de los volúmenes producidos y los proyectos de infraestructura en marcha, Argentina tiene una oportunidad para mejorar la provisión de energía a sus distintas regiones, relanzar las exportaciones a países vecinos y alcanzar nuevos destinos. Entre éstos se encontrarían países que buscan reducir el consumo de carbón y diversificar los proveedores frente a los conflictos geopolíticos. El gas es considerado un vector de transición, con menores emisiones que el carbón y el petróleo. Cada vez más demandado, sirve a la generación eléctrica y como respaldo a las energías renovables intermitentes, en un proceso acelerado de electrificación y dadas las posibilidades crecientes de comerciar GNL. El país se resitúa en los mapas energéticos regional y mundial.

La generación renovable cobra fuerza en la segunda década del siglo XXI y delinea una suerte de especialización regional en el mapa energético argentino. En el Noroeste, con niveles excepcionales de irradiación, se proyectan parques fotovoltaicos de gran escala, donde además se invierte en instalaciones solares menores por doquier. En el Noreste y Centro, se expande el aprovechamiento de los recursos biomásicos para generación eléctrica. Sobre el litoral atlántico, desde el sur de la provincia de Buenos Aires hasta Tierra del Fuego, se multiplican los parques eólicos. La naturaleza extraordinaria de los vientos patagónicos, así como la disponibilidad de tierras, atraen proyectos de hidrógeno bajo en carbono que aprovechen la generación eólica para la electrólisis del agua y producción de un recurso de exportación.

En transición

El tendido de redes energéticas resulta costoso, particularmente en espacios con bajas densidades, donde el

² MW. Megavatio: unidad de potencia equivalente a un millón de vatios.

³ Mwe. Megavatios eléctricos: unidad que mide la electricidad en una planta de energía.

costo de conexión por usuario resulta mayor. No obstante, en Argentina, la construcción de infraestructura, a lo largo de más de un siglo y poniendo en valor múltiples recursos energéticos, permite que un extenso sistema interconectado provea electricidad a la mayor parte de su población y que el gas que llega por red sea el combustible principal en la cocina para 22 millones de personas. A su vez, 20 millones de personas utilizan gas en garrafa como combustible para cocinar, 1 millón consumen gas en tubo o a granel y 1,5 millones de habitantes recurren a la electricidad (INDEC, 2022). Centros productivos o residenciales con demandas significativas acuden a “gasoductos virtuales”, es decir, a camiones para abastecerse de gas natural, licuado o comprimido. Donde las líneas de alta tensión no llegan, la electricidad es provista por pequeños sistemas regionales, locales y dispersos.

Más allá de la extensión de las redes, persisten desigualdades en el acceso a la energía. Especialmente en hogares de bajos ingresos, los servicios eléctricos son precarios, inestables e inseguros y 700.000 personas dependen de la leña o carbón para cocinar, principalmente en el norte del país (INDEC, 2022). Las “garrafas sociales” -subsidiadas por el Estado y destinadas a hogares vulnerables- devienen una opción relativamente económica para ellos, ya sea para cocción o refrigeración de alimentos. No obstante,

su provisión resulta insuficiente, limitada en cantidad, disponibilidad y accesibilidad, por ende no asequible para ciertos hogares.

Reducir los déficits en los servicios ha motivado el diseño y la puesta en marcha de iniciativas energéticas de coconstrucción que articulan actores a diferentes niveles. La energía renovable resulta una opción adecuada para compensar la carencia de redes. Experiencias con pequeñas instalaciones y/u organización colectiva, que sirven espacios relegados o deficitarios, muestran potencial para avanzar en la sostenibilidad de los servicios.

Desde 1999 en espacios rurales, el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) ha brindado acceso a la electricidad a viviendas, escuelas y otros servicios públicos, con equipos fotovoltaicos individuales o en micro redes. La provincia de Jujuy fue la primera en sumarse al programa. Progresivamente se multiplicaron las provincias que adhieren al PERMER, así como también los servicios brindados, desde la iluminación al bombeo de agua, entre otros. Este programa pone en relación al Estado nacional y provincial, empresas distribuidoras, habitantes rurales y usuarios urbanos, incluso otras organizaciones. La coconstrucción avanza para el abastecimiento de pequeñas localidades remotas, como pueblos puneños. Estos, aun

próximos a los salares donde se extrae litio y al parque fotovoltaico Cauchari de 300 MW, no poseían servicios energéticos adecuados y devienen los primeros en beneficiarse con una micro red, con plantas fotovoltaicas autónomas y sistema de almacenamiento con baterías ion-litio.

Las ciudades devienen también en espacios de generación distribuida con instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo, pero cuyos usuarios pueden volcar, en muchos casos, los excedentes a la red. Así dejan de ser consumidores pasivos y participan de formas diversas, en la gestión de la energía. Estas posibilidades alientan la conformación de “comunidades energéticas”, en las que los actores colectivamente buscan provisionarse o participar en proyectos energéticos. En esto avanzan Tandil en Buenos Aires, Luque en Córdoba, Armstrong en Santa Fe o Jujuy con sus pueblos solares. En muchos casos las cooperativas eléctricas, con larga tradición en Argentina, lideran los proyectos, favoreciendo las energías renovables, la eficiencia y/o la tecnología inteligente.

Tanto para hogares rurales como urbanos, la combinación de energías renovables con medidas de eficiencia resulta un modo efectivo, económico y limpio de obtener servicios sostenibles. El uso de cocinas, hornos y equipos de calentamiento de agua solares, junto con la utilización de

FIGURA 3. Viviendas sociales en la provincia de Corrientes



Fuente: fotografías de las autoras (2022).

ollas térmicas o “bruja”, reducen el consumo de combustibles, con mejoras para el ambiente, la economía y la salud. Las tecnologías de aprovechamiento térmico son incorporadas individualmente por los usuarios o en programas masivos instrumentados por los Estados a través de diferentes instituciones. Conjuntos de vivienda social con termotanques solares están siendo construidos en las distintas provincias. (FIGURA 3)

La transición energética no solo impulsa proyectos de producción de energía, sino también de fabricación de equipos necesarios en las redes y de investigación para su desarrollo. Argentina trabaja en esto en las distintas fases, desde la extracción misma de los materiales. Los Andes no solo se vuelven atractivos para proyectos energéticos -hidroeléctricos y solares- sino especialmente para la minería y la puesta en valor de los minerales extraídos. San Juan proyectó la producción de lingotes de silicio solar, obleas, celdas cristalinas y paneles solares fotovoltaicos en una fábrica integrada que construye en la proximidad de la capital provincial. Al norte, en salares de Catamarca, Salta y Jujuy, la explotación de minas de litio avanza impulsada por su uso creciente para el almacenamiento de energía (particularmente para la movilidad eléctrica), pero también en el sector de las tecnologías energéticas, de la información y de la comunicación.

Organismos científico-tecnológicos avanzan con innovaciones. En este sentido, resulta ejemplar el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Creada en 1950, contribuye al desarrollo y aplicación de tecnologías nucleares con equipos de investigación básica y aplicada. Se destacan sus avances en el diseño y construcción de reactores modulares de baja potencia (CAREM un prototipo 35 MWe y módulo 120 MWe aproximadamente), posicionando a Argentina en el pequeño grupo de países que lidera este tipo de reactores (SMR *Small Modular Reactors*). Para otros campos, el Consejo Nacional de In-

vestigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) con YPF crearon en 2013 Y-TEC, una empresa de investigación científico-tecnológica. Ubicada próxima a la refinería de Ensenada, trabaja en tecnologías energéticas y apoya el proceso de transición. Para la explotación de hidrocarburos no convencionales, participa en el análisis de insumos y procesos que permitan optimizar la producción. En tanto los minerales y tierras raras se convierten en recursos críticos en el proceso hacia la electrificación, avanza en generación de conocimiento para la fabricación de baterías de litio, buscando impulsar el desarrollo de la industria nacional de almacenamiento de energía. A través del Consorcio H2Ar, que promueve una alianza con más de 50 empresas, se conformó un espacio de trabajo colaborativo para desarrollar la cadena de valor del hidrógeno en Argentina.

Reflexiones finales

Con la explotación de Vaca Muerta, Argentina expande sus redes para servir espacios relegados y nuevas demandas, relanza las exportaciones a los países vecinos y atrae proyectos que le darían la posibilidad de exportar a otras regiones. Los hidrocarburos no convencionales prolongan el suministro mundial de combustibles fósiles, ampliando el funcionamiento de los sistemas energéticos existentes, al mismo tiempo que se respalda la transición hacia las energías renovables. Éstas, combinadas con un uso eficiente de los recursos, permiten mejorar el aprovisionamiento de los territorios y reducir los impactos ambientales. Su empleo distribuido abre posibilidades de mejorar la calidad de vida de personas que carecen de servicios energéticos. Una nueva geografía energética se percibe en la articulación del sistema interconectado nacional, con una constelación de sistemas menores, incluso individuales, que incluyen nuevos espacios de energías renovables. En ella, los ciudadanos encuentran la oportunidad de participar activamente. En esta reconfiguración de las redes, se

destaca el fortalecimiento de las capacidades, a través de proyectos innovadores de organismos estatales de larga trayectoria, que favorecen la transición y la soberanía energética.

La transición abre múltiples posibilidades para fortalecer las redes energéticas y dinamizar los territorios en las distintas regiones argentinas. Los lugares de producción se diversifican, siendo que se suman los de energías renovables y los de obtención de materiales, de insumos y de fabricación de equipos usados en las redes. Esto amplía las fronteras energéticas e implica que los espacios de transporte y distribución se refuercen o multipliquen. Con nuevas centralidades productivas y tecnológicas, se rearma el caleidoscopio energético argentino. ■

BIBLIOGRAFÍA

Clementi, L., Ise, A., Berdolini, J. L., Yuln, M., Villalba, S., & Carrizo, S. (2019). El mapa de la transición energética argentina. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 39(2), 231-254. <https://doi.org/10.5209/aguc.66938>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Condiciones habitacionales de la población, los hogares y las viviendas Disponible en https://censo.gob.ar/wp-content/uploads/2023/11/censo2022_condiciones_habitacionales.pdf

Secretaría de Energía (s.f.). *Balance Energético Nacional. Serie histórica – Indicadores. Actualizado al año 2021*. Dirección de Información Energética, Subsecretaría de Planeamiento Energético. Recuperado el 14 de diciembre del 2023 en https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_2021/sintesisbalancesenergeticos2021v1.pdf

Secretaría de Energía (s.f.). *Producción de Gas Convencional y No Convencional (mm³)*. Ministerio de Economía. Recuperado el 11 de septiembre del 2023 en <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/planeamiento-energetico/panel-de-indicadores/superset-prod-gas-conv-y-no-conv>